

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO  
MULTIMEDIA PARA UN CLIENTE CORPORATIVO DE LA EMPRESA  
INTEGRADORA TOTALTEK S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

**MARCOS ADRIÁN ESTRELLA ROMERO**  
marcos.estrella.r@outlook.com

**DAVID ROBERTO ZAMBONINO FABARA**  
david.zambonino@outlook.com

**DIRECTORA: ING. SORAYA LUCIA SINCHE MAITA MSc.**  
soraya.sinche@epn.edu.ec

**QUITO, ENERO 2014**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Marcos Adrián Estrella Romero y David Roberto Zambonino Fabara, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Marcos Adrián Estrella Romero

---

David Roberto Zambonino Fabara

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Marcos Adrián Estrella Romero y David Roberto Zambonino Fabara bajo mi supervisión.

---

Ing. Soraya Sinche MSc.

DIRECTORA DEL PROYECTO

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado al amor, apoyo, paciencia y esfuerzo de mis Padres por criarnos a mí y a mis hermanos como personas de bien, con altos valores y gran sensibilidad.*

*A mis hermanos por ser el apoyo, alegría y amor cada día.*

*Al amor de mi vida, quien me dio su apoyo y amor incondicional.*

*Marcos Adrián Estrella Romero*

## DEDICATORIA

*A mis padres, mi ejemplo de vida, mi apoyo y mi fuerza.*

*A mi hermana, mi compañera, mi amiga, mi cómplice.*

*A todos aquellos que compartieron conmigo este camino, familia, amigos,  
compañeros de trabajo y mentores.*

*Y... a ustedes que sin saber, son mi fuente de inspiración.*

*David Roberto Zambonino Fabara*

## AGRADECIMIENTO

*La vida está llena de caminos, unos más complejos que otros, y solo uno es capaz de decidir cuál tomar, sin saber que hallara en su trayecto, este camino que me ha dado la vida me ha enseñado a luchar sin cansancio, con tenacidad y pasión y por eso mi agradecimiento.*

*Como no agradecer a la vida que nuestros padres nos han dado, a la educación y el amor que han permitido culminar con éxito esta etapa de la vida, este camino que no es más que el inicio de otro, quizá más extenso, quizá más complejo, pero que siempre traerá la felicidad al llegar a su final.*

*A mis padres, Marcos y Ceci, por darme la vida, y la oportunidad de vivir a plenitud con total confianza, con todo el amor en sus manos para apoyar las decisiones y los desaciertos, por el amor sincero, por todo.... GRACIAS.*

*A mis hermanos Diego y María José que han sido mi soporte en cada momento de la vida, quienes se han preocupado por mis desvelos y cansancio, quienes han sabido brindarme ese aliento sin esperar nada a cambio.*

*A Eli por ser esa persona que supo demostrarme con actos la importancia de culminar esta etapa, por ser ese motor de empuje que duplico mis fuerzas y mis ganas de seguir.*

*A David, mi amigo, quien con ansias y todo el deseo de compartir su ser, ha complementado este camino, y el objetivo de culminar esta meta, la cual hemos conseguido juntos, fue un honor.*

*A nuestra directora Ing. Soraya Sinche quien ha encaminado nuestros pasos por el sendero correcto.*

*A la música, las artes y la cultura que me han engrandecido como persona y han abierto varios abanicos por explorar, a toda la gente que ha aportado en mi vida con una palabra de aliento y amor, a mi UIO por dejarme ser uno con él, por permitirme disfrutar de sus paisajes y su clima.*

*A la vida.....*

*Marcos Adrián Estrella Romero*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer...*

*A la vida, por permitirme vivir cada momento al máximo, por sorprenderme a cada instante, por estar aquí y poder culminar una etapa más.*

*A mi familia, por estar siempre junto a mí, por enseñarme las mejores lecciones de vida, e inculcarme que con amor y dedicación se puede conquistar el mundo.*

*A mis amigos, por todas las experiencias que hemos compartido y por todas las que vendrán.*

*A mis compañeros de trabajo, por la camaradería, el tiempo compartido y sus enseñanzas.*

*A Marcos, mi amigo y compañero de tesis. Porque en esta vida hay batallas que no se luchan solo, todo un honor culminar este proyecto trabajando en equipo contigo.*

*A mi directora, Ing. Soraya Sinche, por su conocimiento, tiempo y paciencia, los cuales hicieron que este proyecto se culmine.*

*A las ideas locas, los inventos, los avances tecnológicos; la tecnología en sí, son mi pasión.*

*David Roberto Zambonino Fabara*

## CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	V
CONTENIDO .....	VIII
RESUMEN.....	XXIII
PRESENTACIÓN .....	XXV
CAPÍTULO 1.....	1
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 FUNDAMENTOS DE CONTENIDO MULTIMEDIA .....	1
1.1.1 DEFINICIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA .....	1
1.1.2 MEDIOS .....	2
1.1.3 CODIFICACIÓN DEL CONTENIDO MULTIMEDIA.....	5
1.2 GESTIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA.....	6
1.2.1 ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR .....	6
1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA GESTIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA .....	8
1.3 RED DE TRANSPORTE DE CONTENIDO.....	12
1.3.1 REDES DE ÁREA LOCAL .....	12
1.3.2 CONVERGENCIA EN REDES IP .....	32
1.3.3 CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP .....	36
1.3.4 <i>STREAMING</i> .....	42
CAPÍTULO 2.....	62
2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....	62
2.1 OBJETIVOS Y METAS DE LA ORGANIZACIÓN.....	62
2.1.1 MISIÓN.....	64

2.1.2	VISIÓN .....	64
2.1.3	VALORES .....	64
2.2	ESTRUCTURA ARQUITECTÓNICA DEL CENTRO COMERCIAL .....	64
2.3	OBJETIVOS Y METAS TÉCNICAS .....	66
2.4	IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS .....	67
2.5	IDENTIFICACIÓN DE APLICACIONES Y SERVICIOS .....	70
2.6	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO.....	72
2.6.1	REQUERIMIENTOS DE GESTIÓN DE CONTENIDO .....	72
2.6.2	REQUERIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN Y PUBLICACIÓN DE CONTENIDO.....	73
2.6.3	REQUERIMIENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES..	74
CAPÍTULO 3.....		78
3.	DISEÑO DE LA RED Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO .....	78
3.1	INTRODUCCIÓN.....	78
3.2	ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA .....	80
3.3	CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....	82
3.3.1	PLANIFICACIÓN DEL DISEÑO.....	83
3.4	VIRTUALIZACIÓN DEL SISTEMA.....	85
3.4.1	CRITERIOS DE VIRTUALIZACIÓN.....	85
3.4.2	ESQUEMA VIRTUAL DEL SISTEMA .....	88
3.5	DISEÑO DEL BLOQUE DE SERVICIOS DE RED.....	93
3.5.1	DHCP .....	94
3.5.2	DNS .....	100
3.5.3	DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR DHCP & DNS .....	108
3.6	DISEÑO DEL BLOQUE DE <i>FRONTEND</i> .....	109
3.7	DISEÑO DEL BLOQUE DE <i>BACKEND</i> .....	122
3.8	PRESENTACIÓN DEL SISTEMA .....	145
3.9	DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE VIRTUALIZACIÓN .....	146

3.10	SUBSISTEMA DE ADMINISTRACIÓN.....	148
3.11	RED DE TRANSPORTE DE CONTENIDO .....	148
3.11.1	CÁLCULO DE TRÁFICO PARA LA RED .....	149
3.11.2	DISEÑO DE LA RED ACTIVA DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA .....	159
3.11.3	DISEÑO DE LA RED ACTIVA DE ÁREA LOCAL .....	180
3.11.4	DISEÑO LÓGICO DE RED.....	189
CAPÍTULO 4.....		191
4.	PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA	191
4.1	ALCANCE DEL PROTOTIPO .....	191
4.2	ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO .....	191
4.2.1	DETALLE DE EQUIPAMIENTO UTILIZADO .....	192
4.2.2	ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA DE SERVICIOS .....	193
4.2.3	ESQUEMA LÓGICO DEL PROTOTIPO .....	194
4.2.4	ESQUEMA DE RED PARA LA GRANJA DE SERVIDORES .....	196
4.2.5	ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA DE VIRTUALIZACIÓN .....	197
4.3	DESPLIEGUE DEL PROTOTIPO .....	197
4.4	IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE <i>BACKEND</i> DEL SISTEMA .....	198
4.4.1	IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO .....	198
4.4.2	SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA .....	201
4.5	IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE <i>FRONTEND</i> DEL SISTEMA.....	202
4.5.1	SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDO WEB.....	202
4.5.2	IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DE <i>STREAMING</i> .....	209
4.6	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS.....	215
4.6.1	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DHCP .....	215
4.6.2	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DNS .....	217
4.6.3	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DE ALMACENAMIENTO .....	218
4.6.4	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DE <i>STREAMING</i> .....	222

CAPÍTULO 5.....	225
5. VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO Y COSTOS REFERENCIALES .....	225
5.1 INTRODUCCIÓN.....	225
5.2 EQUIPAMIENTO WLAN .....	227
5.2.1 PUNTOS DE ACCESO INALÁMBRICOS .....	228
5.2.2 CONTROLADOR INALÁMBRICO .....	229
5.3 EQUIPAMIENTO LAN .....	230
5.3.1 SWITCH DE ACCESO .....	230
5.3.2 SWITCH DE NÚCLEO COLAPSADO.....	232
5.4 SERVIDORES .....	239
5.5 EQUIPAMIENTO <i>DIGITAL SIGN</i> .....	241
5.6 VIABILIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA.....	243
CAPÍTULO 6.....	247
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	247
6.1 CONCLUSIONES.....	247
6.2 RECOMENDACIONES.....	250
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	252
ANEXOS	
ANEXO A: CONCEPTOS BÁSICOS DE COMPRESIÓN DE VÍDEO	
ANEXO B: CONFIGURACIÓN BÁSICA LAN & WLAN CON EQUIPAMIENTO CISCO	
ANEXO C: MANUAL DE INSTALACIÓN DE CITRIX XEN SERVER	
ANEXO D: MANUAL DE DE UBUNTU SERVER	
ANEXO E: IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DHCP & DNS EN UBUNTU SERVER	
ANEXO F: COTIZACIONES	
ANEXO G: HOJAS DE DATOS TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO ACTIVO	
ANEXO H: GUIA DE ADMINISTRACIÓN DEL PROTOTIPO	

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Ciclo de vida de los contenidos multimedia.....	2
Figura 1.2 Agregación de Enlace .....	22
Figura 1.3 Distribución de Red en VSS.....	25
Figura 1.4 <i>Virtual Switch Link</i> .....	26
Figura 1.5 VSS con MEC .....	27
Figura 1.6 Esquema de Alta Disponibilidad con VCT .....	30
Figura 1.7 Topología Anillo en un solo rack .....	30
Figura 1.8 Anillo en Múltiples racks.....	31
Figura 1.9 Topología de Cadena en Serie .....	31
Figura 1.10 Etiquetamiento 801.q y 802.1p.....	37
Figura 1.11 Esquema de prioridades de 802.1p.....	37
Figura 1.12 Cabecera IPv4 con QoS.....	40
Figura 1.13 Servicio <i>Unicasting</i> .....	44
Figura 1.14 Componentes de un sistema de <i>Video Streaming</i> .....	47
Figura 1.15 Pila de Protocolos Multimedia .....	51
Figura 1.16 (a) RTP en la pila de protocolos. (b) Encapsulación de la Información..	52
Figura 1.17 Subsistemas Funcionales DMS .....	59
Figura 1.18 Componentes Supersign.....	61

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Componentes del Centro Comercial .....	63
Figura 2.2 Distribución Funcional del Centro Comercial .....	65
Figura 2.3 Interacción de Usuario y Terminales con el Sistema.....	68
Figura 2.4 Arquitectura Tecnológica para el Centro Comercial .....	70

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Bloques del Sistema de Distribución de Contenidos.....	78
Figura 3.2 Aplicación Web .....	80
Figura 3.3 Aplicación de Distribución de Contenido Multimedia.....	80
Figura 3.4 Bloques Administrativos y Operacionales del Sistema.....	81

Figura 3.5 Virtualización de Plataforma.....	86
Figura 3.6 Componentes de la Plataforma de Virtualización.....	89
Figura 3.7 Esquema de Servicios a Virtualizar.....	92
Figura 3.8 Espacio en disco del dhcpd.conf.....	97
Figura 3.9 Espacio en disco del dhcpd.leases.....	97
Figura 3.10 Procesos en memoria del servidor DHCP.....	99
Figura 3.11 Espacio en disco del fichero bind.....	103
Figura 3.12 Espacio en disco de los archivos de resolución.....	103
Figura 3.13 Espacio en disco de resolv.conf.....	104
Figura 3.14 Memoria inicial utilizada por el proceso <i>named</i> .....	105
Figura 3.15 Memoria en incrementos utilizada por el proceso <i>named</i> .....	106
Figura 3.16 Memoria estable utilizada por el proceso <i>named</i> .....	106
Figura 3.17 Interacción de Aplicativos del Sistema.....	109
Figura 3.18 Bloque de <i>FrontEnd</i> .....	110
Figura 3.19 Procesos en memoria de Apache.....	113
Figura 3.20 Indicadores de funcionamiento de Darwin Streaming Server.....	119
Figura 3.21 Procesos en memoria de Darwin Streaming Server.....	119
Figura 3.22 Servicios de <i>BackEnd</i> .....	122
Figura 3.23 Proceso de Almacenamiento.....	123
Figura 3.24 Proceso de Almacenamiento.....	125
Figura 3.25 Detalle de la carpeta del Sitio Web de Prueba.....	126
Figura 3.26 Detalle del fichero del Sitio Web de Prueba.....	126
Figura 3.27 Propiedades de Video en HD Video/HQ Video.....	129
Figura 3.28 Sistema de Almacenamiento Diseñado.....	135
Figura 3.29 Perfiles de Autenticación.....	136
Figura 3.30 Módulos de la Gestión de Contenido.....	138
Figura 3.31 Esquema de Gestión de <i>FrontEnd</i> .....	144
Figura 3.32 Diagrama General de Componentes del Sistema.....	145
Figura 3.33 Esquema lógico de servidores.....	147
Figura 3.34 Administración de la Plataforma Virtual.....	147
Figura 3.35 Comportamiento de usuarios para cálculo de tráfico final.....	149

Figura 3.36 Tráfico al descargar un sitio web con contenido multimedia .....	150
Figura 3.37 Esquema de Acceso Wi-Fi .....	151
Figura 3.38 Protocolos a ser utilizados .....	155
Figura 3.39 Referencia video-vigilancia .....	159
Figura 3.40 Topología WLAN .....	160
Figura 3.41 Planta de Referencia para zonas abiertas .....	161
Figura 3.42 Planta de Referencia para zonas cerradas .....	162
Figura 3.43 Detalle de Propagación del SSID .....	163
Figura 3.44 Gráfica de RSSI en función del tiempo .....	163
Figura 3.45 Gráfica de RSSI en función de utilización del canal .....	163
Figura 3.46 Información de Tarjeta de Red .....	164
Figura 3.47 Escala de colores para el RSSI .....	164
Figura 3.48 Posiciones para prueba de cobertura en la zona A .....	165
Figura 3.49 Gráfica de cobertura del <i>Access Point</i> en la zona A .....	166
Figura 3.50 Información de la Tarjeta de Red en el Punto X .....	167
Figura 3.51 Posiciones para prueba de cobertura en la zona B .....	168
Figura 3.52 Mapa de cobertura para la Zona B con el <i>Access Point</i> en el punto 1 .....	168
Figura 3.53 Mapa de cobertura para la Zona B con el <i>Access Point</i> en el punto 2 .....	169
Figura 3.54 Mapa de cobertura para la Zona B con el <i>Access Point</i> en el punto 3 .....	169
Figura 3.55 Mapa de cobertura total para la Zona B .....	170
Figura 3.56 Información de la Tarjeta de Red en el Punto Y .....	171
Figura 3.57 Plan de Re-uso de Frecuencias en 802.11g .....	174
Figura 3.58 Plan de Re-uso de Frecuencias aplicado a una planta tipo .....	175
Figura 3.59 Topología a Implementar .....	181
Figura 3.60 Diagrama Físico de Red .....	183
Figura 3.61 Diagrama Final de Red .....	184
Figura 3.62 Esquema Lógico de Red .....	190
<b>CAPÍTULO 4</b>	
Figura 4.1 Componentes de Prototipo .....	192
Figura 4.2 Esquema General de Servicios .....	194
Figura 4.3. Esquema lógico .....	195

Figura 4.4 Configuración global smb.conf .....	199
Figura 4.5 Creación de unidades de almacenamiento en red .....	200
Figura 4.6 Configuración del archivo fstab .....	200
Figura 4.7 Creación del archivo cifs.credentials .....	201
Figura 4.8 Sitio Web gesto.zeta-starmedia.com .....	202
Figura 4.9 Edición de archivo apache2.conf .....	204
Figura 4.10 Creación de la base de datos para el CMS .....	205
Figura 4.11 Cambio de contraseña del usuario root.....	205
Figura 4.12 Configuración Inicial de Joomla.....	206
Figura 4.13 Configuración de credenciales para la base de datos.....	206
Figura 4.14 Configuración de visión general del CMS .....	207
Figura 4.15 Acceso de administración Joomla .....	207
Figura 4.16 Configuración de sitio web .....	208
Figura 4.17 Sitio Web.....	208
Figura 4.18 Edición archivo Makefile.POSIX.....	212
Figura 4.19 Pagina web de acceso a DSS .....	213
Figura 4.20 Asignación del puerto para el <i>streaming</i> .....	213
Figura 4.21 Lista de Contenido .....	214
Figura 4.22 Configuración de la interfaz de red LAN.....	216
Figura 4.23 Parámetros de configuración de la interfaz entregados por DHCP .....	216
Figura 4.24 Pruebas de conectividad servicio DHCP .....	217
Figura 4.25 Prueba exitosa de resolución de nombres de dominio.....	218
Figura 4.26 Creación unidad de almacenamiento en red Windows .....	219
Figura 4.27 Visualización unidad de almacenamiento en red Windows .....	220
Figura 4.28 Repositorio a ser montado en una ubicación local .....	220
Figura 4.29 Unidades de almacenamiento en red.....	221
Figura 4.30 Copiado de un archivo a la unidad de almacenamiento en red.....	221
Figura 4.31 Visualización del archivo copiado en repositorio compartido .....	221
Figura 4.32 Visualización de archivos compartidos en red .....	222
Figura 4.33 Configuración VLC para volcado de red.....	223
Figura 4.34 Recepción de <i>Streaming</i> en VLC .....	224

Figura 4.35 Recepción de <i>Streaming</i> en WEB .....	224
--------------------------------------------------------	-----

## **CAPÍTULO 5**

Figura 5.1 Esquema de implementación VSS CISCO .....	233
------------------------------------------------------	-----

Figura 5.2 Esquema de implementación diseñado VSS CISCO .....	233
---------------------------------------------------------------	-----

Figura 5.3 Esquema de Implementación VTC JUNIPER .....	235
--------------------------------------------------------	-----

Figura 5.4 Esquema de Implementación diseñado VCTJUNIPER .....	235
----------------------------------------------------------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Redes basadas en 802.3.....	12
Tabla 1.2 Modelo de Planos para Redes de Datos .....	15
Tabla 1.3 Protocolos de redundancia para redes conmutadas .....	16
Tabla 1.4 Redundancia de Puerta de Enlace .....	17
Tabla 1.5 Combinación de Hardware en un solo dispositivo lógico.....	17
Tabla 1.6 Parámetros WLAN.....	21
Tabla 1.7 Esquema de Etiquetamiento WMM .....	42

### CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Descripción de las Plantas del Centro Comercial.....	65
Tabla 2.2 Tipos de Usuarios y su interacción.....	68
Tabla 2.3 Distribución de pantallas por unidad de negocio. ....	69
Tabla 2.4 Tipos de Aplicaciones.....	71
Tabla 2.5 Servicios para el sistema de distribución de contenido. ....	72
Tabla 2.6 Distribución de Puntos de Red .....	76

### CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Criterios de Diseño de Servicios .....	81
Tabla 3.2 Criterios de Diseño Generales .....	82
Tabla 3.3 Usuarios del Sistema en base a Interacción .....	83
Tabla 3.4. Usuarios del Sistema por Aplicación .....	84
Tabla 3.5 Enfoques Varios de Virtualización de Plataforma.....	87
Tabla 3.6 Virtualización de Recursos .....	88
Tabla 3.7 Comparativa entre Sistemas Operativos.....	89
Tabla 3.8 Características del Servidor de Prueba .....	93
Tabla 3.9 Ámbitos DHCP del Sistema.....	95
Tabla 3.10 Ficheros de Configuración.....	96
Tabla 3.11 Obtención de espacio en disco para el fichero dhcpd.conf .....	96
Tabla 3.12 Obtención de espacio en disco para el ficehro dhcpd leases .....	97

Tabla 3.13 Detalle de almacenamiento .....	98
Tabla 3.14 Obtención de memoria que utiliza el servidor DHCP.....	98
Tabla 3.15 Requerimientos de Virtualización del Servidor DHCP .....	100
Tabla 3.16 Zonas de Resolución DNS del Sistema.....	101
Tabla 3.17 Ficheros de Configuración.....	102
Tabla 3.18 Obtención de espacio en disco para el servicio DNS .....	102
Tabla 3.19 Obtención de espacio en disco para los ficheros de resolución DNS...	103
Tabla 3.20 Obtención de espacio en disco del fichero resolv.conf.....	104
Tabla 3.21 Tamaño total utilizado en disco .....	104
Tabla 3.22 Obtención de memoria que utiliza el servidor DNS .....	105
Tabla 3.23 Espacio de memoria utilizada en el servicio DNS .....	107
Tabla 3.24 Requerimientos de virtualización de los servicios de red. ....	108
Tabla 3.25 <i>Hosts</i> virtuales del Servidor Web.....	111
Tabla 3.26 Tabla comparativa Desarrollos Web Contemporáneo .....	112
Tabla 3.27 Requerimiento de Recursos .....	113
Tabla 3.28 Proceso para obtener la cantidad de memoria que utiliza Apache.....	113
Tabla 3.29 Requerimientos de Virtualización del Servidor Web.....	115
Tabla 3.30 Planificación de listas de contenido del sistema.....	116
Tabla 3.31 Comparativo de Servidores <i>Streaming</i> .....	117
Tabla 3.32 Ventajas y Desventajas de Servidores <i>Streaming</i> .....	118
Tabla 3.33 Proceso para obtener la cantidad de memoria que utiliza DSS .....	119
Tabla 3.34 Requerimientos de Virtualización del Servidor de <i>Streaming</i> .....	121
Tabla 3.35 Tasa de Transferencia Nominal por Aplicación .....	121
Tabla 3.36 Requerimientos de virtualización del Bloque de <i>FrontEnd</i> . ....	122
Tabla 3.37 Densidad cliente-servidor para diseño del sistema de almacenamiento	124
Tabla 3.38 Tamaño en disco del sitio web de prueba .....	127
Tabla 3.39 Detalle de almacenamiento Web.....	127
Tabla 3.40 Valores Reales de videos HD y HQ.....	130
Tabla 3.41 Detalle de Almacenamiento VoD por Unidad de Negocio .....	130
Tabla 3.42 Detalle de Almacenamiento video <i>streaming</i> para pantallas .....	131
Tabla 3.43 Detalle ajustado de almacenamiento por unidad de negocio .....	131

Tabla 3.44 Detalle de almacenamiento del sistema .....	132
Tabla 3.45 Topologías de Conexión: Características, Ventajas y Desventajas .....	134
Tabla 3.46 Comparativa de Sistemas de Archivos .....	135
Tabla 3.47 Requerimientos básicos de virtualización para Samba .....	136
Tabla 3.48 Requerimientos de Virtualización del Servidor de Almacenamiento.....	137
Tabla 3.49 Requerimientos para cada CMS .....	141
Tabla 3.50 Características de Administración y Gestión del sistema del CMS.....	141
Tabla 3.51 Cumplimiento Específico de los Criterios de Diseño para el CMS .....	142
Tabla 3.52 Requerimientos de Virtualización del Sistema .....	146
Tabla 3.53 Requerimientos para servidor físico de virtualización.....	146
Tabla 3.54 Contratación de Aplicaciones y Tasa de Transferencia para la WLAN	154
Tabla 3.55 Contratación de Aplicaciones y Tasa de Transferencia.....	158
Tabla 3.56 Parámetros de diseño por cobertura para la WLAN .....	172
Tabla 3.57 Guía de referencia de velocidad teórica y velocidad efectiva real .....	173
Tabla 3.58 Tasa de transmisión efectiva y número de conexiones para 802.11 g ..	173
Tabla 3.59 Cálculo de APs en función del número de usuarios esperados.....	174
Tabla 3.60 Distribución Zona tipo A .....	176
Tabla 3.61 Distribución Zona tipo B (parte I) .....	177
Tabla 3.62 Distribución Zona tipo B (parte II).....	178
Tabla 3.63 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso.....	179
Tabla 3.64 Características Mínimas del Controlador Inalámbrico .....	180
Tabla 3.65 Distribución de Puntos de Red + Crecimiento .....	182
Tabla 3.66 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso de 24 Puertos...	185
Tabla 3.67 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso de 48 Puertos...	186
Tabla 3.68 Equipamiento a ser utilizado .....	186
Tabla 3.69 Características Mínimas del Equipamiento de Core.....	188
Tabla 3.70 Esquema de Segmentación Lógica .....	189

#### **CAPÍTULO 4**

Tabla 4.1 Características de Hardware del Servidor .....	192
Tabla 4.2 Detalle de equipos de comunicaciones del prototipo.....	193
Tabla 4.3 Esquema lógico de red .....	195

Tabla 4.4 Información de red del prototipo .....	196
Tabla 4.5 Direcciones IP y nombres de dominio .....	196
Tabla 4.6 Requerimientos de virtualización del prototipo .....	197
Tabla 4.7 Comando para la instalación de SAMBA.....	198
Tabla 4.8 Parámetros de creación de unidades de almacenamiento en red.....	198
Tabla 4.9 Configuración de archivo smb.conf .....	199
Tabla 4.10 Comandos de instalación de Apache y librerías PHP .....	201
Tabla 4.11 Comandos de instalación de apache y php para Joomla .....	203
Tabla 4.12 Comandos para instalación de mysql.....	203
Tabla 4.13 Comando para instalación phpmyadmin .....	203
Tabla 4.14 Comando para reiniciar el servicio web.....	204
Tabla 4.15 Comandos de instalación componentes DSS .....	209
Tabla 4.16 Comando para instalar compiladores y sus herramientas.....	210
Tabla 4.17 Comando para creación de directorios.....	210
Tabla 4.18 Enlaces y Paquetes para DSS .....	210
Tabla 4.19 Comando para la creación de grupos y usuarios de sistema .....	211
Tabla 4.20 Comando de instalación DSS.....	211
Tabla 4.21 Comandos para GPAC.....	214
Tabla 4.22 Procedimiento de pruebas servicio DHCP .....	215
Tabla 4.23 Procedimiento de pruebas del servicio DNS .....	217
Tabla 4.24 Procedimiento de pruebas del servicio de Almacenamiento .....	219
Tabla 4.25 Comando utilizado para montar unidades de almacenamiento en red..	220
Tabla 4.26 Procedimiento de pruebas del servicio de <i>streaming</i> .....	223

## **CAPÍTULO 5**

Tabla 5.1 Tabla de cumplimiento técnico para Puntos de Acceso Inalámbrico.....	228
Tabla 5.2 Tabla de cumplimiento técnico Controlador Inalámbrico .....	229
Tabla 5.3 Tabla de cumplimiento técnico <i>Switch</i> de Acceso 24 puertos .....	231
Tabla 5.4 Tabla de cumplimiento técnico <i>Switch</i> de Acceso 48 puertos .....	232
Tabla 5.5 Conexiones de la red de acceso para VSS CISCO.....	234
Tabla 5.6 Conexiones de la red de acceso para VCT .....	236
Tabla 5.7 Tabla de cumplimiento técnico Switch de Core.....	238

Tabla 5.8 Comparación de características entre Hipervisores .....	239
Tabla 5.9 Tabla de cumplimiento técnico Servidor de Virtualización.....	240
Tabla 5.10 Soluciones del mercado CISCO Systems vs LG Electronics .....	242
Tabla 5.11 Costo Referencial Opción 1.....	244
Tabla 5.12 Costo Referencial Opción 2.....	245
Tabla 5.13 Costo Comparativo.....	244

## ÍNDICE DE ECUACIONES

### CAPÍTULO 2

Ecuación 2.1 Cálculo de usuarios con dispositivos inalámbricos en una locación ..	69
Ecuación 2.2 Cálculo de usuarios activos en una WLAN en una locación.....	69

### CAPÍTULO 3

Ecuación 3.1 Cálculo de usuarios web del sistema.....	83
Ecuación 3.2 Cálculo de usuarios multimedia del sistema.....	84
Ecuación 3.3 Factor de escalamiento de almacenamiento para el servicio DHCP ...	98
Ecuación 3.4 Cálculo de concurrencia para el servicio DHCP .....	99
Ecuación 3.5 Factor de escalamiento de memoria del servicio DHCP.....	99
Ecuación 3.6 Cálculo de concurrencia para el servicio WEB .....	114
Ecuación 3.7 Factor de escalamiento de memoria para el servicio web .....	114
Ecuación 3.8 Cálculo de concurrencia para el servicio de <i>streaming</i> .....	120
Ecuación 3.9 Factor de escalamiento de memoria para el servicio <i>streaming</i> .....	120
Ecuación 3.10 Cálculo de almacenamiento compartido.....	132
Ecuación 3.11 Cálculo de almacenamiento total.....	137
Ecuación 3.12 Cálculo de tasa de transferencia para el servicio web en la WLAN.	152
Ecuación 3.13 Cálculo de tasa de transferencia de video en la WLAN.....	153
Ecuación 3.14 Cálculo de tasa de transferencia de <i>streaming</i> en la WLAN.....	153
Ecuación 3.15 Cálculo de tasa de transferencia de streaming a un servidor web ..	153
Ecuación 3.16 Cálculo de tasa de transferencia esperada en la WLAN .....	154
Ecuación 3.17 Cálculo de tasa de transferencia de video en la LAN .....	156
Ecuación 3.18 Cálculo de tasa de transferencia esperada en la WLAN .....	157
Ecuación 3.19 Cálculo del <i>Backplane</i> para el <i>Switch</i> de <i>Core</i> .....	187

## RESUMEN

Las soluciones tecnológicas hoy en día incorporan cada vez más contenido multimedia, ya que éste implica un elevado atractivo para los usuarios finales.

El presente proyecto comprende el Diseño de un Sistema de Distribución de Contenido Multimedia basado en el modelo cliente-servidor sobre redes de área local de alta velocidad y su aplicación en un Centro Urbano de congregación masiva como mecanismo de publicidad e interacción. Se contempla la manipulación, gestión y distribución de contenido; teniendo como punto de partida, el considerar como actor clave del sistema al usuario y su experiencia con el contenido.

En el **Primer Capítulo** se enuncian los criterios de diseño de un sistema de distribución multimedia tales como: la red de transporte, la combinación de hardware de conmutación en un solo equipo lógico de red, el transporte del contenido desde los servidores hacia los dispositivos terminales, así como la interacción entre los mismos. Se realiza además una descripción específica de las actuales soluciones tecnológicas para este tipo de sistemas, entre las cuales se encuentran: VSS (*Virtual Switching System*) + *Digital Media System* de Cisco Systems y VCT (*Virtual Chassis Technology*) de Juniper Networks + *SuperSign* de LG Electronics.

En el **Segundo Capítulo** se identifican los requerimientos del cliente corporativo sujeto de estudio. A partir del levantamiento de esta información, se establece el diseño tanto de la red convergente como del sistema de distribución multimedia.

El **Tercer Capítulo** plantea el diseño del Sistema de Distribución y de la red que permite su funcionamiento. En esta sección se incluye el diseño de red coherente tanto a nivel de núcleo, con las tecnologías que permiten la combinación de hardware de conmutación en un solo equipo lógico de red; como a nivel de acceso, determinando la infraestructura de la red de área local cableada e inalámbrica.

Además se detalla el diseño de la plataforma de virtualización de los servidores, los cuales permiten el manejo estructurado del contenido. Este tipo de diseño puede ser utilizado como un canal de venta e influencia en el consumidor.

El **Cuarto Capítulo** presenta la implementación de un prototipo de prueba para distribución multimedia, mediante la configuración de un servidor de distribución de contenido basado en Citrix Xen Server, sobre el cual se implementan servidores virtuales que permiten cumplir con el objetivo en distintos terminales, a través de una infraestructura básica de red.

El **Quinto Capítulo**, expone la propuesta técnica en base a soluciones existentes en el mercado conforme a las especificaciones expuestas en el diseño del capítulo 3. Se define la viabilidad del proyecto, tanto a nivel de equipamiento como de implementación; y se presenta la estimación de costo referencial la cual sirve como parámetro inicial de inversión para la solución completa.

Finalmente, en el **Sexto Capítulo** se exponen las principales conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado, que deberán tomarse en cuenta en el momento de una posible implementación, así como en el desarrollo de futuros trabajos.

Se incluye una sección de anexos sobre formatos de compresión de video, manuales de uso e instalación de la red básica, plataforma de virtualización y servidores; se adjunta además un CD-ROM que contiene los guiones de configuración del sistema así como las hojas de datos del hardware utilizado.

## PRESENTACIÓN

Generalmente los contenidos multimedia, como texto, audio, imagen, animación o video son digitalizados como un flujo de bits, los mismos que pueden ser almacenados y distribuidos mediante servicios en línea o fuera de ella.

El proceso de transmisión de contenido multimedia solía emplear un solo componente por canal, es decir, la prensa utilizaba texto, la radio audio, etc. Sin embargo, gracias a los avances tecnológicos y a la constante necesidad humana de interacción, en la actualidad se puede utilizar varios de estos componentes combinados en un solo canal. Así, los contenidos multimedia se han convertido en el ingrediente clave de un enorme número de soluciones tecnológicas en función de su elevado atractivo.

Ante una demanda creciente de este tipo de solución por parte de los sectores productivos, se han marcado dos tendencias que han aportado al crecimiento del mercado multimedia: el avance tecnológico sostenido y las nuevas formas de participación en la creación y consumo del contenido.

La primera, ha permitido la evolución de las comunicaciones de datos y ha convertido a las redes en un entorno ideal para la distribución de contenidos multimedia. La segunda en cambio, mediante la interoperabilidad, gestión de contenidos, garantía de seguridad, confianza a lo largo de toda la cadena de comunicación e interactividad en todo tipo de terminales, ha generado un mercado basado en las ventajas y oportunidades de explotación de contenidos.

El mercado de la distribución de contenidos es incipiente, son necesarios desarrollos tecnológicos para trasladar y adaptar el atractivo de los contenidos a las expectativas de los usuarios, es por esta razón la importancia de generar un estudio que permita conocer componentes que son primordiales en la constitución de un sistema que

englobe e integre todas las etapas de gestión, distribución y almacenamiento del contenido.

Determinando lineamientos para este tipo de sistemas, dejando como ventaja principal la integración de componentes externos y desarrollos propietarios en redes que estarán diseñadas para el envío y recepción de tráfico de video, considerando un esquema de recuperación frente a fallas, alta disponibilidad y redundancia.

## CAPÍTULO 1

### 1. MARCO TEÓRICO

Un sistema de distribución de contenido multimedia contempla el almacenamiento, gestión y transmisión de medios, a los cuales se los conoce como activos o recursos multimedia, utilizando arquitecturas y criterios que permitan el aprovechamiento de una red de comunicaciones; así como los nuevos elementos que se integran a estos sistemas como lo son terminales móviles, teléfonos inteligentes, pantallas, etc., con el fin de entregar información con carácter semiótico<sup>1</sup>.

#### 1.1 FUNDAMENTOS DE CONTENIDO MULTIMEDIA

##### 1.1.1 DEFINICIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA [1] [2]

El término multimedia, se define como la combinación de los distintos soportes de la comunicación tales como: texto, sonido, imagen, animación gráfica y video; creando un vínculo participativo con el usuario, integrando, de manera compatible y estratégica, conceptos básicos de la comunicación, como la interactividad, junto a aspectos del diseño de la imagen en sus diversos soportes.

Por otra parte, demandas como la interactividad y la personalización, la movilidad o la ubicuidad en el acceso a contenidos, dotan de gran valor al desarrollo de soluciones móviles o inalámbricas, así como a las que ofrezcan portabilidad entre plataformas. La interoperabilidad<sup>2</sup> aparece aquí como un factor clave en los procesos de estandarización; lo cual facilita su implantación.

Las grandes cantidades de información que se manejan tanto en los entornos empresariales como en el mundo de Internet, convierten a los sistemas de gestión, búsqueda y acceso a contenidos en piezas fundamentales de la cadena de valor.

---

<sup>1</sup> Semiótica.- es la ciencia que trata de los sistemas de comunicación dentro de las sociedades humanas. [71]

<sup>2</sup> Interoperabilidad.- habilidad de dos o más sistemas para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. [70]

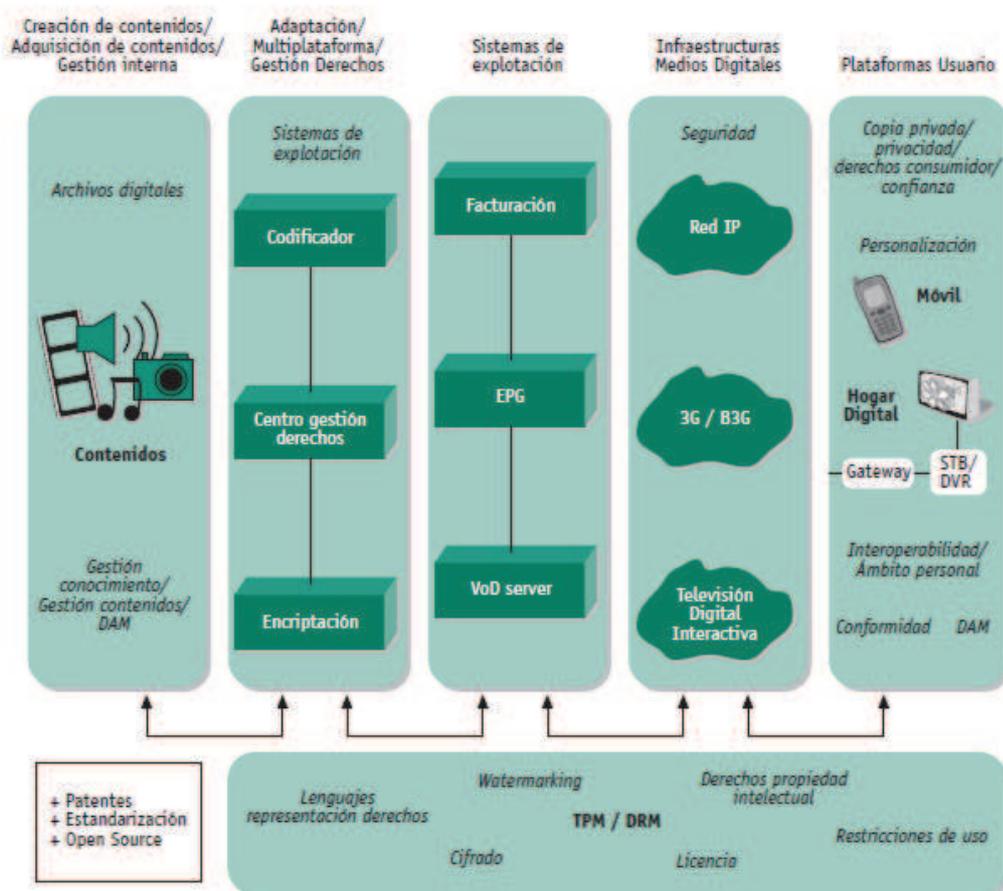


Figura 1.1 Ciclo de vida de los contenidos multimedia [1]

La Figura 1.1 representa el ciclo de vida de los contenidos multimedia y su cadena de valor y, de forma conceptual, refleja los elementos principales que identifican las áreas tecnológicas en este ámbito, se consideran los conceptos clave que están involucrados en la explotación de contenidos en los nuevos medios digitales.

### 1.1.2 MEDIOS [3]

Multimedia, como su nombre lo indica, se encuentra conformada por varios medios los cuales al ser utilizados de forma estructurada e indexada definen este concepto. Estos medios son: texto, imagen, sonido, y video.

- **Texto:** combinación de signos codificados en un sistema de escritura, sin embargo tiene una naturaleza dual, siendo tomado también como un elemento gráfico.
- **Imagen:** representación espacial de un elemento en dos o tres dimensiones, esta representación visual manifiesta la apariencia de un objeto real o imaginario, cuando se habla de la digitalización de una imagen, ésta puede ser tanto vectorial como un mapa de bits.
- **Sonido:** respuesta a ondas de presión provocadas por objetos que vibran, y desplazan partículas de aire, las mismas que son percibidas por el oído en frecuencias audibles.
- **Video:** tecnología de captación, grabación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y reconstrucción por medios electrónicos digitales o analógicos de un orden de imágenes, que ejecutadas en secuencia simulan escenas en movimiento, que en conjunto con texto, sonidos y / o animaciones buscan entregar un mensaje.

Todos estos elementos constitutivos de multimedia corresponden a un todo comprensible con una finalidad semiótica.

Al hablar de medios es importante definirlos en función de parámetros que permitan y faciliten su uso de acuerdo con la percepción, representación, presentación, almacenamiento, y transmisión.

#### 1.1.2.1 Medio de Percepción

Hace referencia a la interacción del ser humano con el contenido, ya que es un concepto relacionado con la captación de información del entorno en el que se desenvuelve un individuo.

La percepción de la información ocurre normalmente a través de la vista y del oído, aunque la percepción táctil incrementa esta presencia en entornos informáticos.

Esta diferencia de la percepción visual y auditiva obliga a clasificar los medios, en función de cómo se los percibe en una aplicación multimedia. Por tanto será información visual el texto, la imagen y el vídeo, y será información auditiva la música, el ruido y la voz.

#### **1.1.2.2 Medio de Representación**

Se conoce la existencia de diversas formas de representación de los tipos de información, partiendo desde el punto de vista de un ordenador, éste utiliza diversos formatos para realizar una descripción interna que permita manejar los datos adecuadamente. Se usan varios formatos para representar los diferentes tipos de informaciones como por ejemplo:

- **Texto:** ASCII o EBCDIC
- **Gráficos:** CEPT o CAPTAIN
- **Audio:** Método de Codificación de Pulsos (PCM)
- **Imagen:** JPEG
- **Vídeo:** MPEG

#### **1.1.2.3 Medio de Presentación**

Hace referencia a las herramientas y dispositivos utilizados en la entrada/salida de la información, estos pueden ser pantalla y altavoces que son utilizados para distribuir la información mediante el computador; por otro lado el teclado, ratón, cámara y micrófono son utilizados como medios de entrada.

#### **1.1.2.4 Medio de Almacenamiento**

Hace referencia al medio de almacenamiento de los datos que permiten el mantener la información, como son discos duros, discos compactos, etc. y otros aún más

sofisticados como son almacenamiento conectado en red por ejemplo: NAS<sup>3</sup> o una red de área de almacenamiento SAN<sup>4</sup>.

#### **1.1.2.5 Medio de Transmisión**

Constituye el canal que permite la transmisión de información, utilizando las tecnologías de telecomunicaciones desarrolladas con este fin, tanto desde un punto de vista físico como lo son: fibra óptica, cable coaxial, microondas; y por otro lado el equipamiento que permite utilizar estos medios físicos para el envío/recepción de esta información mediante protocolos específicos.

### **1.1.3 CODIFICACIÓN DEL CONTENIDO MULTIMEDIA**

#### **1.1.3.1 Codificación del audio [4]**

Existen traductores de sonidos a señales eléctricas, con la finalidad de que esta señal pueda ser discretizada tanto en tiempo como en amplitud, el producto de esta transformación permite la aplicación de procesos de compresión sobre la señal.

La finalidad de comprimir consiste en reducir y eliminar datos redundantes e información irrelevante, con el fin de reducir el consumo de capacidad del canal y almacenamiento. Por ejemplo existen actualmente códecs que reconocen la información como lo es el silencio, el mismo que no es transmitido.

Para la transmisión continua de información también conocida como *Streaming* existen distintas maneras de codificar la forma de onda. Una de estas plantea enviar cada muestra codificada, enviando solamente las diferencias entre ellas, con el fin de enviar una menor cantidad de bits.

---

<sup>3</sup> NAS.- *Network Attached Storage*. Tecnología de almacenamiento dedicada a compartir la capacidad de almacenamiento de un computador a través de la red.

<sup>4</sup> SAN.- *Storage Area Network*. Esquema de red que permite la interconexión de dispositivos para proveer repositorios de almacenamiento centralizados.

### **1.1.3.2 Codificación del Video [5]**

Con técnicas de compresión eficaces se puede reducir considerablemente el tamaño del fichero<sup>5</sup> de video afectando de manera imperceptible, la calidad de la imagen.

Sin embargo, la calidad del video puede verse afectada si se reduce en exceso el tamaño del fichero aumentando el nivel de compresión de la técnica que se utilice.

La mayoría de proveedores de video en red utiliza técnicas de compresión estandarizadas, lo cual asegura la compatibilidad e interoperabilidad. Los estándares de compresión comúnmente usados para sistemas multimedia como son: *Motion JPEG*, *MPEG-4 Parte2* (o, simplemente, *MPEG-4*) y *H.264*. (Ver anexo A).

## **1.2 GESTIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA**

La gestión de recursos multimedia se define como la actividad orientada a facilitar la creación, captura, catalogación, recuperación, exportación, transformación y posterior distribución de dichos activos a distintos canales o medios de transmisión.

La gestión de recursos multimedia debe tener características generales que permitan sobre todo la integración con el contexto en el cual se implementarán, brindando todas las facilidades de crecimiento y estabilidad.

Se basa en el modelo cliente/servidor, éste es un modelo que intenta proveer usabilidad, flexibilidad, interoperabilidad y escalabilidad, así como promover la facilidad de colaboración.

### **1.2.1 ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR [6]**

La arquitectura Cliente/Servidor es un modelo de aplicación distribuida, en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, denominados servidores, y los demandantes, llamados clientes. El principio de

---

<sup>5</sup> Fichero.- Conjunto de bits que pueden ser almacenados en un dispositivo o transmitidos a través de una red.

operación de esta arquitectura es que un cliente realiza peticiones a un servidor, y éste le da respuesta.

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

#### 1.2.1.1 Ventajas

- **Centralización del control:** accesos, recursos e integridad de los datos son controlados, por el servidor de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema. Esta centralización también facilita la tarea de poner al día datos u otros recursos.
- **Escalabilidad:** se puede aumentar la capacidad de clientes y servidores por separado. Cualquier elemento puede ser aumentado (o mejorado) en cualquier momento, o se pueden añadir nuevos nodos a la red (clientes y/o servidores).
- **Facilidad de mantenimiento:** al estar distribuidas las funciones y responsabilidades entre varios ordenadores independientes, es posible reemplazar, reparar, actualizar, o incluso trasladar un servidor, mientras que sus clientes no se verán afectados por ese cambio (o se afectarán mínimamente). Esta independencia de los cambios también se conoce como encapsulación.

#### 1.2.1.2 Desventajas

- **Congestionamiento:** Cuando una gran cantidad de clientes envían peticiones simultáneas al mismo servidor, pueden causar muchos problemas como la saturación de la infraestructura, denegación de servicio, entre otras.

- **Pérdida de Servicio:** Cuando un servidor está caído, las peticiones de los clientes no pueden ser satisfechas, ya que es el punto central de falla.

Estos problemas pueden solucionarse con esquemas de redundancia y alta disponibilidad que existen en la actualidad.

### 1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA GESTIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA [7]

Estas características están descritas en base al concepto de GED<sup>6</sup>, tiene una íntima relación con desarrollos contemporáneos sobre la gestión de recursos multimedia, que han tomado el nombre de Gestión de Activos Digitales (GAD), la misma que planteaba el tratamiento automatizado y sistémico de las tipologías documentales como son video, audio, imágenes, ilustraciones, etc. Estas características son:

- Soporte de activos digitales
- Herramientas para catalogación
- Sistemas de almacenamiento
- Esquemas de recuperación a fallas
- Utilidades de visualización
- Distribución Multicanal
- Control y Seguridad

A continuación se describen brevemente en qué consiste cada una de estas características, las cuales deberán ser tomadas en cuenta como criterios de diseño para un sistema de esta magnitud.

---

<sup>6</sup> GED Gestión Electrónica Documental.- Conjunto de actividades administrativas y técnicas tendientes a la planificación, manejo y organización de documentación producida y recibida por la entidades, desde su origen hasta su destino final, con el objeto de facilitar su utilización y conservación [52]

### **1.2.2.1 Soporte de activos digitales**

Los sistemas ofrecen funcionalidades específicas para gestionar la gama de materiales posibles (textos, fotografías, logos, gráficos, ficheros de audio y vídeo, páginas web, ficheros XML<sup>7</sup>, radiografías, presentaciones, etc.). Estas prestaciones incluyen, por ejemplo, la captura y digitalización, indexación, tratamiento documental, control de uso y navegación.

### **1.2.2.2 Sistemas de Almacenamiento**

Las aplicaciones GAD alcanzan su mayor grado de complejidad y sofisticación cuando se orientan a la creación de bases de datos multimedia. Éstas pueden fundamentarse en la existencia de un archivo común en el que se integran contenidos de naturaleza diversa, o bien en la localización de los activos a partir de su ubicación original. Es viable un repositorio único gracias a que los gestores de activos digitales pueden trabajar con estructuras diferentes de datos y adecuarlas, mediante una codificación única (por ejemplo, a través de XML) para su correcto almacenamiento.

El mayor o menor grado de estructuración de los documentos determinará las modificaciones que deberán experimentar para poder ser guardados y recuperados en el archivo común. Cuando no existe un repositorio único, el acceso a los originales se efectúa desde un catálogo que contiene las descripciones de cada uno de los activos.

Los sistemas que funcionan de esta forma detectan cualquier cambio de ubicación de los documentos que realice el usuario, y pueden actualizar de forma automática el enlace que sirve como punto de acceso a los mismos.

---

<sup>7</sup> XML *Extensible Markup Language*.- Lenguaje de marcas que permite definir la gramática de lenguajes específicos para estructura documento grandes.

### **1.2.2.3 Herramientas para la Catalogación**

La identificación y recuperación de los materiales contenidos en un sistema de almacenamiento es posible, en general, gracias a su descripción mediante metadatos. Suele afirmarse que el valor de un activo digital, sus posibilidades de reutilización y explotación, dependen de su nivel de accesibilidad y éste, a su vez, de la exhaustividad con la que el activo haya sido descrito. Por ello es importante que el sistema ofrezca la posibilidad de adecuar los metadatos a la naturaleza de los diferentes activos. Sólo así se garantizará su correcta identificación y posterior recuperación.

### **1.2.2.4 Facilidad para la recuperación**

La descripción de los activos mediante metadatos permite efectuar búsquedas a partir de un catálogo cuyo contenido son las informaciones que los describen. Este sistema de recuperación resulta mucho más versátil y ofrece mayores posibilidades que el basado en la búsqueda por nombre de archivo, tamaño o fecha de creación, que, si bien puede ser útil cuando los documentos son pocos, resulta ineficaz cuando su número es elevado.

La recuperación a través de metadatos reduce además la sobrecarga de las redes, evitando la transferencia innecesaria de ficheros que no sean los estrictamente requeridos.

### **1.2.2.5 Utilidades de visualización**

Muchas veces resulta difícil reconocer, entre los resultados de una búsqueda, cuál es el documento que se necesita, porque se tiende a asignar nombres casi idénticos a archivos de contenido similar (foto1, foto2, foto3), lo que obliga a abrirlos en la mayoría de casos.

Cuando se trata de materiales multimedia, esta comprobación puede hacer perder tiempo. La mayoría de los gestores de activos digitales cuenta con elementos de

pre-visualización como parte de los metadatos. Éstos se conocen en inglés como *thumbnails*. Se trata de imágenes reducidas de los documentos que permiten reconocerlos con facilidad sin necesidad de abrirlos o descargarlos.

#### **1.2.2.6 Difusión multicanal**

Para una distribución *cross-media*<sup>8</sup> de los activos, las soluciones existentes cuentan con funcionalidades que compatibilizan la información con los estándares y requerimientos de cada canal; es el caso de internet, con HTML<sup>9</sup> por ejemplo. Esto es así porque los sistemas GAD pueden efectuar la conversión de formatos con facilidad y en tiempo real.

#### **1.2.2.7 Control y seguridad**

Una de las razones que impulsan a las organizaciones a invertir en la creación de un archivo multimedia es la voluntad de rentabilizar sus activos digitales, bien sea a través del ahorro de tiempo de sus trabajadores, que incluso desde sedes muy distantes geográficamente podrán acceder y reutilizar con facilidad un vasto capital intelectual, o bien, mediante su comercialización. Gran parte de ellos suelen ser materiales procedentes de campañas publicitarias, de marketing y diseños digitales relacionados con el establecimiento de imágenes globales de marca. Estas razones justifican la preocupación de muchas organizaciones por garantizar la seguridad en el uso de estos documentos.

Conscientes de ello, los creadores de aplicaciones GAD han dotado a sus productos de herramientas de control del uso de documentos y de gestión de autorizaciones.

Con ellas se puede limitar el acceso de personas o grupos de usuarios y determinar opciones de lectura y/o escritura para cada uno de los activos. Así mismo es posible saber quién lo ha utilizado, cuándo y dónde.

---

<sup>8</sup> *Cross-media*.- A través de Internet, medios impresos, radio, televisión, teléfonos móviles, PDAs, PCs.

<sup>9</sup> HTML *HyperText Markup Language*.- Lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web.

### 1.3 RED DE TRANSPORTE DE CONTENIDO

La red de transporte, es el sistema que provee los procesos necesarios para que el flujo de contenido multimedia pueda ser distribuido entre los distintos dispositivos terminales, permitiendo que los usuarios puedan interactuar con él.

La plataforma tecnológica responsable de estos procesos ha evolucionado, permitiendo el transporte de audio, imágenes y video a través de las redes de datos tanto de área local como extendida, lo que permite la existencia de los sistemas de distribución multimedia.

#### 1.3.1 REDES DE ÁREA LOCAL [8]

Son redes de alcance limitado, alta velocidad y tolerantes a fallas. Generalmente son redes privadas que están instaladas dentro de un mismo edificio, oficina o campus. Su objetivo principal es compartir recursos. Estas redes pueden tener velocidad de transmisión de hasta el orden de los Gbps<sup>10</sup> y pueden tener topologías tipo bus, estrella o anillo.

El estándar de facto para redes LAN<sup>11</sup> es *Ethernet*, el cual es compatible con el estándar IEEE 802.3. Este es adecuado para aplicaciones en las cuales se debe transportar tráfico pesado y con altas velocidades de transmisión.

Nombre	Tasa de transmisión (Mbps)	Estándar
Ethernet	10	802.3
FastEthernet	100	802.3u
Gigabit Ethernet	1.000	802.3z, 802.3ab
10 Gigabit Ethernet	10.000	802.3ae
40 y 100 Gigabit Ethernet	100.000	802.3ba

Tabla 1.1 Redes basadas en 802.3 [8]

<sup>10</sup> Gbps.- (*Gigabits per second*) Gigabits por segundo

<sup>11</sup> LAN.- *Local Area Network*

### 1.3.1.1 Conmutación en Redes LAN [9]

En la actualidad se utiliza un esquema de red de área local conmutada, basado en equipos de conmutación, cuya función es retransmitir las tramas en base a la dirección MAC, al destinatario y no a todas las estaciones.

Esta conmutación puede ser:

- **Store and Forward:** La trama se almacena en un *buffer* y se verifica la integridad y validez de la misma.
- **Cut-Through:** Verifica la dirección y reenvía la trama
- **Fragment Free:** variación de *Cut-Through*, almacena 64 bytes de la trama recibida antes que la misma sea enviada.

La utilización de un esquema de conmutación mejora el rendimiento y agrega escalabilidad a la red, esto debido a que se define la existencia de múltiples dominios de colisión; lo cual evita las colisiones entre las tramas.

Se debe tener en cuenta que los procesos de conmutación antes detallados se realizan en capa 2; sin embargo, también existen procesos de conmutación en capa 3. Mientras en capa 2 se utiliza direcciones MAC para el re-envío de tramas, en capa 3 se utiliza una tabla de reenvío de paquetes IP basada en hardware, la cual utiliza la correspondencia entre direcciones IP y direcciones MAC para llevar a cabo su función.

### 1.3.1.2 Arquitectura de LAN Conmutada [10] [11]

Las redes en la actualidad tienen dos modelos en los cuales están fundamentadas como son el modelo de capas y el modelo de planos, los cuales serán el preámbulo de la estructura que definirá tanto el equipamiento como los criterios a ser tomados en cuenta para el diseño, implementación, mantenimiento y administración de una red.

Si bien estos modelos, permiten obtener una red ordenada y fácil de manejar, existen parámetros adicionales a tomar en cuenta como la redundancia y la escalabilidad, los cuales hacen de la red altamente disponible y con una capacidad de crecimiento adecuada.

Una característica que diferencia a este tipo de redes es la capacidad de segmentar lógicamente dominios de *broadcast* mejorando la calidad, flexibilidad y seguridad de las mismas. Esta segmentación puede ser realizada a través de la utilización de Redes de Área Local Virtuales también conocidas como VLANs.

*a. Modelo Basado en Capas*

Según Cisco Systems, el modelo de una red de área local debe estar dividido en tres capas: acceso, distribución y núcleo. Tomando en cuenta la naturaleza de los escenarios que se implementan en la región, se utiliza una variación del modelo, la cual se denomina núcleo colapsado, en el cual la capa de distribución se fusiona con la capa de núcleo.

- **Capa de Acceso:** El propósito principal de esta capa, es aportar un medio de conexión de los dispositivos a la red y controlar qué dispositivos pueden comunicarse en la misma, ya sea a través de medios alámbricos o inalámbricos. Su interconexión con la capa de núcleo colapsado puede realizarse mediante mecanismos de agregación de enlace, de esta forma mejorando la transferencia de información.
- **Capa de Núcleo Colapsado:** Esta capa es el *backbone*<sup>12</sup> de alta velocidad de la red; concentra las funciones de la capa de distribución y núcleo. Es decir agrega la información recibida de los dispositivos conectados a la capa de acceso. Esta capa además permite controlar el flujo de tráfico de la red con el uso de políticas, segmentar dominios

---

<sup>12</sup> *Backbone*.- se refiere a las principales conexiones troncales de una red.

de *broadcast* y la interconexión con los recursos de Internet. Es por esto que es importante que esta capa sea redundante y con alta disponibilidad.

*b. Modelo de Planos*

Tomando en cuenta el concepto general de una red de telecomunicaciones, las funciones dentro de ésta se dividen en tres partes o planos, los cuales se definen en base al tipo de información que manejan, como se muestra en la Tabla 1.2.

Plano	Funcionalidad	Ámbito-OSI	Ámbito-Capas
Datos	Encargado de transmitir la información de los usuarios dentro de la red	Enlace de Datos	Acceso
Control	Maneja una colección de procesos que permite la señalización de los datos	Red	Distribución, Núcleo
Administración	Interconecta el plano de control con el plano de datos, donde ejecuta las operaciones necesarias para la administración de la red.	Enlace de Datos - Aplicación	Acceso, Distribución, Núcleo

**Tabla 1.2 Modelo de Planos para Redes de Datos [10] [9]**

*c. Redundancia en Capa de Acceso*

La pérdida de comunicación en un entorno de producción implica una serie de inconvenientes que pueden verse reflejados en la disminución de la eficiencia de la red, es por esta razón que es imperante el manejo de un esquema lógico adecuado que permita utilizar enlaces redundantes con el fin de evitar estos inconvenientes.

Preservar la funcionalidad de un dispositivo a pesar que uno de sus enlaces funcione inadecuadamente, permite la creación de ambientes de red tolerantes a fallos, este esquema se garantiza lógicamente a través de la familia de protocolos de capa 2 basadas en el algoritmo de *Spanning Tree* como: STP, RSTP, MST, y SPB, mencionadas en la Tabla 1.3.

Sigla	Nombre del Protocolo	Estándar	Funcionamiento
STP	<i>Spanning Tree Protocol</i>	802.1d	Protocolo de capa 2, que impide que se den lazos lógicos en redes de conmutación que tienen enlaces redundantes, define tres tipos de estados para determinar las rutas activas en la red.
RSTP	<i>Rapid Spanning Tree Protocol</i>	802.1w	Protocolo de capa 2, que gestiona enlaces redundantes, en los que se definen estados adicionales a los de STP sobre los puertos, permitiendo un monitoreo del estado de las trayectorias, logrando mejores tiempos de convergencia frente a fallos.
MSTP	<i>Multiple Spanning Tree Protocol</i>	802.1s	Define una extensión de RSTP, el cual permite implementar una instancia de STP por cada VLAN que se maneje en la red.
SPB	<i>Shortest Path Bridging</i>	802.1aq	Estándar que permite que todos los enlaces de la topología se encuentren activos a través de múltiples caminos de igual costo, proporcionando topologías de capa 2 mucho más extensas y de mayor convergencia, lo cual implica un mejor uso de las conexiones.

**Tabla 1.3 Protocolos de redundancia para redes conmutadas [8] [13]**

*d. Redundancia en la Capa de Núcleo Colapsado*

Existen diferencias entre los distintos esquemas de redundancia, las cuales tienen dos aristas sustancialmente opuestas, una de ellas es manejar un plano de control sobre cada dispositivo que compone la redundancia, mientras que el otro esquema provee el manejo de un solo plano de control sobre todos los dispositivos que forman parte de ella. Implementada frecuentemente con dispositivos capa 3 de alto rendimiento, permiten un manejo adecuado de tráfico, el mismo que puede ser balanceado, mediante el uso de rutas lógicas redundantes, éstas pueden ser desplegadas a través de distintos desarrollos tecnológicos, como son: VRRP, HSRP (Tabla 1.4), VSS y VCT (Tabla 1.5).

Sigla	Protocolo	Funcionamiento
VRRP	<i>Virtual Router Redundancy Protocol</i>	Protocolo de capa 3, que mediante la utilización de un esquema de ruteadores maestro/esclavo, permite a dispositivos de capa 3 comunicarse ininterrumpidamente sobre la red, a pesar que su <i>default Gateway</i> no se encuentre disponible
HSRP	<i>Hot Standby Router Protocol</i>	Protocolo de capa 3, que mediante la utilización de un esquema de ruteadores activo/pasivo, permite a dispositivos de capa 3 comunicarse ininterrumpidamente sobre la red, a pesar que su <i>default Gateway</i> no se encuentre disponible

**Tabla 1.4 Redundancia de Puerta de Enlace [10]**

Sigla	Tecnología	Funcionamiento
VSS	<i>Virtual Switching System</i>	Tecnología de capa 3, que convierte a dos <i>switches</i> de distribución/núcleo en un solo dispositivo lógico.
VCT	<i>Virtual Chassis Technology</i>	Tecnología de capa 3, Utiliza el protocolo VCCP ( <i>Virtual Chassis Control Protocol</i> ), que es un protocolo de estado de enlace que convierte a dos o más <i>switches</i> de distribución/núcleo en un solo dispositivo lógico.

**Tabla 1.5 Combinación de Hardware en un solo dispositivo lógico [10] [12] [13]**

*e. Red de Área Local Virtual*

Una red de área local virtual o también llamada VLAN, es un dominio de *broadcast* separado de manera lógica, es decir un grupo de dispositivos ubicados en uno o más segmentos físicos, pueden comunicarse como si estuvieran conectados al mismo dispositivo.

El estándar IEEE 802.1Q detalla los mecanismos necesarios para el funcionamiento de las VLANs dentro de una red. La interconexión entre varias VLANs se realiza a través de un dispositivo de capa 3.

### 1.3.1.3 Equipamiento de LAN Conmutada

En la actualidad existen distintos dispositivos, los cuales permiten implementar escenarios de redes LAN conmutadas, optimizando el uso de procesamiento de su hardware en base a su función específica. Se diferencian equipos tanto para la capa de acceso como para la capa de núcleo colapsado.

Cuando se selecciona un equipo ya sea para capa de acceso o núcleo colapsado se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros [11]:

- **Densidad de puertos:** relativo al número de puertos de un equipo
- **Tasa de re-envío (*forwarding rate*):** hace referencia al número de paquetes por segundo que se necesitan para alcanzar un volumen de tráfico.
- **Backplane:** velocidad de conmutación (envío-recepción) de paquetes en un dispositivo.
- **Agregación de Enlace:** combinación de enlaces físicos similares en un vínculo lógico con mayor capacidad y confiabilidad

En la capa de núcleo colapsado debe garantizarse redundancia y alta disponibilidad como se mencionó anteriormente. En este apartado se revisan las tecnologías de combinación de hardware en un solo dispositivo lógico como VSS y VCT, las cuales permiten cumplir con estas características.

#### *a. Equipamiento de Interconectividad de Redes [9] [14]*

Dependiendo del escenario de implementación de una LAN existen varios dispositivos que permiten brindar la interfaz necesaria para acceder a los recursos de la red; entre ellos se puede mencionar a *switches* y puntos de acceso inalámbricos.

Cuando se habla de *switches*, se puede diferenciar distintas características de fabricación en función de dotar de una cantidad de puertos adecuados además del procesamiento que éstos implican.

- **Switch de Configuración Fija:** Se implementa en una configuración única de hardware para propósito específico y su funcionalidad no puede ser potenciada ni modificada. Habitualmente, existen diferentes opciones de configuración que varían en cuanto al número y al tipo de puertos incluidos.
- **Switch Modular:** Ofrece mayor grado de flexibilidad en su configuración; se implementan en un esquema tipo chasis, en donde cada ranura del mismo, recibe una tarjeta de propósito específico. Existen dos tipos de tarjetas: las supervisoras y las tarjetas de línea o conmutación. Las supervisoras se encargan del control del equipo a nivel eléctrico y funcional, pueden implementar procesamiento de control tanto en capa 2 como capa 3. Las tarjetas de línea, se encarga exclusivamente de las tareas de re-envío y conmutación de tramas en capa 2.
- **Switch Apilable:** El apilamiento permite un nivel de escalabilidad extra sobre los equipos de configuración fija, ya que convierte a varios de éstos en un solo componente, que a más de brindar una densidad superior de puertos, permite reducir el tiempo de administración de la red, de igual manera al simular ser un equipo lógico, permite que los enlaces hacia la capa de núcleo se puedan agrupar como una sola independientemente del equipo del que provengan.

Por otra parte el principal componente de las WLAN<sup>13</sup> es el punto de acceso (*Access Point*), dispositivo que trabaja en la capa 2 del modelo OSI, bajo la familia de estándares 802.11, la principal estrategia para una WLAN es optimizar tanto la ubicación como administración de estos dispositivos, se puede tener diferentes arquitecturas con respecto al despliegue de estos dispositivos, pueden ser autónomos o gestionados centralizadamente, a continuación se detalla este equipamiento.

- **Punto de Acceso Autónomo:** Es aquel que tiene una configuración y administración local, es decir tanto los parámetros de radiofrecuencia, conectividad y seguridad se aplican por cada dispositivo, lo que en implementaciones de mayor escala puede incurrir en un mayor costo de administración de la infraestructura inalámbrica.
- **Punto de Acceso Ligero:** Un punto de acceso ligero, recibe el control y la configuración de un controlador de red inalámbrica de área local (*Wireless LAN Controller*) al que éste se encuentra asociado.

Esto proporciona un único punto de gestión y reduce tanto el costo de administración así como el de implementar estrategias de seguridad.

Se configuran dinámicamente a través del controlador inalámbrico mediante los protocolos LWAPP<sup>14</sup> y CAPWAP<sup>15</sup>; los cuales intercambian información entre los puntos de acceso y el controlador inalámbrico a través de un túnel encriptado, cabe indicar que ambos son interoperables.

---

<sup>13</sup> WLAN.- *Wireless Local Area Network*

<sup>14</sup> LWAPP.- *Lightweight Access Point Protocol*: es un protocolo de red utilizado para la gestión centralizada de varios puntos de acceso en una red inalámbrica WLAN.

<sup>15</sup> CAPWAP.- *Control and Provisioning of Wireless Access Points*: es un protocolo estándar, interoperable que permite a un controlador gestionar una colección de puntos de acceso inalámbricos, utiliza los puertos UDP 5246 (canal de control) y 5247 (canal de datos), basado en LWAPP.

- **Controlador de Red Inalámbrico de Área Local:** Es un dispositivo de red, que realiza el control y la administración de una red inalámbrica de área local; sin embargo para motivos prácticos, se lo considera como un equipo que netamente funciona en el plano de datos.

Se utiliza en combinación con puntos de acceso ligeros mediante el protocolo LWAPP o CAPWAP. Este dispositivo simplifica la administración de la WLAN, llegando a controlar grandes cantidades de puntos de acceso.

Cuando se desea realizar transmisión multimedia sobre redes inalámbricas se debe tener en cuenta aspectos como: cobertura, movilidad y capacidad como se muestra en la Tabla 1.6. Además se debe tener en cuenta el tipo de infraestructura inalámbrica necesaria.

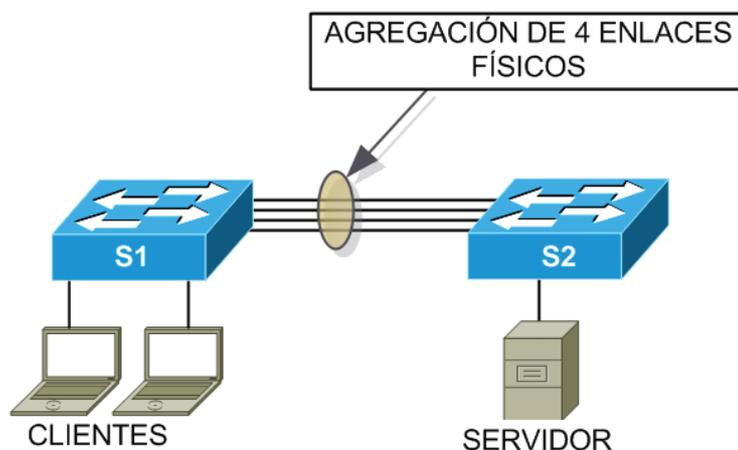
Característica	Detalle	Parámetro de medición	Rango Idóneo	Unidad
Potencia de Transmisión de RF	Valor de la señal transmitida por el equipo inalámbrico, depende la potencia de transmisión del radio, la ganancia de las antenas y las pérdidas de transmisión	Cobertura, la cual corresponde al ámbito geográfico al que provee de conectividad un dispositivo WLAN	10 a 100	m
		RSSI (Indicador de fuerza de señal de recepción)	-40 a -60	dBm
Movilidad	Capacidad de recorrer distintas zonas de cobertura, realizando procesos de <i>handoff</i> o <i>roaming</i>	Tiempo de re-asociación o <i>roaming</i>	50 a 100	ms
Capacidad	Cantidad de usuarios móviles soportados por un dispositivo	Número de clientes asociados	24	unidad

Tabla 1.6 Parámetros WLAN [9]

*b. Agregación de Enlace [9] [15]*

Definida en base a la norma IEEE 802.3ad, permite a una o más conexiones físicas agregarse entre sí, para formar un grupo de agregación de enlace, de tal manera que un cliente MAC, pueda tratar la conexión como si fuera un simple enlace. Este concepto también proporciona balanceo de carga en donde se distribuye el tráfico, a través de las conexiones físicas que conforman la conexión lógica.

La norma también define LACP (*Link Aggregation Control Protocol*), el cual es el protocolo que emplean los dispositivos para realizar la agregación de enlace. El número de enlaces físicos que pueden asociarse es limitado, y comúnmente se soportan hasta 8. Un requisito es que cada enlace dentro del enlace lógico debe tener las mismas características físicas como se muestra en la Figura 1.2.



**Figura 1.2 Agregación de Enlace [15]**

Tomando como referencia el diagrama presentado, la red se encuentra conformada por 3 PCS, 2 Switches y un servidor, se presenta los siguientes pasos para establecer una agregación de enlace:

- Establecer enlaces troncales con agregación de enlace entre ellos, cada enlace se encuentra conformado por cuatro conexiones físicas.
- Cuando se recibe una trama en S1 y se determina que su destino es S2, se selecciona los enlaces (1, 2, 3, 4) se seleccionan para realizar este procedimiento.
- La selección se basa en un algoritmo de *hash* configurado en S1. Normalmente el *hash* se calcula en base a las direcciones MAC origen y destino. Este *hash* puede también ser obtenido en base a direcciones IP o puertos TCP/UDP cuando se trabaja con conmutación de capa 3 o capa 4.
- Las tramas recibidas en S2 que tienen como destino S1 pasarán por el mismo proceso. Puesto que los enlaces troncales transmiten la información bidireccionalmente, su modo de operación debe ser *full* dúplex.

Por ejemplo, *Etherchannel* es una tecnología de Cisco, que permite la agrupación lógica de varios enlaces físicos *Ethernet*, esta agrupación es tratada como un único enlace y permite sumar la velocidad nominal de cada puerto físico *Ethernet*. Mediante un *Etherchannel* se puede tener enlaces full-dúplex de capacidad de hasta 800 Mbps (*Fast Etherchannel*) o de 8 Gbps (*Gigabit Etherchannel*) entre un par de *Switches*. [9] [15]

Para dispositivos de marca Cisco, en la práctica un *portchannel* es un *Etherchannel*, y puede implementar la agregación de enlace utilizando el estándar LACP o el protocolo propietario PAgP (*Port Aggregation Protocol*). [9] [15]

#### 1.3.1.4 Combinación de Hardware en un solo dispositivo lógico

Como se mencionó anteriormente, existen distintas alternativas para obtener redundancia en la capa de núcleo colapsado. Actualmente se manejan varias soluciones en el mercado que brindan esta característica, partiendo de un enfoque similar pero desarrollado independientemente por varios fabricantes, los cuales han particularizado estas soluciones. En base a esta premisa se puede discernir sobre la tecnología a utilizarse en función del escenario deseado.

Alcanzar una eficiencia operacional implica la mezcla de un esquema de alta disponibilidad y redundancia, en combinación con la optimización de recursos, que se consigue mediante el manejo de varios dispositivos físicos como uno solo lógico. Todo esto con el objetivo de dotar a esta red de un esquema de comunicación sin interrupción. Esto se logra mediante la implementación de esquemas de virtualización lógica, o combinación de hardware en un solo dispositivo lógico.

Este desarrollo tecnológico se ha visto cimentado en la utilización de conceptos como agregación de enlace y apilamiento, con una funcionalidad específica, a través de la cual se permite el paso de información y procesos únicos entre los dispositivos que componen este clúster,<sup>16</sup> con la finalidad de manejar un solo plano de datos sobre los equipos que lo componen, así como optimizar su capacidad de envío de paquetes mediante un manejo activo-activo del plano de datos.

A continuación se presenta dos soluciones tecnológicas de dos fabricantes que lideran el mercado de las comunicaciones como los son Cisco Systems con su solución *Virtual Switching System* y Juniper Networks con *Virtual Chassis Technology*.

---

<sup>16</sup> Clúster.- es un grupo de dispositivos, los cuales son manejados como una sola entidad, estos dispositivos pueden estar ubicados en una misma locación o pueden estar desplegados a través de la red. La comunicación con el clúster se realiza mediante una sola dirección IP.

a. *Cisco Virtual Switching System VSS [12]*

Esta tecnología es una característica de la familia de *Switches* tipo chasis Catalyst 6500 y 4500 de Cisco Systems, la cual permite combinar un par de *Switches* en un solo dispositivo de red. Esto se realiza mediante un conjunto de conexiones en particular lo cual permite obtener un solo plano de control, funcionando los dos dispositivos miembros del VSS.

El VSS permite manejar redundancia y balanceo de carga sobre un *portchannel*, el mismo que está compuesto por un enlace a cada miembro de la configuración del VSS como se detalla en la Figura 1.3.

Esta capacidad permite eliminar lazos en la topología de capa 2 y también simplifica la topología de capa 3, ya que reduce el número de nodos de enrutamiento en la red.

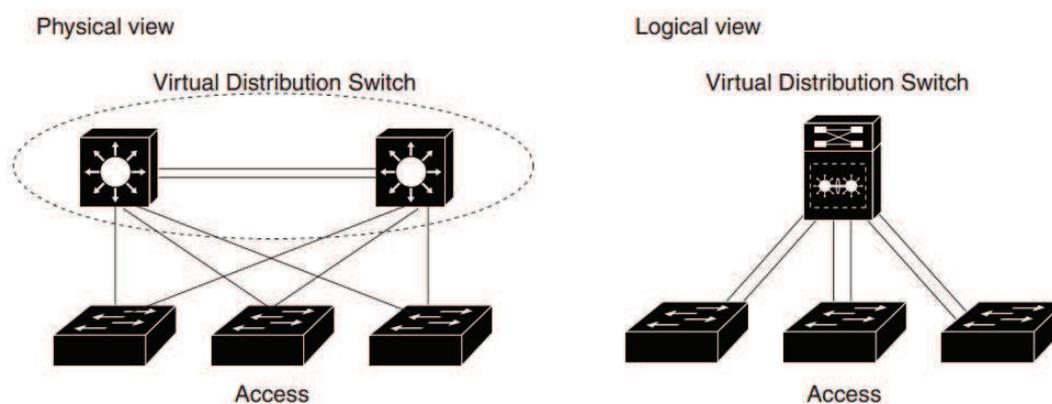


Figura 1.3 Distribución de Red en VSS [12]

Dentro de una configuración de VSS, se pueden distinguir dos roles para sus miembros:

- **VSS Active (Miembro activo de la configuración):** Controla la configuración y se encarga del procesamiento de los protocolos de

control de capa 2 y capa 3 para los módulos de ambos miembros, y además provee administración de funciones del VSS.

- **VSS Standby (Miembro pasivo de la configuración):** Envía todo el tráfico de control al VSS activo para su procesamiento.

Tanto el VSS activo como pasivo ejecutan el envío de paquetes de ingreso de tráfico en sus interfaces locales. Para que ambos miembros del VSS actúen como un solo elemento de red, necesitan compartir tráfico de datos y de control; este enlace es conocido como “Enlace Virtual de Conmutación” o “*Virtual Switch Link - VSL*”.

Este enlace lleva tráfico de control y datos entre ambos miembros, el mismo que es implementado sobre un *Etherchannel* con hasta 8 enlaces físicos. El enlace garantiza alta prioridad del tráfico de control sobre el tráfico de datos, lo que previene que el tráfico de control sea descartado, mientras que el tráfico de datos es enviado por los distintos enlaces que componen el VSL en el *Etherchannel*; utilizando el algoritmo de balanceo de carga para *Etherchannel* (*Etherchannel Load Balancing Algorithm*). Esto se puede evidenciar en la Figura 1.4.

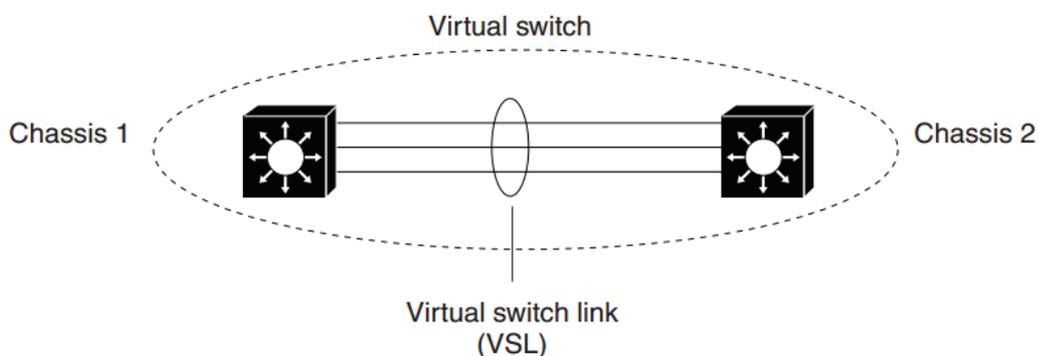


Figura 1.4 *Virtual Switch Link* [12]

Desde los *Switches* de acceso se puede realizar una conexión de *portchannel*, agrupando enlaces físicos hacia los dos miembros del VSS en un solo enlace lógico; utilizando protocolos de capa 2 para mantener el *portchannel* como una sola entidad lógica. Estos procesos se conocen como un *Etherchannel Multichassis* o también denominado MEC, como se ilustra en la Figura 1.5.

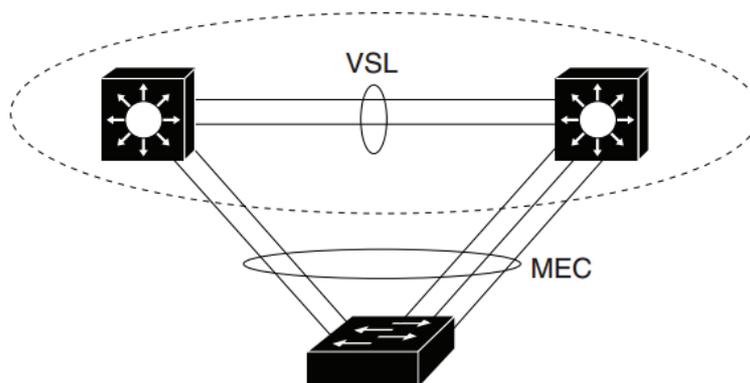


Figura 1.5 VSS con MEC [12]

A continuación se mencionan algunas de las funcionalidades que provee este tipo de configuración:

- **Redundancia:** Se obtiene mediante la comunicación entre las dos supervisoras de los miembros del VSS. El mecanismo que se maneja es un cambio de estado o rol entre los miembros (*Stateful Switchover*), mientras que los procesos de conmutación de ambos miembros no se ven interrumpidos por este cambio (*NonStop Forwarding*). El par de miembros, intercambian configuración e información de estado a través del VSL, cuando existe una falla sea ésta en el VSL o en uno de los miembros. El miembro *standby* ejecuta la configuración en caliente e inicia el proceso de cambio de estado para asumir el rol de VSS activo; cuando el miembro afectado se recupera, toma el rol de VSS pasivo nuevamente.

- **Manejo de tramas y paquetes:** La supervisora del VSS activo, corre protocolos de capa 2 y capa 3, además permite administrar los módulos de ambos miembros. VSS utiliza el VSL para comunicar información de protocolos y sistema entre el par de miembros y llevar el tráfico entre ellos cuando es requerido. Ambos miembros ejecutan la tarea de re-envío y conmutación de paquetes en sus interfaces, es posible que el tráfico de ingreso y envío pueda ser manejado sobre la misma interfaz de un solo chasis, con el fin de minimizar el envío de tráfico de datos a través del VSL.
- **Administración centralizada:** La supervisora del VSS activo actúa como un solo punto de control para el VSS, la consola de comandos de la supervisora activa es usada para controlar ambos miembros en modo de *switch* virtual, mientras que en la supervisora pasiva la configuración de consola se bloquea.

*b. Juniper Virtual Chassis Technology VCT [16] [13]*

Esta tecnología es una característica de la familia de *switches* EX4200 y EX2200 de Juniper Networks, la cual permite la interconexión y operación de *switches* como un solo dispositivo. Se pueden asociar hasta 10 o 4 miembros respectivamente mediante puertos dedicados o través de módulos opcionales de *uplink*, que son configurados como puertos de *Virtual Chassis*, lo que permite obtener una capacidad de *backplane* de hasta 1.36 Tbps.

Con esta tecnología, se puede tener en un solo dispositivo lógico hasta 480 puertos 10/100/1000BASE-T o 240 100BASE-FX/1000BASE-X en funcionamiento. Mediante la utilización de interfaces de fibra óptica *Gigabit Ethernet* o *10-Gigabit Ethernet* se puede extender la configuración de un *Virtual Chassis* a través de grandes distancias.

Esta tecnología combina la escalabilidad y las características *compact form factor* de los *switches standalone* con alta disponibilidad, una capacidad de *backplane* de alta velocidad y la densidad de puertos de los *switches* basados en chasis tradicionales.

Las configuraciones en *Virtual Chassis* permiten implementaciones económicas, obteniendo alta disponibilidad en locaciones donde la instalación podría ser difícil o imposible.

En una configuración de VCT, todos los *switches* que son miembros de la configuración son gestionados y monitoreados como un único dispositivo lógico. Esto permite simplificar la operación de la red, permitiendo una utilización eficiente de los recursos de red.

El corazón de VCT es el protocolo propietario de estado de enlace *Virtual Chassis Control Protocol* (VCCP), éste se encarga de descubrir automáticamente y mantener los vecinos que conforman el *virtual chassis*, enviando a todos los miembros información de la topología implementada, permitiendo determinar el camino más cercano (*Shortest Path*) entre ellos. Este protocolo no es configurable y funciona automáticamente en los puertos por los cuales se forman las adyacencias del *virtual chassis*.

Como cualquier protocolo de estado de enlace, el efecto en la red es que VCCP detecta y reacciona frente a los cambios en la topología, asegurando la máxima conectividad a través de rutas óptimas a través del *virtual chassis*, debido a la existencia de una topología libre de lazos en capa 2, en función de la utilización de cálculos SPF (*Shortest Path First*).

Para redundancia, la configuración de VCT incluye un *switch* maestro y un *switch backup*, ambos elegidos dinámicamente. Los *switches* que no son escogidos

sirven cada uno como una *linecard* de conmutación, pero están listos para participar en el proceso de selección si uno de los *switches* designados falla. Se puede manejar un esquema de prioridades para determinar el orden de asignación de *switch* maestro y *switch backup*, como se muestra en la Figura 1.6.

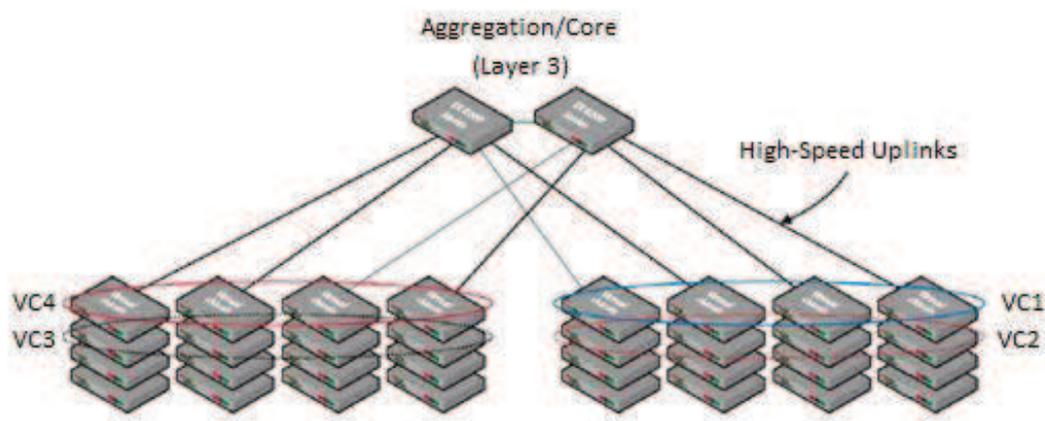


Figura 1.6 Esquema de Alta Disponibilidad con VCT [13]

Existen cuatro tipos de topologías que se pueden implementar como *virtual chassis*:

- **Anillo en un solo rack:** Es la forma más sencilla de formar una configuración tipo anillo con VCP. Consiste en conectar cada *switch* entre sí de forma secuencial. El anillo se cierra conectando el primer *switch* miembro del *Virtual Chassis* al último. Las variaciones de este tipo de conexión se pueden apreciar en la Figura 1.7.

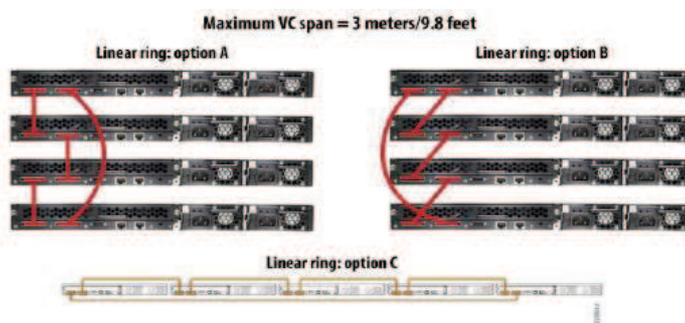


Figura 1.7 Topología Anillo en un solo rack [13]

- **Anillo en múltiples racks:** Consiste en realizar una conexión simple por rack de hasta tres *switches*. Para posteriormente interconectar cada *virtual chassis* entre sí, formado un anillo entre múltiples racks. Eso se puede observar en la Figura 1.8.

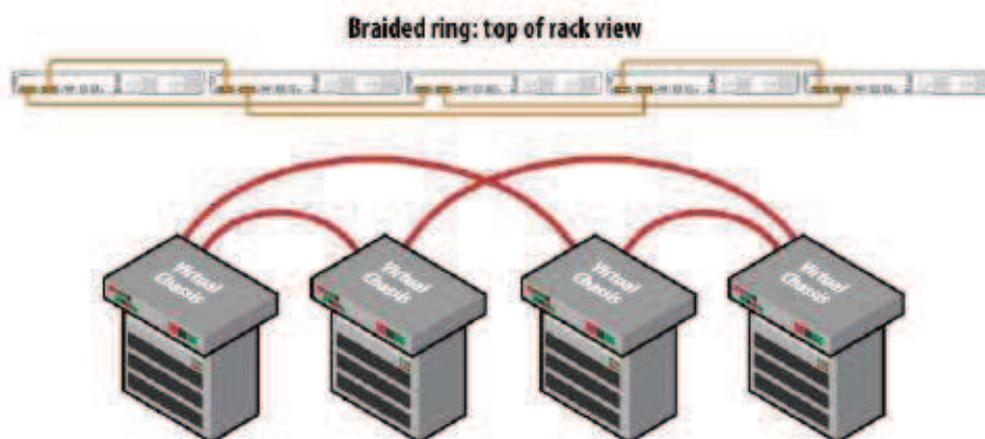


Figura 1.8 Anillo en Múltiples racks [13]

- **Cadena en serie:** Este tipo de conexión, es el que permite realizar implementaciones de VCT a mayores distancias. No cierra un anillo por lo cual se reduce la tolerancia frente a fallo que presentan los anteriores esquemas de conexión. En la Figura 1.9 se detalla este tipo de conexión.

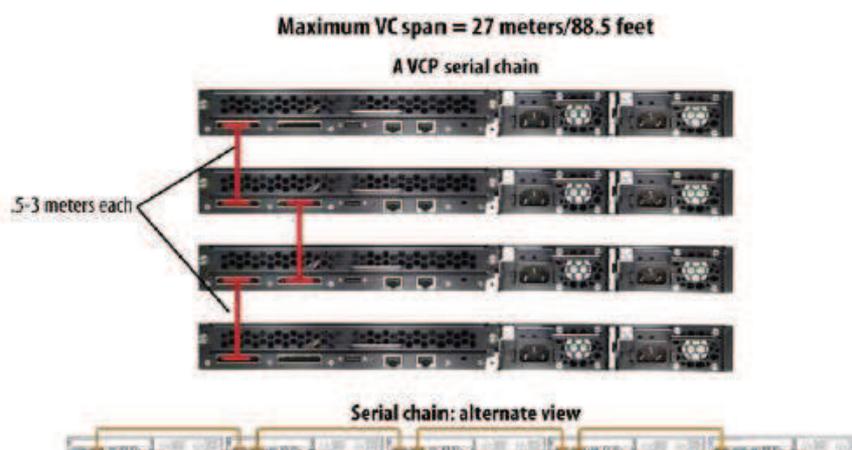


Figura 1.9 Topología de Cadena en Serie [13]

La administración centralizada de la configuración del *virtual chassis* es realizada a través de una interfaz virtual *Ethernet* (*Virtual Management Ethernet* → *VME*) que permite la gestión remota, conectando la misma a un puerto fuera de banda<sup>17</sup> de cualquiera de los *switches* miembros de la configuración mediante una dirección IP que la representa.

### 1.3.2 CONVERGENCIA EN REDES IP [17] [18]

El protocolo de Internet (IP) permite conectar redes físicas con amplia variedad de aplicaciones. Además las soluciones disponibles actualmente y basadas en IP pueden integrarse totalmente con otros sistemas.

Los dos factores claves para la existencia de convergencia en una red son:

- **Tecnología de transmisión digital:** Permite que toda la información, ya sea texto, sonido o imágenes, se representen como bits y se transmitan como secuencias de unos y ceros a través de diferentes infraestructuras.
- **Protocolos de comunicación estandarizados:** Permiten la interoperabilidad de diversos dispositivos y la comunicación eficaz de los mismos en función del uso de protocolos comunes y normalizados.

Las redes convergentes han tenido y tendrán aún dificultades técnicas que superar, ya que los distintos servicios por ofrecer tienen diferentes características y requerimientos de red, por tanto es importante hablar de ingeniería de tráfico y mecanismos que garanticen calidad de servicio.

---

<sup>17</sup> Interfaz Fuera de Banda.- Interfaz de acceso para recuperación en caso de falla, ésta puede ser una lógica o física. [72]

### 1.3.2.1 Voz en una red convergente IP

Si bien se habla en general de Voz sobre IP (*Voice over IP* VoIP), al mencionar la tecnología se debe hacer las salvedades del caso y distinguir dentro de la voz transportada en paquetes, dos aplicaciones con mercados y características distintas.

- **Voz sobre IP (*Voice over IP* VoIP):** Este término se emplea para el transporte de voz en paquetes IP en una red de área local privada, en donde puede existir o no la interconexión con la PSTN<sup>18</sup>. Por lo tanto VoIP se limita al uso corporativo.
- **Telefonía IP:** Este término se emplea para caracterizar a un conjunto de elementos que debidamente integrados permiten suministrar un servicio de telefonía basado en VoIP, junto con servicios adicionales como buzón de mensajes, plan de marcado, contestación automática, árbol de directorio, redirección de llamadas, operadora automática, entre otras. Los elementos básicos que se utilizan son: Central Telefónica IP, *Gateway* de VoIP y Teléfonos IP.

### 1.3.2.2 Video en una Red Convergente IP

#### *a. Aplicaciones de Video*

El video es un medio utilizado en varios tipos de aplicaciones, las cuales a su vez tienen diversos requerimientos. Tradicionalmente, la aplicación más conocida ha sido la televisión.

Sin embargo en la actualidad, existe un nuevo conjunto de aplicaciones de video tales como la videotelefonía, videoconferencia, distribución de video bajo demanda, televisión sobre IP (IPTV), para mencionar las más relevantes. Cada

---

<sup>18</sup> PSTN.- *Public Switched Telephone Network*

una de estas aplicaciones tiene sus características propias en lo que respecta requerimiento de calidad, tasa de transferencia, tolerancia a retardos, etc.

Las aplicaciones de video que implican interactividad son más sensibles a la existencia de retardos en la transmisión extremo a extremo en relación a aplicaciones como el video bajo demanda, donde el flujo de información es unidireccional y los retardos desde la emisión a la recepción pueden ser más grandes.

#### *b. Transmisión de Video en IP*

Para una aplicación determinada, la tasa de transferencia requerida en una red IP dependerá del tipo de codificación utilizada (MPEG-1, 2,4, H.264, etc.) (Ver anexo A), del tamaño de la pantalla (SD<sup>19</sup>, CIF<sup>20</sup>, QCIF<sup>21</sup>, etc.), del tipo de cuantización seleccionado y del movimiento y textura de la imagen. En video, generalmente, se puede establecer la tasa de transferencia deseada y el códec varia dinámicamente sus parámetros de codificación para alcanzar la tasa de transferencia establecida, a expensas de modificar la calidad.

#### *c. Factores que afectan la calidad de video sobre Redes IP [19] [20] [14]*

La principal problemática que enfrenta la transmisión de video multimedia sobre las redes de datos es la calidad percibida por los usuarios; la misma que se ve afectada por la degradación de las señales de video que atraviesan redes IP.

A continuación se analizarán los factores que pueden afectar la calidad de video percibida, y luego los métodos aceptados para medirla en forma subjetiva y objetiva.

---

<sup>19</sup>SD (*Standard Definition*).- es el formato de video dominante desde el origen de la televisión hasta la aparición del estándar de alta definición. Provee una resolución de 500 líneas horizontales.

<sup>20</sup> CIF (*Common Intermediate Format*).- Formato definido en la recomendación H.261 de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), se utiliza para compatibilizar diversos formatos de video digital. Tiene una resolución de 352 x 288.

<sup>21</sup> QCIF (*Quarter Common Intermediate Format*). - Formato definido en la recomendación H.261 de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), se utiliza para normalizar diversos formatos de video digital. Tiene una resolución de 176 x 144.

La transmisión de video sobre redes de paquetes presenta características diferentes a la difusión de televisión por medios clásicos. El escenario implica tasas de transmisión variables, congestión, pérdida de paquetes.

- **Tasa de Transferencia:** Es una medida de la capacidad de transmisión de datos y se refiere al número de bits por segundo que pueden viajar a través de un medio. Esta capacidad se ve disminuida por factores negativos tales como el retardo, que pueden causar un deterioro en la calidad.

Aumentar la tasa de transferencia significa poder transmitir más información, pero también implica incremento económico, y en ocasiones, resulta imposible su ampliación sin cambiar de tecnología de red.

- **Retardo:** Es la variación temporal de la llegada de los flujos de datos a su destino. Es una característica que se hace muy evidente en aplicaciones de entrega/recepción de video, en donde se experimenta el retraso en la recepción de algún mensaje vocal, y el desfase existente entre la señal de voz y la señal de video. Este es un parámetro que debe ser reducido al mínimo en aplicaciones que requieren un nivel de servicio de tiempo real.
- **Variación del Retardo:** Se evidencia, cuando los paquetes transmitidos en una red no llegan a su destino en el debido orden, es decir su latencia es variable. Para las redes de conmutación de paquetes, el *jitter* es una distorsión de los tiempos de llegada de los paquetes recibidos, comparados con los tiempos de los paquetes transmitidos originalmente. Este tipo de distorsión es particularmente perjudicial para el tráfico multimedia.

Una de las formas de compensar el efecto del *jitter* es la utilización de *buffers* en los dispositivos de recepción. Sin embargo, esta medida es poco eficaz,

pues se agrega mayor latencia a la transmisión, además de que implica un mayor costo económico de los equipos.

- **Pérdida de Paquetes:** Este parámetro se evidencia mediante el número de paquetes perdidos durante la transmisión.

### 1.3.3 CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP

La calidad en el servicio, es el mecanismo que permite garantizar el rendimiento extremo a extremo de los servicios que se transportan sobre la red y como los percibe el usuario final.

Existen diferentes técnicas empleadas para implementar calidad de servicio QoS,<sup>22</sup> las cuales permiten proporcionar mecanismos que manejen de forma específica o diferenciada al tráfico, éstas intentan minimizar las degradaciones introducidas en los servicios multimedia, manteniendo o mejorando la calidad percibida QoE<sup>23</sup> aceptable por parte de los usuarios.

#### 1.3.3.1 Calidad de Servicio en Capa 2 [21]

Las recomendaciones IEEE 802.1q<sup>24</sup> e IEEE 802.1p<sup>25</sup> incorporan 4 bytes adicionales a las tramas *Ethernet*, donde se puede incluir información acerca de las VLANs<sup>26</sup> y etiquetas que identifican la “prioridad” de la trama.

Como puede evidenciarse en la Figura 1.10, a la trama *Ethernet* se agregan 4 bytes (32 bits), que se detallan de la siguiente manera:

- **Tag Protocol Identifier (TPID) (16 bits):** Identifica a la trama 802.1q.

---

<sup>22</sup> QoS Calidad de Servicio.

<sup>23</sup> QoE Calidad de Experiencia.- se define como la aceptabilidad global de una aplicación o servicio, tal y como se percibe subjetivamente por el usuario final.

<sup>24</sup> IEEE 802.1q Etiquetado de VLAN para tramas *Ethernet*.

<sup>25</sup> IEEE 802.1p Calidad de Servicio al nivel de la capa control de acceso al medio.

<sup>26</sup> VLANs Redes de área local virtuales.

- **Priority (3 bits):** Corresponde a la prioridad de la trama, de acuerdo a la recomendación IEEE 802.1p. Esto permite tener hasta  $2^3 = 8$  tipos de tráfico.
- **Canonical Format Indicator (CFI) (1 bit):** Indica el orden de los siguientes bits (en formato canónico o no canónico).
- **Unique VLAN Identifier (VID) (12 bits):** Indica la VLAN a la cual pertenece la trama. Estos 12 bits permiten tener, por lo tanto hasta  $2^{12}=4096$  VLANs.

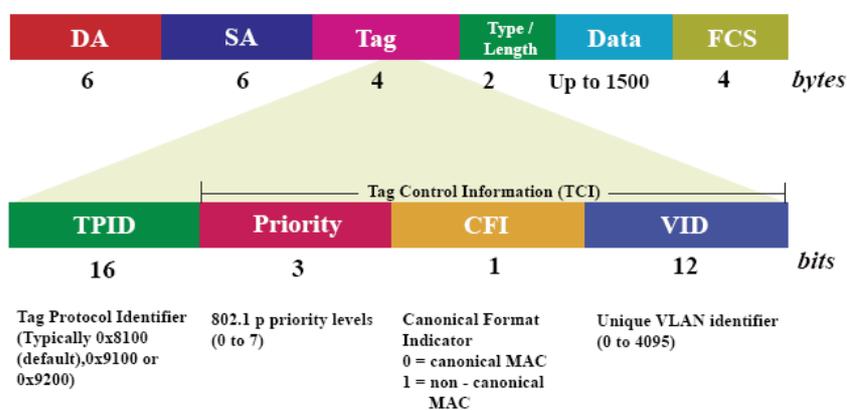


Figura 1.10 Etiquetamiento 801.q y 802.1p [22]

Un dispositivo de capa 2 que soporte calidad de servicio, puede leer el valor del campo “prioridad” (802.1p), y de acuerdo al valor de dicho campo, transmitir la trama por el puerto de salida con la prioridad apropiada.

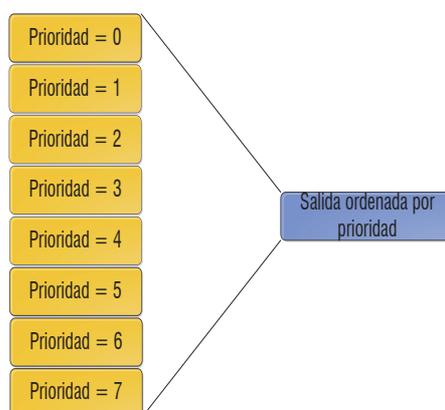


Figura 1.11 Esquema de prioridades de 802.1p [21]

Para ello implementa 8 colas de salida, una para cada valor posible del campo "prioridad". Las tramas que se encuentran en las colas de mayor prioridad son sacadas, en el puerto de salida del dispositivo, antes que las tramas en colas de menor prioridad. (Véase Figura 1.11.)

Existen diversas estrategias de encolamiento, las que pueden estar total o parcialmente soportadas por los equipos que conforman la red:

- **FIFO (*First In, First Out*):** El primer paquete que haya ingresado en una cola, es el primero en salir.
- **PQ (*Priority Queuing*):** La salida de los paquetes se realiza según el orden estricto de prioridad, y dentro de cada prioridad, según el orden de llegada. Este tipo de encolamiento puede hacer que, si existe siempre tráfico de alta prioridad, el tráfico de baja prioridad tarde en ser enviado.
- **FQ (*Fair Queuing*):** Es un esquema en el que cada cola se accede en forma circular, asegurando una distribución uniforme de ancho de banda entre todas las colas.
- **WRR (*Weighted Round Robin*):** Permite asignar diferentes anchos de banda a cada cola.
- **WFQ (*Weighted Fair Queuing*):** Es una combinación de PQ y FQ, garantizando que aplicaciones de alto tráfico no monopolicen el enlace.

### 1.3.3.2 Calidad de Servicio en Capa 3 [21]

Existen 3 modelos de QoS llamados *Best-Effort*, *IntServ* y *DiffServ*. Los cuales se presentan a continuación.

#### a. *Mejor Esfuerzo (Best Effort)*

Es un modelo simple de servicio, en el cual una aplicación envía información cuando ella lo desea, en cualquier cantidad, sin ningún permiso requerido y sin

informar previamente a la red. En realidad no se aplica calidad en el servicio al tráfico, no se asegura ninguna tasa de transferencia, retraso o confiabilidad, y se utiliza el modelo de encolamiento FIFO para la transmisión de datos.

La arquitectura TCP/IP fue diseñada para brindar este tipo de servicio, sin embargo existen aplicaciones como la transmisión de voz y video que no pueden funcionar en redes congestionadas con *best-effort*.

*b. Servicios Integrados (IntServ)*

Este modelo se basa en la idea de reserva de recursos en la red por flujos, los cuales, se transmiten desde una aplicación origen hasta una aplicación destino. Para cada flujo entrante se definen los recursos (tasa de transferencia, retardo, etc.) que serán necesarios para éste. La reserva de recursos debe establecerse previamente en cada uno de los nodos de la ruta. Cada nodo en el camino indica si puede asegurar la reserva y mantiene una tabla con el estado de reserva por flujo.

La principal limitación de este modelo es la gran cantidad de información que debe almacenar cada nodo, provocando que la solución no sea aplicable en situaciones con gran cantidad de flujos entre usuarios finales.

*c. Servicios Diferenciados (DiffServ) (RFC<sup>27</sup> 2475, RFC 2474)*

Es un protocolo de QoS propuesto por el IETF<sup>28</sup> que permite distinguir diferentes clases de servicio marcando los paquetes, permitiendo a los nodos modificar su comportamiento de envío. Cada tipo de etiqueta representa un determinado tipo de QoS el cuál se aplica a un mismo tráfico.

---

<sup>27</sup> RFC *Request for Comments*.- Serie de notas sobre Internet, y sobre sistemas que se conectan al mismo, cuyo contenido es una propuesta oficial para un nuevo protocolo de Internet.

<sup>28</sup> IETF *Internet Engineering Task Force*. - Organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivo contribuir a la ingeniería de Internet.

Para su funcionamiento, *DiffServ* divide el tráfico en clases y los recursos se asignan en base a ellas (y no a los flujos individuales como en *IntServ*), lo que hace que esta arquitectura no sufra el problema de agotamiento de los recursos de red.

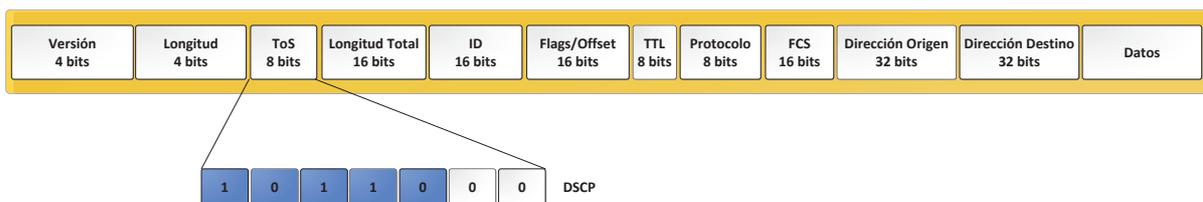


Figura 1.12 Cabecera IPv4 con QoS [23]

A continuación se describen los campos utilizados por *DiffServ* para marcar el tráfico. Figura 1.12.

- **Tipo de Servicio (*Type of Service*) (ToS):** Para la implementación de calidad de servicio se lo redefine como el campo DSCP (*Differentiated Services Code Point*). Es un campo de 8 bits estando los dos últimos reservados. Con los 6 bits restantes se consiguen 64 combinaciones: 48 para el espacio global y 16 para uso local.

### 1.3.3.3 Calidad de Servicio en Capa 4 [21]

Los paquetes de datos pueden ser priorizados en base a los puertos TCP o UDP. Sin embargo, diferentes aplicaciones podrían utilizar los mismos puertos, por lo que este tipo de priorizaciones debe ser evaluada en cada caso.

Es posible también tener prioridades según el protocolo en capas superiores. Por ejemplo, puede ser priorizado el tráfico RTP respecto a otros, dependiendo de la necesidad.

#### 1.3.3.4 Calidad de Servicio para Redes Inalámbricas de Área Local [21]

La transmisión de datos en redes inalámbricas utilizan estrategias de acceso al medio muy diferente a las que se utilizan en redes cableadas. Estas estrategias se basan en evitar colisiones (*CA, Collision Avoidance*). Cuando la red inalámbrica se comparte entre aplicaciones de voz y datos, la calidad de la voz puede verse fuertemente afectada, debido a la existencia de retardos mayores a los presentados en redes cableadas.

IEEE ha estandarizado la recomendación 802.11e, la que establece dos estrategias de acceso al medio, para asegurar la calidad de servicio: EDCA (*Enhanced Distributed Control Access*) y HCCA (*Hybrid Controlled Channel Access*):

- **EDCA:** Garantiza al tráfico de alta prioridad un acceso al medio estadísticamente más rápido, y establece 4 categorías de acceso: voz, video, mejor esfuerzo y “background”. La categoría “voz” es la que tienen la máxima prioridad.
- **HCCA:** Consiste en un sistema centralizado de control que permite a las aplicaciones reservar recursos de red basados en sus características de tráfico. Los requerimientos son enviados desde los clientes a los AP. HCCA provee un control parametrizado de calidad de servicio, controlando la latencia y la tasa de transferencia de cada cliente. Esto permite lograr una mayor concurrencia de comunicaciones de voz por AP respecto a EDCA.

La Wi-Fi Alliance, realizó las certificaciones WMM (*Wi-Fi Multimedia*), básicamente asociadas al protocolo EDCA de la IEEE 802.11e. La Tabla 1.7 muestra los valores por defecto de la asignación de prioridades WMM (IEEE 802.11e) con los *tags* de IEEE 802.1d.

Categoría de Acceso	Descripción	Etiquetas 802.1d
WMM <i>Voice Priority</i>	Tráfico con la más alta prioridad	7, 6
	Permite múltiples llamadas VoIP concurrentes, con baja latencia y calidad de voz	
WMM <i>Video Priority</i>	Prioriza el tráfico de video sobre el tráfico de datos	5, 4
	Un canal 802.11g o 802.11a puede soportar 3-4 <i>streams</i> SDTV o <i>streams</i> HDTV	
WMM <i>Best Effort Priority</i>	Tráfico desde dispositivos <i>legacy</i> , o tráfico desde aplicaciones o dispositivos que carecen de soporte QoS	0, 3
	Tráfico menos sensibles a la latencia, pero afectado por los largos retrasos, como la navegación por Internet	
WMM <i>Background Priority</i>	Tráfico de baja prioridad (descarga de archivos, trabajos de impresión) que no tienen estrictos requisitos de latencia y rendimiento	2, 1

Tabla 1.7 Esquema de Etiquetamiento WMM. [21]

#### 1.3.4 STREAMING [4]

Es la distribución continua de multimedia, que se caracteriza por permitir al usuario visualizar y oír contenidos digitalizados como video, audio y animaciones de forma inmediata; eliminando la necesidad de tener totalmente descargado el archivo; este procedimiento se realiza utilizando un *buffer* que almacena la información antes de presentarla. Este proceso implica una disminución de recursos de procesamiento en el terminal de usuario, así como en la capacidad de canal en una transmisión de video, esto debido al empleo de códecs más eficientes. Existen diferentes métodos que permiten entregar contenido de manera continua particularizados como: *Unicast*, *Multicast* y *Broadcast*. Un servidor de *Streaming Media* es un elemento muy versátil entre las que se nombran:

- Entretenimiento
- Educación
- Salud
- Ventas
- Noticias/Información

En el desarrollo del presente apartado se describirán tecnologías que a través de la plataforma de comunicaciones permite el despliegue de contenido en terminales específicos como son monitores de alto rendimiento para presentación publicitaria, se presentarán soluciones de Cisco Systems con *Cisco Digital Media System* y LG Electronics con *LG SuperSign*.

#### 1.3.4.1 Tipos de *Streaming Media* [24] [4]

Se pueden establecer diferentes clasificaciones sobre *Streaming Media*, dependiendo de sus características técnicas o de la funcionalidad. Éstos contemplan la distribución de los contenidos tanto en una Intranet<sup>29</sup> como en la Internet, estos pueden estar almacenados previamente en un servidor (*Video on Demand VoD*), o crearse en el mismo momento de su difusión (*Live Media Streaming*), realizando una transmisión en directo. En ambos casos, el audio y el video se distribuyen con un formato de codificación que comprime la información, mediante códecs, reduciendo considerablemente la capacidad de canal requerida para la transmisión. Se clasificará por el método de entrega de la siguiente manera: *Unicast*, *multicast* y *broadcast*.

#### 1.3.4.2 *Unicast*

*Unicast* entrega *streams*<sup>30</sup> dedicados a cada cliente en un intervalo de tiempo específico, un ejemplo claro de la aplicación de este método es *Video on Demand* (VoD), ya que cualquier usuario puede hacer una petición de una secuencia de *stream* en cualquier momento, como se muestra en la Figura 1.13.

En un sistema de VoD, el usuario posee control sobre los ficheros o secuencias almacenadas en el servidor a los que accede mediante peticiones realizadas individualmente; además posee control de este contenido, permitiendo realizar

---

<sup>29</sup> Intranet. - Es una red perteneciente a una organización, que utiliza tecnología de Internet, la cual permite compartir recursos dentro de ésta.

<sup>30</sup> *Stream*.- Hace referencia a una corriente continua de datos, sin interrupción.

funciones como: posicionamiento, pausa, retroceso o avance rápido, etc., sobre el mismo.

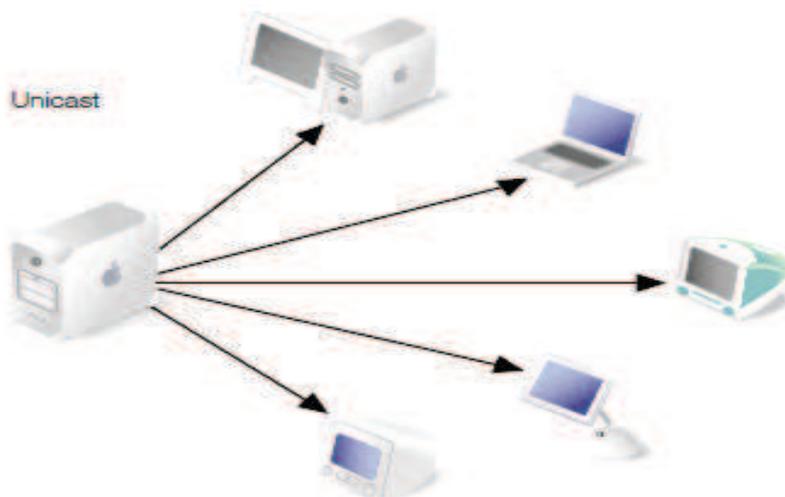


Figura 1.13 Servicio *Unicasting* [4]

El método de entrega *unicast* es una buena opción para recibir transmisiones en tiempo real, pero tiene desventajas, el servidor, debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel, que quiera recibir la transmisión.

Este escenario es válido cuando la cantidad de usuarios es reducida, sin embargo, si el objetivo es difundir el material a miles de usuarios, es decir una alta concurrencia, se deberá considerar dos inconvenientes con el proceso de *unicast*: demasiadas peticiones y demasiados paquetes.

- **Demasiadas peticiones:** El servidor tiene que procesar cada solicitud de *stream* y atenderla. Cada *stream* implica una porción de procesamiento, por lo que si se somete el servidor a una alta concurrencia, no todos los usuarios recibirán respuesta.
- **Demasiados paquetes:** Cuando se está realizando la transmisión de un fichero de gran tamaño, la información debe ser fraccionada y enviada en

varios paquetes de datos a cada terminal. Incluso, si el servidor pudiera hacer esta tarea, el número de paquetes de datos en tránsito por la red haría "*flooding*", es decir, inundaría el sistema completamente, haciendo que la transmisión se vuelva muy lenta, o incluso se detenga. Si se transmiten una mayor cantidad de paquetes, estos pueden desbordar la red. En Internet, a estos congestionamientos se les llama "*Traffic Jams*". [4]

#### 1.3.4.3 *Multicast* [24]

*Multicast*, entrega los *streams* simultáneamente del servidor a muchos clientes, un ejemplo de este método, es *Near Video on Demand (NVoD)*, el cual actúa sobre subredes, en la que los usuarios acceden al mismo contenido simultáneamente. Es similar, a un *pay-per-view* de la Televisión por cable, donde un grupo de usuarios está autorizado a ver el programa, que se emite.

El usuario no posee el control sobre el contenido, es decir no puede realizar posicionamiento, pausa, retroceso o avance rápido, etc., pero sí puede detener la transmisión y volver a asociarse a la emisión.

Debido a que *multicast* utiliza el protocolo UDP, para la transmisión de una serie de paquetes de datos; no hay una manera sencilla de que el reproductor solicite una retransmisión de los mismos. Esto quiere decir que algunos paquetes se pierden, incluso antes de que el usuario pueda notarlo, debido en parte, a la manera en que el reproductor codifica los archivos y los enumera. Si se pierden de manera continua una gran cantidad de paquetes, será perceptible por el usuario en forma de cortes de sonido y de congelamiento de imágenes, siempre dependiendo del tamaño del *buffer* que se haya configurado en el usuario.

#### 1.3.4.4 *Broadcast* [25]

Es la difusión de un paquete de datos, que se destina a todos los hosts de un segmento de red, las transmisiones pueden ocurrir en la capa de enlace de datos lo cual implica el envío de información a todos los hosts conectados a una red física particular, mientras que las emisiones en capa de red se enviarían a todos los hosts conectados a una red lógica particular.

Debido a que la información de *broadcast* es reconocida por todos los hosts, un objetivo importante del equipamiento activo es controlar la proliferación innecesaria de esta información.

Por ejemplo, en el fabricante Cisco Systems se admiten dos tipos de *broadcast*: dirigidos e inundados. Una difusión dirigida es un paquete enviado a una red específica o una serie de redes, mientras que una emisión por inundación es un paquete enviado a cada red. En redes IP, la mayoría de transmisiones toman la forma de UDP *broadcast*.

La mayoría del tráfico que hoy en día hay en la red es *Unicast*. Es un hecho bastante evidente, debido a que una copia separada de los datos se envía desde el servidor a cada cliente que hace una petición. Cuando los datos que se transmiten se hacen en *broadcast*, se envía una sola copia de los datos a todos los clientes de la red.

Sin embargo el mejor escenario es que los clientes de una red pertenezcan a un grupo o isla *multicast*, bajo este esquema los paquetes *multicast* pueden viajar por áreas de la red donde no está activo este esquema, mediante técnicas de *tunneling*, es decir estos son envíos como paquetes *unicast* hasta la isla *multicast* de destino.

### 1.3.4.5 Componentes de un sistema *Streaming Media* [4]



Figura 1.14 Componentes de un sistema de *Video Streaming* [4]

Un sistema completo de *Streaming Media* involucra a todos los elementos básicos de creación, entrega y visualización del contenido de video. Los principales componentes de un sistema suelen ser el servidor de codificación, el servidor *streaming*, la red y la aplicación utilizada por el cliente para la visualización, como se muestra en la Figura 1.14.

#### a. *Captura*

La captura es considerada como el punto de partida en el proceso de creación de *Streaming Media*, queda englobado en lo que se conoce como sistema de producción. El sistema de producción se encarga de generar el audio/video, que se va a transmitir. Se puede realizar dos tipos de producción diferenciadas: la captura de la señal en directo o mediante una fuente de información ya almacenada.

En una captura en directo, se pasa el contenido desde una señal con información analógica, como puede ser una cinta magnética o una videocámara, a formato digital y se almacena en el servidor.

En los nuevos videos y cámaras digitales se captura directamente la señal sin tener que realizar una conversión analógica-digital.

#### *b. Edición*

Una vez el video, ya ha sido convertido en formato digital y almacenado en el servidor, puede ser editado usando una gran variedad de herramientas.

Suelen utilizarse herramientas que permitan integrar el video/audio con otras herramientas multimedia para la realización de presentaciones con fines de entretenimiento, informativo, etc. También pueden ser utilizadas, las herramientas de edición para proteger las imágenes o registrarlas de alguna manera. Así como, para optimizar el fichero del video antes de codificarlo.

A continuación se listan paquetes de software para edición de contenido multimedia:

- **Audio:** Audacity, Power Sound Editor, mp3DirectCut.
- **Imagen:** Gimp, Pixelmator, Fireworks, Photoshop.
- **Video:** Particleillusion, Avid liquid, Avid xpress, Roxio videowave.

#### *c. Codificación*

Después, de haber editado el video y haberlo integrado con otras tecnologías multimedia, el fichero puede ser codificado con un formato apropiado para su posterior transmisión.

Para realizar esta acción, se utiliza software o hardware específico de codificación, teniendo en cuenta la utilización posterior de la fuente codificada para obtener una determinada resolución de salida, una tasa de transmisión adecuada o el número de cuadros por segundo.

Cuando para un mismo video se requiere diferentes tasas de transmisión, se pueden codificar el mismo fichero varias veces, tantas veces como tasas de transmisión sean necesarias. Como alternativa, las nuevas tecnologías de *Streaming Media* permiten la creación de un fichero codificado que ajusta dinámicamente la tasa de transferencia, que necesita cada usuario.

Los estándares comúnmente usados para este tipo de sistemas son: *Motion JPEG, MPEG-4 y H.264*. Los cuales se revisan en el Anexo A.

Aplicaciones de software que permiten codificar el contenido son por ejemplo: Super y Free Studio Manager

#### *d. Servidor de Streaming*

Este es el encargado de administrar la entrega de los vídeos codificados a los terminales, usando los protocolos de red apropiados para la transmisión.

El servidor de *streaming* está compuesto por hardware y software que se configura óptimamente para un propósito, la entrega de contenido en tiempo real, integrando en éste los componentes necesarios para procesar, almacenar, y gestionar el contenido. Sobre el servidor debe instalarse un software de propósito específico, que debe funcionar con el sistema operativo instalado, que permita gestionar los recursos de hardware, regulando el tráfico para la entrega de los *streams*.

El servidor de *Streaming* debe contar con la capacidad adecuada, tanto a nivel de red como de procesamiento, la misma que determinará el número máximo de *streams*.

El servidor Web para *Streaming Media* debe contener el portal diseñado para que el usuario realice las peticiones de contenido y un enlace URL<sup>31</sup> con el servidor de *Streaming Media* para cada video.

Dentro del mercado se puede conseguir software de objetivo específico como el mencionado anteriormente como los siguientes: Darwin Streaming Server, Icecast, Quick Time Broadcaster, Quick Time Streaming Solutions, VideoLAN Server.

*e. Visualización*

Finalmente, en el terminal del cliente, un programa, que ejecuta video, es el encargado de la visualización de la petición del vídeo hecha por el cliente.

Este programa recibe y almacena, temporalmente, los *streams* de video para que el usuario los pueda visualizar con el tamaño de ventana apropiado, y utilizando una interfaz parecida a la de un reproductor de video.

Generalmente, el software, soporta funciones como la de pausa, reproducción, detención, avance, retroceso, etc.

El visualizador de contenido en el cliente puede ejecutarse independientemente desde el terminal (PC, teléfono inteligente, tableta, etc.), o puede ser un control un *plug-in* embebido en el navegador.

Estos pueden ser: VLC media Player, Windows Media Player, Quick Time, Firefox y Google Chrome.

---

<sup>31</sup> URL *Uniform Resource Locator*.- Secuencia de caracteres que se usa para nombrar recursos en internet, con el fin de que los mismos sean identificables y localizables.

### 1.3.4.6 Arquitectura de un sistema Streaming Media [4]

Un sistema de *Streaming Media* sigue la arquitectura TCP/IP. Donde se han desarrollado y normalizado varios protocolos específicos para *Streaming*, que facilitan el flujo de contenidos multimedia en tiempo real sobre una intranet e Internet.

Es por tanto que entre la capa de transporte y la de aplicación se encuentran los estándares para el control, sincronización y reserva de ancho de banda para las transmisiones de *Streaming Media* como el RTSP<sup>32</sup>, RTP<sup>33</sup>, RTCP<sup>34</sup> y RSVP<sup>35</sup>, los mismos que serán revisados posteriormente.

La Figura 1.15 muestra la arquitectura del sistema de transmisión *Streaming* y cómo se interrelacionan los estándares entre ellos, en las capas de red, transporte, aplicación, los protocolos se han agrupado por funcionalidad, pudiéndose distinguir tres funciones diferenciadas:

- Transporte de datos (audio y video).
- Calidad de servicio.
- Señalización y control de llamadas.

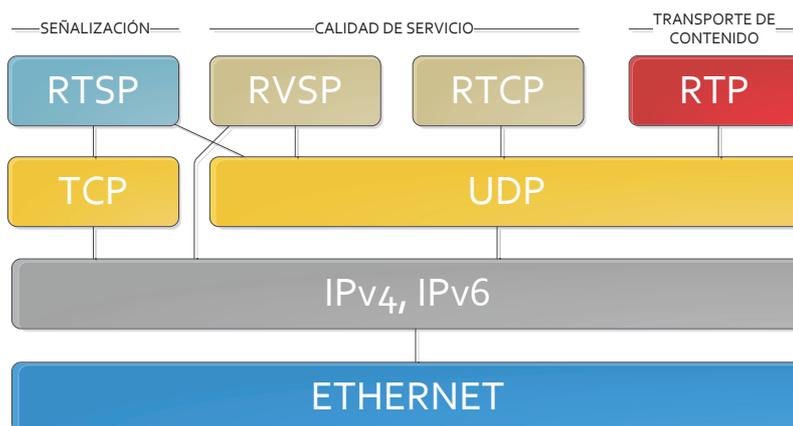


Figura 1.15 Pila de Protocolos Multimedia [4] [24]

<sup>32</sup>RTSP.- *Real-time Time Streaming Protocol*

<sup>33</sup>RTP.- *Real-time Transport Protocol*

<sup>34</sup>RTCP.- *Real-time Control Protocol*

<sup>35</sup>RSVP.- *Resource Reservation Protocol*

a. *Protocolo de Transporte en Tiempo real (RTP) [4] [24]*

En la actualidad el grado de interactividad de las aplicaciones multimedia, requiere el despliegue de contenido en tiempo real, para lo cual se desarrolló un protocolo genérico que cumpla con este cometido.

RTP se describe en el RFC 1889 y es ahora de uso generalizado y se ubica entre las capas de aplicación y transporte de la pila TCP/IP. Mejor descrito como un protocolo de transporte que se implementa en la capa de aplicación.

A continuación se detalla cómo se maneja un paquete RTP a través de la red:

- Información de la aplicación multimedia se almacena en la biblioteca RTP.
- Biblioteca que multiplexa los flujos y los codifica en paquetes RTP.
- Paquetes RTP son encapsulado en un socket IP-UDP.
- *Stream* UDP se puede ser enviado como *unicast* o *multicast*.

La pila de protocolos se muestra en la Figura 1.16 (a). La encapsulación de la información se muestra en la Figura 1.16 (b).

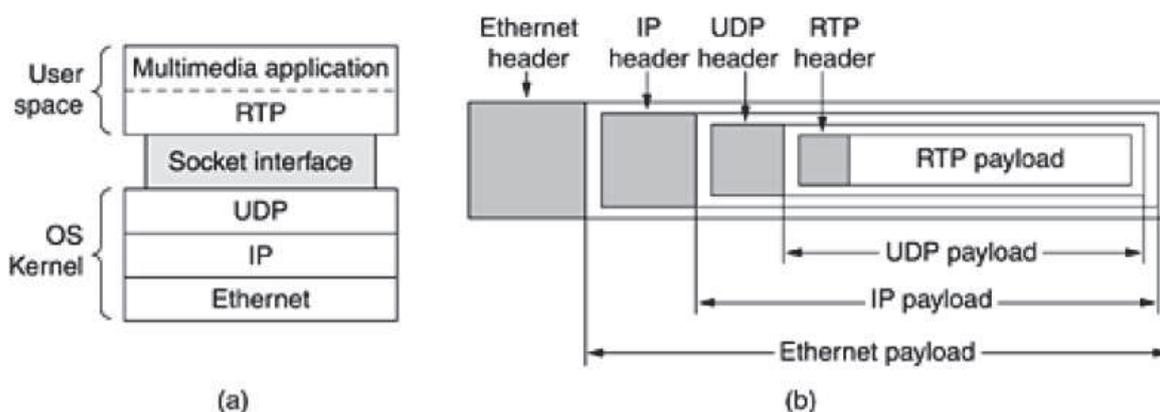


Figura 1.16 (a) RTP en la pila de protocolos. (b) Encapsulación de la información.

RTP no tiene control de flujo, control de errores, acuses de recibo, ni mecanismos para solicitud de retransmisiones. RTP ofrece entrega de datos *multicast* siempre que la red subyacente ofrezca servicios de *multicast*.

Otra característica de RTP, comúnmente usada para las aplicaciones en tiempo real es la marca de tiempo, son tomadas con respecto al comienzo del *stream*, por lo que sólo las diferencias entre las marcas de tiempo son significativas. Los valores absolutos no tienen ningún significado. Este mecanismo permite que el destino pueda hacer un menor *buffering* y reproducir cada muestra, el número correcto de milisegundos después del inicio del *stream*, independientemente de si el paquete que contiene la muestra llegó. No solamente se inserta huellas de tiempo para reducir los efectos de fluctuación de fase, sino que también permite múltiples flujos a ser sincronizados entre sí. Por tanto se debe es permitir al origen asociar una marca de tiempo con la primera muestra de cada paquete.

*b. Protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP) [26] [4] [24]*

RTCP es usado conjuntamente con el RTP y utiliza TCP para la conexión bidireccional cliente-servidor. Es un protocolo que da calidad de servicio al sistema y proporciona mecanismos de realimentación para informar de la calidad en la distribución de los datos. Eso, implica la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes de una sesión.

Este protocolo se ocupa de:

- **Retroalimentación:** Proporcionar información de los parámetros de calidad de servicio, tales como: retardo, *jitter*, tasa de transferencia, entre otros, con la finalidad de mitigarlos.
- **Sincronización:** Permite dotar de granularidad a los *streams* que tienen distintas marcas de tiempo y sincronizarlas entre ellas.

- **Interfaz de usuario:** Proporciona una manera para nombrar las distintos *streams* permitiendo su visualización en la pantalla del receptor, mientras lo está recibiendo.

c. *Protocolo Streaming de Tiempo Real (RTSP) [26] [24] [4]*

Es un protocolo estándar desarrollado por la Universidad de Columbia, referenciado en el RFC 2326. Para el IETF, RTSP es un protocolo cliente-servidor de nivel de aplicación para el control del flujo de datos en tiempo real; además de proveer funcionalidades de QoS.

- RTSP es un protocolo a nivel de aplicación que utiliza una sintaxis y operaciones similares a HTTP<sup>36</sup>, pero funciona para audio y vídeo. Utiliza URLs como lo hace HTTP.  
Un servidor RTSP necesita mantener estados, utilizando métodos.
- RTSP llevará mensajes fuera de banda, es decir que no es un protocolo de entrega de datos.
- A diferencia de HTTP, RTSP tanto en servidores como clientes pueden emitir solicitudes.
- RTSP es implementado en múltiples plataformas de sistemas operativos, permite la interoperabilidad entre clientes y servidores de diferentes fabricantes.
- RTSP facilita el ajuste de la velocidad de transmisión de los datos a la capacidad del canal de la conexión ante congestiones en la red, con el fin de utilizar lo mejor posible la capacidad disponible.
- Permite controlar uno o varios *streams* sincronizados temporalmente de los diferentes medios, como el audio y el video. Las fuentes de datos pueden incluir tanto datos fijos como datos en tiempo real.

---

<sup>36</sup> HTTP *Hypertext Transport Protocol*.- Este es protocolo de transferencia de hipertextos sin estado a nivel de aplicación.

- RTSP proporciona mecanismos para seleccionar canales de envío (como el UDP, UDP *Multicast*, TCP) y mecanismos de entrega continua de *streams* basados en RTP.

d. *Resource Reservation Protocol (RSVP) [4]*

El protocolo RSVP (RFC2205) es un protocolo de señalización, el cual permite que las aplicaciones puedan reservar recursos en el camino entre la fuente y el destino, antes de empezar a transmitir la información.

El protocolo RSVP surge para resolver los problemas actuales de Internet, a la hora de la entrega de datos con una calidad de servicio (QoS) deseada (retardos, pérdidas de paquetes, *jitter*, *throughput*). Estos problemas de Internet vienen provocados por el aumento de usuarios, el aumento de flujos de datos de las aplicaciones, en general, en un aumento de la congestión de la red.

El RSVP trata de prevenir las situaciones de congestión de la red, pero no es un protocolo de enrutamiento, está diseñado para operar con los actuales y futuros protocolos de enrutamiento *unicast* y *multicast*. Este protocolo puede priorizar y garantizar una latencia a un flujo específico de tráfico IP. Este protocolo sigue el modelo de servicio integrado en Internet (*IntServ*).

Ventajas del RSVP:

- Independencia de los protocolos de enrutamiento
- Flexibilidad de soporte de receptores heterogéneos.
- Soporte de transmisiones tanto *unicast* como *multicast*.
- Soporte IPv4 e IPv6.
- Protocolo transparente para los *routers* no RSVP, mediante tunneling.
- Granularidad, cada aplicación define de manera exacta sus necesidades de QoS mediante filtros.

Desventajas del RSVP:

- Escalabilidad reducida, dada la gran cantidad de señalización y carga computacional, que aparecerá conforme la red vaya aumentando en tamaño.
- No se controla adecuadamente el *overhead*.
- Reserva extremo a extremo condicionada por dispositivos intermedios.
- Seguridad en desarrollo.

#### 1.3.4.7 Métodos de *Streaming* [4]

La distribución de contenido multimedia basado en la tecnología web ha tenido un paradigma de funcionamiento, utilizando con frecuencia métodos de descarga y reproducción en esa secuencia específicamente.

Este modelo de distribución presentaba varios problemas, ya que debido al tipo de contenido y su tamaño, el tiempo que tardaba en la descarga, demoraba su reproducción lo cual impactaba en la percepción del usuario final.

Los ficheros de *Streaming* pueden visualizarse casi inmediatamente, mientras los datos tienen una descarga continua, sin tener que esperar que el fichero esté totalmente descargado. Sólo se tendrá un retraso apenas imperceptible antes de empezar la visualización, esto ligado de todas maneras al canal de datos contratado.

Este nuevo esquema ha permitido la expansión de este tipo de tecnología así como el uso de la misma a través de internet, del cual se han derivado dos métodos que son los actualmente usados.

- Servidor *Streaming Media*.
- Servidor Web *Streaming Media*

*a. Servidor Streaming Media*

Tiene una etapa inicial similar a la de un servidor web, exceptuando que la compresión del fichero de multimedia es realizada por un servidor de *Streaming* especializado, en lugar de un servidor web. La página web donde está la referencia al fichero multimedia está localizada en un servidor Web. Tanto el servidor web como el servidor de *Streaming* multimedia pueden funcionar en el mismo ordenador.

El proceso de entrega de datos del servidor de *Streaming* Multimedia difiere significativamente, los datos son enviados de una manera activa e inteligente al cliente. Esto quiere decir, que se entregan los datos con la tasa exacta asociada al fichero multimedia en el momento de la compresión. El servidor y el cliente están en conexión durante el proceso de entrega, y el servidor puede responder a cualquier acción solicitada por el cliente.

Mientras que los servidores de *Streaming* Multimedia pueden usar los protocolos HTTP/TCP usados por los servidores web, también, pueden usar protocolos especializados para la transmisión en tiempo real como el UDP.

*b. Streaming con Web Server*

Utilizar *Streaming* de contenidos multimedia en un servidor web es, actualmente, una evolución con respecto al modelo de descarga y reproducción. El audio y el video descomprimido, es mezclado y comprimido en un “fichero multimedia” para ser entregado al cliente con unas determinadas especificaciones de capacidad de canal.

Este fichero multimedia es depositado en un servidor web, que a través de una página web generada en el mismo servidor, contiene la dirección URL del fichero. Esta página, cuando es activada, arranca el reproductor de la parte de cliente y comienza la descarga del fichero. En principio, el mecanismo es parecido al método de descarga y reproducción, pero la diferencia radica principalmente en el funcionamiento en el extremo del cliente.

A diferencia del cliente para el método de descarga y reproducción, el cliente de *Streaming* empieza a visualizar el audio y/o video, mientras el contenido aún se encuentra descargándose; la información de reserva es almacenada en el *buffer* permitiendo que el contenido multimedia continúe visualizándose ininterrumpidamente, incluso en periodos con alta congestión de la red. Con este método de entrega de datos, el cliente los obtiene tan rápido como el servidor, la red y el buffer propio de su dispositivo lo puedan permitir, sin tener en cuenta el parámetro de tasa de bits de la compresión del *stream*. Sólo ciertos formatos de los ficheros multimedia pueden soportar esta reproducción progresiva como el ASF<sup>37</sup>.

El servidor web como *Streaming* utiliza el protocolo HTTP, ya que éste trabaja por sobre TCP, para realizar la transferencia de datos, aunque este no sea optimizado para transmisiones en tiempo real. El objetivo es maximizar la tasa de transferencia de los datos, asegurando estabilidad y una alta eficiencia en la red.

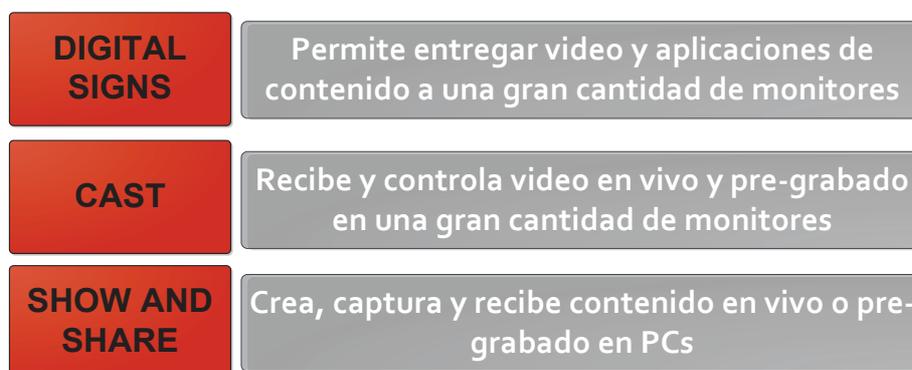
#### 1.3.4.8 Cisco Digital Media System [27]

*Digital Media Suite* (DMS) es el paso siguiente al *Digital Media System*, es una completa suite compuesta de (*Cisco Digital Signs*, *Cisco Cast* y *Cisco Show and Share*) Figura 1.17. Aplicaciones que permiten a las empresas a utilizar los medios

---

<sup>37</sup>ASF *Advanced Streaming Format*.- Formato de *streaming* que no especifica cómo debe ser codificado sino que determina la estructura del flujo de video/audio.

digitales para aumentar ventas, mejorar la experiencia del cliente y facilitar el aprendizaje.



**Figura 1.17 Subsistemas Funcionales DMS [27]**

*a. Cisco Digital Sign*

Este es un subsistema centralizado, el cual permite enviar contenido multimedia a los terminales (pantallas) con un control mínimo en los mismos, esta centralización es basada en el *Cisco Digital Media Manager (DMM)*, permite a los administradores controlar qué y cuándo se muestra el contenido. Por ejemplo el video puede visualizarse en un subconjunto de las pantallas, incorporando sobre ellas mensajes de texto e imágenes que puede integrarse a los bordes de las mismas.

Proporciona una administración escalable y centralizada, lo cual permite la publicación de contenido de alta calidad en red.

*b. Cisco Cast*

Este subsistema permite ceder el control al usuario final, la integración de dispositivos terminales como teléfonos IP y teléfonos celulares inteligentes, pantallas táctiles, dota de interactividad al sistema permitiendo manipular el contenido entregado. *Cisco Cast* tiene tres secciones: acceso a los vídeos bajo demanda, desplazamiento a través de canales en vivo, y una guía de canales.

Este esquema permite al usuario seleccionar lo que se muestra, y los administradores a través del DMM controlan lo que está disponible para ser visualizado en las pantallas a través del *Cisco Digital Media Player (DMP)*.

*c. Cisco Show and Share*

Este subsistema incorpora dentro de su estructura componente colaborativos de interacción social digital similares a YouTube, pero destinado a una organización específica.

A través del uso de un interfaz web, el usuario final puede subir archivos, como videos, y generar incluso contenido de una *webcam* directamente en el subsistema *Cisco Show and Share*. Los usuarios finales en cualquier lugar, a distancia o local, son capaces de ver contenido en directo y en diferido a través de un navegador web estándar.

*Cisco Show and Share* es un subsistema separado, pero se puede integrar con *Cisco Cast* y *Cisco Digital Signs* de contenido mediante el motor de *Cisco Media Experience*.

#### 1.3.4.9 LG SuperSign [28]

*SuperSign* es una solución de señalización digital desarrollada por LG Electronics, se presenta como una solución integral, ya que incorpora tanto hardware como software, ofrece pantallas, reproductor multimedia, y programas de gestión.

- **Monitor:** Es el encargado de traducir a imágenes las señales que provienen de la tarjeta gráfica del reproductor de medios, permite visualizar el contenido multimedia, además de permitir controlar características de funcionamiento de los mismos, mediante la utilización de la interfaz *RS-232C*, se puede ajustar

características como brillo, sonido, y otras utilizando el software administrador de *SuperSign*.

- **Reproductor de Medios:** Dispositivo capaz de presentar una serie de contenido multimedia. Existen dos tipos de reproductores de medios disponibles en la solución LG *SuperSign*: el reproductor de medios externo (NC/NA1000 serie), y el reproductor multimedia interno (NC/NA2000 serie) que es un módulo que puede ser integrado en la electrónica de una pantalla del mismo fabricante.

Él reproductor es un dispositivo hardware/software que se utiliza para reproducir archivos de señalización digital almacenados en un servidor de contenidos o en el mismo *player*. Permite reproducir archivos multimedia como: vídeo, imágenes, audio, archivos Flash y documentos.

- **Software *SuperSign*:** un programa utilizado para gestionar y controlar los componentes de la solución como son la pantalla y el reproductor de medios, así como los medios para crear y distribuir el contenido.

En la Figura 1.18 se indican los componentes antes mencionados.



Figura 1.18 Componentes Supersign [28]

## CAPÍTULO 2

### 2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

#### 2.1 OBJETIVOS Y METAS DE LA ORGANIZACIÓN

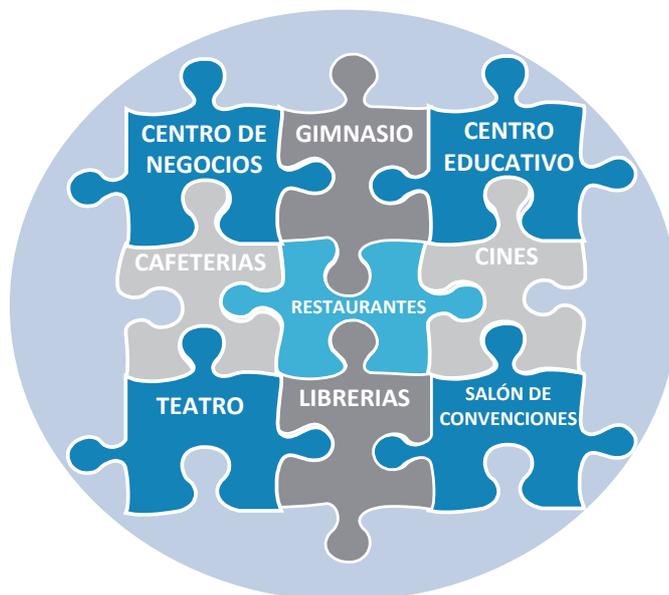
El Centro Comercial ha dejado de ser un espacio cerrado en el cual la interacción con el mundo externo es el principal objetivo y ha evolucionado hacia un concepto de complejo urbano, en donde las personas puedan disfrutar de espacios de entretenimiento, cultura y convivencia familiar además de interactuar con la nueva tecnología.

Este concepto abarca una idea de integración a todo nivel, considerando factores como respeto al medio ambiente, equilibrio entre construcción y naturaleza, vida al aire libre, comodidad, seguridad e infraestructura tecnológica de punta, garantizando con ello altos valores de diferenciación frente a las propuestas actuales. La mezcla perfecta en este concepto de centro urbano se logra con la presencia de cafeterías, restaurantes, complejo de cines, teatro, patio de comidas, librerías, gimnasio, servicios, moda, museos, etc.

Dentro de las dependencias del centro comercial, a pesar de conformar un todo, el requerimiento será particularizado para cada uno de los ambientes. Por tanto, es importante definirlos como entes independientes, que compartirán recursos, pero que el uso del sistema será personalizado. Dichos ambientes son:

- Locales Comerciales en General.
- Unidades de Negocio (Centro de Negocios, Centro de Convenciones, Cines, Teatro, Centro Educativo).
- Oficinas de Administración.

En la Figura 2.1, se indican las dependencias que conforman el centro comercial.



**Figura 2.1 Componentes del Centro Comercial**

Cada una de las dependencias puede publicar su información a través de pantallas de contenido y dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, computadores portátiles, etc.

Esta propuesta contempla la ubicación estratégica de los locales y de las pantallas informativas, de tal manera que la experiencia de comprar sea satisfactoria para el cliente, ya sea público adulto, joven o infantil.

La evolución de la interacción de los clientes potenciales con los productos y servicios, las nuevas estrategias publicitarias, la forma de realizar negocios y el avance de la tecnología, convierten a este centro urbano en un espacio de congregación masiva de entes tanto reales como digitales.

Los factores sociales como tecnológicos, denotan la necesidad de una plataforma tecnológica de alta disponibilidad, convergente y escalable, que permita sustentar la interacción digital mediante la difusión de contenido dentro de las instalaciones de este centro urbano.

Por este motivo, los dueños de esta iniciativa solicitan los servicios del Integrador de Servicios de Telecomunicaciones TOTALTEK S.A., para diseñar la infraestructura necesaria desde el punto de vista tecnológico.

### **2.1.1 MISIÓN**

Dotar a la ciudad de un complejo comercial con características de urbanidad, englobando dentro del mismo, sitios de esparcimiento, cultura y tecnología, para entregar a la comunidad un sitio de vida al aire libre, donde se permita el entretenimiento familiar.

### **2.1.2 VISIÓN**

Dentro de cinco años, ser un centro urbano de comercio y negocios referente en la ciudad y en el país. En donde se puedan combinar tanto actividades económicas como de distracción.

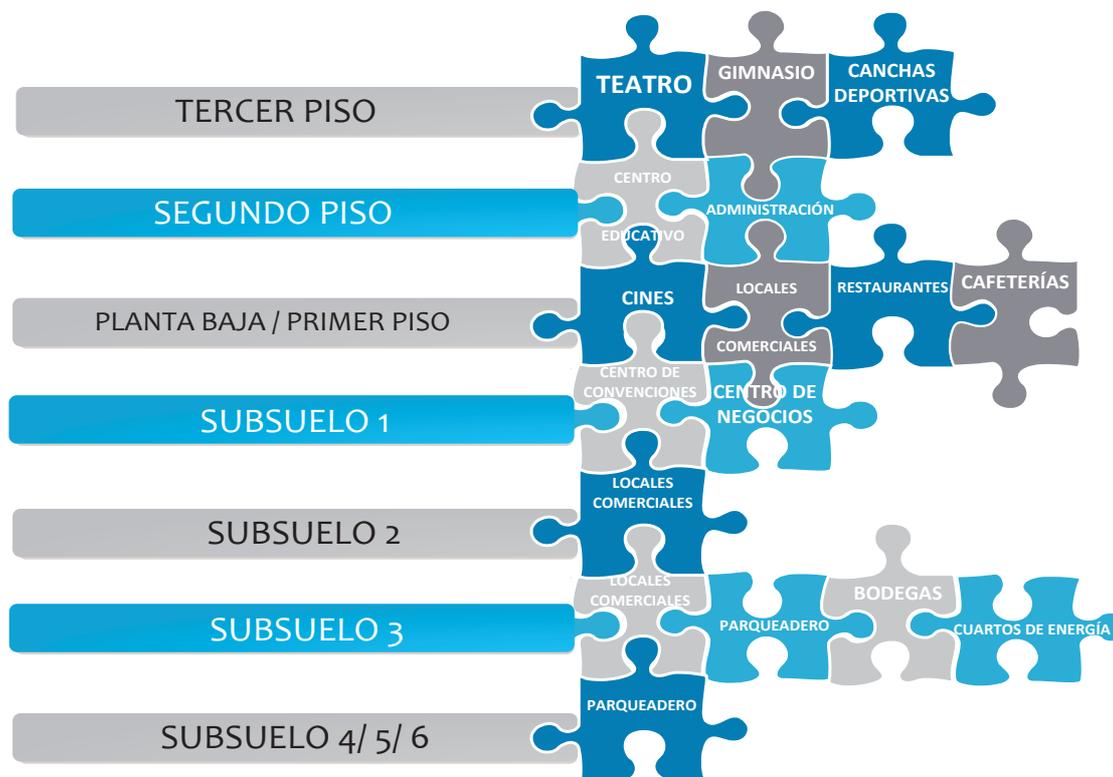
### **2.1.3 VALORES**

- Equilibrio entre construcción y naturaleza
- Calidad
- Cumplimiento de Normas
- Mejora Continua

## **2.2 ESTRUCTURA ARQUITECTÓNICA DEL CENTRO COMERCIAL**

El centro comercial está compuesto por un complejo arquitectónico distribuido en diez plantas, las cuales albergarán diversos sitios de comercio, esparcimiento, educación, negocio y estacionamiento; con una capacidad para 10.000 visitantes.

En la Figura 2.2 y Tabla 2.1 se muestra una distribución por plantas del complejo, así como las distintas áreas que componen una planta.



**Figura 2.2 Distribución Funcional del Centro Comercial**

Planta	Ambientes
<b>Subsuelo 6, 5, 4</b>	Estacionamientos
<b>Subsuelo 3</b>	Estacionamientos, locales comerciales, espacios de bodegaje, cuartos de alta y media tensión, cámaras de transmisión, cuarto de generadores
<b>Subsuelo 2</b>	Locales comerciales
<b>Subsuelo 1</b>	Centro de convenciones, Centro de Negocios
<b>Planta Baja</b>	Complejo de Cines, Locales Comerciales, Cafeterías, Restaurantes
<b>Piso 1</b>	Complejo de Cines, Locales Comerciales, Restaurantes
<b>Piso 2</b>	Centro Educativo, Oficinas Administrativas
<b>Piso 3</b>	Teatro, Canchas de Fútbol y Tenis, Gimnasio

**Tabla 2.1 Descripción de las Plantas del Centro Comercial**

### **2.3 OBJETIVOS Y METAS TÉCNICAS**

Este centro urbano, al ser un sitio de congregación masiva para negocios y entretenimiento, requiere de una plataforma tecnológica que satisfaga estos requerimientos. Los servicios a ofrecerse deben estar acorde a la expectativa actual, para soportar de manera óptima los procesos propios de trabajo de la organización. Dichos procesos impactan directamente en la productividad y eficiencia de los servicios entregados a los usuarios finales, por lo cual, el factor tecnológico constituye la piedra angular para convertir a este sitio en un referente para la comunidad y la ciudad. Con ello, se busca lograr un mayor nivel de penetración con respecto a publicidad entre los asistentes al centro, a diferencia de las estrategias publicitarias convencionales.

Los objetivos de esta plataforma tecnológica son:

- Establecer una infraestructura de comunicaciones para el centro comercial, tanto para distribución de contenido multimedia como para proveer servicios de distinta índole sobre ella.
- Dotar de los medios de acceso para entregar información relevante en forma de contenido multimedia.
- Interconectar y socializar esta información tanto localmente como a través de Internet.
- Brindar libre acceso a servicios internos del centro comercial, así como a Internet.
- Permitir que terceros puedan brindar servicios adicionales sobre esta plataforma unificada.

Bajo estos antecedentes, es necesario implementar una solución que brinde una garantía operacional y asegure la integridad del flujo de información. Así pues, surge la necesidad de entregar un sistema de distribución de contenido multimedia con la

finalidad de que cada uno de los locales y servicios del centro comercial hagan uso de este, dentro de un horario establecido y con un límite de información a transmitir.

El sistema deberá manejar tanto el almacenamiento, gestión, distribución, calendarización, reutilización y renovación del contenido.

## **2.4 IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS**

En el centro comercial, se prevé la interacción tanto de entes reales como digitales. Dentro de esta interacción se puede identificar distintos tipos de usuarios y roles que tendrán acceso a la plataforma tecnológica. El grado de importancia o prioridad de cada uno de ellos considera el objetivo principal de la plataforma: distribuir contenido y la interacción con el mismo.

Los usuarios del sistema podrán ser visitantes en general, vendedores y administradores, los cuales podrán tener acceso al sistema con distintos roles predefinidos.

A continuación se detalla que tipo de interacción<sup>38</sup> se requiere, la cual estará definida conforme al tipo de terminal que accede al sistema.

Como se mencionó previamente estos terminales serán pantallas o monitores, teléfonos inteligentes, computadores personales y portátiles así como tabletas. Por lo tanto, el sistema deberá considerar la interoperabilidad.

La Figura 2.3 muestra los usuarios y terminales que serán parte del sistema en función a la interacción detallada en la Tabla 2.2.

---

<sup>38</sup> Se define la interacción como la forma en que el usuario se comunica con el sistema y el contenido a través de su terminal.

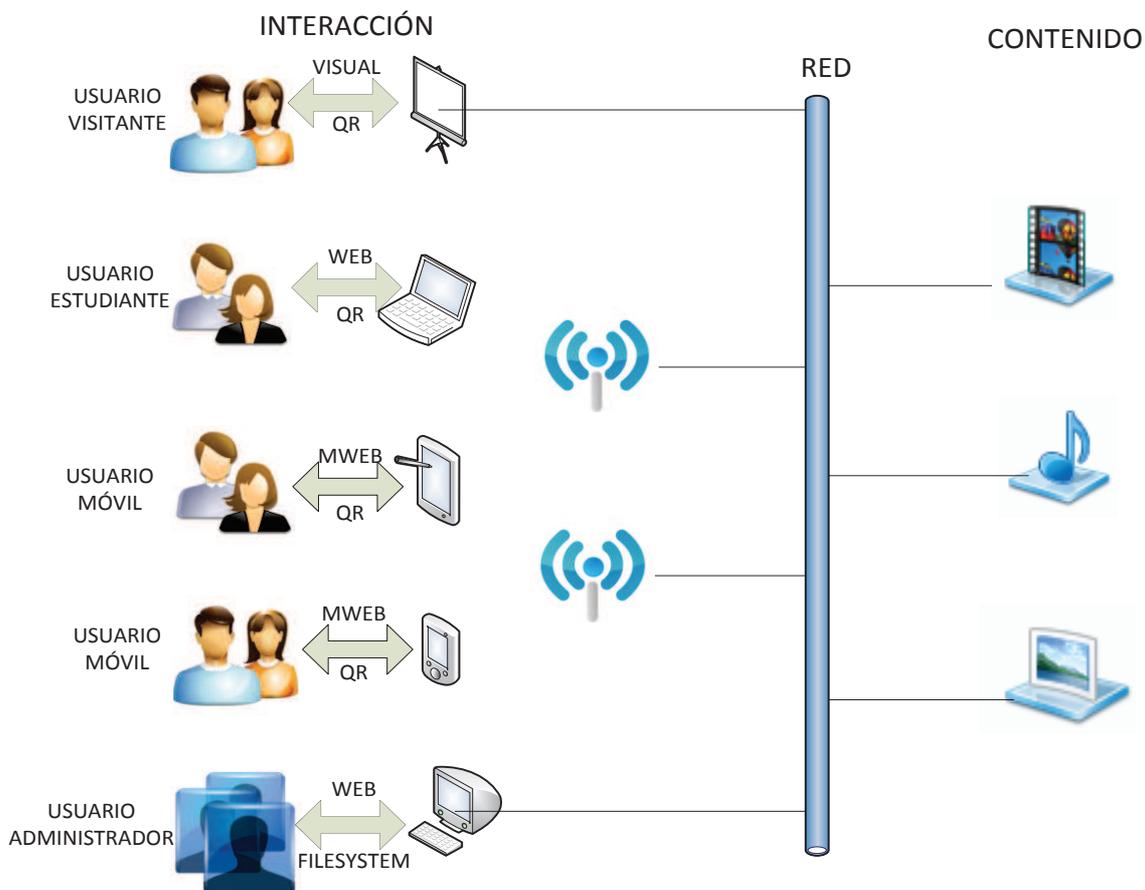


Figura 2.3 Interacción de Usuario y Terminales con el Sistema

Interacción	Usuario	Descripción
Visual	Visitante en General	Acceso al contenido a través pantallas o monitores
Web	Fijo	Acceso al contenido a través de un portal web el cual puede ser visto en computadores de escritorio o portátiles
	Móvil	Acceso al contenido a través de un portal web el cual puede ser visto en tabletas, teléfonos inteligentes y computadores portátiles

Tabla 2.2 Tipos de Usuarios y su interacción

La interacción visual implica *streaming* de contenido. Para ello, se consideran pantallas a ser distribuidas en el complejo comercial en base a un estudio realizado<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Estudio de ubicación de las pantallas de distribución de contenido multimedia, el cual por motivos de confidencialidad no se puede revelar.

por el centro comercial directamente, en donde se definió la utilización de 55 pantallas de 47" distribuidas en sitios estratégicos como se presenta en la Tabla 2.3. De esta manera, desde el punto de vista del sistema se deberán considerar 55 pantallas de distribución de contenido multimedia.

Unidad de Negocio	# Pantallas
Locales Comerciales	17
Centro de Convenciones	10
Centro de Negocios	8
Cines	7
Centro Educativo	8
Teatro	5
<b>Total</b>	<b>55</b>

**Tabla 2.3 Distribución de pantallas por unidad de negocio.**

Respecto a la interacción web, se debe tener en cuenta un terminal de acceso por local comercial, obteniendo un total de 401 usuarios fijos. Para los usuarios móviles se debe realizar una estimación para redes de área local inalámbrica. [29]

$$\text{Usuarios con dispositivos}_{Wi-Fi} = (25\% \times \text{Aforo del Centro Comercial}) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

$$\text{Usuarios móviles activos} = 25\% \times \text{Usuarios con dispositivos}_{Wi-Fi} \quad [29] \quad \text{Ecuación 2.2}$$

La estimación considera, que de la capacidad de visitantes del centro comercial, el 25% tiene un dispositivo móvil; y de esta porción, el 25% se encontrará conectado al sistema través de la red inalámbrica. Con un aforo de 10.000 visitantes, el número de usuarios móviles se calcula de la siguiente manera. [29]

$$\text{Usuarios móviles activos} = 0,25 \times (0,25 \times 10.000)$$

$$\text{Usuarios móviles activos} = 625$$

La interacción del administrador dentro del sistema tendrá acceso total al sistema y sus componentes, mientras que el resto de usuarios poseerán un acceso restringido, en función de su propósito.

## 2.5 IDENTIFICACIÓN DE APLICACIONES Y SERVICIOS

La arquitectura tecnológica que satisface las necesidades del centro comercial posee tres componentes: aplicaciones, servicios y plataforma de comunicaciones; los cuales se detallan en los siguientes apartados y se muestran en la Figura 2.4.



**Figura 2.4** Arquitectura Tecnológica para el Centro Comercial

La importancia de cada uno de estos elementos, radica en los objetivos organizacionales y técnicos del centro comercial. El nivel de importancia se puede clasificar en tres: Crítico, Importante, No Importante. Esto permite determinar los alcances que va a tener el diseño de la solución tecnológica.

### 2.5.1 APLICACIONES

Sobre la plataforma de comunicaciones, se permitirá la ejecución de aplicaciones como: distribución de contenido multimedia, video bajo demanda, navegación web,

entre otras. La definición de las aplicaciones se realizó en base a los objetivos organizacionales y con una finalidad comunicativa, integrando la tecnología en este proceso.

La Tabla 2.4 muestra las aplicaciones para satisfacer las necesidades planteadas como requerimiento de la infraestructura tecnológica. Éstas marcarán la pauta para la toma de decisiones al momento de realizar el diseño de los servicios y de la plataforma de comunicaciones sobre la cual funcionan. Las características de cada una de ellas, agregan criterios y parámetros a los que estos componentes deben responder.

Tipo de Aplicación	Funcionalidad	Nivel de importancia
Distribución de Contenido	Acceso a contenido multimedia a través de pantallas informativas y dispositivos terminales de usuario	Crítico
Video bajo demanda	Acceso a videos informativos y publicitarios por petición de usuario	Crítico
Navegación Web	Acceso a la web mediante exploradores convencionales y móviles	Importante

**Tabla 2.4 Tipos de Aplicaciones**

### 2.5.2 SERVICIOS

Considerando la naturaleza de la información que manejan las aplicaciones presentadas, se plantean los servicios que constituirán componentes necesarios para lograr el funcionamiento óptimo de las mismas sobre la plataforma de comunicaciones; los cuales conforman el eje principal de diseño de la solución.

La Tabla 2.5 detalla estos servicios, y su respectivo alcance dentro de la solución.

Servicio	Comentarios
Web	Proveer de una plataforma de software que aloje portales web de distribución de contenido multimedia
<i>Streaming</i>	Proveer la entrega sin interrupciones de un flujo de datos de tipo multimedia.
Servicios de Red	Proveer a los dispositivos terminales de información y parámetros que permitan su interacción con la red y el acceso a recursos.
Almacenamiento	Proveer de una plataforma de almacenamiento en red, para almacenar bases de datos y contenido multimedia.
Administración del Sistema	Proveer de un esquema centralizado de administración que solvete la facilidad operacional para lograr un manejo eficiente de la solución.

**Tabla 2.5 Servicios para el sistema de distribución de contenido.**

## **2.6 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA**

A continuación, se detallan los requerimientos necesarios para cumplir los objetivos de la organización, los mismos que se encuentran alineados con los objetivos técnicos antes planteados.

El detalle de estos requerimientos se ve reflejado en las condiciones necesarias para implementar cada uno de los componentes del sistema, los cuales se mencionan en los siguientes apartados.

### **2.6.1 REQUERIMIENTOS DE GESTIÓN DE CONTENIDO**

Obtener un mayor grado de atracción al cliente es la meta para el centro comercial, es por eso, que el manejo adecuado de la información multimedia se convierte en un factor clave, lo cual amerita una plataforma unificada que provea un control del almacenamiento y soporte de activos digitales.

Dicha plataforma implica un reto de diseño, debido al grado de importancia de la información desplegada, pero sobre todo por la interacción de diversos componentes

que permitirán su fluidez. Características como disponibilidad, integridad y concurrencia hacen que esta cadena de procesos sea eficiente.

Además, se debe tomar en cuenta que una de las finalidades del sistema es que cada unidad de negocio, así como el complejo en general, pueda gestionar el sistema como único; es decir, que tenga repositorios propios en los que se encuentre y maneje su contenido. Así también, se permite que estos subsistemas funcionen con un canal global de información en casos de emergencia o eventualidades; es decir, el sistema podrá ser utilizado para múltiples propósitos.

## **2.6.2 REQUERIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN Y PUBLICACIÓN DE CONTENIDO**

Como se estableció previamente la meta del centro comercial, es difundir información en forma de contenido multimedia, para lo cual se deben considerar los procedimientos de distribución y publicación de la misma.

Cuando se habla de distribución de contenido, se hace relación a múltiples canales que permiten que la información llegue al usuario final; mientras que en términos de publicación se define el formato de presentación y los terminales en que se recibe la misma.

La visualización de la información de los canales a través de pantallas de contenido, teléfonos inteligentes y tabletas, de forma intuitiva y organizada, hacen que la interacción entre el cliente y ésta no sea invasiva. Además, genera una sensación placentera, lo que llevará a que el usuario adquiera productos y servicios dentro del centro comercial.

Los canales serán catalogados de acuerdo al público objetivo al que se quiere acceder. La segmentación se realizará en función de la estructura del complejo

urbano, ya que cada unidad de negocio como el complejo en general, deberá ser capaz de distribuir y publicar contenido independientemente.

Se debe señalar que para que el usuario pueda acceder adecuadamente desde distintos tipos de terminales al contenido, es necesario contar con una plataforma de comunicaciones adecuada sobre la cual se pueda dar este servicio.

En la actualidad, la publicación de la información no es suficiente para transmitir un mensaje publicitario o volver agradable un producto o servicio a los ojos del cliente. En tal virtud, los sistemas multimedia actuales deben contemplar un mayor grado de interacción con el usuario. Este grado de interacción brindará facilidad de acceso a la información en base a un gusto o tendencia específica. Así, los niveles de interacción pueden ser definidos en base al ser humano y su comportamiento, es decir, en base a la percepción.

El hecho de que el usuario pueda ser parte de la cadena de generación de contenidos convierte a este sistema en un ente de reestructuración constante.

### **2.6.3 REQUERIMIENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES**

La infraestructura de comunicaciones, es un elemento trascendental del sistema, pues permite la distribución de contenido y la comunicación en red entre los dispositivos terminales del centro comercial; el cual está constituido por 401 locales de distintas dimensiones y varias zonas abiertas en las que se proveerá acceso inalámbrico a las aplicaciones.

Según estudios específicos<sup>40</sup> realizados por el cliente, la cantidad de cámaras de video-vigilancia que se distribuirán en el complejo son 500. El número de pantallas

---

<sup>40</sup> Estos estudios no pueden ser referenciados, ni presentados por temas de confidencialidad del cliente.

de 47” para la distribución de contenido, asciende a 55 y han sido distribuidas en función de estudios de marketing.

Las unidades de negocio a pesar de estar situadas en un mismo espacio físico han sido distribuidas de manera independiente, con la finalidad de ofrecer un mayor crecimiento para las mismas, así como desplegar aplicaciones temporales sobre esa porción de la red.

Debido a las dimensiones del área de construcción del centro comercial se ha definido varios cuartos de telecomunicaciones por piso, en los cuales se concentra distintas cantidades de puntos de red.

Se realizó una distribución por pisos, englobando los locales del centro comercial. De igual forma, se designó cuartos de telecomunicaciones específicos para las unidades de negocio como son: el centro de negocios, salón de convenciones, cines, teatro y centro de educación.

La idea de ofrecer este esquema segmentado para las unidades, busca explotar estas localidades tecnológicamente, ya que se contempla que las mismas de acuerdo a su funcionalidad, tengan una expansión acelerada.

En la Tabla 2.6, se muestra la cantidad de puntos de red necesarios para dar acceso a los terminales de usuario distribuidos alrededor del centro. Con el objetivo de abastecer de servicios tecnológicos de punta al centro, se debe considerar un porcentaje de crecimiento en función de la visión del centro comercial.

Dentro del esquema de diseño se deberá incluir, además, los puntos de red necesarios para el despliegue de redes inalámbricas de área local en zonas abiertas, así como los necesarios para incorporar a la red los terminales de distribución de contenido.

PLANTA	AMBIENTE	CTO DE TELECOMUNICACIONES	# PTOS DE RED
SUBSUELO 6	PARQUEADEROS	CT-SS6-R1	22
		CT-SS6-R2	17
		CT-SS6-R3	23
<b>SUBTOTAL 1</b>			<b>62</b>
SUBSUELO 5	PARQUEADEROS	CT-SS5-R1	19
		CT-SS5-R2	21
		CT-SS5-R3	22
<b>SUBTOTAL 2</b>			<b>62</b>
SUBSUELO 4	PARQUEADEROS	CT-SS4-R1	21
		CT-SS4-R2	20
		CT-SS4-R3	21
<b>SUBTOTAL 3</b>			<b>62</b>
SUBSUELO 3	LOCALES COMERCIALES	CT-SS3-R1	46
		CT-SS3-R2	44
		CT-SS3-R3	43
<b>SUBTOTAL 4</b>			<b>133</b>
SUBSUELO 2	LOCALES COMERCIALES	CT-SS2-R1	57
		CT-SS2-R1	56
<b>SUBTOTAL 5</b>			<b>113</b>
SUBSUELO 1	SALÓN DE CONVENCIONES	CT-SS1-R1	116
		CT-SS1-R2	70
	CENTRO DE NEGOCIOS	CT-SS1-R3	118
<b>SUBTOTAL 6</b>			<b>304</b>
PLANTA BAJA	CINES	CT-PB-R1	51
	LOCALES COMERCIALES	CT-PB-R2	77
		CT-PB-R3	100
		CT-PB-R4	35
<b>SUBTOTAL 7</b>			<b>263</b>
PISO 1	LOCALES COMERCIALES	CT-P1-R1	50
	CINES	CT-P1-R2	54
<b>SUBTOTAL 8</b>			<b>104</b>
PISO 2	OFICINAS DE ADMINISTRACIÓN	CT-P2-R1	79
	CENTRO EDUCATIVO	CT-P2-R2	126
<b>SUBTOTAL 9</b>			<b>205</b>
PISO 3	TEATRO	CT-P3-R1	43
<b>SUTOTAL 10</b>			<b>43</b>
<b>TOTAL PUNTOS DE RED</b>			<b>1351</b>

**Tabla 2.6 Distribución de Puntos de Red<sup>41</sup>**

<sup>41</sup> La información presentada en la Tabla 2.5 fue proporcionada por el cliente final.

El centro comercial dotará de la infraestructura pasiva (cableado de acceso en cobre UTP categoría 6 y de *backbone* en fibra óptica multimodo OM3), en función del diseño de red a desarrollarse en el capítulo 3, el diseño pasivo no está contemplado dentro del desarrollo del presente proyecto de titulación.

## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO DE LA RED TRANSPORTE Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

El presente desarrollo contempla todas las fases de diseño de un sistema de distribución de contenido multimedia para un complejo comercial. El objetivo principal es ofrecer contenido multimedia a través de distintos tipos de terminales en las instalaciones del complejo, permitiendo además un esquema de interacción entre el contenido y los visitantes al complejo. El sistema vislumbra la utilización de una plataforma de red a ser diseñada, la cual además de ofrecer contenido multimedia, debe permitir establecer un canal de comunicaciones sobre el cual se puedan implementar y ofrecer servicios de datos, telefonía, etc.

En general, un sistema de distribución de contenido se entiende como el conjunto de componentes de hardware y software que permiten el almacenamiento, distribución y publicación de contenido multimedia. No obstante, para efectos de diseño es conveniente subdividir al sistema en tres bloques de propósito general, lo cual se encuentra detallado en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Bloques del Sistema de Distribución de Contenidos.

De acuerdo al esquema propuesto en la Figura 3.1, cada bloque describe una funcionalidad en particular. Dichos bloques no se encuentran aislados, interactúan entre sí; y es precisamente dicha interacción el propósito de los siguientes apartados, en conjunto con la caracterización de cada uno de los subsistemas y sus respectivos criterios de diseño.

- **Subsistema de Gestión, Publicación y Distribución de Contenido:** Es aquel que maneja el contenido, de tal forma que el mismo pueda ser almacenado, organizado, codificado y transmitido. Maneja un esquema para gestionar las peticiones de manera centralizada y así, ser eficiente en la entrega de contenido al usuario final.

Las funciones de este subsistema deben ser diferenciadas en base al propósito que cumplirán; para lo cual se utilizará los conceptos de *frontend* que corresponde a los servicios necesarios para la presentación del contenido al usuario final, y *backend* que implica todo el ciclo de funcionamiento interno del subsistema como lo es la gestión de contenido.

- **Red de Transporte de Contenido:** Constituye una infraestructura de comunicaciones convergente, sobre la cual se despliegan los servicios y aplicaciones que permiten la distribución de contenido multimedia además de permitir acceso a Internet.
- **Subsistema de Administración:** Es aquel encargado de la gestión de usuarios, perfiles, servicios y aplicaciones. Permite una gestión centralizada de los componentes del sistema, optimizando los recursos de los mismos, permitiendo tener visibilidad de rendimiento del sistema tanto en tiempo real como para la generación de reportes históricos.

### 3.2 ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA [6]

Al momento de estructurar el sistema, la primera decisión de peso es definir el mecanismo de interacción de los bloques de propósito específico. En este sentido, el presente desarrollo considera la utilización de la red de comunicaciones, permitiendo así brindar las características necesarias, de tal manera que la entrega de contenido se realice de forma eficiente, sin pérdidas, ni alteraciones.

Una vez escogido el mecanismo de interacción de los bloques, se debe precisar la dinámica del sistema, es decir, la cadena de procedimientos entre el usuario final y el contenido.

Si se considera como punto de partida el usuario final, se puede identificar que el sistema se encuentra conformado por dos aplicaciones que definen son sus componentes: aplicación web y aplicación de distribución de contenido multimedia.

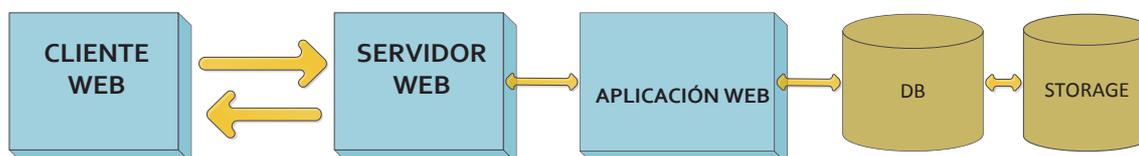


Figura 3.2 Aplicación Web [6]

La aplicación web referenciada en la Figura 3.2, se encarga de la entrega de contenido web y multimedia al usuario final. Esta función es realizada mediante la utilización de un servidor web, y el manejo de datos y contenido que se obtienen de una base de datos estructurada, alojada en un esquema de almacenamiento.

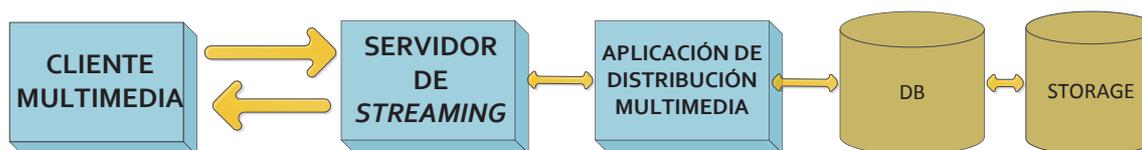
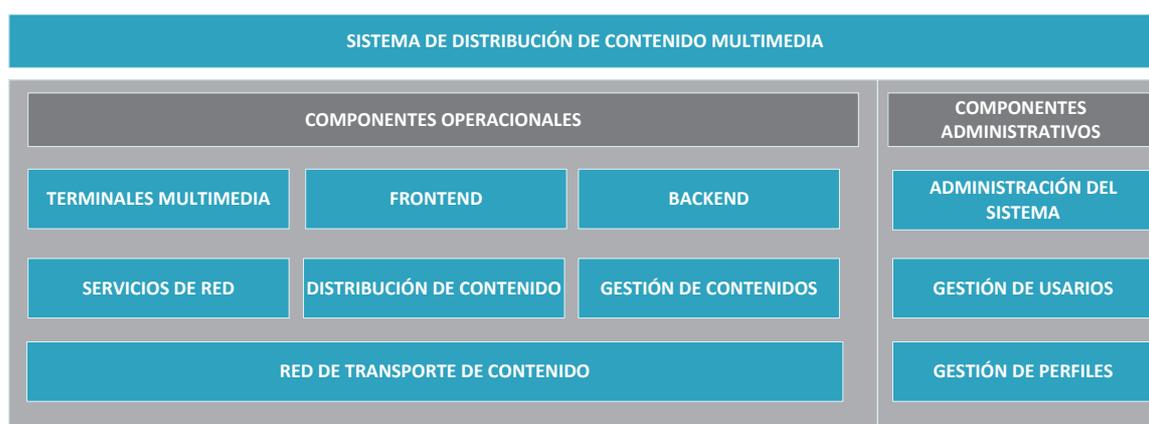


Figura 3.3 Aplicación de Distribución de Contenido Multimedia [6]

La aplicación de distribución de contenido multimedia, que se muestra en la Figura 3.3, se encarga de gestionar y trasladar el contenido como un flujo ordenado de datos desde un esquema de almacenamiento hacia el cliente final. El presente desarrollo aborda el diseño de los componentes de éstas aplicaciones, tanto desde una perspectiva operacional como administrativa, lo que se ilustra en la Figura 3.4



**Figura 3.4 Bloques Administrativos y Operacionales del Sistema.**

El diseño de los componentes debe estar orientado en función de una estructura que permita especificar su funcionamiento, por esta razón se consideran cinco elementos detallados en la Tabla 3.1.

Característica	Descripción
Concepto	Idea de diseño de cómo el producto debe ser y hacer, es decir su objetivo y propósito.
Función	Métodos necesarios para cumplir con el propósito y el uso previsto del concepto de diseño.
Estructura	Disposición y organización de las funciones y contenidos. La estructura puede ser plana o profunda, jerárquica, en red, lineal o circular.
Interacción	Es la forma en que el usuario utiliza la estructura, para acceder o manipular contenido y cumplir con el uso previsto.
Presentación	Es la mirada y la sensación del servicio. Esto es lo que satisface los sentidos del usuario y lo que debe ser interpretado en la situación de uso. Es la interfaz gráfica de usuario. Las cuestiones de estilo y el diseño son importantes aquí.

**Tabla 3.1 Criterios de Diseño de Servicios [29]**

Conforme a los componentes descritos como parte del sistema, es necesario puntualizar las características generales que deben cumplir cada uno de ellos. Dichas características constituirán los criterios de diseño generales, que se exponen en la Tabla 3.2.

Características	Descripción
Alta Disponibilidad	Proporcionar al sistema de un esquema de funcionamiento continuo, ya sea a nivel de red, almacenamiento y distribución de contenido.
Redundancia	Proporcionar al sistema de un esquema tolerante a fallos, es decir variedad de rutas y dispositivos con respecto a red, sistema de <i>mirrors</i> y <i>backups</i> de almacenamiento y la utilización de clústers a nivel de servicios.
Escalabilidad	Proporciona al sistema la habilidad de reaccionar y adaptarse frente a un crecimiento continuo.
Integridad	Garantiza que el sistema entregue el contenido sin alteración, pérdida o destrucción desde su origen hasta el usuario

**Tabla 3.2 Criterios de Diseño Generales [11]**

Los criterios presentados anteriormente son considerados para cada componente del sistema. De este modo, las aplicaciones y el almacenamiento serán diseñados sobre una plataforma de virtualización; y la red de transporte de contenido considerará tanto protocolos como nuevas tecnologías para mantener estos criterios dentro del sistema.

### 3.3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En el presente diseño, se presenta un resumen de los requerimientos del sistema tanto a nivel de usuarios como de recursos. Se realiza la definición de métricas para cada subsistema con el objetivo de evaluar los parámetros a ser dimensionados, la descripción de los componentes de cada subsistema y el adecuado escogimiento de la plataforma.

### 3.3.1 PLANIFICACIÓN DEL DISEÑO

La planificación del diseño define los objetivos del proyecto y establece los procedimientos para alcanzarlo; los cuales seguirán una estructura lógica con el propósito de satisfacer los requerimientos del sistema.

#### 3.3.1.1 Requerimientos

En base a lo expuesto en el Capítulo 2, se presenta en resumen los requerimientos del presente sistema, se determina la cantidad de usuarios en base a dos puntos de vista, expuestos en la sección 2.4.

- Usuarios del Sistema

Se muestra los usuarios del sistema desde el punto de vista de la interacción la cual depende del terminal de acceso al sistema en conjunto con la aplicación a la cual accede.

Interacción	Usuario	Cantidad
Visual	Pantallas	55
Web	Fijo	401
	Móvil	625

**Tabla 3.3 Usuarios del Sistema en base a Interacción**

La Tabla 3.3, muestra el número de usuarios de las dos aplicaciones por las que se encuentra conformado el sistema.

Se consideran usuarios de la aplicación web a los que utilizan dispositivos fijos (computador de escritorio o portátil) y móviles (Teléfonos Inteligentes, tabletas y computador portátil).

$$Usuarios_{Web} = Usuarios_{Fijos} + Usuarios_{Móviles}$$

**Ecuación 3.1**

$$Usuarios_{Web} = 401 + 625$$

$$Usuarios_{Web} = 1.026$$

Por otro lado, se considera usuarios de la aplicación de distribución de contenido multimedia a las pantallas y a los usuarios de la interacción web. Éstos últimos, reciben *streaming* de contenido sobre portal web.

$$Usuarios_{Multimedia} = Pantallas + Usuarios_{Web} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$Usuarios_{Multimedia} = 55 + 1.026$$

$$Usuarios_{Multimedia} = 1.081$$

En base a lo expuesto, es importante entender el criterio que combina la interacción del terminal sobre la aplicación, es decir que cada aplicación debe ser diseñada de acuerdo a la cantidad de usuarios que interactuarán en la misma, la Tabla 3.4 muestra la cantidad total de usuario por aplicación en función de la interacción.

Aplicación	Usuarios / Interacción
Web	1.026
Distribución de Contenido Multimedia	1.081

**Tabla 3.4. Usuarios del Sistema por Aplicación**

### 3.3.1.2 Métricas

A continuación se establecen los parámetros para realizar el dimensionamiento de cada componente de acuerdo a dos perspectivas: usuario y sistema. Posteriormente, estos parámetros permitirán determinar la viabilidad técnica de cada componente.

- **Desde el punto de vista del Usuario:** Se debe tomar en cuenta el tiempo de respuesta de la aplicación web y de la distribución del contenido multimedia. Asimismo, se debe considerar la calidad de la experiencia al momento de interactuar con las aplicaciones.
- **Desde el punto de vista del Sistema:** Se evalúan parámetros objetivos tales como los recursos de almacenamiento, procesamiento y memoria de cada uno

de los subsistemas. De acuerdo a estos valores se podrá determinar el requerimiento físico del sistema, así, como la utilización de cada uno de los subsistemas.

### **3.4 VIRTUALIZACIÓN DEL SISTEMA**

El lineamiento general del sistema es cumplir con los criterios descritos en la Tabla 3.2. Para ello, se plantea la utilización de una plataforma de virtualización<sup>42</sup> para el funcionamiento de los servicios y aplicaciones. A continuación, se revisan brevemente una serie de pautas para el diseño de la plataforma virtual.

#### **3.4.1 CRITERIOS DE VIRTUALIZACIÓN [31]**

Las plataformas y tecnologías de virtualización pueden ser analizadas a partir de dos grandes funcionalidades:

- Virtualización de plataforma
- Virtualización de recursos

##### **3.4.1.1 Virtualización de plataforma [30] [31]**

Tiene como objetivo la creación de una máquina virtual<sup>43</sup> utilizando una combinación de hardware y software. La virtualización de plataforma es llevada a cabo en hardware mediante un software anfitrión que simula un entorno computacional (*máquina virtual*) para su software “visitante” (ver Figura 3.5).

---

<sup>42</sup> Virtualización.- Abstracción de recursos de una computadora, su objetivo es la creación de una interfaz externa entre el hardware y el sistema operativo de la máquina virtual.

<sup>43</sup> Máquina virtual.- Contenedor de software aislado que puede correr con su propio sistema operativo y sus aplicaciones como si fuera una computadora física independiente.

Este software “visitante”, que generalmente es un sistema operativo completo, corre como si estuviera instalado en una plataforma de hardware autónoma. Por lo general, las máquinas virtuales son simuladas en una máquina física dada.



**Figura 3.5 Virtualización de Plataforma [32]**

Para que el sistema operativo “visitante” funcione, la simulación debe ser lo suficientemente robusta como para soportar todas las interfaces de los sistemas externos, las cuales pueden incluir los *drivers* de hardware.

Existen muchos enfoques sobre virtualización de plataforma, listados en la Tabla 3.5, los cuales permitirán determinar el esquema adecuado en función de las características propias de cada desarrollo, además considerando todas las posibilidades de implementación de acuerdo al requerimiento.

Tiene vital importancia el determinar adecuadamente la plataforma de virtualización, ya que sobre la misma se desplegarán todos los servicios a ser diseñados, y por tal razón la misma deberá considerar esquemas de recuperación ante fallos, redundancia y alta disponibilidad, cumpliendo con los criterios de diseño generales. Esta plataforma deberá considerar también flexibilidad de crecimiento, así, como de administración, permitiendo reducir costos operativos en la gestión de la misma.

Enfoque	Característica
Emulación o Simulación	La máquina virtual simula un hardware completo, admitiendo un sistema operativo invitado sin modificación, para una CPU completamente diferente. Este enfoque fue muy utilizado para permitir la creación de software para nuevos procesadores antes de que estuvieran físicamente disponibles.
Virtualización Nativa	La máquina virtual simula el hardware suficiente para permitir que un sistema operativo “visitante” corra de forma aislada.
Virtualización Parcial	La máquina virtual simula múltiples instancias del entorno subyacente del hardware, particularmente <i>address spaces</i> . Este entorno admite compartir recursos y aislar procesos, pero no permite instancias separadas de sistemas operativos “visitante”.
Paravirtualización	La máquina virtual no necesariamente simula un hardware, en cambio ofrece un API <sup>44</sup> especial que solo puede usarse mediante la modificación del sistema operativo “visitante”.
Virtualización a nivel de sistema operativo	Virtualizar un servidor físico a nivel del sistema operativo permitiendo correr múltiples servidores virtuales aislados y seguros, en un solo servidor físico. El entorno del sistema operativo virtualizado comparte el mismo sistema operativo que el del sistema “anfitrión” (el mismo kernel del sistema operativo es usado para implementar el entorno del “visitante”). Las aplicaciones que corren en un entorno “visitante” dado, se ve como un sistema autónomo.
Virtualización de aplicaciones	Localmente, usando los recursos locales, en una máquina virtual apropiada. Esto contrasta con correr la aplicación como un software local convencional (software que fueron “instalados” en el sistema). Semejantes aplicaciones virtuales corren en un pequeño entorno virtual que contienen los componentes necesarios para ejecutar, como entradas de registros, archivos, entornos variables, elementos de uso de interfaces y objetos globales. Este entorno virtual actúa como una capa entre la aplicación y el sistema operativo, y elimina los conflictos entre aplicaciones y sistema operativo.

**Tabla 3.5 Enfoques Varios de Virtualización de Plataforma [31]**

### 3.4.1.2 Virtualización de recursos

La virtualización de recursos se define como la capacidad agrupar varios dispositivos para que sean vistos como uno solo, o dividir un recurso en múltiples recursos independientes. Es común que este tipo de virtualización se aplique a medios de almacenamiento, recursos de red, etc.

<sup>44</sup> API (*Application Programming Interface*).- Conjunto de procedimientos y funciones que permiten la abstracción de recursos para la programación.

En función del objetivo existen varias formas de virtualizar recursos, las cuales se anotan en la Tabla 3.6.

Enfoque	Característica
Agregación de Enlace	Hace referencia a las interfaces de red del servidor para trabajar múltiples enlaces combinados ofreciendo un enlace único y con mayor ancho de banda.
Sistemas de computación multiprocesador y multi-núcleo	Sistema que presenta lo que aparece como un procesador único, rápido e independiente.
Clúster, <i>grid computing</i> y servidores virtuales	Usan las tecnologías anteriormente mencionadas para combinar múltiples y diferentes computadoras en una gran meta-computadora.
Particionamiento	Es la división de un solo recurso (generalmente grande), como en espacio de disco o ancho de banda de la red, en un número más pequeño y con recursos del mismo tipo más fáciles de utilizar.
Encapsulación	Es el ocultamiento de los recursos complejos mediante la creación de un interfaz simple. Por ejemplo, muchas veces CPUs incorporan memoria caché para mejorar el rendimiento, pero estos elementos no son reflejados en su interfaz virtual externa. Interfaces virtuales similares que ocultan implementaciones complejas se encuentran en los discos, módems, <i>routers</i> y otros dispositivos

**Tabla 3.6 Virtualización de Recursos [31]**

Para el presente diseño, se utiliza un esquema de virtualización de plataforma nativa, con la finalidad de brindar una infraestructura independiente para cada aplicación y servicio del sistema, pero a la vez centralizada, administrable y escalable.

### 3.4.2 ESQUEMA VIRTUAL DEL SISTEMA

Bajo los conceptos de la virtualización nativa, la plataforma está compuesta por tres partes: servidor físico, hipervisor y máquinas virtuales como se detalla en la Figura 3.6. A continuación, se definen de manera general los componentes de la plataforma de virtualización. Posteriormente, después de dimensionar cada servicio del sistema se podrá obtener un dimensionamiento objetivo de cada uno de estos componentes.

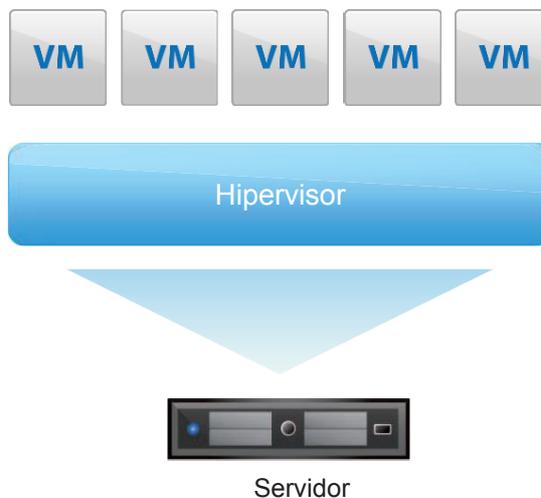


Figura 3.6 Componentes de la Plataforma de Virtualización

- **Máquina Virtual**

Es importante escoger las máquinas virtuales que se implementarán sobre el hipervisor. Éstas se seleccionan en función del sistema operativo que permita implementar el servicio necesario para generar el componente del sistema general.

La Tabla 3.7, muestra las características primordiales de los distintos sistemas operativos, las mismas que deberán tomarse en cuenta para el diseño.

	Características	Distribuciones	Ventajas	Desventajas
Windows	Integración sencilla de servicios de correo: - Exchange - SQL Server - IIS - .NET	- Windows Server 2003 - Windows Server 2008 - Windows Server 2012	- Interfaz de manejo, configuración y administración amigable e intuitiva  - Basta existencia de personal capacitado para dar soporte	Deficiente seguridad y rendimiento.
Linux	Entornos de instalación y uso más flexibles, dotan de una solución completa en niveles de hardware y software.	- Red Hat - S.U.S.E - Ubuntu Server	Posibilidad de implementar distintas distribuciones de propósito efectivo	A pesar de los bajos niveles de integración, son óptimos, y fácilmente escalables.

Tabla 3.7 Comparativa entre Sistemas Operativos.

Comparando las áreas clave del sistema operativo se determina que **Linux** es la mejor opción para implementar servicios de alta concurrencia, ya que brinda seguridad, rentabilidad, estabilidad y flexibilidad máxima de configuración. Por otro lado, **Windows** va a la vanguardia de interfaces amigables e intuitivas y será más adecuado para donde no se realizan funciones críticas.

Debido a la flexibilidad que supone el uso de sistemas operativos de código abierto, se tomará en cuenta la distribución de Linux Ubuntu, para permitir desplegar la mayoría de servicios del sistema, mientras que se ocupará la plataforma de Windows solamente para componentes de propósito específico que utilizan esta plataforma.

- **Hipervisor [33]**

A fin de escoger un hipervisor adecuado para el desarrollo, es necesario identificar cuáles son las características que están alineadas a los criterios de diseño del sistema. Entre las más relevantes se encuentran:

- Soporte a las funciones de red, como VLAN *tagging* (802.1q) y Agregación de enlaces (802.3ad).
- Soporte para migración en caliente sin interrupción del servicio.
- Soporte a las funciones de almacenamiento integradas.
- Alto Rendimiento.
- Escalabilidad.
- Integración con herramientas de gestión.
- Integración con soluciones empresariales de *backups*.
- Alta disponibilidad.
- Soporte para máquinas virtuales de múltiples procesadores.
- Soporte para máquinas virtuales con gran capacidad de memoria.
- Administración con consola cliente y web.

- **Servidor**

El servidor físico sobre el cual se levanta una plataforma de virtualización debe cumplir con características específicas de hardware, la cuales se listan a continuación.

- **Almacenamiento:** Hace referencia al arreglo de discos duros que debe tener el servidor para que las máquinas virtuales puedan funcionar sobre él. El Hipervisor instancia<sup>45</sup> discos virtuales de tres tipos (*thin*<sup>46</sup>, *thick lazy zeroed*<sup>47</sup>, *thick eager zeroed*<sup>48</sup>) dependiendo de la naturaleza de la máquina virtual. Se recomienda un aprovisionamiento de disco tipo *thin* para servicios de almacenamiento y *hosting*, y tipo *thick eager zeroed* para servicios y aplicaciones en tiempo real. El arreglo de discos duros permite redundancia y alta disponibilidad según lo requiera el sistema.
- **Memoria RAM:** Arreglo de memorias que debe tener el servidor para permitir la ejecución de las máquinas virtuales sobre él. Se debe considerar tanto la memoria RAM que requiere cada máquina virtual así como la memoria RAM para la ejecución del Hipervisor.
- **Procesador:** Conjunto de procesadores necesarios para el desempeño de las máquinas virtuales. Cada máquina virtual tiene un requerimiento de vCPUs<sup>49</sup> o núcleos de procesamiento; en función de satisfacer los procesos y peticiones del servicio que ejecutan.

---

<sup>45</sup> Instanciar.- significa crear objetos de diferentes clases; en este caso un disco duro virtual.

<sup>46</sup> *Thin*.- Aprovisionamiento de disco duro virtual mediante el cual el espacio de almacenamiento se va creando conforme la máquina virtual necesita. Muy útil para aplicaciones de almacenamiento y *hosting*.

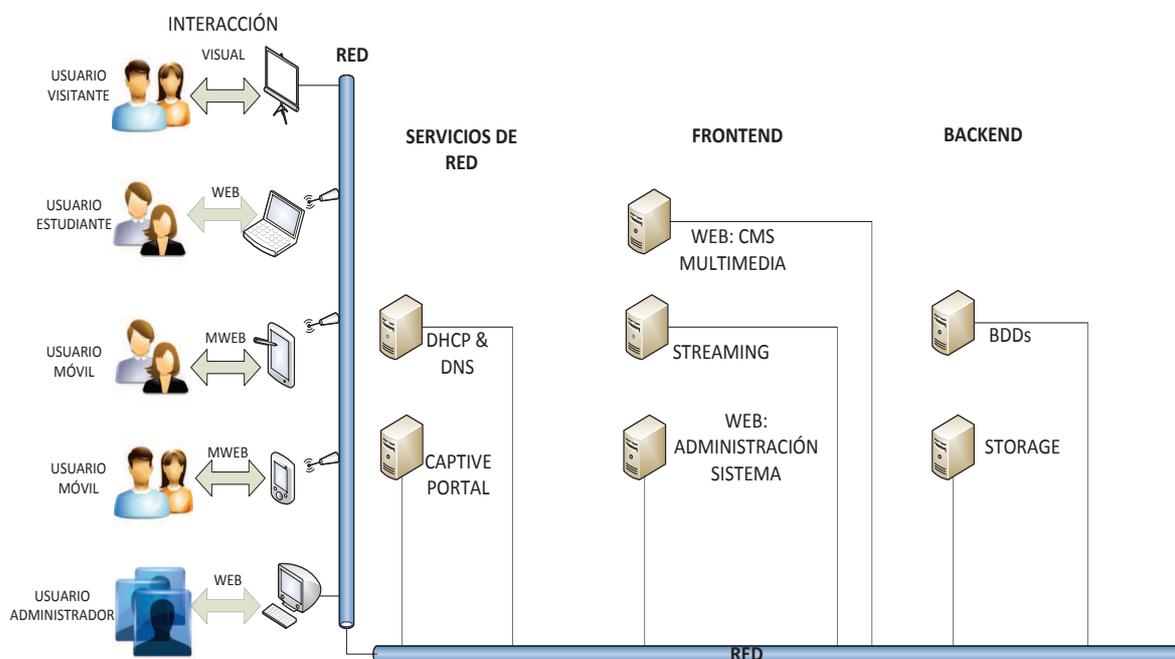
<sup>47</sup> *Thick Lazy Zeroed*.- Aprovisionamiento de disco duro virtual, en el cual se crea todo el espacio de almacenamiento requerido, pero el disco no es borrado, hasta que la máquina virtual arranque.

<sup>48</sup> *Thick Eager Zeroed*.- Aprovisionamiento de disco duro virtual, en el cual se crea todo el espacio de almacenamiento requerido y se borra el disco para su uso.

<sup>49</sup> vCPU *Virtual CPU*.- Hace referencia a procesadores virtuales, estos funcionan como núcleos lógicos de procesamiento dentro de los CPUs físicos.

### 3.4.2.1 Detalle de Virtualización del Sistema

En la Figura 3.7 se presentan servicios del sistema.



**Figura 3.7 Esquema de Servicios a Virtualizar**

Cuando se desea diseñar la virtualización de un sistema, se debe tener en cuenta cada uno de sus componentes. En el presente sistema se desea virtualizar los servicios para garantizar alta disponibilidad, escalabilidad e interoperabilidad.

En el ambiente cliente-servidor es necesario determinar el número de usuarios que van a ser soportados en el sistema, lo que incide tanto en el requerimiento de virtualización como en el requerimiento de hardware final. Esta determinación se la realiza en base a los distintos tipos de usuarios y lo que cada uno de ellos realiza. Además, se considera la capacidad del sistema de almacenamiento y la forma en que se utilizan los recursos de cada uno de los servidores.

En los siguientes apartados, se realizará el diseño de funcionalidad y el dimensionamiento de recursos de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de determinar los valores necesarios para el dimensionamiento de la plataforma de virtualización.

### 3.5 DISEÑO DEL BLOQUE DE SERVICIOS DE RED

Los servicios de red, permiten que los usuarios puedan identificarse y comunicarse, para acceder tanto al servicio de distribución de contenido multimedia como al servicio web. Los servicios de red a considerarse para el presente sistema son los siguientes:

- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- DNS (*Domain Name System*)

Para determinar los parámetros de virtualización de cada uno de los servicios mencionados se utiliza un servidor de prueba con las características de la Tabla 3.8.

Servidor de Prueba para Servicios de Red	
<b>Sistema Operativo</b>	Ubuntu 12.04
<b>Disco Duro</b>	8 GB
<b>Memoria RAM</b>	512 MB
<b># de vCPUs</b>	1
<b>Software para servidor DHCP</b>	isc-dhcp server
<b>Software para servidor DNS</b>	Bind9

Tabla 3.8 Características del Servidor de Prueba<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Valores por defecto para una máquina virtual con Ubuntu en Oracle Virtual Box

### 3.5.1 DHCP [33]

El servicio DHCP permite entregar de manera dinámica, información de red a los dispositivos que acceden al sistema, para que estos puedan comunicarse con los servicios y demás dispositivos. Cuando se planifica este servicio se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Topología de la Red IP
- Planificación de ámbitos (espacios de direccionamiento)
- Almacenamiento de la información de configuración de red
- Utilización de memoria del servicio

Con respecto a la topología de red, cabe mencionar que el presente apartado no desarrolla el direccionamiento IP del sistema, el mismo será definido bajo el esquema de VLANs de la red de comunicaciones en una sección posterior. Sin embargo, la planificación del servicio tomará en cuenta las características de los segmentos de direccionamiento IP que se requiera.

Con respecto a la planificación de los ámbitos de red, para el presente sistema, se considera 12 ámbitos, dos por cada unidad de negocio del sistema, en función de los usuarios definidos en la sección 2.4. Cada ámbito, especifica por lo menos los siguientes parámetros:

- Dirección de Red
- Máscara de Red
- Puerta de Enlace
- Dirección del Servicio DNS
- Direcciones Excluidas del Ámbito DHCP
- Tiempo de *leasing* o arriendo de la dirección IP

En la Tabla 3.9 se puede revisar la distribución propuesta.

Unidad de Negocio	Tipo de Usuario	Ámbito
Locales Comerciales	Fijo	DHCP_LC_FIJO
	Móvil	DHCP_LC_MOVIL
Centro de Negocios	Fijo	DHCP_CN_FIJO
	Móvil	DHCP_CN_MOVIL
Centro de Convenciones	Fijo	DHCP_CC_FIJO
	Móvil	DHCP_CC_MOVIL
Cines	Fijo	DHCP_CI_FIJO
	Móvil	DHCP_CI_MOVIL
Teatro	Fijo	DHCP_TE_FIJO
	Móvil	DHCP_TE_MOVIL
Centro Educativo	Fijo	DHCP_CE_FIJO
	Móvil	DHCP_CE_MOVIL

**Tabla 3.9 Ámbitos DHCP del Sistema**

Con respecto a la información de red que se configura en cada ámbito, la misma puede ser almacenada en formato binario<sup>51</sup>, base de datos de directorio o en archivos de texto<sup>52</sup>.

Tanto en el servidor de prueba, como para el diseño en general, se selecciona la utilización de archivos de texto para el almacenamiento de la información de configuración de cada ámbito; debido a que el tamaño de la implementación no superará los 10.000 usuarios, debido a la estimación contemplada en el Capítulo 2. [35]

El servicio DHCP maneja dos ficheros de configuración para la ejecución del servicio, los cuales se detallan en la Tabla 3.10.

<sup>51</sup> Se recomienda utilizar formato binario para la implementación de un servidor DHCP para escenarios de alta densidad de usuarios.

<sup>52</sup> Se recomienda utilizar formato de archivos de texto para la implementación de un servidor DHCP de baja gama, esto quiere decir cuando se tiene menos de 10.000 clientes.

Nombre de Fichero de Configuración	Directorio	Función
dhcpd.conf	/etc/dhcp/	Almacena las configuraciones de los ámbitos DHCP del servidor
dhcpd.leases	/var/lib/	Almacena el listado de entrega de información de red a los usuarios

**Tabla 3.10 Ficheros de Configuración [34]**

El servicio DHCP, lee el fichero de configuración **/etc/dhcp/dhcpd.conf** solo al iniciarse el servicio.

Mientras el servicio se encuentre ejecutándose, no se pueden realizar modificaciones a la configuración, si se necesita variar la misma, implicaría el reinicio del servicio y por ende una reasignación de memoria en disco.

Para el servidor de prueba, con dos ámbitos DHCP configurados el fichero **/etc/dhcp/dhcpd.conf** tiene un tamaño en disco, obtenido utilizando la sentencia de comandos referenciada en la Tabla 3.11.

Comando	Descripción
<b>du -abh /etc/dhcp/</b>	Obtener el espacio en disco del directorio <b>/etc/dhcp</b> y sus componentes

**Tabla 3.11 Obtención de espacio en disco para el fichero dhcpd.conf**

La Figura 3.8, muestra el espacio en disco que utiliza el guion de configuración **dhcpd.conf**, tamaño que corresponde a 717 bytes.

```

root@ns1:/var# du -abh /etc/dhcp/
1.8K  /etc/dhcp/dhclient.conf
1.4K  /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d/debug
1.4K  /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d/rfc3442-classless-routes
806   /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d/ntpdate
7.5K  /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d
717   /etc/dhcp/dhcpd.conf
2.8K  /etc/dhcp/dhclient-enter-hooks.d/resolvconf
1.4K  /etc/dhcp/dhclient-enter-hooks.d/debug
8.2K  /etc/dhcp/dhclient-enter-hooks.d
3.6K  /etc/dhcp/dhcpd.conf.original
26K   /etc/dhcp/

```

Figura 3.8 Espacio en disco del dhcpd.conf

De igual manera, los datos que maneja el fichero `/var/lib/dhcp/dhcpd.leases`, corresponden a la información de red entregada a cada usuario; con la sentencia de comandos de la Tabla 3.12, se obtiene su espacio en disco.

Comando	Descripción
<code>du -abh /var/lib/dhcp</code>	Obtener el espacio en disco del directorio <code>/var/lib/dhcp</code> y sus componentes

Tabla 3.12 Obtención de espacio en disco para el fichero dhcpd.leases

```

root@ns1:/var# du -abh /var/lib/dhcp/
992   /var/lib/dhcp/dhclient.eth1.leases
1.2K  /var/lib/dhcp/dhcpd.leases
0     /var/lib/dhcp/dhclient.leases
1.2K  /var/lib/dhcp/dhcpd.leases~
993   /var/lib/dhcp/dhclient.eth0.leases
8.2K  /var/lib/dhcp/

```

Figura 3.9 Espacio en disco del dhcpd.leases

Como se puede evidenciar en la Figura 3.9, el fichero ocupa 1.2 KB en disco. Tomando en cuenta, que el servidor de prueba maneja dos ámbitos, que pueden configurar 253<sup>53</sup> usuarios cada uno, el servidor de prueba tendría 506 usuarios totales. En el escenario del sistema, se considera la creación de 12 ámbitos DHCP; por lo cual el número máximo estimado de usuarios sería de 3.036. En base a estas

<sup>53</sup> 254 usuarios se puede tener en una red con máscara de 24 bits, considerando que se excluye la dirección de red y la de *broadcast*, además se debe reservar una dirección para el *gateway*.

consideraciones el factor de escalamiento del servicio DHCP a nivel de fichero de configuración (FEA-DHCP) se calcula como se muestra a continuación.

$$FEA - DHCP = \frac{\text{Número máximo de usuarios}}{\text{Número máximo de usuarios servidor de prueba}} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

$$FEA - DHCP = \frac{3.036}{506} = 6$$

El factor de escalamiento del servicio DHCP para almacenamiento es de 6, con el cual se realiza la proyección para el servidor DHCP diseñado, como se observa en la Tabla 3.13.

Fichero	Tamaño en el Servidor de Prueba [Bytes]	Factor de Escalamiento	Proyección de Tamaño para el Servidor [Bytes]	Proyección de Tamaño para el Servidor [KB]
/etc/dhcp/dhcpd.conf	717	6	4.302	4,2
/var/lib/dhcp/dhcpd.leases	1.228,8	6	7.372,8	7,2

Tabla 3.13 Detalle de almacenamiento

Una vez revisado el recurso de virtualización **espacio de almacenamiento** para el servicio DHCP, se toma en cuenta el espacio en memoria de ejecución (memoria RAM<sup>54</sup>). Mediante la línea de comandos indicada en la Tabla 3.14, se obtiene la memoria que consume cada proceso **dhcpd** en el servidor de prueba.

Comando	Descripción
<code>ps -yIC dhcpd --sort:rss</code>	Obtener la cantidad de memoria que utiliza el DHCP

Tabla 3.14 Obtención de memoria que utiliza el servidor DHCP

<sup>54</sup> RAM (*Random Access Memory*).- Memoria de acceso aleatorio, en donde se ejecutan los procesos necesarios para el funcionamiento de un servicio.

```

root@ns1:/etc/dhcp# ps -ylC dhcpd --sort:rss
S  UID  PID  PPID  C  PRI  NI   RSS   SZ  WCHAN  TTY          TIME CMD
S  105  601    1    0   80   0  2832  1229 poll_s ?           00:00:00 dhcpd

```

**Figura 3.10 Procesos en memoria del servidor DHCP**

Como se puede observar en la Figura 3.10, el valor de memoria del proceso de **dhcpd** en ejecución obtenida de la columna de RSS<sup>55</sup> es de 2.832 KB, con lo cual se plantea el cálculo de los usuarios concurrentes a ser soportados en función de los parámetros del servidor de prueba, en este caso la memoria asignada de 512 MB la cual se ajusta por motivos de cálculo con el factor de conversión  $f_{KM}$ <sup>56</sup> al valor de 524.288 KB.

$$\text{Número de usuarios concurrentes} = \frac{\text{Memoria asignada}}{\text{Valor de memoria en un proceso}}$$

**Ecuación 3.4**

$$\text{Número de usuarios concurrentes} = \frac{524.288KB}{2.832KB} = 185,12 \approx 185^{57} \text{ usuarios}$$

Es importante obtener un factor que permita solventar una escalabilidad adecuada, este relaciona el número máximo de usuarios con el número de usuarios concurrentes del servidor de prueba.

En base a la Tabla 3.3, se identificó 1026 usuarios con dispositivos terminales, por lo tanto, este valor será tomado como el valor de concurrencia máximo del sistema; gracias al cual se obtendrá el factor de escalamiento a nivel de memoria (FEM-DHCP).

$$FEM - DHCP = \frac{\text{Número de usuarios concurrentes sistema}}{\text{Número de usuarios concurrentes servidor de prueba}} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

$$FEM - DHCP = \frac{1.026}{185} = 5,54$$

<sup>55</sup> RSS (*Resident Set Size*).- Es la cantidad de Kilobytes que ocupa un proceso en memoria

<sup>56</sup> Factor de conversión  $f_{KM} = \frac{1024 KB}{1 MB}$

<sup>57</sup> Se aproxima al inmediato inferior, ya que se considera usuarios que utilicen procesos completos de DHCP

$$FEM - DHCP = 6^{58}$$

En base a estas consideraciones, se concluye que para el servicio DHCP, se utiliza un servidor con los requerimientos de virtualización de la Tabla 3.15, los cuales son calculados al multiplicar los requerimientos del servidor de prueba por un factor de 6.

Servicio DHCP	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Prueba	1	1,13 GHz	512 MB	1GB
Real	6	1,13 GHz	3GB	6GB

**Tabla 3.15 Requerimientos de Virtualización del Servidor DHCP**

En función del factor determinado, el valor de memoria es de 3 GB, mientras que el almacenamiento necesario es de 6 GB.

### 3.5.2 DNS [36]

El servicio DNS, permite la resolución de nombres en direcciones IP y viceversa para la comunicación dentro del sistema. La utilización de este esquema permite independizar el funcionamiento del sistema de las direcciones IP, y de esta forma garantizar un manejo más intuitivo por parte del usuario y mantener alta disponibilidad dentro del sistema.

Cuando se planifica este servicio, se debe tomar en cuenta el concepto de zonas de dominio. Habitualmente se maneja una zona de resolución directa (resolución de nombres en direcciones IP) y una zona de resolución inversa (resolución de direcciones IP en nombres).

En el caso más general, una entidad del mundo real utiliza un par de zonas (resolución directa e inversa) para publicar sus servicios al mundo mediante un

---

<sup>58</sup> Se aproxima al inmediato superior, con el objetivo de garantizar un porcentaje de escalamiento en el servicio.

nombre de dominio. Para el caso particular del sistema, cada unidad de negocio contará con un nombre de dominio para esta publicación de servicios. De esta forma, se planifica 6 zonas de resolución directa así como 6 zonas de resolución inversa. El detalle de esta planificación se muestra en la Tabla 3.16.

Unidad de Negocio	Nombre de Dominio/Zona Directa	Zona Reversa
Locales Comerciales	comercial.zeta-starmedia.com	rev.comercial.in-addr.arpa
Centro de Convenciones	expo.zeta-starmedia.com	rev.expo.in-addr.arpa
Centro de Negocios	negocios.zeta-starmedia.com	rev.negocios.in-addr.arpa
Cines	cines.zeta-starmedia.com	rev.cines.in-addr.arpa
Centro Educativo	edu.zeta-starmedia.com	rev.edu.in-addr.arpa
Teatro	teatro.zeta-starmedia.com	rev.teatro.in-addr.arpa

**Tabla 3.16 Zonas de Resolución DNS del Sistema**

En cada zona se define la resolución, mediante registros de DNS. Para el presente sistema, los registros de DNS a utilizarse en cada una de las zonas son los siguientes:

- **Registro de Dirección (A).**- Se utiliza para traducir nombres de servidores de *hosting*, a direcciones IPv4.
- **Registro de nombre canónico (CNAME).**- Se usa para crear nombres de servidores de *hosting* adicionales, o alias para los servidores de *hosting* de un dominio.
- **Registro de Servidor de Domino (NS).**- Define la asociación que existe entre un nombre de dominio y los servidores que almacenan la resolución de nombres de dominio.
- **Registro indicado (PTR).**- Registro inversos, traduce direcciones IP en nombres de dominio.

El servicio DNS, utilizado en el servidor de prueba es Bind9, el cual permitirá determinar los requerimientos reales para el entorno de diseño, es importante tomar

en cuenta los ficheros de configuración para la ejecución del servicio que se muestran en la Tabla 3.17.

Nombre de Fichero de Configuración	Directorio	Función
named.conf.default-zones	/etc/bind	Declaración de zonas por defecto
named.conf.local	/etc/bind	Fichero de configuración de zonas
named.conf	/etc/bind	Fichero de configuración principal
named.conf.options	/etc/bind	Opciones generales del servidor
zeta-starmedia.com.db	/etc/bind/zones	Fichero de resolución reversa
192.168.1.0.rev	var/lib/bind	Fichero de resolución directa
resolv.conf	/etc	Fichero que contiene la información de servidores de nombre

**Tabla 3.17 Ficheros de Configuración**

El servicio DNS, lee varios ficheros de configuración ubicados en diversos directorios como **/etc/bind**, **/etc/**, **/var/lib/bind**, utilizados en distintos momentos cuando se inicia el servicio y en su propio funcionamiento, es decir cuando se realiza una petición de resolución utiliza los diferentes ficheros dependiendo si es resolución de dirección IPv4 a nombre o viceversa.

Para el servidor de prueba, los ficheros referenciados anteriormente tienen un tamaño en disco, obtenido utilizando la sentencia de comandos referenciada en la Tabla 3.18.

Comando	Descripción
<b>du -abh /etc/bind/</b>	Obtener el espacio en disco del directorio <b>/etc/bind</b> y sus componentes

**Tabla 3.18 Obtención de espacio en disco para el servicio DNS**

La Figura 3. 11 muestra el espacio en disco que utilizan los guiones de configuración, en un total de 1.385 Bytes.

```

root@ns1:/var/lib/bind#
root@ns1:/var/lib/bind#
root@ns1:/var/lib/bind#
root@ns1:/var/lib/bind#
root@ns1:/var/lib/bind# du -abh /etc/bind
270  /etc/bind/db.local
490  /etc/bind/named.conf.default-zones
237  /etc/bind/db.0
2    /etc/bind/named.conf.local.save.1
2.4K /etc/bind/bind.keys
462  /etc/bind/named.conf.options.save
353  /etc/bind/db.empty
121  /etc/bind/named.conf.local.save
239  /etc/bind/named.conf.local
444  /etc/bind/zones/zeta-starmedia.com.db
4.5K /etc/bind/zones
3.0K /etc/bind/db.root
463  /etc/bind/named.conf
237  /etc/bind/db.255
1.3K /etc/bind/zones.rfc1918
271  /etc/bind/db.127
77   /etc/bind/rndc.key
193  /etc/bind/named.conf.options
19K  /etc/bind
root@ns1:/var/lib/bind#

```

Figura 3.11 Espacio en disco del fichero bind

De igual manera, los datos que maneja el fichero **/var/lib/bind**, corresponden a la información utilizada para la resolución directa e inversa; con la sentencia de comandos de la Tabla 3.19, se obtiene su espacio en disco.

Comando	Descripción
<b>du -abh /var/lib/bind</b>	Obtener el espacio en disco del directorio <b>/var/lib/bind</b> y sus componentes

Tabla 3.19 Obtención de espacio en disco para los ficheros de resolución DNS

```

root@ns1:/var# du -abh /var/lib/bind/
444  /var/lib/bind/zeta-starmedia.com.db
711  /var/lib/bind/192.168.1.0.rev
5.2K /var/lib/bind/

```

Figura 3.12 Espacio en disco de los archivos de resolución

Como se puede evidenciar en la Figura 3.12 el fichero ocupa 1.155 Bytes en disco.

El uso de disco del archivo **resolv.conf** que se encuentra en el directorio **/etc** se lo obtiene mediante la utilización de la sentencia mostrada en la Tabla 3.20.

Comando	Descripción
<code>du -abh /etc   grep resolv</code>	Obtener el espacio en disco del fichero <code>/etc/resolv.conf</code>

**Tabla 3.20** Obtención de espacio en disco del fichero `resolv.conf`

```

root@ns1:/etc# du -abh /etc | grep resolv
544  /etc/bash_completion.d/resolvconf
172  /etc/resolvconf/interface-order
50   /etc/resolvconf/resolv.conf.d/original
151  /etc/resolvconf/resolv.conf.d/head
0    /etc/resolvconf/resolv.conf.d/base
4.2K /etc/resolvconf/resolv.conf.d
5.0K /etc/resolvconf/update.d/libc
3.2K /etc/resolvconf/update.d/dnscache
13K  /etc/resolvconf/update.d
21K  /etc/resolvconf
29   /etc/resolv.conf

```

**Figura 3.13** Espacio en disco de `resolv.conf`

La Figura 3.13, muestra que el archivo `resolv.conf` ocupa 29 Bytes en espacio de disco, con lo cual y utilizando los datos de almacenamiento anteriormente expuesto se puede determinar la capacidad de almacenamiento total del servidor, como se muestra en la Tabla 3.21.

Nombre de Fichero de Configuración	Tamaño (Bytes)
<code>named.conf.default-zones</code>	490
<code>named.conf.local</code>	239
<code>named.conf</code>	463
<code>named.conf.options</code>	193
<code>zeta-starmedia.com.db</code>	444
<code>192.168.1.0.rev</code>	711
<code>resolv.conf</code>	29
<b>Espacio total en Disco</b>	<b>2.569</b>

**Tabla 3.21** Tamaño total utilizado en disco

Una vez revisado el espacio en almacenamiento que utiliza el servicio DNS, otro factor a tomar en cuenta para el dimensionamiento es la cantidad de memoria que utiliza este servicio por lo que se han utilizado pruebas de carga sobre el servidor en

la cuales se toman datos de la cantidad de memoria utilizada para el efecto. Se observa que la cantidad de memoria inicia con un valor fijo, el cual tiene pequeños incrementos dependiendo de la cantidad de consultas que se realicen hasta llegar a un valor estable. Como se puede observar en la Tabla 3.22 se obtiene la memoria que consume el proceso *named* en el servidor de prueba, mediante la serie de comandos mostrados.

Comando	Descripción
<code>ps -ylC named --sort:rss</code>	Obtener la cantidad de memoria que utiliza el DNS

Tabla 3.22 Obtención de memoria que utiliza el servidor DNS

Se ha utilizado el comando de forma repetitiva permitiendo observar el incremento paulatino del recurso de memoria utilizada, el mismo que se presenta a continuación en las Figuras 3.14, 3.15 y 3.16

```

user@ns1:~$ sudo su
[sudo] password for user:
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 15404 11879 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 15668 11944 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 15668 11944 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 15668 11944 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 15932 12009 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 16196 12074 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 16196 12074 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 16988 12269 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 16988 12269 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 17516 12399 rt_sig ? 00:00:00 named
root@ns1:/home/user# ps -ylC named --sort:rss
S UID PID PPID C PRI NI RSS SZ WCHAN TTY TIME CMD
S 104 921 1 0 80 0 17516 12399 rt_sig ? 00:00:00 named

```

Figura 3.14 Memoria inicial utilizada por el proceso *named*



La muestra obtenida tiene significancia, considerando 10 computadores realizando peticiones simultáneas a los registros de dominio local, donde se evidenció que el incremento de uso de memoria se estabilizó después de un tiempo determinado.

Conforme los clientes van realizando peticiones DNS, los registros quedan almacenados en el caché de sus dispositivos, por lo que, después de un tiempo estimado, el número de peticiones al servidor disminuye.

En caso de reinicio del sistema, debido a las actualizaciones DNS, se experimentará la misma curva de incremento de memoria como la presentada.

La Tabla 3.23 presenta un resumen de los datos obtenidos en el ejercicio de resolución de nombres de dominio, en un intervalo de tiempo de prueba.

Proceso	Estado	Memoria de ejecución utilizada (KB)
<i>named</i>	Valor Inicial	15.404
	Valor variable recibiendo peticiones	15.668
		15.932
		16.196
		16.988
		17.516
		17.780
		18.308
		19.544
		20.336
		20.600
		21.128
		21.392
	25.348	
Valor estable recibiendo peticiones	25.444	

**Tabla 3.23 Espacio de memoria utilizada en el servicio DNS**

Como se puede apreciar, el servicio DNS, maneja un recurso de memoria que permanece estable después de su arranque, por lo tanto; puede operar en conjunto con otros servicios de red, siempre y cuando se le asigne el requerimiento de memoria obtenido.

### 3.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR DHCP & DNS

De acuerdo a las consideraciones expuestas en las secciones previas, se determina que los dos servicios pueden ser alojados en un mismo servidor bajo las características de procesamiento y almacenamiento indicadas para ISC-DHCP<sup>59</sup> Server.

Cabe indicar que los requerimientos para el servicio DNS Bind9, son menores en relación a los del servicio DHCP, además que en relación a la memoria, el valor tiende a ser fijo, por lo que no implica sobresuscripción de este recurso en el servidor a ser dimensionado. De esta manera, se logra optimizar tanto recursos a nivel de sistema operativo como de virtualización dentro del sistema.

Se concluye que los servicios pueden implementarse en una sola máquina virtual bajo el sistema operativo Ubuntu, y con los recursos que se presentan en la Tabla 3.24.

Servicio	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	Memoria RAM	Almacenamiento Local
DHCP & DNS	6	1,13 GHz	3 GB	6GB

**Tabla 3.24 Requerimientos de virtualización de los servicios de red.**

<sup>59</sup> ISC-DHCP es un software de código abierto que implementa el protocolo DHCP para la brindar parámetros de red en un entorno de red.

### 3.6 DISEÑO DEL BLOQUE DE *FRONTEND* [4]

Este bloque se encarga de la presentación de contenido al usuario final, por lo que es importante definir las características del mismo, así como los métodos que serán utilizados para alcanzar a los usuarios finales de una manera transparente e interoperable, además de permitir un grado adecuado de interacción.

Bajo el esquema aplicativo del sistema, en donde se considera como punto inicial de la cadena de procesos al usuario, se puede detallar las aplicaciones antes mencionadas, lo que se puede evidenciar en la Figura 3.17.

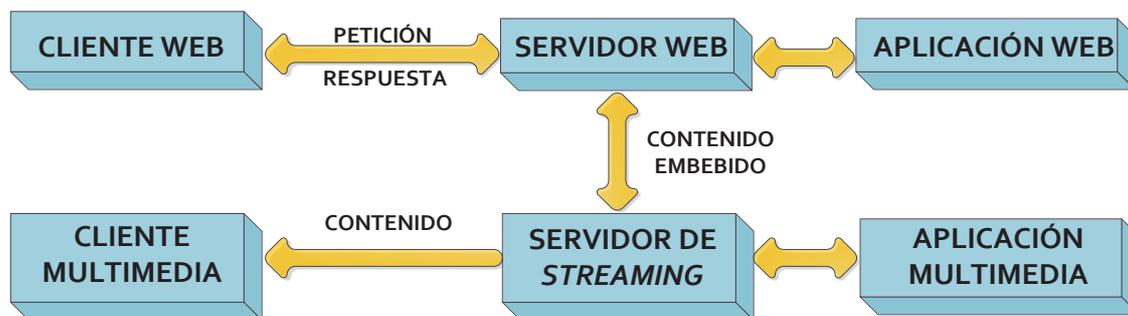


Figura 3.17 Interacción de Aplicativos del Sistema

- **Aplicación Web:** es aquella, que permite que el usuario visualice e interactúe con el contenido mediante un navegador web. Esta aplicación se relaciona con la aplicación multimedia ya que permite embeber el contenido de esta en el sitio web. El desarrollo de la aplicación contempla el servidor web, sus componentes, extensiones y conexión con la base de datos.
- **Aplicación Multimedia:** es aquella, que permite al usuario visualizar el contenido mediante un reproductor multimedia; se relaciona con el servidor de *Streaming*, y la generación y gestión de contenido.

A continuación, se definen los formatos del tipo de contenido a utilizarse, los servicios de cada aplicación, así como su funcionamiento y acoplamiento en un solo bloque del sistema.

Es por esto que en función del requerimiento indicado en apartados previos, el bloque *FrontEnd* del sistema, cuya funcionalidad es netamente la distribución de contenido, se encuentra conformado por dos elementos; el primero implica la utilización de componentes web para la distribución de contenido de tipo estático, como por ejemplo la publicación de secciones o artículos en combinación de texto, imágenes y video embebido; y el segundo contempla la utilización de *streaming* de Video, tanto Video Bajo Demanda como en *streaming* de Video en Tiempo Real, como se puede ilustrar en la Figura 3.18.



Figura 3.18 Bloque de *FrontEnd*. [4]

### 3.6.1.1 Servicio Web [37]

Para el propósito del presente documento, este servicio permitirá la publicación del contenido que se encuentra en un repositorio de almacenamiento, organizado mediante una base de datos estructurada, a través de un sistema de gestión de contenido (CMS – *Content Manager System*). En sí, se espera la publicación de contenido mediante un sitio, conformado por varias páginas, las cuales desplieguen texto, imágenes y video insertado desde el servidor de *streaming*.

Se planifica disponer de un sitio web para cada unidad de negocio del centro comercial. Esto se va a realizar mediante la implementación de *hosts* virtuales<sup>60</sup>

<sup>60</sup> *Virtual Hosting*.- se refiere a hacer funcionar más de un sitio web en un solo servidor.

dentro del servidor web. Para lo cual se considera 1 *host* virtual por unidad de negocio, lo que se estructura en la Tabla 3.25.

Unidad de Negocio	Host Virtual
Locales Comerciales	<a href="http://www.comercial.zeta-starmedia.com">www.comercial.zeta-starmedia.com</a>
Centro de Convenciones	<a href="http://www.expo.zeta-starmedia.com">www.expo.zeta-starmedia.com</a>
Centro de Negocios	<a href="http://www.negocios.zeta-starmedia.com">www.negocios.zeta-starmedia.com</a>
Cines	<a href="http://www.cines.zeta-starmedia.com">www.cines.zeta-starmedia.com</a>
Centro Educativo	<a href="http://www.edu.zeta-starmedia.com">www.edu.zeta-starmedia.com</a>
Teatro	<a href="http://www.teatro.zeta-starmedia.com">www.teatro.zeta-starmedia.com</a>

**Tabla 3.25 Hosts virtuales del Servidor Web**

Este servicio, se maneja principalmente mediante el protocolo HTTP, el cual procesa y realiza conexiones bidireccionales y/o unidireccionales, y síncronas o asíncronas con el cliente generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente.

Al momento de seleccionar un servidor web, se debe revisar los distintos desarrollos existentes para sistemas operativos tipo Linux, los cuales se analizan en la Tabla 3.26 con el objetivo de escoger un servidor bajo los criterios de interoperabilidad, flexibilidad y adaptación a la distribución de contenido.

La forma de asegurar la interoperabilidad, es mediante la utilización de distintos módulos sobre el funcionamiento del servidor de protocolo HTTP. La habilidad de manejar estos módulos en conjunto con la característica de extender las funcionalidades de los mismos, determina qué servidor presenta un mejor desempeño.

Además de manejar un esquema de conexión de base de datos adecuado y compatible con los desarrollos actuales, lo que permite que el contenido pueda ser publicado sobre el servidor web de una manera estructurada y organizada.

Características	Apache	Light HTTP
Tipo de Licencia	Apache License, Version 2.0	Licencia BSD
Plataforma	Linux, Windows, MacOS	Linux, Windows
Soporta Sitios Virtuales	Si	Si
Módulos Soportados	SSL, WebDAV, LDAP, deflate, rewrite, JSP, etc	SSL, WebDAV, LDAP, deflate, rewrite JSP, etc
Extensiones Soportadas	cband, perl, PHP, Python, REXX, Object REXX, Ruby	PHP, Ruby, Python, CGI, SCGI, FastCGI
Conexión a bases de datos	Si, sin costo	Si, sin costo
Interfaz gráfica de configuración	No	No
Formato de configuración estándar	No	No

**Tabla 3.26 Tabla comparativa Desarrollos Web Contemporáneo [30] [31] [32] [33]**

Se garantiza escalabilidad, cuando el servidor web tiene un manejo adecuado de *hosts* virtuales, lo que permite la agregación de más sitios al sistema de forma sencilla y ágil.

En conclusión, el servidor web más adecuado es aquel que se adapta modularmente a nuevas funciones, y permite un escalabilidad mediante el uso de *hosts* virtuales.

En base a la Tabla 3.26, se puede verificar que el desarrollo más apropiado, debido a la funcionalidades mencionadas anteriormente será Apache; debido a que permite garantizar interoperabilidad así como es compatible con implementaciones de código abierto.

Apache permite, el alojamiento y la publicación de contenido web, es en esta instancia que debe definirse mediante qué aplicación se realizará esto. Dentro de esta temática entra en juego la selección de un CMS (*Content Manager System*), si bien el funcionamiento completo de este componente implica el bloque de *backend*,

un criterio importante que se debe tener en cuenta, es la compatibilidad entre el CMS, Apache y sus extensiones. A continuación en la Tabla 3.27 se detallan los recursos que necesita Apache para levantar un sitio web. [40]

Requerimientos de Apache	
Compilador de ANSI-C y <i>Build System</i>	Compilador GNU C (GCC)
Ajuste exacto del reloj del sistema	ntpdate o xntpd
Extensiones	perl(para la ejecución de scripts)

**Tabla 3.27 Requerimiento de Recursos [32]**

El dimensionamiento del servidor web, se encuentra en base de los requerimientos de virtualización de Apache y el número de usuarios web del sistema, mencionado en la Tabla 3.4.

Para obtener los requerimientos estimados de virtualización de Apache, se instala una máquina virtual como servidor de prueba con Ubuntu 12.04, con 8GB de disco duro por defecto, 1.024 MB de memoria RAM y 1 vCPU.

Mediante la siguiente línea de comandos, se obtiene la memoria que consume cada proceso de Apache en el servidor.

Comando	Descripción
<code>ps -yIC apache2 --sort:rss</code>	Obtener la cantidad de memoria que utiliza Apache

**Tabla 3.28 Proceso para obtener la cantidad de memoria que utiliza Apache**

```
root@web:/home/dave# ps -yIC apache2 --sort:rss
S    UID    PID    PPID    C    PRI    NI     RSS     SZ  WCHAN  TTY          TIME CMD
S    33     912    892    0    80     0    4056    9494  inet_c ?           00:00:00 apache2
S    33     913    892    0    80     0    4056    9494  inet_c ?           00:00:00 apache2
S    33     914    892    0    80     0    4056    9494  inet_c ?           00:00:00 apache2
S    33     915    892    0    80     0    4056    9494  inet_c ?           00:00:00 apache2
S    33     916    892    0    80     0    4056    9494  inet_c ?           00:00:00 apache2
S     0      892     1     0    80     0    7784    9488  poll_s ?           00:00:00 apache2
```

**Figura 3.19 Procesos en memoria de Apache**

Para calcular el número máximo de usuarios para el servidor de prueba, se divide la memoria asignada a la máquina virtual para el valor máximo de memoria en este caso de 7.784 KB, de los procesos de apache en ejecución obtenida de la columna de RSS, como se observa en la Figura 3.19. Se utiliza el factor de conversión  $f_{KM}$  para ajustar las unidades de cálculo.

$$\text{Número máximo usuarios} = \frac{\text{Memoria total asignada}}{\text{Valor máximo de memoria en un proceso}} \quad \text{Ecuación 3.6}$$

$$\text{Número máximo usuarios} = \frac{1.024 \text{ MB}}{7.784 \text{ KB}} \times \frac{1.024 \text{ KB}}{1 \text{ MB}}$$

$$\text{Número máximo de usuarios} = \frac{1'048.576 \text{ KB}}{7.784 \text{ KB}} = 134,71 \text{ usuarios}$$

Se obtiene un número máximo de 134 usuarios que utilizan procesos de Apache completos. Si se contrasta el valor de la Tabla 3.4 de 1.026 usuarios web, con el calculado para el servidor de prueba, se puede determinar el factor de escalamiento para el servidor web FE-WEB para el recurso de hardware del servidor que se está dimensionando.

$$FE - WEB = \frac{\text{Número de Usuarios Requeridos}}{\text{Número Máximo de Usuarios Servidor de Prueba}} \quad \text{Ecuación 3.7}$$

$$FE - WEB = \frac{1.026}{134} = 7,65$$

El factor de escalamiento se aproxima al valor superior de 8, de esta manera garantizando un porcentaje de escalabilidad al servidor virtual. En base a estas consideraciones, se concluye que para el servicio web, se utiliza un servidor con soporte para *hosts* virtuales basado en apache con los requerimientos de virtualización de la Tabla 3.29, los cuales son calculados al multiplicar los requerimientos del servidor de prueba por el factor de escalamiento.

Servicio WEB	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Prueba	1	1,13 GHz	1GB	1GB
Real	8	1,13 GHz	8GB	8GB

**Tabla 3.29 Requerimientos de Virtualización del Servidor Web**

Como se puede observar el valor de velocidad de procesador no se ve afectado ya que el número de vCPU aumentó, es decir se incrementa la cantidad de procesadores virtuales, más no la velocidad de los mismos; esto debido a que la plataforma virtual maneja un esquema de multiprocesamiento, en donde un conjunto de procesadores virtuales funcionan sobre un procesador físico, de esta manera heredando sus características con respecto a la velocidad de ejecución de procesos.

### 3.6.1.2 Servicio de *Streaming* [31]

El servicio de *streaming* permite la transmisión de contenido multimedia, el mismo que puede ser pregrabado o en tiempo real, estrategia que permite la transmisión sobre una intranet o sobre internet.

El servicio deberá manejar dos tipos de *streaming* (*Video on Demand VoD*), o (*Live Media Streaming*), en ambos casos, el audio y el video se distribuyen con un formato de codificación que comprime la información, mediante códecs, reduciendo considerablemente la capacidad de canal requerida para la transmisión.

Este servicio puede ser embebido en una plataforma de tipo web, la cual sirve como interfaz entre el contenido y el usuario final, una transmisión de *streaming* nunca queda almacenada en el equipo del usuario.

Se planifica dotar de una lista de distribución de contenido multimedia a cada una de las unidades de negocio, de tal forma que puedan desplegar contenido de acuerdo a

sus propias políticas y lineamientos; es por esta razón que el servidor de *streaming* que se seleccione deberá soportar esta característica. En la Tabla 3.30 se muestra las listas de reproducción consideradas para cada unidad de negocio.

Unidad de Negocio	Playlist
Locales Comerciales	<a href="http://media.comercial.zeta-starmed.com">media.comercial.zeta-starmed.com</a>
Centro de Convenciones	<a href="http://media.expo.zeta-starmed.com">media.expo.zeta-starmed.com</a>
Centro de Negocios	<a href="http://media.negocios.zeta-starmed.com">media.negocios.zeta-starmed.com</a>
Cines	<a href="http://media.cines.zeta-starmed.com">media.cines.zeta-starmed.com</a>
Centro Educativo	<a href="http://media.edu.zeta-starmed.com">media.edu.zeta-starmed.com</a>
Teatro	<a href="http://media.teatro.zeta-starmed.com">media.teatro.zeta-starmed.com</a>

**Tabla 3.30. Planificación de listas de contenido del sistema**

Es importante definir las características que este servicio debe contemplar con la finalidad de entregar audio o video de una manera óptima. [34] [35]

- Soporte *Unicast*
- Soporte *Multicast*
- Codificación de video MPEG-4
- Modularidad en la arquitectura
- Documentación disponible
- Desarrollo de código abierto

Se han tomado en cuenta desarrollos de código abierto como son *Darwin Streaming Server*, *Catrastreaming* y *Helix DNA Server*, se presenta en la Tabla 3.31 sus características.

	Tipo de licencia	Protocolos Soportados	Códecs Soportados	Características
Darwing Streaming Server (DSS)	<i>Apple Public Source License</i>	RTP/RTCP, RTSP, SDP	MP3, MP4 y 3GP <i>hinted</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de listas de reproducción</li> <li>• Permite utilizar un sistema de <i>relays</i></li> <li>• Soporta intercambio de capacidades mediante mensajes SDP<sup>61</sup></li> <li>• Posee una interfaz gráfica vía web para administración</li> </ul>
Catrastreaming (Open Streaming Server)	<i>General Public License</i>	RTP, RTSP, SDP	Compatible con archivos 3GP <i>hinted</i> o no, realiza el proceso de manera local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite realizar una petición http en cada intento de conexión de usuario, utilizado para administrar accesos.</li> <li>• Permite pasar parámetros adicionales en las peticiones de conexión.</li> <li>• Existe la posibilidad de modificar ciertos parámetros de configuración a través de peticiones http.</li> </ul>
Helix DNA Server	<i>General Public License</i>	RTP, RTSP, SDP	MP3, MP4, RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene GUI para monitorizar y configurar el servidor</li> <li>• Permite utilizar un sistema de <i>relays</i></li> </ul>

**Tabla 3.31 Comparativo de Servidores *Streaming* [35] [34]**

En la Tabla 3.32 se presentan las ventajas y desventajas de la plataforma *streaming* a ser considerada en el diseño; lo que permite apreciar cual es el desarrollo más apropiado en función del requerimiento planteado.

La selección del servidor de *streaming* toma en cuenta dos puntos de vista importantes para el funcionamiento del sistema:

- En primer lugar se tiene las características técnicas que permitirán que el contenido se entregue de manera adecuada.
- Y por otra parte se tiene las características administrativas y operativas del servidor tales como el manejo de listas de reproducción y una administración vía interfaz web.

<sup>61</sup> SDP *Session Description Protocol*.- Se utiliza para describir sesiones *multicast* en tiempo real, siendo útil para invitaciones, anuncios, y cualquier otra forma de inicio de sesiones.

	Ventajas	Desventajas
Darwing Streaming Server (DSS)	Implementación relativamente sencilla.	Cuenta con un extenso sistema de roles, módulos, estructuras y funciones que debe ser analizado antes de poder realizar algún tipo de modificación.
	Cuenta con un sistema de actualizaciones periódicas. Soporta los principales terminales, protocolos y tipos de archivos relacionados con <i>Packet-Switched Streaming</i> (PSS).	No implementa adaptación de tasa de transferencia, únicamente posee un algoritmo de adaptación para clientes específicos como QuickTime, los cuales utilizaban el protocolo propietario Reliable UDP.
	Soporte para sistema <i>relay</i> y listas de reproducción: múltiples puntos de acceso, despliegues tipo <i>mesh</i> y sistemas de distribución de contenidos.	Los archivos deben tener pistas <i>hint</i> : Una desventaja menor ya que el proceso de <i>hinting</i> es trivial con cualquiera de las herramientas disponibles como MP4Box de Linux
	Presenta una estructura modular para implementar módulos externos que no afecten al funcionamiento del núcleo.	Estadísticas poco fiables (CPU, <i>throughput</i> ). Otro de los problemas comunes de los servidores es la imprecisión de las estadísticas mostradas.
Catrastreaming (Open Streaming Server)	Al ser de código abierto permite una personalización en función de las configuraciones que se implementen sobre él.	No permite creación de listas de reproducción
	Compatible con archivos 3GP <i>hinted</i> o no, realiza el proceso de manera local.	No soporta intercambio de tasa de transferencia
		No soporta adaptación de tasa de transferencia en tiempo real
Helix DNA Server	Al ser de código abierto permite una personalización en función de las configuraciones que se implementen sobre él	No posee interfaz gráfica, y no posee soporte, las estadísticas pocos fiables.
		Para utilizarlo con otros formatos sería necesario implementar un paquetizador para cada uno de ellos
		No soporta archivos 3GP

**Tabla 3.32 Ventajas y Desventajas de Servidores *Streaming* [42] [43]**

Darwin Streaming Server al ser un servidor modular que soporta distribución de contenido (video MPEG-4) en *Unicast* y *Multicast*; permite un manejo intuitivo y se lo puede configurar vía web.

En función de lo presentado, se escoge a DSS como plataforma para la distribución de contenido, ya que brindará las mejores características y ventajas al sistema.

En base a la Tabla 3.4, se determina que el servidor de *streaming* podrá recibir peticiones de hasta 1.081 clientes multimedia; lo que se tomará también en cuenta para el dimensionamiento del servidor.

Para realizar el dimensionamiento del servidor virtual lo más apegado a la realidad, se instala Darwin Streaming Server en una máquina virtual que representa el servidor de prueba utilizando Ubuntu, con 2.048 MB de memoria RAM, 1 vCPU y 8GB de almacenamiento por defecto para máquinas virtuales con Ubuntu. [42] [43]

Una vez que Darwin Streaming Server se encuentra ejecutándose, y enviando *streaming* a cinco clientes multimedia, se determinan el número de procesos del servicio para analizar el consumo de recursos como se detalla en la Figuras 3.20, 3.21, y en la Tabla 3.33.

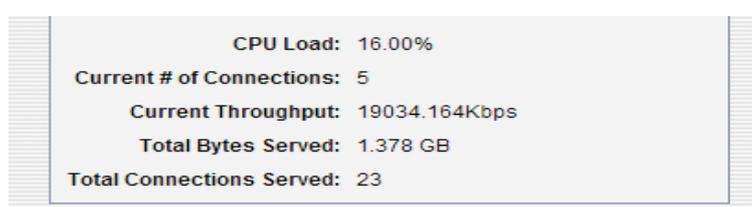


Figura 3.20 Indicadores de funcionamiento de Darwin Streaming Server

Comando	Descripción
<code>ps -ylC DarwinStreaming --sort:rss</code>	Obtener la cantidad de memoria que utiliza Darwin Streaming Server

Tabla 3.33 Proceso para obtener la cantidad de memoria que utiliza Darwin Streaming Server

```
root@dave:/home/dave# ps -ylC DarwinStreaming --sort:rss
S  UID  PID  PPID  C  PRI  NI   RSS  SZ  WCHAN  TTY          TIME CMD
S  0    794    1  0  80   0   464 1232 wait   ?           00:00:00 DarwinStreaming
S  0    827    1  0  80   0   620 1232 wait   ?           00:00:05 DarwinStreaming
S  0   16186  827  0  80   0  1000 1276 poll_s ?           00:00:00 DarwinStreaming
S  106 13610  794  7  80   0 21256 14605 hrtime ?           00:02:57 DarwinStreaming
```

Figura 3.21 Procesos en memoria de Darwin Streaming Server

En base a los procesos en ejecución de Darwin Streaming Server, se selecciona el que más recursos de memoria ocupa en KB de la columna de RSS y se calcula el número máximo de usuarios del servidor de prueba. Se utiliza el factor de conversión  $f_{KM}$  para ajustar las unidades de cálculo.

$$\text{Número máximo usuarios} = \frac{\text{Memoria total asignada}}{\text{Valor máximo de memoria en un proceso}} \quad \text{Ecuación 3.8}$$

$$\text{Número máximo usuarios} = \frac{2.048 \text{ MB}}{21.256 \text{ KB}} \times \frac{1.024 \text{ KB}}{1 \text{ MB}}$$

$$\text{Número máximo de usuarios} = \frac{2'097.152 \text{ KB}}{21.256 \text{ KB}} = 98,66 \text{ usuarios}$$

Se obtiene un número máximo de 98,66 usuarios, el cual se aproxima al inmediato inferior para poder manejar un número de 98 usuarios con procesos de Darwin Streaming Server completos.

Si se contrasta el valor de la Tabla 3.4 de 1.081 usuarios Multimedia, con el calculado para el servidor de prueba, se puede determinar el factor de escalamiento para el servidor de *streaming* real (FE-SS).

$$FE - SS = \frac{\text{Número de Usuarios Requeridos}}{\text{Número Máximo de Usuarios Servidor de Prueba}} \quad \text{Ecuación 3.9}$$

$$FE - SS = \frac{1.081}{98} = 11,03$$

El factor se aproxima al valor inferior de 11, de esta manera garantizando un porcentaje de escalabilidad al servidor virtual.

En base a estas consideraciones, se concluye que para el servicio de *streaming*, se utiliza Darwin Streaming Server, bajo los requerimientos de la Tabla 3.34, los cuales

son calculados al multiplicar los requerimientos del servidor de prueba por el factor de 11.

Servicio Streaming	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Prueba	1	1,13 GHz	1GB	1GB
Real	11	1,13 GHz	11GB	11GB

**Tabla 3.34 Requerimientos de Virtualización del Servidor de Streaming.**

Si bien se mencionó previamente que la red de transporte de contenido, a ser diseñada será la encargada de brindar el canal de comunicaciones apropiado, es importante considerar el tráfico que generará cada uno de los servicios definidos. En la Tabla 3.35, se muestra el consumo nominal de los distintos servicios que permitirán la entrega de contenido multimedia y deberán tomarse en cuenta para el diseño de la plataforma de comunicaciones.

Aplicación por caso de uso	Tasa de transferencia nominal
Web – Casual	500 Kbps
Web – Instructiva	1 Mbps
Audio – Casual	100 Kbps
Audio – Instructivo	1 Mbps
Video bajo Demanda – Casual	1 Mbps
Video bajo Demanda – Instructivo	2-4 Mbps
Compartición de Archivos – Casual	1 Mbps
Compartición de Archivos - Instructiva	2-8 Mbps
Pruebas en Línea	2-4 Mbps
Respaldo de equipos	10-50 Mbps

**Tabla 3.35 Tasa de Transferencia Nominal por Aplicación [36]**

En conclusión el bloque de *frontend* se encuentra conformado por dos servidores virtuales: *web* y *streaming*. Los parámetros de virtualización de los mismos se detallan en la Tabla 3.36.

Servicio	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Web	8	1,13 GHz	8GB	8GB
Streaming	11	1,13 GHz	11GB	11GB

Tabla 3.36 Requerimientos de virtualización del Bloque de *FrontEnd*.

### 3.7 DISEÑO DEL BLOQUE DE *BACKEND* [7]

El contenido es la parte fundamental del presente desarrollo, por lo que manejar un subsistema de gestión es de vital importancia. Al abordar esta temática se pueden distinguir dos servicios fundamentales los cuales se detallan en la Figura 3.22.



Figura 3.22 Servicios de *BackEnd* [37]

Tanto el nivel de aplicación como de almacenamiento deben tomar como referencia a la gestión documental de contenido multimedia, donde existen características definidas, las cuales deben ser consideradas como punto de partida para la generación de sistemas de distribución de contenido, en función de la utilidad especificada a continuación: [7]

- Soporte de activos digitales
- Herramientas para catalogación
- Sistemas de almacenamiento
- Esquemas de recuperación a fallas
- Utilidades de visualización

- Distribución Multicanal
- Control y Seguridad

Este subsistema permitirá dotar de la estructura de soporte para administración de contenidos, tomando en cuenta que el contenido deberá ser previamente almacenado antes de su manipulación.

### 3.7.1.1 Servicio de almacenamiento de contenido [37] [38]

Este servicio permitirá crear los repositorios adecuados para albergar el contenido multimedia, deberá manejar una estructura de metadatos, con la finalidad de que el acceso y uso de este contenido sea sencillo, deberá además aceptar contenido digital multimedia en diversos formatos, la Figura 3.23 muestra este proceso.



Figura 3.23 Proceso de Almacenamiento [37]

El punto de partida para el diseño del servicio de almacenamiento, es la naturaleza de los datos que se van almacenar, se puede calcular la capacidad de almacenamiento y posteriormente determinar la topología de conexión de los dispositivos que permiten albergar la información.

La transferencia de contenido multimedia a través de la red implica, utilización tanto de la capacidad de canal como de espacio de almacenamiento, en función de los parámetros que se listan a continuación:

- Número de servidores y clientes de distribución de contenido multimedia
- Número de servidores y clientes web
- Imágenes por segundo
- Resolución de imagen
- Tipo de compresión de video
- Tipo de almacenamiento de los datos

Bajo estos lineamientos, el número de usuarios del sistema es el presentado en la Tabla 3.4. Al trabajar sobre estos datos, se puede obtener valores de referencia para el dimensionamiento del almacenamiento del sistema, los cuales se detallan en la Tabla 3.37.

Parámetro	Valor
Número de Servidores Web	1
Número máximo de Clientes Web por servidor	1.026
Número de Servidores de Streaming	1
Número de Clientes de Streaming por Servidor	55+1.026

**Tabla 3.37 Densidad cliente-servidor para diseño del sistema de almacenamiento**

Como se había mencionado anteriormente, el tipo de contenido es también un factor para el cálculo de la capacidad de almacenamiento; se debe diferenciar el contenido web y el contenido multimedia.

a. *Cálculo de Almacenamiento para Contenido Web*

Para determinar el almacenamiento del contenido web, además del detalle del número de servidores y clientes web, se necesita el tamaño aproximado del sitio web a utilizarse; con este objetivo se preparó una página de distribución de contenido multimedia en un servidor para realizar una prueba de descarga.

La página contempla la visualización de imágenes, texto y *streaming* de video embebido como se puede apreciar en la Figura 3.24



**Figura 3.24 Proceso de Almacenamiento**

Al proceder a descargar la página web, se encuentra compuesta por un fichero HTML<sup>62</sup>, una carpeta asociada al contenido y componentes multimedia del sitio. Para determinar el tamaño de la página se debe considerar el tamaño en disco tanto del fichero como de la carpeta.

Tomando en cuenta que el sitio web de cada unidad de negocio estará compuesto por 10 páginas de estas características de almacenamiento y con un crecimiento de 10 páginas, se obtienen los valores presentados en la Tabla 3.38, tomando en cuenta que se coloca el valor de 24KB a su respectivo en MB, es

<sup>62</sup> HTML.- *HyperText Markup Language*, es un lenguaje de marcado predominante para la elaboración de sitios web.

decir se divide para 1.024, el tamaño total en disco de la página web se considera a la suma del tamaño del fichero HTML más el tamaño en disco de la carpeta de contenido, las Figuras 3.25 y 3.26, muestran detalles del archivo y fichero de prueba.

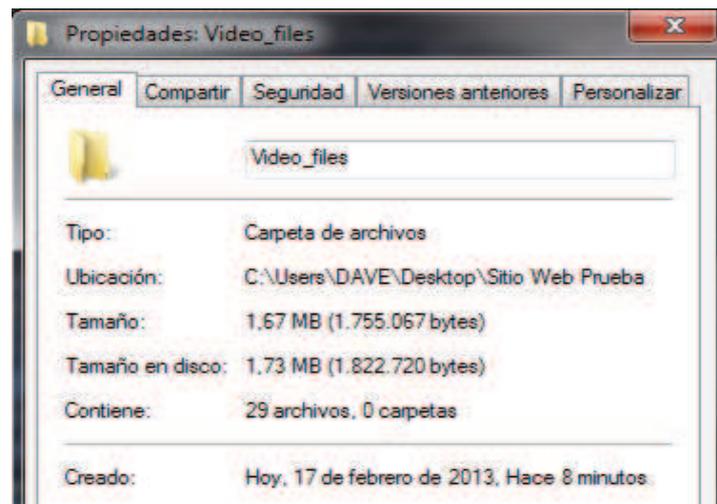


Figura 3.25 Detalle de la carpeta del Sitio Web de Prueba

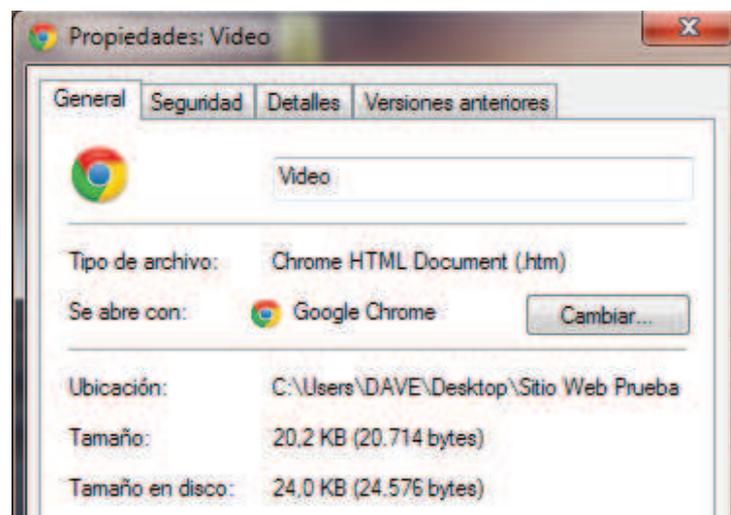


Figura 3.26 Detalle del fichero del Sitio Web de Prueba

La Tabla 3.38, muestra el detalle del tamaño en disco para el sitio web.

Detalle	Valor (MB)
Tamaño en disco fichero HTML	0,02
Tamaño en disco carpeta contenido	1,73
Tamaño total en disco página web	1,75
Tamaño sitio web (10 páginas web)	17,53
Crecimiento (10 páginas web)	17,53
Tamaño total del sitio web a considerarse	35,06

**Tabla 3.38 Tamaño en disco del sitio web de prueba**

El sitio web, tiene un tamaño en disco de 35 MB y un espacio de crecimiento<sup>63</sup> para la galería multimedia de 512MB, ya que contendrá fotos de alta resolución; no deberá considerarse mayor espacio ya que el contenido puede ser reutilizado. Con todas estas consideraciones, en la Tabla 3.39 se detalla el requerimiento de almacenamiento para el componente web

Detalle	Valor ( MB)
Tamaño Sitio Web /Unidad de Negocio	35
Galería Multimedia /Unidad de Negocio	512
<b>Almacenamiento /Unidad de Negocio</b>	<b>547</b>
<b>Almacenamiento Web Total (6)</b>	<b>3.282</b>

**Tabla 3.39 Detalle de almacenamiento Web**

Al tener un total de 547 MB, por unidad de negocio y al considerar 6 unidades, incluido el centro comercial en general, se determina un almacenamiento general de **3.282 MB**.

*b. Almacenamiento para Contenido Multimedia [41]*

Se debe tomar en cuenta que el *streaming*, se realiza en dos escenarios. El primero contempla la distribución directa de contenido a reproductores (*players*)

<sup>63</sup> Espacio de crecimiento.- Espacio de almacenamiento para contenido del sitio web, fotografías, *banners*, se consideró 200 fotografías de resolución 400x600 para cuestiones de dimensionamiento, las misma que ocuparon un espacio de 450MB, se escogió 512MB estandarizando el valor determinado.

conectados directamente a pantallas y el segundo contempla la inserción del *streaming* de video en cada uno de los sitios web de las unidades de negocio.

Para ambos escenarios la forma de realizar el almacenamiento de información es la misma y solo difiere en tamaño debido a la naturaleza del video para cada caso.

Se debe diferenciar dos formas de almacenar el contenido de video en esta instancia: el contenido de video crudo<sup>64</sup> y el contenido de video modificado por un proceso de *hinting*,<sup>65</sup> para que pueda ser transmitido a través del servidor de *streaming* [42].

Tomando esto en cuenta, para el video crudo, solo se debe determinar la cantidad de videos máximo a ser soportada por el sistema y su respectiva estimación de espacio en disco. Parte de esta consideración es determinar la duración de los videos, para obtener un valor aproximado de almacenamiento.

Para el video adaptado para *streaming*, se debe tener en cuenta dos modelos de transmisión: video bajo demanda y transmisión en tiempo real. Estos datos se almacenan de igual manera que el video crudo.

Se considera la existencia tanto de video crudo como modificado dentro del servidor para garantizar redundancia de datos, tiempo de respuesta frente a fallos aceptables y reutilización de contenido.

---

<sup>64</sup> Contenido de Vídeo Crudo.- Hace relación al video digitalizado que no ha sido procesado para ser transmitido a través de un servidor de *streaming*.

<sup>65</sup> *Hinting*.- Procedimiento por el cual, se prepara el vídeo para que pueda ser transmitido mediante mecanismos adaptivos de compresión, a través de RTSP/RTP.

Para el presente diseño se considera videos de duración de tiempo promedio de 2 minutos, en calidad HD Video<sup>66</sup> 1.080p, 1.920 x 1.080 para las pantallas y en calidad HQ Video<sup>67</sup> 360p, 480x360 para la inserción en los sitios web.

En función de obtener datos reales que permitan realizar el cálculo del almacenamiento necesario, se presenta dos videos en las resoluciones mencionadas, anteriormente y los detalles asociados a cada uno, como son el alto y ancho del fotograma, número de cuadros por segundo, etc.

En la Figura 3.27, se puede observar qué, para considerar la fluidez adecuada de video se utilizan 29fps<sup>68</sup>, valor que será tomando como referencia para el cálculo del almacenamiento.

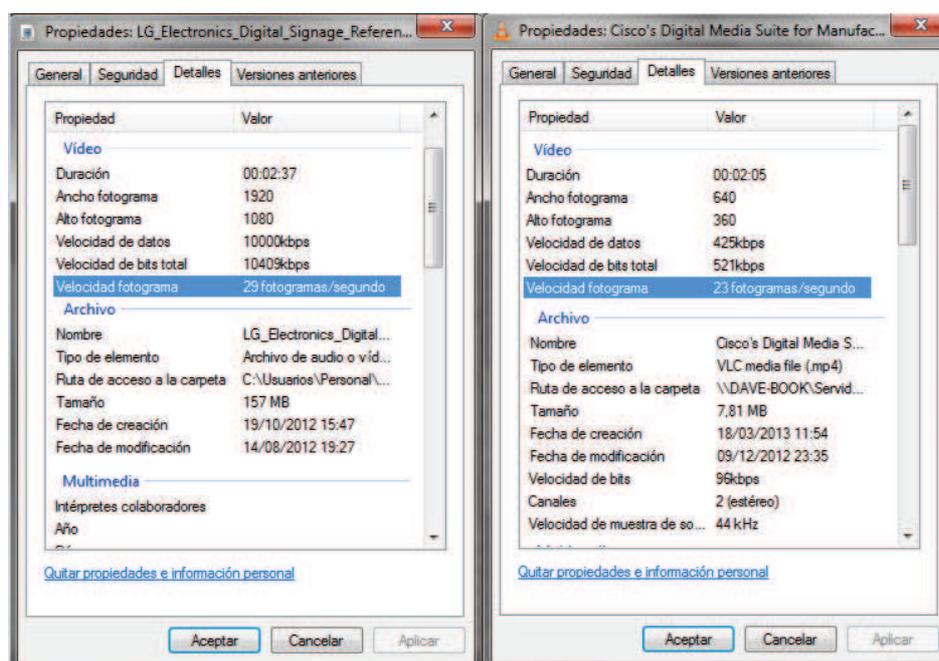


Figura 3.27 Propiedades de Video en HD Video/HQ Video.

<sup>66</sup> HD.- *High Definition Video*.- Es un sistema de video que alcanza resoluciones de 1.280 x 720 y 1.920 x 1.080 píxeles.

<sup>67</sup> HQ.- *High Quality Video*.- Es un sistema de vídeo que alcanza resoluciones de 480 x 360 píxeles

<sup>68</sup> fps *Frames per second*.- hace referencia al número de cuadros o imágenes dentro de un video.

En función de los datos presentados en la Figura 3.27, se consideran los siguientes valores resolución, duración del video, cuadro por segundo, presentados en la Tabla 3.40, los mismos que serán usados como valores tipo para el cálculo del almacenamiento total.

	Resolución	Tamaño [MB]	Duración (Min)	Duración (Ponderado)	Cuadros por Segundo
Videos	1.920x1.080	157	2:37	2,62	29
	640x360	7,81	2:05	2,08	23

**Tabla 3.40 Valores Reales de videos HD y HQ**

En base al requerimiento, se plantea que cada unidad de negocio considera una transmisión de una hora continua de contenido; esto implica almacenar 30 videos en crudo, 30 videos modificados y el carrusel de contenido para funcionar durante una hora dentro de cada sitio web.

Adicionalmente se debe considerar un porcentaje de almacenamiento que permita, dotar al servicio de un esquema de recuperación antes fallas, permitiendo además que este espacio brinde escalabilidad al sistema, tanto para la renovación de contenido como para la modificación del mismo. En la Tabla 3.41 se detalla el almacenamiento para el video bajo demanda, que corresponde al video embebido en el portal web.

	Cantidad	Tamaño/Video [MB]	Tamaño Total [MB]
Videos en Crudo	30	7,81	234,3
Videos Modificados	30	7,81	234,3
<b>Total/Unidad de Negocio</b>			468,6
<b>Total / Sistema (6 Unidades)</b>			2.811,6

**Tabla 3.41 Detalle de Almacenamiento VoD por Unidad de Negocio**

Para los usuarios multimedia (pantallas), se considera su utilización por unidad de negocio, como se muestra en la Tabla 3.42, utilizado para realizar el cálculo del almacenamiento.

Unidad de Negocio	# Pantallas	Tamaño/Video [MB]	Video HD Tamaño [MB]
Locales Comerciales	17	157	2.669
Centro de Convenciones	10	157	1.570
Centro de Negocios	8	157	1.256
Cines	7	157	1.099
Centro Educativo	8	157	1.256
Teatro	5	157	785
<b>Total</b>			8.635

**Tabla 3.42 Detalle de Almacenamiento video *streaming* para pantallas**

*c. Detalle de almacenamiento para el sistema*

En base al análisis del almacenamiento para los dos componentes principales del sistema se determina el almacenamiento total, ajustando los valores, se tiene el detalle por unidad de negocio para poder distribuir contenido multimedia presentado en la Tabla 3.43.

Unidad de Negocio	Video HD Tamaño [MB]	Video HQ Tamaño [MB]	Tamaño Total [MB]	Tamaño Total Ajustado [MB]
Locales Comerciales	2.669	468,6	3.137,6	3.138
Centro de Convenciones	1.570	468,6	2.038,6	2.039
Centro de Negocios	1.256	468,6	1.724,6	1.725
Cines	1.099	468,6	1.567,6	1.568
Centro Educativo	1.256	468,6	1.724,6	1.725
Teatro	785	468,6	1.253,6	1.254
<b>Total</b>				11.449

**Tabla 3.43 Detalle ajustado de almacenamiento por unidad de negocio**

Tomando en cuenta la necesidad de espacio de almacenamiento para un repositorio de herramientas propio del sistema para su correcto funcionamiento, se le asignarán recursos necesarios para este propósito. Con las consideraciones de almacenamiento general del sistema incluyendo las calculadas, las mismas se muestran en la Tabla 3.44. A este valor se le debe adicionar el tamaño de los ficheros de funcionamiento del CMS, las instalaciones típicas de Joomla<sup>69</sup> de aproximadamente son de 39,7MB [39].

	Detalle	Unidades (MB)
* Isos de Sistemas Operativos	Ubuntu Server 12.04	645
* Instaladores de Componentes del Sistema	Darwin Streaming Server	31,1
	Parches Darwin Streaming Server	0,03
	Instalador de Darwin Streaming Server	0,006
	Script de auto ejecución Darwin Streaming Server	0,004
	Joomla	39,7
	Webmin	19,9
* Almacenamiento Web	Espacio de almacenamiento Web	3.282
* Almacenamiento VoD	Espacio de almacenamiento VoD	2.811,6
* Almacenamiento <i>Streaming</i>	Espacio de almacenamiento <i>Streaming</i>	8.635
<b>Almacenamiento Total</b>		15.464,3
<b>Almacenamiento Total Ajustado</b>		15.465

**Tabla 3.44 Detalle de almacenamiento del sistema**

Se considera un factor de tolerancia a fallas, para el caso en que 2 unidades tengan problemas, esto equivale a a un 30% aproximadamente, por lo que el factor será de 1,3, con lo cual se tiene:

factor de tolerancia a fallas:  $f_c$

$$Total\ Almacenamiento_{(MB)} = 15.465 \times f_c \quad \text{Ecuación 3.10}$$

$$Total\ Almacenamiento_{(MB)} = 15.465 \times 1,3$$

$$Total\ Almacenamiento_{(MB)} = \mathbf{20.105\ MB}$$

<sup>69</sup> Joomla.- es un sistema de gestión de contenidos (CMS), que le permite construir sitios Web y aplicaciones en línea potentes.

*d. Topología de Conexión de los Dispositivos de Almacenamiento*

La infraestructura de los dispositivos de almacenamiento implica dos cosas, el recurso de almacenamiento físico que ya se ha calculado y la topología de conexión. Tomando en cuenta que el recurso físico es de fácil adquisición y reemplazo, lo que permite que su incorporación al sistema se realice con un impacto mínimo, al momento de diseñar se debe tener un cuidado especial en la topología de conexión. Dentro de las topologías de conexión existentes se pueden mencionar las características, ventajas y desventajas de las mismas en la Tabla 3.45.

Tomando en cuenta los criterios generales de diseño del sistema, tales como alta disponibilidad e interoperabilidad, así como la naturaleza del sistema en cuanto a bloques.

La selección adecuada será una topología de conexión tipo NAS, pues resulta muy útil para proporcionar un almacenamiento centralizado a los distintos servidores miembros del sistema, además de ser interoperable y trabajar sobre red de comunicaciones y de transporte de contenido tipo IP.

Una vez seleccionada la topología de conexión, el siguiente paso es determinar el sistema de archivos en red sobre el que se almacenará y manipulará los contenidos. Debe tomarse en cuenta que el sistema de archivos debe ser compatible con topologías tipo NAS, además de manejar funciones adecuadas de manipulación y almacenamiento de información en conjunto con sus metadatos.

En la Tabla 3.46 se detallan los sistemas de archivos en red que pueden operar sobre nuestra topología tipo NAS seleccionada.

Topología de Conexión	Sigla	Descripción	Ventajas	Desventajas
<i>Direct-Attached Storage</i>	DAS	Consiste en conectar el dispositivo de almacenamiento directamente al servidor o estación de trabajo, es decir, físicamente conectado al dispositivo que hace uso de él.	Las aplicaciones que corren sobre el servidor hacen peticiones de datos sobre el recurso físico conectado directamente.	Incapacidad para compartir datos o recursos no usados con otros servidores.
<i>Storage Area Network</i>	SAN	Red dedicada al almacenamiento que está conectada a las redes de comunicación de una compañía. Además de contar con interfaces de red tradicionales, los equipos con acceso a la SAN tienen una interfaz de red específica que se conecta a la SAN.	Alta tasa de transferencia, Alta capacidad de almacenamiento. Permite compartir datos entre varios equipos de la red sin afectar el rendimiento porque el tráfico de SAN está totalmente separado del tráfico de usuario. Son los servidores de aplicaciones que funcionan como una interfaz entre la red de datos y la red de usuario.	Alto costo, Arquitectura tecnológica cara, no interoperable con redes IP
<i>Network-Attached Storage</i>	NAS	Tecnología de almacenamiento dedicada a compartir la capacidad de almacenamiento de un computador (Servidor) con computadoras personales o servidores clientes a través de una red (normalmente TCP/IP), haciendo uso de un Sistema Operativo optimizado para dar acceso con los protocolos CIFS, NFS.	Capacidad de compartir unidades, Menor costo, Utilización de la misma infraestructura de red, Gestión Sencilla	Menor rendimiento y fiabilidad por el uso compartido de la red de comunicaciones

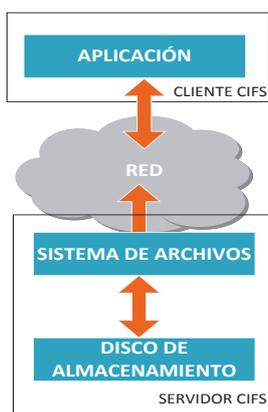
**Tabla 3.45 Topologías de Conexión: Características, Ventajas y Desventajas. [43]**

Sistema de archivos en red	Sigla	Descripción	Ventajas	Desventajas
Common Internet File System	CIFS	Permite compartir archivos y recursos entre nodos de una red.	Naturaleza de alto rendimiento, interoperable	Su funcionamiento está basado en la espera de un acuso de recibo para transmitir otra vez, generando tráfico adicional en la red.
Network File System	NFS	Utilizado para sistemas de archivos distribuidos en un entorno de red LAN	Funcionamiento simple y cuenta con una memoria cache segura.	Operable solo en el sistema operativo Linux

**Tabla 3.46 Comparativa de Sistemas de Archivos [44] [45]**

Considerando la interoperabilidad del sistema una vez más, CIFS es la solución a utilizarse. Este sistema de archivos permitirá compartir el contenido multimedia a través de múltiples sistemas operativos. Algo que se debe mencionar, es la naturaleza de funcionamiento de CIFS, ya que es un protocolo “chatty”<sup>70</sup> es decir genera tráfico en la red debido a la solicitud de constantes acusos de recibo en la transmisión de la información. Esto deberá considerarse para el diseño de la red de comunicaciones del sistema.

En base a los criterios antes mencionados el sistema de almacenamiento para la presente solución se define según el diagrama estructural de la Figura 3.28.



**Figura 3.28 Sistema de Almacenamiento Diseñado [44]**

<sup>70</sup> Protocolo “chatty”.- hace referencia a un protocolo de red en el que los servidores constantemente anuncian su disponibilidad en la red. La transmisión continua de estos paquetes adicionales se suma a la carga de red.

Adicionalmente gracias al esquema que propone CIFS, se pueden manejar perfiles de autenticación para el acceso al recurso de almacenamiento, la Figura 3.29, plantea el siguiente esquema de autenticación. [50]

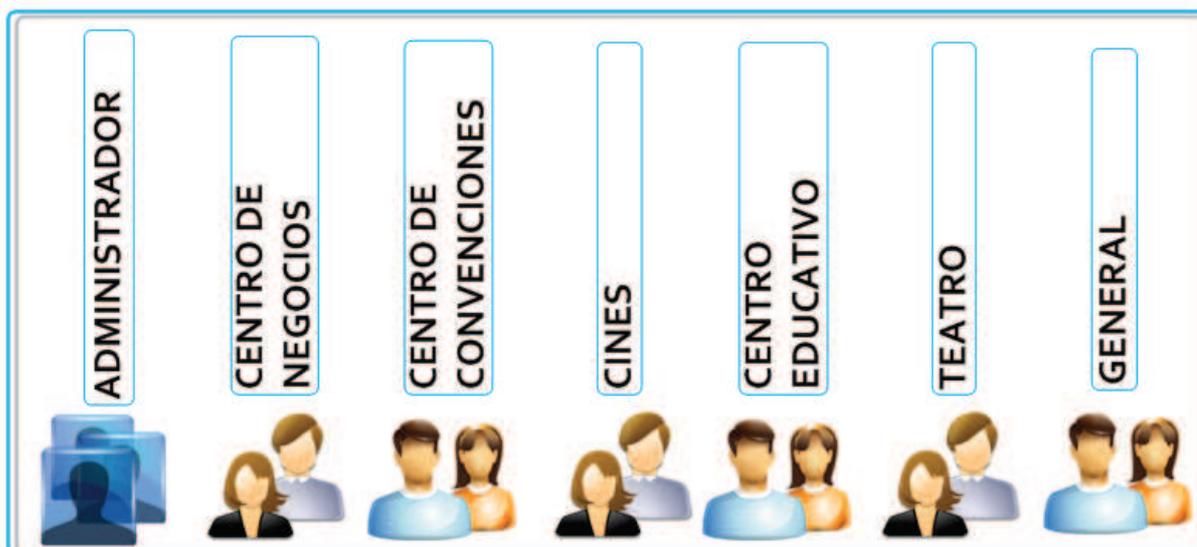


Figura 3.29 Perfiles de Autenticación

Se determina el servidor de almacenamiento para que funcione bajo el sistema operativo Ubuntu, mediante la suite de software Samba. Bajo estas circunstancias los requerimientos de virtualización se muestran en la Tabla 3.47.

Servicio	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Almacenamiento	1	1,13 GHz	8GB	8GB

Tabla 3.47 Requerimientos básicos de virtualización para Samba. [51]

Para este servicio en particular, se debe tener especial cuidado con el almacenamiento, ya que corresponde al almacenamiento compartido para los demás servicios. El almacenamiento en MB para el servidor de almacenamiento sería el siguiente.

$$\text{Almacenamiento}_{Total} = \text{Almacenamiento}_{Compartido} + \text{Almacenamiento}_{Local}$$

Ecuación 3.11

$$\text{Almacenamiento}_{Total} = 20.105 \text{ MB} + 8.192 \text{ MB}$$

$$\text{Almacenamiento}_{Total} = 28.297 \text{ MB}$$

Expresando el valor en GB se obtiene:

$$\text{Almacenamiento}_{Total} = 28.297 \text{ MB} \times \frac{1 \text{ GB}}{1.024 \text{ MB}} = 27,63 \text{ GB} \approx 28 \text{ GB}^{71}$$

Con las debidas consideraciones de almacenamiento el requerimiento de virtualización del servidor de almacenamiento se presenta en la Tabla 3.48.

Servicio	Número de vCPUs	Velocidad de Procesador	RAM	Almacenamiento Local
Almacenamiento	1	1,13 GHz	8GB	28GB

**Tabla 3.48 Requerimientos de Virtualización del Servidor de Almacenamiento**

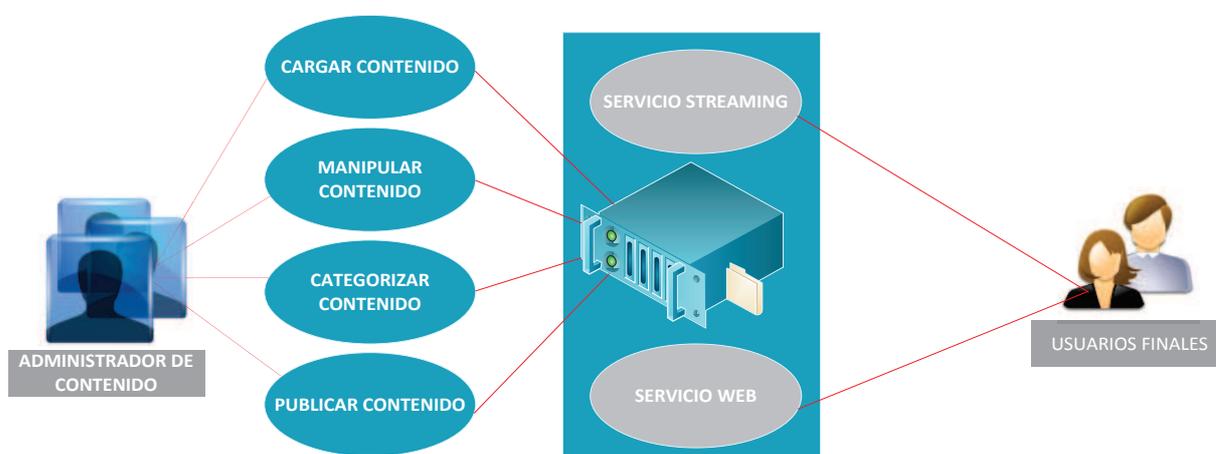
### 3.7.1.2 Servicio de gestión de contenido

El manejo y gestión de contenido, se realiza mediante la organización y consolidación del contenido (texto, gráficos y videos) y esquemas de etiquetamiento (XML, HTML, etc.), de la manera más eficiente, así como su almacenamiento debe realizarse en un solo repositorio, un todo conocido como un sistema de gestión de contenido. El contenido organizado se puede utilizar una y otra vez para diferentes publicaciones.

<sup>71</sup> Se aproxima al inmediato superior, para tener un valor entero de almacenamiento, y poder utilizarlo para el dimensionamiento de discos duros.

El servicio provee la estructura mediante la cual se extraerá el contenido desde el repositorio en el cual se encuentra almacenado, y realizará todos los procesos necesarios para su posterior presentación. También permite cambiar la forma de presentación sin afectar al contenido en sí. Deberá dotar de las herramientas necesarias para la administración y edición de contenidos. Todo esto de manera sencilla e intuitiva.

Los módulos que componen la gestión de contenidos se muestran en detalle con sus funcionalidades en la Figura 3.30



**Figura 3.30 Módulos de la Gestión de Contenido**

Desde el punto de vista del administrador la gestión de archivos sobre el subsistema de almacenamiento permitirá realizar todas las funciones necesarias para manipular el contenido desde la obtención del mismo, incorporación en el sistema, manipulación y finalmente su publicación. [4]

- **Cargar:** subir contenido multimedia al repositorio designado.
- **Manipular:** pre-visualizar, organizar, modificar y eliminar el contenido.
- **Categorizar:** agrupar contenido en función de criterios automatizados definidos.
- **Publicar:** codificar, aprobar y enviar el contenido a ser presentado.

Por tanto se deberá contemplar una interfaz que controle una o varias bases de datos donde se aloja el contenido, permitiendo independizar el mismo del diseño visual.

Sobre esta interfaz también se debe permitir la administración del contenido, desde el punto de vista de autorizar la publicación del mismo.

Se deben definir entonces los elementos que permitan dotar al sistema de estas características mediante el uso de software especializado o desarrollos propietarios, se ha pensado en generar un esquema cliente/servidor, el cual permita gestionar las peticiones a través de un soporte de activos digitales, en el cual se puede utilizar herramientas de catalogación con la finalidad de permitir al usuario tener acceso al contenido de manera sencilla, así como al administrador manejar una gran cantidad de información de manera simplificada.

El sistema debe considerar las facilidades de visualización en diversos terminales es decir que debe proveer el soporte necesario para que se dé el acceso adecuado al contenido, pudiendo distribuir el mismo a múltiples canales de recepción.

Debido a que es un requerimiento muy particularizado, no se han encontrado aplicaciones que reúnan todas las características definidas para este subsistema. Existen aplicaciones que permiten administrar el contenido pero no publicarlo, y otras que son diseñadas para publicarlo pero no permiten administrar el contenido directamente, es por esta razón que se ha decidido utilizar una plataforma web que permita brindar una interfaz al usuario administrador, con la finalidad de gestionar el contenido desde su obtención hasta su publicación, todo sobre una plataforma unificada.

La plataforma web de gestión contempla la utilización de un CMS, que permite un manejo estructurado, ordenado y calendarizado del contenido. [53]

Según el tipo de utilización o funcionalidad se puede clasificar a las plataformas CMS de la siguiente manera: [53] [38]

- Blogs; pensados para páginas personales
- *Wikis*; pensados para desarrollos colaborativos
- *E-learning*; plataforma para contenidos de enseñanza *on-line*
- *E-commerce*; plataforma de gestión de usuarios, catálogo, compras y pagos
- Publicaciones Digitales
- Difusión de contenido multimedia

Al momento de seleccionar un CMS, se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros: requerimientos del sistema, incorporación de aplicaciones, administración y gestión, interoperabilidad y flexibilidad.

Cuando se habla de requerimientos del sistema, se hace referencia a los componentes esenciales para el funcionamiento del CMS, tales como el servidor web sobre el cual se ejecutan, conexiones de datos utilizadas para estructurar el contenido y el sistema operativo base sobre el que opera el conjunto.

En la Tabla 3.49 se observa estos detalles, tomando como referencia tres de las CMS más utilizadas en la WWW (*World Wide Web*).

El presente sistema de gestión y distribución de contenido web implica una estructura de contenido compleja, la cual requiere de clasificación y subclasificación del contenido. Para lo cual se debe tener en cuenta los parámetros que se muestran en la Tabla 3.50.

CMS	Drupal	Joomla	Wordpress
Servidor de Aplicación	Apache	CGI	-
Base de Datos	MySQL	MySQL	MySQL
Licencia	<i>Open Source</i>	<i>Open Source</i>	<i>Open Source</i>
Sistema Operativo	Plataforma Independiente	Plataforma Independiente	Plataforma Independiente
Lenguaje de Programación	PHP	PHP	PHP
Servidor Web	Cualquiera	Cualquiera	-

**Tabla 3.49 Requerimientos para cada CMS [39] [40] [46]**

CMS	Drupal	Joomla	Wordpress
Gestión de activos digitales	Si	Si	Si
Calendarización de contenido	Adicional Gratuito	Si	Limitado
Administración OnLine	Si	Si	Si
Subsitios	Si	Si	Si
Temas	Si	Si	Si
Estadísticas Web	Si	Si	Adicional Gratuito
Motor de flujo de trabajo	Adicional Gratuito	No	No

**Tabla 3.50 Características de Administración y Gestión del sistema del CMS [39] [40] [46]**

En función del contenido estructurado y gestionado, es importante tomar en cuenta las aplicaciones que se van a desplegar; lo que implica un manejo estructurado de los datos que serán presentados en el *frontend*.

Adicional, la plataforma CMS, tiene que ajustarse a los criterios de diseño global del sistema, como son la interoperabilidad y la flexibilidad.

En la Tabla 3.51 se aprecia las capacidades de integración al sistema de este tipo de plataformas.

CMS	Drupal	Joomla	Wordpress
Interoperabilidad			
Soporte FTP	Limitado	Si	Adicional Gratuito
Soporte UTF-8	Si	Si	Si
Soporte XHTML	Si	Si	Si
Flexibilidad			
Soporte CGI	Si	Si	No
Metadatos	Si	Si	Si
Reutilización de contenido	Limitado	Si	Si
Despliegue de múltiples sitios	Si	Adicional Gratuito	Si
Reescritura de URL	Si	Si	Si

**Tabla 3.51 Cumplimiento Específico de los Criterios de Diseño para el CMS [39] [40] [46]**

Con respecto a la interoperabilidad, se debe señalar la importancia del soporte de FTP, UTF-8<sup>72</sup> y XHTML<sup>73</sup>, pues permite que el contenido pueda ser gestionado independientemente de formatos, sistemas operativos y estándares propietarios; además de garantizar la posibilidad de visualizar el contenido en cualquier navegador web.

Con respecto a la flexibilidad, el CMS debe ser capaz de gestionar el contenido mediante metadatos y mostrarlo de distintas maneras.

<sup>72</sup> UTF-8 (*Unicode Transformation Format*).- formato de codificación de caracteres utilizando símbolo de longitud variable. Es una codificación reconocida para lenguajes web. [54]

<sup>73</sup> XHTML (*eXtensible Hyper Text Markup Language*).- Representación del lenguaje HTML como XML válido. [55]

Una vez que se ha puesto a consideración los criterios para la selección de un CMS, se considera para el presente desarrollo la utilización de Joomla; ya que permite una gestión de contenido nativa y sobre la cual se puede realizar el debido desarrollo para manipular el contenido de *streaming* que necesita el sistema.

Además de poder implementarse transparentemente en cualquier sistema operativo y desplegarse en navegadores web tanto en computadores, dispositivos móviles, etc. Joomla contiene un motor CMS, para un despliegue avanzado de contenido, lo que permite que se pueda manejar una gran cantidad de contenido estructurado, como es el presente caso, en donde cada unidad de negocio del centro comercial requiere su propio esquema de distribución y presentación.

Bajo las consideraciones presentadas, el CMS Joomla puede gestionar el contenido web como el contenido multimedia.

De la esquemática presentada en la Figura 3.31 se puede observar que Joomla puede ofrecer tanto el esquema de gestión como el diseño del *frontend* para la parte web, mientras que para el *streaming* se debe comunicar con el servidor.

Nativamente Joomla maneja todo el motor gestor para el componente web, la gestión del componente de *streaming* es un desarrollo aparte, que contempla las actividades descritas. Ese desarrollo adicional no forma parte del presente estudio, solo se ha mencionado su esquema y funcionamiento general.

Cabe señalar que el dimensionamiento de la máquina virtual para el CMS ya se encuentra incluido en el dimensionamiento del servidor web.

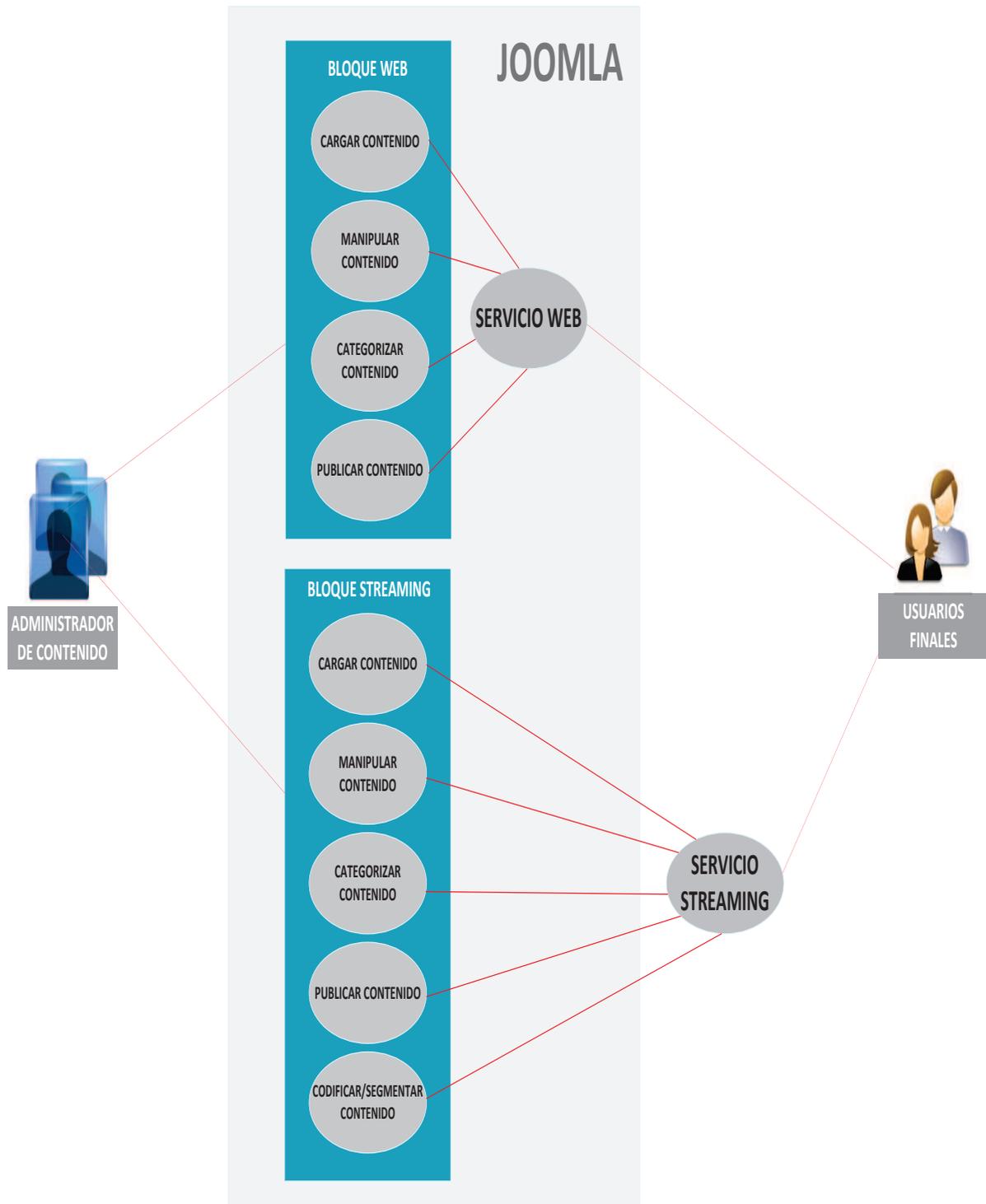


Figura 3.31 Esquema de Gestión de *FrontEnd*

### 3.8 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA

En los apartados previos se ha desarrollado de manera separada cada uno de los componentes del sistema con excepción de la red de comunicaciones, la Figura 3.32, presenta el diagrama general de todos los servicios del sistema.

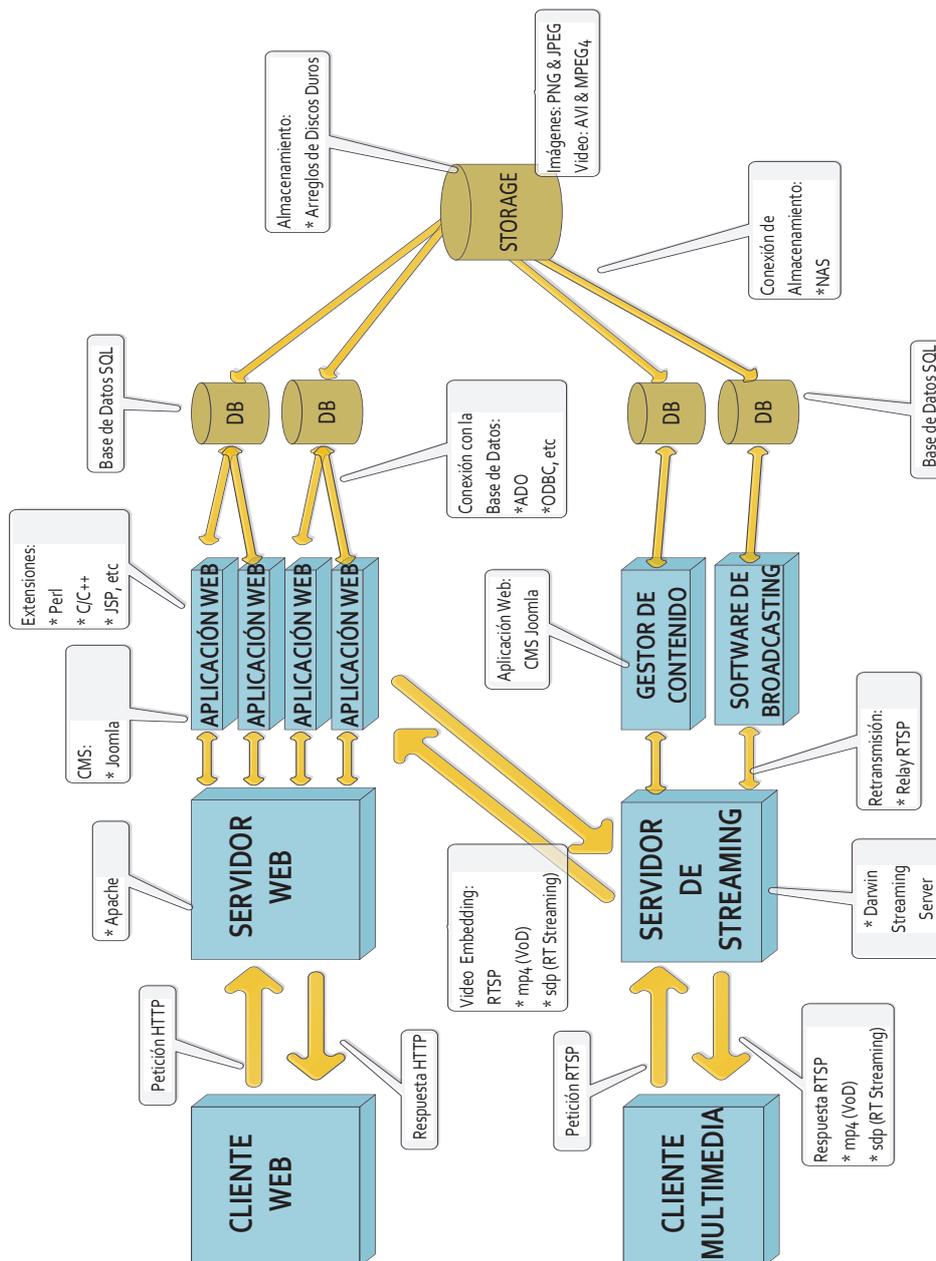


Figura 3.32 Diagrama General de Componentes del Sistema

Una vez definido el diagrama general de servicios del sistema, se puede evidenciar la interacción de los componentes al tratarlos como un todo.

### 3.9 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE VIRTUALIZACIÓN DEL SISTEMA

Una vez obtenidos los requerimientos de virtualización de cada componente de la plataforma, se puede dimensionar la plataforma que permitirá la ejecución de los mismos. En la Tabla 3.52 se presenta un resumen de los requerimientos de virtualización de todos los componentes del sistema.

Servicio	Velocidad de Procesador	Número de vCPUs	RAM [GB]	Almacenamiento Local [GB]
DHCP & DNS	1,13 MHz	6	3	6
Web	1,13 GHz	8	8	8
<i>Streaming</i>	1,13 GHz	11	11	11
Almacenamiento	1,13 GHz	1	8	28
<b>Total</b>		<b>26</b>	<b>30</b>	<b>53</b>

**Tabla 3.52 Requerimientos de Virtualización del Sistema**

Ajustando la información presentada, se puede definir los requerimientos mínimos del servidor físico que puede albergar la infraestructura virtual, esto se muestra en la Tabla 3.53.

Parámetro	Valor Determinado	Valor Estandarizado
Número de vCPUs Requerido	26	26
Velocidad de Procesador [GHz]	1,33	1,33
RAM [GB]	30	32
Almacenamiento [GB]	53	64

**Tabla 3.53 Requerimientos para servidor físico de virtualización**

Debido a que los recursos de procesamiento, son altos, se planifica un esquema de servidores en alta disponibilidad conformado por dos servidores detallado en la Figura 3.33.

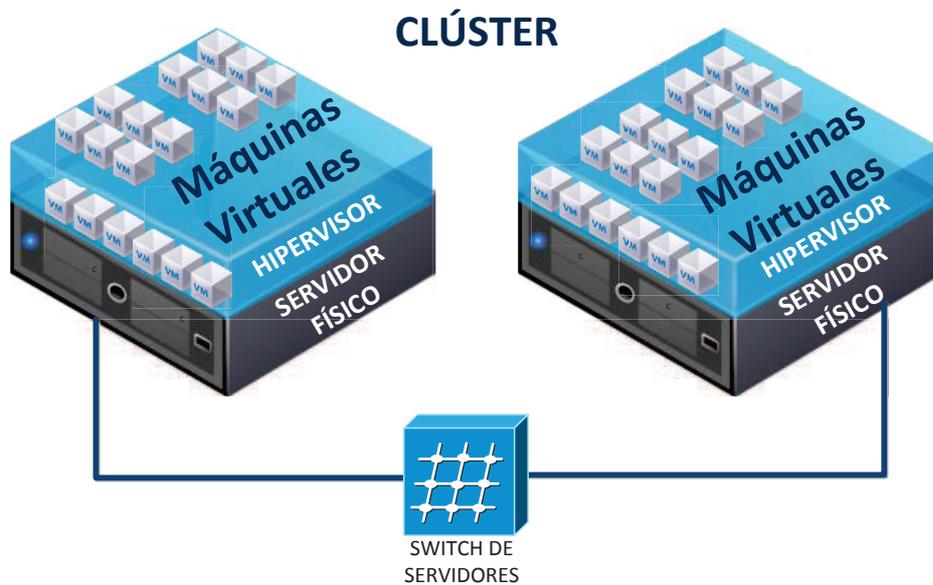


Figura 3.33 Esquema lógico de servidores

Por último, una vez definido los servidores, se contempla la administración centralizada de los mismos, lo que se referencia en la Figura 3.34.

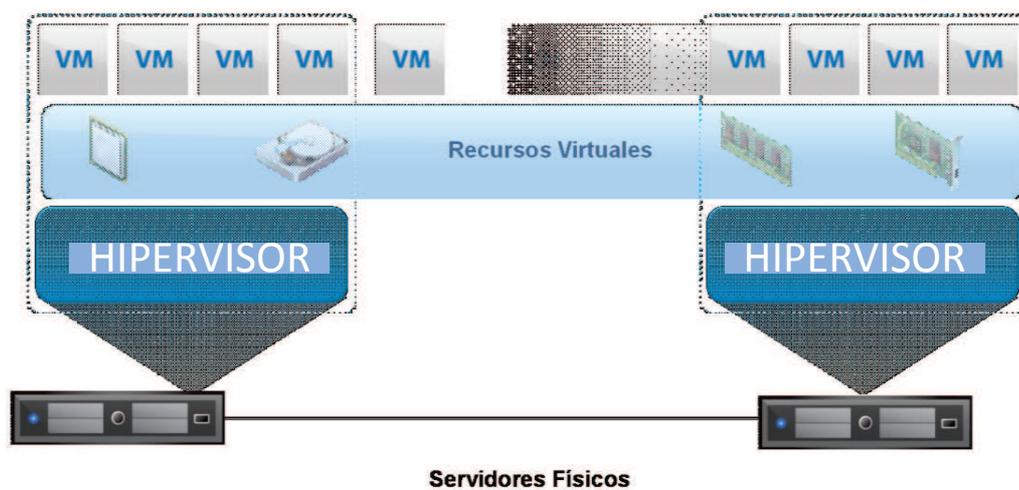


Figura 3.34 Administración de la Plataforma Virtual

Cabe considerar, que el hardware utilizado para recursos de memoria y almacenamiento se encuentra estandarizado en valores en base 2, por lo que los valores presentados deberían ser ajustados para la debida selección de equipamiento.

### **3.10 SUBSISTEMA DE ADMINISTRACIÓN**

Este subsistema es encargado de la gestión de usuarios, perfiles, y listas de contenido a distribuirse, permitiendo una gestión centralizada de todos componentes del sistema, a través de una única interfaz.

A partir de un desarrollo sobre Joomla, se generará la interfaz de administración general, la cual permitirá administrar, afinar y monitorear tanto los servicios como los componentes del sistema.

### **3.11 RED DE TRANSPORTE DE CONTENIDO**

El diseño de la red debe estar acorde a los requerimientos de la organización, garantizando el paso de tráfico de datos y video optimizando los recursos. El principal objetivo de la red de comunicaciones es la convergencia, permitiendo implementar sobre ella servicios que exploten sus características. Es importante tomar en cuenta el tráfico de red que genera un flujo de contenido, ésta información permitirá determinar el equipamiento capaz de procesar este flujo sin inconvenientes.

Se debe considerar el acceso al contenido a través de distintos terminales, con la finalidad de entregar contenido multimedia y además de brindar una plataforma de comunicaciones a todos los locales comerciales, unidades de negocio, zonas de congregación y espacios públicos; el acceso a la red se puede dar tanto a través de puntos de red distribuidos y zonas de acceso inalámbrico.

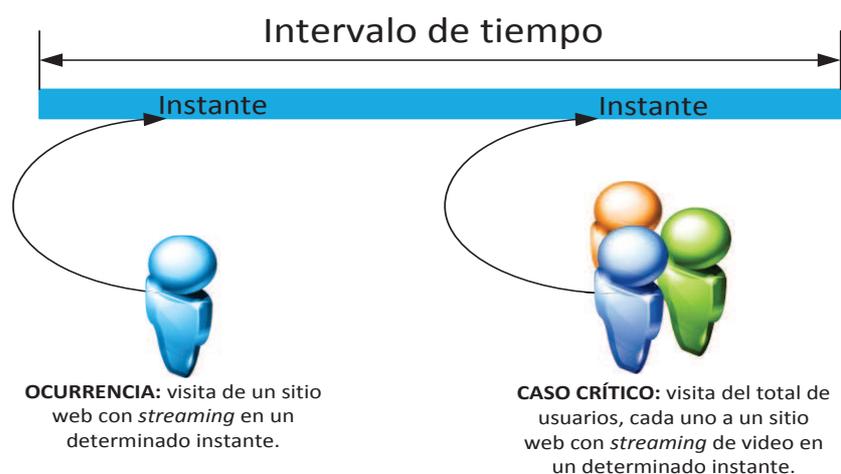
El desarrollo del diseño de la red considera la interacción de los componentes operativos y administrativos del sistema. Un diseño modular, permitirá aislar inmediatamente los problemas en la red, sin crear un impacto innecesario sobre los demás componentes.

Las características del equipamiento están dimensionadas en base a los requerimientos expuestos en el capítulo 2. Para el detalle de la red, se abordará el acceso WLAN y el acceso LAN por separado.

El acceso WLAN considera el tráfico generado por los usuarios finales en adición con las consideraciones de cobertura inalámbrica y las características de funcionamiento de los equipos para cumplir el requerimiento. Para el diseño LAN, se considerará el tráfico en función de la distribución de puntos de red, lo cual permitirá dimensionar la cantidad y tipo de equipamiento para cumplir con el requerimiento. Finalmente una vez descrito el diseño, se presentará su interacción lógica.

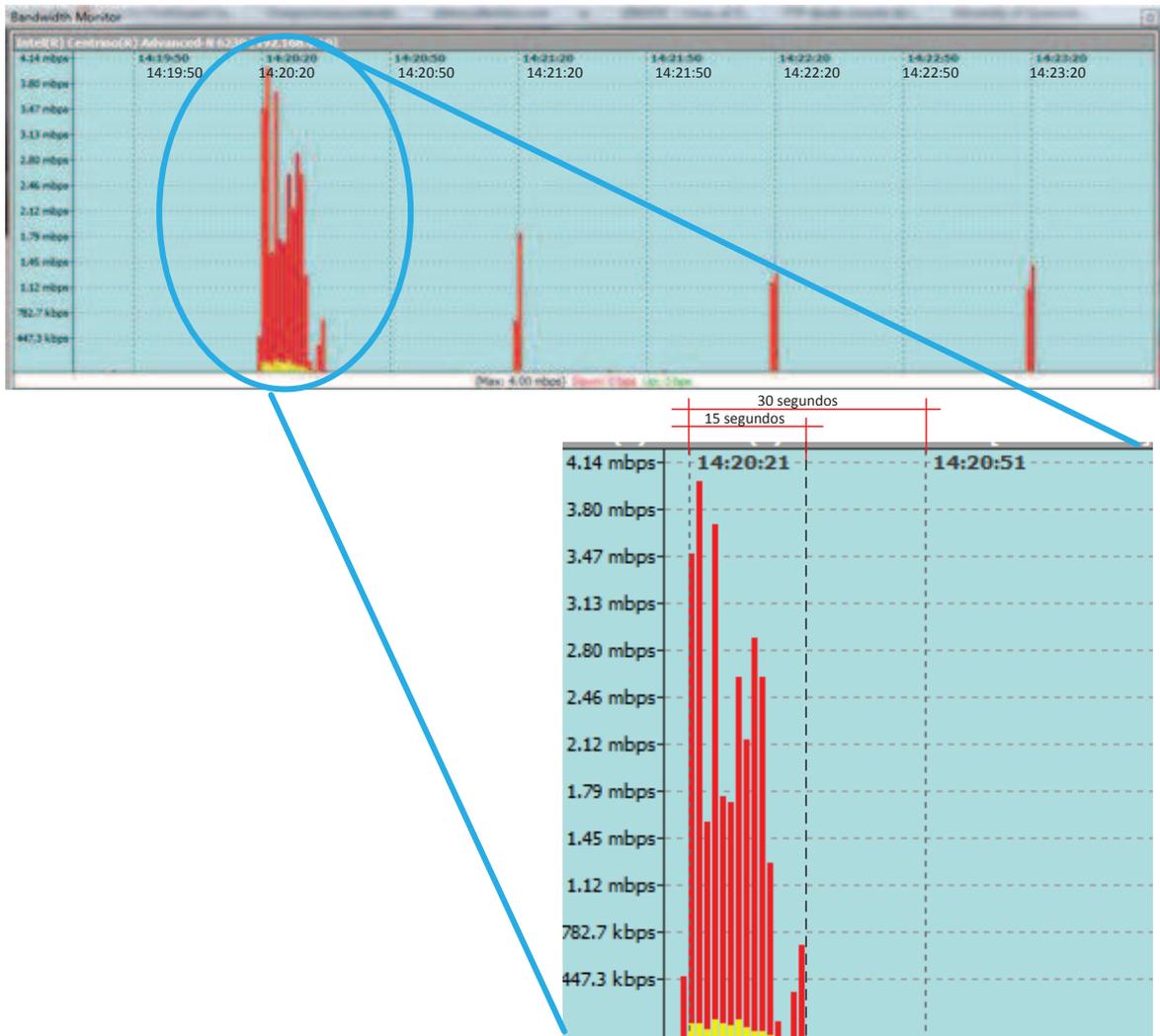
### 3.11.1 CÁLCULO DE TRÁFICO PARA LA RED [29, 52]

Para determinar el tráfico total, se analiza el comportamiento de los usuarios en un intervalo de tiempo; esto se ilustra en la Figura 3.35.



**Figura 3.35 Comportamiento de usuarios para cálculo de tráfico final**

En base a pruebas realizadas con el sitio web de prueba, se determina que un sitio tarde en cargarse 15 segundos, como se aprecia en la Figura 3.36.



**Figura 3.36 Tráfico al descargar un sitio web con contenido multimedia**

De acuerdo a la funcionalidad del sistema, la ocurrencia o evento base, es que un usuario visite una sitio web con *streaming* de video y el caso crítico, sería que el total de usuarios tanto de la WLAN como de la LAN realicen una visita en un mismo instante.

Para el presente cálculo, se debe considerar además el tráfico que se envía a las 55 pantallas de contenido y los servicios adicionales que se ejecutan sobre la red LAN.

### 3.11.1.1 WLAN [40] [29]

En función del requerimiento presentado en el apartado 2.4 del capítulo 2, se considera el acceso a la red inalámbrica un total de 2500 usuarios, de los cuales 625 serán usuarios efectivos, la Figura 3.37 presenta un esquema ilustrativo de acceso conforme al análisis previsto en el capítulo 2.

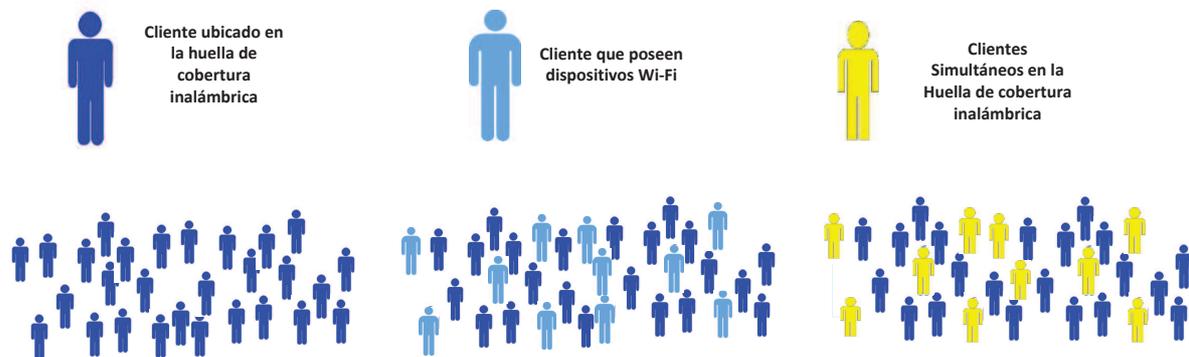


Figura 3.37 Esquema de Acceso Wi-Fi

Los mismos que al acceder a la red serán direccionados por defecto al portal web del centro comercial y a todo el contenido dentro del mismo, incluyendo el video embebido sobre el portal, dependiendo del tipo de terminal, accederá directamente al *streaming*, como por ejemplo los terminales móviles, tabletas y teléfonos inteligentes.

Es importante definir el tráfico de red, que los servicios considerados parte del sistema de distribución de contenido generan, brindando una noción cierta del tráfico total que debe ser soportado por la plataforma de red WLAN a ser diseñada.

En función del diseño de servicios del sistema, en general, se tendrá aplicaciones web y de *streaming* de video, por tanto es importante diferenciar este tráfico prioritario sobre la red.

- Tráfico WEB

Para este tipo de tráfico se considera un tamaño aproximado por página web de 1,75 MBytes determinado en la sección 3.7.1.1, estimando el acceso a una página web cada 15 segundos; se debe entonces calcular el tráfico para este tipo de aplicación.

$$\text{Tasa de transferencia} = \frac{\# \text{ páginas web}}{\text{tiempo (segundos)}} \times \frac{\text{Tamaño}}{\text{páginas web}} \quad \text{Ecuación 3.12}$$

$$\text{Tasa de transferencia} = \frac{1 \text{ página web}}{15 \text{ segundos}} \times \frac{1,75 \text{ MB}}{\text{página web}} = \frac{1,75 \text{ MB}}{15 \text{ segundos}} = 0,078 \text{ MBps}$$

Ajustando el valor a Mbps

$$\text{Tasa de transferencia (Mbps)} = 0,078 \text{ MBps} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 0,624 \text{ Mbps}$$

- Tráfico de *Streaming*

El *streaming* de contenido, para terminales como teléfonos inteligentes, tabletas y computadores portátiles es detallado bajo los parámetros a ser considerados como resolución tipo:

- Resolución: video HQ (640x360)
- Cuadro por segundo<sup>74</sup>:23
- Factor de compresión<sup>75</sup>:100:1
- Profundidad de color<sup>76</sup>: 24 bits

Se obtiene el cálculo nominal de la tasa de transferencia de un video:

<sup>74</sup> Se considera 23 cuadros por segundo, en función del valor presentado en la tabla 3.40, para el video en HQ.

<sup>75</sup> Factor de compresión.- Permite reducir el espacio que ocupan en disco los ficheros o hacer que su envío por la redes de datos sea más cómodo, MPEG provee compresión desde 50:1 a 200:1.

<sup>76</sup> Profundidad de color.- se refiere a la cantidad de bits de información necesarios para representar el color de un píxel en una imagen digital, es la cantidad de colores que se puede percibir, se utiliza 24 bits, para representar el color verdadero, por tanto se puede observar 16,77 millones de colores.[3]

$$Tx_{(bps)} = \left[ \frac{\text{ancho} \cdot \text{alto} \cdot \text{profundidad de color} \cdot \text{imagenes por segundo}}{\text{factor de compresión}} \right] \quad [45] \text{ Ecuación 3.13}$$

$$\text{Tasa de transferencia (Kbps)} = Tx_{(bps)} \times \frac{1Kb}{1.024 \text{ bits}}$$

$$\text{Tasa de transferencia (Kbps)} = \frac{640 \times 360 \times 24 \times 23}{100} \text{ bps} \times \frac{1Kb}{1.024 \text{ bits}}$$

$$\text{Tasa de transferencia (Kbps)} = 1.242 \text{ Kbps}$$

Es importante considerar el tráfico que genera el audio que es de 64 Kbps, que deben ser sumado al total obtenido: [45]

$$\text{Tasa de transferencia total (Kbps)} = \text{Tasa de transferencia (Kbps)} + \text{Tasa de audio (Kbps)} \quad \text{Ecuación 3.14}$$

$$\text{Tasa de transferencia total (Kbps)} = 1.242 \text{ Kbps} + 64 \text{ Kbps}$$

$$\text{Tasa de transferencia total (Kbps)} = 1.306 \text{ Kbps}$$

$$\text{Tasa de transferencia total (Mbps)} = \text{Tasa de transferencia total (Kbps)} \times \frac{1Mb}{1.024Kb}$$

$$\text{Tasa de transferencia total (Mbps)} = 1,27 \text{ Mbps}$$

- Tráfico Total

Considerando que la página web visitada en un determinado segundo hace uso de *streaming* de contenido se tiene que:

$$\text{Tasa de transferencia embebida} = 1 \text{ página web} \times \frac{1 \text{ flujo de streaming}}{\text{página web}} + \text{Tráfico Web} \quad \text{Ecuación 3.15}$$

$$\text{Tasa de transferencia embebida (Mbps)} = 1 \text{ página web} \times \frac{1,27 \text{ Mbps}}{\text{página web}} + 0,624 \text{ Mbps}$$

$$Tasa\ de\ transferencia\ embebida(Mbps) = 1,894\ Mbps$$

Considerando a esta tasa como nominal habrá que multiplicarla por la cantidad estimada de usuarios para la situación crítica.

$$Tasa\ Estimada\ (Mbps) = Tasa\ de\ transferencia\ embebida(Mbps) \times \# \text{ de usuarios}$$

**Ecuación 3.16**

$$Tasa\ Estimada\ (Mbps) = \frac{1,894\ Mbps}{usuario} \times 625\ usuarios$$

$$Tasa\ Estimada\ (Mbps) = 1.183,75\ Mbps$$

$$Tasa\ de\ transferencia\ Estimada\ (Gbps) = Tasa\ Estimada\ (Mbps) \times \frac{1\ Gb}{1.024\ Mb}$$

$$Tasa\ de\ transferencia\ Estimada\ (Gbps) = 1.183,75\ Mbps \times \frac{1\ Gb}{1.024\ Mb}$$

$$Tasa\ de\ transferencia\ Estimada\ (Gbps) = 1,156\ Gbps$$

La Tabla 3.54, presenta el tráfico previsto a través de la WLAN.

Aplicación Local	Tasa de transferencia nominal (Mbps)	Usuarios	Tasa de transferencia total (Mbps)
Web – Casual	0,624	625	390
Video bajo Demanda – Casual	1,27	625	793,75
<b>Total Mbps</b>			1.183,75
<b>Total Gbps</b>			1,156

**Tabla 3.54 Contraste de Aplicaciones y Tasa de Transferencia para la WLAN**

### 3.11.1.2 LAN

Como se mencionó anteriormente, se tendrá aplicaciones web y *streaming* de video, por tanto es importante diferenciar este tráfico, el cual es prioritario sobre la red cableada, sin olvidar que a pesar de ser prioritario no será el único ya que sobre esta

misma plataforma el cliente necesita dar servicios de telefonía, video-vigilancia y datos.

El tráfico total considera la capacidad de canal requerida y como ésta influye en la distribución sobre la red, se debe considerar las distintas aplicaciones que harán uso de la red. La Figura 3.38, muestra la serie de protocolos a ser utilizados, en función de los servicios descritos, como son distribución, gestión y almacenamiento, utilizando aplicaciones web y multimedia.

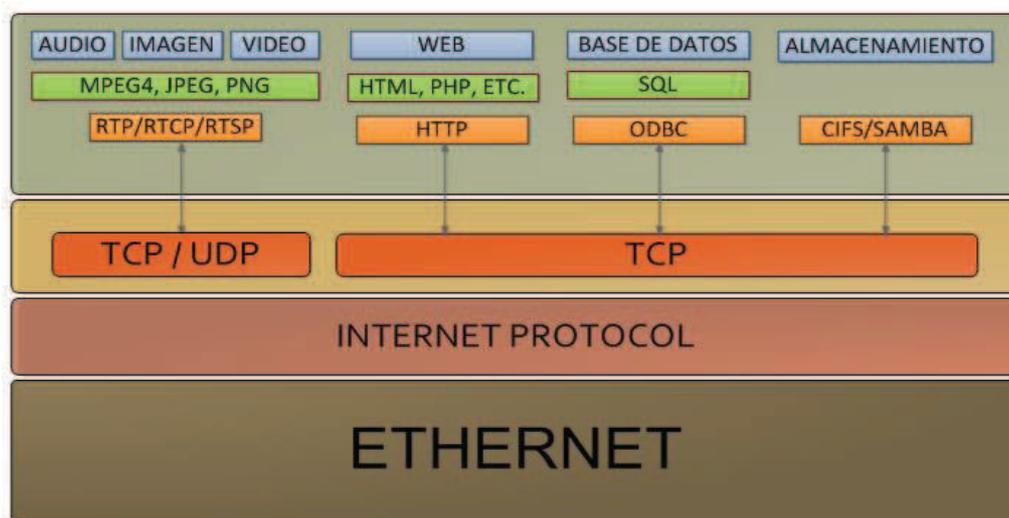


Figura 3.38 Protocolos a ser utilizados [9]

Es importante definir el tráfico que los servicios considerados parte del sistema de distribución de contenido, así como servicios independientes producirán, con la finalidad de cuantificar el tráfico total que debe ser soportado por la plataforma de red a ser diseñada.

- Tráfico WEB

De igual manera que para la WLAN, se hacen las mismas consideraciones de tráfico, utilizando el valor calculado de 0,624 Mbps, se debe hacer referencia a la existencia de un computador por cada local es decir 401 clientes.

Considerando esta tasa como nominal se la multiplica por la cantidad estimada de usuarios.

$$Tasa\ de\ Tx\ Estimada\ (Mbps) = 0,624 \times 401 = 250,224\ Mbps$$

- **Trafico de Streaming**

Para el *streaming* de contenido, video en general, se considera pantallas a ser distribuidas en función de estudio realizado por el cliente donde se definieron 55 pantallas de 47" distribuidas en sitios estratégicos. Las cuales permiten reproducción de video bajo los siguientes parámetros:

- Resolución: video HD (1.920x1.080)
- Cuadro por segundo<sup>77</sup>:29
- Factor de compresión:100:1
- Profundidad de color: 24 bits

Se tiene por tanto:

$$Tx_{(bps)} = \left[ \frac{\text{ancho} \times \text{alto} \times \text{profundidad de color} \times \text{imagenes por segundo}}{\text{factor de compresión}} \right] [45] \quad \text{Ecuación 3.17}$$

$$Tx\ (bps) = \frac{1.920 \times 1.080 \times 24 \times 29}{100}$$

$$Tx\ (bps) = 14'432.256\ bps$$

$$Tx\ (Kbps) = Tx\ (bps) \times \frac{1\ Kb}{1.024\ bits} = 14'432.256\ bps \times \frac{1\ Kb}{1.024\ bits}$$

---

<sup>77</sup> Se considera 29 cuadros por segundo, en función del valor presentado en la tabla 3.40, para el video en HD

$$Tx (Kbps) = 14.094 Kbps$$

Es importante considerar el tráfico que genera el audio es de 64 Kbps, que debe ser sumado al total obtenido, teniendo:

$$Tasa de transferencia (Kbps) = 14.094Kbps + 64Kbps$$

$$Tasa de transferencia (Kbps) = 14.158 Kbps$$

$$Tasa de transferencia (Mbps) = Tasa de transferencia (Kbps) \times \frac{1Mb}{1.024 Kb}$$

$$Tasa de transferencia (Mbps) = 14.158 Kbps \times \frac{1Mb}{1.024 Kb} = 13,83 Mbps$$

Considerando a esta tasa como nominal habrá que multiplicarla por la cantidad estimada de usuarios, un total de 55, ya que únicamente las pantallas recibirán este tráfico.

$$Tasa de Tx Streaming (Mbps) = \frac{Tasa de transferencia (Mbps)}{usuario} \times \# de usuarios \quad \text{Ecuación 3.18}$$

$$Tasa de Tx Streaming (Mbps) = \frac{13,83Mbps}{usuario} \times 55 usuarios$$

$$Tasa de Tx Streaming (Mbps) = 760,43 Mbps$$

Es importante considerar además de los tráficos listados, los tráficos de telefonía y video-vigilancia, en función del requerimiento previsto; a pesar de no ser parte del diseño, los servicios mencionados son importantes en el desempeño general de la red.

Por tanto se presentan los datos de transferencia nominal concernientes a estos servicios, considerando los siguientes parámetros configurados por el cliente:

- Telefonía IP :
  - Cantidad de terminales: 401
  - Códec utilizado: G.711
  - Tasa de transferencia: 85,6 Kbps (0,08 Mbps)
  
- Video-vigilancia IP (ver Figura 3.39):
  - Cantidad de terminales: 500
  - Códec utilizado: H.264
  - Resolución: 1920x1080
  - Tasa de transferencia: 1Mbps

La Tabla 3.55, se presenta el tráfico total generado por aplicación para la red LAN:

Aplicación Local	Tasa de transferencia nominal (Mbps)	Usuarios	Tasa de transferencia total (Mbps)
Web - Casual	0,624	401	250,224
Video bajo Demanda - Casual	13,83	401 + 55	6.306,48
Telefonía IP	0,08	401	32,08
Video-vigilancia IP	1	500	500
<b>Total Mbps</b>			7.088,78
<b>Total Gbps</b>			6,92

**Tabla 3.55 Contrastación de Aplicaciones y Tasa de Transferencia**

La Figura 3.39, presenta los parámetros para video-vigilancia.

Camera Type  Model No.  Quantity

Dual Stream

**1st Stream**

Codec Type

Resolution

Frame Rate

Bit Rate

Schedule Record  Hours(per day)  Days

Motion Record  Hours(per day)  Days

Estimated motion frequency  %

Model No	Quantity	Stream	Codec	Resolution	FPS	Bit Rate	Bandwidth (Mb)
<input checked="" type="checkbox"/> KCM-5111	1	1	H.264	Full HD (1920 x 1080)	15	1M	1

Figura 3.39 Referencia video-vigilancia [55]

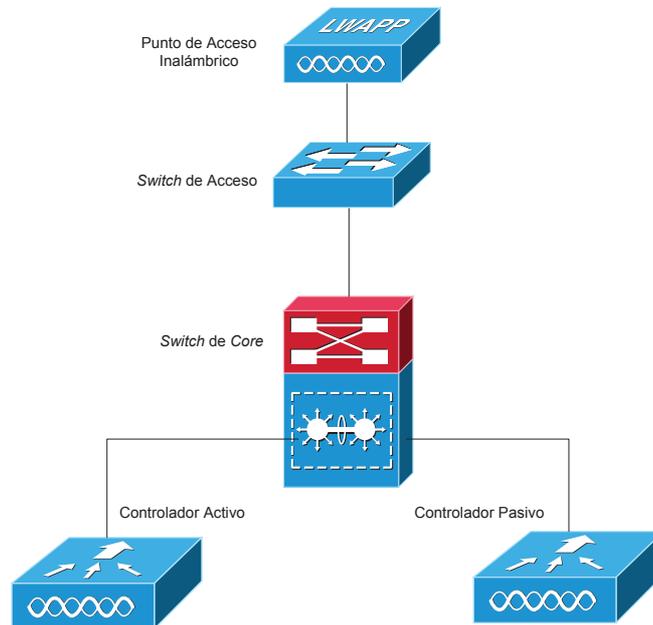
### 3.11.2 DISEÑO DE LA RED ACTIVA DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA [40] [29]

Bajo el requerimiento de brindar acceso inalámbrico a los clientes del centro comercial independientemente de su ubicación se considera para el diseño una infraestructura que proporcione cobertura inalámbrica total al complejo, así como tener una administración centralizada del mismo, sobre la cual se pueda desplegar los servicios diseñados y acceso a internet a una tasa de transmisión adecuada.

Al momento de realizar el diseño del esquema inalámbrico se debe tomar en cuenta varios factores como la densidad de usuarios, el área de cobertura y tasas efectivas de transmisión a utilizarse con el equipamiento inalámbrico.

#### 3.11.2.1 Diagrama topológico WLAN

Se diseña la red WLAN, sobre un modelo centralizado donde los controladores inalámbricos deben estar conectados en alta disponibilidad al núcleo de conmutación de la red de área local, mientras que los puntos de acceso estarán conectados a los equipos de conmutación de la capa de acceso, como se muestra en la Figura 3.40.



**Figura 3.40 Topología WLAN [55]**

El esquema de funcionamiento de la WLAN se describe a continuación:

- Los puntos de accesos propagarán los SSID (*Service Set Identifier*) de las WLANs específicas.
- Cada WLAN hace relación a una VLAN del esquema LAN.
- El cliente selecciona a qué red inalámbrica desea conectarse, seleccionando el SSID deseado.
- Los puntos de acceso contestan al cliente con la siguiente información: tasa de transmisión y parámetros de autenticación.
- Cada cliente recibe una dirección IP en la red.

### 3.11.2.2 Parámetros de Diseño

Para la estimación de cobertura y debido a motivos de confidencialidad antes mencionados no se puede revelar los planos en detalle de las zonas donde se debe brindar cobertura inalámbrica; sin embargo se utilizarán dos plantas tipo para realizar

las pruebas del caso con un punto de acceso inalámbrico y determinar un aproximado de propagación, cobertura e interferencia para replicar en el escenario planteado. Cada una de ellas presenta características que se repiten como patrón dentro de las instalaciones del complejo.



Figura 3.41 Planta de Referencia para zonas abiertas<sup>78</sup>

La Figura 3.41, muestra la planta tipo para un ambiente abierto en donde no existen obstrucciones por la naturaleza de la construcción del complejo urbano, y la Figura 3.42, muestra la planta tipo para un ambiente cerrado, en donde las obstrucciones

<sup>78</sup> Por motivos de confidencialidad no se puede revelar la fuente de esta ilustración.

son paredes de cemento, puertas de metal, puertas de madera, ventanas, modulares y gypsum.

Las dos áreas son de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, de esta manera se puede contrastar el funcionamiento del punto de acceso de prueba contra obstrucciones y determinar un patrón de cobertura para cada área.

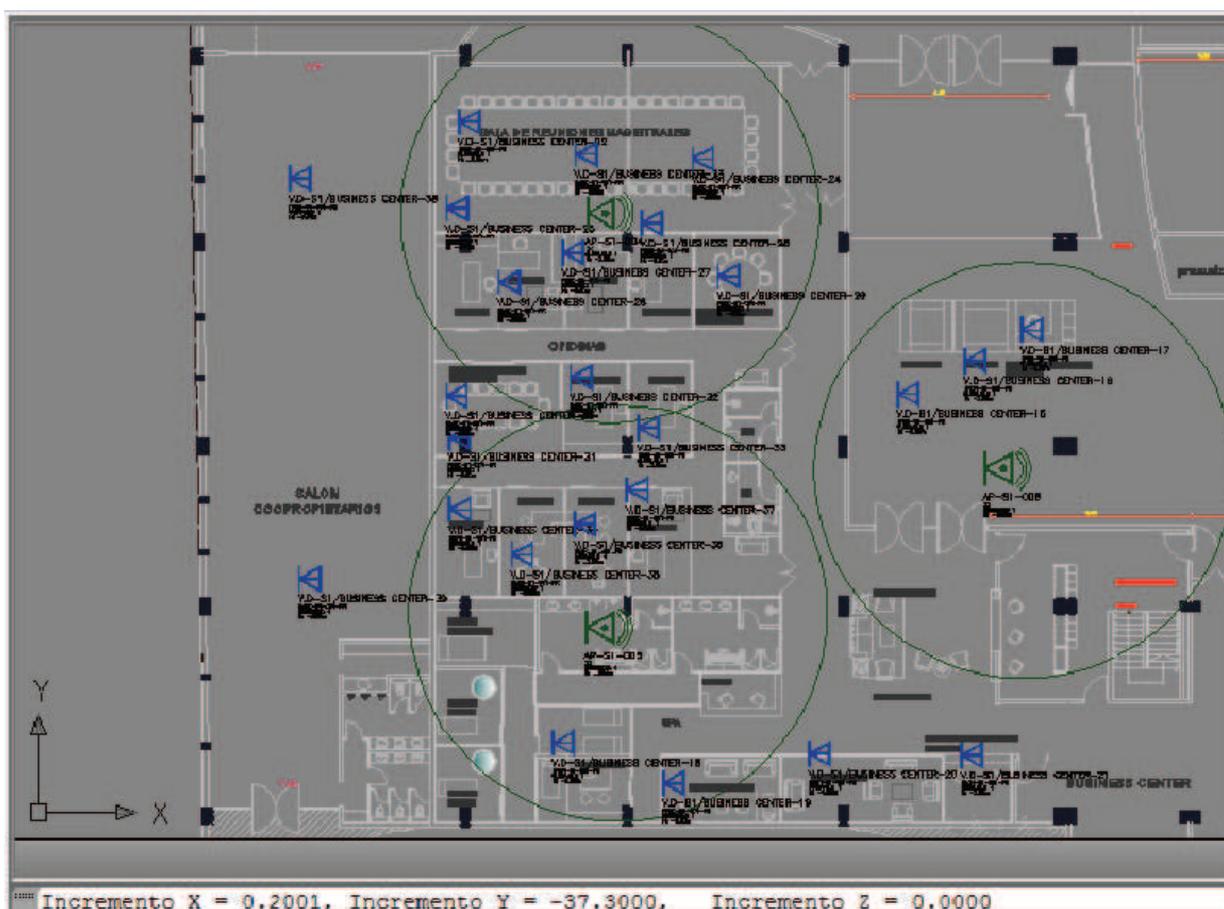


Figura 3.42 Planta de Referencia para zonas cerradas<sup>79</sup>

Para realizar las pruebas respectivas se ha seleccionado un punto de acceso de marca Cisco modelo 1261 con tres antenas tipo dipolo de 2.2 dBi, el cual opera en los estándares 802.11b/g/n; cuyas especificaciones técnicas se encuentra en el Anexo G.

<sup>79</sup> Por motivos de confidencialidad no se puede revelar la fuente de esta ilustración.

Se utiliza un computador portátil con una tarjeta inalámbrica 802.11 a/b/g/n, para efectuar las pruebas que permitan determinar datos efectivos de diseño.

Para verificar el RSSI de los clientes se utiliza el programa inSSIDER<sup>80</sup>, el cual obtiene resultados de la manera que se muestra en las Figuras 3.43, 3.42 y 3.45

MAC Address	SSID	RSSI	Channel	Vendor	Security	Max Rate
00:23:04:C8:E1:E0	ZETASTAR	-19	6	Cisco Systems	WEP	54

Figura 3.43 Detalle de Propagación del SSID



Figura 3.44 Gráfica de RSSI en función del tiempo

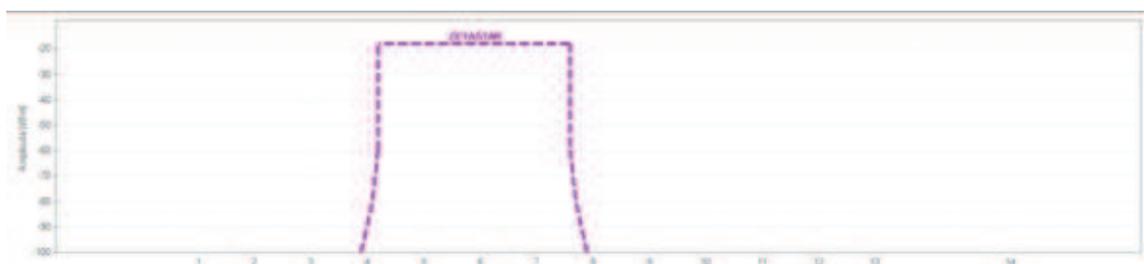
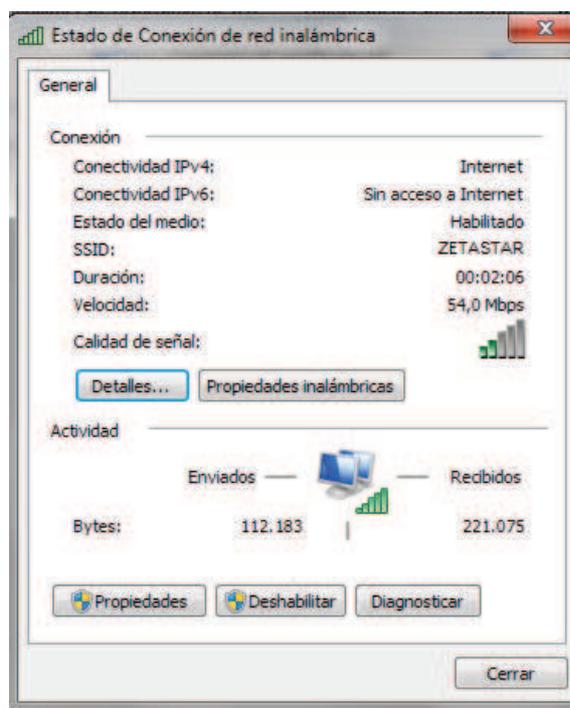


Figura 3.45 Gráfica de RSSI en función de utilización del canal

Para realizar mediciones de tasa de transmisión se utiliza la información de la tarjeta de red del computador de prueba, como se muestra en la siguiente Figura 3.46.

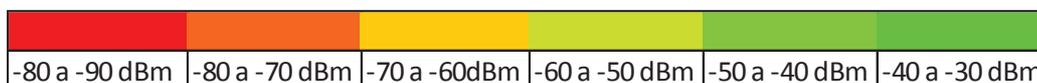
<sup>80</sup>inSSIDER.- Software que permite escanear redes inalámbricas y obtener información de la recepción de la señal en función de potencia y tiempo <http://www.metageek.net/products/inssider/>



**Figura 3.46 Información de Tarjeta de Red**

Se utiliza el software para generar mapas de cobertura WiFi Ekahau HeatMapper<sup>81</sup>, mediante el cual se puede determinar el grado de cobertura del punto de acceso de prueba.

Para la interpretación de los mapas de cobertura, se debe tomar en cuenta la siguiente escala, presentada en la Figura 3.47



**Figura 3.47 Escala de colores para el RSSI**

<sup>81</sup> Ekahau HeatMapper.- Software que permite generar mapas de calor de redes Wireless 802.11b/g/n. <http://www.ekahau.com/products/heatmapper/overview.html>

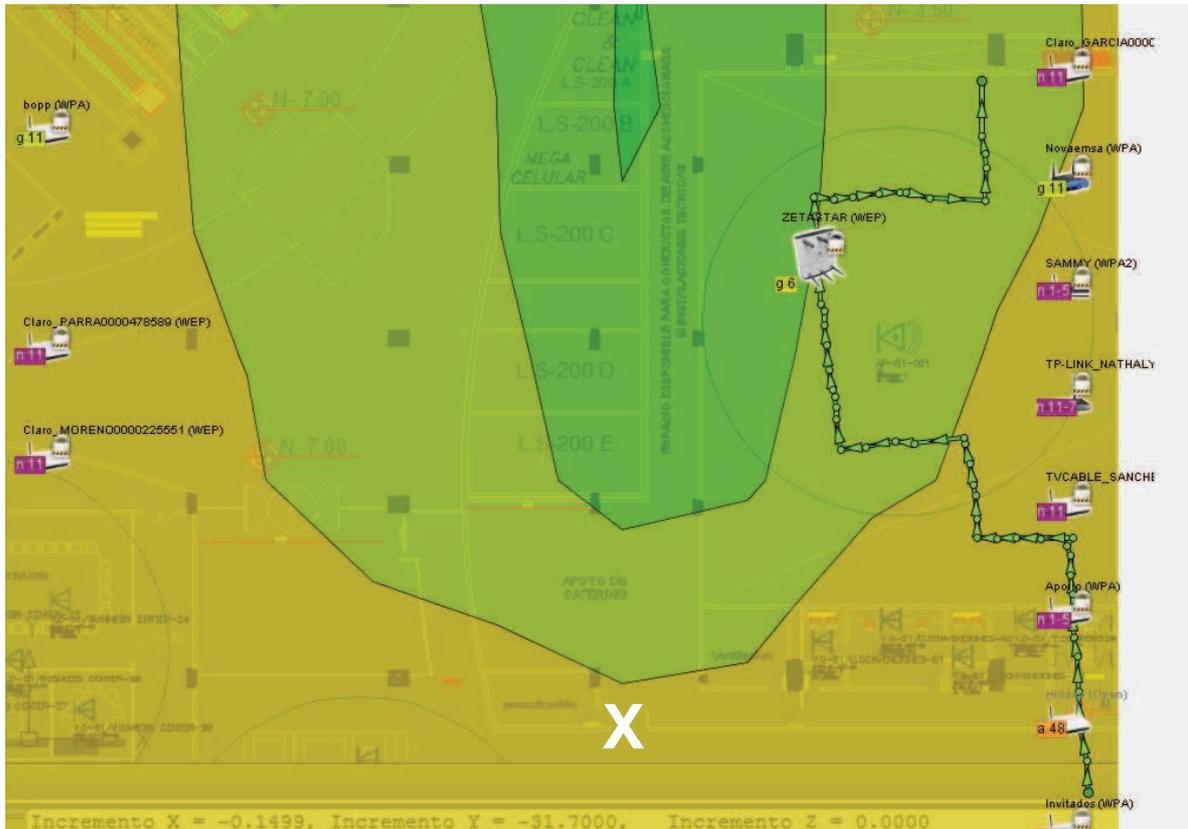
### 3.11.2.3 Cobertura y tasa de transmisión en planta sin obstrucciones

Tomando en cuenta como punto de referencia la posición 1 como punto de ubicación del *Access Point*, el punto B como punto de partida del recorrido de cobertura y el punto C como el punto de llegada, como se presenta en la Figura 3.48.



Figura 3.48 Posiciones para prueba de cobertura en la zona A

Una vez definido el escenario de prueba, se realiza el recorrido. Se debe tomar en cuenta que pueden existir más puntos de acceso propagando cerca del área de cobertura, sin embargo mediante Ekahau HeatMapper se podrá discriminar solo el mapa de cobertura del punto de acceso de prueba, como se muestra en la Figura 3.49.



**Figura 3.49 Gráfica de cobertura del Access Point en la zona A**

Utilizando la escala de interpretación definida previamente, se puede señalar que existen tres zonas las cuales de manera general se encuentran en el rango de  $-40\text{dBm}$  a  $-70\text{dBm}$ , el cual es el rango aceptable para cobertura WiFi, debido a que la señal transmitida es estable, lo que permite una tasa de transmisión efectiva.

En el punto X, a una distancia de 30 metros desde el punto de acceso propagando con tres antenas de  $2.2\text{dBi}$ , en un área de cobertura donde el nivel de recepción de señal se encuentra en el rango de  $-60\text{dBm}$  a  $-70\text{dBm}$ , se obtiene la medición de la tasa de transmisión de  $36\text{Mbps}$  como se puede apreciar en la Figura 3.50.

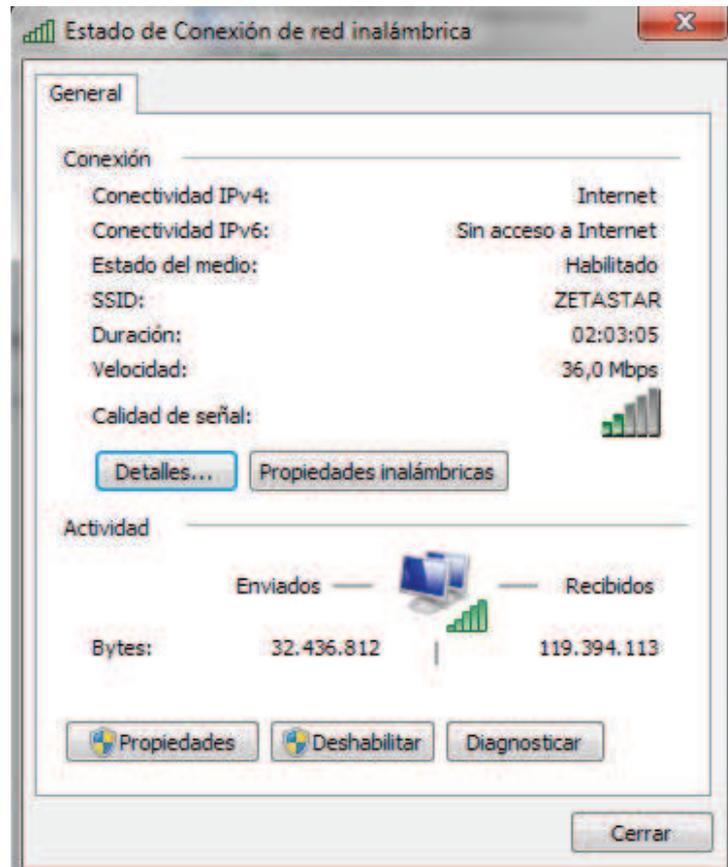


Figura 3.50 Información de la Tarjeta de Red en el Punto X

En base a lo antes señalado, se puede determinar que un *Access Point* con tres antenas de 2.2 dBi, permite transmisiones efectivas en función del diseño y tráfico estimados.

#### 3.11.2.4 Cobertura y tasa de transmisión en planta con obstrucciones

Se toma en cuenta para la prueba de cobertura una planta con tres zonas para realizar las pruebas correspondientes. Estas zonas se caracterizan por tener paredes, divisiones metálicas y de madera, divisiones de vidrio, gypsum y ventanas, presentadas en la Figura 3.51.



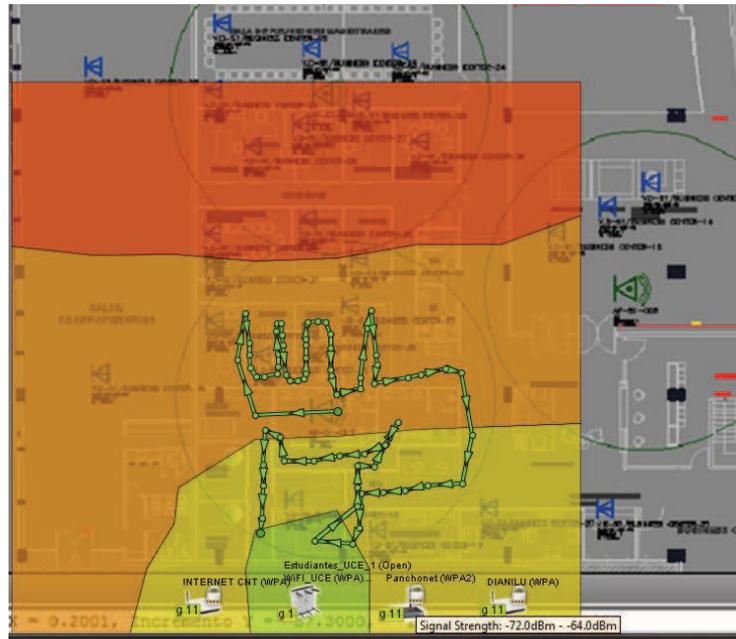


Figura 3.53 Mapa de cobertura para la Zona B con el Access Point en el punto 2

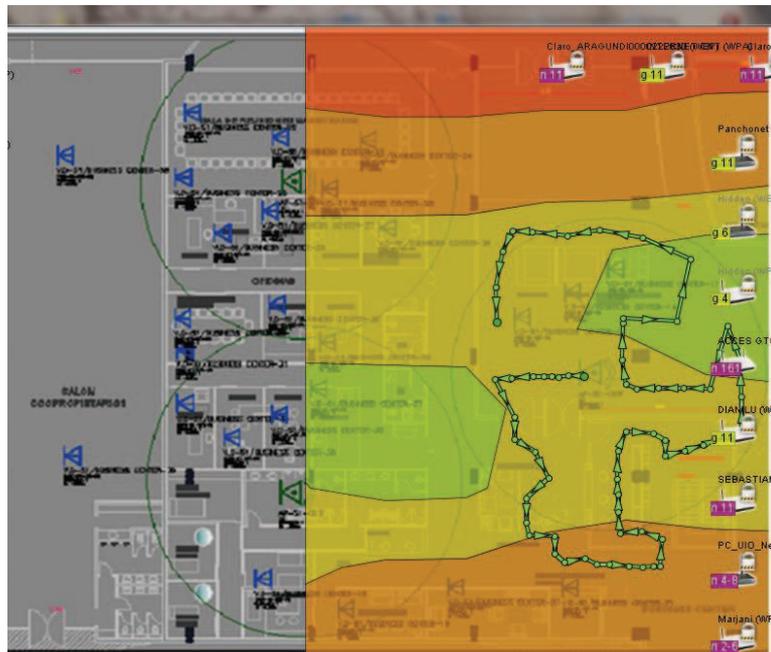


Figura 3.54 Mapa de cobertura para la Zona B con el Access Point en el punto 3



**Figura 3.55 Mapa de cobertura total para la Zona B**

El punto Y especificado en la Figura 3.55 permite determinar una velocidad de 36 Mbps, en los niveles de señal de -60 dBm a -70 dBm con respecto a la escala de la figura 3.47, esta tasa de transmisión es determinada utilizando la tarjeta de red inalámbrica del computador, como se muestra en la Figura 3.56.

Al observar los mapas de cobertura de cada zona, y el mapa de cobertura total, se puede establecer que el nivel de señal está en el rango de -40 dBm a -70 dBm, valores considerados como aceptables para la transmisión de datos sobre la WLAN.

En función de estos resultados, la zona total de 300 m<sup>2</sup>, necesita de 3 *Access Points* para garantizar un área de cobertura y tasa de transferencia adecuadas para el uso de contenido multimedia, siempre y cuando estos se coloquen de manera que su huella de cobertura no se sobreponga en un 20% [55].

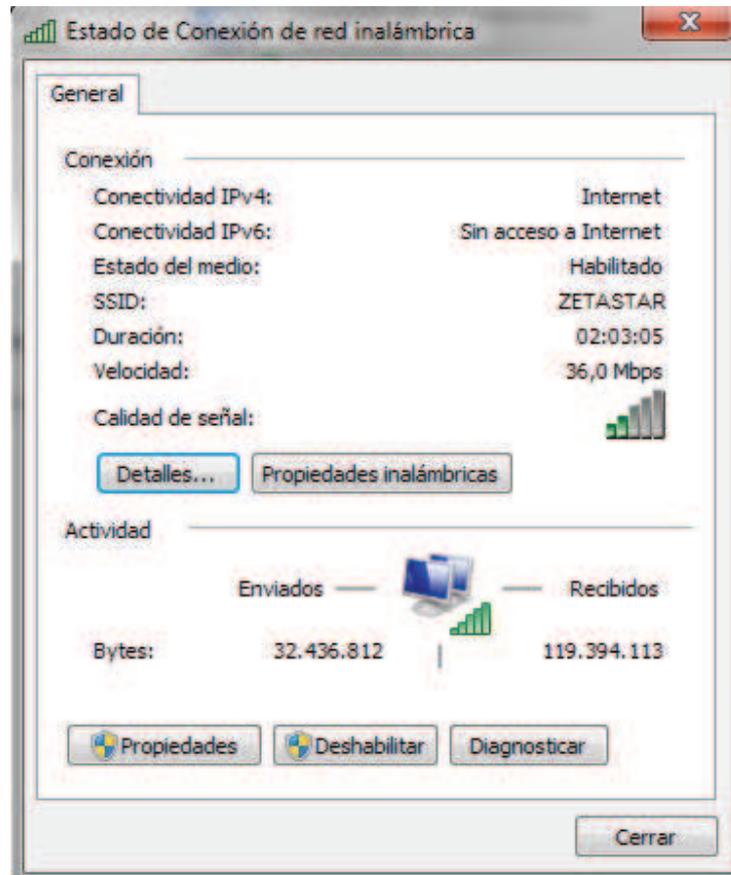


Figura 3.56 Información de la Tarjeta de Red en el Punto Y

### 3.11.2.5 Dimensionamiento en base a cobertura

El complejo tiene 25.000 m<sup>2</sup> de construcción total de los cuales el 30% estará destinado a zonas de congregación masiva, patios de comida, pasillos, etc., donde se necesita cobertura inalámbrica, es decir 7.500 m<sup>2</sup>.

En base al criterio de cobertura, se necesita el análisis de espacios arquitectónicos<sup>82</sup> del centro comercial, donde se tiene que, el 60% de las áreas que necesitan acceso inalámbrico corresponden a zonas tipo B, mientras que el 40% son zonas tipo A;

<sup>82</sup> El porcentaje determinado de áreas con obstáculos y sin obstáculos, ha sido determinado en función de los planos arquitectónicos, información que no puede ser mostrada explícitamente por temas de confidencialidad.

criterio bajo el cual se obtiene el siguiente cálculo de puntos de acceso. Referenciado en la Tabla 3.56, en función del análisis previo.

Tipo de Zona	AP/Zona	# Zonas	Total AP / Zona
A	1	10	10
B	3	15	45
<b>Total</b>			55

**Tabla 3.56 Parámetros de diseño por cobertura para la WLAN**

### 3.11.2.6 Dimensionamiento en base a densidad de usuario y tasa de transmisión

Si bien el criterio de cobertura proporciona un referente tanto de la cantidad, como de la ubicación de los puntos de acceso, el criterio de densidad de usuario refuerza la cantidad respetando la posición determinada por la cobertura.

Para realizar un análisis coherente desde el punto de vista de densidad de usuarios, se debe tomar en cuenta la tasa efectiva de transmisión que va a utilizar el estándar inalámbrico que se implemente, en este caso 802.11g, utilizando un flujo espacial con canales de 20 MHz y con una tasa efectiva de transmisión teórica de 36 Mbps obtenida previamente.

En la Tabla 3.57 se presenta la relación entre la tasa de transmisión efectiva teórica y la tasa de transmisión efectiva real a considerar para la WLAN.

Sin embargo, el escenario contempla la posibilidad de que a futuro, ciertos dispositivos terminales (computadores portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes) operen con el estándar 802.1n, para lo cual se debe considerar que la tasa efectiva de transmisión puede llegar a 25 Mbps; además de considerar equipamiento que opere con los estándares en la banda de 2.4 GHz.

Modulación	Sensibilidad a 20MHz (dBm)	SNR (dB)	Tasa de Transmisión Teórica (Mbps)	Tasa Efectiva (Mbps)
BPSK $\frac{1}{2}$	-90,6	6,4	6	2,8
BPSK $\frac{3}{4}$	-88,6	8,5	9	4,3
QPSK $\frac{1}{2}$	-87,6	9,4	12	6,0
QPSK $\frac{3}{4}$	-85,8	11,2	18	9,0
16QAM $\frac{1}{2}$	-80,6	16,4	24	11,8
16QAM $\frac{3}{4}$	-78,8	18,2	36	18,1
64QAM $\frac{2}{3}$	-74,3	22,7	48	24,0
64QAM $\frac{3}{4}$	-72,6	24,4	54	26,8

**Tabla 3.57 Guía de referencia de velocidad teórica y velocidad efectiva real[56]**

Para escenarios como el presente, en donde en función de garantizar una tasa de transmisión adecuada y cubrir con la densidad de usuarios del sistema, se colocarán múltiples puntos de acceso en zonas cercanas, para lo cual se debe considerar el criterio de reuso de frecuencias, en donde celdas adyacentes deben operar en canales distintos.

Dimensionar adecuadamente una infraestructura tiene que ver con la relación de usabilidad de la misma, la relación se obtiene contrastando los valores determinados teóricamente, con los obtenidos a través de la experiencia, consolidando así el análisis de conexiones simultáneas para la tasa de transmisión de 1,894 Mbps determinada anteriormente y necesaria en función de entregar el contenido multimedia adecuadamente como se presenta en la Tabla 3.58.

Tasa de Transmisión Teórica	Tasa de transmisión Efectiva	Tasa Necesaria de Tx / Usuario	Número de Usuarios /AP
36 Mbps	18,1 Mbps	1,894 Mbps	9,56

**Tabla 3.58 Tasa de transmisión efectiva y número de conexiones simultaneas para 802.11 g**

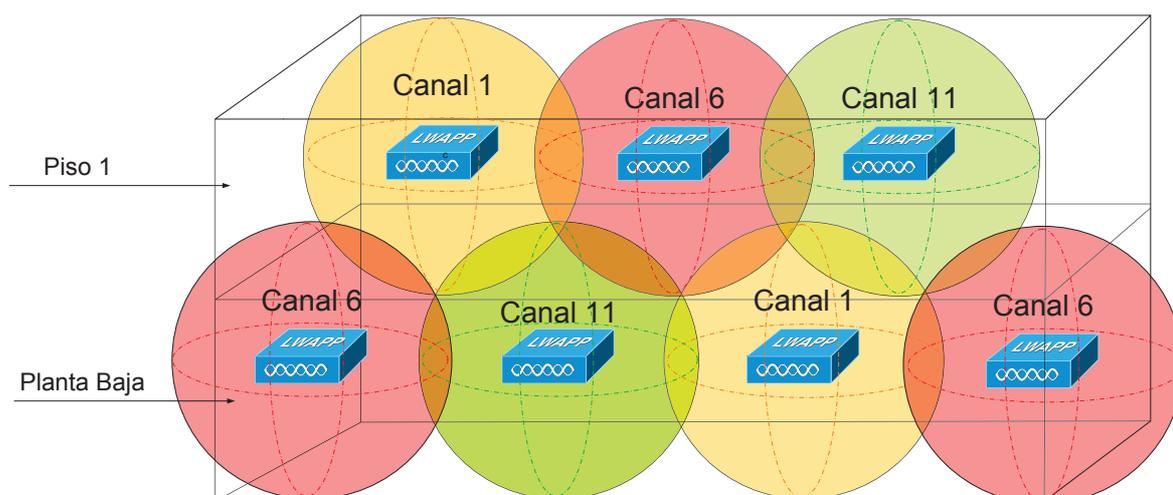
Para entornos reales se tienen 9 usuarios simultáneos por punto de acceso; a una tasa de transmisión por usuario de 1,894 Mbps, lo cual cumple con la expectativa de diseño. Para calcular la cantidad de equipos necesarios se deberá dividir el número esperado de usuarios para el valor de simultaneidad considerado por punto de acceso. En la Tabla 3.59 se presenta el cálculo obtenido.

$$\text{Número de APs} = \frac{625 \text{ usuarios}}{9 \text{ usuarios/AP}} = 69,44 \text{ AP}$$

Número Esperado de Usuarios	Número de Usuarios /AP	Número de Aps
625	9	69,44

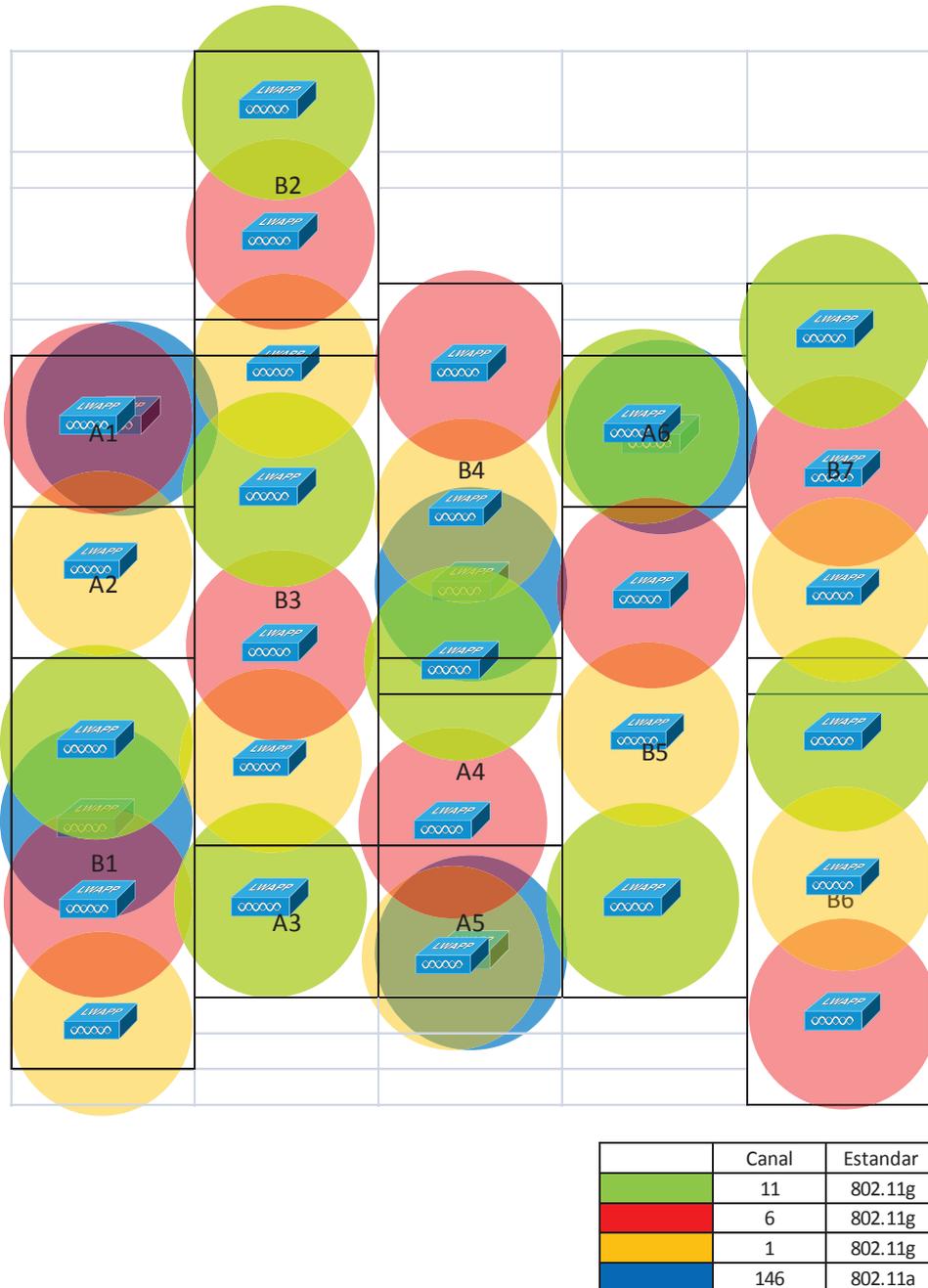
**Tabla 3.59 Cálculo de APs en función del número de usuarios esperados**

Al contrastar el número de equipos calculados para las áreas de cobertura de radiofrecuencia con el obtenido en base a la densidad de usuarios y tasa de transmisión se puede determinar que se utilizarán 70 puntos de acceso para el diseño final; en función de la cantidad necesaria para solventar el requerimiento de densidad de usuarios, es importante determinar la áreas en las que se re-distribuirá la infraestructura determinada, sobre todo considerando los espacios destinados a concentración masiva.



**Figura 3.57 Plan de Re-uso de Frecuencias en 802.11g**

El plan de canales se define utilizando el concepto re-uso de frecuencias como se muestra en la Figura 3.57. Este diseño espacial permitirá definir adecuadamente la ubicación del equipamiento dimensionado, lo que se ilustra en la Figura 3.58.



**Figura 3.58 Plan de Re-uso de Frecuencias aplicado a una planta tipo**

Tomando en cuenta el re-uso de frecuencias; se utiliza tanto el estándar 802.11a como el 802.11g; permitiendo la concurrencia deseada sobre cada uno de los sitios que se han considerado para esta salvedad. Este criterio de redistribución toma en cuenta la zonas con alta densidad de usuarios, sea la misma una zona tipo A o B, con esta consideración se presenta una distribución definida.

La Tabla 3.60 presenta la nueva distribución en función del tipo de zonas A descritas anteriormente.

Zonas Tipo	Cantidad de APs Por Cobertura	Cantidad de APs Por Densidad	Estándar Utilizado	Canal
A1	1	2	802.11 g	6
			802.11 a	149
A2	1	1	802.11 g	1
A3	1	1	802.11 g	11
A4	1	1	802.11 g	6
A5	1	2	802.11 a	149
			802.11 g	1
A6	1	2	802.11 g	11
			802.11 a	149
A7	1	1	802.11 g	6
A8	1	2	802.11 g	1
			802.11 a	149
A9	1	1	802.11 g	6
A10	1	3	802.11 g	11
			802.11 g	6
			802.11 a	1

**Tabla 3.60 Distribución Zona tipo A**

Mientras que para la zona B, se presenta la siguiente distribución detallada en la Tabla 3.61 y 3.62, la misma que ha sido dividida para su mejor entendimiento.

Zonas Tipo	Cantidad de APs Por Cobertura	Cantidad de APs Por Densidad	Estándar Utilizado	Canal
B1	3	4	802.11 g	11
			802.11 g	6
			802.11 g	1
			802.11 a	149
B2	3	3	802.11 g	11
			802.11 g	6
			802.11 g	1
B3	3	3	802.11 g	11
			802.11 g	6
			802.11 g	1
B4	3	4	802.11 g	6
			802.11 g	1
			802.11 g	11
			802.11 a	149
B5	3	3	802.11 g	6
			802.11 g	1
			802.11 g	11
B6	3	3	802.11 g	11
			802.11 g	1
			802.11 g	6
B7	3	3	802.11 g	11
			802.11 g	6
			802.11 g	1
B8	3	4	802.11 g	1
			802.11 g	6
			802.11 g	11
			802.11 a	149

Tabla 3.61 Distribución Zona tipo B (parte I)

Zonas Tipo	Cantidad de APs Por Cobertura	Cantidad de APs Por Densidad	Estándar Utilizado	Canal
B9	3	3	802.11 g	6
			802.11 g	11
			802.11 g	1
B10	3	5	802.11 g	6
			802.11 g	11
			802.11 g	1
			802.11 a	149
			802.11 a	153
B11	3	3	802.11 g	11
			802.11 g	1
			802.11 g	6
B12	3	4	802.11 g	6
			802.11 g	11
			802.11 g	1
			802.11 a	149
B13	3	3	802.11 g	6
			802.11 g	11
			802.11 g	1
B14	3	3	802.11 g	6
			802.11 g	1
			802.11 g	11
B15	3	6	802.11 g	6
			802.11 g	1
			802.11 g	11
			802.11 a	149
			802.11 a	153
			802.11 a	160

Tabla 3.621 Distribución Zona tipo B (Parte II)

### 3.11.2.7 Características del equipamiento WLAN [44]

Se ha considerado características para el equipamiento, en función del despliegue mencionado en los apartados previos de los cuales se presenta el requerimiento específico, haciendo referencia a la utilización de equipamiento que permita implementar una red inalámbrica robusta, sobre la cual se pueda entregar contenido multimedia a los terminales móviles, brindando además esquemas de movilidad.

Se define desplegar una solución centralizada que permita gestionar a todos los equipos inalámbricos como una plataforma unificada mediante el protocolo CAPWAP<sup>83</sup>, reduciendo el costo operativo de administración de la infraestructura WLAN. La solución en este sentido, tiene que ver con el uso de dos controladores inalámbricos en alta disponibilidad así como puntos de acceso inalámbrico que facilitarán un despliegue óptimo de la red diseñada. Se presentan las características mínimas que solventen el diseño previsto, en la Tabla 3.63 y 3.64

Equipos	Punto de Acceso Inalámbrico
Características Generales	Soporte 802.11 a/b/g/n
	802.11 Selección de frecuencia dinámica
	Radio 2,4GHz
Seguridad y autenticación	Wi-Fi <i>Protected Access</i> (WPA)
	Wi-Fi <i>Protected Access 2</i> (WPA2)
Ganancia antenas	A 2.4 GHz, ganancia de al menos 2 dBi, antena omnidireccional, con un ancho de haz horizontal de 360°.
Interfaces	1 puerto 10/100/1000BASE-TX (RJ45).
	1 puerto de consola RJ-45
Protocolos Soportados	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)
	Wi-Fi Multimedia
	El equipo debe ser administrado por un controlador inalámbrico mediante el protocolo CAPWAP

**Tabla 3.63 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso**

<sup>83</sup> CAPWAP.- *Control and Provisioning of Wireless Access Points*: es un protocolo estándar, interoperable que permite a un controlador gestionar una colección de puntos de acceso inalámbricos, utiliza los puertos UDP 5246 (canal de control) y 5247 (canal de datos), basado en LWAPP.

En función de permitir compatibilidad tanto hacia atrás como con nuevos estándares de la familia 802.11. Se deberá considerar que a futuro, pueden acceder al sistema dispositivos que trabajen en doble banda (2,4 GHz y 5 GHz) debido a su popularización en el mercado.

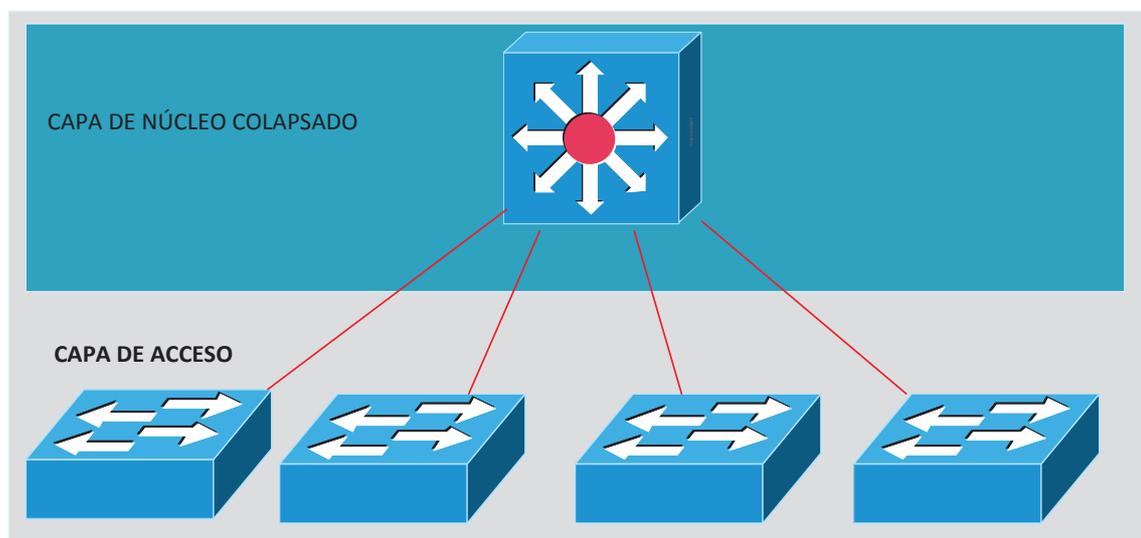
Equipos	Controlador Inalámbrico
Características Generales	Soporte y administre al menos 100, puntos de acceso
	Tipo <i>appliance</i> para montaje en rack estándar de 19"
	Alto rendimiento para video
	Alta disponibilidad
	Administración de RF
	Soporte <i>Roaming</i>
	Fuente de poder redundante
Estándares inalámbricos soportados:	IEEE 802.11a/b/g/n
	IEEE WMM/802.11e
Estándares soportados	IEEE 802.3 10BASE-T
	IEEE 802.3u 100BASE-TX
	IEEE 802.3ab 1000BASE-T
	IEEE 802.3z 1000BASE-X
	IEEE 802.1q VLAN <i>tagging</i>
	IEEE 802.3ad Link <i>Aggregation</i>
	IEEE 802.1ax Link <i>Aggregation</i>
Estándares de seguridad	Wi-Fi <i>Protected Access</i> (WPA)
	IEEE 802.11i (WPA2, RSN)
Autenticación	<i>Web-based authentication</i>

**Tabla 3.64 Características Mínimas del Controlador Inalámbrico**

### 3.11.3 DISEÑO DE LA RED ACTIVA DE ÁREA LOCAL [25]

Como se mencionó en el capítulo 1, el diseño de la red de comunicaciones del sistema contempla el despliegue de una arquitectura de capas como son: acceso y núcleo colapsado, para las cuales se escogerá el equipamiento adecuado en base a los criterios referenciados anteriormente, en conjunto con las consideraciones de tráfico analizadas. Se contempla el diseño de una topología en estrella, como la

presentada en la Figura 3.59, que interconecta los *switches* de acceso directamente con el *switch* de núcleo de la red.



**Figura 3.59 Topología a Implementar [10]**

Para la capa de acceso se necesita tomar en cuenta la Tabla 3.65, donde se muestra la densidad de puertos y el crecimiento previsto con lo cual se definirá la cantidad de puertos de acceso requeridos que tendrá cada equipo.

Para el caso específico se considera un crecimiento del 5%<sup>84</sup>, definiendo la cantidad de puertos necesarios. En función de los cálculos de tráfico que se ha realizado se tiene 1,156 Gbps para WLAN y 6,92Gbps para LAN, si bien el diseño no contempla la implementación de servicios adicionales, es importante considerar que esta infraestructura deberá considerar el soporte de los mismos sin modificación alguna. Tomando en cuenta además que estos servicios son pensados para distribuirlos de manera local se considera una red *Gigabit Ethernet*, para el acceso a terminales como PCs, teléfonos, etc, así, como interconexión hacia el nodo central. La interconexión hacia la granja de servidores se considera una red *10GigabitEthernet*

<sup>84</sup> Considerar un 5% de crecimiento tiene que ver con el criterio de diseño escogido para dotar una escalabilidad adecuada.

que soporte el tráfico total; con el objetivo de evitar el encolamiento de tráfico *streaming*, ya que es una aplicación en tiempo real, la Tabla 3.65 muestra la distribución de puntos de red utilizada para el dimensionamiento.

PLANTA	AMBIENTE	CTO DE TELECOMUNICACIONES	PTOS DE RED GENERALES	CÁMARAS IP	MONITORES	ACCESS POINTS	# PTO DE RED	CRECIMIENTO (5%)	REQUERIMIENTO # PUERTOS
SUBSUELO 6	PARQUEADEROS	CT-SS6-R1	0	22	0	0	22	2	24
		CT-SS6-R2	0	17	0	0	17	1	18
		CT-SS6-R3	0	23	0	0	23	2	25
SUBTOTAL 1							62	5	67
SUBSUELO 5	PARQUEADEROS	CT-SS5-R1	0	19	0	0	19	1	20
		CT-SS5-R2	0	21	0	0	21	2	23
		CT-SS5-R3	0	22	0	0	22	2	24
SUBTOTAL 2							62	5	67
SUBSUELO 4	PARQUEADEROS	CT-SS4-R1	0	21	0	0	21	2	23
		CT-SS4-R2	0	20	0	0	20	1	21
		CT-SS4-R3	0	21	0	0	21	2	23
SUBTOTAL 3							62	5	67
SUBSUELO 3	LOCALES COMERCIALES	CT-SS3-R1	26	17	2	1	46	3	49
		CT-SS3-R2	22	15	1	6	44	3	47
		CT-SS3-R3	10	30	2	1	43	3	46
SUBTOTAL 4							133	9	142
SUBSUELO 2	LOCALES COMERCIALES	CT-SS2-R1	16	32	3	6	57	3	60
		CT-SS2-R1	16	35	2	3	56	3	59
SUBTOTAL 5							113	6	119
SUBSUELO 1	SALON DE CONVENCIONES	CT-SS1-R1	72	30	8	6	116	6	122
		CT-SS1-R2	44	22	2	2	70	4	74
	CENTRO DE NEGOCIOS	CT-SS1-R3	90	15	8	5	118	6	124
SUBTOTAL 6							304	16	320
PLANTA BAJA	CINES	CT-PB-R1	36	10	3	2	51	3	54
	LOCALES COMERCIALES	CT-PB-R2	62	12	1	2	77	4	81
		CT-PB-R3	86	12	1	1	100	5	105
		CT-PB-R4	20	10	2	3	35	2	37
SUBTOTAL 7							263	14	277
PISO 1	LOCALES COMERCIALES	CT-P1-R1	32	10	3	5	50	3	53
	CINES	CT-P1-R2	39	9	4	2	54	3	57
SUBTOTAL 8							104	6	110
PISO 2	OFICINAS DE ADMINISTRACIÓN	CT-P2-R1	62	15	0	2	79	4	83
	CENTRO EDUCATIVO	CT-P2-R2	88	25	8	5	126	7	133
SUBTOTAL 9							205	11	216
PISO 3	TEATRO	CT-P3-R1	20	15	5	3	43	3	46
SUBTOTAL 10							43	3	46
TOTAL PUNTOS DE RED			741	500	55	55	1351	80	1431
TOTAL PUNTOS DE RED + CRECIMIENTO							1431		

**Tabla 3.65 Distribución de Puntos de Red + Crecimiento**

### 3.11.3.1 Diagrama topológico de red convergente

La Figura 3.60, presenta la topología física propuesta para la red, considerando todos los elementos que la componen, es decir el acceso a través de los puntos de red e inalámbrico, el acceso a la granja de servidores y el núcleo principal de la red.

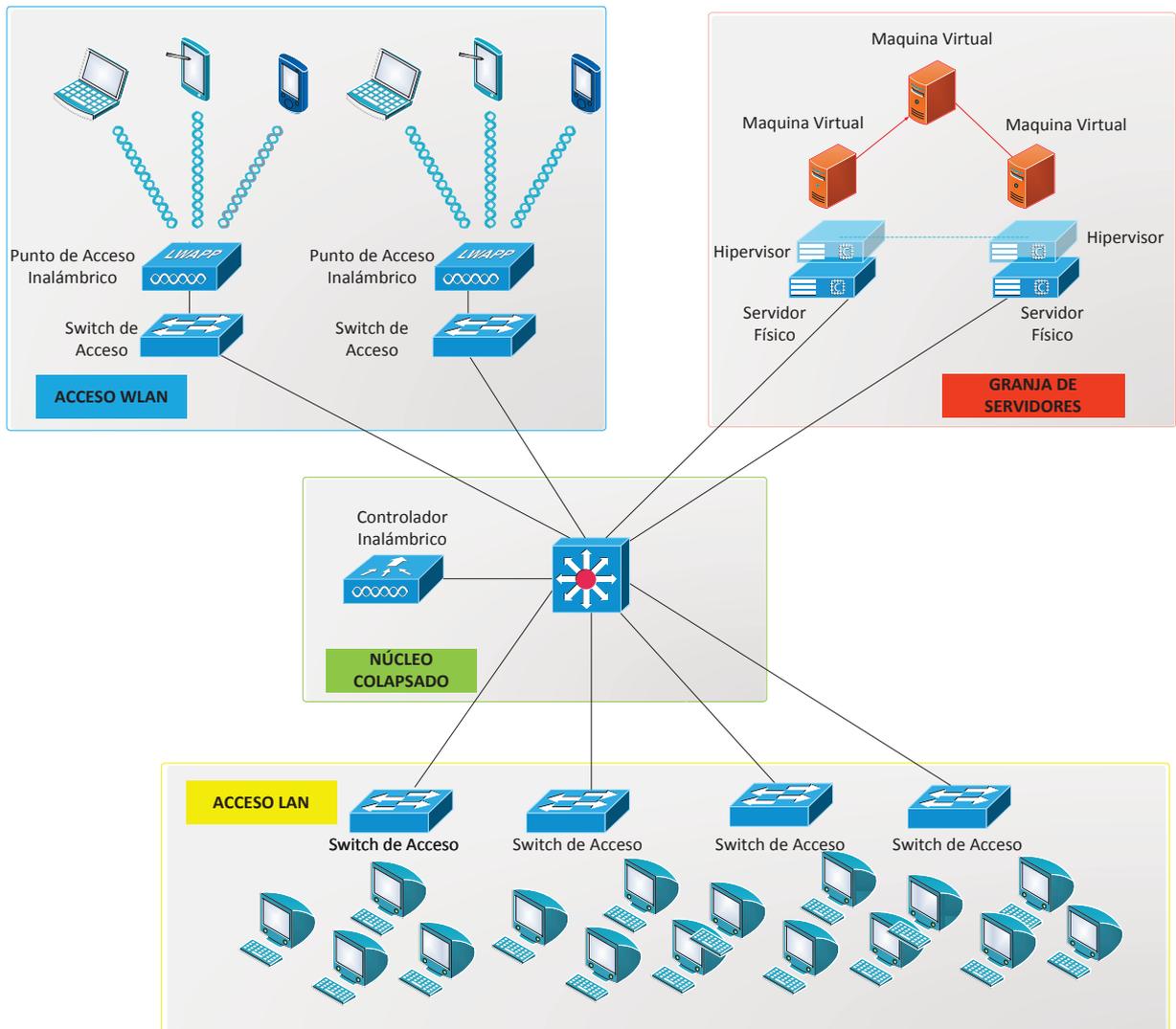


Figura 3.60 Diagrama Físico de Red

Sobre el esquema presentado es importante referenciar a los criterios generales del sistema como son redundancia, alta disponibilidad y escalabilidad.

Por tanto en el diseño general se consideran enlaces físicos redundantes desde los equipos de acceso hacia el equipo de núcleo de la red, además con el fin de proveer de un ambiente sin un único punto de falla, se considerará el utilizar dos equipamientos de *core*, y en función de la tecnología actual permitir que este equipo se convierta en uno lógicamente, permitiendo duplicar la capacidad del canal de interconexión entre capas de acceso y núcleo colapsado.

En la Figura 3.61, se presenta el diseño final de la red, a ser tomado en cuenta para realizar el correcto escogimiento de equipos en función del despliegue mencionado.

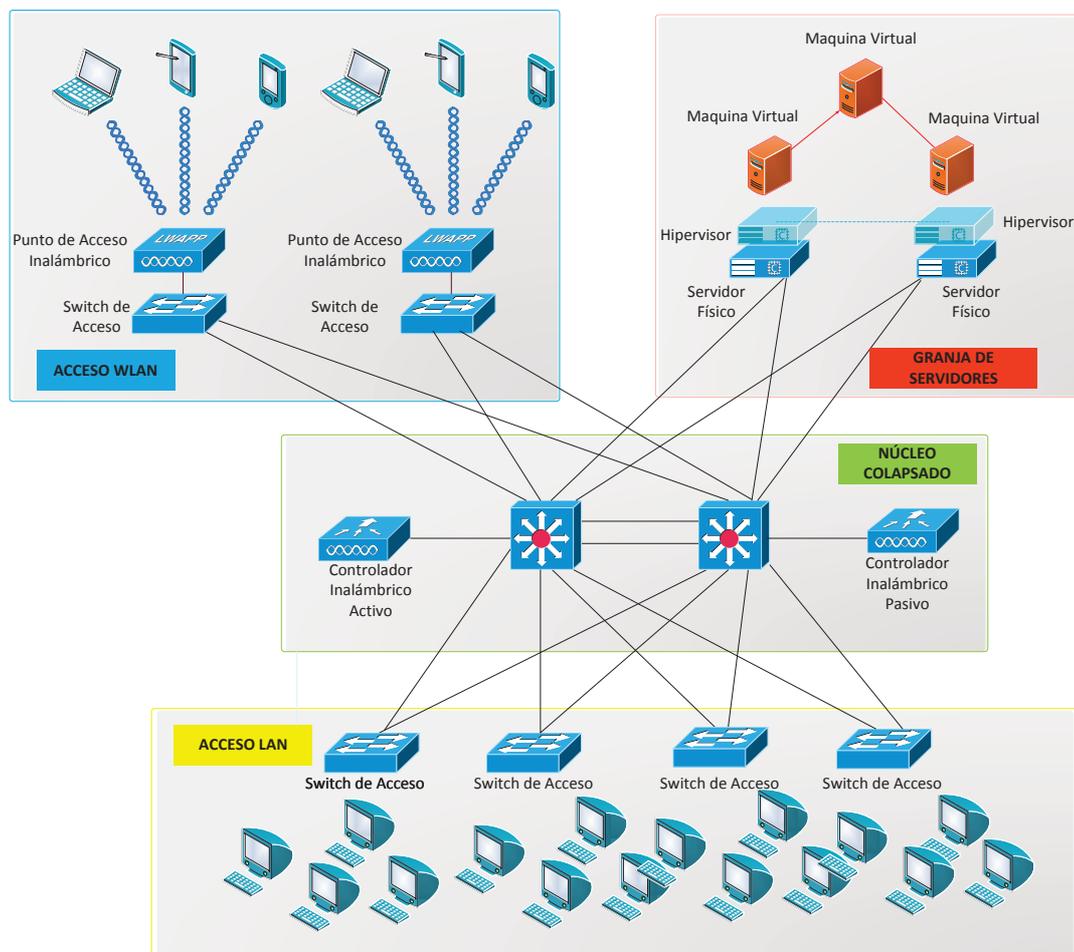


Figura 3.61 Diagrama Final de Red

### 3.11.3.2 Características del equipamiento LAN

Los parámetros considerados pertinentes tomando en cuenta el diseño son distribución y densidad de puntos de red así como capacidad de transmisión de los puertos, con los cual se ha definido características mínimas del equipamiento de acceso.

A nivel de acceso se necesita de *switches* de 24 puertos cuyas características necesarias se detallan en la Tabla 3.66.

Equipos	Switch Acceso
Características Generales	Conmutación en capa 2
	Puertos <i>autosense</i>
	<i>Backplane</i> al menos 48 Gbps
	<i>Forwarding</i> al menos 24 Gbps
	Administrable (SNMP, TELNET, CLI)
	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)
	Agregación de enlace (802.3ad)
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)
	Apilable, Al menos 4 equipos como una unidad lógica
	Módulos e Interfaces
Al menos 2 puertos SFP 10/100/1000 Mbps	
2 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX	
Calidad de Servicio	QoS en capa 2
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)
Protocolos Soportados	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)

**Tabla 3.66 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso de 24 Puertos**

Del mismo modo se muestra en la Tabla 3.67, las características mínimas definidas para el *switch* de 48 puertos.

Equipos	Switch Acceso
Características Generales	Conmutación en capa 2
	Puertos <i>autosense</i>
	<i>Backplane</i> al menos 96 Gbps
	<i>Forwarding</i> al menos 48 Gbps
	Administrable (SNMP, TELNET, CLI)
	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)
	Agregación de enlace (802.3ad)
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)
	Apilable, Al menos 4 equipos como una unidad lógica
Módulos e Interfaces	48 Puertos 10/100/1000 Mbps
	Al menos 2 puertos SFP 10/100/1000 Mbps
	2 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX
Calidad de Servicio	QoS en capa 2
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)
Protocolos Soportados	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)

**Tabla 3.67 Características Mínimas del Equipamiento de Acceso de 48 Puertos**

La Tabla 3.68, se muestra la cantidad de equipos dimensionados.

PLANTA	# PUNTOS DE RED	SWITCH 48 PTOS	SWITCH 24 PTOS
SUBSUELO 6	67	0	3
SUBSUELO 5	67	0	3
SUBSUELO 4	67	0	3
SUBSUELO 3	142	3	0
SUBSUELO 2	119	2	2
SUBSUELO 1	320	5	5
PLANTA BAJA	277	6	2
PISO 1	110	2	2
PISO 2	216	4	2
PISO 3	46	1	0
<b>TOTAL</b>		23	22

**Tabla 3.68 Equipamiento a ser utilizado**

Es importante considerar dentro del dimensionamiento características específicas, que permiten adoptar el diseño previsto en la Figura 3.61. El cálculo del *backplane* del equipamiento de *Core*, tiene que ver con la sumatoria del procesamiento de conmutación, a más de los datos previos sobre la densidad de puertos necesarios se presenta la Tabla 3.68 que muestra la cantidad de equipamiento necesario.

En función de la necesidad presentada en la Tabla 3.68, se calcula el *backplane* para el peor caso considerando que, al ser 55 equipos que se conectarán a un núcleo de red virtualizado y con un enlace redundante, es decir que se tendrá 110 conexiones a 1Gbps aproximadamente.

Hay que considerar además que se definió que la conexión hacia la granja de servidores se realizará con enlaces de 10Gbps, se tendrá por tanto 4 conexiones ya que cada servidor miembro del *cluster* se conectará hacia el *switch* de *Core* y 3 conexiones a 1Gbps por controlador inalámbrico, se presenta un cálculo estimado, que permite determinar el *Backplane* mínimo a ser utilizado, se tiene:

Vp: Velocidad maxima del puerto

$$\mathbf{Backplane(Gbps) = \# Uplinks \times Vp \times 2 (Fullduplex)} \quad \mathbf{Ecuación 3.19}$$

$$Backplane(Gbps) = (110 \times 1 \times 2) + (3 \times 1 \times 2) + (2 \times 10 \times 2)$$

$$Backplane(Gbps) = 266 \text{ Gbps}$$

El cálculo realizado permite determinar valores aproximado de *backplane*, se presenta la Tabla 3.69, que resume las características mínimas a cumplirse para el *switch* de *core*.

Las características definidas en este apartado deberán tomarse en cuenta para determinar las soluciones tecnológicas del mercado que cumplan con los requerimientos presentados.

Equipos	Switch de Núcleo
Características Generales	Conmutación en capa 2 y capa 3
	Puertos <i>autosense</i>
	<i>Backplane</i> >= 270Gbps
	Soporte de al menos 100 VLANS
	Consumo reducido de energía
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)
	Agregación de enlace (802.3ad)
	Administrable
Alta Disponibilidad y Redundancia	Redundancia de fuente de poder
	Capacidad de alta disponibilidad, GLBP, VRRP.
	Combinación de hardware de conmutación en un solo equipo lógico
Enrutamiento	Soporte ruteo inter-VLAN en capa 3.
	Soporte ruteo IP <i>unicast</i> básico: rutas estáticas, RIPv1, RIPv2
	Soporte a futuro de ruteo IP <i>unicast</i> avanzado: OSPF, BGPv4
	Soporte a futuro de ruteo IPv6
	Soporte a futuro de ruteo IP <i>multicast</i>
Módulos e Interfaces	Sustitución en caliente
	>= 110 Puertos SFP 10/100/1000 Mbps
	110 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX
Calidad de Servicio	QoS en capa 2
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)
Protocolos Soportados	10BASE-T <i>specification</i> (802.3)
	100BASE-T <i>specification</i> (802.3u)
	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)
	10GigabitEthernet (802.3ae)

**Tabla 3.69 Características Mínimas del Equipamiento de Core**

### 3.11.4 DISEÑO LÓGICO DE RED

Dentro del esquema lógico de red, se considera segmentar las distintas redes sobre las cuales se desplegarán los servicios diseñados, así como servicios mencionados de telefonía y video-vigilancia, deben ser considerados por lo menos para un esquema básico de red.

Se considera entornos independientes a cada unidad de negocios y sobre ellas la segmentación para cada servicio, la Tabla 3.70, muestra la segmentación contemplada, para el sistema en general.

SERVICIOS							
VLAN NAME	VLAN ID	SUBRED	MASCARA	RANGO UTIL	HOST	GATEWAY	BROADCAST
TELEFONIA	300	10.10.28.0/22	255.255.252.0	10.10.28.1-10.10.31.253	1022	10.10.31.254	10.10.31.255
CCTV	301	10.10.32.0/22	255.255.252.0	10.10.32.1-10.10.35.253	1022	10.10.35.254	10.10.35.255
WLAN-GE	302	10.10.36.0/24	255.255.255.0	10.10.36.1-10.10.36.253	254	10.10.36.254	10.10.36.255
WLAN-CN	303	10.10.37.0/24	255.255.255.0	10.10.37.1-10.10.37.253	254	10.10.37.254	10.10.37.255
WLAN-CC	304	10.10.38.0/24	255.255.255.0	10.10.38.1-10.10.38.253	254	10.10.38.254	10.10.38.255
WLAN-TE	305	10.10.39.0/24	255.255.255.0	10.10.39.1-10.10.39.253	254	10.10.39.254	10.10.39.255
WLAN-CI	306	10.10.40.0/24	255.255.255.0	10.10.40.1-10.10.40.253	254	10.10.40.254	10.10.40.255
WLAN-CE	307	10.10.41.0/24	255.255.255.0	10.10.41.1-10.10.41.253	254	10.10.41.254	10.10.41.255
WEB-GE	308	10.10.42.0/24	255.255.255.0	10.10.42.1-10.10.42.253	254	10.10.42.254	10.10.42.255
WEB-CN	309	10.10.43.0/24	255.255.255.0	10.10.43.1-10.10.43.253	254	10.10.43.254	10.10.43.255
WEB-CC	310	10.10.44.0/24	255.255.255.0	10.10.44.1-10.10.44.253	254	10.10.44.254	10.10.44.255
WEB-TE	311	10.10.45.0/24	255.255.255.0	10.10.45.1-10.10.45.253	254	10.10.45.254	10.10.45.255
WEB-CI	312	10.10.46.0/24	255.255.255.0	10.10.46.1-10.10.46.253	254	10.10.46.254	10.10.46.255
WEB-CE	313	10.10.47.0/24	255.255.255.0	10.10.47.1-10.10.47.253	254	10.10.47.254	10.10.47.255
VoD-GE	314	10.10.48.0/24	255.255.255.0	10.10.48.1-10.10.48.253	254	10.10.48.254	10.10.48.255
VoD-CN	315	10.10.49.0/24	255.255.255.0	10.10.49.1-10.10.49.253	254	10.10.49.254	10.10.49.255
VoD-CC	316	10.10.50.0/24	255.255.255.0	10.10.50.1-10.10.50.253	254	10.10.50.254	10.10.50.255
VoD-TE	317	10.10.51.0/24	255.255.255.0	10.10.51.1-10.10.51.253	254	10.10.51.254	10.10.51.255
VoD-CI	318	10.10.52.0/24	255.255.255.0	10.10.52.1-10.10.52.253	254	10.10.52.254	10.10.52.255
VoD-CE	319	10.10.53.0/24	255.255.255.0	10.10.53.1-10.10.53.253	254	10.10.53.254	10.10.53.255
ADMINISTRACIÓN							
VLAN NAME	VLAN ID	SUBRED	MASCARA	RANGO UTIL	HOST	GATEWAY	BROADCAST
LAN-ADMIN	490	10.10.99.0/24	255.255.255.0	10.10.99.1-10.10.99.253	254	10.10.99.254	10.10.99.255
WLAN-ADMIN	491	10.10.100.0/24	255.255.255.0	10.10.100.1-10.10.100.253	254	10.10.100.254	10.10.100.255
VoD-ADMIN	492	10.10.102.0/24	255.255.255.0	10.10.102.1-10.10.102.253	254	10.10.102.254	10.10.102.255
STREAM-ADMIN	493	10.10.103.0/24	255.255.255.0	10.10.103.1-10.10.103.253	254	10.10.103.254	10.10.103.255
WEB-ADMIN	494	10.10.104.0/24	255.255.255.0	10.10.104.1-10.10.104.253	254	10.10.104.254	10.10.104.255

**Tabla 3.70 Esquema de Segmentación Lógica**

GE: Espacios generales del centro comercial.

CN: Unidad de negocio, Centro de Negocios.

CC: Unidad de negocio, Centro de Convenciones.

TE: Unidad de negocio, Teatro.

CI: Unidad de negocio, Cines.

CE: Unidad de negocio Centro Educativo.

La Figura 3.62, muestra el diagrama del sistema tomando en cuenta la segmentación propuesta, y como cada dominio permitirá la comunicación de los dispositivos designados únicamente a la VLAN especificada.

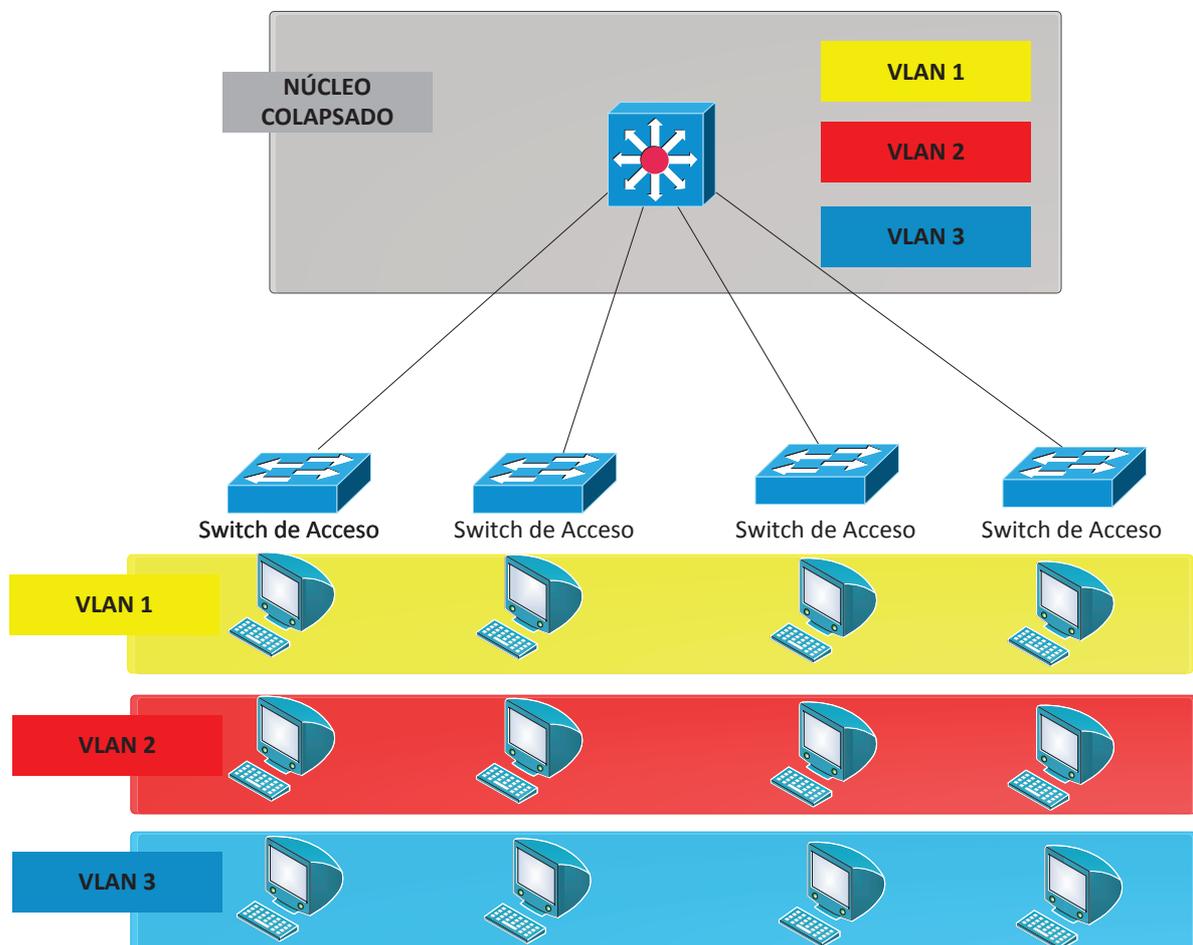


Figura 3.62 Esquema Lógico de Red

## CAPÍTULO 4

### 4. PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA

#### 4.1 ALCANCE DEL PROTOTIPO

El presente prototipo tiene el objetivo de poner en marcha limitadamente los componentes del Sistema de Distribución de Contenido diseñado. Tiene contemplado permitir el acceso a cinco usuarios que serán: una pantalla, dos dispositivos móviles, una tableta y un computador portátil.

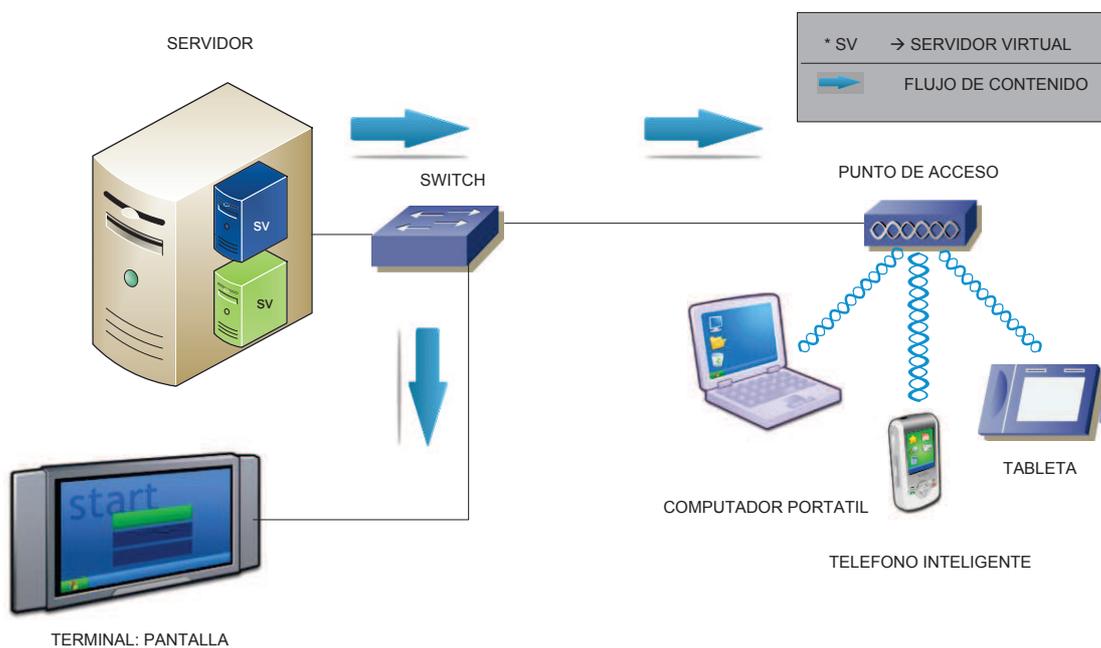
La implementación del prototipo se realiza mediante una plataforma de virtualización de servidores nativa y se utilizará dos tipos de sistemas operativos para la implementación de servicios: Windows y Linux, el anexo H, presenta una guía de usuario del sistema.

#### 4.2 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO

El prototipo está compuesto por cinco partes esenciales las cuales guardan congruencia con el diseño presentado.

- Servicios de Red
- *Backend* de Distribución de Contenido
- *Frontend* de Distribución de Contenido
- Red de Comunicaciones
- Usuario (Dispositivos Terminales)

La Figura 4.1, muestra los componentes del prototipo implementado.



**Figura 4.1 Componentes de Prototipo**

#### 4.2.1 DETALLE DE EQUIPAMIENTO UTILIZADO

El prototipo utiliza equipamiento con las siguientes características de hardware. (ver Tabla 4.1)

- Servidor de Virtualización

Característica	Detalle	
<b>Memoria RAM</b>	16 GB	
<b>CPU</b>	Fabricante	AMD
	Modelo	AMD FX X8 8320 Processor
	Velocidad	3500 MHz
<b>Disco Duro</b>	1 TB	
<b>Tarjeta de Red</b>	Fabricante	Realtek Semiconductor Co, Ltd.
	Modelo	RTL8111/8168B PCI Express Gigabit Ethernet controller

**Tabla 4.1 Características de Hardware del Servidor**

- Equipo de la Red de Comunicaciones, la Tabla 4.2, presenta los equipos utilizados

COMPONENTE	MARCA	MODELO
<b>Switch</b>	Cisco Systems	Catalyst 3560 <sup>85</sup>
<b>Punto de Acceso</b>	Cisco Systems	Aironet 1252 <sup>86</sup>

**Tabla 4.2 Detalle de equipos de comunicaciones del prototipo**

#### 4.2.2 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA DE SERVICIOS

Como parte de la plataforma de Servicios, se desarrolla la implementación de servidores virtuales, para cual se necesita el planteamiento de direccionamiento IP y de dominio, Sistemas Operativos a utilizarse y el levantamiento de cada uno de los servicios.

Se detalla la topología de servicios a implementarse, la misma que utiliza virtualización nativa, utilizando al hipervisor de Linux, Citrix Xen Server.

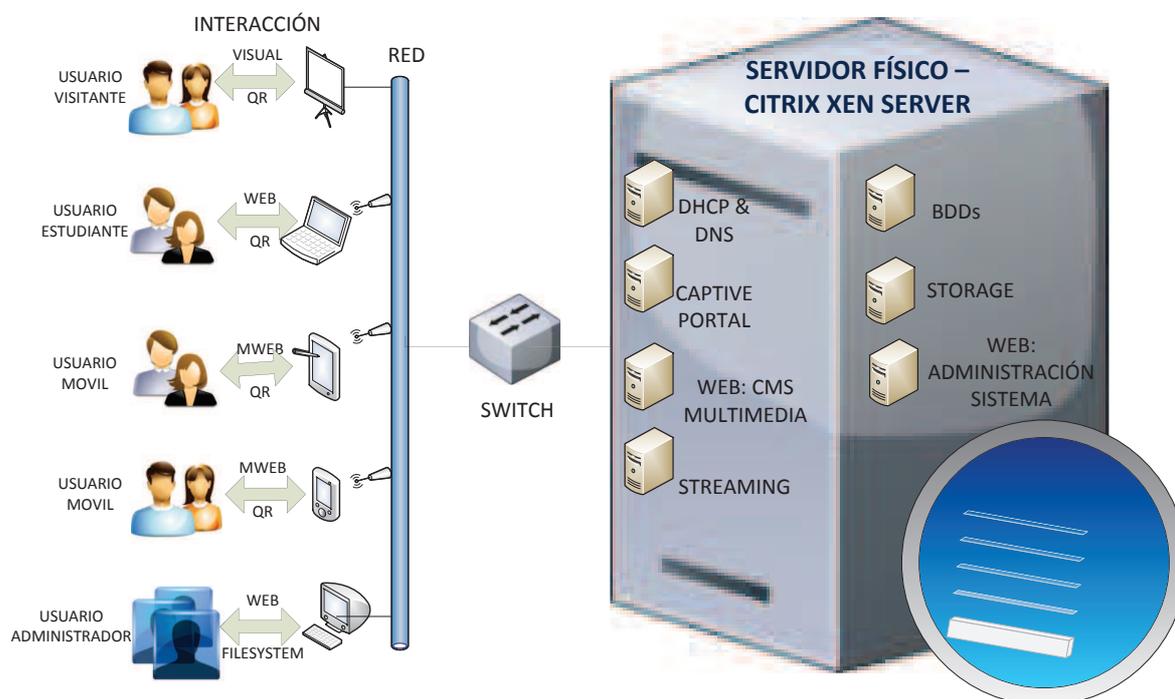
Se instalaron máquinas virtuales tanto en Linux, utilizando la distribución Ubuntu Server 12.04, mientras que para Windows se utilizará la distribución Windows 7.

En la Figura 4.2, se detalla el esquema de implementación de servicios, utilizando como canal de comunicación a la red de acceso a ser implementada.

La red se define con un esquema lógico sencillo, que permita segmentar el tráfico, generando varios dominios de *broadcast* independientes, mediante el uso de VLANs.

<sup>85</sup> Switch Cisco Catalyst 3560: ver Anexo G

<sup>86</sup> Punto de Acceso Inalámbrico Cisco Aironet 1252: ver Anexo G



**Figura 4.2 Esquema General de Servicios.**

### 4.2.3 ESQUEMA LÓGICO DEL PROTOTIPO

Se define el esquema lógico a ser implementado, en función del cual se describe la utilización de VLANs, con la finalidad de permitir separar el tráfico de cada componente y mejorar así el rendimiento de la red; si bien es cierto que el tráfico cursado por el prototipo no necesita de esta segmentación, la idea del mismo es generar el entorno de implementación lo más apegado a la realidad.

Se han definido tres segmentos lógicos de red:

- VLAN 1: Servidores
- VLAN 2: Pantallas
- VLAN 3: WLAN

En la Tabla 4.3 se presenta los segmentos de red a ser utilizados en el prototipo, para el caso específico se ha utilizado la red 10.27.27.0/24, la misma que ha sido

segmentada lógicamente para optimizar los rangos de direccionamiento respectivo, así como todos los parámetros de red a ser tomados en cuenta para la implementación, se detalla también la VLAN que corresponderá a cada subred.

NOMBRE	VLAN ID	SUBRED	MÁSCARA	RANGO ÚTIL	HOST	GATEWAY	BROADCAST
WLAN	402	10.27.27.0	255.255.255.224	10.27.27.2 - 10.27.27.29	28	10.27.27.1	10.27.27.31
SERVIDORES	403	10.27.27.32	255.255.255.240	10.27.27.34 - 10.27.27.45	12	10.27.27.33	10.27.27.47
PANTALLAS	404	10.27.27.48	255.255.255.240	10.27.27.50 - 10.27.27.61	12	10.27.27.49	10.27.27.63

Tabla 4.3 Esquema lógico de red

La Figura 4.3, muestra el esquema lógico a ser implementado, mostrando a qué segmento pertenece cada componente.

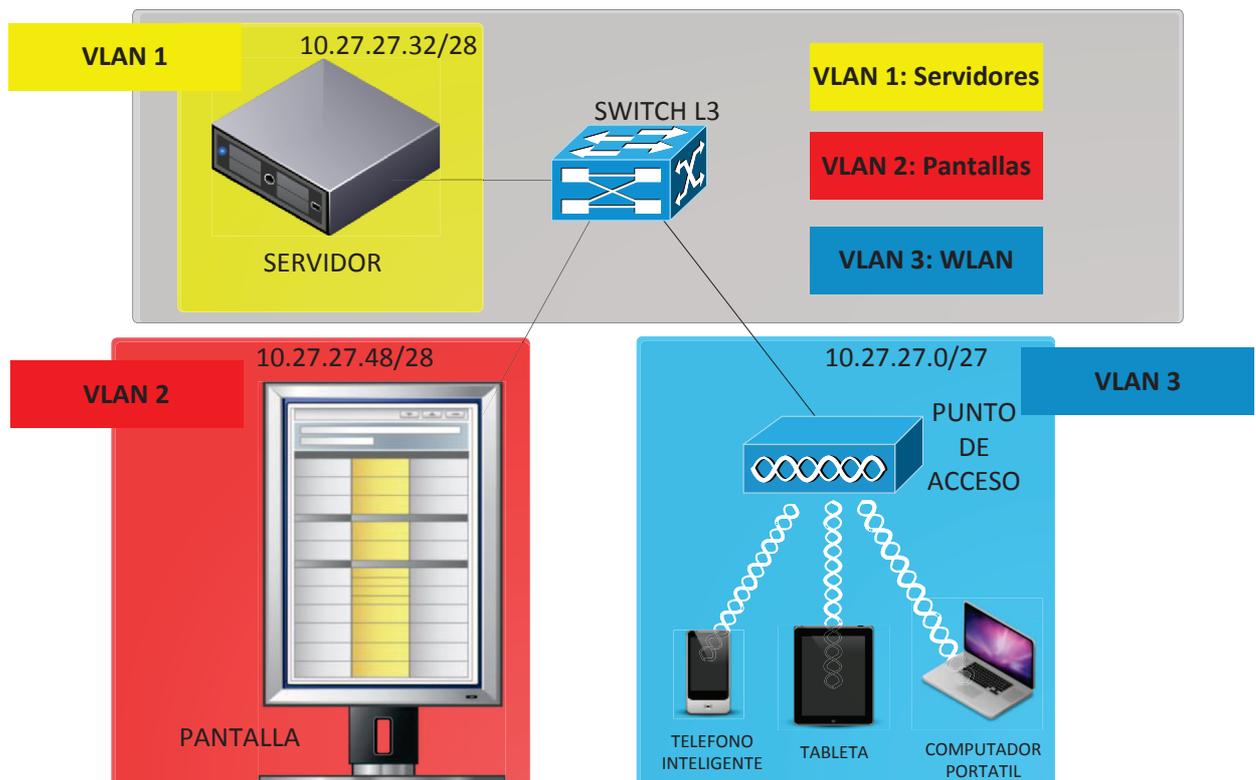


Figura 4.3. Esquema lógico

#### 4.2.4 ESQUEMA DE RED PARA LA GRANJA DE SERVIDORES

Se consideran seis servidores a ser implementados mediante máquinas virtuales, más el *Gateway* correspondiente, en una subred para 14 host aproximadamente, por lo que utilizará un prefijo /28. La Tabla 4.4 muestra el segmento de red a utilizarse para el conjunto de servidores y el dominio definido para todos los servicios. A continuación se detalla el direccionamiento IP y su respectiva correspondencia en nombres de dominio.

<b>Subred</b>	10.27.27.32/28
<b>Gateway</b>	10.27.27.33
<b>DNS Interno</b>	10.27.27.35/28
<b>Dominio</b>	zeta-starmed.com

**Tabla 4.4 Información de red del prototipo**

Utilizando la subred, se ha designado la dirección IP a cada servicio así como su nombre dentro del dominio, como se muestra en la Tabla 4.5.

Servicio	Dirección IP	Hostname	Sistema Operativo	Distribución
<i>Hipervisor</i>	10.27.27.34/28	<i>virtua.zeta-starmed.com</i>	<i>Citrix Xen Server</i>	<i>Citrix Xen Server v6.1.0</i>
<b>Servicios de Red</b>				
<i>DHCP</i>	10.27.27.35/28	ns1.zeta-starmed.com	Linux	Ubuntu Server 12.04
<i>DNS</i>	10.27.27.35/28	ns1.zeta-starmed.com		
<b>Servicios de BackEnd</b>				
<i>Servidor de Storage</i>	10.27.27.37/28	storage.zeta-starmed.com	Linux	Ubuntu Server 12.04
<i>Servidor de Administración de Contenido</i>	10.27.27.37/28	admin.zeta-starmed.com		
<b>Servicios de FrontEnd</b>				
<i>CMS Multimedia</i>	10.27.27.38/28	web.zeta-starmed.com	Linux	Ubuntu Server 12.04
<i>Streaming</i>	10.27.27.39/28	dss.zeta-starmed.com		
<i>Media Sign</i>	10.27.27.40/28	lgs.zeta-starmed.com	Windows	Windows 7

**Tabla 4.5 Direcciones IP y nombres de dominio**

#### 4.2.5 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA DE VIRTUALIZACIÓN

Para cada uno de los 6 servidores virtuales, se considera los parámetros utilizados para su virtualización, tales como procesamiento, memoria RAM y almacenamiento.

En la Tabla 4.6 se presenta el resumen de recursos de virtualización para el esquema de servidores.

Nombre	Requerimiento de CPU	Memoria RAM	Disco Duro
dss.zeta-starmedia.com	3 vCPUs	2048 MB	8 GB
lgs.zeta-starmedia.com	1 vCPU	2048 MB	24 GB
ns1.zeta-starmedia.com	1 vCPU	512 MB	8 GB
storage.zeta-starmedia.com	2 vCPU	1024 MB	500 GB
web.zeta-starmedia.com	2 vCPU	1024 MB	8 GB

**Tabla 4.6** Requerimientos de virtualización del prototipo

#### 4.3 DESPLIEGUE DEL PROTOTIPO

Para el despliegue del presente prototipo, se sigue un orden inverso al del diseño, implementando los distintos componentes en el siguiente orden.

- Red de Comunicaciones
- Virtualización
- Servicios de Red
- *BackEnd*
- *FrontEnd*

Con respecto a la implementación de la red de comunicaciones y la instalación de la plataforma de virtualización, se revisa estas particularidades en el ANEXO B y C respectivamente.

Los servicios de red fueron implementados sobre la plataforma Linux Ubuntu Server la configuración de los mismos se encuentra referenciada en el ANEXO F. En los siguientes apartados se detalla el desarrollo de los bloques de backend y frontend.

## 4.4 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE *BACKEND* DEL SISTEMA

### 4.4.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO

En base al esquema de almacenamiento de contenido seleccionado en el Capítulo 3, en el presente prototipo se implementa un esquema NAS basado en CIFS. Para este caso en particular se instala la distribución libre de este protocolo, conocida como SAMBA, la misma que requiere un proceso de instalación específico.

Se necesita instalar los paquetes necesarios mediante los siguientes comandos referenciados en la Tabla 4.7, los mismos que deben ser ejecutados en la consola.

Comando	Función
<code>sudo su</code>	Permite obtener permisos de superusuario
<code>apt-get install samba samba-client smbfs smbclient</code>	Instala los paquetes necesarios para la implementación de Samba
<code>start smbd</code>	Inicia el servicio

Tabla 4.7 Comando para la instalación de SAMBA

La configuración del servidor se realiza en el archivo **smb.conf** que se encuentra en el repositorio **/etc/samba/** en la cual se añaden los repositorios a ser compartidos a través de la red de comunicación, como unidades de red.

Se selecciona el directorio que corresponde al recurso de almacenamiento compartido en la red y se le asigna los permisos de lectura, escritura, y modificación correspondientes, como los listados en la Tabla 4.8

Comando	Función
<code>cd /home</code>	Cambia el directorio de trabajo a /home
<code>mkdir storage</code>	Crea una carpeta de recurso compartido con nombre <i>storage</i>
<code>chmod -R 755 storage/</code>	Asigna permisos de lectura, escritura y ejecución a la carpeta <i>storage</i>

Tabla 4.8 Parámetros de creación de unidades de almacenamiento en red

Los parámetros mencionados deberán configurarse en el archivo **smb.conf** el cual se encuentra ubicado en el repositorio **/etc/samba**, utilizando el editor de texto **nano** como muestra la Tabla 4.9

Comando	Función
<code>nano /etc/samba/smb.conf</code>	Abre el guion de configuración de Samba en el editor de texto nano

**Tabla 4.9 Configuración de archivo smb.conf**

El guión de configuración se encuentra dividido en dos partes: configuración global y definición del esquema de compartición de archivos. Dentro de la configuración global se añade el *workgroup*: **zeta-starmedia.com** como muestra la Figura 4.4.

```

root@storage:/home/user#
root@storage:/home/user#
root@storage:/home/user# nano /etc/samba/smb.conf

#
# Sample configuration file for the Samba suite for Debian GNU/Linux
#===== Global Settings =====

[global]
## Browsing/Identification ###
# Define el nombre del grupo de trabajo o dominio al que pertenecera el servidor
workgroup = zeta-starmedia.com

# server string es el equivalente al campo de descripon NT
server string = %h server (Samba, Ubuntu)

# Este parametro previene que el servidor busque nombres de NetBIOS a tres del DNS
dns proxy = no

```

**Figura 4.4 Configuración global smb.conf**

Mientras que al final del mismo archivo se deberá colocar los repositorios a ser creado como unidades almacenamiento en red, como lo muestra en la Figura 4.5.

Para especificar la unidad de almacenamiento en red que se va a montar y sobre qué repositorio, es necesario crear el repositorio en el servidor desde el cual se va a hacer uso de la unidad y definirlo en el archivo **fstab** que se encuentra en **/etc/** de los servidores Ubuntu.

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/samba/smb.conf
#
# If you don't want to use auto-mounting/unmounting make sure the CD
# is mounted on /cdrom
#
; preexec = /bin/mount /cdrom
; postexec = /bin/umount /cdrom

[storage]
comment = storage multimedia
path = /home/storage
public = yes
writable = yes
browseable = yes
directory mask = 0775
create mask = 0775
read only = no
locking = no

[repo]
comment = repositorios de instalacion
path = /home/repo
public = yes
writable = yes
browseable = yes
directory mask = 0775
create mask = 0775
read only = no
locking = no

```

Figura 4.5 Creación de unidades de almacenamiento en red

Para el caso específico se accede desde el servidor **web.zeta-starmedia.com** y se configurará los repositorios que serán unidades de red compartidas, se debe hacer un *match* entre el repositorio local y el repositorio a ser montado.

La Figura 4.6, muestra la configuración realizada para configurar las unidades a ser montadas en el servidor.

```

root@web:/etc# nano fstab
GNU nano 2.2.6 File: fstab
# /etc/fstab: static file system information.
#
# Use 'blkid' to print the universally unique identifier for a
# device; this may be used with UUID= as a more robust way to name devices
# that works even if disks are added and removed. See fstab(5).
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
proc /proc proc nodev,noexec,nosuid 0 0
# / was on /dev/xvda1 during installation
UUID=b583d284-4704-4fc5-b243-ee354e16d494 / ext4 errors=remount-ro 0 1
# swap was on /dev/xvda5 during installation
UUID=aab39f02-048b-43df-ab60-71b7f53e7296 none swap 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/storage /home/storage cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/repo /home/repos cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/isos /home/isos cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/rawstorage /var/www/admin/files cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0

```

Figura 4.6 Configuración del archivo fstab

Es necesario definir las credenciales que permiten montar la unidad de almacenamiento en red, como se muestra en la Figura 4.7.

```
root@web:/etc# touch cifs.credentials_
root@web:/etc# nano cifs.credentials
GNU nano 2.2.6 File: cifs.credentials
user=prueba
password=qwerty
```

Figura 4.7 Creación del archivo cifs.credentials

#### 4.4.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDO MULTIMEDIA

La implementación de un sistema de gestión de contenido multimedia se considera desde el punto de vista de administrar el contenido a ser publicado por el servidor de *streaming*, permitiendo la categorización, almacenamiento, pre-visualización y eliminación del contenido de manera sencilla, debido a esta consideración se despliega este servicio sobre una plataforma web que permita la interoperabilidad.

Para lo cual se ha utilizado al servidor web Apache versión 2 con soporte de javascript, en conjunto con el lenguaje PHP, la Tabla 4.10, muestra las sentencias para instalar el servidor y las librerías necesarias.

Comando	Función
<b>apt-get install apache2</b>	Permite descargar e instalar apache web server
<b>apt-get install php5 libapache2-mod-php5</b>	Permite instalar la PHP y las librerías que apache utiliza

Tabla 4.10 Comandos de instalación de Apache y librerías PHP

Una vez realizada la instalación del sitio se ha creado un archivo index.php que sirve como página principal del sistema, en el mismo que se encuentran configuradas las llamadas a funciones específicas PHP.



Figura 4.8 Sitio Web [gesto.zeta-starmedia.com](http://gesto.zeta-starmedia.com)

La Figura 4.8, muestra la pantalla de inicio del gestor de contenido multimedia, el sitio ha sido estructurado de tal manera de que en cada pestaña se puede colocar el contenido dependiendo de la categoría a la que pertenece.

Cada módulo posee la posibilidad de almacenar, pre-visualizar y eliminar el contenido.

## 4.5 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE *FRONTEND* DEL SISTEMA

### 4.5.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDO WEB

Para instalar el servidor en el cual se implemente un sistema de gestión de contenido o *content management system* (CMS) llamado Joomla, el siguiente apartado tiene como finalidad esquematizar la instalación de un CMS.

Es necesario instalar el servidor web apache, el lenguaje PHP y las respectivas librerías, la Tabla 4.11 muestra los comandos para instalar lo anteriormente mencionado.

Comando	Función
<b>apt-get install apache2</b>	Permite descargar e instalar apache web server
<b>apt-get install php5 libapache2-mod-php5</b>	Permite instalar la PHP y las librerías que apache utiliza

**Tabla 4.11 Comandos de instalación de apache y php para Joomla**

El CMS necesita para su funcionamiento una base de datos estructurada, por tal razón es necesario instalar **mysql**, la Tabla 4.12 muestra las sentencias que permitirán instalar el servidor de base de datos.

Comando	Función
<b>apt-get install mysql-server</b>	Permite descargar e instalar el servidor de base de datos mysql

**Tabla 4.12 Comandos para instalación de mysql**

Durante la configuración de **mysql**, se requiere la utilización de un nombre de usuario y su respectiva clave de acceso, mediante la cual se podrá acceder a la base de datos.

Comando	Función
<b>apt-get install phpMyAdmin</b>	Permite descargar e instalar el servidor web de base de datos mysql y php

**Tabla 4.13 Comando para instalación phpmyadmin**

Es importante considerar herramientas de gestión que permitan reducir el tiempo de administración, es por tal razón que se instalará phpMyAdmin; lo cual permitirá gestionar de manera más sencilla las bases de datos. La Tabla 4.13 muestra el comando de instalación.

En el proceso de instalación se debe escoger la opción de servidor web que se tiene instalado, en este caso apache. Se debe editar el archivo de configuración de apache, con la finalidad de publicar el sitio de phpMyAdmin, utilizando el editor de texto nano, sobre el repositorio `/etc/apache2/apache2.conf`, la Figura 4.9 muestra la edición de este archivo.

```

user@web:/etc/apache2$ nano apache2.conf
GNU nano 2.2.6      File: apache2.conf

Include mods-enabled/*.conf

# Include all the user configurations:
Include httpd.conf

# Include ports listing
Include ports.conf

#
# The following directives define some format nicknames for use with
# a CustomLog directive (see below).
# If you are behind a reverse proxy, you might want to change %h into %{X-Forwarded-For}i
#
LogFormat "%v:%p %h %l %u %t \"%r\" %>s %O \"%[Referer]i\" \"%[User-Agent]i\"" vhost_combined
LogFormat "%h %l %u %t \"%r\" %>s %O \"%[Referer]i\" \"%[User-Agent]i\"" combined
LogFormat "%h %l %u %t \"%r\" %>s %O" common
LogFormat "%[Referer]i -> %U" referer
LogFormat "%[User-agent]i" agent

# Include of directories ignores editors' and dpkg's backup files,
# see README.Debian for details.

# Include generic snippets of statements
Include conf.d/

# Include the virtual host configurations:
Include sites-enabled/
Include /etc/phpmyadmin/apache.conf

```

Figura 4.9 Edición de archivo `apache2.conf`

Una vez realizada la edición del archivo es necesario reiniciar el servicio para que los cambios surjan efecto, la Tabla 4.14 muestra el comando utilizado para realizar este procedimiento.

Comando	Función
<code>etc/init.d/apache2 restart</code>	Permite Reiniciar los servicios web

Tabla 4.14 Comando para reiniciar el servicio web

Una vez reiniciado el servicio se accede a phpMyAdmin, colocando en el explorador <http://www.zeta-starmed.com/phpmyadmin/>, se debe crear la base de datos que utilizará el CMS, la misma que se la llama joomla, en la Figura 4.10 se muestra el procedimiento sobre el web.

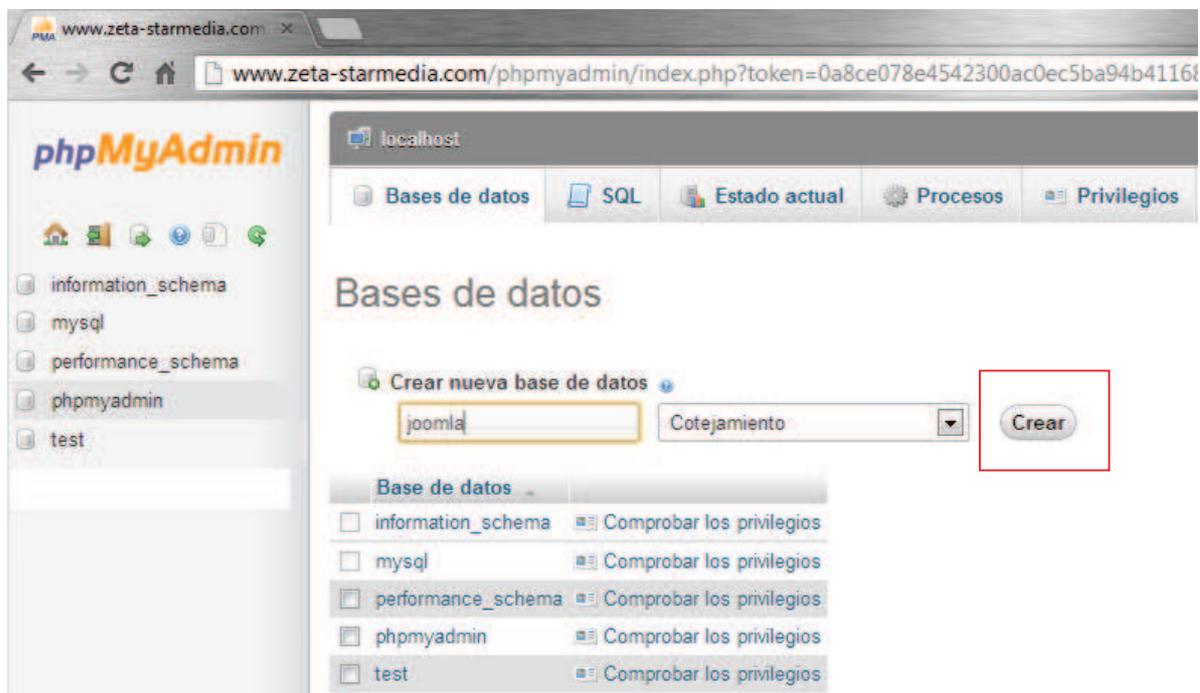


Figura 4.10 Creación de la base de datos para el CMS

Una vez creada la base de datos, se debe verificar sus privilegios, para lo cual se debe dar click sobre el nombre de la base de datos e ir a la pestaña **privilegios**, sobre la cual se listan los usuarios que harán uso de esta base de datos.

Se define los privilegios para usuario **root** como se muestra en la Figura 4.11.

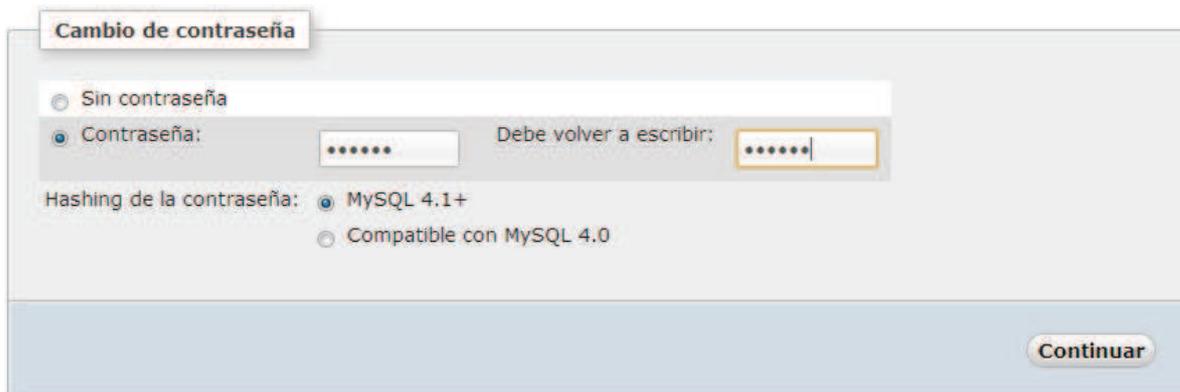


Figura 4.11 Cambio de contraseña del usuario root

Se realiza como siguiente paso la instalación de Joomla, dentro del repositorio `/var/www/web`, donde se encontrarán los archivos web que correrán sobre apache;

se descomprime el paquete, una vez dentro del repositorio se copiar todos los documentos que se encuentran dentro y a través de una sesión WINSOCP se los copia en el directorio **/var/www/web**.

Se puede acceder al portal web de instalación, donde se realiza la configuración de credenciales de administración, nombre de CMS y una descripción, como lo muestra la Figura 4.12

**Figura 4.12 Configuración Inicial de Joomla**

Como paso 2 se deben configurar los parámetros de la base de datos que utiliza el CMS, como lo muestra en la Figura 4.13.

**Figura 4.13 Configuración de credenciales para la base de datos**

Como paso final se define la visión general del CMS, como se muestra en la Figura 4.14.



Figura 4.14 Configuración de visión general del CMS

Una vez finalizada la instalación, se debe retirar el directorio *installation* mediante el comando `rm -Rf /var/www/web/installation` que permite hacer un borrado recursivo del directorio, luego se accede al sitio de administración del Joomla colocando <http://web.zeta-starmedia.com/administrator/> en el explorador, como se muestra en la Figura 4.15



Figura 4.15 Acceso de administración Joomla

Dentro de la consola de administración se puede personalizar el sitio web que se desea implementar, configurando dentro de él las características del sitio, mediante los submenús existentes como se muestra en la Figura 4.16

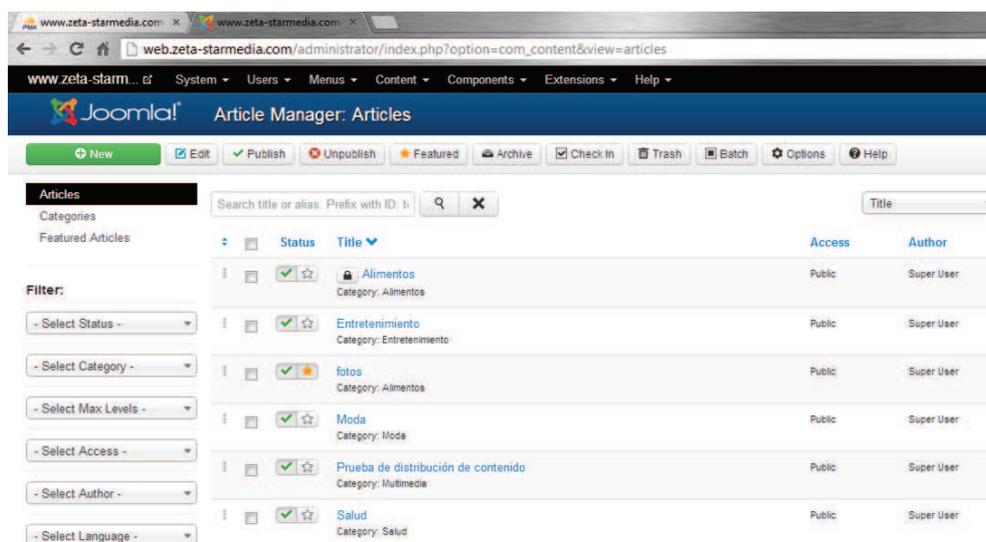


Figura 4.16 Configuración de sitio web

Y una vez realizada la configuración y personalización del sitio se puede observar el sitio creado, como se muestra la Figura 4.17



Figura 4.17 Sitio Web

#### 4.5.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DE *STREAMING*

Para instalar el servidor de *streaming* en Ubuntu, se instalará el software Darwing Streaming Server (DSS) de Apple, el cual es una versión gratuita de Quick Time *Streaming*, necesita una serie de componentes instalados en el servidor para su correcto funcionamiento, a continuación se lista estos componentes:

- Apache2
- OpenSSH
- Samba
- SMBFS
- PHP5-ffmpeg
- FFMPEG
- Libavcodec-extra-53

La Tabla 4.15 presenta los comandos utilizados para instalar la serie de componentes previos a la instalación de Darwing Streaming Server.

Comando	Función
<b>aptitude install apache2</b>	Permite descargar e instalar apache <i>web server</i>
<b>aptitude install openssh-server</b>	Permite descargar e instalar open <i>ssh server</i>
<b>aptitude install samba</b>	Permite descargar e instalar samba server
<b>aptitude install smbfs</b>	Permite descargar e instalar el sistema de archivos de samba
<b>aptitude install php5-ffmpeg</b>	Permite descargar e instalar el software <i>ffmpeg</i>
<b>aptitude install libapache2-mod-php5</b>	Permite descargar e instalar la librería <i>php</i> para <i>apache</i>
<b>aptitude install ffmpeg</b>	Permite descargar e instalar el software para realizar <i>streaming</i>
<b>aptitude install libavcodec-extra-53</b>	Permite descargar e instalar el software la biblioteca de códecs

Tabla 4.15 Comandos de instalación componentes DSS

Es necesario considerar que para lograr ejecutar DSS, es necesario instalar los compiladores así como las herramientas que éstos utilizan que permitan realizar este procedimiento, la Tabla 4.16

Comando	Función
<b>apt-get install gcc g++ make patch</b>	Permite descargar e instalar compiladores de C y C++
<b>apt-get install build-essential</b>	Permite descargar e instalar herramientas para los compiladores

**Tabla 4.16 Comando para instalar compiladores y sus herramientas**

Para continuar con la instalación de servidor, se crea el repositorio donde se colocarán el instalador y los parches necesarios para un correcto servicio, por tal razón se crea la carpeta **dss**, en el repositorio **/home** la Tabla 4.17 muestra la creación del repositorio.

Comando	Función
<b>mkdir dss</b>	Permite crear el repositorio dss
<b>chmod 777 -R dss</b>	Permite dar los permisos de navegabilidad, lectura y escritura sobre el repositorio dss

**Tabla 4.17 Comando para creación de directorios**

La descarga de los paquetes se la puede realizar en los *links* de la Tabla 4.18.

Paquete	Link
<b>Archivo Fuente</b>	<a href="http://streameverything.googlecode.com/files/DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source.tar">http://streameverything.googlecode.com/files/DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source.tar</a>
<b>Patch 1</b>	<a href="http://streameverything.googlecode.com/files/dss-6.0.3.patch">http://streameverything.googlecode.com/files/dss-6.0.3.patch</a>
<b>Patch 2</b>	<a href="http://streameverything.googlecode.com/files/dss-hh-20080728-1.patch">http://streameverything.googlecode.com/files/dss-hh-20080728-1.patch</a>

**Tabla 4.18 Enlaces y Paquetes para DSS**

Mediante la utilización de comando **wget** delante de los *links* referenciados anteriormente se descarga el archivo fuente y los parches necesarios, esto debe realizarse sobre el directorio creado **/home/dss**. Es importante considerar la creación de un grupo y usuario del sistema que hará uso de DSS en la Tabla 4.19, se muestra el procedimiento

Comando	Función
<b>addgroup --system qtss</b>	Permite crear el grupo de sistema llamado qtss
<b>adduser --system --no-create-home --ingroup qtss qtss</b>	Permite crear un usuario del sistema llamado qtss, que no tendrá directorio home y que será parte del grupo qtss

**Tabla 4.19 Comando para la creación de grupos y usuarios de sistema**

Una vez creado el grupo y el usuario se podrá realizar la instalación de Darwin Streaming Server sobre el directorio **/home/dss** utilizando las sentencias mostradas en la Tabla 4.20 una a continuación de otra.

Comando	Función
<b>tar -xvf DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source.tar</b>	Permite descomprimir el archivo fuente de DSS
<b>patch -p0 &lt; dss-6.0.3.patch</b>	Permite aplicar el parche dss-6.0.3.patch, sobre el archivo fuente
<b>patch -p0 &lt; dss-hh-20080728-1.patch</b>	Permite aplicar el parche dss-hh-20080728-1.patch, sobre el archivo fuente
<b>/home/dss/DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source ls</b>	Lista el directorio de la carpeta fuente
<b>rm Install</b>	Remueve el fichero que hace referencia a Install
<b>wget http://streameverything.googlecode.com/files/Install</b>	Descarga el archivo Install en el directorio /home/dss/DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source
<b>chmod +x Install</b>	Habilita permisos de ejecución sobre Install

**Tabla 4.20 Comando de instalación DSS**

Es necesario modificar un parámetro de las librerías, con la finalidad de que la compilación sea correcta, añadiendo en la LIBS al final `-ldl`, como se muestra en la Figura 4.18

```

root@dss:/home/dss/DarwinStreamingSrvr6.0.3-Source# _
GNU nano 2.2.6 File: Makefile.POSIX
# Copyright (c) 1999 Apple Computer, Inc. All rights reserved.
#
NAME = DarwinStreamingServer
C++ = $(CPLUS)
CC = $(CCOMP)
LINK = $(LINKER)
CCFLAGS += $(COMPILER_FLAGS) -DDSS_USE_API_CALLBACKS -g -Wall -Wno-format-y2k
LIBS = $(CORE_LINK_LIBS) -lCommonUtilitiesLib -lQTFileLib -ldl

# OPTIMIZATION
CCFLAGS += -O3

# EACH DIRECTORY WITH HEADERS MUST BE APPENDED IN THIS MANNER TO THE CCFLAGS

```

Figura 4.18 Edición archivo `Makefile.POSIX`

Se procede a compilar el código fuente, mediante el uso del comando `./Buildit` una vez compilado el código, se puede ejecutar el *script* de instalación mediante el comando `./Install`, en el proceso de instalación se requerirán las credenciales de acceso, las utilizadas son:

- User: user
- Password: qwerty

Como procedimiento final se debe permitir a DSS, correr como un servicio del sistema lo cual se logra descargando el *script* del sitio de googlecode: <http://streameverything.googlecode.com/files/darwing-streaming-server>.

El *script* se almacena en el directorio `/etc/init.d` sobre el cual se debe dar los permisos de ejecución, mediante el comando `chmod +x darwing-streaming-server`. Es necesario actualizar los servicios para que DSS se encuentre dentro de los

mimos, este procedimiento se lo realiza utilizando el comando **update-rc.d darwin-streaming-server defaults**

El proceso de configuración continúa sobre web, se coloca el nombre de dominio o la dirección IP, utilizando el puerto 1220, en el explorador donde aparece el *login* del sitio, como se muestra en la Figura 4.19

Continuando el proceso de configuración, DSS, permite configurar certificados digitales para el acceso seguro a través de HTTPS, y escoger el puerto sobre el cual se hace el *streaming*, como se muestra en la Figura 4.20

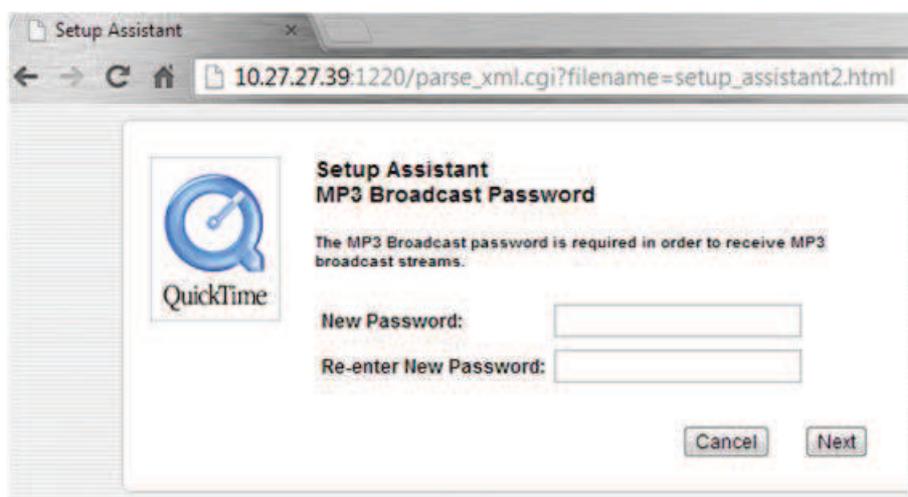


Figura 4.19 Pagina web de acceso a DSS

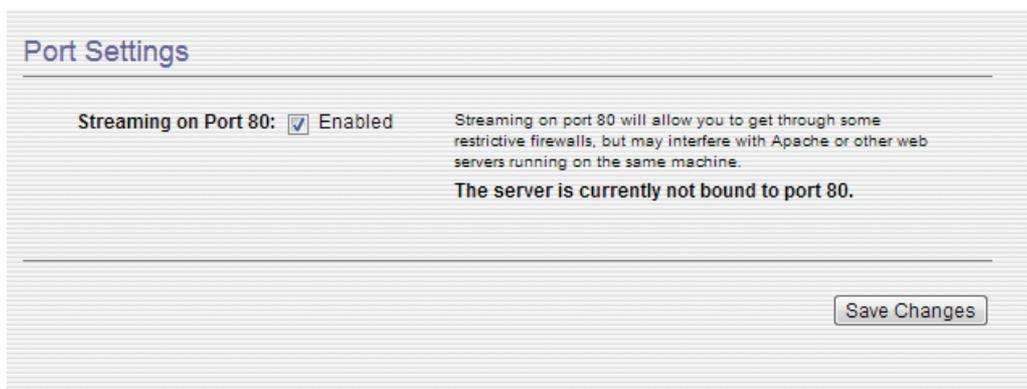


Figura 4.20 Asignación del puerto para el *streaming*

Comando	Función
<b>aptitude install gpac</b>	Permite descargar e instalar el paquete GPAC
<b>MP4Box -hint xxx.pm4</b>	Permite ejecutar el hint sobre un video para procesarlo antes de ser emitido

Tabla 4.21 Comandos para GPAC

Es necesario instalar un paquete llamado GPAC, es una serie de componentes que permiten trabajar con contenido multimedia, del cual se utiliza el empaquetador MP4Box, la cual permitirá preparar el contenido a ser enviado al servidor DSS, para hacer *streaming*, la descarga e instalación de GPAC así como el modo de uso de empaquetado se muestran en la Tabla 4.21

El proceso de *hint* es muy importante previo a realizar una emisión, como se puede observar en la Figura 4.21, dentro del web de DSS se puede observar los archivos a ser emitidos.

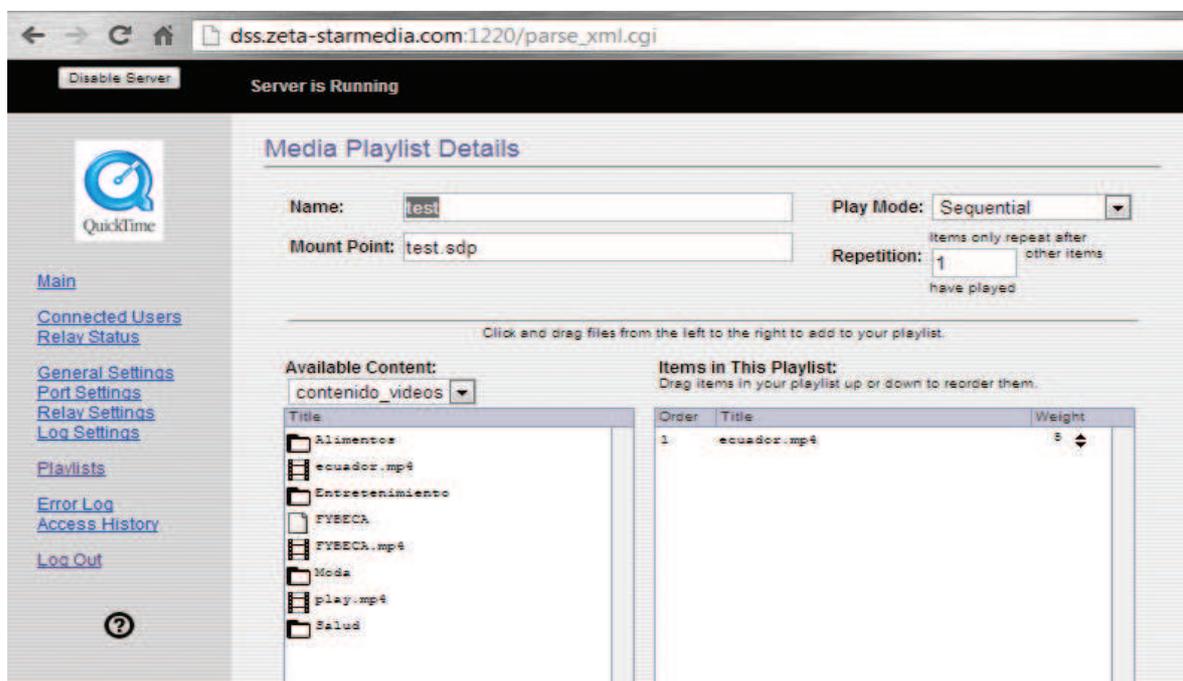


Figura 4.21 Lista de Contenido

## 4.6 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS

A continuación se presentan los procedimientos de pruebas de los servicios que son parte del desarrollo del prototipo.

### 4.6.1 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DHCP

La Tabla 4.22 muestra el procedimiento de pruebas del servicio DHCP, y los parámetros a ser evaluados.

	Detalle de la Prueba		
<b>Título</b>	Servicio DHCP		
<b>Descripción</b>	Verificar la entrega de direcciones IP, referenciadas para cada segmento		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Sistema Operativo</b>	Ubuntu Server 12.04		
<b>Estructura de Pruebas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocarse en un puerto de acceso de cualquier VLAN.</li> <li>2. Realizar prueba de conectividad</li> </ol>		
<b>Procedimiento</b>	En windows <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que la configuración de la interfaz de red este como DHCP</li> <li>2. Ingresar al CMD</li> <li>3. Colocar el comando ipconfig -all</li> <li>4. Verificar la dirección IP entregada.</li> <li>5. Realizar ping al <i>gateway</i> de la red</li> </ol>		
<b>Criterios de Aprobación/Falla</b>	El procedimiento ha entregado resultados satisfactorios	Pasó: X	Fallo:

**Tabla 4.22 Procedimiento de pruebas servicio DHCP**

Se realizan los procedimientos especificados en la Tabla 4.22. En la Figura 4.22 presenta la configuración de la interfaz de red por DHCP, mientras que la Figura 4.23 muestra la información desplegada al usar el comando **ipconfig -all**.

Se puede observar la dirección IP entregada, la misma que pertenece a la subred 10.27.27.48/28, esto debido a que se colocó el PC, en un puerto designado como acceso de la VLAN 404, la cual es para los terminales tipo pantalla.

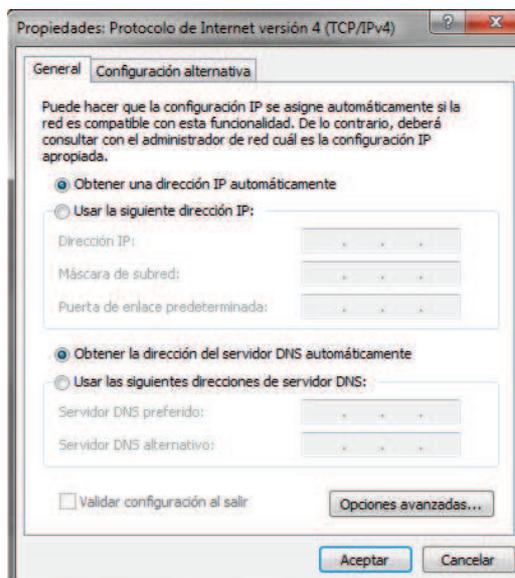


Figura 4.22 Configuración de la interfaz de red LAN

```

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
  Descripción . . . . . : Realtek RTL8187B Wireless 802.11b
  54Mbps USB 2.0 Network Adapter
  Dirección física. . . . . : 70-1A-04-7D-C4-87
  DHCP habilitado . . . . . : no
  Configuración automática habilitada . . . : sí
  Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::30ae:71c1:6529:8f03%11<Preferido>

  Dirección IPv4. . . . . : 10.27.27.46<Preferido>
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.240
  Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.27.27.33
  IAID DHCPv6 . . . . . : 225450500
  DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-18-3F-06-E7-00-26-22-
  EC-CA-1E
  Servidores DNS. . . . . : 10.27.27.35
  NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:
  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
  Descripción . . . . . : Realtek RTL8102E/RTL8103E Family
  PCI-E Fast Ethernet NIC <NDIS 6.20>
  Dirección física. . . . . : 00-26-22-EC-CA-1E
  DHCP habilitado . . . . . : sí
  Configuración automática habilitada . . . : no
  Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::cc80:df3a:2bf9:ab5b%10<Preferido>

  Dirección IPv4. . . . . : 10.27.27.50<Preferido>
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.240
  Puerta de enlace predeterminada . . . . . : fe80::613c:9de9:b1fb:6fe4%10
  IAID DHCPv6 . . . . . : 234890786
  DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-18-3F-06-E7-00-26-22-
  EC-CA-1E
  Servidores DNS. . . . . : 10.27.27.35
  NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado

```

Figura 4.23 Parámetros de configuración de la interfaz entregados por DHCP

La Figura 4.24 muestra el resultado de las pruebas de conectividad.

```

C:\Users\Personal>ping 10.27.27.49 -t
Haciendo ping a 10.27.27.49 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.27.27.49: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Estadísticas de ping para 10.27.27.49:
    Paquetes: enviados = 5, recibidos = 5, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
Control-C
^C

```

Figura 4.24 Pruebas de conectividad servicio DHCP

#### 4.6.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DNS

El presente apartado tiene como propósito demostrar la funcionalidad de servicio DNS, mediante el cual se realiza la resolución de nombres de dominio de los servidores del sistema así como de los servicios de internet, la Tabla 4.23, presenta los elementos que permiten verificar el funcionamiento del servicio.

	Detalle de la Prueba		
<b>Título</b>	Servicio DNS		
<b>Descripción</b>	Verificar la resolución de nombres de dominio		
<b>Prioridad</b>	Media		
<b>Sistema Operativo</b>	Ubuntu Server 12.04		
<b>Estructura de Pruebas</b>	1. Verificar la resolución de nombres de dominio		
<b>Procedimiento</b>	1. Ingresar al CMD 2. Colocar el comando nslookup 3. Verificar la dirección IP que corresponde al dónimo.		
<b>Criterios de Aprobación/Falla</b>	El procedimiento ha entregado resultados satisfactorios	Pasó: X	Fallo:

Tabla 4.23 Procedimiento de pruebas del servicio DNS

Como se observa en la Figura 4.25, se muestra el resultado de procedimiento de pruebas por tanto se define al servicio como exitoso.

```
C:\Users\Personal>nslookup
Servidor predeterminado: UnKnown
Address: 10.27.27.35

> virtual.zeta-starmedia.com
Servidor: UnKnown
Address: 10.27.27.35

Nombre: virtual.zeta-starmedia.com
Address: 10.27.27.34

> storage.zeta-starmedia.com
Servidor: UnKnown
Address: 10.27.27.35

Nombre: storage.zeta-starmedia.com
Address: 10.27.27.37

> web.zeta-starmedia.com
Servidor: UnKnown
Address: 10.27.27.35

Nombre: web.zeta-starmedia.com
Address: 10.27.27.38

> dss.zeta-starmedia.com
Servidor: UnKnown
Address: 10.27.27.35

Nombre: dss.zeta-starmedia.com
Address: 10.27.27.39
```

Figura 4.25 Prueba exitosa de resolución de nombres de dominio.

#### 4.6.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DE ALMACENAMIENTO

Este procedimiento de prueba tiene el propósito de demostrar la funcionalidad de servicio de almacenamiento en red, mediante el cual se permite compartir repositorios.

La Tabla 4.24, presenta los elementos que permiten verificar el funcionamiento del servicio.

Detalle de la Prueba	
Título	Servicio de Almacenamiento
Descripción	Verificar la creación del repositorio de almacenamiento
Prioridad	Alta
Sistema Operativo	Ubuntu Server 12.04
Estructura de Pruebas	1. Verificar la creación del espacio de almacenamiento 2. Verificar el acceso al sistema de almacenamiento desde distintas plataformas
Procedimiento	1. Montar una unidad de almacenamiento en un sistema operativo windows 2. Montar una unidad de almacenamiento en un sistema operativo linux 3. Almacenar un archivo en el repositorio compartido, y verificar la existencia en ambos sistemas operativos
Criterios de Aprobación/Falla	El procedimiento ha entregado resultados satisfactorios
	Pasó: X Fallo:

Tabla 4.24 Procedimiento de pruebas del servicio de Almacenamiento

Las Figuras 4.26 y 4.27, muestran el procedimiento de montaje de la unidad **storage** en el sistema operativo Windows.

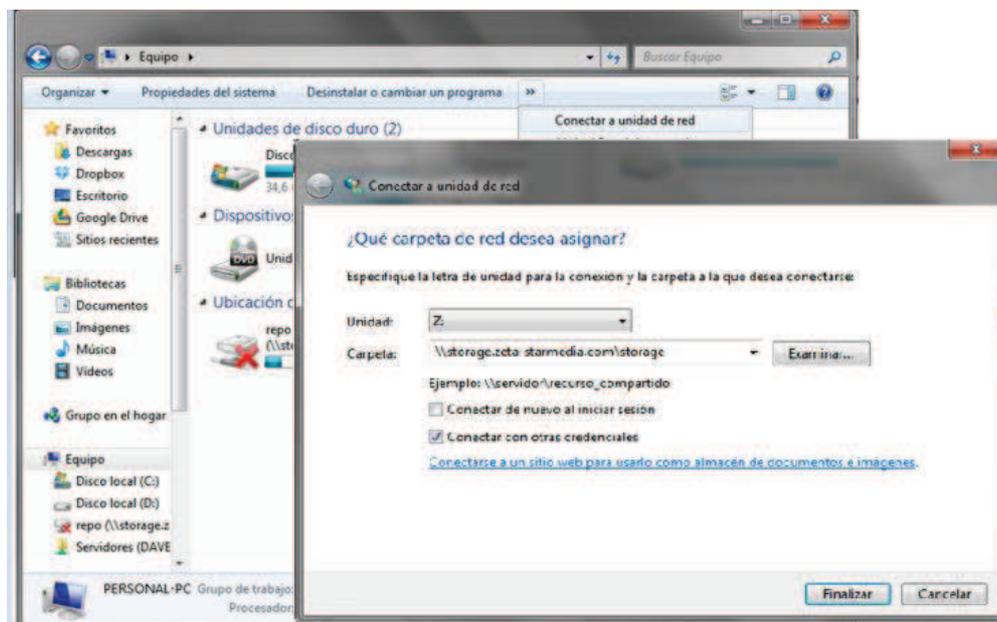


Figura 4.26 Creación unidad de almacenamiento en red Windows

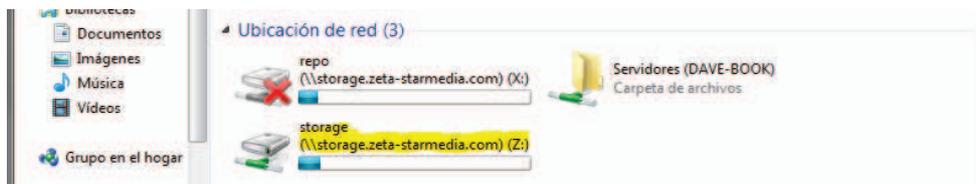


Figura 4.27 Visualización unidad de almacenamiento en red Windows

Para realizar el montaje de **storage** en el sistema operativo Linux, dentro del archivo **/etc/fstab**, con la ayuda de un editor de texto, se debe colocar el repositorio sobre el cual se montará la unidad de red, como se muestra, en la Figura 4.28

```

root@web:/var# more /etc/fstab
# /etc/fstab: static file system information.
#
# Use 'blkid' to print the universally unique identifier for a
# device; this may be used with UUID= as a more robust way to name devices
# that works even if disks are added and removed. See fstab(5).
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
proc /proc proc nodev,noexec,nosuid 0 0
# / was on /dev/xvda1 during installation
UUID=b583d284-4704-4fc5-b243-ee354e16d494 / ext4 errors=remount-ro 0 1
# swap was on /dev/xvda5 during installation
UUID=aab39f02-048b-43df-ab60-71b7f53e7296 none swap sw 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/storage /home/storage cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/repo /home/repos cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/isos /home/isos cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
//storage.zeta-starmedia.com/rawstorage /var/www/admin/files cifs credentials=/etc/cifs.credentials 0 0
root@web:/var#

```

Figura 4.28 Repositorio a ser montado en una ubicación local

Una vez realizado esta modificación habrá que utilizar el comando **mount -a**, permite montar el disco en el repositorio **/storage** de **/home**, mediante el uso del comando referenciado en la Tabla 4.25

Comando	Función
<b>mount -a</b>	Permite montar la unidades de almacenamiento de red, referenciadas en el archivo fstab, donde se lista el repositorio donde se colocar la unidad.

Tabla 4.25 Comando utilizado para montar unidades de almacenamiento en red

La Figura 4.29 muestra los repositorios que han sido montados localmente, resaltando sobre ellos.

```

root@web:/var# mount -a
root@web:/var# cd /home
root@web:/home# ls
lsos rawstorage zepos storage user

```

Figura 4.29 Unidades de almacenamiento en red

Para realizar el procedimiento 3, se utiliza el software WinSCP, se coloca en este repositorio una imagen, como se muestra en las Figuras 4.30 y 4.31.

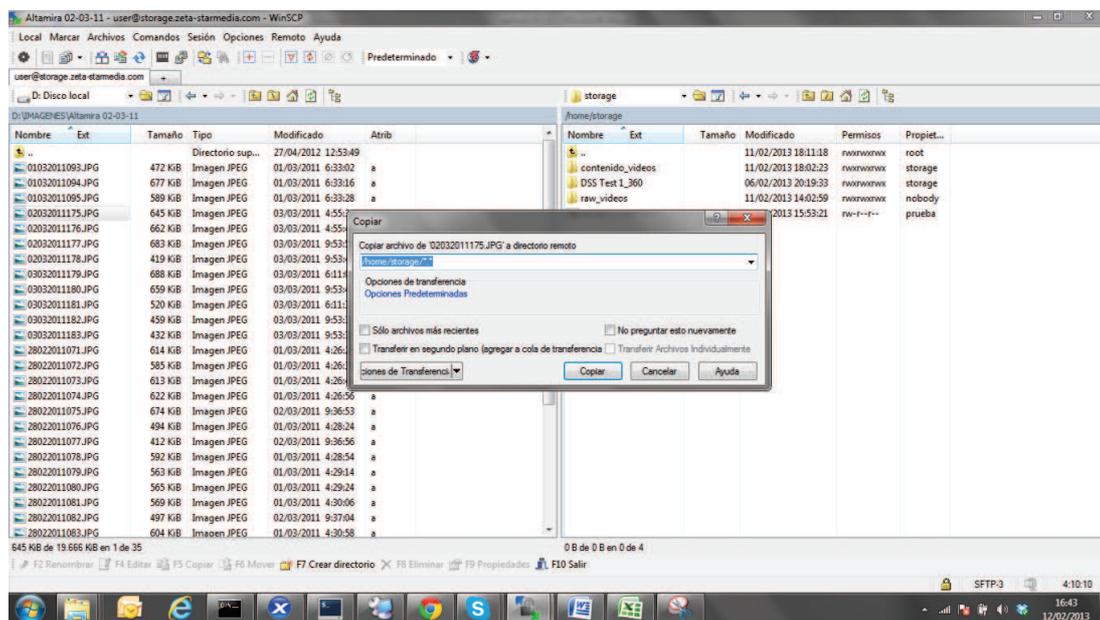


Figura 4.30 Proceso de copiado de un archivo a la unidad de almacenamiento en red.

La misma puede ser observada y listada en el repositorio “storage”

Nombre	Ext	Tamaño	Modificado	Permisos	Propiet...
..			11/02/2013 18:11:18	rw-rw-rw-	root
contenido_videos			11/02/2013 18:02:23	rw-rw-rw-	storage
DSS Test 1_360			06/02/2013 20:19:33	rw-rw-rw-	storage
raw_videos			11/02/2013 14:02:59	rw-rw-rw-	nobody
02032011175.JPG		645 KiB	03/03/2011 4:55:38	rw-rw-r--	user
bc2b57_1309760821_...		0 B	12/02/2013 15:53:21	rw-r--r--	prueba

Figura 4.31 Visualización del archivo copiado en repositorio compartido

Una vez realizada la copia, se puede observar que la imagen puede ser accedida, desde la unidad de almacenamiento en red desde el sistema operativo Windows, como se muestra en la Figura 4.32.

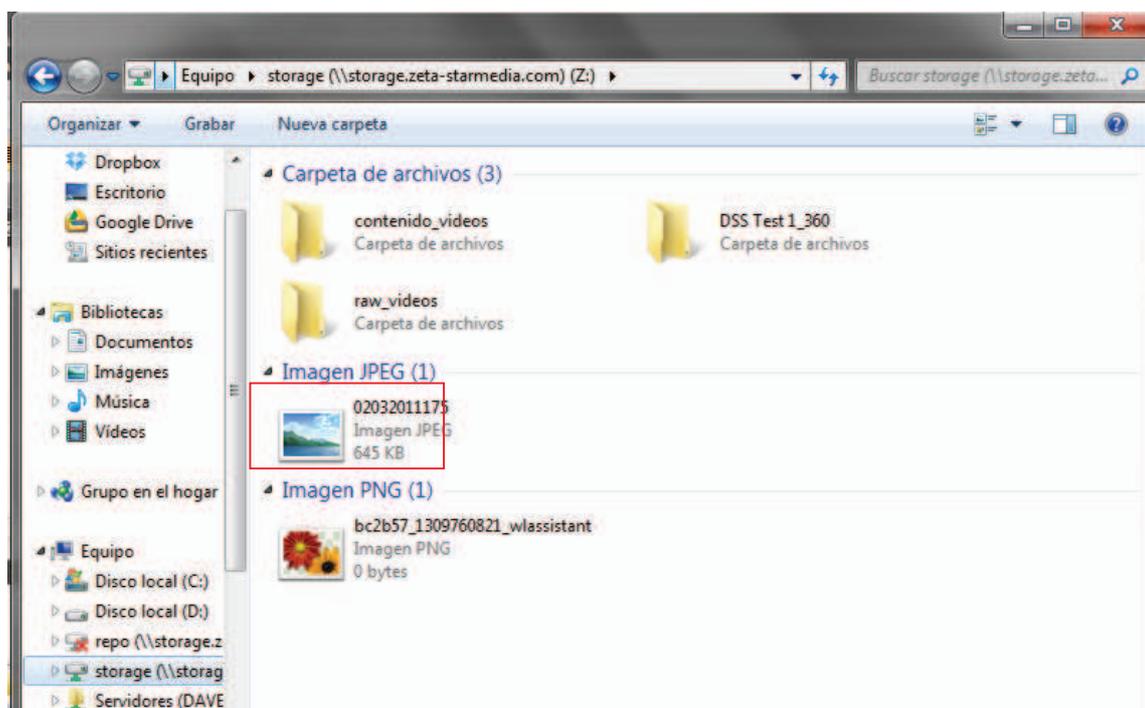


Figura 4.32 Visualización de archivos compartidos en red

#### 4.6.4 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS SERVICIO DE *STREAMING*

El presente apartado tiene como propósito demostrar la funcionalidad de servicio de *streaming*, mediante el cual se permitirá realizar emisión de contenido (video), tanto directamente del servidor como del sitio web donde se embebe el *streaming*.

La Tabla 4.26, presenta los elementos que permiten verificar el funcionamiento del servicio.

Detalle de la Prueba			
Título	Servicio de <i>Streaming</i>		
Descripción	Verificar envío/recepción del <i>streaming</i>		
Prioridad	Media		
Sistema Operativo	Ubuntu Server 12.04		
Estructura de Pruebas	1. Verificar envío/recepción del <i>streaming</i> desde un reproductor 2. Verificar envío/recepción del <i>streaming</i> desde un sitio web		
Procedimiento	1. Utilizar al reproductor VLC, colocar el URL <code>rtsp://x.x.x.xxx.sdp</code> 2. Levantar un explorador e ir al sitio donde se encuentra embebido el <i>Stream</i>		
Criterios de Aprobación/Falla	El procedimiento ha entregado resultados satisfactorios	Pasó: X	Falló:

Tabla 4.26 Procedimiento de pruebas del servicio de *streaming*

Las Figuras 4.33, y 4.34 muestran la recepción de *streaming* en un reproductor VLC

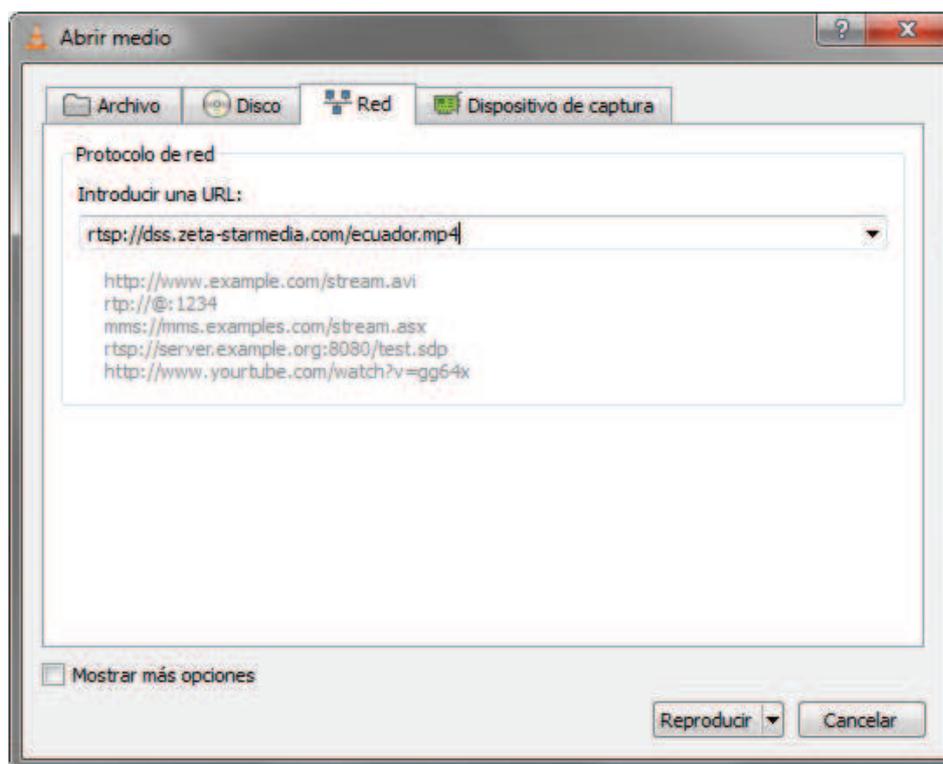


Figura 4.33 Configuración VLC para volcado de red



Figura 4.34 Recepción de *Streaming* en VLC

La Figura 4.35 muestra un sitio web, sobre el cual se puede observar la reproducción de video.

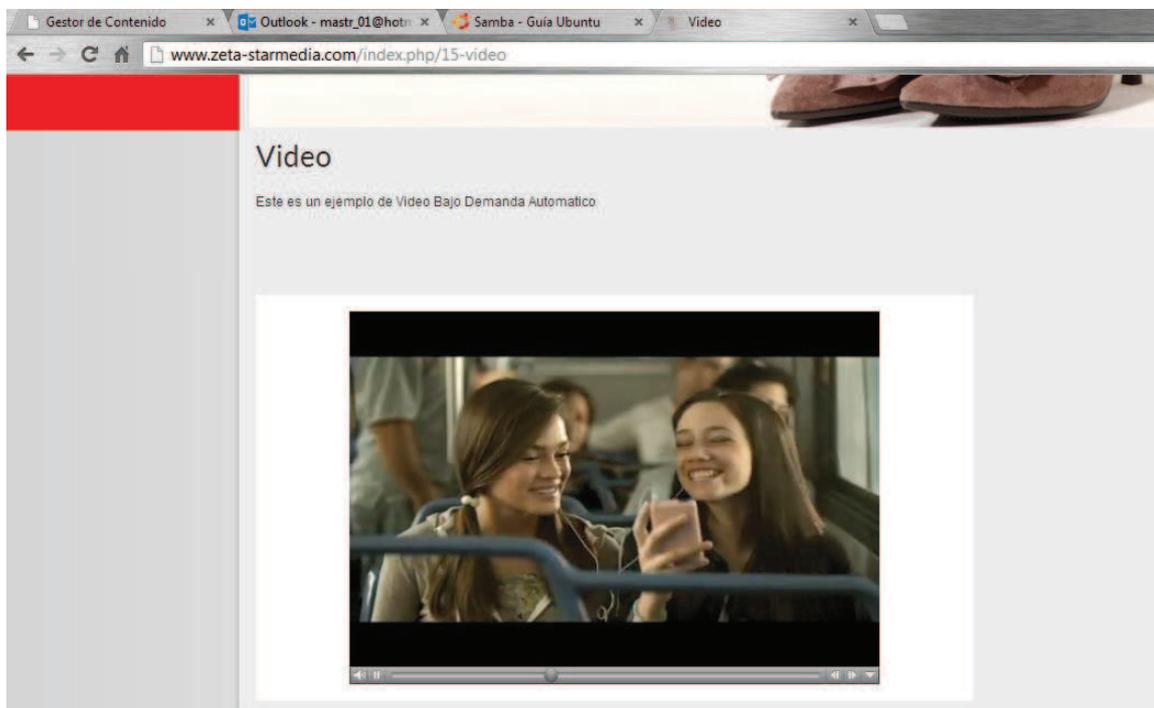


Figura 4.35 Recepción de *Streaming* en WEB

## CAPÍTULO 5

### 5. VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO Y COSTOS REFERENCIALES

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del siguiente capítulo, se analiza la viabilidad técnica del sistema, tomando en cuenta la integración de todos los componentes descritos y su interacción. En el capítulo 3, se definió las características necesarias para implementar los bloques de servicios *FrontEnd*, *BackEnd* y de Red, sobre la plataforma de virtualización y la red de comunicaciones, que son los elementos constitutivos del sistema.

Se analiza los desarrollos tecnológicos tanto en software como en hardware, capaces de cumplir con los requerimientos mínimos descritos en el sistema para todos los componentes.

Además, se presenta las características específicas de cada desarrollo que serán parámetros determinantes para la elección de la solución tecnológica, en base a la particularización de la misma. Bajo estos antecedentes, se selecciona el mejor escenario de implementación y el costo del mismo.

El esquema de diseño seleccionado se muestra en la Figura 3.60, sobre el cual se realizó el dimensionamiento de equipos, haciendo referencia exclusiva al software de virtualización y el hardware necesario para implementar la red WLAN, LAN, Granja de servidores y Equipamiento Digital Sign.

En la presente sección considera el equipamiento de las marcas Cisco Systems y Juniper Networks, LG Electronics, Hewlett Packard, en distintas soluciones, para escoger de entre ellas una solución unificada. Así, una vez seleccionado el equipamiento activo se presentan las respectivas cotizaciones.

En función de las opciones existentes en el mercado se realiza una comparación de las mismas, y se define su viabilidad, para ser considerada en una posible implementación en un entorno real.

A continuación se presentan los elementos a ser analizados:

- Red WLAN
  - Puntos de acceso inalámbrico
  - Controlador inalámbrico
- Red LAN
  - *Switches* de Acceso
  - *Switches* de Núcleo
- Digital Sign
  - Reproductores de Medio o *media players*
  - Pantalla de propósito específico *media sign*
- Plataforma de Virtualización
  - Hipervisor
  - Chasis de alojamiento de Servidores
  - Almacenamiento para servidores

Se debe hacer una consideración especial para el tema de los terminales de distribución de contenido multimedia, hay que dimensionar además de pantallas, los *media players* o reproductores de medios de la solución LG Electronics, según lo expuesto en el capítulo 3, en el apartado servicio de *Streaming*.

El sistema diseñado contiene una serie de elementos constitutivos los cuales en función de su administración e interacción forman un todo complejo.

Este capítulo se divide en cuatro apartados principales los cuales son el dimensionamiento para WLAN, LAN, Granja de Servidores y Equipamiento *Digital Sign.*

Con la finalidad de proveer una plataforma unificada, y explotar las características que puede proveer una u otra solución al tener todos sus componentes con un *background* y un soporte tecnológico idéntico, se ha pensado en determinar una única plataforma para ser considerada como solución del componente llamado “Red de Comunicaciones”, es decir que la LAN y WLAN.

## **5.2 EQUIPAMIENTO WLAN**

Actualmente existe equipamiento de cobertura inalámbrica adecuada en función de la infraestructura sobre la cual la WLAN se implemente, por tanto se debe considerar un equipo que sea robusto en radio frecuencia y permita el despliegue de aplicaciones multimedia, además de que el mismo pueda ser gestionado desde un punto de administración centralizada, en coherencia con el diseño realizado.

La infraestructura constará de 70 puntos de acceso inalámbricos los cuales serán administrados a través de dos controladores en alta disponibilidad, considerando las características de cumplimiento expuestas en la Tabla 3.63 y 3.64

Para seleccionar el equipamiento que cumpla con estas características se toma en cuenta las soluciones de Juniper Networks y Cisco Systems en esta área. En el ANEXO G, se encuentra las hojas de datos de los equipos mencionado en el desarrollo de éste capítulo.

### 5.2.1 PUNTOS DE ACCESO INALÁMBRICOS

Cisco Systems como Juniper Networks, poseen equipamiento robusto y que permite ser administrado por un esquema centralizado tanto en capa 2, como en capa 3, el mismo que permite desplegar adecuadamente una red WLAN.

		Juniper Networks Modelo: WLA532	Cisco Systems Modelo: AIR-CAP1600
Equipos	Punto de Acceso Inalámbrico	Cumple	
Características Generales	Soporte 802.11 a/b/g/n	Si	Si
	802.11 Selección de frecuencia dinámica	Si	Si
	Radio 2,4GHz	Si	Si
Seguridad y autenticación	Wi-Fi <i>Protected Access</i> (WPA)	Si	Si
	Wi-Fi <i>Protected Access 2</i> (WPA2)	Si	Si
Ganancia antenas internas	A 2.4 GHz, ganancia de al menos 2 dBi, antena omnidireccional, con un ancho de haz horizontal de 360°.	Si	Si
Interfaces	1 puerto 10/100/1000BASE-TX (RJ45).	Si	Si
	1 puerto de consola RJ-45	Si	Si
Protocolos Soportados	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)	Si	Si
	Wi-Fi Multimedia	Si	Si
	El equipo debe ser administrado por un controlador inalámbrico mediante el protocolo CAPWAP	Si	Si

**Tabla 5.1** Tabla de cumplimiento técnico para Puntos de Acceso Inalámbrico

En el caso específico de Cisco Systems, en función de las características expuestas se considera al modelo AIR-CAP1600. Mientras que en Juniper Networks por su parte presenta al WLA532, como el equipamiento que cumple las expectativas, requeridas, en la Tabla 5.1, se presentan un cuadro de cumplimiento de las características definidas en el diseño del Capítulo 3. Se puede revisar parámetros y condiciones de funcionamiento específicos de cada equipamiento descrito, en la hoja de datos técnicos correspondiente, que se presenta en el ANEXO G.

## 5.2.2 CONTROLADOR INALÁMBRICO

Ambos fabricantes poseen equipamiento capaz de controlar y administrar una red WLAN y a los dispositivos que la componen, con la finalidad de reducir los costos administrativos y operacionales de una infraestructura a implementarse. A continuación se presenta la solución de Cisco Systems, la cual hace referencia al equipamiento AIR-CT5508 mientras que el modelo de controlador inalámbrico del fabricante de Juniper Networks que se acopla al requerimiento descrito es el WLC800.

La Tabla 5.2, presenta las características definidas en el diseño y el cumplimiento de cada uno de los fabricantes al respecto.

		Juniper: WLC800	Cisco: AIR-CT5508
Equipos	Controlador Inalámbrico	Cumple	
Características Generales	Soporte y administre al menos 100, puntos de acceso	Si	Si
	Tipo <i>appliance</i> para montaje en rack estándar de 19"	Si	Si
	Alto rendimiento para video	Si	Si
	Alta disponibilidad	Si	Si
	Administración de RF	Si	Si
	Soporte <i>Roaming</i>	Si	Si
	Fuente de poder redundante	Si	Si
Estándares inalámbricos soportados:	IEEE 802.11a/b/g/n	Si	Si
	IEEE WMM/802.11e	Si	Si
Estándares soportados	IEEE 802.3 10BASE-T	Si	Si
	IEEE 802.3u 100BASE-TX	Si	Si
	IEEE 802.3ab 1000BASE-T	Si	Si
	IEEE 802.3z 1000BASE-X	Si	Si
	IEEE 802.1q VLAN <i>tagging</i>	Si	Si
	IEEE 802.3ad Link <i>Aggregation</i>	Si	Si
	IEEE 802.1ax Link <i>Aggregation</i>	Si	Si
Estándares de seguridad	Wi-Fi <i>Protected Access</i> (WPA)	Si	Si
	IEEE 802.11i (WPA2, RSN)	Si	Si
Autenticación	<i>Web-based authentication</i>	Si	Si

**Tabla 5.2** Tabla de cumplimiento técnico Controlador Inalámbrico

El factor diferenciador entre las soluciones de ambos fabricantes, es el soporte para video, al ser el sistema una plataforma para entregar contenido multimedia que en un 60% es video, es importante que la plataforma escogida pueda implementar mecanismos que optimicen los recursos y brinden un acceso adecuado al servicio.

En una sección posterior se presenta el dimensionamiento específico con el costo asociado de la solución escogida.

### **5.3 EQUIPAMIENTO LAN**

En función de la topológica diseñada, la red de comunicaciones del sistema toma en cuenta el despliegue de una arquitectura de capas como son: acceso y núcleo colapsado.

Se considera la Tabla 3.63, que muestra la información de la densidad de puertos por cuarto de telecomunicaciones; se dimensiona el acceso de la red, tomando en cuenta que se necesitan 23 *switches* de 48 puertos y 22 *switches* de 24 puertos.

#### **5.3.1 SWITCH DE ACCESO**

En función de las características definidas los modelos de la serie Catalyst 2960-X de Cisco Systems, brindan un soporte adecuado tanto en densidad de puertos, *uplinks* y soporte 802.3af, se puede verificar las características específicas en la respectiva hoja de datos en el ANEXO G.

Mientras que el equipamiento de acceso descrito por Juniper Networks esta referenciado en la familia EX2200, que son los equipos que cumplen el requerimiento, en la Tabla 5.3, se presenta el cumplimiento de las características diseñadas por cada fabricante para *switches* de acceso de 24 puertos.

		Juniper Networks Modelo: EX2200- 24P-4G	Cisco Systems Modelo: WS- C2960X-24PS-L
Equipos	Switch Acceso	Cumple	
Características Generales	Conmutación en capa 2	Si	Si
	Puertos <i>autosense</i>	Si	Si
	<i>Backplane</i> al menos 48 Gbps	Si	Si
	<i>Forwarding</i> al menos 24 Gbps	Si	Si
	Administrable (SNMP, TELNET, CLI)	Si	Si
	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)	Si	Si
	Agregación de enlace (802.3ad)	Si	Si
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)	Si	Si
	Apilable, Al menos 4 equipos como una unidad lógica	Si	Si
Módulos e Interfaces	24 Puertos 10/100/1000 Mbps	Si	Si
	Al menos 2 puertos SFP 10/100/1000 Mbps	Si	Si
	2 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX	Si	Si
Calidad de Servicio	QoS en capa 2	Si	Si
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)	Si	Si
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)	Si	Si
Protocolos Soportados	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)	Si	Si
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)	Si	Si

**Tabla 5.3 Tabla de cumplimiento técnico Switch de Acceso 24 puertos**

La Tabla 5.4, presenta el cumplimiento de las características descritas para equipamiento de conmutación de 48 puertos, se presentan a las familias EX2200 y Catalyst 2960-X, de Juniper Networks y Cisco Systems.

Como se puede observar ambos fabricantes satisfacen los requerimientos mínimos descritos, por tal razón la definición de qué equipamiento será utilizado como óptimo, será analizado en función de su esquema lógico, para lo que se analizará el equipamiento de núcleo y sus alternativas de implementación.

		Juniper Networks Modelo: EX2200- 48P-4G	Cisco Systems Modelo: WS- C2960X-48FPS- L
Equipos	Switch Acceso	Cumple	
Características Generales	Conmutación en capa 2	Si	Si
	Puertos <i>autosense</i>	Si	Si
	<i>Backplane</i> al menos 96 Gbps	Si	Si
	<i>Forwarding</i> al menos 48 Gbps	Si	Si
	Administrable (SNMP, TELNET, CLI)	Si	Si
	<i>Power over Ethernet</i> (802.3af)	Si	Si
	Agregación de enlace (802.3ad)	Si	Si
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)	Si	Si
	Apilable, Al menos 4 equipos como una unidad lógica	Si	Si
Módulos e Interfaces	48 Puertos 10/100/1000 Mbps	Si	Si
	Al menos 2 puertos SFP 10/100/1000 Mbps	Si	Si
	2 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX	Si	Si
Calidad de Servicio	QoS en capa 2	Si	Si
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)	Si	Si
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)	Si	Si
Protocolos Soportados	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)	Si	Si
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)	Si	Si

**Tabla 5.4** Tabla de cumplimiento técnico *Switch* de Acceso 48 puertos

### 5.3.2 SWITCH DE NÚCLEO COLAPSADO

En función de las características especificadas en la Tabla 3.69 y además considerando las tecnologías actuales que permiten la combinación de hardware en un solo dispositivo lógico, como son VSS de Cisco Systems y VCT de Juniper Networks descritas en el Capítulo 1, se especifica la solución tomando en cuenta el esquema de implementación de cada fabricante. Es importante definir el despliegue de cada tecnología, ya que la misma implica una serie de componentes tanto activos como pasivos, además de las consideraciones lógicas que implica esta tecnología.

Se parte considerando el esquema de implementación que provee Cisco Systems, para el segmento de núcleo, como se muestra en la Figura 5.1

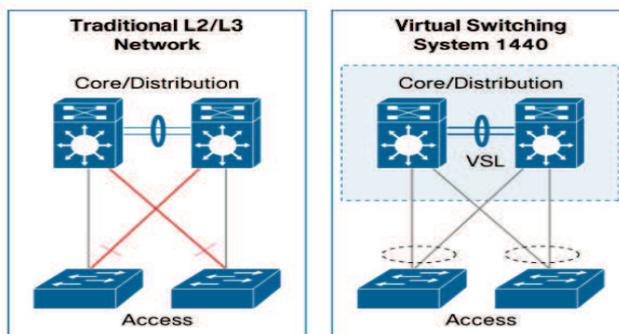


Figura 5.1 Esquema de implementación VSS CISCO [12]

Para el diseño determinado en el Capítulo 3, se presenta en la Figura 5.2, el esquema aplicado, el mismo que muestra una implementación en VSS, optimizando los canales permitiendo que los mismos sean activos-activos y no sean bloqueados por *Spanning Tree Protocol*.

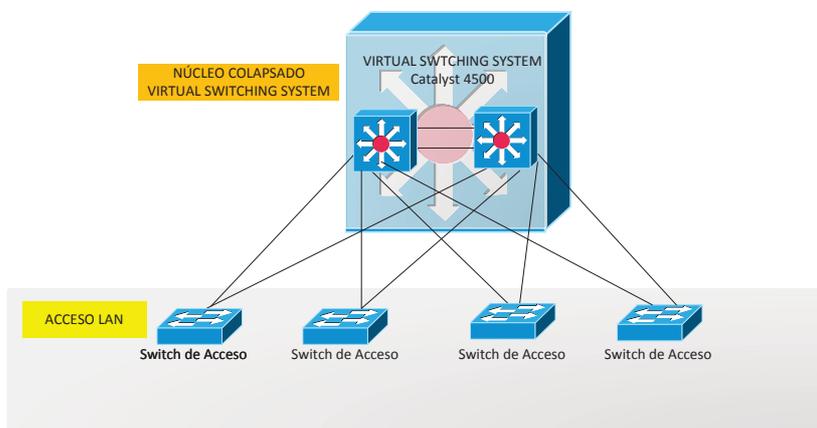


Figura 5.2 Esquema de implementación diseñado VSS CISCO

Cuando en un cuarto de telecomunicaciones, debido a la densidad de puntos, se requiera más de un switch, estos se agruparán utilizando la tecnología FlexStack<sup>87</sup>, formando una sola unidad lógica, de esta manera cumpliendo con los criterios de

<sup>87</sup> FlexStack.- Protocolo que emplea la marca Cisco Systems para apilar switches de la familia Catalyst 2960S y 2960X.

redundancia y alta disponibilidad en la capa de acceso; así se pueden identificar 55 equipos en la capa de acceso, cuyas distribución de conexiones se muestra en la Tabla 5.5.

- Equipos en *stack* tendrán un *uplink* de 4 puertos a 1Gbps.
- Equipos independientes tendrán un *uplink* de 2 puertos a 1Gbps.

PLANTA	SWITCH 48 PUERTOS	SWITCH 24 PUERTOS	EQUIPOS APILADOS	EQUIPOS INDEPENDIENTES	UPLINKS
Subsuelo 6	0	3	0	3	6
Subsuelo 5	0	3	0	3	6
Subsuelo 4	0	3	0	3	6
Subsuelo 3	3	0	0	3	6
Subsuelo 2	2	2	2	0	8
Subsuelo 1	5	5	3	0	12
Planta baja	6	2	3	1	14
Piso 1	2	2	2	0	8
Piso 2	4	2	2	0	8
Piso 3	1	0	0	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>76</b>

**Tabla 5.5 Conexiones de la red de acceso para VSS CISCO**

En función de la cantidad de switches de acceso, tanto unidades lógicas como independientes se tendrá 76 conexiones a 1Gbps, por tanto se necesitará 76 módulos SFP para los equipos de acceso y 6 módulos SFP para los controladores inalámbricos, estos módulos deben permitir el uso de fibra óptica multimodo en el estándar 1000BASE-SX con conectores LC.

Se consideran 76 conexiones con fibra óptica multimodo. Es importante recordar que para presentar un esquema VSS, es necesaria la utilización de dos chasis de la familia Catalyst 4500. En función de la cantidad de puertos, se ha considerado el modelo 4507R+E, con una tarjeta supervisora 7L-E, la cual provee un *backplane* total de 1,1 Tbps.

Mientras que para el caso de Juniper Networks y su tecnología *Virtual Chassis Technology*, permite agrupar switches de las familias EX2200 (4), EX4200 (10), con la capacidad de ser administrados como uno solo, por tanto se presenta un esquema de funcionamiento distinto al presentado anteriormente, la Figura 5.3 presenta el esquema de funcionamiento particular de Juniper.

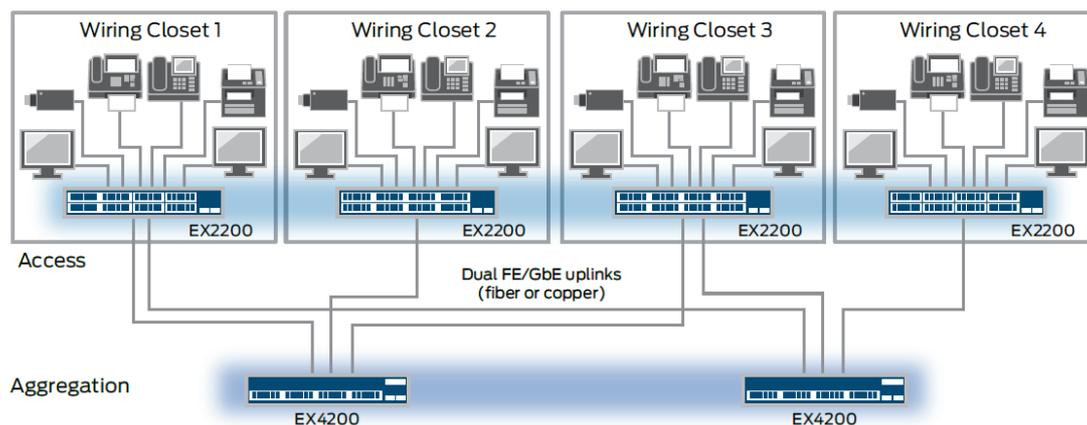


Figura 5.3 Esquema de Implementación VTC JUNIPER [16]

Para el diseño presentado se considera el esquema de la Figura 5.4, donde se replica el escenario propuesto ajustado al requerimiento de la solución.

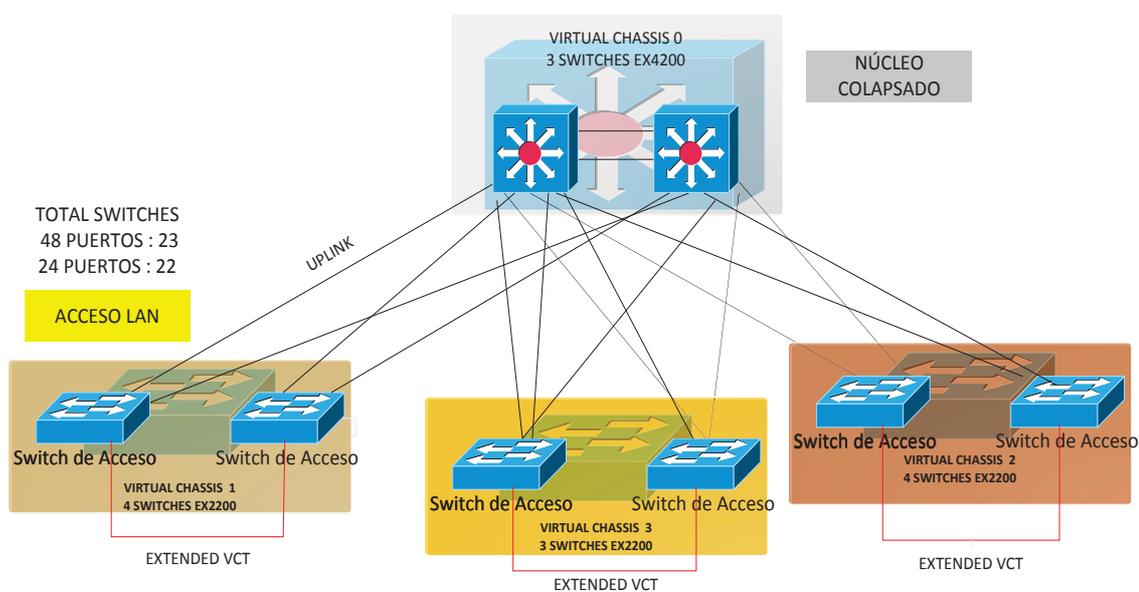


Figura 5.4 Esquema de Implementación diseñado VCTJUNIPER

En función de la característica de VCT permitida por los equipos de acceso, se ha determinado generar un VCT por piso, considerando la limitación de la familia EX2200 que permite solamente a 4 equipos ser miembros de VCT como máximo, convirtiendo a estos equipos en una sola unidad lógica.

El esquema presentado tiene como novedad principal, la interconexión entre los miembros de VCT, si bien este esquema implica una reducción de tiempo de configuración, administración y mantenimiento, implica un aumento de conexiones pasivas, necesitando interconectar los equipos miembros de VCT, mediante enlaces de fibra óptica llamados *extended VCT* y de igual manera los módulos activos para cada equipo.

La Tabla 5.6, expone, las conexiones reales que tendrá la capa de *core*, en función de la cantidad de VCT previstos según la distribución de los cuartos de telecomunicaciones; se considera adecuado la creación de un VCT por piso. La capa de núcleo tendrá sus conexiones distribuidas de la siguiente manera:

- Equipos en VCT tendrán un *uplink* de 4 puertos a 1Gbps.
- Equipos independientes tendrán un *uplink* de 2 puertos a 1Gbps.

PLANTA	SWITCH 48 PUERTOS	SWITCH 24 PUERTOS	EQUIPOS VCT	EQUIPOS INDEPENDIENTES	UPLINKS
Subsuelo 6	0	3	1	0	4
Subsuelo 5	0	3	1	0	4
Subsuelo 4	0	3	1	0	4
Subsuelo 3	3	0	1	0	4
Subsuelo 2	2	2	1	0	4
Subsuelo 1	5	5	3	0	12
Planta baja	6	2	2	0	8
Piso 1	2	2	1	0	4
Piso 2	4	2	2	0	8
Piso 3	1	0	0	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>54</b>

**Tabla 5.6 Conexiones de la red de acceso para VCT**

Es decir un total de 54 conexiones hacia la capa de núcleo, haciendo la misma consideración que para la solución de Cisco Systems, se consideran 54 conexiones de acceso y 6 conexiones hacia los controladores inalámbricos en fibra óptica multimodo a través de módulos SPF 1000BASE-SX, con conectores LC

El esquema de VCT, también será adoptado para la capa de *Core*, a través del uso de cables VCT incluidos en el paquete del equipo, en base a la densidad de puertos necesarios y con la finalidad de dar un crecimiento adecuado.

Se ha considerado el modelo EX4200-24F, que provee 24 puertos SFP 10/100/1000, considerando la adición de un módulo de red que permita interconectar la granja de servidores a 10Gbps y los 4 SFP+ necesarios para la conexión en función del diseño previsto.

Por lo tanto, se interconectarán 3 *switches* EX4200-24F con los cables VCT, obteniendo un dispositivo lógico que maneje, tanto las conexiones de la capa de acceso como del *backbone* WLAN y de Servidores.

Debido a la necesidad de interconectar los miembros de VCT, se tendrán conexiones entre equipos del mismo piso, considerando un enlace por equipo desplegado, teniendo un total de 58 enlaces *extended* VCT, es decir se necesitará 58 SFP multimodo 1000BASE-SX, con conectores LC.

En la Tabla 5.7, se muestra el cumplimiento de las características diseñadas en el capítulo 3, para el *core block* con los equipos mencionados en cada fabricante.

		Juniper Networks Modelo: EX4200-24F	Cisco Systems Modelo: WS-C4507R+E
Equipos	Switch de Núcleo	Cumple	
Características Generales	Conmutación en capa 2 y capa 3	Si	Si
	Puertos <i>autosense</i>	Si	Si
	<i>Backplane</i> >= 250Gbps	Si	Si
	Soporte de al menos 100 VLANS	Si	Si
	Consumo reducido de energía	Si	Si
	VLAN <i>trunking</i> (802.1q)	Si	Si
	Agregación de enlace (802.3ad)	Si	Si
	Administrable	Si	Si
Alta Disponibilidad y Redundancia	Redundancia de fuente de poder	Si	Si
	Capacidad de alta disponibilidad, GLBP ( <i>Gateway Load Balancing Protocol</i> ) VRRP ( <i>Virtual Router Redundancy Protocol</i> ).	Si	Si
	Combinación de hardware de conmutación en un solo equipo lógico	Si	Si
Enrutamiento	Soporte ruteo inter-VLAN en capa 3.	Si	Si
	Soporte ruteo IP <i>unicast</i> básico: rutas estáticas, RIPv1, RIPv2	Si	Si
	Soporte a futuro de ruteo IP <i>unicast</i> avanzado: OSPF, BGPv4	Si	Si
	Soporte a futuro de ruteo IPv6	Si	Si
	Soporte a futuro de ruteo IP <i>multicast</i>	Si	Si
Módulos e Interfaces	Sustitución en caliente	Si	Si
	>= 100 Puertos SFP 10/100/1000 Mbps	Si	Si
	90 Módulos SFP para fibra multimodo 1000BASE SX	Si	Si
Calidad de Servicio	QoS en capa 2	Si	Si
<i>Spanning Tree Protocol</i>	<i>Spanning Tree</i> (802.1d)	Si	Si
	<i>Rapid Spanning Tree</i> (802.1w)	Si	Si
Protocolos Soportados	10BASE-T <i>specification</i> (802.3)	Si	Si
	100BASE-T <i>specification</i> (802.3u)	Si	Si
	1000BASE-T <i>specification</i> (802.3ab)	Si	Si
	1000BASE-X <i>specification</i> (802.3z)	Si	Si
	10GigabitEthernet (802.3ae)	Si	Si

Tabla 5.7 Tabla de cumplimiento técnico Switch de Core

## 5.4 SERVIDORES [33]

En base al esquema de virtualización diseñado es imperante definir la plataforma adecuada en función de las características determinadas en el diseño del capítulo 3.

Característica	VMware vSphere Server	Microsoft Hyper-V Server	Citrix XenServer	RedHat RHEV
<b>Sistema Anfitrión</b>				
Compatibilidad de Hardware	<i>Comprehensive HCL</i>	<i>Windows Ecosystem</i>	<i>Limited HCL</i>	<i>Identical to RHEL</i>
# Máximo de Procesadores Lógicos	160	320	160	160
Cantidad Máxima de Memoria	2 TB	4 TB	1 TB	2 TB
<b>Sistema Visitante</b>				
# Máximo de CPUs virtuales	64	64	16	160
Cantidad Máxima de Memoria	1 TB	1 TB	128 GB	2 TB
<b>Administración</b>				
Sistema de administración	vCenter Server 5.1	SCCM 2012	XenCenter 6	RHEV Manager
Disposición automática de almacenamiento durante la ejecución	Si	No	No	Si
Disposición automática de almacenamiento en el encendido	Si	No	No	Si
<b>Continuidad de Negocio</b>				
Tolerancia a Fallos ( <i>zero downtime HA</i> )	Si	No	Si	No
Migración en caliente a larga distancia	Si	No	No	No
Migración en caliente sin almacenamiento compartido	Si	Si	No	No
# hosts por <i>cluster</i>	32	64	16	200
# VM's por host	512	1024	150*7	Desconocido
# VM's por <i>cluster</i>	4000	8000	800	Desconocido
<b>Almacenamiento</b>				
Soporte de NFS	Si	Si	Si	Si
Migración en vivo	Si	Si	Si	Si
<b>Sistemas Operativos Soportados</b>				
Windows Server 2012	Si	Si	Si	Si
Ubuntu Linux	Si	No	Si	No
Red Hat Enterprise Linux 6	Si	Si	Si	Si
CentOS 6	Si	Si	Si	No

**Tabla 5.8 Comparación de características entre Hipervisores. [33]**

Actualmente existen distintos desarrollos que permita el despliegue efectivo de una plataforma virtual, para el caso específico se analizan las soluciones de VMWare, Windows, Citrix y RedHat, la Tabla 5.8 presenta una comparativa de características.

Se puede observar que los desarrollos presentados muestran características robustas, que permitirán el despliegue efectivo sobre cualquiera de ellas. Sin embargo la definición se determinará en función del soporte de maquina virtuales que utilicen sistema operativo Ubuntu, que fue la plataforma escogida para implementar los servicios diseñados, es por esta razón que el análisis se enfoca solamente entre VMWare y Citrix, que se diferencian en dos ítems particulares como son la administración y la continuidad del negocio.

Como se diseñó en el capítulo 3, la plataforma de virtualización está compuesta por 3 componentes: Máquinas virtuales, Hipervisor y Servidor físico. En el desarrollo previo se determinó que se trabajará con Ubuntu Server como sistema operativo de *host*, restando por analizar el hardware para el servidor físico.

		Hewlett Packard Modelo: Proliant DL380p	Cisco Systems Modelo: UCS-C240- M3
		Cumple	
Equipos	Características Generales		
Servidor Físico	• Almacenamiento >= 64 GB	Si	Si
	• Memoria RAM >= 32 GB	Si	Si
	• Número de Procesadores >=2	Si	Si
	• Velocidad de Procesador >= 1,33 GHz	Si	Si
	• Número de vCPUs >= 10	Si	Si
	• Soporte de Virtualización a nivel de Procesador	Si	Si
	• Número de Tarjetas de Red >= 2	Si	Si

**Tabla 5.9** Tabla de cumplimiento técnico Servidor de Virtualización

En la Tabla 5.9, se muestra el cumplimiento de las características diseñadas en el capítulo 3, para el servidor de virtualización con los equipos mencionados en cada fabricante.

## 5.5 EQUIPAMIENTO *DIGITAL SIGN* [28] [27]

Se revisa soluciones propietarias de distribución de contenido multimedia, como *Digital Media Suite* de Cisco Systems y *SuperSign* de LG Electronics, las cuales para el desarrollo del sistema utilizan componentes propietarios de hardware y software.

Para el caso de Cisco Systems se tiene toda una suite de componentes que permiten distribución de contenido. Mientras que LG Electronics posee una solución sencilla llamada *Supersign*, sobre la cual tienen dos componentes, el administrador del contenido y los terminales como tal. El presente estudio se centrará en comparar las soluciones

La Tabla 5.10, presenta una comparativa entre ambas plataformas, donde se presenta a la solución de Cisco Systems como una plataforma robusta para distribuir contenido multimedia, además es importante tomar el criterio de interoperabilidad como determinante.

Es por esta razón que la solución *Digital Media Suite* de Cisco Systems es la más adecuada, ya que soporta nativamente el flujo de video entregado por la plataforma de *Streaming*, en este caso *Darwing Streaming Server* a través de los protocolos RTP y RTCP.

Una vez definida la plataforma, se dimensionará la misma tomando en cuenta los valores presentado en el estudio del cliente, donde se considera 55 pantallas de distribución de contenido y *el media player* necesario.

Característica	Cisco Digital Sign	Supersign
<b>Implementación</b>	<i>Appliance</i> específico o <i>Virtual Appliance</i>	Se implementa como una aplicación de software
<b>Descubre, configura, administra, categoriza, agrupa y monitorea a los reproductores de medio en la red.</b>	Solo a dispositivos de la misma marca	Solo a dispositivos de la misma marca
<b>Códecs Soportados</b>	MPEG1, MPEG2, MPEG4 (Part-2), Windows Media 9 y H.264 (MPEG4 - Part 10).	avi, .wmv, .mp4, .mov, .mkv, .ts, .tp, .mpg, .mpeg, .flv
<b>Gestión de Contenido</b>	Permite el control del contenido, generación de listas de contenido, programación en general, flexibilidad de funcionalidades.	Permite el control del contenido, generación de listas de contenido, programación, de manera limitada.
<b>Formato de Contenido</b>	Permite crear y diseñar diferentes disposición del contenido, con la funcionalidad <i>Drag and Drop</i> .	Permite crear y diseñar diferentes disposiciones del contenido, con la funcionalidad <i>Drag and Drop</i> .
<b>Administración</b>	Posee una interfaz gráfica vía web para administración.	Posee una interfaz gráfica vía web para administración
<b>Perfiles</b>	Granularidad en la creación de perfiles de administración y visualización.	Granularidad en la creación de perfiles de administración y visualización, solamente en la versión Estándar
<b>Licencias</b>	Plataforma sobre la cual con licenciamiento se puede agregar funcionalidades adicionales, como creación de portales de usuario para manejo de contenido individualizado y canales de distribución propios.	Plataforma, que cuenta con una licencia solo para las características mencionadas y sin límite de usuarios.
<b>Streaming</b>	Soporte Nativo de <i>Real-Time Transport Protocol</i> (RTP) sobre <i>Real Time Streaming Protocol</i> (RTSP)	Compatible con Windows Media Encoder

Tabla 5.10 Soluciones del mercado CISCO Systems vs LG Electronics [27] [28]

## 5.6 VIABILIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA

Una vez presentadas las soluciones de distintos fabricantes que cumplen con el requerimiento, es decir ambas son viables técnicamente, ya que permiten el despliegue de un sistema de distribución de contenido multimedia en un centro comercial, es necesario escoger el equipamiento que permitirá desplegar el servicio acorde con el diseño, para lo cual es importante tomar en cuenta los costos del equipamiento, así como elementos adicionales que no fueron abordados de forma explícita en el diseño, pero que en el proceso de implementación representarán en incurrir en costos extra, como:

- Incorporación en el diseño de múltiples elementos tanto activos como pasivos,
- Capacitar personal para que administre la infraestructura dependiendo de la complejidad de la interconexión configurada.
- Soporte local que brinda el fabricante y el tipo de servicios que ofrece.
- El hecho de tener presencia local en el país o no.

Son elementos que deben ser tomados en cuenta para complementar el diseño definido en el capítulo 3.

Es por esta razón que a más del despliegue tecnológico de cada fabricante, se ha considerado importante comparar los costos de ambas infraestructuras diseñadas, contemplando dentro de los mismos esquemas de garantía y soporte de fábrica dependiendo de la criticidad del equipamiento:

- Equipos de *Core*: Soporte 24 horas al día, los 7 días de la semana y con un tiempo de respuesta de 4 horas.
- Equipos de *Acceso*: Soporte 8 horas al día, los 5 días de la semana y con un tiempo de respuesta al día laboral siguiente.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Puntos de Acceso AIR-CAP1602E-A-K9	70	\$660,00	\$50.540,00
Controladora para 100 Puntos de Acceso	2	\$32.804,00	\$65.608,00
Switch 2960X-24PS-L	22	\$3.472,00	\$76.384,00
Switch 2960X-48FPS-L	23	\$6.160,00	\$141.680,00
Switch 4507RE+	2	\$74.306,00	\$184.222,00
Digital Sign Cisco DMS	55	\$2.835,00	\$155.925,00
Cisco LCD Pro 110L, 42 inch, 1080p, w/Remote Control	55	\$2.087,00	\$114.785,00
DMS Digital Media Manager Server, HW	1	\$54.811,00	\$54.811,00
Servidores Cisco UCS 240M3	2	\$12.643,00	\$25.286,00
VMware vSphere 5 Enterprise (1 CPU) 1yr Support Required	4	\$5.193,00	\$20.772,00
VMware vCenter 5 Server Standard 1 yr support required	1	\$9.021,00	\$9.021,00
Garantías	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
SMARTNET 8X5XNBD 802.11a/g/n Ctrlr-ba	70	\$46,00	\$3.220,00
SMARTNET 8X5XNBD Cisco 5508 Series	1	\$4.505,00	\$4.505,00
SMARTNET 8X5XNBD Catalyst 2960X Stack	22	\$271,00	\$5.962,00
SMARTNET 8X5XNBD Cat 2960X Stk48 GigE PoE 740W4xSFP Base	23	\$558,00	\$12.834,00
SMARTNET 8X5XNBD 4503-E Chassis One WS-X4648-RJ45V+E	2	\$1.346,00	\$2.692,00
SMARTNET 8X5XNBD UCS C240 M3 SFF2xE5	2	\$476,00	\$952,00
ISV 24X7 VMware vCenterServer Standard, List Price is ANNUAL	1	\$1.827,00	\$1.827,00
ISV 24X7 VMware vSphere Enterprise, List Price is ANNUAL	4	\$1.052,00	\$4.208,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$891.218,00</b>
<b>12% IVA</b>			<b>\$106.946,16</b>
<b>Total</b>			<b>\$998.164,16</b>

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>SERVICIOS</b>			
Instalación y Configuración Básica del Sistema de Distribución de Contenido Multimedia en la ciudad de Quito	1	\$75.682,00	\$75.682,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$75.682,00</b>
<b>12% IVA</b>			<b>\$9.081,84</b>
<b>Total</b>			<b>\$84.763,84</b>

**Tabla 5.11 Costo Referencial Opción 1**

La Tabla 5.11, presenta el costo del diseño compuesto por una infraestructura unificada a través de los fabricantes Cisco Systems en las plataformas de *Networking*, Servidores y *Digital Sign*, y VMware como plataforma de virtualización al igual que los servicios de implementación correspondientes.

La Tabla 5.12, por otro lado, presenta el costo del diseño compuesto por una infraestructura mixta de Juniper Networks en la plataforma de *Networking*, Hewlett Packard en Servidores, Cisco Systems con *Digital Sign* y Citrix como plataforma de virtualización.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Puntos de Acceso	70	\$1.800,00	\$183.400,00
Controladora para 100 Puntos de Acceso	2	\$14.106,00	\$47.500,00
Switch EX2200-24P-4G	22	\$3.215,00	\$76.250,00
Switch EX2200-48P-4G	23	\$4.964,00	\$14.232,00
Switch EX4200-24F	3	\$20.110,00	\$101.730,00
Digital Sign Cisco DMS	55	\$2.835,00	\$155.925,00
Cisco LCD Pro 110L, 42 inch, 1080p, w/Remote Control	55	\$2.087,00	\$114.785,00
DMS Digital Media Manager Server, HW	1	\$54.811,00	\$54.811,00
Servidores HP ProLiant DL380p	2	\$16.384,00	\$38.788,00
XenServer Perpetual License (per socket)	2	\$1.797,00	\$3.594,00
Garantías	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
JCARE NBD SUPPORT FOR EX2200-24P	22	\$110,00	\$2.420,00
JCARE NBD SUPPORT FOR EX2200-48P	23	\$184,00	\$4.232,00
JCARE NBD SUPPORT FOR EX4200-24F	3	\$578,00	\$1.734,00
JCARE ND FOR WLA532E	70	\$48,00	\$3.360,00
JCARE ND FOR WLC800R	2	\$478,00	\$956,00
HP Insight Control including 1yr 24x7 Support ProLiant ML/DL/BL-bundle Single Server License	1	0,00	0,00
HP Standard Limited Warranty - 3 Years Parts and on-site Labor, Next Business Day	1	0,00	0,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$1.014.368,00</b>
<b>12% IVA</b>			<b>\$121.724,16</b>
<b>Total</b>			<b>\$1.136.092,16</b>

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>SERVICIOS</b>			
Instalación y Configuración Básica del Sistema de Distribución de Contenido Multimedia en la ciudad de Quito (Servidores, Virtualización y Digital Sign)	1	\$35.562,87	\$35.562,87
Servicios de Instalación de Switching - Especialista Juniper	1	\$34.000,00	\$34.000,00
Servicios de Instalación WLAN - Especialista Juniper	1	\$17.000,00	\$17.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$86.562,87</b>
<b>12% IVA</b>			<b>\$10.387,54</b>
<b>Total</b>			<b>\$96.950,41</b>

**Tabla 5.12 Costo Referencial Opción 2**

Se puede constatar que la diferencia entre una y otra opción es de \$ 298.917,77 USD como se muestra en la Tabla 5.13

Descripción	Cantidad	Opción 1	Opción 2
Costo Equipamiento	1	\$905.558,00	\$1.185.066,00
Costo Garantías	1	\$36.200,00	\$12.702,00
Costo Instalación	1	\$75.682,00	\$86.562,87
	Subtotal	\$1.017.440,00	\$1.284.330,87
	12% IVA	\$122.092,80	\$154.119,70
	Total	\$1.139.532,80	\$1.438.450,57
	Diferencia	<b>\$298.917,77</b>	

**Tabla 5.13 Costo Comparativo**

El único rubro diferenciado entre ambas opciones tiene que ver únicamente con la solución de virtualización a favor de Citrix.

Una vez comparadas las soluciones en temas de costo habrá que seleccionar una de ellas, en la que su propósito sea el de permitir un retorno de inversión al menor plazo de tiempo.

Es importante el considerar una plataforma homogénea con la finalidad de disminuir los tiempos de convergencia, así como asegurar una compatibilidad nativa, y sobre todo el hecho de reducir el costo de administración de la infraestructura debido a la existencia de personal capacitado que conozca la misma.

Si bien el costo de administrar 15 *Switches* (1 VCT de Core, 13 VTC de Acceso y 1 Acceso normal) en el caso de Juniper es mucho menor al de administrar 27 *Switches* (1 VSS y 12 Accesos apilados y 14 Accesos normales) en el caso de Cisco, se requiere contratar personal que pueda administrar esta infraestructura, que también será responsable del manejo el Sistema de Distribución de Contenido que utiliza a la plataforma de comunicaciones.

En base a lo expuesto, se considera la opción 1, como la óptima, esto en función de la presencia que la marca tiene en el país, el soporte de la misma a través de diversos profesionales capacitados en su manejo, así como el soporte de varios integradores, lo cual se ve reflejado en la disminución del costo final de la misma.

En virtud de lo expuesto el costo total de la solución con respecto a la opción 1 tanto de equipamiento, soporte e implementación es de: \$ 1'139.532,80 USD<sup>88</sup>.

---

<sup>88</sup> El precio del listado de equipamiento, servicios de soporte, e implementación, contempla impuestos I.V.A (impuesto de Valor Agregado).

## CAPÍTULO 6

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- La evolución de los servidores ha dado paso al uso de sistemas o plataformas multi-servicio de una forma ágil, flexible, rápida y fácil de gestionar, con la finalidad de optimizar recursos, obtener esquemas de alta disponibilidad con calidad en la entrega de servicio a nivel de aplicación, mejorar los tiempos de recuperación a falla y finalmente, reducir el impacto con respecto al usuario final.
- La visualización del requerimiento del sistema global, constituyó el elemento clave para establecer una arquitectura de bloques que facilite el desarrollo del sistema y su diseño, considerando a dichos bloques como elementos constitutivos y así, alinear el desarrollo de conceptos hacia una finalidad específica. En función a este análisis se segmentó al sistema en los siguientes bloques: *frontend*, *backend* y red de comunicaciones.
- Es imprescindible, analizar el funcionamiento global del sistema, antes de generar un desarrollo sobre uno u otro bloque. De esta manera, es posible identificar los vínculos de conexión entre cada uno. Para el presente caso, se utilizó el bloque de red como la plataforma de comunicaciones que permitió solventar la interacción de los bloques adicionales.
- La implementación de un sistema de distribución de contenido multimedia capaz de adaptar contenidos a las características de diferentes tipos de terminales y de adaptar la tasa de transmisión según las circunstancias del cliente y la red es viable e incluso necesaria en casos particulares.

- La independencia del servicio o de la aplicación del recurso físico está estrechamente relacionada con el hecho de compartir una infraestructura de almacenamiento. Una vez que se garantiza dicha independencia, es posible llevar al sistema a un siguiente nivel: el esquema de alta disponibilidad.
- El presente diseño constituye un valioso aporte, ya que a diferencia de otros desarrollos propietarios que conciben una arquitectura cerrada y de integración limitada; éste conjuga múltiples servicios bajo una sola infraestructura generando así, la optimización administrativa y operacional de los recursos.
- La ventaja de los desarrollos propietarios es que tienen un modelo WYSIWYG (“*What you see is what you get*”) que permite evaluar al administrador de la plataforma, el contenido de manera más amigable y asimismo, reduce el tiempo sobre la distribución de contenido. Sin embargo, este tipo de desarrollo explota estas funcionalidades en relación al costo. Por ejemplo, Cisco Systems libera una u otra característica en función del licenciamiento, no solo por la característica a desplegar sino también por la cantidad de terminales que hará uso de esta plataforma.
- La plataforma de comunicaciones contempló parámetros de calidad de servicio, a fin de asegurar el tráfico de video enviado por el servidor *streaming*, dotando de la segmentación adecuada en capa 2. Cabe señalar, que es importante definir el acceso de un puerto con estas características para los terminales tipo pantalla, así como para los terminales que utilizan la WLAN, por tal razón se considera adecuado la implementación de clases de servicio para opciones de video.

- Los tráficos generados por servicios como telefonía y video-vigilancia además de los propios del sistema, influyen en el desempeño general de la red. En este sentido, el equipamiento de Core juega un rol fundamental, ya que sobre él se realizan los procedimientos de redirección de peticiones en capa 3.
- Para garantizar el despliegue de una infraestructura de comunicaciones unificada que provea el soporte para la implementación de servicios específicos, como el de *streaming*, es necesario tomar en cuenta que existen múltiples protocolos que proveen esquemas de redundancia y alta disponibilidad. Dichos esquemas deben reflejarse a lo largo de la cadena de comunicaciones, es decir, desde el acceso que se provee al terminal, hasta la granja de servidores que aloja al servicio.
- El balance de los criterios de diseño es indispensable para no sobredimensionar una infraestructura. Cada componente debe cumplir con el criterio especificado optimizando los recursos utilizados para permitir una implementación adecuada del sistema.
- El desarrollo de prototipos permite abstraer una realidad global como es la diseñada, lo mismo que permite verificar la funcionalidad de uno u otro componente, y de cierta manera aplicarlo al diseño para optimizar el mismo y sobre todo entregar un esquema que si bien provea crecimiento, se ajuste a los montos de inversión de un cliente final.
- Dejando al usuario como componente principal de este desarrollo, se ha generado un avance sobre tecnologías que busquen obtener un rendimiento óptimo de la forma de presentación de contenido, efectuando mejoras en la identificación de oportunidades en relación a los contenidos multimedia, el cual se ve reflejado en los motores de búsqueda, sistema de acceso y gestión de contenidos, permitiendo un tipo de categorización en base a preferencias

en la relación de uso de las redes, permitiendo también al usuario ser parte de la generación de contenidos.

- El hecho de utilizar virtualización permite optimizar los recursos de hardware, obteniendo mecanismos de recuperación ante desastres, creando un escenario en el cual las máquinas virtuales así como su estado se puedan almacenar y recuperar fácilmente.
- Dentro del mundo “*open source*” se puede encontrar muchos proyectos abiertos de los cuales algunos se convertirán en herramientas utilizadas en el futuro y otros ni siquiera llegarán a terminar. Con los sistemas operativos denominados “libres” a día de hoy hay cientos de posibilidades entre las que elegir aunque sólo algunas son realmente eficaces y están probadas como para ser utilizadas en entornos de producción.
- En la actualidad, los requerimientos de almacenamiento son cada vez mayores. Por lo cual los fabricantes, ofrecen sistemas de almacenamiento interoperables, los cuales puedan ser utilizados mediante varios protocolos; de esta manera cubriendo las demandas de cliente.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- La administración del sistema es susceptible a mejoras como: autenticación de usuarios, desarrollo de una interfaz personalizada sobre Joomla y automatización en lo que se refiere al manejo de la plataforma de servidores.
- Con respecto a la presentación de contenido en dispositivos móviles, a pesar de la existencia de plantillas web que se adaptan a los navegadores, se recomienda generar un aplicativo, dependiendo de la plataforma, el cual pueda consultar los servidores de contenido tanto web como de *streaming*.

- Darwin Streaming Server, es un potente servidor de *Streaming* basado en RTSP, sin embargo para un escenario de producción final se recomienda mantener un esquema con servidores que funcionen bajo el protocolo RTMP también, debido a que es uno de los más utilizados actualmente y permitirá la versatilidad en cualquier plataforma.
- Para la realización de pruebas de una aplicación de distribución de contenido multimedia, se recomienda la utilización de una máquina virtual virgen, de esta manera se puede evaluar específicamente los parámetros deseados.
- El considerar tecnologías de combinación de hardware en un solo dispositivo lógico (*stacking*, VSS, VCT), permite centralizar la administración de un conjunto de equipos ya sea en la capa de acceso, distribución o núcleo, es decir aunque la administración se centralice el punto de fallo no lo hace.
- Para un esquema de alta disponibilidad, se recomienda evaluar el criterio tanto a nivel lógico, como físico e incluso geográfico con el objetivo, de obtener un nivel de disponibilidad del 99,99 % y un tiempo de respuesta a fallos aceptable.
- Al momento de dimensionar servicios de red como DHCP, se debe tener en cuenta en que dispositivo se va a implementar el servicio, este puede ser implementado en un servidor dedicado o en dispositivos de interconectividad como *Routers*, *Switches* Capa 3, y *Firewalls*. Depende de las necesidades específicas como sesiones concurrentes, tamaño de registros, número de usuarios, etc. para tomar una decisión con respecto a su despliegue.
- Como criterio para el dimensionamiento de sistemas de almacenamiento de una plataforma virtual, se debe tomar en cuenta el volumen de datos y velocidad de acceso a la información, en este caso contenido multimedia. En

base al volumen se puede determinar si almacenamiento se embebe en un servidor de la plataforma, o se lo maneja con infraestructura independiente.

- Debido a la complejidad que implica el sistema, es importante impulsar actividades de investigación y desarrollo, que se enfoquen en obtener un sistema basado en el concepto de PaaS (*Platform as a Service*) o incluso en SaaS (*Software as a Service*).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. R. Salaverría, «Aproximación al concepto de multimedia desde los planos comunicativo e instrumental,» *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, nº 7, pp. 383-395, 2001.
- [2] C. F. G. F. M. B. Federico Álvarez García, «Informe de Vigilancia Tecnológica,» 28 Diciembre 2007. [En línea]. Available: [http://www.madrimasd.org/tic/Informes/Informes\\_GetFile.aspx?id=7787&orderid=0](http://www.madrimasd.org/tic/Informes/Informes_GetFile.aspx?id=7787&orderid=0). [Último acceso: 7 Abril 2012].
- [3] P. C. Boscá, «Multimedia 2011/2012 Ix34, IGA4,» 2011. [En línea]. Available: <http://www3.uji.es/~castellp/>. [Último acceso: 26 Junio 2012].
- [4] D. Hontoria Arlandiz, *Implementación de una aplicación de video-on-demand sobre redes de fibra óptica*, Catalunya, 2009.
- [5] Axis Communications, *Guía técnica de vídeo IP*, 2009.
- [6] Y. C. L. M. L. C. M. C. Myriam Yadira Leal Castellanos, «Taller Cliente Servidor,» Cundinamarca, 2011.
- [7] À. Jiménez, «Digital asset management: la gestión de información multimedia en las organizaciones,» *El profesional de la información*, vol. 12, nº 6, pp. 452-461, 2003.
- [8] J. P. Nuñez, *Apuntes de Redes de Datos*, Concepción: Universidad de Concepción, 2001.

- [9] D. Teare, *Designing for Cisco Internetwork Solutions (DESGN)*, Indianapolis: Cisco Press, 2007.
- [10] D. Hucaby, *CCNP SWITCH 642-813 Official Certification Guide*, Indianapolis: Cisco Press, 2010.
- [11] R. Deal, *CCNA Cisco Certified Network Associate Study Guide*, New York: Mc Graw Hill, 2008.
- [12] Cisco Systems, Inc, «Configuring Virtual Switching Systems,» de *Catalyst 6500 Release 12.2SX Software Configuration Guide*, San Jose, Cisco Systems, Inc.
- [13] a. R. & D. Marschke, *JUNOS Enterprise Switching*, Sebastopol CA: O'Reilly Media, Inc., 2009.
- [14] J. Joskowicz, *Voz, Video y Telefonía sobre IP*, Montevideo, 2011.
- [15] Cisco Systems, Inc., «Cisco EtherChannel Technology,» 2004.
- [16] Juniper Networks, *Virtual Chassis Technology Best Practices*, Hong Kong: Juniper Networks, Inc, 2011.
- [17] Axis Communications, «Las redes IP: Conceptos Básicos,» *WHITE PAPER: Axis Communications*, p. 16, 2002.
- [18] Á. M. Mejía, «Redes Convergentes,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, p. 14, 2004.
- [19] B. F. Y. F. Alex MacAulay, «IP Streaming of MPEG-4: Native RTP vs MPEG-2,» *Envivio*, 2005.
- [20] ETSI TS, *Digital Video Broadcasting (DVB); Transport of MPEG-2 Based DVB Services over IP Based Networks*, 2005.
- [21] Nortel Networks Inc., *VoIP Technologies - A comprehensive guide to Voice over Internet Protocol*, Research Triangle Park: Nortel Press, 2008.
- [22] W. Spencer, «Tech-FAQ,» [En línea]. Available: <http://www.tech-faq.com/8021q.html>. [Último acceso: 28 Octubre 2012].
- [23] «Debian & Comunicación,» [En línea]. Available: <http://debian->

comunicacion.blogspot.com/2012\_03\_01\_archive.html. [Último acceso: 28 Octubre 2012].

- [24] A. S. Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey: Prentice Hall PRT, 2003.
- [25] Cisco Systems, «Internetwork Design Guide -- UDP Broadcast Flooding,» 17 Diciembre 2009. [En línea]. Available: [http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetwork\\_Design\\_Guide\\_--\\_UDP\\_Broadcast\\_Flooding#Figure:\\_Topology\\_that\\_requires\\_UDP\\_broadcast\\_forwarding](http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetwork_Design_Guide_--_UDP_Broadcast_Flooding#Figure:_Topology_that_requires_UDP_broadcast_forwarding). [Último acceso: 01 Julio 2012].
- [26] C. Liu, «Multimedia Over IP: RSVP, RTP, RTCP, RTSP,» 15 Enero 1998. [En línea]. Available: [http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/ip\\_multimedia/index.htm](http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/ip_multimedia/index.htm). [Último acceso: 26 Junio 2012].
- [27] H. Zeb, «Cisco Digital Media Suite 5.2 Design Guide for Enterprise Medianet,» Cisco Press, 2010, p. 60.
- [28] LG Electronics, *Owner's Manual Digital Signage Media Player*, 2012.
- [29] Cisco Systems, «Cisco Connected Stadium Wi-Fi for Sports and Entertainment Venues,» 2011.
- [30] H. A. Matias Arvola, «Enactments in Interaction Design: How Designers Make Sketches Behave,» *Artifact*, 2006.
- [31] E. Catalán, *Implementación de un servidor de streaming de vídeo adaptivo*, Cataluña: Universitat Politècnica de Catalunya, 2009.
- [32] J. R. Martí, *Integración de servicios triple-play virtualizados para entornos multi-usuario de*, Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.
- [33] J. Valenzuela, *Estudio, Diseño e Implementación de un Servidor de Almacenamiento Remoto Multiprotocolo sobre plataforma virtual*, Universidad Carlos III de Madrid, 2012.
- [34] E. Scholten, «ENTERPRISE HYPERVISOR COMPARISON,» VMGuru.nl, 2012.
- [35] Oracle, «System Administration Guide: IP Services,» 2010. [En línea]. Available: <http://docs.oracle.com/cd/E19963-01/pdf/821-1453.pdf>. [Último acceso: 11 Mayo

2013].

- [36] I. S. Consortium, «DHCP,» Internet Systems Consortium, 2013. [En línea]. Available: <http://www.isc.org/software/dhcp>. [Último acceso: 17 Marzo 2013].
- [37] Internet Software Consortium, BIND 9 Administrator Reference Manual, Internet Software Consortium.
- [38] «Joomla 3.0,» Open Source Matters, Inc., 2013. [En línea]. Available: <http://www.joomla.org/3/en>. [Último acceso: 17 Febrero 2013].
- [39] H. Henrickson, IIS 6: The Complete Reference, McGraw-Hill, 2003.
- [40] J.-P. Lang, «Lighttpd,» Redmine, 2013. [En línea]. Available: <http://redmine.lighttpd.net/projects/lighttpd>. [Último acceso: 16 Febrero 2013].
- [41] The Apache Software Foundation, «The Apache HTTP Server Project,» The Apache Software Foundation, 2012. [En línea]. Available: <http://httpd.apache.org/>. [Último acceso: 16 Febrero 2013].
- [42] W3Techs, «Apache vs. Microsoft IIS vs. Lighttpd usage comparison,» Q-Success, 2013. [En línea]. Available: <http://w3techs.com/technologies/comparison/ws-apache,ws-lighttpd,ws-microsoftiis>. [Último acceso: 16 Febrero 2013].
- [43] C. A. C. S. Juan Pablo Quintero Ortiz, Evaluación de servidores de Streaming de video orientado a dispositivos móviles., Medellín: Universidad de Antioquia, 2006.
- [44] J. W. A. C. A. J. W. Jim Florwick, Wireless LAN Design Guide for High Density Client Environments in Higher Education, Quito: Cisco Public Information, 2011.
- [45] P. J. Blanco, Base de Datos Multimedia, 2005.
- [46] Axis Communications, «Ancho de banda y almacenamiento,» *Revista Negocios de Seguridad*, pp. 188, 192, 196.
- [47] S. Carrasco, Reingeniería de una red de datos corporativa para la Universidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis EPN.
- [48] SoundScreen, «Compressing and Hinting Media for Streaming,» SoundScreen, 2008. [En línea]. Available: [http://www.soundscreen.com/streaming/compress\\_hint.html](http://www.soundscreen.com/streaming/compress_hint.html).

[Último acceso: 17 Febrero 2013].

- [49] D. Sacks, *Demystifying DAS, SAN, NAS, NAS Gateways, Fibre Channel, and iSCSI*, IBM Storage Networking, 2001.
- [50] P. B. a. A. G. Y. Andy Watson, *MULTIPROTOCOL DATA ACCESS: NFS, CIFS, AND HTTP*, Network Appliance Inc., 2005.
- [51] Differencebetween.net, «Difference Between NFS and CIFS,» Differencebetween.net, 2013. [En línea]. Available: <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-nfs-and-cifs/>. [Último acceso: 18 Febrero 2013].
- [52] samba.org, «Samba Documentation,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.samba.org/>. [Último acceso: 19 Marzo 2013].
- [53] Wordpress.org, «Download Wordpress,» Wordpress.org, 2013. [En línea]. Available: <http://wordpress.org/download/>. [Último acceso: 17 Febrero 2013].
- [54] Drupal, «Drupal,» Dries Buytaert, 2013. [En línea]. Available: <http://drupal.org/>. [Último acceso: 18 Febrero 2013].
- [55] J. W. A. C. A. J. W. Jim Florwick, *Wireless LAN Design Guide for High Density Client Environments in Higher Education*, Cisco Systems, 2011.
- [56] ACTI CORP, «Bandwidth & Storage Calculator,» ACTI CORP, 2013. [En línea]. Available: <http://www.acti.com/home/index.asp>. [Último acceso: 19 Marzo 2013].
- [57] Cisco Systems, Inc., *Wi-Fi Location-Based Services 4.1 Design Guide*, San Jose: Cisco Systems, Inc., 2008.
- [58] T. Schwengler, «Wireless & Cellular Communications,» University of Colorado, Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://morse.colorado.edu/~tlen5510/text/classwebch11.html>. [Último acceso: 1 Octubre 2013].
- [59] J. P. M. B. S. K. S. M. Jonathan Davison, *Voice over IP Fundamentals*, Cisco Press, 2006.
- [60] L. B. Alberto Escudero, *VoIP para el desarrollo*, International Development Research Centre, 2006.

- [61] P. Ashwood, «Shortest Path Bridging IEEE 802.1aq Overview,» Huawei, Hong Kong, 2011.
- [62] Asante, «Link Aggregation and its Applications,» 2008.
- [63] *Ley 594 de 2000- Ley General de archivos de Colombia.*
- [64] «Herramientas Web para la enseñanza de protocolos de comunicación,» Universidad de Málaga, [En línea]. Available: <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/cabipv4.html>. [Último acceso: 28 Octubre 2012].
- [65] utf-8.com, «UTF-8 and Unicode,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.utf-8.com/>. [Último acceso: 18 Febrero 2013].
- [66] W3C , «XHTML™ 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition),» W3C , 2002. [En línea]. Available: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>. [Último acceso: 18 Febrero 2013].
- [67] F. E. S.A., «Servidor DHCP,» Factor Evolución S.A., 2013. [En línea]. Available: <http://www.linuxparatodos.net/portal/staticpages/index.php?page=servidor-dhcp>. [Último acceso: 17 Marzo 2013].
- [68] D. Minoli, Handbook, Telecommunications Technology.
- [69] E. Scholten, «Enterprise Hypervisor comparison,» vmguru.nl, [En línea]. Available: <http://www.vmguru.nl/wordpress/2009/04/hypervisor-comparison/>. [Último acceso: 21 Octubre 2012].
- [70] O. Steimberg, Semiótica de los Medios Masivos, Buenos Aires: Colección del Círculo, 1987.
- [71] F. A. Carnicero Javier, Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud, Santiago de Chile, 2012.
- [72] «Out-of-Band Data,» Oracle Corporation, 2010. [En línea]. Available: <http://docs.oracle.com/cd/E19455-01/806-1017/sockets-36/index.html>. [Último acceso: 13 Octubre 2012].

# **ANEXO A**

## **CONCEPTOS BÁSICOS DE COMPRESIÓN DE VÍDEO**

## CONCEPTOS BÁSICOS DE LA COMPRESIÓN

### CÓDEC DE VÍDEO

Códec es la abreviatura de codificador-decodificador, este se describe como una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (*stream*) o una señal, este utiliza una serie de funciones algorítmicas que permiten comprimir un archivo.

Los códecs pueden codificar el flujo o la señal (a menudo para la transmisión, almacenamiento o cifrado) y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para su reproducción o manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones. Los códecs son usados a menudo en videoconferencias y emisiones de medios de comunicación.

Muchos archivos multimedia contienen tanto datos de audio como de vídeo, y a menudo alguna referencia que permite la sincronización del audio y el vídeo. Cada uno de estos tres flujos de datos puede ser manejado con programas, procesos, o hardware diferentes; pero para que estos *streams* sean útiles para almacenarlos o transmitirlos, deben ser encapsulados juntos.

Esta función es realizada por un formato de archivo de vídeo (contenedor), como *.mpg*, *.avi*, *.mov*, *.mp4*, *.rm*, *.ogg*, *.mkv* o *.tta*. Algunos de estos formatos están limitados a contener *streams* que se reducen a un pequeño juego de códecs, mientras que otros son usados para objetivos más generales.

### COMPRESIÓN DE IMAGEN VS. COMPRESIÓN DE VÍDEO

Los diferentes estándares de compresión utilizan métodos distintos para reducir los datos y, en consecuencia, los resultados en cuanto a frecuencia de bits y latencia

son diferentes. Existen dos tipos de algoritmos de compresión: compresión de imágenes y compresión de video.

La compresión de imagen utiliza la tecnología de codificación intrafotograma. Los datos se reducen a un fotograma de imagen con el fin de eliminar la información innecesaria que puede ser imperceptible para el ojo humano. *Motion JPEG* es un ejemplo de este tipo de estándar de compresión.

En una secuencia *Motion JPEG*, las imágenes se codifican o comprimen como imágenes *JPEG* individuales.

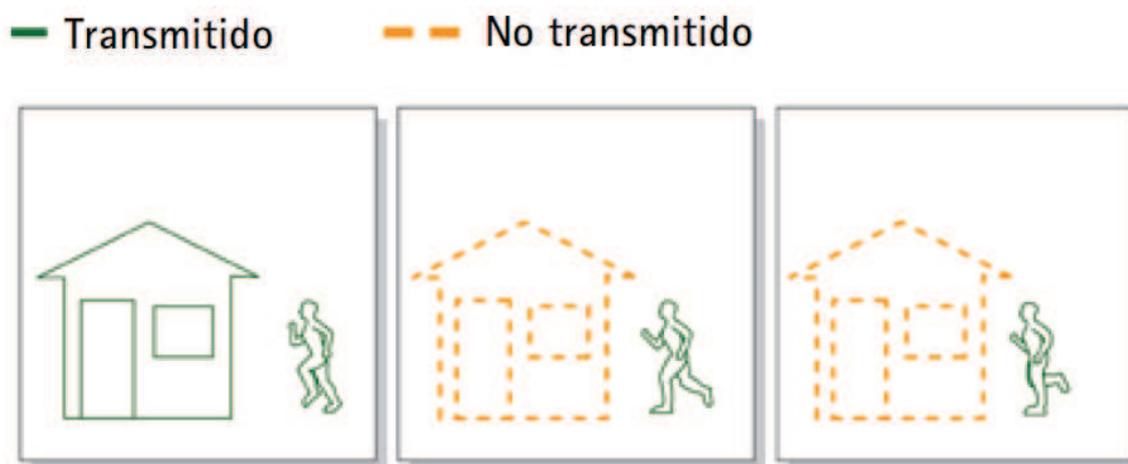


**Figura. A.1 Imágenes en Secuencia**

La Figura A 1 representa como se hace la secuencia *Motion JPEG*, las tres imágenes de la secuencia se codifican y se envían como imágenes únicas y separadas (fotogramas I), sin que dependan unas de otras.

Los algoritmos de compresión de vídeo como el *MPEG-4* y el *H.264* utilizan la predicción interfotograma para reducir los datos de video entre las series de fotogramas. Esta consiste en técnicas como la codificación diferencial, en la que un fotograma se compara con otro de referencia y solo se codifican los píxeles que han cambiado. De esta forma, se reduce el número de valores de píxeles codificados y enviados.

Cuando se visualiza una secuencia codificada de este modo, las imágenes aparecen como en el video original.



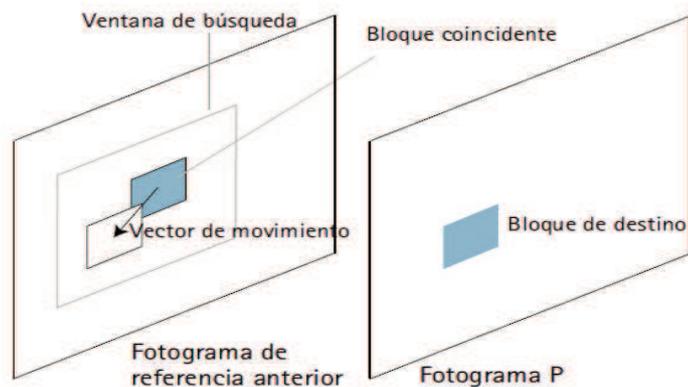
**Figura. A.2 Codificación Diferencial**

Con la codificación diferencial sólo la primera imagen (fotograma I) se codifica en su totalidad. En las dos imágenes siguientes (fotogramas P) existen referencias a la primera imagen en lo que se refiere a elementos estáticos, como la casa Figura A 2. Sólo se codifican las partes en movimiento (el hombre que corre) mediante vectores de movimiento, reduciendo así la cantidad de información que se envía y almacena.

Para reducir aún más los datos, se pueden aplicar otras técnicas como la compensación de movimiento basada en bloques.

La compensación de movimiento basada en bloques tiene en cuenta que gran parte de un fotograma nuevo está ya incluido en el fotograma anterior, aunque quizás en un lugar diferente del mismo. Esta técnica divide un fotograma en una serie de macro bloques (bloques de píxeles). Se puede componer o “predecir” un nuevo fotograma bloque a bloque, buscando un bloque que coincida en un fotograma de referencia. Si se encuentra una coincidencia, se codifica la posición en la que se debe encontrar el bloque coincidente en el fotograma de referencia. La codificación

del vector de movimiento, como se denomina, precisa de menos bits que si hubiera de codificarse el contenido real de un bloque.



**Figura. A.3 Compensación de movimiento basada en bloques**

Con la predicción interfotograma, cada fotograma de una secuencia de imágenes se clasifica como un tipo de fotograma concreto, como un fotograma I, P o B.

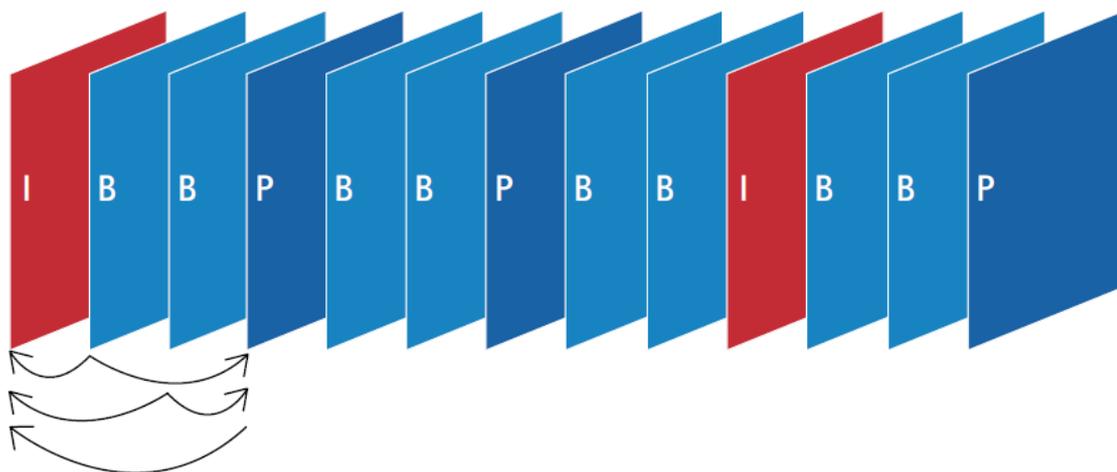
Un fotograma I, o intrafotograma, es una imagen autónoma que se puede codificar de forma independiente sin hacer referencia a otras imágenes. La primera imagen de una secuencia de video es siempre un fotograma I. Los fotogramas I sirven como puntos de inicio en nuevas visualizaciones o como puntos de re sincronización si la transmisión de bits resulta dañada.

Los fotogramas I se pueden utilizar para implementar funciones de avance o retroceso rápido o de acceso aleatorio. Un codificador insertara automáticamente fotogramas I a intervalos regulares o a petición de nuevos clientes que puedan incorporarse a la visualización de una transmisión.

La desventaja de este tipo de fotogramas es que consumen muchos más bits, pero por otro lado no generan demasiados defectos provocados por los datos que faltan.

Un fotograma P (de interfotograma Predictivo), hace referencia a partes de fotogramas I o P anteriores para codificar el fotograma. Los fotogramas P suelen requerir menos bits que los fotogramas I, pero con la desventaja de ser muy sensibles a la transmisión de errores, debido a la compleja dependencia con fotogramas P o I anteriores.

Un fotograma B, o interfotograma *Bipredictivo*, es un fotograma que hace referencia tanto a fotogramas anteriores como posteriores. El uso de fotogramas B aumenta la latencia.



**Figura. A.4** Secuencia típica con fotogramas I, B y P

Un fotograma P sólo puede hacer referencia a fotogramas I o P anteriores, mientras que un fotograma B puede hacerlo a fotogramas I o P tanto anteriores como posteriores.

Cuando un decodificador de video restaura un video descodificando la transmisión de bits fotograma a fotograma, la descodificación debe comenzar siempre por un fotograma I. Los fotogramas P y B, en caso de usarse, deben descodificarse junto a los fotogramas de referencia.

Además de la codificación diferencial y la compensación de movimiento, se pueden emplear otros métodos avanzados para reducir aún más los datos y mejorar la calidad de video.

## FORMATOS DE COMPRESIÓN

### MOTION JPEG

*Motion JPEG* o *M-JPEG* es una secuencia de video digital compuesta por una serie de imágenes *JPEG* individuales. (*JPEG* son las siglas de *Joint Photographic Experts Group* - Grupo de Expertos Fotográficos Unidos) Cuando se visualizan 16 o más imágenes por segundo, el ojo humano lo percibe como un video en movimiento.

Un video en completo movimiento se percibe a 30 (*NTSC*<sup>89</sup>) o 25 (*PAL*<sup>90</sup>) imágenes por segundo. Una de las ventajas de *Motion JPEG* es que cada imagen de una secuencia de video puede conservar la misma calidad garantizada que se determina mediante el nivel de compresión elegido por el codificador de video.

Al no haber dependencia alguna entre los fotogramas de *Motion JPEG*, un video *Motion JPEG* es resistente, lo que significa que si falla un fotograma durante la transmisión, el resto del video no se verá afectado.

*Motion JPEG* es un estándar que no requiere licencia. Tiene una amplia compatibilidad y su uso es muy habitual en aplicaciones donde se requieren fotogramas individuales en una secuencia de video, puede ser útil para aplicaciones que requieren integración con sistemas que solo son compatibles con *Motion JPEG*.

Sin embargo, el principal inconveniente de *Motion JPEG* es que no utiliza ninguna técnica de compresión de video para reducir datos, ya que consiste en una serie de imágenes fijas y completas.

---

<sup>89</sup>*NTSC*.- NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE

<sup>90</sup>*PAL*.- PHASE ALTERNATING LINE

El resultado es una frecuencia de bits relativamente alta o una relación de compresión baja para la calidad proporcionada, en comparación con estándares de compresión de video como *MPEG-4* y *H.264*.

#### **MPEG-4**

*MPEG-4* Parte 2, también conocido como *MPEG-4* Visual. Como todos los estándares *MPEG* (*Moving Picture Experts Group*), requiere una licencia, es decir, los usuarios deben pagar una tasa de licencia por cada estación de supervisión. *MPEG-4* es compatible con aplicaciones de tasa de transferencia reducida y aplicaciones que requieren imágenes de alta calidad.

#### **H.264 O MPEG-4 PART 10/AVC**

El *H.264*, también conocido como *MPEG-4 Part 10/AVC* para codificación de video avanzada, es el estándar *MPEG* más actual para la codificación de video. Ello se debe a que, sin comprometer la calidad de la imagen, un codificador *H.264* puede reducir el tamaño de un archivo de video digital en más de un 80% si se compara con el formato *Motion JPEG*, y hasta un 50% más en comparación con el estándar *MPEG-4*. Esto significa que se requiere menor tasa de transferencia y espacio de almacenamiento para los archivos de video. O, visto de otra manera, se puede lograr mayor calidad de imagen de video para una tasa de bits determinada.

El *H.264* ha sido definido conjuntamente por organizaciones de normalización del sector de las telecomunicaciones (*International Telecommunication Union's Video Coding Experts Group*) y de las tecnologías de la información (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission's Moving Picture Experts Group*), y se espera que tenga una mayor adopción que los estándares anteriores.

## COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES

Al comparar los rendimientos de los estándares *MPEG* como el *MPEG-4* y *H.264*, es importante tener en cuenta que los resultados pueden variar entre codificadores que usen el mismo estándar.

Esto se debe a que el diseñador de un codificador puede elegir implementar diferentes conjuntos de herramientas definidas por un estándar. Siempre que los datos de salida de un codificador se ajusten al formato de un estándar, se pueden realizar implementaciones diferentes.

De ahí que un estándar *MPEG* no pueda garantizar una tasa de bits o calidad determinados, del mismo modo que no se puede realizar una comparación como es debido, sin definir primero como se han implementado los estándares en un codificador. Un decodificador, a diferencia de un codificador, debe implementar todas las partes necesarias de un estándar para decodificar una transmisión de bits compatible. Un estándar especifica exactamente la forma en la que el algoritmo de descompresión debe restaurar cada bit de un video comprimido.

La Figura A 5, compara la tasa de bits, partiendo de la misma calidad de imagen, entre los siguientes estándares de video: *Motion JPEG*, *MPEG-4 Part 2* (sin compensación de movimiento), *MPEG-4 Part 2* (con compensación de movimiento) y *H.264* (perfil de base).

Un codificador *H.264* creó hasta un 50% menos bits por segundo para una secuencia de vídeo de muestra que un codificador *MPEG-4* con compensación de movimiento. El codificador *H.264* fue al menos tres veces más eficaz que un codificador *MPEG-4* sin compensación de movimiento y al menos seis veces más eficaz que *Motion JPEG*.

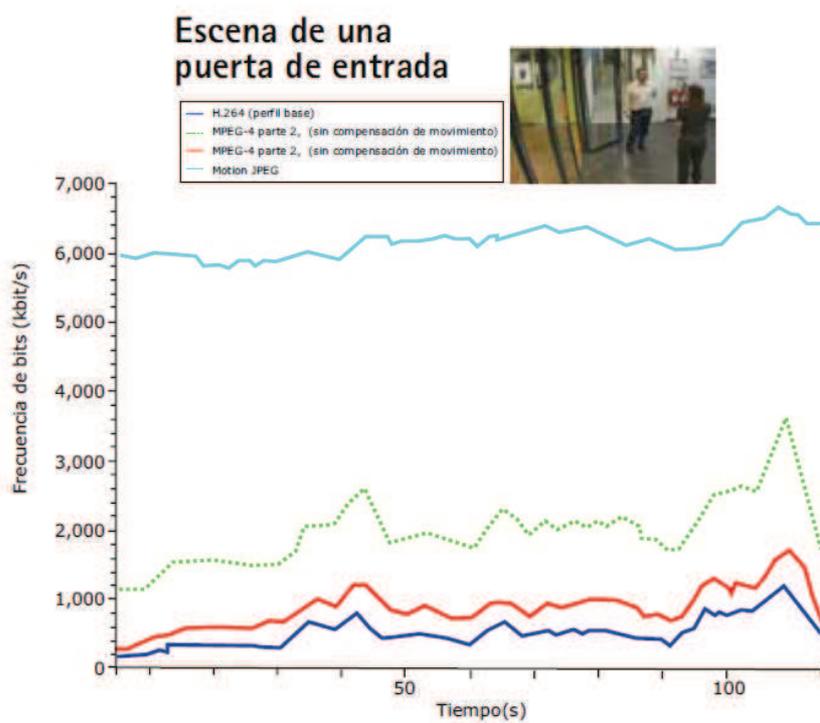


Figura. A.5 Comparación de códecs

# **ANEXO B**

## **CONFIGURACIÓN BÁSICA LAN & WLAN CON EQUIPAMIENTO CISCO**

## CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN ESQUEMA DE COMUNICACIONES LAN & WLAN CON EQUIPAMIENTO MARCA CISCO

### INTRODUCCIÓN

El presente documento describe la implementación y configuración de un esquema básico LAN & WLAN con equipamiento de marca cisco. Dicho esquema podrá utilizarse como plataforma de comunicaciones para el prototipo del sistema de distribución de contenido multimedia

### DETALLE DE EQUIPAMIENTO

Para la presente implementación se ha considerado un switch capa 3 de marca Cisco modelo Catalyst 3560<sup>91</sup> para la conmutación local y un punto de acceso inalámbrico marca Cisco Modelo Aironet 1252<sup>92</sup>.

### ESQUEMA LÓGICO

Para la presente implementación, se debe tomar en cuenta el esquema de VLANs que se presenta en la Tabla B 1.

VLAN NAME	VLAN ID	SUBRED	MASCARA	RANGO UTIL	HOST	GATEWAY	BROADCAST
WLAN	402	10.27.27.0	255.255.255.224	10.27.27.2 - 10.27.27.29	30	10.27.27.1	10.27.27.31
SERVIDORES	403	10.27.27.32	255.255.255.240	10.27.27.34 - 10.27.27.45	16	10.27.27.33	10.27.27.47
PANTALLAS	404	10.27.27.48	255.255.255.240	10.27.27.50 - 10.27.27.61	16	10.27.27.49	10.27.27.63

**Tabla B.1 Esquema lógico de red**

<sup>91</sup> Switch Cisco Catalyst 3560: ver Anexo D

<sup>92</sup> Punto de Acceso Inalámbrico Cisco Aironet 1252: ver Anexo D

La Figura B1, muestra el esquema lógico a ser implementado, mostrando a que segmento al que pertenece cada componente.

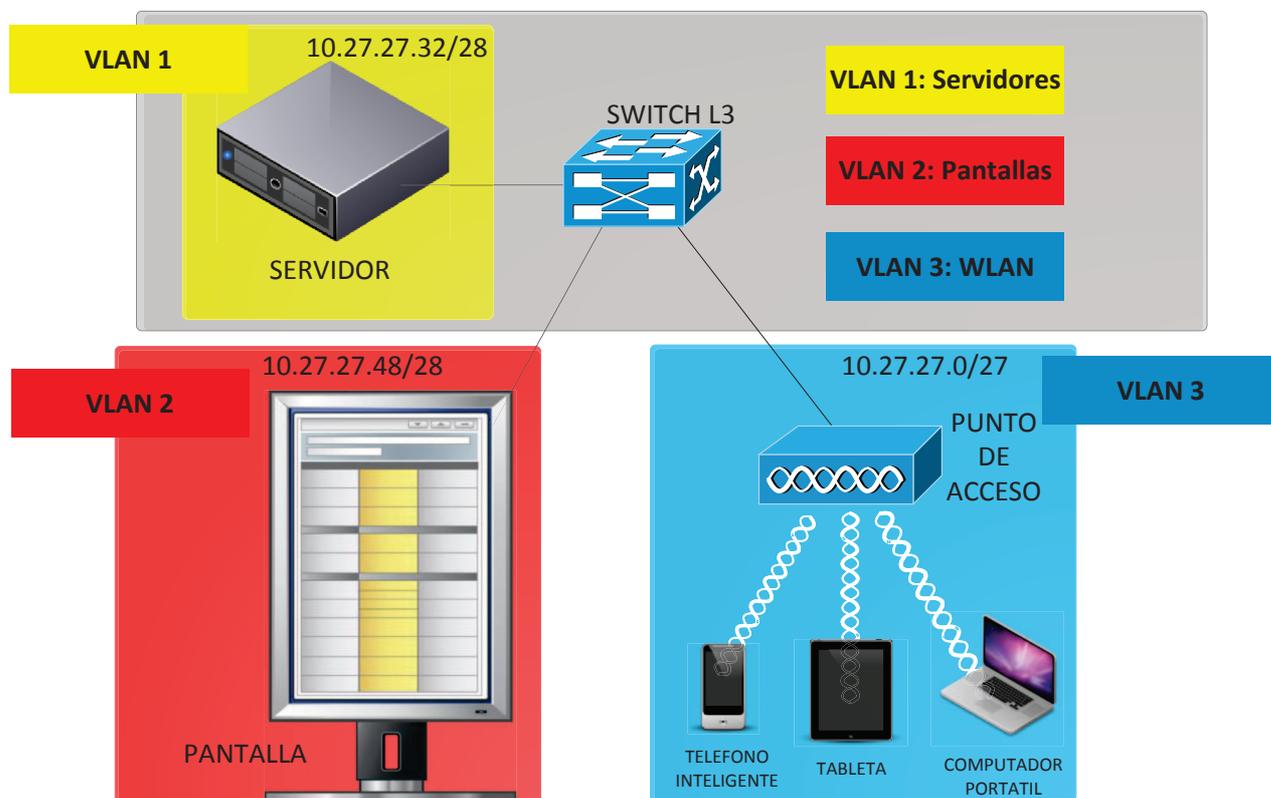


Figura B.1. Esquema lógico

A continuación se revisara la configuración básica del switch y del punto de acceso, y la implementación de las VLANs correspondientes para cumplir con el esquema lógico propuesto.

## CONFIGURACIÓN DEL SWITCH

Para realizar las configuraciones del caso dentro del switch, se debe proceder dentro del modo de configuración global a través de conexión serial de consola.

Entre los valores que se configuran inicialmente en un switch, son el Hostname, las VLANs, la direcciones IP correspondientes y el acceso mediante SSH y consola entre otros procesos que se indican a continuación.

Acceso al modo de configuración global del switch

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#
```

Configuración de Hostname en el Switch

```
Switch(config)#hostname PROTO
PROTO(config)#
```

Configuración de contraseña para el modo privilegiado del switch

```
PROTO(config)#username proto privilege 15 secret proto
PROTO(config)#
```

Configuración de contraseña para las líneas de consola y ssh

```
PROTO(config)#line 0
PROTO(config-line)#login local
PROTO(config)#line vty 0 15
PROTO(config-line)#login local
PROTO(config-line)#transport input ssh
PROTO(config-line)#exit
PROTO(config)#
```

## Creación de VLANs en el Switch

```

PROTO(config)#vlan 402
PROTO(config-vlan)#name WLAN
PROTO(config-vlan)#exit
PROTO(config)#vlan 403
PROTO(config-vlan)#name SERVIDORES
PROTO(config-vlan)#exit
PROTO(config)#vlan 404
PROTO(config-vlan)#name PANTALLAS
PROTO(config-vlan)#exit
PROTO(config)#

```

## Comprobación de la creación de VLANs en el Switch

```
PROTO#show vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gi0/1, Gi0/2
402	WLAN	active	
403	SERVIDORES	active	
404	PANTALLAS	active	
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

Figura B.2. Resultado del comando show vlan brief

Configuración de direcciones IP en las interfaces VLAN y reenvío de peticiones DHCP en la VLAN para la WLAN a servidor DHCP 10.27.27.35

```

PROTO(config)#interface vlan 1
PROTO(config-if)#no ip address
PROTO(config-if)#shutdown

```

```
PROTO(config-if)#exit
PROTO(config)#interface vlan 402
PROTO(config-if)#ip address 10.27.27.1 255.255.255.224
PROTO(config-if)#ip helper-address 10.27.27.35
PROTO(config-if)#no shutdown
PROTO(config-if)#exit
PROTO(config)#interface vlan 403
PROTO(config-if)#ip address 10.27.27.33 255.255.255.240
PROTO(config-if)#no shutdown
PROTO(config-if)#exit
PROTO(config)#interface vlan 404
PROTO(config-if)#ip address 10.27.27.49 255.255.255.240
PROTO(config-if)#no shutdown
PROTO(config-if)#exit
```

#### Comprobación de configuración de direcciones IP

```
PROTO#show ip interface brief | include up
Vlan402          10.27.27.1      YES manual up
Vlan403          10.27.27.33    YES manual up
Vlan404          10.27.27.49    YES manual up
```

**Figura B.3. Resultado del comando show ip interface brief | include up**

#### Habilitación del enrutamiento entre VLANs

```
PROTO(config)#ip routing
```

#### Comprobación de la habilitación del Enrutamiento entre VLANs

```

PROTO#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```

**Figura B.4. Resultado del comando show ip route**

Asignación de los puertos FastEthernet0/1 al FastEthernet0/3 a la VLAN de servidores y aplicación de calidad de servicio

```

PROTO(config)#interface range FastEthernet 0/1-3
PROTO(config-if-range)#switchport access vlan 403
PROTO(config-if-range)#switchport mode access
PROTO(config-if-range)#mls qos trust cos
PROTO(config-if-range)#mls qos cos 4
PROTO(config-if-range)#exit

```

Se configura la calidad de servicio, con valor de CoS de 4, el cual corresponde a *Streaming Multimedia*. [9]

Asignación del puerto FastEthernet0/4 al FastEthernet0/6 a la VLAN de pantallas y aplicación de calidad de servicio

```

PROTO(config)#interface range FastEthernet 0/4-6
PROTO(config-if-range)#switchport access vlan 404
PROTO(config-if-range)#switchport mode access
PROTO(config-if-range)#mls qos trust cos
PROTO(config-if-range)#mls qos cos 4
PROTO(config-if-range)#exit

```

Asignación del puerto FastEthernet0/7 a la VLAN para la WLAN y aplicación de calidad de servicio

```
PROTO(config)#interface fastEthernet 0/7
PROTO(config-if)#switchport access vlan 402
PROTO(config-if)#switchport mode access
PROTO(config-if-range)#mls qos trust cos
PROTO(config-if-range)#mls qos cos 4
```

Configuración de interfaz FastEthernet0/24 para acceso a Internet en caso de ser necesario.

```
PROTO(config)#interface FastEthernet 0/24
PROTO(config-if)#no switchport
PROTO(config-if)#ip address 192.168.27.1 255.255.255.252
PROTO(config-if)#no shutdown
PROTO(config-if)#exit
```

Configuración de una ruta por defecto para acceso a Internet en caso de ser necesario.

```
PROTO(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.27.2
```

Comprobación de agregación de la ruta por defecto.

```
PROTO#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 192.168.27.2 to network 0.0.0.0

 192.168.27.0/30 is subnetted, 1 subnets
 C    192.168.27.0 is directly connected, FastEthernet0/24
 10.0.0.0/28 is subnetted, 1 subnets
 C    10.27.27.32 is directly connected, Vlan403
 S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.27.2
```

**Figura B.5. Resultado del comando show ip route**

Proceso para guardar la configuración

```
PROTO#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
0 bytes copied in 1.216 secs (0 bytes/sec)
PROTO#
```

## CONFIGURACIÓN DEL PUNTO DE ACCESO INALÁMBRICO

Las configuraciones dentro del punto de acceso, se realizan en primera instancia a través de una conexión serial al equipo para configurar la dirección IP de administración y posteriormente mediante acceso mediante un navegador web.

Entre los parámetros más importantes dentro de la configuración del punto de acceso, están el Hostname, la dirección IP de administración, el SSID, el perfil de seguridad y encender las interfaces de radio.

A continuación se revisan los procesos generales, que llevan al correcto funcionamiento de esta WLAN básica.

Acceso al modo de configuración global del punto de acceso

```
ap>enable
Password:
ap#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ap(config)#
```

Configuración de Hostname en el punto de acceso

```
ap(config)#hostname WLAN
WLAN(config)#
```

Listado de las interfaces del punto de acceso inalámbrico

```
WLAN(config)#do show ip interface brief

Interface          IP-Address      OK? Method Status
BVI1               unassigned     YES manual up
Dot11Radio0       unassigned     YES unset  administratively down
Dot11Radio1       unassigned     YES unset  administratively down
GigabitEthernet0  unassigned     YES unset  up
```

**Figura B.6. Resultado del comando show do show ip interface brief**

Configuración de la interfaz de administración del punto de acceso

La interfaz será configurada con la dirección IP 10.28.28.3/24 y será conectada directamente al computador para su configuración. Cabe aclarar que esta dirección se utiliza para fines administrativos y de configuración y no para transmisión de datos.

```
WLAN(config)#interface BVI 1
WLAN(config-if)#ip add 10.28.28.3 255.255.255.0
WLAN(config-if)#no shutdown
WLAN(config-if)#exit
```

Comprobación del funcionamiento de la interfaz de administración

```
WLAN#show ip interface brief | include up

BVI1                10.28.28.3      YES manual up
```

**Figura B.7. Resultado del comando show do show ip interface brief**

Desde el computador se realiza un ping a la dirección IP de la interfaz para comprobar su funcionamiento.

```
C:\Users\DAVE>ping 10.28.28.3

Haciendo ping a 10.28.28.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.28.28.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 10.28.28.3: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 10.28.28.3: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 10.28.28.3: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 10.28.28.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
```

**Figura B 8. Resultado del comando ping**

Acceso web a la configuración del punto de acceso

Ingresamos la dirección IP del punto de acceso en el navegador



**Figura B.9. Acceso Web a la configuración el AP en el navegador Mozilla Firefox**

A continuación se despliega una caja de autenticación para la cual el usuario es Cisco y la contraseña es Cisco.

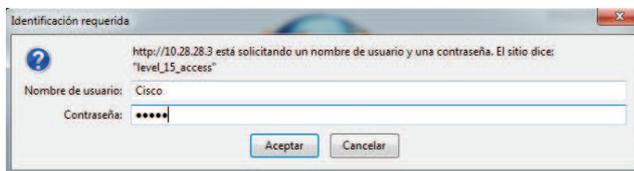


Figura B.10. Caja de Autenticación para configuración web



Figura B.11. Pantalla principal de configuración del punto de acceso

### Configuración de un SSID

Dentro de la configuración web del punto de acceso, en el menú lateral se selecciona la opción Express Security Set-Up; en la ventana que se despliega, se llena la información correspondiente al SSID y se lo crea.

Figura B.12. Formulario de creación de SSID

SSID Table							
Delete	SSID	VLAN	Encryption	Authentication	Key Management	Native VLAN	Broadcast SSID
<input checked="" type="radio"/>	ZETASTAR	none	none	open	none		✓

Figura B.13. Tabla de SSIDs creados exitosamente

Activación de la interfaz de radio del punto de acceso.

Dentro de la configuración web del punto de acceso, en el menú lateral se selecciona la opción Network Interfaces; en la ventana que se despliega, se selecciona la interfaz Radio-802.11N<sup>2.4GHz</sup>, y se selecciona la pestaña de configuración para activar la interfaz de radio.

The figure displays two screenshots of the network configuration interface for the Radio0-802.11N<sup>2.4GHz</sup> interface. Both screenshots show the 'Settings' tab selected in the top navigation bar. The top screenshot shows the 'Enable Radio' option set to 'Disable' and the 'Current Status (Software/Hardware)' as 'Disabled'. The bottom screenshot shows the 'Enable Radio' option set to 'Enable' and the 'Current Status (Software/Hardware)' as 'Enabled'. The 'Role in Radio Network' is set to 'Access Point' in both screenshots.

Figura B.14. Activación de SSID

Una vez finalizados los procedimientos indicados, el esquema de comunicación básico se encuentra operando en condiciones adecuadas para implementar servicios sobre él.

# **ANEXO C**

## **MANUAL DE INSTALACIÓN DE CITRIX XEN SERVER**

## MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y AFINAMIENTO DE CITRIX XEN SERVER

### INTRODUCCIÓN

El presente documento describe la instalación, configuración, puesta en marcha y afinamiento de Citrix Xen Server. La idea es levantar un esquema de virtualización sobre el cual se puedan implementar máquinas virtuales que ejecuten servicios de manera adecuada.

### DETALLE DE EQUIPAMIENTO

Para la presente instalación se utiliza un servidor con las siguientes características de hardware.

Característica	Detalle	
<b>Memoria RAM</b>	16 GB	
<b>CPU</b>	Fabricante	AMD
	Modelo	AMD FX X8 8320 Processor
	Velocidad	3500 MHz
<b>Disco Duro</b>	1 TB	
<b>Tarjeta de Red</b>	Fabricante	Realtek Semiconductor Co, Ltd.
	Modelo	RTL8111/8168B PCI Express Gigabit Ethernet controller

Tabla C 1. Características de Hardware del servidor

Sobre este se va a implementar un conjunto de máquinas virtuales que permitirán el funcionamiento a nivel de servicio y aplicación de un sistema de distribución de contenido multimedia.

En la Tabla C.2 se presenta el requerimiento de recursos de hardware para el esquema de máquinas virtuales que se necesita.

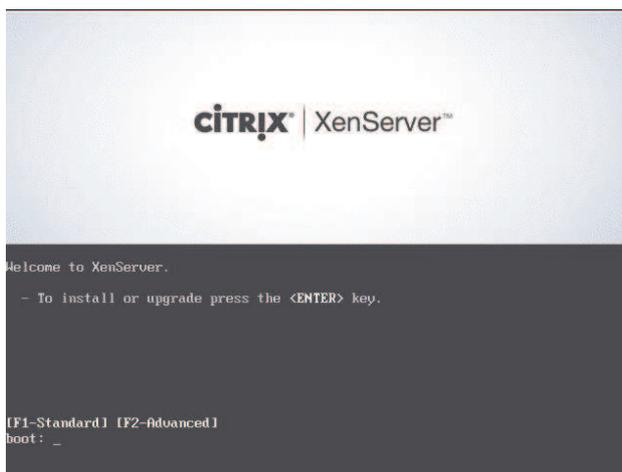
Nombre	Requerimiento de CPU	Memoria RAM	Disco Duro
dss.zeta-starmedia.com	3 vCPUs	2048 MB	8 GB
lgs.zeta-starmedia.com	1 vCPU	2048 MB	24 GB
ns1.zeta-starmedia.com	1 vCPU	512 MB	8 GB
storage.zeta-starmedia.com	2 vCPU	1024 MB	500 GB
web.zeta-starmedia.com	2 vCPU	1024 MB	8 GB

**Tabla C 2. Requerimientos para creación de máquinas virtuales**

## INSTALACIÓN DE CITRIX XEN SERVER

En el presente apartado revisa las fases de instalación de Citrix Xen Server.

En primera instancia se arranca el servidor desde el CD de instalación de Citrix Xen Server



**Figura C 1. Ejecución de CD de Instalación de Citrix Xen Server**

## Selección del idioma de instalación

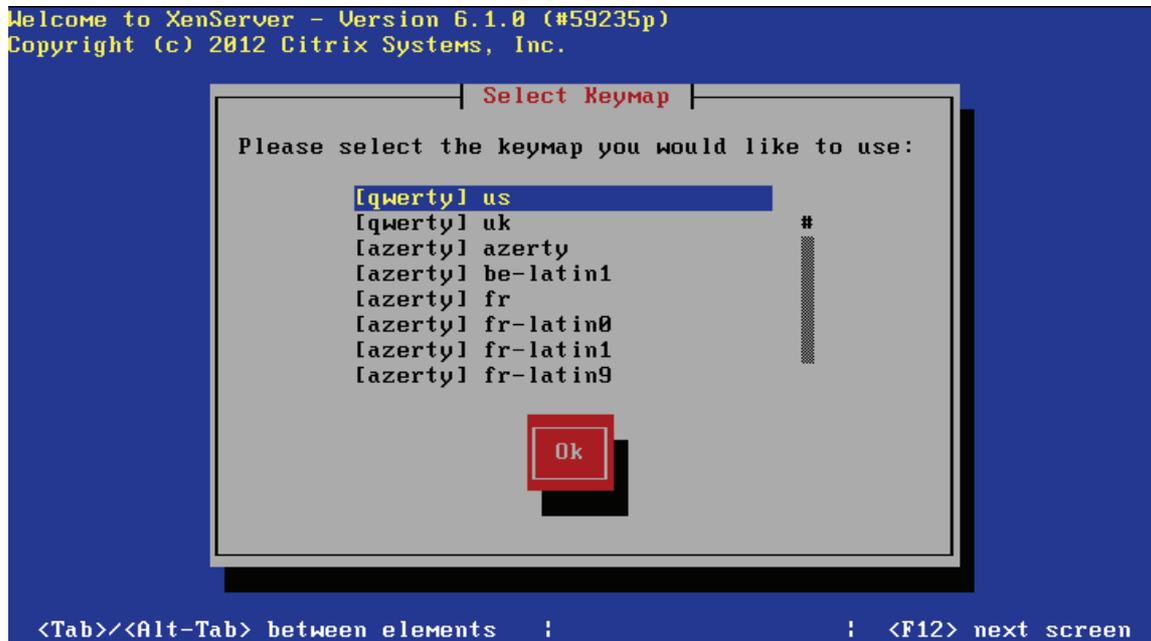


Figura C 2. Selección del Idioma

## Selección del disco duro donde se va a instalar el servidor

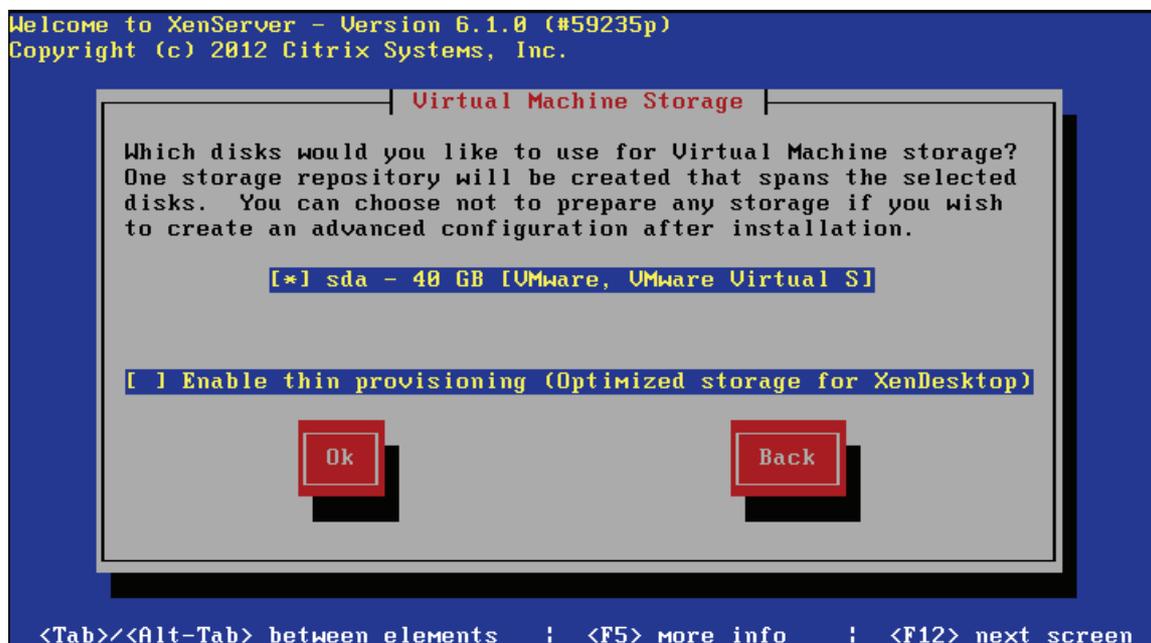


Figura C 3. Selección del disco duro

## Instalación de la fuente de instalación

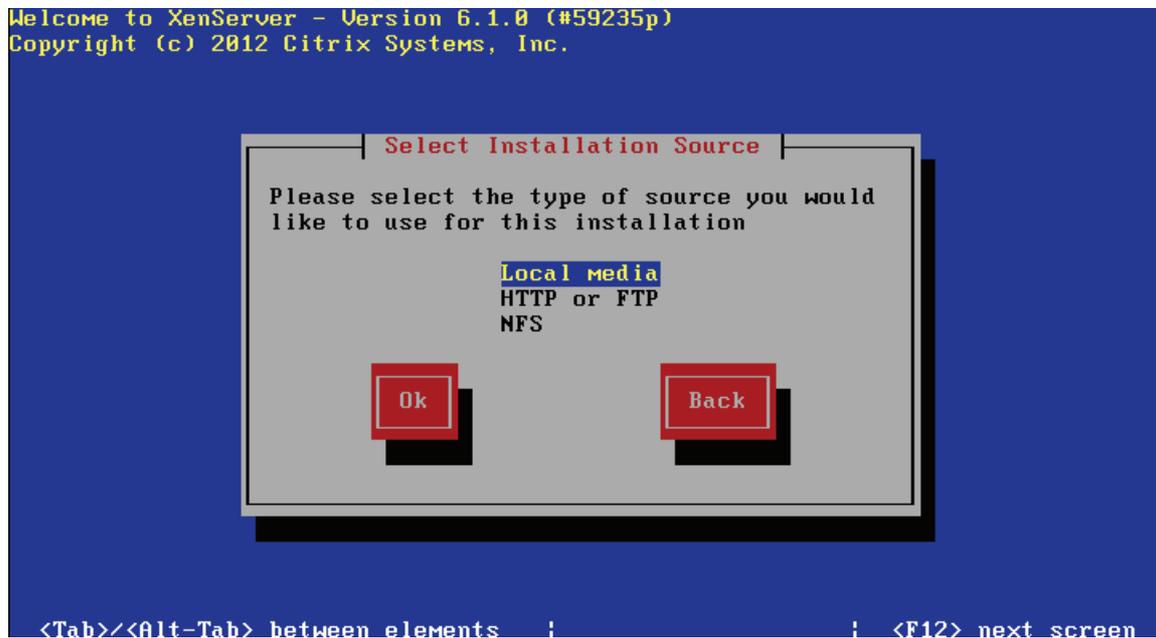


Figura C 4. Selección de la fuente de instalación

## Configuración de la contraseña del servidor

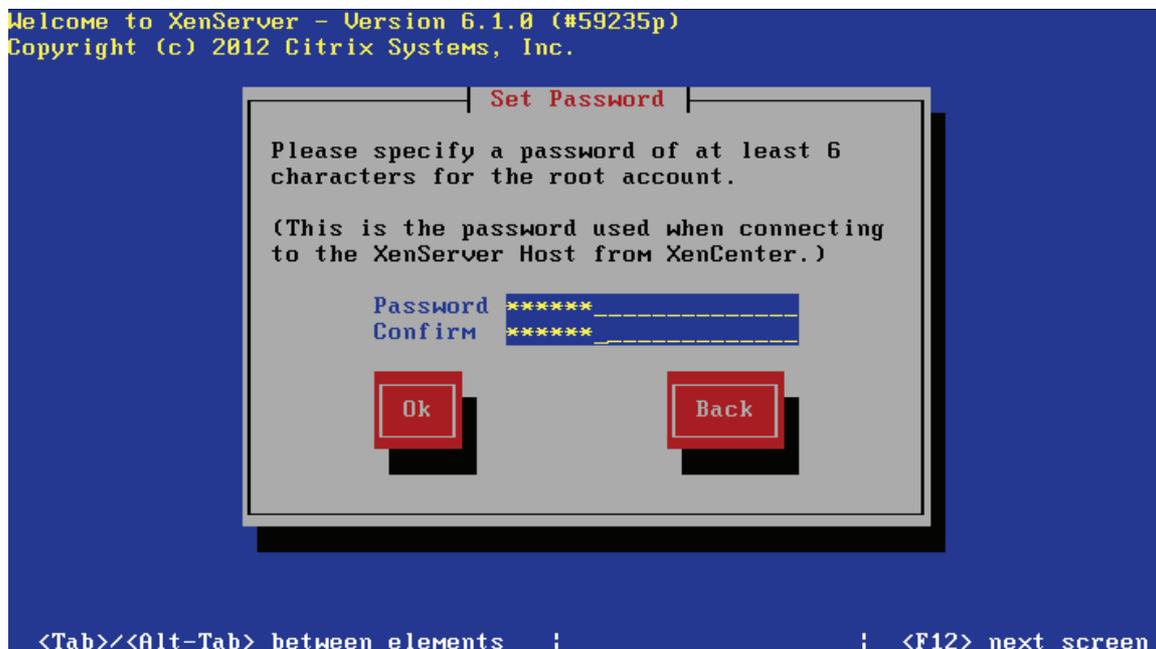


Figura C 5. Configuración de Contraseña

## Configuración de parámetros de red

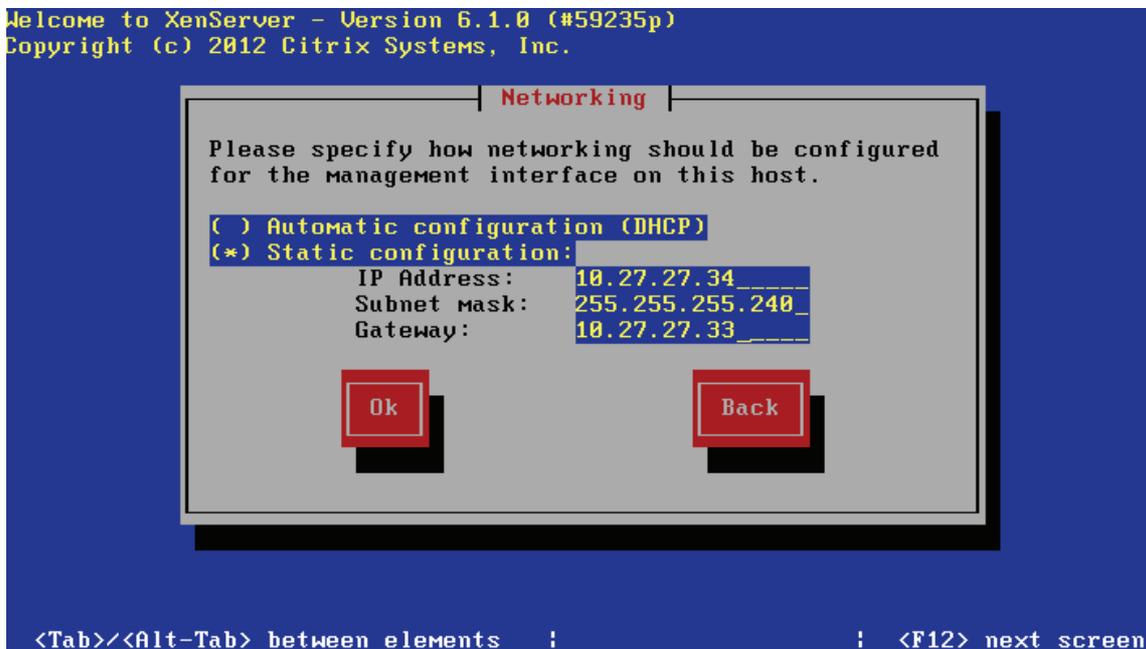


Figura C 6. Configuración de Parámetros de Red

## Parametros de DNS

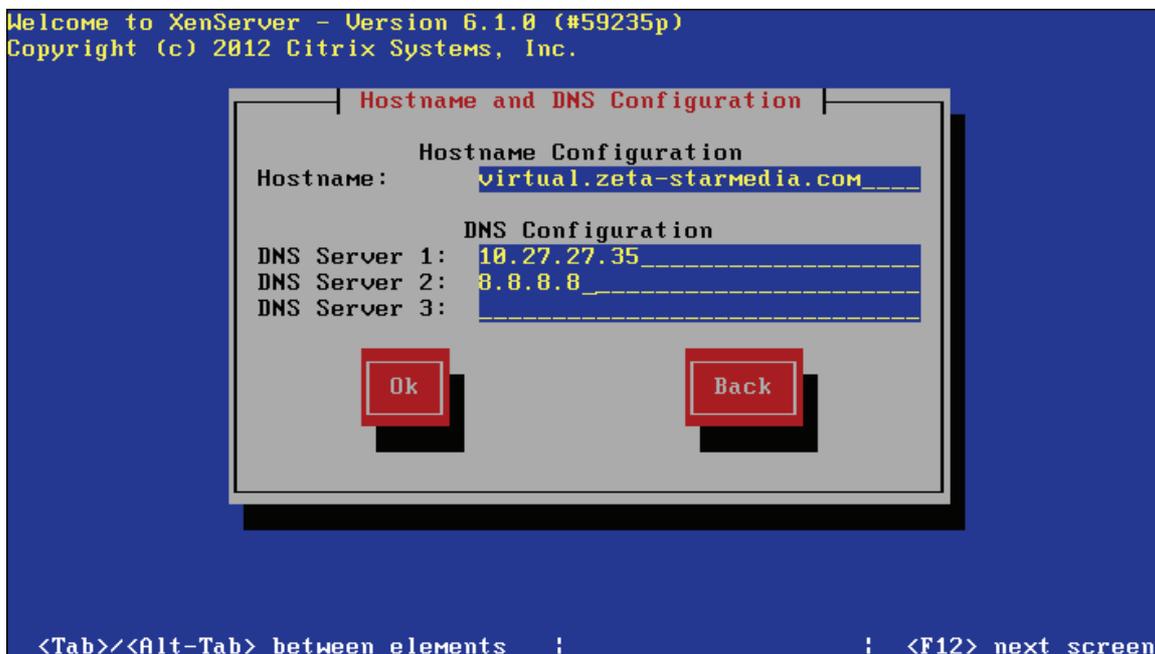


Figura C 7. Configuración de parámetros DNS

## Selección de la zona horaria



Figura C 8. Configuración de la Zona Horaria

## Selección de la hora del sistema

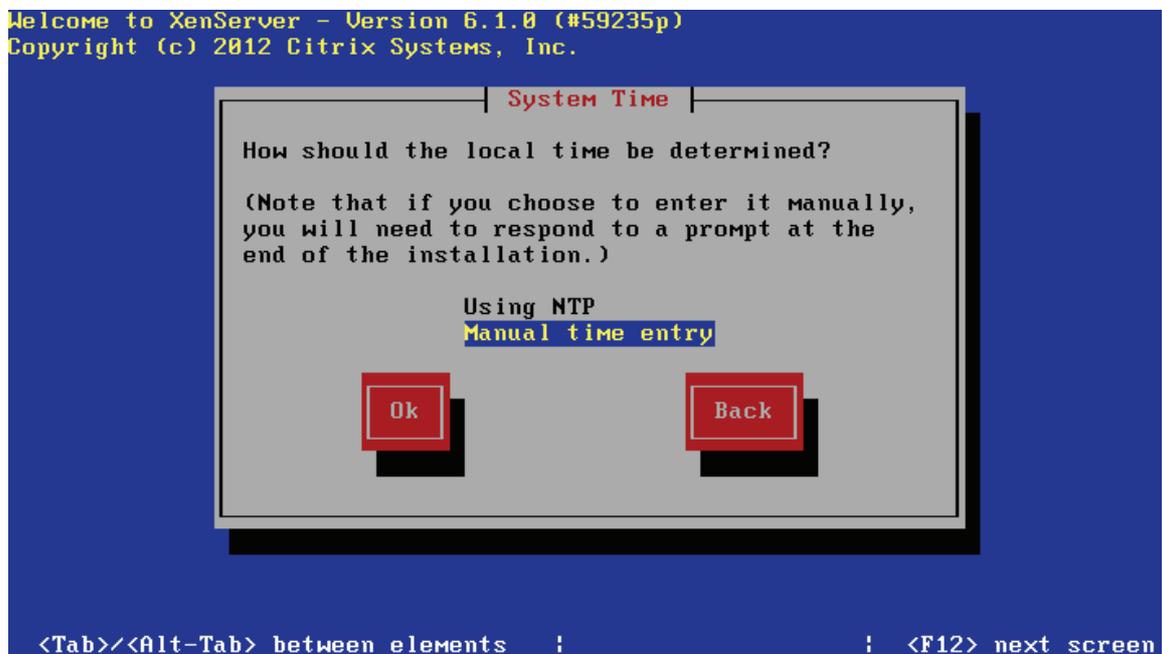


Figura C 9. Selección de la Hora del sistema

## Finalización de la Instalación

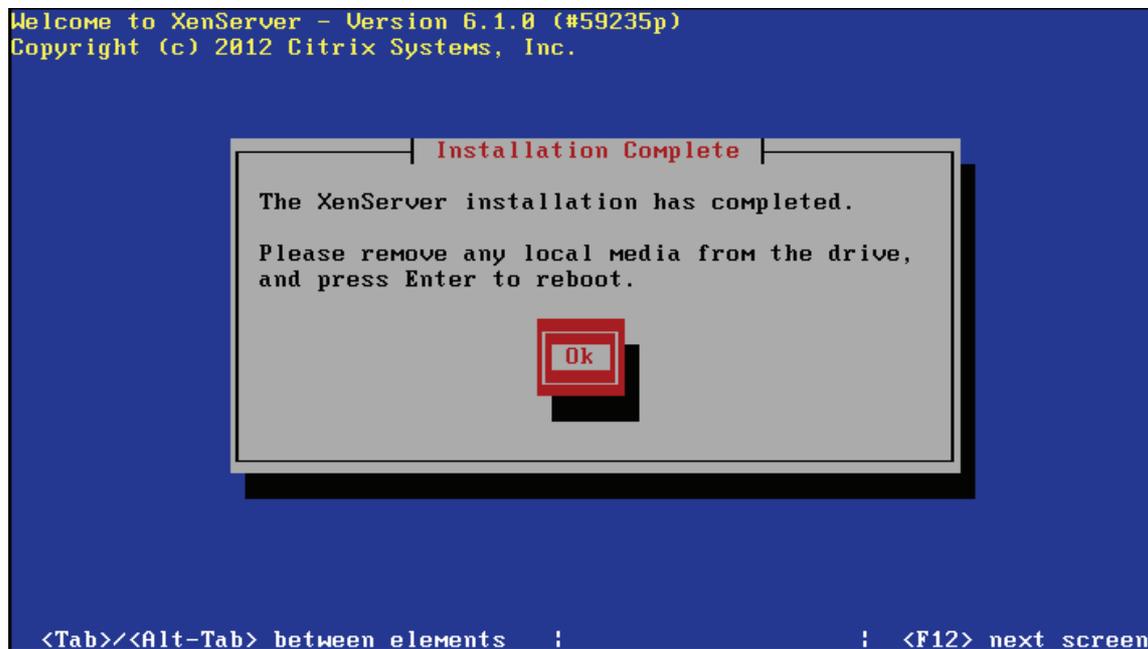


Figura C 10. Finalización de la instalación

## Arranque del servidor

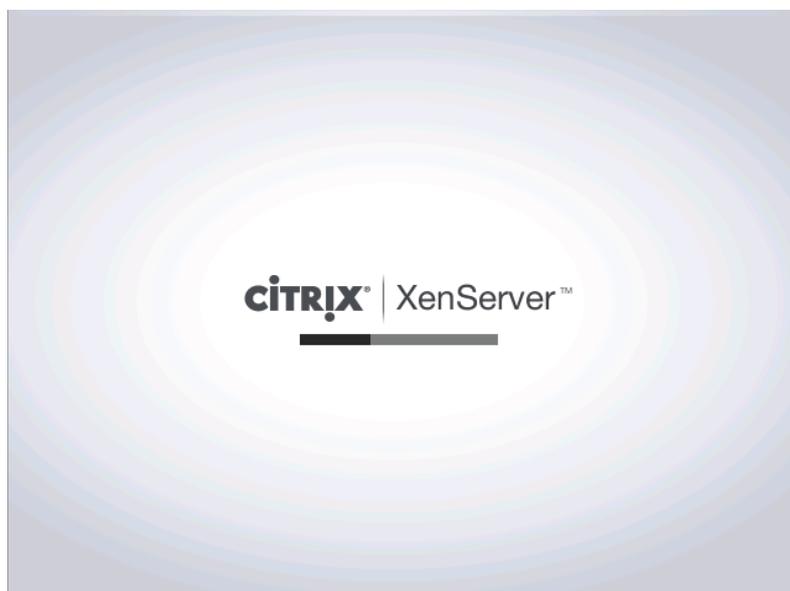


Figura C 11. Arranque del servidor

Pantalla de inicio del servidor

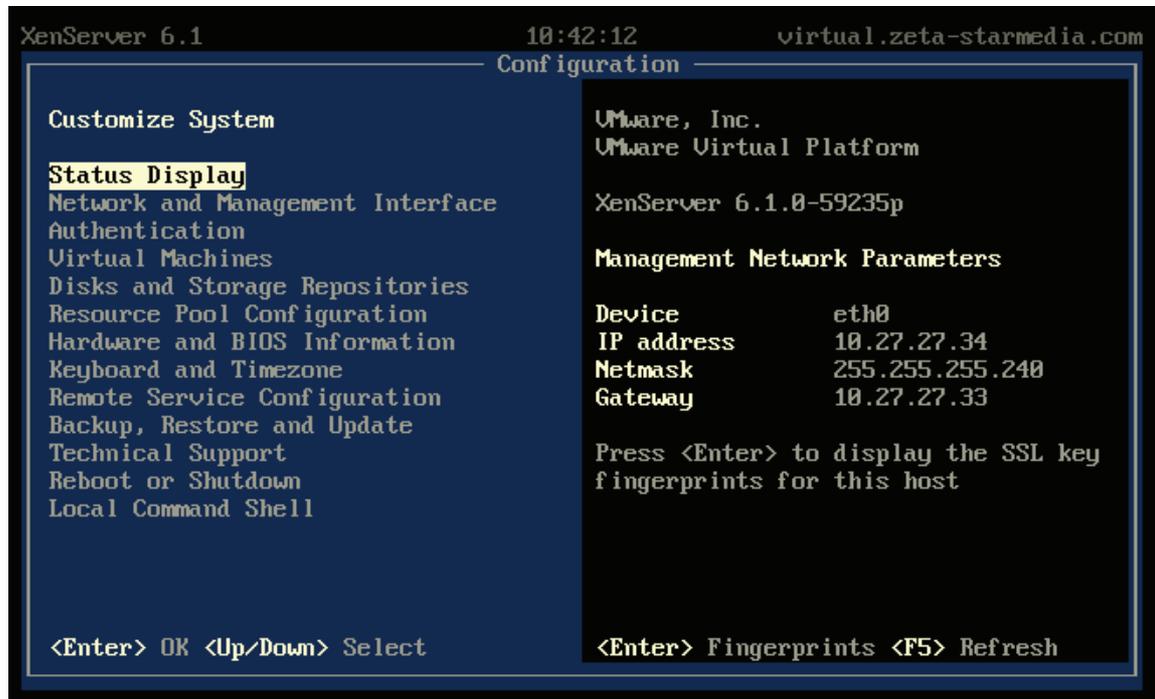


Figura C 12. Pantalla de Inicio del Hipervisor

## CREACIÓN DE ALMACENAMIENTO EN CITRIX XEN SERVER

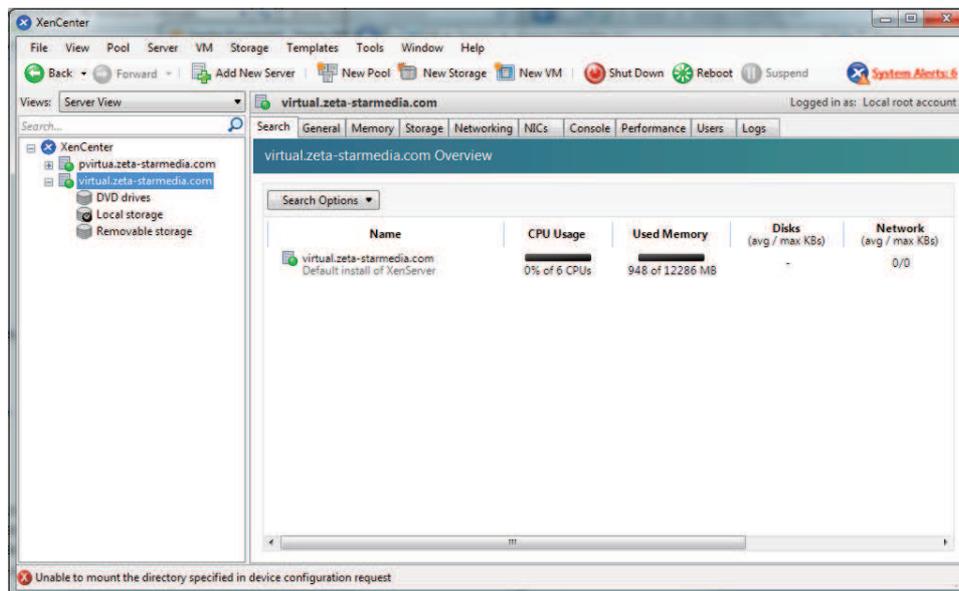


Figura C 13. Inicio de XenCenter

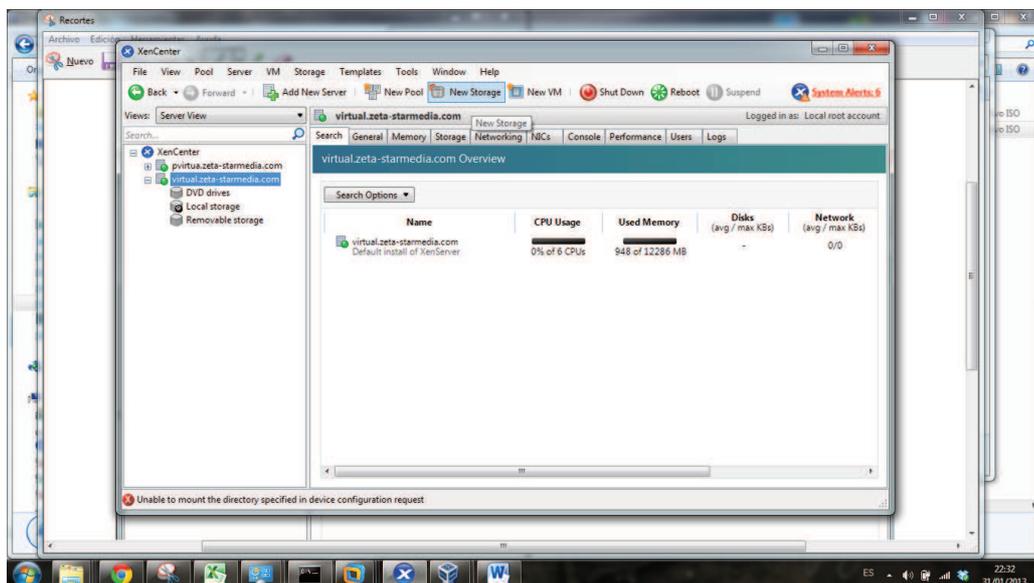


Figura C 14. Selección para crear nuevo Storage

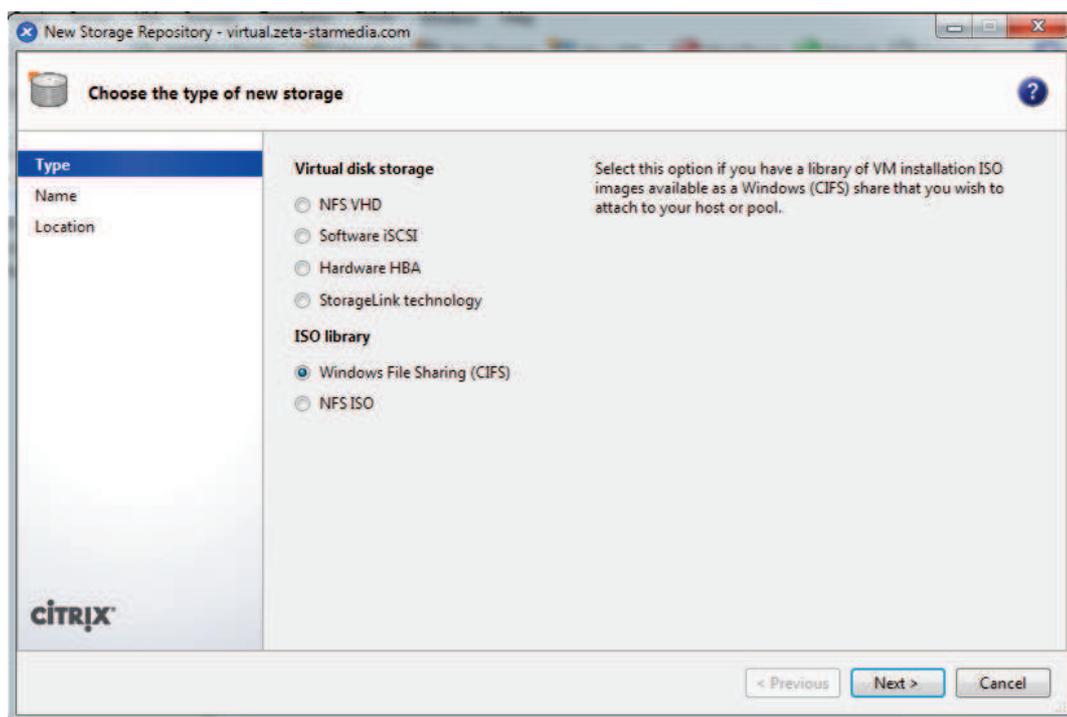


Figura C 15. Selección del Nuevo Storage como CIFS

The screenshot shows a window titled "New Storage Repository - virtual.zeta-starmedia.com". The main heading is "What do you want to call this Storage Repository?". On the left, there is a sidebar with a tree view containing "Type", "Name", and "Location". The "Name" item is selected. The main area contains the instruction "Provide a name and a description (optional) for your SR." Below this, there is a "Name:" label followed by a text input field containing "ISOS". A checkbox labeled "Autogenerate description based on SR settings (e.g., IP address, LUN etc.)" is checked. Below the checkbox is a "Description:" label followed by a large empty text area. At the bottom right, there are three buttons: "< Previous", "Next >", and "Cancel". The Citrix logo is visible in the bottom left corner.

Figura C 16. Configuración del Nombre del *Storage*

The screenshot shows a window titled "New Storage Repository - virtual.zeta-starmedia.com". The main heading is "Enter a path for your CIFS storage". On the left, the sidebar tree view has "Location" selected. The main area contains the instruction "Provide the name of the share where your SR is located. You can optionally specify alternative credentials by setting the server options." Below this, there is a "Share Name:" label followed by a dropdown menu showing "\\10.27.27.136". Below the dropdown is the text "Example: \\server\sharename". A checkbox labeled "Use different user name" is unchecked. Below the checkbox are two input fields: "User name:" and "Password:". At the bottom right, there are three buttons: "< Previous", "Finish", and "Cancel". The Citrix logo is visible in the bottom left corner.

Figura C 17. Configuración de la Dirección IP del *Storage*

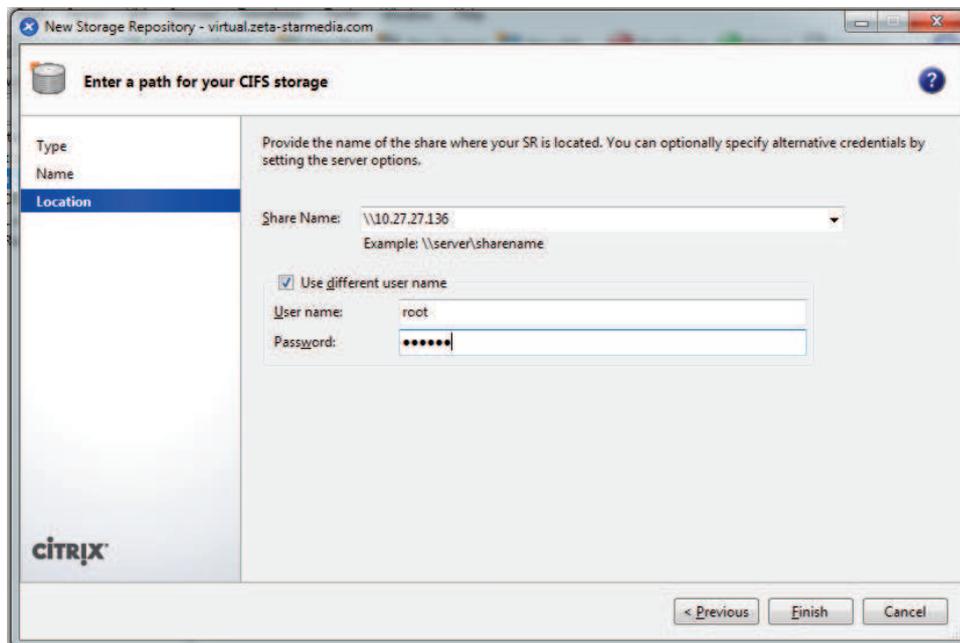


Figura C 18. Configuración del Credenciales del Storage

# **ANEXO D**

## **MANUAL DE UBUNTU SERVER**

## PREPARACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO UBUNTU

Los procedimientos referenciados a continuación serán realizados en todos los servidores, que estén bajo esta distribución. Para la preparación del sistema operativo se requieren revisar las actualizaciones disponibles de los paquetes del sistema y actualizarlos, esto se realiza mediante el uso de los siguientes comandos en la consola, mostrados en la Tabla D.1

Comando	Función
<b>sudo apt-get -q update</b>	Revisa si existen actualizaciones de los paquetes base del sistema operativo
<b>sudo apt-get upgrade</b>	Actualiza los paquetes del sistema operativo desde las fuentes actualizadas en el proceso anterior

Tabla D.1 Comando de consola para descarga y actualización de paquetes.

## INSTALACIÓN DE UNA CONSOLA DE ADMINISTRACIÓN WEB PARA UBUNTU

Preparación del sistema operativo mediante la instalación de las siguientes librerías, las cuales son necesarias para implementar una consola web sobre el servidor.

- libnet-ssleay-perl
- libauthen-pam-perl
- libio-pty-perl

Para instalar las mismas se hace uso del siguiente comando.

Comando	Función
<b>sudo apt-get install libnet-ssleay-perl libauthen-pam-perl libio-pty-perl</b>	Permite la instalación de librerías de Perl utilizada por el paquete de software WEBMIN

Tabla D.2 Comando para instalar librerías de perl

- apt-show-versions
- libapt-pkg-perl

Comando	Función
<code>sudo apt-get -f install apt-show-versions libapt-pkg-perl</code>	Permite la instalación de librerías de Perl utilizada por el paquete de software WEBMIN, utiliza para el almacenamiento en caché la información de estado de instalado y paquetes disponibles.

Tabla D.3 Comando para instalar librerías de perl

Se descarga el paquete de instalación desde <http://www.webmin.com/download.html>

Se instala el paquete de la siguiente manera.

Comando	Función
<code>sudo dpkg -i webmin_1.610_all.deb</code>	Permite la instalación de WEBMIN

Tabla D.4 Comando para instalar WEBMIN

Una vez realizado esto, se puede ingresar a la consola de administración instalada mediante el navegador web en el puerto 10000, por defecto, la Figura E.1 y E.2 muestran la pantalla de *login* del administrador web y la pantalla de inicio de administrador respectivamente.

Figura E.1 Web de *login* de WEBMIN

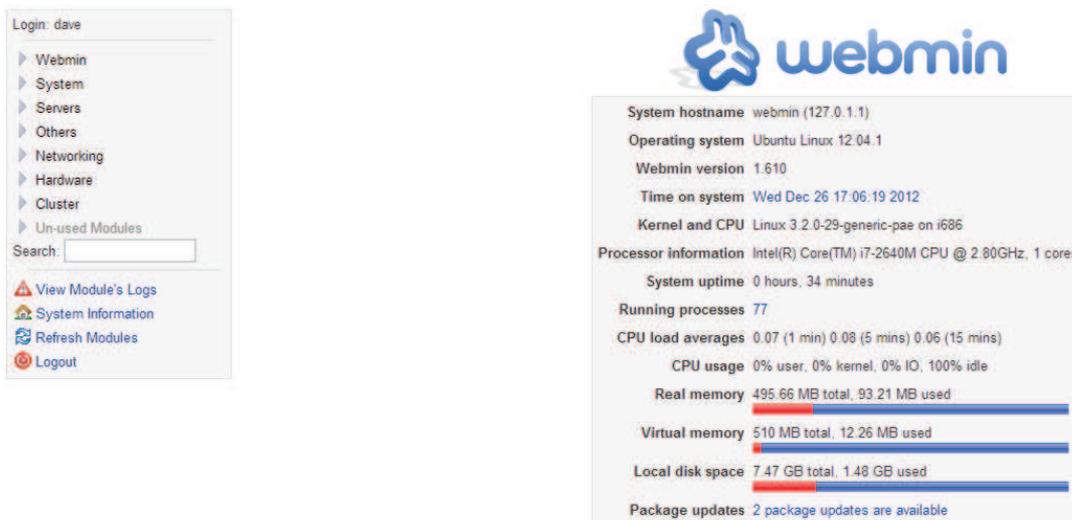


Figura E.2 Pantalla de inicio de WEBMIN

## CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DE RED EN UBUNTU

Las configuraciones se realizan en el fichero **interfaces** que se encuentra en **/etc/network/interfaces**. En este fichero se pueden revisar tanto la configuración estática como por dhcp de las interfaces.

La Figura E.3 mostrará la forma de acceder al repositorio, listar los archivos y acceder al archivo necesario para configurar estáticamente la interfaz de nuestro servidor.

```
root@storage:/home/user# cd /etc/network
root@storage:/etc/network# ls
if-down.d if-post-down.d if-pre-up.d if-up.d interfaces
root@storage:/etc/network#
```

Figura E.3 Acceso al archivo de configuración de red

Se puede utilizar el editor de texto **nano** para editar el archivo de configuración, como se muestra en la figura E.4, mediante el cual se pueden colocar todos los parámetros de red necesarios para que el servidor pueda ser accedido y brindar su servicio a través de la red de comunicaciones.

```

root@storage:/etc/network# nano interfaces
GNU nano 2.2.6 File: interfaces
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 10.27.27.37
    netmask 255.255.255.240
    network 10.27.27.32
    broadcast 10.27.27.47
    gateway 10.27.27.33
    # dns-* options are implemented by the resolvconf package, if installed
    dns-nameservers 10.27.27.35
    dns-search zeta-starmedia.com

```

**Figura E.4** Modificación de archivo de configuración de red

Una vez realizada la configuración y guardado el archivo, es importante reiniciar el servicio, con la finalidad de permitir la activación de los parámetros configurados, la Tabla E.6 muestra el comando utilizado.

Comando	Función
<code>etc/init.d/networking restart</code>	Permite Reiniciar los servicios de red

**Tabla E.6** Comando para reiniciar los servicios de red.

# **ANEXO E**

## **IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DHCP & DNS EN UBUNTU SERVER**

## INSTALACIÓN DE UN SERVIDOR DE DHCP

En primera instancia se define la información de red que se va a utilizar, la misma siendo referenciada específicamente en la Tabla E.1

- Dominio: zeta-starmedia.com
- Rango de direcciones
- Dirección de subred
- Máscara de red
- Puerta de enlace determinada
- Dirección de *Broadcast*
- Servidores DNS

VLAN NAME	VLAN ID	SUBRED	MASCARA	RANGO UTIL	HOST	GATEWAY	BROADCAST
WLAN	402	10.27.27.0	255.255.255.224	10.27.27.2 - 10.27.27.29	30	10.27.27.1	10.27.27.31
PANTALLAS	404	10.27.27.48	255.255.255.240	10.27.27.50 - 10.27.27.61	16	10.27.27.49	10.27.27.63

Tabla E.1 Información a ser configurada en el servidor DHCP

Se instala el paquete del servidor DHCP, ejecutando el comando referenciado en la Tabla E.2

Comando	Función
<code>apt-get install isc-dhcp-server</code>	Permite instalar el servidor DHCP

Tabla E.2 Comando de instalación del servidor DHCP

Para configurar el servidor se debe editar el archivo **isc-dhcp-server** que se encuentra en el repositorio **/etc/default/** donde se modificará la opción de interfaces, y se agrega la interfaz por la que se brindará el servicio para el caso concreto la **eth0** como se muestra en la Figura E.1

```

root@ns1:/etc/default# nano isc-dhcp-server
GNU nano 2.2.6 File: isc-dhcp-server

# Defaults for dhcp initscript
# sourced by /etc/init.d/dhcp
# installed at /etc/default/isc-dhcp-server by the maintainer scripts

#
# This is a POSIX shell fragment
#

# On what interfaces should the DHCP server (dhcpd) serve DHCP requests?
# Separate multiple interfaces with spaces, e.g. "eth0 eth1".
INTERFACES="eth0"

```

Figura E.1 Designación de la interfaz de servicio DHCP

Se debe editar el archivo de configuración **dhcpd.conf** ubicado en **/etc/dhcp** en el cual se configurarán los parámetros listados al inicio de este apartado, lo mismo que puede ser observado en la Figura E.2

```

root@ns1:/etc/dhcp# nano dhcpd.conf
GNU nano 2.2.6 File: dhcpd.conf

option domain-name "zeta-starmedia.com";
option domain-name-servers ns1.zeta-starmedia.com;

default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;

subnet 10.27.27.0 netmask 255.255.255.224 {
range 10.27.27.1 10.27.27.29;
option domain-name-servers 10.27.27.35;
option domain-name "zeta-starmedia.com";
option routers 10.27.27.30;
option broadcast-address 10.27.27.31;
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
}

subnet 10.27.27.48 netmask 255.255.255.240 {
range 10.27.27.50 10.27.27.61;
option domain-name-servers 10.27.27.35;
option domain-name "zeta-starmedia.com";
option routers 10.27.27.49;
option broadcast-address 10.27.27.63;
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
}

```

Figura E.2 Configuración de parámetros DHCP

Es necesario reiniciar al servicio para dar efecto a la configuración efectuada a través del comando **restart** como se muestra en la Tabla E.3

Comando	Función
<code>etc/init.d/isc-dhcp-server restart</code>	Permite Reiniciar los servicios DHCP

Tabla E.3 comando para reiniciar el servicio DHCP

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR DE NOMBRES DE DOMINIO

Para instalar el servidor de nombres de dominio en Ubuntu, se instalará Bind 9, que es el servidor DNS de facto utilizado para plataforma Linux/Unix, el procedimiento para instalarlo se muestra en la Tabla E.4

Comando	Función
<code>apt-get install bind9</code>	Permite instalar el servidor DNS

Tabla E.4 Comando de instalación servidor DNS

Para configurar Bind. Se necesita modificar 3 archivos.

- `/etc/bind/named.conf.local`
- `/etc/bind/named.conf.options`
- `/etc/resolv.conf`

Se añade al dominio: `zeta-starmedia.com` y `32.27.27.10.in-addr-arpa`, como zona de resolución DNS directa y reversa respectivamente, listando los archivos que deberán ser utilizados para la resolución de nombres de dominio, dentro del repositorio `/etc/bind/` utilizando el editor de texto **nano** sobre el archivo `/etc/bind/named.conf.local` como se muestra en la Figura E.3

```

root@ns1:/etc/bind# nano named.conf.local
GNU nano 2.2.6 File: named.conf.local

#Zona de resolución DNS directa
zone "zeta-starmedia.com"{
type master;
file "/etc/bind/zones/zeta-starmedia.com.db";
};

#Zona de resolución DNS reversa
zone "32.27.27.10.in-addr.arpa"{
type master;
file "/var/lib/bind/rev.27.27.10.in-addr.arpa";
};

```

Figura E.3 Configuración de archivos named.conf.local

Se crea el archivo **zeta-starmedia.com** al que el archivo **named.conf.local** hace referencia, dentro del repositorio **/etc/bind/zones** esto se realiza con el comando **touch**, como se muestra en la Figura E.4

```

root@ns1:/home/user#
root@ns1:/home/user# cd /etc/bind/zones
root@ns1:/etc/bind/zones# touch zeta-starmedia.com_

```

Figura F.4 Creación del archivo zeta-starmedia.com

Una vez creado el archivo de zona de resolución DNS directa se procede a configurarlo, en él se hace un enlace entre la dirección IP y el respectivo nombre de dominio, la Figura E.5 permite visualizar la configuración de archivo.

```

root@ns1:/etc/bind# cd zones
root@ns1:/etc/bind/zones# nano zeta-starmedia.com.db _
GNU nano 2.2.6 File: zeta-starmedia.com.db

$TTL 86400
$ORIGIN zeta-starmedia.com.
@ 1D IN SOA ns1.zeta-starmedia.com. ns1.zeta-starmedia.com. (
2002022405
3H
15
1w
3h )
IN NS ns1.zeta-starmedia.com.
virtual IN A 10.27.27.34
ns1 IN A 10.27.27.35
auth IN A 10.27.27.36
storage IN A 10.27.27.37
web IN A 10.27.27.38
www IN A 10.27.27.38
admin IN A 10.27.27.37
dss IN A 10.27.27.39
lgs IN A 10.27.27.40
mgmt IN A 10.27.27.41
gestor IN A 10.27.27.37

```

Figura E.5 Configuración del archivo de resolución DNS directa

Se debe configurar la zona de resolución DNS reversa con la finalidad de tener un servicio bidireccional, es necesario por tanto crear el archivo **rev.27.27.10.in-addr.arpa** dentro del repositorio **/var/lib/bind** dentro del cual se configurará los nombres del dominio asociados a una dirección IP, la Figura E.6, muestra las sentencias necesarias para acceder al archivo y configurarlo.

```

root@ns1:/etc/bind/zones# cd /var/lib/bind
root@ns1:/var/lib/bind# nano rev.27.27.10.in-addr.arpa
GNU nano 2.2.6 File: rev.27.27.10.in-addr.arpa
$TTL 38400
32.27.27.10.in-addr.arpa IN SOA ns1.zeta-starmedia.com admin(
    1356533607
    10800
    3600
    604800
    38400 )
32.27.27.10.in-addr-arpa IN NS ns1.
virtual IN A 10.27.27.34
ns1 IN A 10.27.27.35
auth IN A 10.27.27.36
storage IN A 10.27.27.37
web IN A 10.27.27.38
dss IN A 10.27.27.39
lgs IN A 10.27.27.40
mgmt IN A 10.27.27.41
admin IN A 10.27.27.37
www IN A 10.27.27.38
gestor IN A 10.27.27.37

```

Figura E.6 Configuración del archivo de resolución DNS reversa

Una vez realizada la configuración en ambos archivos es necesario reiniciar el servicio para que los cambios configurados tomen efecto, la Tabla E.5, muestra el comando que permitirá reiniciar el servicio tanto de red como de DNS.

Comando	Función
<b>etc/init.d/networking restart</b>	Permite Reiniciar los servicios de red
<b>etc/init.d/bind9 restart</b>	Permite Reiniciar los servicios de DNS

Tabla E.5 Comandos para reiniciar servicios de red y DNS

El siguiente archivo por modificar, para tener un correcto servicio es **named.conf.options**. Generalmente se maneja un servidor primario y un servidor

secundario, para este caso se utiliza un servidor público, como se muestra en la Figura E.7, el archivo se encuentra en el repositorio **/etc/bind**

```
root@ns1:/etc/bind# nano named.conf.options _
GNU nano 2.2.6 File: named.conf.options
options {
    directory "/var/cache/bind";
    forwarders {
        8.8.8.8;
    };

    //=====
    // If BIND logs error messages about the root key being expired,
    // you will need to update your keys. See https://www.isc.org/bind-keys
    //=====
    dnssec-validation auto;

    auth-nxdomain no;    # conform to RFC1035
    listen-on-v6 { any; };
};
```

Figura E.7 Configuración archivo named.conf.options

Finalmente se deberá modificar el archivo **resolv.conf** que se encuentra en **/etc/** y se coloca la dirección IP del servidor DNS a 10.27.27.35, como se muestra en la figura E.8

```
root@ns1:/etc# nano resolv.conf _
GNU nano 2.2.6 File: resolv.conf
# Dynamic resolv.conf(5) file for glibc resolver(3) generated by resolvconf(8)
#     DO NOT EDIT THIS FILE BY HAND -- YOUR CHANGES WILL BE OVERWRITTEN
nameserver 10.27.27.35
search zeta-starmedia.com
```

Figura E.8 Configuración archivo resolv.conf

**ANEXO F**

**COTIZACIONES**

# **ANEXO G**

## **HOJAS DE DATOS TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO ACTIVO**

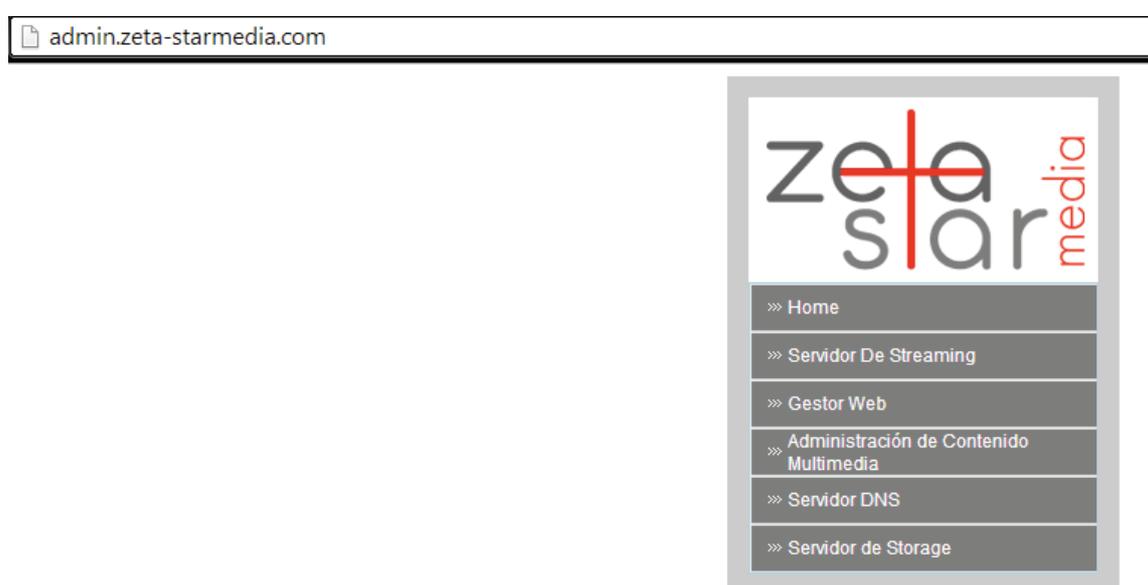
**(CD Adjunto)**

# **ANEXO H**

## **GUIA DE ADMINISTRACIÓN DEL PROTOTIPO**

## GESTIÓN DEL SISTEMA DE CONTENIDO MULTIMEDIA

En el presente documento se detalla los procedimientos para administrar el sistema de distribución de contenido multimedia, a través del portal [admin.zeta-starmedia.com](http://admin.zeta-starmedia.com), como se muestra en la Figura H 1.



**Figura H 1. Portal de Administración del Sistema de Gestión de Contenido Multimedia**

Entre las tareas que implican la administración, se detallan las siguientes:

- Creación de listas de reproducción en el servidor de streaming
- Publicar videos en el sitio web desde el servidor de streaming
- Publicar videos en el sitio web desde el mismo servidor web
- Subir nuevo contenido al sistema.

Para comenzar con administración del sistema se debe ingresar al sitio [admin.zeta-starmedia.com](http://admin.zeta-starmedia.com), en el cual se puede acceder a todos los servicios implementados para el prototipo.

## ADMINISTRACIÓN DEL SERVIDOR DE *STREAMING*

A través del portal `dss.zeta-starmed.com`, se realizará la administración del servidor *streaming*, en este caso permitirá, la generación de listas de reproducción es decir creando canales de reproducción continua, así como administrar el contenido para realizar la distribución bajo demanda, el portal tiene un esquema de autenticación con credenciales de usuario y clave, como se muestra en la Figura H 2.

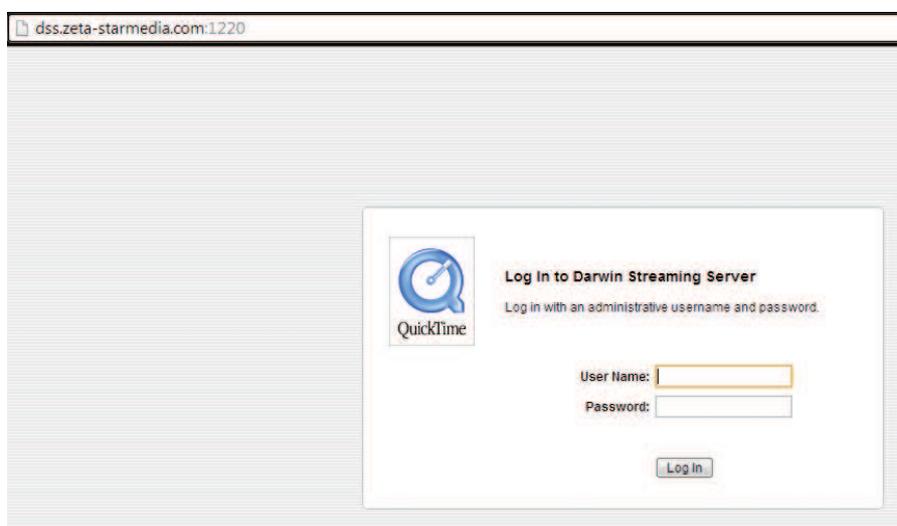


Figura H 2. Portal de Administración del servidor *Streaming*

Dentro de las opciones de administración, el servidor de *streaming* permite escoger el puerto sobre el cual se realizará el *streaming*, en este caso se ha escogido el puerto 80, como se muestra en la Figura H 3.



Figura H 3. Asignación del puerto para el *streaming*

El proceso de transmisión requiere que el contenido sea adaptado para el envío, por tal razón se utiliza un proceso de GPAC instalado en el servidor mediante los comando referenciados en la Tabla H 1.

Comando	Función
<b>MP4Box –hint xxx.pm4</b>	Permite ejecutar el hint sobre un video para procesarlo antes de ser emitido

Tabla H 1. Comandos para GPAC

El proceso de *hint* es muy importante previo a realizar una emisión, como se puede observar en la Figura H 4, dentro del web de DSS se puede observar los archivos a ser emitidos.



Figura H 4. Lista de Contenido

## ADMINISTRACIÓN DEL PORTAL WEB

El acceso al sitio administración del portal web se hace utilizando el siguiente enlace [www.zeta-starmedia.com/administrator](http://www.zeta-starmedia.com/administrator), en el cual se puede observar un portal de autenticación basado en credenciales usuario y clave, como se muestra en la Figura H 5.

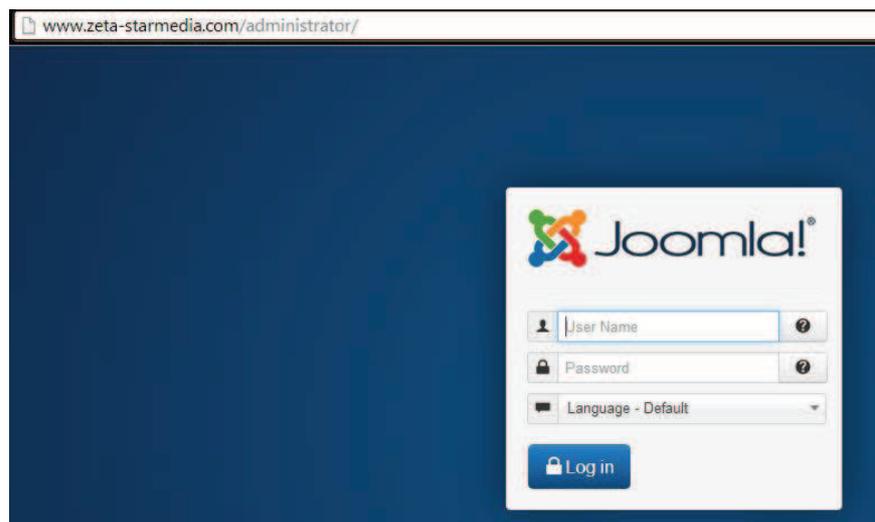


Figura H 5. Portal de Administración del Gestor Web

Se deben crear una serie de artículos que componen el sitio web, sobre los cuales se puede implementar plantillas predeterminadas que permiten personalizar la presentación del mismo como se muestra en la Figura H 6.

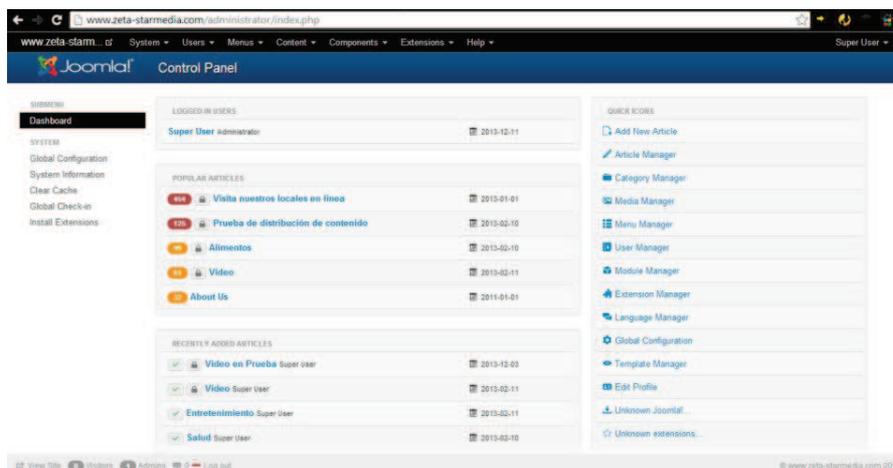


Figura H 6. Artículos que componen el sitio web

Mediante la utilización del administrador de artículos se puede modificar el contenido de los mismos así como administrar el contenido que se publica sobre ellos, como se muestra en la Figura H 7.

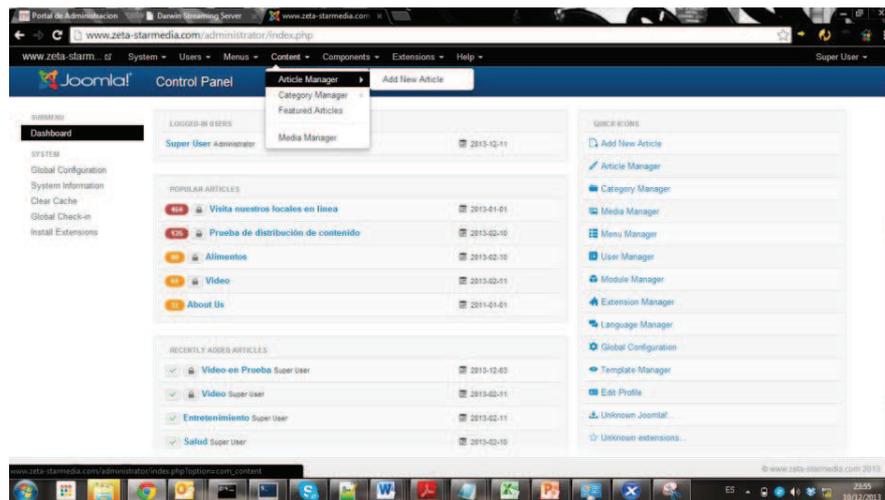


Figura H 7. Acceso Administrador de Artículos

Una vez escogido un artículo específico, sobre él se puede añadir sentencias que permiten llamar a la cadena de *streaming* directamente del servidor de *streaming*. La Figura H 8, muestra la cadena de código que hace la llamada al *streaming* de contenido.

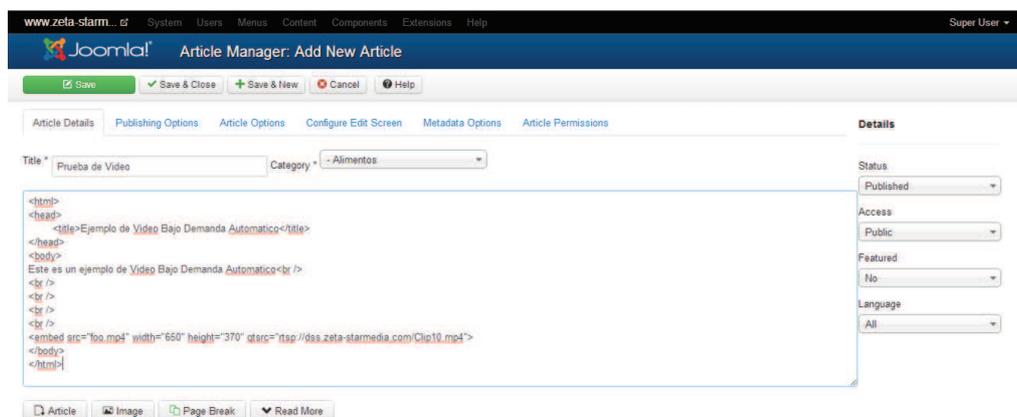
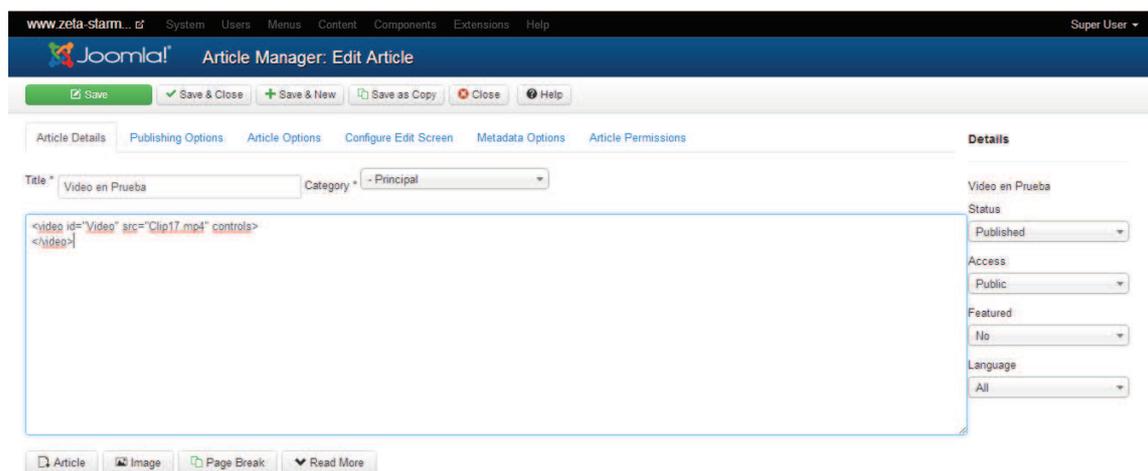


Figura H 8. Edición del código para añadir la cadena *streaming* desde el servidor de DSS

De la misma forma como se evidencio en el capítulo de diseño, el contenido puede ser reproducido directamente por el servidor web, como se muestra en la Figura H 9.



**Figura H 9. Edición del código para añadir la cadena *streaming* directamente sobre el portal web**

Finalmente se presenta el portal web que brindará servicio al usuario que haga uso del prototipo, la Figura H 10, muestra la pagina de inicio del portal configurado.



**Figura H 10. Portal Web de Usuarios del Sistema**

La Figura H 11, presenta el portal, una reproducción de contenido bajo demanda para evidenciar el funcionamiento del sistema.

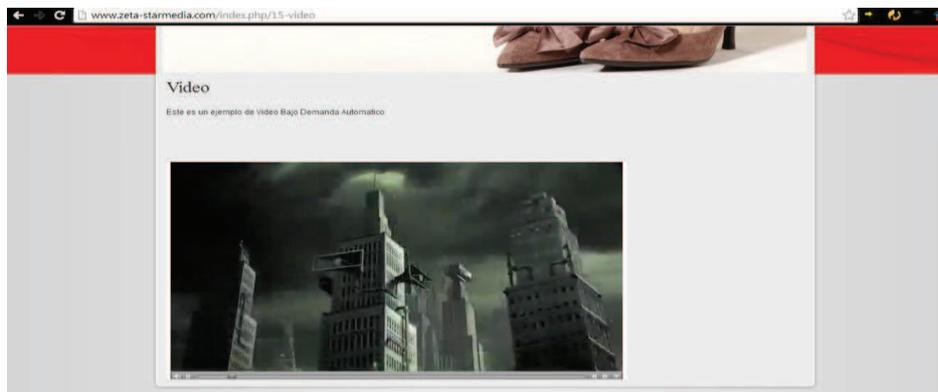


Figura H 11. Portal Web de Usuarios del Sistema

## ADMINISTRACIÓN DEL CONTENIDO MULTIMEDIA

El enlace gestor.zeta-starmedia.com, permite la visualización, carga y eliminación del contenido almacenado en los repositorios compartidos especificados en el servicio de almacenamiento, en la Figura H 12, se muestra el proceso de carga de un archivo multimedia.

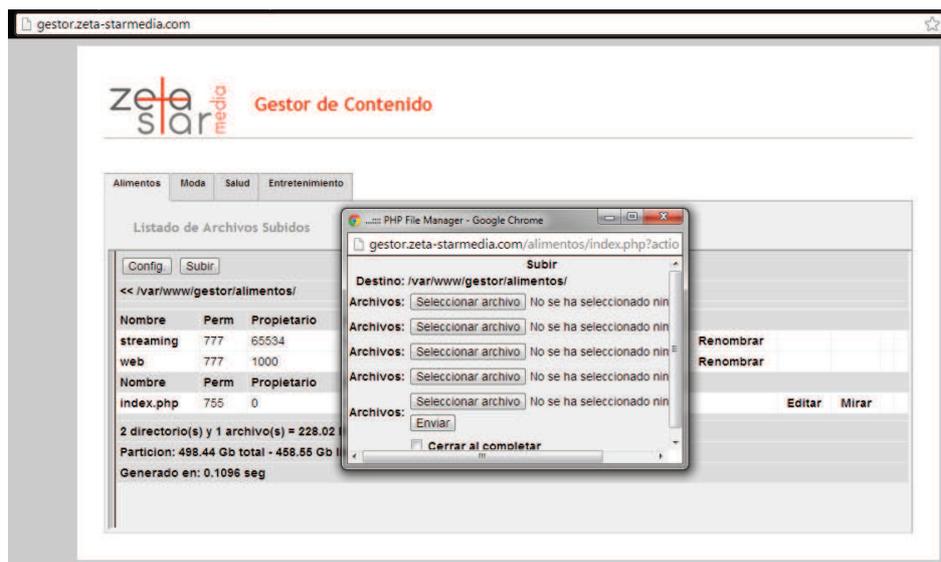


Figura H 12. Carga de archivo MPEG4 en el sistema de almacenamiento

Este portal utiliza un componente php, que permite ejecutar la búsqueda y exploración del contenido sobre los ficheros locales o remotos, la Figura H 13, presenta la ejecución del mismo.

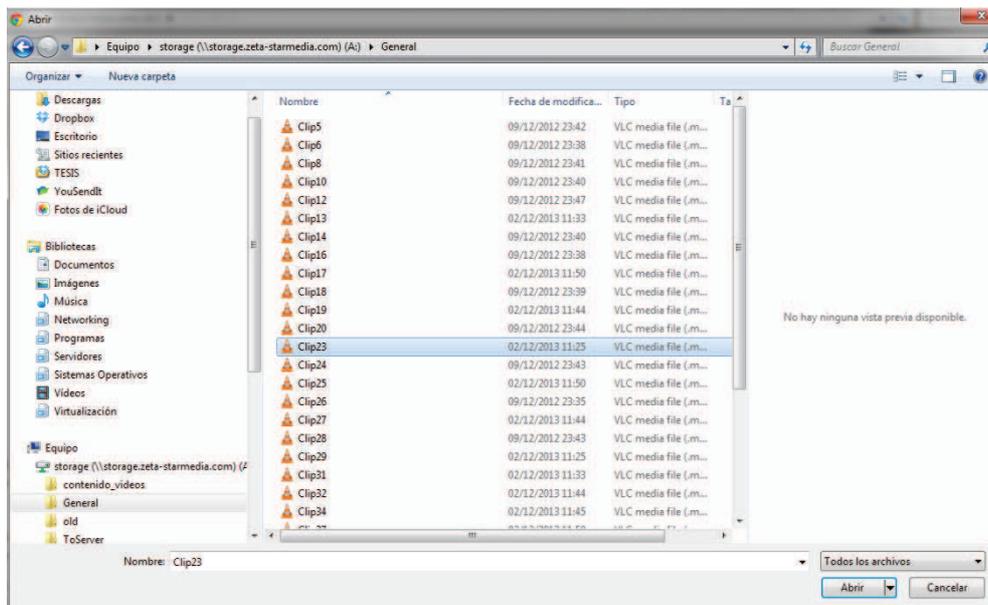


Figura H 13. Exploración de archivos a ser subidos al sistema

Una vez escogido el archivo, se procede a ejecutar la carga en el repositorio designado, como se muestra en la Figura H 14.

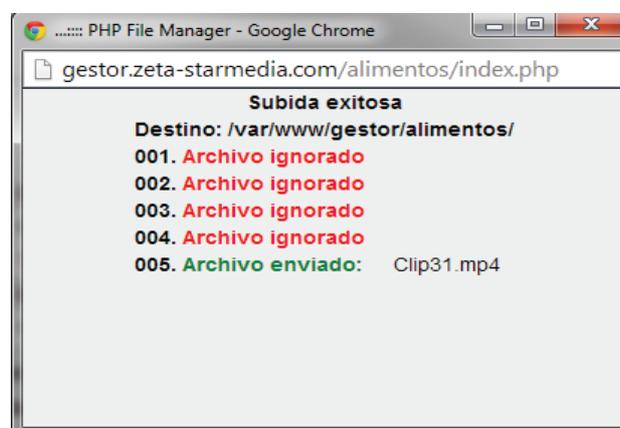


Figura H 14. Carga exitosa del archivo multimedia

Como se puede observar en la Figura H 15, el nuevo archivo se encuentra listado en el repositorio escogido para su almacenamiento.



The screenshot shows the ZetaStar Media Content Manager interface. At the top, there is a logo for 'zeta star media' and the text 'Gestor de Contenido'. Below the logo, there are navigation tabs for 'Alimentos', 'Moda', 'Salud', and 'Entretenimiento'. The main content area is titled 'Listado de Archivos Subidos' and contains a table of uploaded files. The table has columns for 'Nombre', 'Perm', 'Propietario', 'Grupo', 'Tamaño', 'Fecha', and 'Tipo'. There are two tables of data, one for directories and one for files. The first table lists 'streaming' and 'web' directories. The second table lists 'Clip31.mp4' and 'index.php' files. Below the tables, there is a summary of the directory and file count, total and free partition space, and generation time.

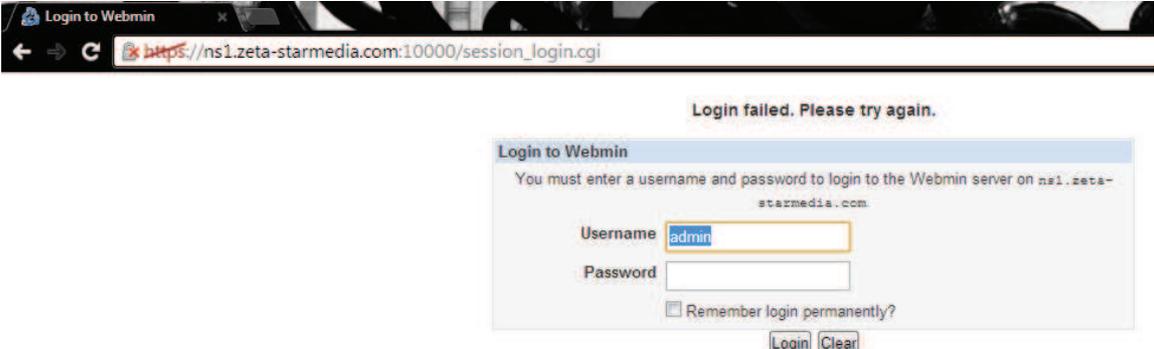
Nombre	Perm	Propietario	Grupo	Tamaño	Fecha	Tipo		
streaming	777	65534	65534		03/12/13 01:48		Borrar	Renombrar
web	777	1000	1000		03/12/13 01:48		Borrar	Renombrar
Nombre	Perm	Propietario	Grupo	Tamaño	Fecha	Tipo		
Clip31.mp4	755	33	33	1.8 Mb	11/12/13 12:14	.mp4	Borrar	Renombrar
index.php	755	0	0	228.02 Kb	03/12/13 01:43	.php		Editar Mirar

2 directorio(s) y 2 archivo(s) = 2.02 Mb  
 Particion: 498.44 Gb total - 458.55 Gb libre  
 Generado en: 0.0897 seg

Figura H.15. Archivo listado en el repositorio determinado

## ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVICIOS DE RED

Como se indicó en el capítulo 4, sobre todos los servidores se instaló Webmin, con la finalidad de acceder a los archivos de configuración de servicio directamente desde un portal web como se muestra en la Figura H 16.



The screenshot shows a web browser window with the URL 'https://ns1.zeta-starmedia.com:10000/session\_login.cgi'. The page displays a 'Login failed. Please try again.' message. Below the message is a 'Login to Webmin' form with the following fields: 'Username' (containing 'admin'), 'Password', and a checkbox for 'Remember login permanently?'. There are 'Login' and 'Clear' buttons at the bottom of the form.

Figura H 16. Portal de Acceso Webmin.