

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

CARRERA DE INGENIERIA INFORMÁTICA



MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE LA RED LAN PARA LA

EMPRESA TARIJEÑA DEL GAS - EMTAGAS

Por:

VICTOR LUIS VARGAS GONZALES

Diciembre de 2024

TARIJA – BOLIVIA

V.B.

Ing. Marcelo Segovia Cortez

**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

Ing. Fernando Erick Cortez Michel

**VICEDECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

APROBADO POR TRIBUNAL:

ING. SILVANA PAZ RAMIREZ

ING. HUMBERTO R. ALCOBA MIRANDA

ING. JIMENA PADILLA VEDIA

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza
con la forma términos y expresiones vertidas en el trabajo,
siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

Quiero dedicar esta tesis a Dios, a mis padres y a mis hermanos quienes nunca se fueron en las peores adversidades de mi vida y mi etapa de universitario, por su constante apoyo, ánimo y cariño fueron crucial para la culminación de esta etapa tan importante de mi vida.

Quiero dedicar a mi querida novia María Isabel Sosa y a toda su querida familia Sosa Ramos, por el constante apoyo, ánimo y alegrías que fueron momentos importantes para no decaer con los obstáculos que se manifestaron en esta tesis.

Y por último dedicar a mis docentes y amigos que con sus consejos y experiencias que ayudaron en momentos importantes de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría para superar cada obstáculo y llegar a esta meta.

A mis padres, Luis Vargas y Carmen Rosa Gonzales, y a mis hermanos Elimel y Luis Cristian, por su amor, apoyo y constante motivación. Gracias por ser mi guía y mi fuerza en todo momento.

A mi enamorada, María Isabel Sosa, y a su familia Sosa Ramos, por su cariño y respaldo incondicional durante esta etapa. Un agradecimiento especial a Luis Benítez, cuyo ejemplo de esfuerzo y dedicación permanece en mi corazón.

A mis amigos y docentes, en especial a Luciana García, gracias por su ayuda, ánimo y por las experiencias compartidas que siempre recordaré con aprecio.

INDICE

Capítulo I: Definición del proyecto	3
I.1. Descripción del proyecto	3
I.1.1. Antecedentes	3
I.1.2. Justificación del Proyecto	3
I.1.3. Planteamiento del problema	3
I.1.4. Objetivos	4
I.1.4.1. Objetivo General	4
I.1.4.2. Objetivos Específicos	4
I.1.5. Resultados Esperados	4
I.1.6. Beneficiarios	4
1.1.6.1. Beneficiarios Directos	4
1.1.6.2. Beneficiarios indirectos	4
I.1.7. Presupuesto General	4
I.2 Matriz del marco lógico (MM.)	5
I.2.1. Cronograma de actividades	11
I.2.2. Árbol de Problemas	14
I.2.3. Árbol de Objetivos	15
I.3. Metodología	16
I.3.1. Metodología TOP-DOWN	16
Capítulo II Marco Teórico	19

II.1. Redes de Comunicación de Datos.....	19
II.1.1. Introducción.....	19
II.1.1.2. Modelos de Protocolos y de Referencias.....	19
II.1.1.3. Modelo TCP/IP	20
II.1.1.4. Modelo OSI.....	21
II.1.1.5. Comparación entre los modelos OSI Y TCP/IP	21
II.1.2. Hardware para redes LAN-WLAN	22
II.1.2.1. Racks de comunicaciones	23
II.1.2.2. Router.....	23
II.1.2.3. Switch	24
II.1.2.4. Servidor.....	24
II.1.2.5. Gateway	25
II.1.2.6. Tarjeta de Red PCI.....	25
II.1.2.7. Medio de Conexión.....	26
II.1.2.8. Patch panels	27
II.1.2.9. Rosetas	28
II.1.2.10. Puntos de acceso wifi.....	28
II.1.3. Red LAN	29
II.1.3.1. Topologías de red.....	29
II.1.3.1.1. Topología Bus.....	29

II.1.3.1.2. Topología Anillo.....	30
II.1.3.1.3. Topología estrella.	31
II.1.3.1.4. Topología en estrella extendida	31
II.1.3.1.5 Topología de Malla.....	32
II.1.3.1.6. Topología de Árbol.....	32
II.1.3.1.7. Topología Mixta	33
II.1.4. Red WLAN.....	33
II.1.4.1 Topología Inalámbrico.....	34
II.1.4.1.1 Modo Ad hoc	34
II.1.4.1.2 Modo infraestructura.....	35
II.1.5. Cableado Estructurado	36
II.1.5.1 Elementos del Cableado Estructurado	45
II.1.5.1.1. Cableado horizontal	45
II.1.5.1.2. Cableado vertical	48
II.1.5.1.3. Cuarto de comunicaciones	49
II.1.5.2 Organismos y normas	49
II. 1.5.2.1. Organismos	49
II.1.5.2.2. Normas.....	50
II.1.5.3. Fibra Óptica	51
II.1.5.3.1. Introducción a la Fibra Óptica	51

II.1.5.3.2. Componentes de la Fibra Óptica.....	51
II.1.5.3.3. Principios de Funcionamiento	52
II. 1.5.3.4. Tipos de Fibra Óptica	52
II.1.5.3.5. Aplicaciones de la Fibra Óptica.....	52
Capítulo III Componentes	¡Error! Marcador no definido.
III.1. Componente 1: Red LAN de EMTAGAS rediseñado.....	55
III.1.1. Análisis de Requerimientos.....	55
III.1.1.1. Analizar metas del negocio	55
III.1.1.1.1 Visión	55
III.1.1.1.2. Misión.....	55
III.1.1.2. Analizar metas técnicas	55
III.1.1.2.1. Seguridad	55
III.1.1.2.2. Rendimiento y escalabilidad.....	56
III.1.1.2.3. Gestión de la red.....	57
III.1.1.3. Analizar red existente	57
III.1.1.3.1. Estructura de la Red Actual	58
III.1.1.3.2. Especificación de los equipos actuales de la red	59
III.1.1.3.3. Tabla de direccionamientos de la red actual.....	61
III.1.1.3.4. Distribución de los MDF y IDF.....	70
III.1.1.4. Analizar tráfico existente.....	75

III.1.2. Diseño Lógico	75
III.1.2.1. Diseñar topología de red.....	77
III.1.2.2. Selección de tecnología	77
III.1.2.2.1. VLAN (Red de Área Local Virtual).....	78
III.1.2.2.2. Fibra Óptica	78
III.1.2.2.3. Redes inalámbricas (Wi-Fi).....	78
III.1.2.2.4. Protocolos de red	78
III.1.2.2.5. Firewalls y Seguridad de Red.....	78
III.1.2.2.6. Segmentación de la Red	79
III.1.2.2.7. Cableado estructurado	79
III.1.2.3. Diseño de cableado de red.....	80
III.1.2.3.1. Planta baja	80
III.1.2.3.2. Primer Piso	83
III.1.2.3.3. Segundo Piso	86
III.1.2.4. Diseñar modelos de direccionamiento y hostnames.....	89
III.1.2.4.1. Tabla de Direccionamiento IP	89
III.1.2.5. Desarrollar estrategias de seguridad.....	98
III.1.2.6. Desarrollar estrategias de administración de red.....	99
III.1.3. Desarrollar Diseño Físico.....	100
III.1.3.1. Seleccionar tecnologías y dispositivos para redes de campus.....	103

III.1.3.1.1. Firewall perimetral	103
III.1.3.1.2. Router Switch	104
III.1.3.1.3. Switch's	106
III.1.3.1.4. Servidores	109
III.1.3.1.5. AP (puntos de acceso inalámbrico)	110
III.1.3.1.6. Fibra Óptica	112
III.1.3.1.7. Cable UTP	113
III.1.4 Pruebas del diseño a través de la simulación	114
III.1.4.1. PacketTracer	115
III.1.4.1.1. Diseño físico simulado en packet tracer	116
III.1.4.1.2. CONFIGURACIÓN DE ROUTER.....	122
III.1.4.1.3. CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL SWITCH PRINCIPAL.....	124
III.1.4.1.4 CONFIGURACION DEL SWITCH DE LA PLANTA BAJA	127
III.1.4.1.5. CONFIGURACION DEL SWITCH DEL PRIMER PISO.....	128
III.1.4.1.6. CONFIGURACION DEL SWITCH TELEFONIA	131
III.1.4.1.7. Pruebas y medios de verificación	132
III.1.4.1.8. Listado de comandos de verificación	142
III.1.4.1.9. Lista de ACLs que se utilizaron	142
III.1.4.2. Simulación en GNS3	143
III.1.4.2.1. Creación de VLAN en el Firewall FortiGate	144

III.1.4.2.2. Configuración de un grupo de direcciones IP	148
III.1.4.2.3. Configurar filtrado de contenido y aplicaciones	150
III.1.4.2.4. Filtrado de Aplicaciones.....	153
III.1.4.2.5. Creación de las políticas de seguridad en el firewall	155
III.1.4.2.6. configuración en la interfaz en la VLAN 70	162
III.1.4.2.7. Configuración del objeto de direcciones IP.....	163
III.1.4.2.8. configuración de la política de seguridad en el firewall.....	164
III.1.4.3. Sketchup	166
III.2 Componente 2: Socialización a los trabajadores del TI en la propuesta de red LAN.	171
III.2.1 Introducción del Proyecto	171
III.2.2 Objetivos del Proyecto	171
III.2.3 Alcance del Proyecto.....	172
III.2.4 Diseño de la Nueva Red.....	172
III.2.5 Beneficios del rediseño	172
III.2.6 Presupuesto	172
III.2.7 Seguridad y Condiciones Específicas	173
Capitulo IV Conclusiones y recomendaciones.....	176
IV.1 Conclusiones.....	176
IV.2 Recomendaciones	176
Bibliografía.....	179

Anexos.....	189
Anexo A: Especificación de requerimientos	189
A.1 Introducción.....	189
A.1.1 Modelo del Negocio	190
A.1.1.1 Organigrama	190
A.1.2 Propósito.....	197
A.1.3 Alcance	197
A.1.4 Personal involucrado	197
A.1.4.1 Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	198
A.1.5 Referencias	198
A.1.6 Resumen	199
A.2 Descripción general	199
A.2.1 Perspectiva del producto.....	200
A.2.2 Funcionalidad del producto	201
A.2.2.1 Compartir información y recursos	201
A.2.2.2 Seguridad	201
A.2.2.3 Monitoreo y control	201
A.2.2.4 Acceso a Recursos Compartidos.....	201
A.2.3 Características de los usuarios.....	201
A.2.4 Restricciones.....	202

A.2.5	Suposiciones y dependencias.....	202
A.2.6	Evolución previsible de la red informática.....	202
A.3	Requisitos específicos.....	203
A.3.1	Requisitos comunes de los interfaces	205
A.4	Requisitos funcionales y no funcionales	205
A.4.1	Requisitos funcionales	205
A.4.2	Requisitos no funcionales	206
Anexo B:	Planos de la Infraestructura.....	208
Anexo C:	Cartas de conformidad del proyecto	211
Anexo D:	Casos de uso.....	213
D.1	Casos de uso del negocio.....	213
D.2	Casos de uso del Sistema.....	222

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Diagrama de Gantt.....	13
Figura 2: Árbol de problemas	14
Figura 3: Árbol de objetivo	15
Figura 4: Modelo TCP/IP	20
Figura 5: Modelo OSI	21
Figura 6: Modelo OSI Y TCP/IP	22
Figura 7: Racks de comunicaciones	23
Figura 8: Router	24
Figura 9: Switch	24
Figura 10: Servidor	25
Figura 11: Gateway	25
Figura 12: Tarjeta de red PCI.....	26
Figura 13: Medio de Conexión	26
Figura 14: Patch Panels	27
Figura 15: Roseta Rj45.....	28
Figura 16: Puntos de acceso Wifi.....	29
Figura 17: Red Lan.....	29
Figura 18: Topología Bus.....	30
Figura 19: Topología Anillo.....	30
Figura 20: Topología Estrella.....	31
Figura 21: Topología Estrella Extendida	31
Figura 22: Topología en Malla.....	32
Figura 23: Topología de árbol.....	33

Figura 24: Topología mixta.....	33
Figura 25: Red WLAN.....	34
Figura 26: Modo Ad hoc	35
Figura 27: Modo Infraestructura	35
Figura 28: Estructura de red actual de EMTAGAS	58
Figura 29: Topología de red actual de EMTAGAS	59
Figura 30: Distribución de los cuartos de comunicación MDF y IDF	70
Figura 31: Parte interna del MDF actual de EMTAGAS.....	72
Figura 32: Parte exterior del MDF de EMTAGAS	73
Figura 33: IDF actual de EMTAGAS	74
Figura 34: Estructura del cableado de red actual de EMTAGAS	74
Figura 35: Propuesta de red del diseño lógico de EMTAGAS	76
Figura 36: Topología de red propuesta para EMTAGAS	77
Figura 37: Diseño de la elaboración del IDF planta baja, vista 3D	81
Figura 38: Diseño del cableado UTP de la planta baja, vista 3D.....	81
Figura 39: Diseño de cableado UTP planta baja, vista 2D	82
Figura 40: Diseño del MDF del primer piso, vista 3D.....	83
Figura 41: Diseño del cableado UTP del primer piso, vista 3D.....	84
Figura 42: Diseño del cableado UTP primer piso, vista 2D	85
Figura 43: Diseño del IDF del segundo piso, visto 3D	86
Figura 44: Diseño del cableado UTP segundo piso, visto 3D.....	87
Figura 45: Diseño de cableado UTP segundo piso, vista 2D.....	88
Figura 46: Switch-servidor diseño lógico	90
Figura 47: Switch de planta baja-diseño lógico	91

Figura 48: Switch de primer piso-diseño lógico	93
Figura 49: Switch de segundo piso-diseño lógico.....	95
Figura 50: Diseño físico de la red	100
Figura 51: Diseño físico planta baja.....	101
Figura 52: Diseño físico primer piso.....	102
Figura 53: Diseño físico segundo piso	103
Figura 54: Fortinet.....	104
Figura 55: Mikrotik CRS326-24G-25.....	105
Figura 56: Router CISCO 890.....	106
Figura 57: Switch Catalyst 2960	107
Figura 58: Switch Cisco Catalyst Plus Series si-poe-8	107
Figura 59: Switch Alcatel Lucent Omnistack LS6248P	108
Figura 60: Servidor HP DL38065	109
Figura 61: Servidor Dell Power Edge VRTX	110
Figura 62: AP Ubiquiti UniFi	112
Figura 63: Cable de fibra.....	113
Figura 64: Cable UTP	114
Figura 65: Simulación lógica del diseño de la red en Packet Tracer	115
Figura 66: Simulación física del diseño de la red en Packet Tracer	116
Figura 67: Simulación del rack de la planta baja en Packet Tracer	117
Figura 68: Simulación física del primer piso en Packet Tracer	118
Figura 69: Simulación del rack del primer piso en Packet Tracer	119
Figura 70: Simulación física del segundo piso en Packet Tracer.....	120
Figura 71: Simulación del rack del segundo piso en Packet Tracer	121

Figura 72: Prueba de ping desde una PC a la VLAN 10.....	133
Figura 73: Prueba de ping desde una PC a la VLAN 20.....	133
Figura 74: Prueba de ping desde una PC a la VLAN 30.....	134
Figura 75: Prueba de ping desde una PC a la VLAN 60.....	135
Figura 76: Prueba de ping desde una PC a la VLAN 70.....	135
Figura 77: Prueba de la creación de VLANs en el Switch-principal	136
Figura 78: Prueba de la creación de VLANs en el Switch-PB	137
Figura 79: Prueba de la creación de VLANs en el Switch-P1	137
Figura 80: Prueba de la creación de VLANs en el Switch-P2	138
Figura 81: Prueba de enlaces troncales en el Switch-principal.....	139
Figura 82: Prueba de asignación de DHCP en el servidor mediante ping a una PC.....	139
Figura 83: Prueba de asignación de DHCP en el servidor	140
Figura 84: Prueba de conectividad a internet desde una PC	141
Figura 85: Prueba de asignación de ACL para el acceso a internet en el router.....	141
Figura 86: Creación de interfaces en el FortiGate	145
Figura 87: Creación de la VLAN 10 con su dirección de red en el FortiGate.....	146
Figura 88: Asignación de DHCP en el FortiGate.....	147
Figura 89: VLANs con DHCP asignado en el FortiGate.....	148
Figura 90: Paso 1 para la configuración de direcciones IP	149
Figura 91: Paso 2 para la configuración de direcciones IP	150
Figura 92: Comprobación de la configuración de direcciones IP	150
Figura 93: Paso 1 para la configuración de filtrado web	151
Figura 94: Paso 2 para la configuración de filtrado web	152
Figura 95: Comprobación de la configuración de filtrado web para cada VLAN	153

Figura 96: Configuración de filtrado de aplicaciones	154
Figura 97: Comprobación de la configuración de filtrado de aplicaciones	155
Figura 98: Configuración de políticas de seguridad	159
Figura 99: Configuración de las políticas de seguridad para la VLAN 10	160
Figura 100: Visualización de la configuración completa de las políticas de seguridad.....	161
Figura 101: Configuración de la interfaz para la VLAN 70	163
Figura 102: Configuración de la dirección IP para la VLAN 70	164
Figura 103: Configuración de las políticas de seguridad para la VLAN 70	165
Figura 104: Política de seguridad de acceso a internet	166
Figura 105: Plano en 3D de la planta baja de ENTAGAS en Sketchup	167
Figura 106: Plano en 3D de las canaletas de la planta baja de ENTAGAS en Sketchup .	168
Figura 107: Vista en 3D del Rack de la planta baja	168
Figura 108: Vista de las rosetas de la planta baja	169
Figura 109: Organigrama general de EMTAGAS	191
Figura 110: Organigrama de la gerencia general	191
Figura 111: Organigrama chofer	192
Figura 112: Organigrama de dirección jurídica	192
Figura 113: Organigrama de regional Bermejo	193
Figura 114: Organigrama de sub regionales Tarija.....	194
Figura 115: Organigrama de la dirección general.....	194
Figura 116: Organigrama de la dirección administrativa y financiera.....	195
Figura 117: Organigrama de la dirección técnica	196
Figura 118: Plano de la planta baja	208
Figura 119: Plano del primer piso	209

Figura 120: Plano del segundo piso	210
Figura 121: Caso de uso del negocio del gerente general.....	213
Figura 122: Caso de uso del negocio del encargado jurídico.....	214
Figura 123: Caso de uso del negocio del encargado de procesos administrativos.....	215
Figura 124: Caso de uso del negocio del jefe de planificación, auditoría interna y auditor	216
Figura 125: Caso de uso del sistema	222

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presupuesto general	5
Tabla 2 Matriz de marco lógico (MML)	11
Tabla 3 Cronograma de actividades	12
Tabla 4 Categorías de cable UTP	48
Tabla 5 Especificación de equipos de la red de EMTAGAS	60
Tabla 6 Equipos de vigilancia de la red actual de EMTAGAS	61
Tabla 7 Tabla de expresión genérica del direccionamiento de la red actual de EMTAGAS	61
Tabla 8 Tabla de direccionamiento local de la red actual de EMTAGAS	65
Tabla 9 Tabla de direccionamiento de red en el área de contabilidad de EMTAGAS.....	66
Tabla 10 Tabla de direccionamiento de red en el área de facturación de EMTAGAS	68
Tabla 11 Tabla de direccionamiento de red en el área de administración de EMTAGAS....	69
Tabla 12 Análisis del tráfico existente de la red de EMTAGAS.....	75
Tabla 13 Categoría del cable UTP propuesto	79
Tabla 14 Tabla de direccionamiento IP propuesto en el Switch-Servidor	90
Tabla 15 Asignación de puertos, Switch servidor	91
Tabla 16 Tabla de direccionamiento IP propuesto en el Switch-Planta Baja.....	92
Tabla 17 Asignación de puertos Switch Planta Baja.....	92
Tabla 18 Asignación de puertos Switch de Teléfono	92
Tabla 19 Rango de direcciones IP para las PCs del Primer Piso.....	93
Tabla 20 Asignación de puertos Switch Primer piso.....	94
Tabla 21 Asignación de puertos Switch de Telefono.	94
Tabla 22 Rango de direcciones IP para las PCs del segundo piso.	95
Tabla 23 Asignación de puertos Switch de segundo piso.	96

Tabla 24 Asignación de puertos Switch de Telefonos.	96
Tabla 25 Tabla de presupuestos.....	173
Tabla 26 Referencias	199
Tabla 27 Requisitos RF0	203
Tabla 28 Requisitos RF1	204
Tabla 29 Requisitos RF2	204
Tabla 30 Requisitos RF3	205
Tabla 31 Reglas del Firewall	224