

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: Almeida Benavides Ángela Fransheska  
Suárez Rosero Bryan Oswaldo

TUTOR: Ing. Hidalgo Guijarro Jairo Vladimir, Msc.

Tulcán, 2022

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que la estudiante Almeida Benavides Ángela Fransheska con el número de cédula 0401923297 ha elaborado el trabajo de titulación: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....

MSc. Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

**TUTOR**

Tulcán, marzo 2022

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que el estudiante Suárez Rosero Bryan Oswaldo con el número de cédula 0401763529 ha elaborado el trabajo de titulación: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



.....  
MSc. Jairo Vladimir Hidalgo Guijarro

**TUTOR**

Tulcán, marzo de 2022

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de Computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Almeida Benavides Ángela Fransheska con cédula de identidad número 0401923297 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

Almeida Benavides Ángela Fransheska  
AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de Computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Suárez Rosero Bryan Oswaldo con cédula de identidad número 0401763529 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

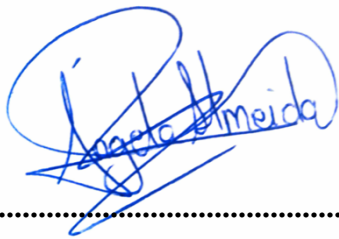
Suárez Rosero Bryan Oswaldo

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Almeida Benavides Ángela Fransheska declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Almeida Benavides Ángela Fransheska  
AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Suárez Rosero Bryan Oswaldo declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Suárez Rosero Bryan Oswaldo

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

## AGRADECIMIENTO

*Damos gracias a Dios por la oportunidad de cumplir una nueva etapa de nuestras vidas y por demostrar que con Él en nuestros corazones podemos recibir sus bendiciones y lograr lo que anhelamos como seres humanos.*

*A nuestros padres por el apoyo fundamental y la confianza brindada al darnos la mejor herencia que es la educación, los valores infundidos y el amor incondicional, además, por compartir la felicidad al hacer realidad este sueño de culminar uno de los retos más importantes de nuestra vida.*

*Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán por abrir la puerta de su institución para llevar a cabo la realización de este proyecto de investigación, en especial a la Jefatura de Sistemas por su colaboración y amabilidad de parte de quienes lo conforman.*

*A nuestra Alma Mater la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por ser nuestro segundo hogar y ser una institución con oportunidades de enriquecimiento para alcanzar una formación profesional de calidad.*

*A la carrera de Computación que nos acogió para introducirnos en el mundo de la tecnología y enseñarnos las cosas innovadoras que se pueden crear para ayudar a los demás. A los docentes que creyeron en nosotros y formaron parte de este aprendizaje diario, y de manera especial a nuestro tutor el Msc. Jairo Hidalgo por el apoyo y motivación constante, dedicarnos su tiempo y compartir sus jugosos conocimientos para finalizar con éxito el presente trabajo de investigación.*

*A Brayan Suárez por ser mi compañero y amigo desde hace 5 años, y demostrar que la amistad verdadera consiste en apoyarse en todo momento de manera incondicional, siendo un equipo mutuo con el objetivo de lograr una meta más.*

*A Ángela Almeida por ser mi compañera y amiga leal desde el inicio de la carrera, que con su apoyo y compromiso constante hemos logrado finalizar las diferentes etapas de este proceso universitario.*

## DEDICATORIA

*A mi padre por ser el amor de mi vida y el ángel guardián que me ha acompañado en cada decisión dándome fortaleza y esperanza de llegar a cumplir una promesa, a mi madre por ser el soporte de cada uno de mis días que con sus consejos me ha enseñado que las cosas que se hacen con amor y responsabilidad son bien recompensadas, a mis hermanas por su apoyo constante y las ganas de querer seguir adelante con el objetivo de ser diferentes y ayudar a quien lo necesita. Gracias a mis abuelos por su cariño inigualable e historias de vida que me han ayudado a comprender el sentido de la vida y de permanecer juntos a pesar de las adversidades.*

*Ángela Almeida*

*A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza, a mis padres por haberme forjado como la persona que soy actualmente, quienes, con amor, cariño y su apoyo constate he podido culminar con uno de los objetivos en mi vida.*

*Bryan Suárez*

## ÍNDICE

I. PROBLEMA .....	22
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	22
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	25
1.4.1. Objetivo General .....	25
1.4.2. Objetivos Específicos .....	25
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	25
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	26
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	26
2.2. MARCO TEÓRICO .....	29
2.2.1 Infraestructura de red.....	29
2.2.2 Objetivo de las redes .....	30
2.2.3 Tipos de redes informáticas.....	30
2.2.4 Redes Inalámbricas.....	33
2.2.5 Redes virtuales (VLAN).....	36
2.2.6 Componentes de una red .....	41
2.2.7 Cableado Horizontal.....	43
2.2.8 Cableado Vertical .....	44
2.2.9 Equipos de red .....	45
2.2.10 Topología de redes .....	49
2.2.11 Normas para cableado estructurado.....	52
2.2.12 Protocolos de red .....	53
2.2.13 Diseño de redes Top Down de Cisco .....	60
III. METODOLOGÍA.....	61

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	61
3.1.1. Enfoque.....	61
3.1.2. Tipo de Investigación .....	62
3.2. IDEA A DEFENDER.....	63
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	63
3.3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	63
3.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	65
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	66
3.4.1 Método Analítico-Sintético .....	66
3.4.2 Método inductivo.....	66
3.4.3 Método deductivo .....	66
3.4.3. Técnicas de investigación.....	67
3.4.4 Análisis Estadístico .....	68
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
4.1. RESULTADOS .....	69
4.1.1 METODOLOGÍA DE RED TOP-DOWN .....	72
4.1.1.1 FASE 1: ANALIZAR REQUERIMIENTOS.....	73
4.1.1.2 FASE 2: DESARROLLAR DISEÑO LÓGICO .....	83
4.1.1.3 FASE 3: DESARROLLAR DISEÑO FÍSICO.....	111
4.1.1.4 FASE 4: ADMINISTRACIÓN DE LA RED.....	141
4.1.1.5 FASE 5: PROBAR, OPTIMIZAR Y DOCUMENTAR DISEÑO.....	152
4.2. DISCUSIÓN.....	166
5.1. CONCLUSIONES.....	168
5.2. RECOMENDACIONES .....	169
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	170
V. ANEXOS .....	176

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una red LAN .....	31
Figura 2. Estructura de una red CAN .....	31
Figura 3. Estructura de una red MAN .....	32
Figura 4. Estructura de una red WAN .....	33
Figura 5. Tecnología de una red inalámbrica .....	34
Figura 6. Asignación de nombres a la VLAN .....	36
Figura 7. Configuración de una VLAN .....	37
Figura 8. Comunicación entre VLANs en Switch.....	38
Figura 9. Configuración del protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol).....	40
Figura 10. Normativa T568A-T568B.....	43
Figura 11. Cableado horizontal .....	44
Figura 12. Cableado vertical.....	45
Figura 13. Fibra óptica inalámbrica.....	47
Figura 14. Distribución de un Rack.....	48
Figura 15. Distribución Switch y Patch Panel.....	49
Figura 16. Topología de red en bus .....	50
Figura 17. Topología de red en anillo .....	50
Figura 18. Topología de red en estrella .....	51
Figura 19. Topología de red híbrida .....	52
Figura 20. Correspondencia del modelo OSI con TCP/IP .....	54
Figura 21. Representación gráfica del nivel de transporte para establecer comunicación.....	56
Figura 22. Clases de direcciones IP.....	57
Figura 23. Representación de la máscara de subred.....	59
Figura 24. Infraestructura de red actual.....	77
Figura 25. Cableado actual de la red .....	78
Figura 26. Municipio de Tulcán .....	78
Figura 27. Propuesta de la Topología Lógica de Red .....	84
Figura 28. Configuración de VLANs .....	88
Figura 29. Asignación de VLANs .....	88
Figura 30. Configuración del switch modo TRUNK .....	89
Figura 31. Configuración del switch capa 3 .....	89

Figura 32. Configuración VLANs en switch capa 3 .....	90
Figura 33. Asignación de IP a las VLANs .....	90
Figura 34. Asignación de la dirección IP a la controladora.....	91
Figura 35. Creación de las WLANS.....	91
Figura 36. Configuración de la pestaña DHCP .....	92
Figura 37. Reconocimiento de los puntos de acceso ubicados en cada piso.....	92
Figura 38. Selección de la WLAN correspondiente para cada AP.....	93
Figura 39. Configuración de los puntos de acceso .....	93
Figura 40. Configuración dirección IP del punto de acceso.....	94
Figura 41. Selección de la red inalámbrica .....	94
Figura 42. Verificación de la conexión de un dispositivo .....	95
Figura 43. Configuración de los teléfonos VoIP en el switch capa 3.....	95
Figura 44. Configuración del hardware para telefonía IP .....	96
Figura 45. Configuración de hardware para voz .....	96
Figura 46. Comprobación de la dirección IP asignada a los teléfonos.....	97
Figura 47. Configuración del enrutador para excluir la dirección IP por defecto .....	97
Figura 48. Configuración del directorio telefónico .....	98
Figura 49. Creación de las VLANs para las zonas de seguridad.....	101
Figura 50. Asignación del nivel de seguridad y direcciones IP a las 3 zonas del firewall...	102
Figura 51. Creación de políticas de tráfico de paquetes .....	102
Figura 52. Verificación de conexión hacia la zona OUTSIDE .....	103
Figura 53. Configuración de la zona desmilitarizada .....	103
Figura 54. Configuración del objeto para acceder al servidor.....	104
Figura 55. Verificación de los objetos creados con el comando show runing-config.....	104
Figura 56. Configuración de las listas de acceso ICMP y TCP.....	105
Figura 57. Configuración de la página de acceso .....	105
Figura 58. Ingreso a la página desde la seguridad INSIDE al servidor HTTP.....	106
Figura 59. Ingreso a la página HTTP desde la seguridad OUTSIDE.....	106
Figura 60. Configuración de antenas de enlaces de datos .....	107
Figura 61. Configuración de la antena A para enlaces de datos.....	108
Figura 62. Cambio de la dirección IP de la antena de acceso. ....	108
Figura 63. Configuración del punto B como estación o cliente .....	109
Figura 64. Habilitación de la puerta de enlace para que pase la señal .....	109

Figura 65. Comprobación de la conexión del sitio A al sitio B .....	110
Figura 66. Ping de conexión para verificar la conexión desde el sitio A al sitio B.....	110
Figura 67. Conexión exitosa entre el punto de acceso y la estación .....	111
Figura 68. Cuadrante de GARTNER para infraestructuras de redes.....	112
Figura 69. Esquema arquitectónico del primer piso del GAD Municipal de Tulcán .....	124
Figura 70. Esquema arquitectónico del segundo, tercer y cuarto piso .....	125
Figura 71. Esquema arquitectónico del quinto piso del GAD Municipal de Tulcán.....	125
Figura 72. Requerimientos generales de los componentes de la red de la institución .....	129
Figura 73. Esquema de representación para las antenas de enlaces de datos.....	130
Figura 74. Cableado vertical propuesto para la institución pública .....	131
Figura 75. Centro de datos propuesto para el Municipio de Tulcán .....	132
Figura 76. Distribución del cableado horizontal primer piso .....	133
Figura 77. Distribución del cableado horizontal segundo piso .....	134
Figura 78. Distribución del cableado horizontal tercer piso.....	134
Figura 79. Distribución del cableado horizontal cuarto piso.....	135
Figura 80. Distribución del cableado horizontal quinto piso .....	135
Figura 81. Distribución del Rack.....	136
Figura 82. Simulación del punto de acceso en Radio Mobile .....	137
Figura 83. Simulación de la estación Cementerio con Radio Mobile .....	138
Figura 84. Distancia estimada entre el punto de acceso y la estación.....	139
Figura 85. Cálculo de la zona de Fresnel .....	140
Figura 86. Esquema de conexión de antenas de enlaces de datos Ubiquiti.....	140
Figura 87. Administración gráfica con CISCO Network Assistant .....	148
Figura 88. Funcionalidades de CISCO Network Assistant .....	149
Figura 89. Creación de comunidades en Cisco Network Assistant.....	150
Figura 90. Búsqueda de dispositivos por IP .....	151
Figura 91. Estado del dispositivo a conectar .....	151
Figura 92. Prueba de comunicación VLANs.....	152
Figura 93. Pruebas de la red inalámbrica .....	153
Figura 94. Zonas de seguridad del Firewall ASA 5505 .....	153
Figura 95. Prueba de envío de paquete desde la zona INSIDE-OUTSIDE.....	154
Figura 96. Prueba de envío de paquete desde la zona OUTSIDE-INSIDE.....	155
Figura 97. Prueba de envío de paquete desde la zona DMZ-INSIDE.....	156

Figura 98. Prueba de envío de paquete desde la zona INSIDE-DMZ.....	156
Figura 99. Resultado de la página de prueba desde la zona INSIDE-DMZ.....	157
Figura 100. Prueba de envío de paquete desde la zona OUTSIDE-DMZ.....	157
Figura 101. Prueba de envío de paquete desde la DMZ-OUTSIDE .....	158
Figura 102. Diseño lógico de pruebas de la red propuesta.....	159
Figura 103. Estado de los rack antes de la propuesta .....	167
Figura 104. Ejecución de avance de la propuesta.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de redes inalámbricas, tecnología y distancia .....	34
Tabla 2. Comandos de asignación de IP en VLAN.....	39
Tabla 3. Categorías de cable UTP .....	42
Tabla 4. Capas de Modelo OSI y Arquitectura TCP/IP .....	55
Tabla 5. Clase de direcciones IP.....	58
Tabla 6. Resumen del modelo OSI con TCP/IP .....	59
Tabla 7. Definición y operacionalización de variables.....	65
Tabla 8. Equipos informáticos del GAD Municipal de Tulcán.....	70
Tabla 9. Selección de normas y estándares .....	71
Tabla 10. Departamentos Primer Piso .....	79
Tabla 11. Recursos Activos Primer Piso .....	79
Tabla 12. Departamentos Segundo Piso .....	79
Tabla 13. Recursos Activos Segundo Piso .....	80
Tabla 14. Departamentos Tercer Piso .....	80
Tabla 15. Recursos Activos Tercer Piso.....	81
Tabla 16. Departamentos Cuarto Piso .....	81
Tabla 17. Recursos Activos Cuarto Piso .....	81
Tabla 18. Departamentos Quinto Piso.....	82
Tabla 19. Recursos Activos Quinto Piso.....	82
Tabla 20. Resumen General Infraestructura de red actual.....	82
Tabla 21. Direccionamiento y Hostnames.....	85
Tabla 22. VLANs por departamento .....	86
Tabla 23. Asignación de las VLAN'S por departamento.....	87
Tabla 24. Números de extensión telefónica para el primer piso .....	98
Tabla 25. Números de extensión telefónica para el segundo piso.....	99
Tabla 26. Números de extensión telefónica para el tercer piso .....	99
Tabla 27. Números de extensión telefónica para el cuarto piso .....	100
Tabla 28. Números de extensión telefónica para el quinto piso.....	100
Tabla 29. Listas de acceso configuradas en el Firewall ASA 5505 .....	101
Tabla 30. Comparación de dispositivos de conexión de red .....	114
Tabla 31. Presupuesto de los dispositivos seleccionados .....	121

Tabla 32. Cantidad de elementos de red.....	122
Tabla 33. Presupuesto de los elementos de red .....	122
Tabla 34. Cálculo de crecimiento de la red .....	126
Tabla 35. Crecimiento poblacional.....	127
Tabla 36. Cálculo de la capacidad de conmutación de los switches de acceso.....	127
Tabla 37. Distribución del Rack.....	136
Tabla 38. Abreviaturas para el etiquetado propuesto .....	142
Tabla 39. Etiquetado de los gabinetes de pared ubicados en cada piso.....	143
Tabla 40. Etiquetado del cableado vertical.....	143
Tabla 41. Propuesta de etiquetado para el primer piso.....	144
Tabla 42. Propuesta de etiquetado para el segundo piso .....	144
Tabla 43. Propuesta de etiquetado para el tercer piso .....	145
Tabla 44. Propuesta de etiquetado para el cuarto piso .....	145
Tabla 45. Propuesta de etiquetado para el quinto piso .....	146
Tabla 46. Descripción de políticas de firewall .....	162
Tabla 47. Dispositivos de red actuales y propuestos .....	164
Tabla 48. Cumplimiento de actividades propuestas .....	165

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Acta de sustentación de la predefensa .....	176
Anexo 2: Certificado antiplagio del informe de investigación.....	178
Anexo 3: Certificado del abstract por parte de idiomas .....	180
Anexo 4: Solicitud de Trabajo de Titulación .....	182
Anexo 5: Autorización del Trabajo de Titulación .....	183
Anexo 6: Solicitud del certificado de conformidad.....	184
Anexo 7: Certificado de Conformidad .....	185
Anexo 8: Entrevista 1 .....	186
Anexo 9: Entrevista 2 .....	189
Anexo 10: Encuesta personal de Jefatura de Sistemas .....	190
Anexo 11: Resultados de la entrevista objetivo 2 .....	193
Anexo 12: Resultados de la encuesta objetivo 2 .....	195
Anexo 13: Resultados de encuesta y entrevista objetivo 3.....	195
Anexo 14: Resultados de entrevista objetivo 4 .....	196
Anexo 15: Análisis de la encuesta.....	197
Anexo 16: Departamento de la Jefatura de Sistemas del GADMT .....	202
Anexo 17: Estado actual de los Racks en el GADMT .....	202
Anexo 18: Data Center del GADMT.....	203
Anexo 19: Estado actual del cableado en el departamento de recaudación de agua potable	203
Anexo 20: Pruebas de la conexión física de los enlaces de datos de un sitio A a un sitio B	204
Anexo 21: Memoria técnica .....	205
Anexo 22: Ejecución de actividades propuestas .....	214

## RESUMEN

La presente investigación para la obtención del título de Ingeniero en Computación con el tema: “Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán”, contempla el análisis del estado actual de la red de voz y datos a nivel físico y lógico en la institución, logrando identificar los principales factores que afectan al rendimiento, la seguridad, la escalabilidad y accesibilidad de los servicios digitales que son utilizados en el GAD Municipal de Tulcán. Posee un enfoque cualitativo y cuantitativo, empleando los tipos de investigación documental, descriptiva, de campo y de acción. De esta forma se plantean técnicas e instrumentos como encuestas y entrevistas aplicadas a los funcionarios públicos que conforman la jefatura de TIC del GAD Municipal de Tulcán.

Se aplicó la metodología de desarrollo de redes Top-Down, la cual sirvió como guía para un correcto diseño de la red, la misma que está constituida por 5 fases que se describen a continuación:

**Fase 1. Análisis de requerimientos:** En esta fase se analizó la situación actual de la red y metas del negocio del GAD Municipal.

**Fase 2. Desarrollo diseño lógico:** El uso de software de simulación de redes Cisco Packet Tracer 8.0 permitió modelar la arquitectura de la red.

**Fase 3. Desarrollo diseño físico:** Se seleccionó los dispositivos de red tomando en cuenta las necesidades tecnológicas del GAD de Tulcán para un cableado estructurado certificado.

**Fase 4. Administración de la red:** Se definieron herramientas y tecnologías para llevar el proceso de administración de la red.

**Fase 5. Pruebas y documentación del diseño de la red:** Se aplicó una serie de pruebas en simuladores de red para documentar el diseño final.

**Palabras claves:** Diseño de redes, infraestructura de red, administración de red, cableado estructurado, normas y estándares internacionales, metodología de red Top-Down.

## ABSTRACT

The present investigation to get the Computer Engineer title with the theme: "Design and administration of the network infrastructure of the Municipal Autonomous Decentralized Government of Tulcán", which contemplates the analysis of the current situation of the voice and data network at the physical and logical level in the institution, managing to identify the main factors that affect the performance, security, scalability and accessibility of digital services that are used in the Municipal GAD of Tulcán. Has a qualitative and quantitative approach, using the types of documentary, descriptive, field and action research. In this way, techniques and instruments are proposed, such as surveys and interviews applied to public officials that make up the ICT from headquarters in the Municipal GAD of Tulcán.

The Top-Down network development methodology was applied, which served as a guide for a correct design of the network, which is made up of 5 phases that are described below:

**Phase 1. Analysis of requirements:** In this phase, the current situation of the network and business goals of GAD-TULCÁN were analyzed.

**Phase 2. Logical design development:** With the use of Cisco Packet Tracer 8.0 network simulation software, it allowed modeling the architecture of the network.

**Phase 3. Physical design development:** The network devices were selected taking into account the technological needs of GAD-TULCÁN for certified structured cabling.

**Phase 4. Network Administration:** Tools and technologies were defined to carry out the network administration process.

**Phase 5. Testing, optimization and documentation of the network design:** A series of tests on network simulators were applied to document with the final design.

**Keywords:** Network design, network infrastructure, network administration, structured cabling, international norms and standards, Top-Down network methodology.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las redes de telecomunicaciones se han convertido en algo imprescindible dentro de las empresas públicas o privadas, ya que, contribuyen al crecimiento de la empresa, de esta forma, una infraestructura de red con un adecuado cableado estructurado integra todos los requerimientos tecnológicos que necesita una empresa pública o privada. De esta forma una infraestructura de red construida bajo la aplicación de normas y estándares posibilita la integración de tecnologías y servicios.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Tulcán es una institución pública encargada de “planificar el desarrollo del cantón Tulcán y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial”, así como “planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.” Por consiguiente, el objetivo general de la presente investigación fue: “Diseñar la infraestructura de red mediante la aplicación de normas y estándares internacionales facilitando la administración de la red del GAD Municipal del Tulcán” esto con la finalidad de presentar una propuesta de diseño de infraestructura de red junto con su administración para así proponer soluciones al problema observado dentro del GAD Municipal.

En el primer capítulo se abordan aspectos como el planteamiento y formulación del problema, la justificación y los objetivos específicos, estos fueron planteados como una secuencia de procesos para alcanzar el objetivo general contemplado en esta investigación.

El segundo capítulo está conformado por la fundamentación teórica donde se abordan temas en relación con las variables de estudio que sirvieron para encaminar la investigación, así como para su respectiva revisión literaria en artículos científicos, repositorios, revistas y más.

En el tercer capítulo se contempla la metodología de investigación abarcando el enfoque, la idea a defender, los tipos de investigación, la conceptualización de las variables de estudio con su respectiva operacionalización. De igual manera se definen métodos y técnicas de recolección de información que fueron aplicadas a una muestra de la población establecida.

En el cuarto capítulo se encuentra el análisis de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada, de igual forma, se plantea la metodología de diseño de redes Top-Down para guiar el desarrollo de la propuesta.

Finalmente, se cierra la investigación con un apartado de conclusiones y recomendaciones en base a los objetivos planteados, de igual forma se podrán encontrar anexos de referencia como fichas técnicas de dispositivos de red, entrevistas y encuestas aplicadas

## **I. PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La infraestructura de red es el medio que permite la conexión a las redes cableadas e inalámbricas haciendo uso de elementos indispensables para comunicarse de manera fiable y segura transmitiendo datos para compartir recursos e información, logrando así el desarrollo de las instituciones públicas o privadas unificando la infraestructura y los servicios tecnológicos.

Los países de América Latina, no se rigen por una norma promovida por los gobiernos centrales, la mayoría de las instituciones no aplican estándares para realizar una infraestructura de red por lo que cada sistema necesita una instalación personalizada. El principal problema en lo que respecta a la infraestructura de red es el costo de implementación, sin embargo, este costo no se compara al costo generado por el mantenimiento y administración de una red que carece de estándares y buenas prácticas en su diseño.

En Colombia, Venezuela y demás países latinoamericanos en organizaciones gubernamentales en donde no se dispone de una infraestructura de red adecuada es común el “fuera de servicio” lo que implica la suspensión en la productividad.

Además, la administración de infraestructura de red no se la realiza de manera adecuada por lo que se la lleva en forma de bloque, lo que dificulta solucionar problemas y detectar falencias por más mínima que esta sea. (López, 2005)

En el Ecuador el gerente y fundador de la Casa del Cable (Faour, 2012) menciona que “Un cableado estructurado construido en base a normas, permitirá ofrecer un panorama en tiempo real de las redes de las oficinas remotas, ayudando a asegurar que se cumplan las políticas corporativas”. Sin embargo, una de las consecuencias es que el escaso conocimiento de las normas internacionales que se aplican para un óptimo diseño de infraestructura de red es limitado, debido a que, no se encuentran dentro de los parámetros de conseguir una administración que logre crear ventajas en las instituciones públicas o privadas con la finalidad de que las áreas de tecnología puedan ofrecer mejoras en el desempeño de la infraestructura, lo cual ha ocasionado inconvenientes de información y bajo rendimiento en los servicios tecnológicos que se brindan. Por ende, a pesar de que existe la iniciativa dentro de estas, se ha identificado que existen varios inconvenientes dentro de los municipios que dificultan la

funcionalidad de los avances y servicios tecnológicos que son capaces de contribuir la atención necesaria a la población, resaltando que el futuro de las instituciones presenta un crecimiento acelerado, y, por lo tanto su infraestructura de red también debe desarrollarse.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Tulcán como una institución pública, brinda servicios a la ciudadanía tulcanaña como: consulta y pago de predios urbanos y rurales, pago de consumo de agua potable, tránsito y rodaje, entre otros. La institución cuenta con una infraestructura de red antigua diseñada de manera empírica sin contemplar normas o estándares internacionales, ya que, con el afán de aprovechar los recursos que ofrece una red se ha interconectado dispositivos sin tomar en cuenta la disponibilidad y escalabilidad de la red, lo que ha ocasionado que la institución se desempeñe bajo una infraestructura que no cumple con las exigencias de las nuevas tecnologías, además no presenta documentación de la red, causando problemas tanto en el mantenimiento como en la administración de la red dificultando las tareas diarias del administrador.

Al establecer comunicación con el ingeniero Cadena (2021) funcionario del departamento de sistemas supo manifestar que “una inadecuada e incorrecta distribución de los equipos de red utilizados en la institución ha ocasionado dificultades como: la congestión de datos, conflictos con el direccionamiento IP, fallas en switch y router, infecciones con SpyWare, disminución de la velocidad de la red, provocando que se alarguen los tiempos de respuesta en la comunicación hosts-servidores, lo cual se generan dificultades para administrar la red”.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La escasa aplicación de normas y estándares en el diseño de la infraestructura de red ocasiona dificultades en la administración de red del GAD Municipal de Tulcán, año 2021.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación se acoge al estatuto orgánico de gestión organizacional por procesos, en el cual el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán resuelve gestionar los proyectos informáticos que viabilicen la eficiencia de la municipalidad, así como, la actualización tecnológica tomando en cuenta una de las atribuciones de la jefatura de sistemas que establece: diseñar la infraestructura tecnológica de la institución, elaborar políticas (...) de administración de recursos tecnológicos e interconectar la red, enlaces, instalación y revisión de puntos de red y cableado estructurado.

El Municipio de Tulcán brinda diferentes servicios como consulta y pago de predios urbanos y rurales, pago de consumo de agua potable, tránsito y rodaje, entre otros, los cuales demandan la utilización de los recursos de la infraestructura de red que posee la institución, sin embargo, su cableado estructurado no permite incorporar todas las necesidades de conexión que la institución requiere.

Es por eso que, al llevar a cabo esta investigación en el GAD Municipal de Tulcán se mejora la administración de la infraestructura tecnológica optimizando la red LAN y WAN garantizando su buen funcionamiento, la planificación y registro del diseño de la red, mediante el estudio de factibilidad técnica para diseñar y administrar la infraestructura de red aprovechando los recursos tecnológicos actuales que garanticen su correcto funcionamiento, todo esto con la finalidad de mejorar la organización y hacer factible el trabajo para cambios y mantenimiento, permitiendo ubicar el daño de la red sin necesidad de hacer una revisión general.

Este proyecto va dirigido a esta institución, con el fin de realizar el diseño y administración de infraestructura de red incluyendo de manera directa a los funcionarios y administradores de la de red y de manera indirecta a los contribuyentes de la ciudad, por lo cual esta investigación representa un valioso aporte para el GAD Municipal de Tulcán, resaltando que dicha institución cuenta con una red poco efectiva y para su diseño no se han aplicado normas y estándares por lo que son comunes los problemas y dificultades en la administración de la red.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar la infraestructura de red mediante la aplicación de normas y estándares internacionales facilitando la administración de la red del GAD Municipal del Tulcán.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Fundamentar bibliográficamente el diseño y la administración de la infraestructura de red del Municipio de Tulcán a través de una adecuada aplicación de normas y estándares internacionales.
- Analizar la situación actual de la infraestructura de red que opera en el GAD Municipal del Tulcán.
- Aplicar normas y estándares internacionales para un adecuado diseño de la topología física y lógica de la red del GAD Municipal de Tulcán.
- Proponer una administración de red en base a la normativa ANSI/TIA/EIA 606 para el GAD Municipal de Tulcán.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿Cómo la fundamentación bibliográfica ayuda en el presente investigación?
- ¿Cómo las normas o estándares internacionales permiten elaborar el diseño de red para el GAD Municipal de Tulcán?
- ¿Cómo el correcto diseño de red facilita la administración de la red del GAD Municipal de Tulcán?
- ¿Qué metodología de diseño de redes es la más conveniente para el desarrollo de la propuesta de investigación?
- ¿Cuáles son los instrumentos y herramientas metodológicas que aportan a la elaboración de la investigación?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La presente investigación toma como referencia los siguientes antecedentes investigativos que fueron obtenidos de una revisión bibliográfica de bibliotecas virtuales, repositorios y revistas digitales que hacen referencia a artículos científicos. De los cuales podemos citar los siguientes:

En el repositorio de la Universidad Técnica del Norte se encuentra un artículo con el tema “Reingeniería de la infraestructura de red del GAD Municipal de Otavalo, mediante un diseño de puntos de voz y datos, y de un data center en base a la Norma Internacional ICREA-STD-131-2013”, en el cual la autora hace énfasis en la siguiente conclusión:

El levantamiento de la información del estado actual de la red de voz y datos del GADMO, permitió obtener un panorama amplio y claro para reubicar y ampliar los puntos de red de voz y datos considerando normas y necesidades de los usuarios de las instalaciones con la finalidad de optimizar los equipos de red existentes. (Oña, 2016)

En este artículo el autor hace un análisis exhaustivo para dar inicio de la realización del diseño del proyecto con el objetivo de conocer los inconvenientes y destacar las necesidades de la municipalidad para posteriormente garantizar la escalabilidad de la infraestructura de red propuesta, realizando una readecuación de puntos de red de voz y datos tomando en cuenta normas de cableado estructurado de acuerdo con los requerimientos de los usuarios de la institución.

En la biblioteca Virtual de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi se encuentra un libro con el título “Administración de redes LAN ejercicios prácticos con GNS3”, en el cual los autores hacen énfasis en:

La Monitorización de red describe el uso de un sistema que constantemente monitoriza una red de computadoras en busca de componentes defectuosos o lentos, para luego informar a los administradores de redes mediante correo electrónico. Un subconjunto de funciones de la administración de redes es el analizar el rendimiento, por el cual podremos determinar el rendimiento de nuestra instalación generando logs para poder detectar problemas y relacionarlos con las modificaciones hechas en la red (Hidalgo y Yandún, 2019).

Los autores en el capítulo 12 realizan un análisis sobre los beneficios del uso de aplicaciones para el monitorio de las redes como una forma de administración de la red presentando una

serie de herramientas para su correcta monitorización y de esa manera identificar tráfico no deseado.

En el artículo científico realizado por Cristofoli, Meneguzzoy Riccucci (2017) denominado “Collaborative administration: the management of successful networks”, aseguran que la administración de redes es una nueva forma de involucrar a sectores públicos o privados para gestionar procesos administrativos de forma colaborativa, puesto que, el trabajo de red es fundamental para llevar una buena cantidad de tiempo en las actividades diarias del administrador de la red, resaltando que su responsabilidad es desarrollar la capacidad de la red para compartir información libre y eficazmente de tal manera que induzca a nuevos usuarios a unirse a la red. De la misma manera, es una prioridad del administrador de la red proporcionar y mantener una comunicación confiable, incluidos los protocolos de comunicación efectivos.

La conclusión específica a la que llegan los autores es que el impacto y las características como la administración de la red es la formalización, la centralización, la integración y confianza en el rendimiento, todo esto con el objetivo de brindar servicios que aseguren el funcionamiento la red, explorando el impacto de los factores estructurales, administrativos y funcionales en la capacidad para que esté libre de problemas y errores.

En repositorios de la Escuela Politécnica Salesiana se encuentra una investigación que se titula “Análisis de la Internetwork de la Institución Educativa Fiscal Amazonas y Propuesta de Rediseño siguiendo la Metodología Top-Down Network Design” en donde los autores se enfocan en la situación actual de la institución fiscal, la cual por su constante crecimiento posee problemas de conexión, además se detalla que existe un obsoleto sistema de cableado estructurado, gestión deficiente de enlaces de red ausencia de seguridad a nivel de hardware y software, por lo que, se realiza un análisis de los dispositivos activos y pasivos que conforman la topología física y lógica para de esa manera siguiendo la metodología Top-Down se determinen las necesidades y requerimientos para un óptimo diseño en la red LAN. De esta forma se concluye que:

“El rediseño de red al mantener una topología tipo estrella extendida, la infraestructura de red se centraliza y se convierte en administrable, debido a la asignación de ACL, VLANs y el uso de un firewall, obteniendo una internetwork robusta que puede ser utilizada por personal administrativo, docentes y estudiantes de la institución” (Santana y Zurita, 2021).

El volumen dos de la revista Telco Data se encuentra la publicación científica denominada “Structured Cabling Standards Explained” en la cual se describe los beneficios de los estándares del cableado estructurado en la cual se describe:

Varias investigaciones de cableado indican que, en muchos escenarios, la red está inactiva debido a sistemas de cableado de baja calidad y esto dificulta la administración en donde cada sistema de cableado estructurado es único.

Los estándares de cableado estructurado ayudan a las organizaciones y empresas a instalar el cableado, de tal manera que evite los enredos de cableado desordenado manteniendo toda la infraestructura de cableado organizada y flexible. (Telco Data, 2021).

En este artículo el investigador cooperativo hace énfasis en la importancia del cableado estructurado basado en normas y estándares de las cuales podemos destacar los siguientes beneficios: coherencia en el desarrollo e implementación del cableado, conforme a los requisitos, la línea de transmisión y finalmente una documentación uniforme.

En repositorios de la Universidad de Flinders-Australia se encuentra el artículo científico denominado “Structured Cabling Systems Specifications and Standards” el cual propone en base a normativas y estándares el desarrollo, la instalación y mantenimiento de la infraestructura de red de la Universidad de Flinders, haciendo referencia a estándares internacionales como ISO/IEC 11801:2011 el cual se usa para la instalación de cableado genérico, de acuerdo con Sweeney (2021):

La norma debe ser utilizada por el personal, ingenieros, gerentes de proyecto y técnicos de instalación, en donde todas las nuevas instalaciones de cableado de datos deben cumplir con un estándar mínimo de cable de Categoría 6A y ser del tipo de construcción de par trenzado blindado (STP). (p.10)

En el artículo mencionado el autor hace referencia a las áreas principales que se abarca en las normativas y estándares internacionales tales como áreas de trabajo, salas de comunicación, armarios, cableado de fibra óptica, Patch Cords y etiquetado, en donde esta última debe desarrollarse minuciosamente para asegurar que el desempeño adecuado de la red y esta cumpla con los requisitos especificados en las normativas.

De la misma manera se ha tomado en cuenta referencias internacionales como el “Manual Técnico para selección cableado de cobre en sistemas de Telecomunicaciones para edificios comerciales y administrativos.” (Carvajal y Cometa, 2016):

En donde describen características y aplicaciones de proyectos de redes de telecomunicaciones para oficinas comerciales que facilitan la elección correcta del canal de comunicaciones, teniendo en cuenta los requerimientos de ancho de banda y velocidades de transmisión actuales y futuros que deben soportar las redes de datos con la aplicación de estándares y normas para infraestructuras de red. (p.28)

Como referencia internacional se ha tomado en cuenta el manual denominado “Structured Cabling Standards and Practices” (Nguyễn, 2021), en el cual se propone la aplicación de buenas prácticas mediante un análisis extensivo tomando en cuenta el objetivo de los estándares de cableado con la finalidad de promover la interconectividad global de equipos de diversos fabricantes. En este apartado se hace énfasis a las organizaciones de estándares de cableado como TIA e IEEE, desde el lanzamiento del estándar IEEE 802.3an 10-Gigabit Ethernet (10GbE) y la evolución de “ANSI/TIA-568”, los estándares de cableado estructurado han alcanzado un nuevo grado de rendimiento, determinado como Categoría 6A o Categoría aumentada 6. Es así, como en este manual se presentan los nuevos desarrollos para el rendimiento de cableado como la norma “ANSI/TIA-EIA-568-B” que está siendo reemplazada por la serie “ANSI/TIA-568-C”, ya que, en esta serie se incorpora todos los apéndices publicados anteriormente, además de una nueva sección de pautas de cableado genéricas.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Infraestructura de red**

Interconecta equipos u elementos que permitan transferir información y brindar servicios a cualquier tipo de organización. Una adecuada infraestructura de red dentro de las organizaciones está conformada con algunos elementos como son: medios de transmisión de red, elementos de interconexión, alimentación eléctrica, ordenadores, dispositivos y protocolos, todo esto con la finalidad de permitir la comunicación entre aplicaciones en tiempo real, donde los departamentos de TI puedan automatizar y simplificar las tareas de gestión, operación e implementación, que actualmente resultan complejas y consumen mucho tiempo (Cisco, 2013).

Estos departamentos ganan importancia en el aprovechamiento de una nueva generación de servicios y aplicaciones de red innovadores logrando un acceso elevado a los recursos de la red con la unión de todas las necesidades de conectividad de la institución.

### **2.2.2 Objetivo de las redes**

Las redes poseen como fin brindar comunicación por medio del uso de dispositivos informáticos con el objetivo de compartir información, datos, recursos y servicios que estén accesibles para cualquier solicitud que se realice en la red sin que importe la distancia en la que el cliente realice la petición. (Bayas, 2012)

Uno de los objetivos primordiales de las redes es que cumpla con características que permitan definir su funcionalidad como la velocidad, la seguridad, la confiabilidad, la escalabilidad y la disponibilidad, todo esto para que se proporcione un medio de comunicación entre individuos que se encuentran alejados entre sí, incrementado de dicha forma el rendimiento del sistema y el ahorro económico.

### **2.2.3 Tipos de redes informáticas**

Las redes informáticas presentan distintos tipos de clasificación y se puede distinguir la clasificación por su alcance de manera muy fácil (Iniewski et al., 2008). Esta clasificación se da tomando como referencia el radio que abarca la red y a continuación se describe las más importantes:

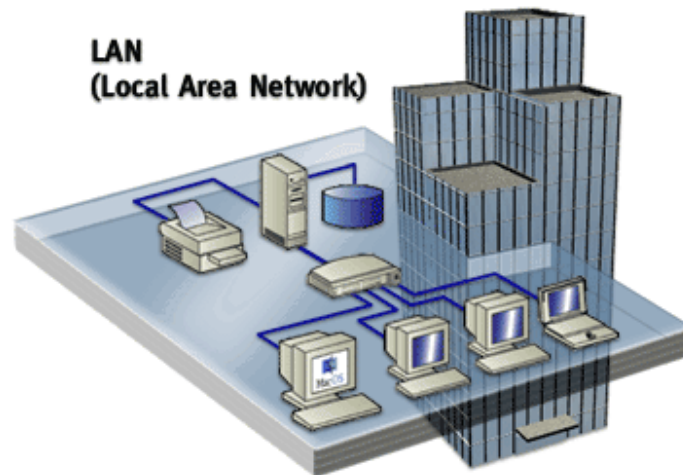
- LAN: “Redes de área local”
- CAN: “Redes de área del campus”
- MAN: “Redes de área metropolitana”
- WAN: “Redes de área amplia”

#### **2.2.3.1 Red de Área Local**

Estas redes conectan a varios usuarios en un entorno contenido, como un edificio corporativo o un campus. Normalmente, Ethernet se utiliza como protocolo de elección.

En este segmento de red se conectan host, impresoras, servidores y otros nodos interconectados en la misma zona. Ciertos ejemplos de redes LAN son las redes de casas, campus universitarios,

empresas u edificios en un área de 200 mts logrando alcanzar 1Km con la utilización de transmisores.

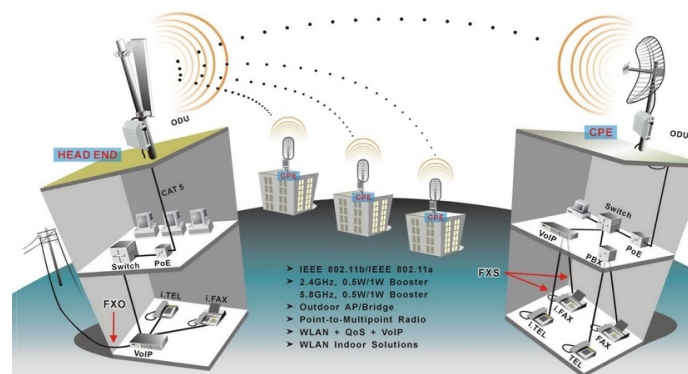


**Figura 1.** Estructura de una red LAN

Fuente: Breaking News. (2014). *Introducción a las redes de datos MAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://capaocho8.com/introduccion-a-las-redes-de-datos-pan-lan-man-wan/>

### 2.2.3.2 Red de Área del Campus

Son consideradas más grandes que las redes LAN, este tipo de conexiones son realizadas en universidades, ya que generalmente se distribuye en edificios que están cerca unos de otros para que los usuarios compartan información.

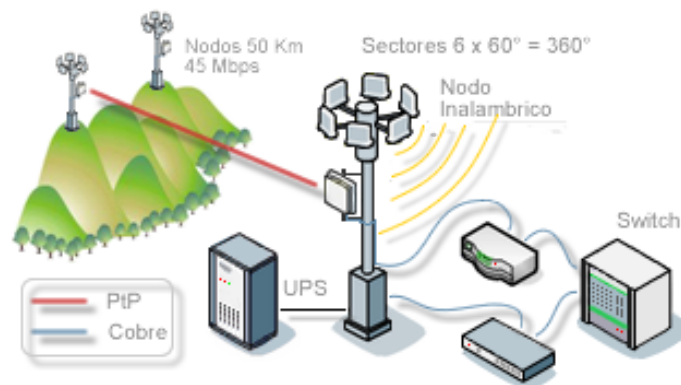


**Figura 2.** Estructura de una red CAN

Fuente: Weebly. (2014). *Tipos de redes según su cobertura* [Fotografía]. Recuperado de <https://tiposderedessegunsucobertura.weebly.com/red-can.html>

### 2.2.3.3 Red de Área Metropolitana

Las redes de este tipo presentan un alcance más amplio conectando tráfico de datos y voz a nivel de ciudad, por lo general utilizando anillos de red óptica síncrona favoreciendo así la comunicación de edificios, casas, grupos de trabajo o departamentos distribuidos en diversos puntos de una ciudad. Interconecta redes LAN y su rapidez de transmisión podría ser hasta 0 Gbps en fibra óptica.



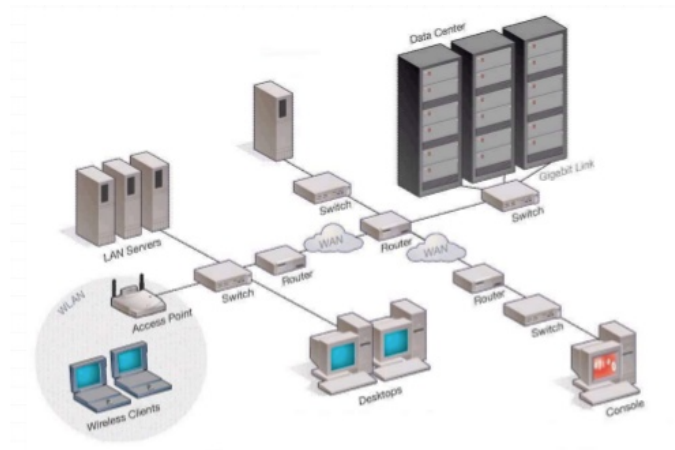
**Figura 3.** Estructura de una red MAN

Fuente: Breaking News. (2014). *Introducción a las redes de datos MAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://capaocho8.com/introduccion-a-las-redes-de-datos-pan-lan-man-wan/>

### 2.2.3.4 Red de Área Amplia

Estas redes en cambio conectan múltiples ubicaciones corporativas o ciudades a través de largas distancias, también conocidas como redes centrales o de largo recorrido. Las WAN utilizan exclusivamente infraestructura de fibra óptica, y a su vez se pueden segmentar en redes MAN.

Las redes de largo alcance brindan servicios de transmisión a largas distancias, generalmente a cientos de kilómetros. En consecuencia, utilizan grandes "tuberías" para transportar el tráfico y su servicio principal es entregar desde el punto A hasta el punto B. (p.10)



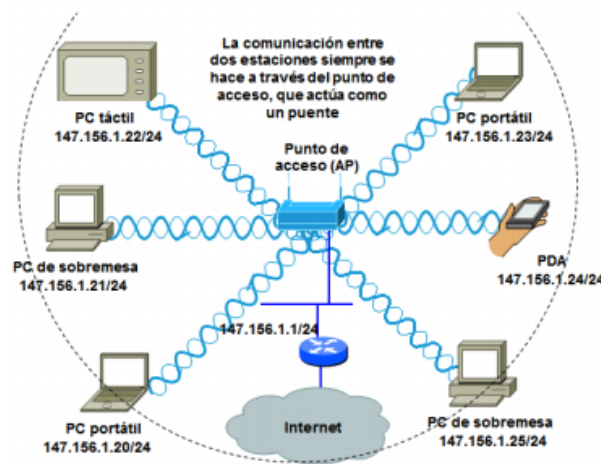
**Figura 4.** Estructura de una red WAN

Fuente: Admin. (2018). *LAN, WAN, MAN: Aprenda las diferencias entre estos tipos de redes* [Fotografía]. Recuperado de <https://cuadroscomparativos.com/lan-wan-man-aprenda-las-diferencias-entre-estos-tipos-de-redes/>

### 2.2.4 Redes Inalámbricas

Una red inalámbrica permite que el intercambio de datos sea por medio del espectro radioeléctrico dando la posibilidad de interconectar dispositivos informáticos por medio de ondas electromagnéticas. Según Proaño (2015) indica que estas redes distinguen una colección de nodos que se conectan entre sí por enlaces de radio, es decir, permite interconectar varios dispositivos informáticos sin la necesidad de contar una conexión física. El conjunto de estándares para el funcionamiento de estas es bajo el 802.11.

En la figura 5 se puede apreciar un punto de acceso que viene a ser el núcleo de todo el desempeño de la red base entre equipos informáticos mediante el estándar Wi-Fi (802.11) que no es más que un grupo de normas que brindan estabilidad, confiabilidad y velocidad en la conexión inalámbrica. (p.17)



**Figura 5.** Tecnología de una red inalámbrica

Fuente: Escudero, A. (2012). *Estándares en Tecnologías Inalámbricas* [Fotografía], Recuperado de [http://www.itrainonline.org/infraestructura\\_guia\\_v02.pdf](http://www.itrainonline.org/infraestructura_guia_v02.pdf)

De acuerdo con Salazar (2017):

Las tecnologías inalámbricas se las pueden seleccionar como mejor se adapten a los requisitos de la aplicación y al alcance, desde unos pocos metros hasta varios kilómetros, puesto que ofrecen nuevas oportunidades para soluciones industriales. Destacando que las bandas de frecuencia más comunes son la de 2,4 GHz y la de 5 GHz, que se usan en la más grande localidad mundial, lo cual posibilita a los usuarios la conexión con redes inalámbricas (p.10). Al no ser necesaria una licencia para su aplicación, ha facilitado el crecimiento de las redes.

**Tabla 1.**  
*Clasificación de redes inalámbricas, tecnología y distancia*

Clasificación de las redes inalámbricas		
Categorías	Tecnologías	Distancia
<b>Redes inalámbricas de área personal</b>	• Bluetooth	• 10 m
	• IrDA	
	• ZigBee	
	• UWB	
<b>Redes inalámbricas de área local</b>	• Wi-Fi	• 10 km
<b>Redes inalámbricas de área metropolitana</b>	• WiMax	• 50 km

---

	• GSM	• 70 km
<b>Redes inalámbricas de área amplia</b>	• GPRS	
	• UMTS	
	• LTE	

---

#### 2.2.4.1 Tipos de redes inalámbricas

El área de cobertura de estas redes se clasifica en:

- **Wireless Personal Área Network (WPAN):** Usualmente utiliza tecnología inalámbrica de corto alcance como Bluetooth. Salazar (2017) menciona que “el alcance promedio de esta clase de tecnología es aproximadamente de 10 metros y tiene como fin comunicar dispositivos personales con sus periféricos mediante la comunicación directa a corta distancia” (p.9).
- **Wireless Metropolitan Área Network (WMAN):** Tiene alcance en lugares metropolitanos; como por ejemplo en ciudades. “La tecnología más utilizada es WIMAX (802. 16)” que representa un alcance de 4 a 10 kilómetros (Barbosa y Orjuela, 2010).
- **Wireless Wide Área Network (WWAN):** Tiene la cobertura más extensa, es decir, en países mediante “el uso de tecnologías inalámbricas de red móvil, como GSM, UMTS, GPRS, 3G y 4G” (Huamán, 2019, p.26).

#### 2.2.4.2 Estándares y protocolos de redes inalámbricas

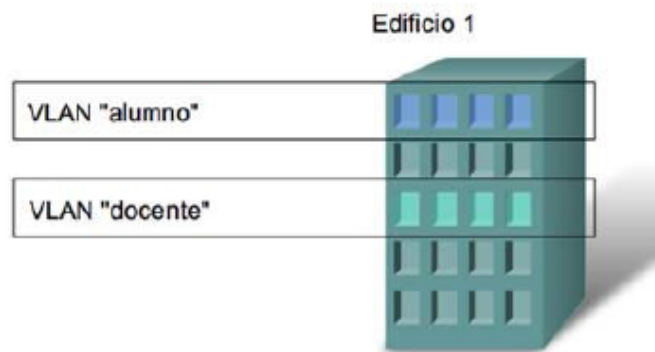
El estándar original de las redes inalámbricas es el 802.11 de acuerdo con el “Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)”, el cual ha evolucionado de acuerdo con el alcance y velocidad.

- **WI-FI:** Este conjunto de patrones se fundamenta en el estándar “802.11 WiFi Alliance” cuya compañía realiza pruebas y certifica las utilidades que se desempeñan bajo este estándar usado en redes inalámbricas locales y operan en los 2.4 GHz.
- **IEEE 802.11b:** Consigue velocidades de emisión de hasta “5.5 y 11 Mbps en el espectro de 2,4 GHz”.
- **IEEE 802.11g:** Creado en 2001, admite velocidades de transmisión de “54 Mbps en la banda espectral de 2,4 GHz”.

- **IEEE 802.11a:** Se lo conoce como Wifi5 por su “banda de 5 GHz”, que tiene mayor frecuencia que el estándar anterior, tiene un rango de mínimo alcance alrededor del 10%.
- **IEEE 802.11n:** Maneja banda de 2,4 GHz, puede alcanzar velocidades de “540 Mbps”. Usa tecnología “MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas)”, que implica el uso de múltiples transmisores y múltiples receptores (Murillo, 2015, p.28).

### 2.2.5 Redes virtuales (VLAN)

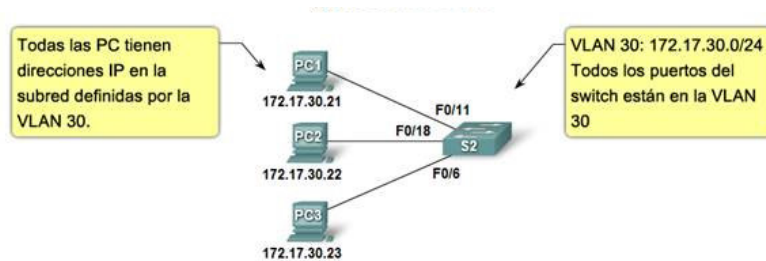
Esta red independiente permite que los host de los diferentes departamentos estén divididas a pesar de compartir la misma infraestructura, en donde se asigna un nombre diferente para permitir una correcta identificación.



**Figura 6.** Asignación de nombres a la VLAN

Fuente: CNNA. (2015). *VLAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://sites.google.com/site/redestelematicas2sti/2a-evaluacion/tema-3-vlan>

Una red VLAN según Fernández (2020) afirma que está basada en tecnología que permite designar una red virtual puramente lógica en basada en la red física real, esta agrupación lógica de recursos y usuarios definidos se encuentran administrativamente conectados a un switch permitiendo simplificar la administración de la red, obteniendo mayor flexibilidad, seguridad y de esa manera optimizar la red de datos, aprovechando la virtualización de las LAN para minimizar los dominios de transmisión y agilizar el tráfico de la red.



**Figura 7.** Configuración de una VLAN

Fuente: CNNA. (2015). *Redes virtuales VLAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://sites.google.com/site/redestelematicas2sti/2a-evaluacion/tema-3-vlan>

Para comunicar una VLAN existen mecanismos diferentes que se basan en el protocolo troncal (Trunk Protocol) desarrollado por Cisco que son IEEE 802.11 utilizado en las redes MAN, ISL que es propietario de Cisco y la emulación LAN utilizada en el backbone ATM.

### 2.2.5.1 Componentes de una red VLAN

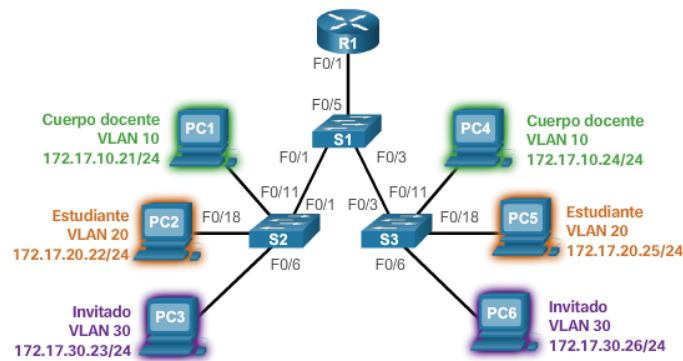
Según Oracle (2014), los elementos de una red virtual incluyen un punto de red y una computadora cliente asociada a dicho dispositivo a través de tecnología inalámbrica. Básicamente, una vez conectados, los dispositivos cliente inalámbricos vinculados con el mismo SSID pueden ingresar a la VLAN a través del punto asignado. Las VLAN administran los datos para los clientes de la misma manera que con las conexiones por cable.

#### 2.2.5.1.1 Comunicación entre VLAN en switches

Para poder comunicarse entre grupos de diferentes VLAN, el switch raíz de la jerarquía de VLANs debe estar conectado a un enrutador. Esto se hará mediante el uso de un puerto troncal del conmutador para enviar todo el tráfico de todas las VLAN creadas en el switch. Antes de que las tramas de una VLAN se envíen a través del puerto troncal a un router, se agrega una etiqueta que indica el identificador de la red virtual a la que pertenece la trama, así lo menciona la Comunidad Huawei (2021), ya que, se basa en el “estándar IEEE 802.1Q” especificando el método de encapsulación de tramas estándar. Para que el router enrute el tráfico entre diferentes VLANs, los grupos de VLAN deben tener diferentes puertas de enlace.

Para hacer esto, en la interface del router al que está conectado el switch, se debe crear una subinterface para cada VLAN conectada entre ellos. La dirección de cada subinterface será la dirección del gateway que debe asignarse a cada dispositivo según la VLAN a la que pertenece.

Por lo tanto, cada VLAN debe tener un espacio de direcciones diferente que pertenezca a una red o subred diferente.



**Figura 8.** Comunicación entre VLANs en Switch

Fuente: Interpolados. (2017). *Beneficios de las redes VLAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://interpolados.wordpress.com/2017/05/01/beneficios-de-las-redes-vlan/>

### 2.2.5.1.2 Enlace troncal o modo trunk

El modo troncal puede ser configurado según (Fernández, 2020):

En uno o más puertos del switch para permitir el paso del tráfico de las distintas VLAN que se configuren. Este enlace puede funcionar en una conexión de switch a otro switch o de switch a router, e incluso switch a servidor que admite el estándar 802.1Q para "reenviar" varias VLAN simultáneamente. En ambos casos, no cabe duda de su eficacia, ya que evita tener que utilizar el enlace físico para cada VLAN.

La configuración de este enlace troncal en los switch que ofrece Cisco se lo realiza haciendo uso del comando `<switchport mode trunk>`, por medio de la herramienta Packet Tracer para realizar pruebas de configuración mediante un emulador. Como se indica a continuación:

```
SW1 (config) # interface fa0/24  
SW1 (config-if) # switchport mode trunk
```

### 2.2.5.2 Tipos de VLAN

De acuerdo con (CISCO, 2018):

Actualmente, existe básicamente una forma de implementar las redes virtuales. Sin embargo, en las redes existen ciertos términos para las "VLAN". Algunos términos definen el tipo de paquetes que envían y otros definen un papel específico que desempeña una red virtual. Los tipos de VLAN se describen a continuación:

- **VLAN de datos:** Envía solo tráfico de datos generados por el usuario. La importancia de separar los datos del tráfico de voz y controlar la administración del switch se subraya bajo el uso de un término puntual para definir las VLAN que solo pueden “enviar datos del usuario”.
- **VLAN nativa:** Se asigna a un puerto troncal 802.1Q, este tipo de red virtual “sirve como un identificador común en extremos opuestos de un enlace troncal”. Es un aprovechamiento al máximo al utilizar una VLAN diferente de la “VLAN 1” como la “VLAN nativa”.
- **VLAN de voz:** Se requiere un tráfico de voz sobre IP, ya que, toda la red debe estar diseñada para admitir VoIP, mediante el uso de detalles de configuración de la VLAN de voz entre el conmutador, el teléfono IP y la computadora. (p.56)

#### 2.2.5.2.1 Dirección IP de una VLAN

Los switch pueden conservar algunas direcciones IP configuradas en un solo puerto. Como menciona DELL Technologies (2021):

Si un switch no tiene un servidor de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP), la dirección IP debe ser asignada de manera estática. El switch enruta el tráfico entre subredes IP conectadas directamente configuradas en el dispositivo y continúa conectando el tráfico entre dispositivos en la misma VLAN, enrutando el tráfico en la capa 3.

Para designar una dirección IP a una VLAN se accede de la siguiente manera:

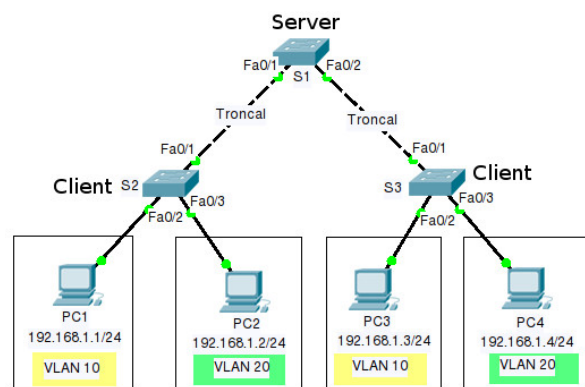
**Tabla 2.**  
*Comandos de asignación de IP en VLAN*

<b>Comando</b>	<b>Función</b>
<i>Switch &gt; enable</i>	Ingresa al modo privilegio
<i>Switch # configure terminal</i>	Entra al modo de configuración
<i>Switch(config) # interface vlan 10</i>	Ingresa a la interface de la vlan
<i>Switch(config-if) # IP address 192.168.1.1 255.255.255.0</i>	Define la dirección IP y la máscara de subred que se desea asignar a la interfaz de la VLAN.

Cabe mencionar que la VLAN debe ser creada antes de querer acceder a la interfaz de la VLAN y configurar la dirección IP y máscara de subred.

### 2.2.5.2.2 Protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol)

Según (Martínez, 2013) este protocolo facilita la configuración de las VLANs en varios switches simultáneamente con sólo la configuración de un switch que haga la función como servidor, en donde en los 3 switches se ha configurado los puertos troncales, a continuación, se procede a mostrar la configuración de los puertos sobrantes con derechos de acceso por motivos de seguridad, luego se configura el VLAN Trunking Protocol en los 3 switches. Las VLAN utilizadas se configurarán en el switch denominado como servidor y finalmente se configura los puertos en sus respectivas VLAN.



**Figura 9.** Configuración del protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol)  
Fuente: OS News. (2013). *Configuración de VTP* [Fotografía]. Recuperado de <http://theosnews.com/2013/03/configuracion-de-vtp-vlan-trunking-protocol/>

De acuerdo con (Ariganello, 2020) se manifiesta que los modos de operación de VTP son los siguientes:

- **Encapsulamiento:** El método de encapsulamiento consigue que los paquetes de una VLAN, "engañen" a los dispositivos para que crean que son de una VLAN diferente y de esa manera se pueda alcanzar la VLAN 2 desde la 1. De igual manera junto con el protocolo dot1Q se permite modificar el paquete de información que se envíe, de esa forma se combina distintas VLANs sin que una interface concreta se vea afectada por la VLAN nativa de la propia red.
- **Modo servidor:** En modo servidor debe ser elegido para el switch que se usará para crear, modificar y suprimir VLAN, en este modo las configuraciones de VLANs se guardan en la memoria de acceso aleatoria no volátil.

- **Modo cliente:** No se puede crear, modificar ni suprimir VLAN, de la misma forma no puede guardar configuraciones de VLAN en una memoria no volátil. El modo cliente debe ser configurado para los switches agregados al dominio de VLAN Trunking Protocol (VTP) para evitar posible reemplazo de configuración de VLAN.
- **Dominio VTP:** Se refiere a la interconexión de varios switch en el mismo nombre de dominio de VTP, ya que, este permite separar su red en dominio reduciendo de esa manera la administración de la VLAN, hasta que no se especifique el nombre de dominio de VLAN Trunking Protocol no se puede crear ni modificar las VLANs en el “servidor VTP” y de igual forma los datos de la VLAN no se pueden reproducir por la red.

## 2.2.6 Componentes de una red

### 2.2.6.1 Sistema de cableado

Componen una estructura por donde se envía información de manera fiable los más recurrente es voz-datos. El cableado estructurado entrega una infraestructura física entre las estaciones de trabajo y el centro de datos, este sistema tiene la capacidad de soportar los requerimientos de la empresa (Martínez, 2021).

### 2.2.6.2 Medios de Trasmisión

Para realizar el envío de datos desde un host de destino a un ordenador que se conecte a la misma red local se hace uso de varios medios de trasmisión. Lo más común hoy en día es por medio de una red cableada o de manera inalámbrica.

Entre los medios de trasmisión de una red LAN encontramos:

- **Cable de par trenzado**

De acuerdo con Bernal (2014) afirma que el cableado UTP,

Es un cable compuesto por un par de hilos de cobre aislado, trenzado o retorcidos, en un cable se utilizan varios de estos partes para así evitar interferencias, este tipo de cable es el más utilizado en las redes LAN y en instalación de telefonía. (p.6).

Actualmente, puede encontrar distintos tipos de cable UTP cada uno de estos presenta diferente rendimiento en la conexión y comunicación de los equipos. A continuación, se presenta las distintas categorías que se maneja en cableado UTP de acuerdo con la norma TIA 568.

**Tabla 3.**  
*Categorías de cable UTP*

<b>Categoría</b>	<b>Velocidad de Transferencia</b>	<b>Frecuencia de Transmisión</b>
<b>Cat 5</b>	100 Mbps	100 MHz
<b>Cat 5E</b>	1 Gigabit	100 MHz
<b>Cat 6</b>	1 Gigabit	250 MHz
<b>Cat 6A</b>	10 Gigabit	500 MHz
<b>Cat 7</b>	10 Gigabit	600 MHz
<b>Cat 7A</b>	10 Gigabit	1000 MHz

- **Cable UTP Categoría 6A**

Esta categoría presenta una ventaja en su velocidad de transferencia y frecuencia de transmisión en comparación con los de sus antecesores, en cuanto a su estructura física presenta una coraza ensamblada lo que permite mantener sus cables internos en sus hijos en mejor estado y evita que exista un desgaste del cable, de la misma forma aísla los hilos unos de otros lo que permite disminuir la interferencia por frecuencias altas, como se cita en (CENTELSA, 2018) el cable categoría 6A bajo la normativa ISO (Organización Internacional de Normalización) se catalogan como parte de un cableado estructurado tipo UTP actualizado, implementado en los nuevos proyectos debido a su buen desempeño y gran rentabilidad en la inversión. (p.2).

### 2.2.6.3 Estándares para UTP

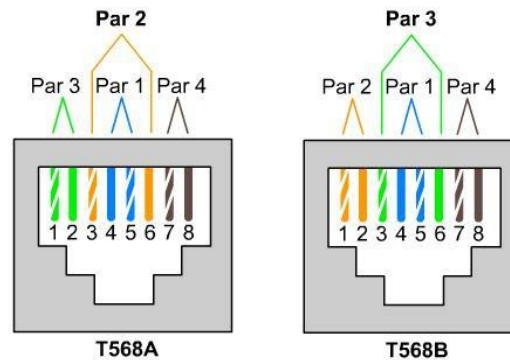
- **“Norma EIA/TIA 568 A – 568”**

Esta normativa hace referencia a “sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales”, facilita la implementación de cableado en estructuras comerciales con escaso conocimiento sobre telecomunicaciones y de los elementos que lo integran, dentro de este documento se encuentran detalles básicos para el funcionamiento de un cableado estructurado de calidad, llevando a cabo sugerencias sobre topologías y distancia.

De acuerdo con Telecommunications Industry Association (TIA):

La norma EIA/TIA 568 especifica dos configuraciones de conexión 568-A y 568-B para el cable UTP de 4 pares, en donde las diferencias básicas entre uno y otro radican en que en el 568-A el par número 2 del cable (naranja) termina en los contactos 3 y 6, y el par número 3 del

cable (verde) en los contactos 1 y 2; mientras que el 568-B solo intercambia estos dos pares. El par número 1 y número 4 no varían de una configuración a otra.



**Figura 10.** Normativa T568A-T568B

Fuente: Muñoz, I. (2011). *Categoría de Cable UTP* [Fotografía]. Recuperado de <https://sites.google.com/site/icasmunoz/segunda-unidad/tipos-de-cables/cable-par-trenzado/categorias-del-cable-utp>

- **Fibra Óptica**

De acuerdo con Gormaz (2010):

La fibra es un medio de transmisión de ondas luminosas, construido por un núcleo de vidrio o plástico, que sirve como conductor de la radiación luminosa y un revestimiento de vidrio o plástico que conserva la luz en su interior, en los beneficios que destaca la reducción del tamaño y el bajo peso del cable, inmunidad a las interferencias y los efectos electromagnéticos además de una poca predominación a componentes del medio ambiente.

### 2.2.7 Cableado Horizontal

Tomando en consideración la normativa “ANSI/TIA/EIA-568”, la cual constituye por definición al cableado horizontal como la parte que conecta las zonas de trabajo con las distribuciones de piso o closet de telecomunicaciones.

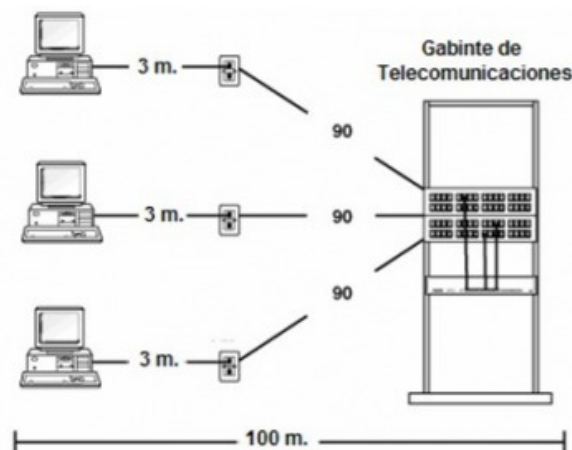
A continuación, se mencionan los principales aspectos de esta norma:

- Su topología física es en estrella.
- Utiliza cable UTP/STP.
- No se admite empalmes ni uniones.
- Pueden incluir puntos de consolidación.
- Cordones de interconexión en el closet de telecomunicación y estaciones de trabajo.

- Con una extensión máxima de 90 metros. (Rolando,2018)

De la misma forma tomando en consideración la normativa “ANSI/TIA/EIA-569” que establece “las rutas y espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales”. En la cual se establece espacios de canalización tales como:

- Canal bajo piso
- Canal bajo piso elevado
- Canales aparentes
- Bandeja porta cables
- Canal sobre Gypsum
- Canales perimetrales

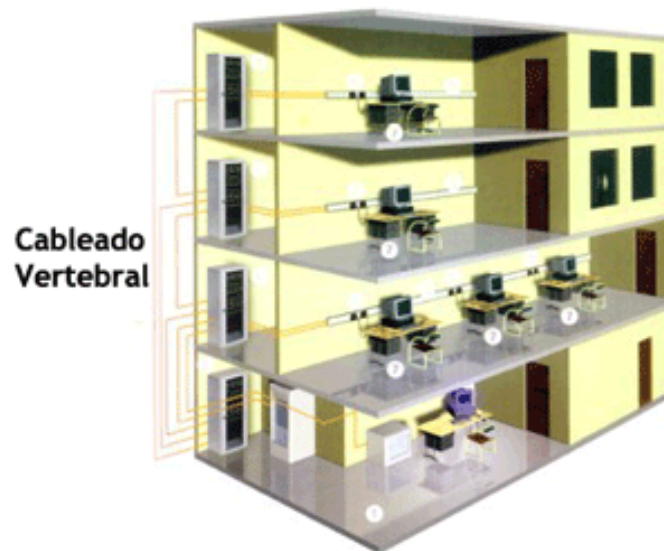


**Figura 11.** Cableado horizontal

Fuente: UNFV. (2011). *Subsistema de Cableado Horizontal* [Fotografía]. Recuperado de <http://bracamontedatcenters.weebly.com/cableado-horizontal.html>

## 2.2.8 Cableado Vertical

El cableado vertical o troncal (Backbone Cabling) conecta armarios o cuartos de comunicaciones, se utiliza para conectar diversas plantas de una misma edificación. Según sugiere la normativa “ANSI/TIA/EIA-568” el cableado vertical se puede ocupar fibra óptica o UTP este último sin exceder los 800 metros, del mismo modo según lo predeterminado en la normativa “ANSI/TIA/EIA-569” que instituye “las rutas y espacios de Telecomunicaciones para Inmuebles Comerciales” menciona que las canalizaciones internas del cableado vertical se pueden hacer por medio de canales escalerilla o porta cables (Gómez, 2017).



**Figura 12.** Cableado vertical

Fuente: Axioma. (2015). *Cableado Vertebral* [Fotografía]. Recuperado de [https://www.axioma.co.cr/cableado\\_vertebral.html](https://www.axioma.co.cr/cableado_vertebral.html)

## 2.2.9 Equipos de red

### 2.2.9.1 Equipos Activos

- **Switch**

Posibilita establecer comunicación entre los equipos de la red Ethernet. El Switch encuentra las direcciones MAC de todos los dispositivos conectados a sus puertos y es capaz de esta forma de mandar trama de datos del puerto de procedencia al puerto de destino. Además, los switches cuentan con una memoria intermedia llamada buffer, una por cada puerto para guardar temporalmente las tramas de los datos. Este grupo de propiedades expuestas dota de una efectividad al switch en la transmisión y reducción de tiempos de respuesta (Moro, 2015).

Según Cisco (2013) define a los Switches como:

“Un instrumento fundamental en la arquitectura para cualquier sistema de red. Su principal funcionalidad es interconectar varios equipos en red local, como computadoras, impresoras y servidores; en la misma red dentro de un edificio. Un Switch permite a los dispositivos conectados compartir información y comunicarse entre sí” (p.2).

- **Switches administrables**

Estos ofrecen grande estabilidad, funcionalidades y flexibilidad, ya que, se puede configurar para que se adapten a la red. Con este control se puede contar con mayor seguridad en la red, mejorar la calidad de la red para los usuarios de la red (Cisco, 2013).

- **Router**

El Router se convirtió en los dispositivos de interconexión más usados en las redes telemáticas, en donde el router es un dispositivo para establecer conexión entre redes, además escoge la ruta óptima que debería seguir el paquete a partir de un host a otro. El router actúa en la capa de red del modelo OSI, para comunicar redes el router debería tener una interfaz por cada red a conectarse y en cada una de ellas asignadas una IP (Valdivia, 2015).

Según Cisco (2012) define a los routers como:

“Un dispositivo que se utiliza para conectar varias redes. Por ejemplo, puede utilizar un router para conectar sus computadoras en red a Internet y, de esta forma, compartir una conexión de Internet entre varios usuarios. El router actuará como distribuidor, seleccionado la mejor ruta de desplazamiento de la información para que la reciba rápidamente” (p.2).

- **Access Point**

Por medio de un Access Point se establece comunicación entre una red inalámbrica con una red cableada, es decir, actúan como puente o bridge, este se comunica por ondas de radio y puede comunicarse con cualquier dispositivo identificado que este en un rango de acción convirtiéndose así en el centro de la comunicación inalámbrica. (Gómez, 2017)

- **Puentes de red (Bridges)**

Un puente (bridge) posibilita conectar 2 o más redes que operan con el mismo protocolo. Los puentes funcionan en la capa lógica del “Modelo OSI” al funcionar en capa 2 los puentes tienen la posibilidad de filtrar tramas con el objetivo de llegar al destinatario. Los puentes son usados para segmentar una red y minimizar las colisiones en todas las redes que sean implementados con esto se incrementa el rendimiento y la estabilidad en las redes. Una de las propiedades primordiales de los bridges es que no necesitan configuración adicional, debido a que usan un

mecanismo de aprendizaje automático para saber el canal por el que mandar las tramas (Matamala y Caballero, 2016).



**Figura 13.** Fibra óptica inalámbrica

Fuente: Constructora ZyM. (2014). Fibra Óptica Inalámbrica [Fotografía]. Recuperado de <http://www.constructorazym.cl/fibra-optica-inalambrica/>

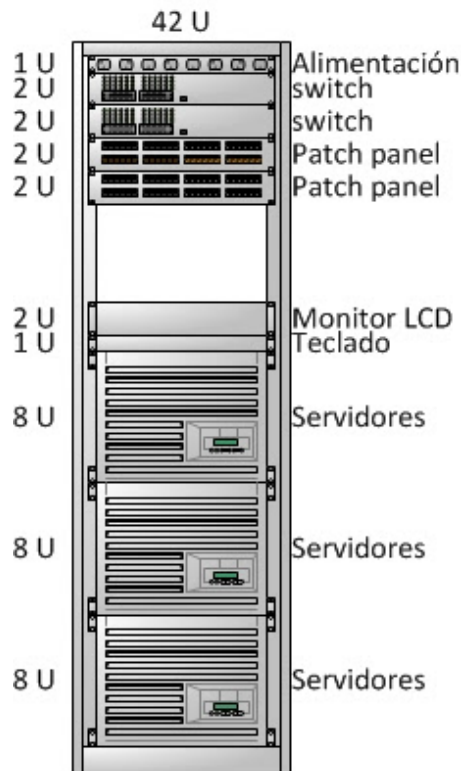
### 2.2.9.2 Equipos Pasivos

- **Rack de comunicaciones**

Un rack es una estructura metálica similar a un gabinete o a un armario en donde podemos alojar una gran cantidad de equipo de telecomunicaciones como pueden ser servidores routers, switches o cualquier dispositivo que se necesite para brindar un servicio dentro de una organización u empresa.

Existe diferentes tipos de racks su implementación depende del tipo de solución y el espacio que posee la empresa existiendo racks de 10 unidades de 27 o 45 unidades de rack (es una medida para definir la altura de los equipos que nos va a ayudar a realizar la medición o capacidad de determinador rack).

Los racks son muy importantes en una infraestructura de red al ser los actores principales porque gracias a ellos podemos darles las condiciones óptimas tanto de almacenamiento, así como técnicas para que los servicios de los clientes funcionen de manera correcta.



**Figura 14.** Distribución de un Rack

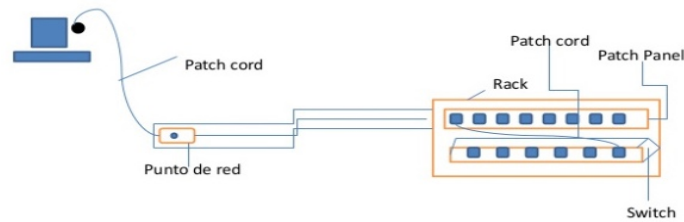
Fuente: Ferreiro, A. (2017). *Informática de Oficinas* [Fotografía]. Recuperado de <http://fpbinforoficinas.blogspot.com/2017/01/>

- **Patch panel**

Es el hardware responsable de aceptar todos los medios de transmisión y actuar como administrador de conexión de red, facilitando la conexión de los componentes de red LAN apropiados a los componentes conectados del sistema. Esto asegura que los puertos de conexión de los dispositivos que operan en la red no se dañarán por la operación rutinaria de quitarlos e insertarlos en el puerto.

- **Patch Core**

Es un cable de red que nos permite realizar la conexión entre dos dispositivos electrónicos para establecer una conexión, existen 2 tipos de cable Patch Core: directos y cruzados ambos se utilizan dentro de un cableado estructurado con una función distinta cada uno. Actualmente se encuentran vigentes dos normas para el cableado estructurado la “EIA/TIA-568-A” y la “TIA/EIA-568-B”. (Córdova y Acuña, 2013)



**Figura 15.** Distribución Switch y Patch Panel

Fuente: Antón, E. (2017). Switch y Patch Panel [Fotografía]. Recuperado de <https://antonendika.wordpress.com/2017/05/09/instalacion-de-datos-por-switch-y-patch-panel/>

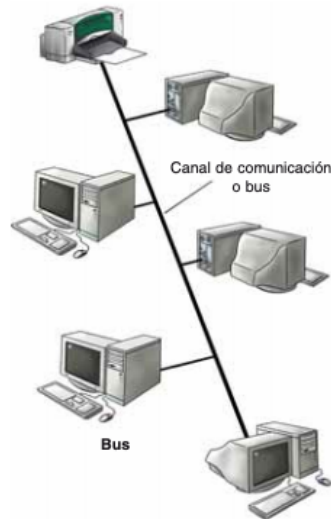
### 2.2.10 Topología de redes

“Es un mapa físico o lógico de la red para intercambiar datos, es decir, la forma en la que está diseñada la red sea en plano físico o lógico” (Durán, 2015).

Con la función de establecer una cadena de comunicación entre los nodos que conforman una red y así realizar el flujo de la información. Hace referencia a la disponibilidad y capacidad de procesamiento de los recursos que conforman la red con la finalidad otorgarle a la red ciertos criterios que le brindan un desempeño más eficiente. (p.15)

- **Topología en Bus**

Esta topología presenta un solo canal por el cual se transfieren los datos, es decir que los dispositivos están conectados a un enlace central, si el canal presenta fallas ningún dispositivo de la red se puede conectar o enviar algún mensaje, ya que, el dispositivo que envía el mensaje lo envía a cada uno de los equipos conectados a la red generando congestión y lentitud.

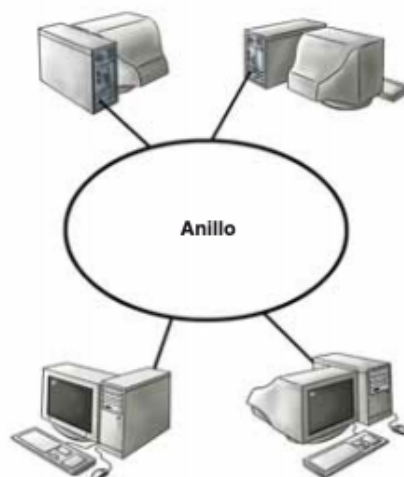


**Figura 16.** Topología de red en bus

Fuente: Tanenbaum, C. (2011). *Comunicación entre ordenadores. Redes informáticas* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448129407.pdf>

- **Topología en Anillo**

Se encuentra interconectada por Ethernet, en donde todos los equipos están enlazados el uno con el otro por lo que la información se traslada en un solo camino y de esa manera acepta el indicado. Esta red funciona con token y el dispositivo que lo tenga es el que puede enviar la información, es decir que, los demás no pueden enviar información a menos de que el equipo con el token termine de enviar el mensaje o información que quiere transmitir, cabe mencionar que los dispositivos no pueden enviar la información al mismo tiempo y que si un dispositivo se daña, pueden presentarse problemas de tráfico.

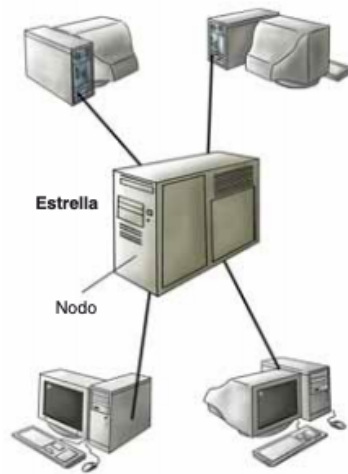


**Figura 17.** Topología de red en anillo

Fuente: Tanenbaum, C. (2011). *Comunicación entre ordenadores. Redes informáticas* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448129407.pdf>

- **Topología en Estrella**

En esta topología cada dispositivo de red está conectado a un switch o tiene su propio canal, lo cual se puede conectar otros dispositivos de red permitiendo que la información sea enviada al mismo tiempo y no se presente colapsos ni saturación en la red, ya que si algún dispositivo se daña no afecta a los demás.

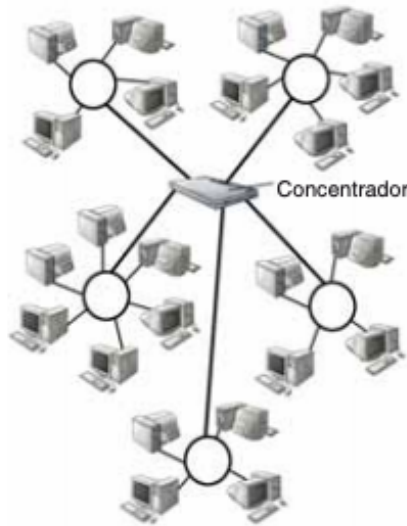


**Figura 18.** Topología de red en estrella

Fuente: Tanenbaum, C. (2011). *Comunicación entre ordenadores. Redes informáticas* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448129407.pdf>

- **Topología Híbrida**

La topología híbrida combina varias topologías para unificar un diseño de red completo, es una de las más frecuentes, ya que, si algún dispositivo o nodo presenta complicaciones, no pasa nada con la red, por lo tanto, su aplicación es obligada por la dificultad de la solución de red o al crecimiento de la cantidad de equipos, por lo que, es necesario instalar tales topologías para que la información viaje por varios caminos sin interrupciones.



**Figura 19.** Topología de red híbrida

Fuente: Tanenbaum, C. (2011). *Comunicación entre ordenadores. Redes informáticas* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448129407.pdf>

### 2.2.11 Normas para cableado estructurado

El diseño e instalación de cableado de voz y datos tienen que llevar a cabo con un conjunto de normas o estándares en las cuales se especifican los diversos tipos de cableado como puede ser pares de par trenzado o cable de fibra óptica.

Estas normativas son desarrolladas por varias empresas de estándares industriales, como, por ejemplo:

- ANSI “Instituto Americano de Estándares Nacionales”
- la EIA “Alianza de Industrias Electrónicas”
- la TIA “Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones”
- ISO “Organización Internacional de Normalización”
- IEC “Comisión Electrotécnica Internacional”
- CENELEC “Comité Europeo de Normalización Electrotécnica”

#### 2.2.11.1 Normativas internacionales de cableado

En la normativa ANSI/EIA/TIA, se establecen las pautas a seguir para el desarrollo de un cableado estructurado, esta norma asegura que los sistemas se efectúen en consenso a ella resistiendo cada uno de los sistemas de telecomunicación presentes y futuros por un tiempo de por lo menos 10 años.

Las organizaciones y normas que regular el cableado estructurado según Martin (2019):

- **ANSI/TIA/EIA-568-B**

“Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, instalaciones de cableado par trenzado y fibra óptica”

- **ANSI/TIA/EIA-569-A**

“Normas de recorrido y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales. Formas de canalizar el cableado”

- **ANSI/TIA/EIA-606-A**

“Normas de administración de infraestructura de telecomunicación en edificios comerciales”

### **2.2.11.2 Estándares ANSI/TIA/EIA**

De acuerdo con Joa (2015):

El estándar determina los Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones, además, provee especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.

El estándar identifica seis componentes en la infraestructura edilicia (construcción):

- “Instalaciones de Entrada”
- “Sala de Equipos”
- “Canalizaciones de “Montantes” (“Back-Bone”)”
- “Salas de Telecomunicaciones”
- “Canalizaciones horizontales”
- “Áreas de trabajo”

### **2.2.12 Protocolos de red**

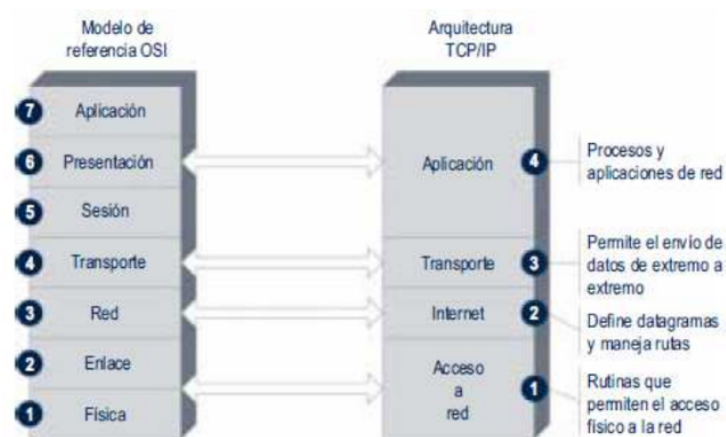
Dividen los grandes procesos en funciones y tareas discretas específicamente definidos en toda la red. El modelo estándar más conocido es “la interconexión de sistemas abiertos (OSI)”, en donde, las últimas capas se ocupan de la transmisión de datos y las superiores del software y las aplicaciones y de la misma manera el protocolo TCP/IP que se lo utiliza en los modelos cliente-servidor que incluye numerosos protocolos en todas las capas, como las capas de datos, red, transporte y aplicación, que trabajan juntas para permitir la conectividad a Internet (Chai y Irei, 2021).

### 2.2.12.1 Niveles OSI – TCP/IP

Actualmente, los protocolos OSI “Open Interconexión de sistemas” y TCP / IP “Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet”, pertenecen a la arquitectura de redes más importantes. Pérez y Facchini (2017) mencionan que:

Tanto el Modelo OSI como TCP/IP se basaron en principios o propiedades fundamentales como el encapsulamiento que se basa en ocultar la arquitectura de red subyacente a los usuarios y permitir la comunicación sin demandar conocimiento de dicha estructura. La independencia topológica que no obliga el uso de una topología de interconexión de red. La independencia de ubicación que se basa en mandar datos por medio de las redes intermedias no demandando que se encuentren de manera directa conectadas a las pc de destino.

La identificación universal donde cada una de las pc en la interconexión comparten un conjunto universal de identificadores de máquina y la independencia de redes y computadoras que viene a ser el conjunto de operaciones para establecer una comunicación o transferir datos debe permanecer independiente de las tecnologías de la red subyacente y de la computadora destino.  
(p.20)



**Figura 20.** Correspondencia del modelo OSI con TCP/IP

*Fuente:* Matango, F. (2016). *Conceptos Básicos protocolo TCP/IP* [Fotografía]. Recuperado de <http://www.servervoip.com/blog/conceptos-basicos-protocolo-tcpip/>

Las capas del modelo “OSI” y la arquitectura “TCP/IP” se describen a continuación.

**Tabla 4.**  
*Capas de Modelo OSI y Arquitectura TCP/IP*

<b>Capas del Modelo OSI</b>	<b>Capas de la Arquitectura TCP/IP</b>
7 Aplicación	
6 Presentación	
5 Sesión	4 Aplicación
4 Transporte	
3 Red	3 Transporte
2 Enlace	2 Internet
1 Física	1 Acceso a la red

- **Nivel de Aplicación**

De acuerdo con el Área de Ingeniería Telemática (2012) se manifiesta que:

En este nivel se encuentra en la capa más alta de la arquitectura TCP/IP, permite que las aplicaciones accedan a los servicios disponibles por medio de Internet. Estos servicios son compatibles con una serie de protocolos que los proporcionan y de igual manera utilizan la capa de transporte para enviar y recibir datos. Por ejemplo, el protocolo FTP (File Transfer Protocol), proporciona los servicios necesarios para la transferencia de ficheros entre dos ordenadores.

Algunos protocolos estándares presentes en esta capa son el SMTP, HTTP, DNS, POP3, etc.

- **Nivel de Transporte**

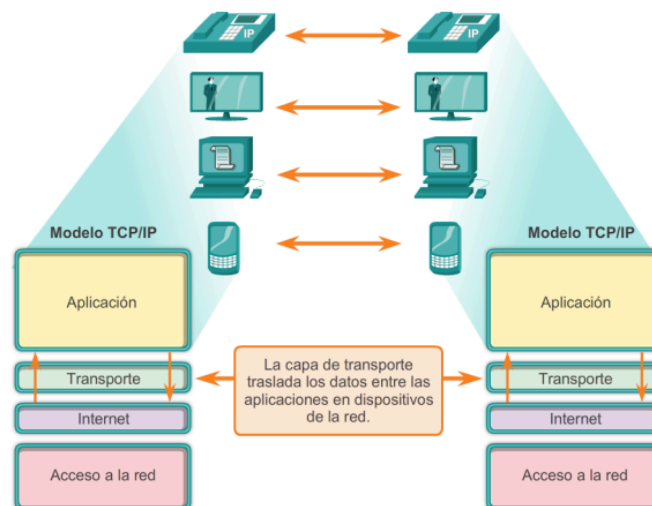
La función de esta capa proporciona tres puntos principales: multiplexación, segmentación y rearmado, y verificación de errores.

De acuerdo con Tello y Willchez (2006):

Esta capa permite establecer una comunicación extremo a extremo entre los programas de la capa de aplicación, ya que, el emisor divide la información que recibe del nivel de aplicación en paquetes añadiendo los datos necesarios para el control de flujo y control de errores y pasarlos al nivel de red junto con la dirección de destino. De igual manera el receptor en este nivel se encarga de ordenar y unir las tramas para generar de nuevo la información original.

Para implementar el nivel de transporte según se utilizan los siguientes protocolos:

- “Transmission Control Protocol (TCP)” : Otorga un servicio confiable, con lo que las tramas o mensajes llegan ordenados y sin errores
- “User Datagram Protocol (UDP)” : Este protocolo de transporte al contrario del anterior da un servicio, no confiable, no ejecuta control de fallas ni de flujo. La transmisión de voz y vídeo en tiempo real es una aplicación típica de UDP. (p.22)



**Figura 21.** Representación gráfica del nivel de transporte para establecer comunicación  
Fuente: Cisco. (2020). *Capa de transporte* [Fotografía]. Recuperado de <https://afly.co/r5p6>

El conocimiento de cómo funcionan “TCP” y “UDP”, y las aplicaciones comunes que emplean cada protocolo, proporciona la calidad de servicio y la construcción de redes más confiables.

- **Nivel de Red**

Oracle (2010):

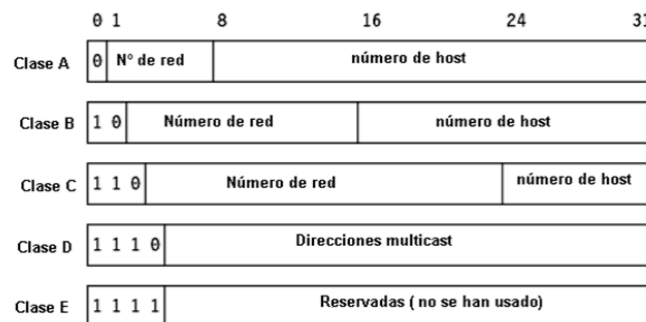
Indica que la capa de Internet, también conocida como capa de red o capa IP, acepta y transfiere paquetes para la red. Esta capa incluye el protocolo de Internet (IP), el protocolo

de resolución de direcciones (ARP), el protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP) y los protocolos IPv4 e Ipv6.

- **Direcciones IP**

Uno de los componentes más importantes de IP es la definición de direcciones de punto final. Aransay (2011) asegura que:

La dirección IP es el número que se escoge o se asigna dentro de la red. Es la manera que tiene Internet de saber quién es quién. Es uno de los elementos más comunes que se pueden encontrar en Internet. Todas las páginas web que se visiten, cualquier ordenador e incluso los routers con los que se conecten tienen una de estas direcciones, están formadas por cuatro números de hasta tres cifras separados por tres puntos. Los valores de cada número pueden variar entre 0 y 255. (p.12)



**Figura 22.** Clases de direcciones IP

Fuente: Aransay, J. (2011). *Internet Básico. Redes informáticas* [Fotografía]. Recuperado de [https://www.unirioja.es/cu/jearansa/1112/ficheros/Tema\\_2IN.pdf](https://www.unirioja.es/cu/jearansa/1112/ficheros/Tema_2IN.pdf)

Estas direcciones definen de forma única los puntos finales entre los que se enrutan los segmentos IP. Estas constan de 32 bits. Hay tres formatos de direcciones IP que van desde la clase A hasta la clase C. Estas clases permiten la descripción de unas pocas redes con un gran número de hosts cada una (clase A) y muchas redes con pocos hosts cada una (clase C).

- **IPv4**

La dirección IPv4 utiliza una dirección de 32 bits dispuestos en 4 octetos, en donde cada uno de ellos contiene “8 bits” separados por puntos en notación decimal. Castillo (2020) asegura que:

Al trasladar esto a la práctica será un número tal que así: 192.168.0.13, por ejemplo, esta dirección consta de 32 bits en donde se puede direccionar un total de 4 294 967 296

hosts. Una de las diferencias con IPV6 es que está compuesta de 128 bits compuesta de 8 secciones en donde cada una de ellas lleva 16 bits.

**Tabla 5.**  
*Clase de direcciones IP*

CLASE A	CLASE B
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se asignan a redes con un número muy grande de hosts</li><li>• El primer bit es 0</li><li>• Existen 126 redes tipo A con 16777214 host por red</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se asignan a redes de tamaño mediano a grande.</li><li>• Los primeros bits son 1 y 0.</li><li>• Existen 16382 redes tipos B con 65534 host por red.</li></ul>

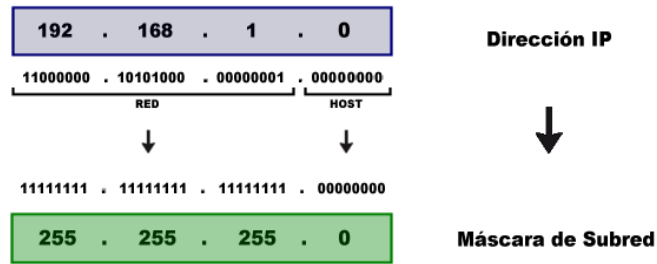
- **Máscara de subred**

La Máscara de Subred permite a las IP en la capa 3 el determinar si la dirección IP de origen que se está tratando de contactar sea remota o local, esta ayuda a determinar que parte de la dirección IP es el Network ID y cuál es el Host ID, es decir, permite identificar la parte fija de la IP de la parte variable.

Como menciona Oviedo (2019):

Las máscaras de subred pueden distinguir direcciones IP que a simple vista parecen iguales, pero al tener una máscara de subred distinta permite que no haya confusión, en donde se le asignara el 225 a la posición de la IP que no varía, y le pone un 0 a la variable.

Por lo tanto, una máscara de subred es parecida a 255.255.255.0. y la explicación hace referencia a que los tres primeros grupos de números de la IP no cambian, y solo cambian los números del cuarto.



**Figura 23.** Representación de la máscara de subred

Fuente: Gutiérrez, J. (2014). *Conceptos de red (ii): subredes y máscara de subred* [Fotografía]. Recuperado de <http://acordesinformaticos.blogspot.com/2014/07/conceptos-de-red-ii-subredes-y-mascara.html>

- **Nivel Físico**

Esta capa es responsable de transmitir bits entre 2 entidades o nodos conectados de manera directa, así sea un enlace punto a punto o multipunto. Los datos se transmiten mediante señales eléctricas especiales a tensiones admisibles “1 o 0” por igual en la situación de los cables ópticos, que determinan las propiedades mecánicas del conector y la señal subyacente. Por ejemplo, Reina y Ruiz (2013) mencionan que:

La capa de red física especifica las características físicas del medio de comunicaciones utilizando protocolos como USB, DSL, Infrared, SDH, etc. La capa física de TCP/IP describe los estándares de hardware como IEEE 802.3, la especificación del medio de red Ethernet, y RS-232, la especificación para los conectores estándar.

**Tabla 6.**  
*Resumen del modelo OSI con TCP/IP*

Nº CAPA	CAPA OSI	CAPA TCP/IP	PROTOCOLOS
5,6,7	Aplicación, sesión, presentación	Aplicación	NFS, NIS, DNS, LDAP, FTP, RIP, RDISC, SNMP y otros.
4	Transporte	Transporte	TCP, UDP, SCTP
3	Red	Internet	IPv4, IPv6, ARP, ICMP

2	Vínculo de datos	Vínculo de datos	PPP, IEEE 802.2
1	Física	Física	Ethernet (IEEE 802.3), Token Ring, RS-232, FDDI y otros.

### 2.2.13 Diseño de redes Top Down de Cisco

El objetivo de esta metodología conforme el libro Top-Down Network Design de Cisco, Oppenheimer (2011):

Contribuir a diseñar redes que cubran las metas empresariales y técnicas de cualquier organización, proporcionando procesos y herramientas probadas para contribuir a llevar a cabo con los requisitos técnicos referentes a funcionalidad, disponibilidad, escalabilidad, accesibilidad y estabilidad (p.4).

Las 5 fases que componen la metodología redes PPDIO “Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar, Optimizar” como menciona Pereira (2017):

- **Fase I: Análisis de requerimientos**

Hace referencia al estudio de requisitos técnicos identificando las metas del negocio; además caracteriza el estado actual de la red, incluye la arquitectura y el rendimiento de los dispositivos primordiales de la infraestructura de red.

- **Fase II: Diseño Lógico de la red**

Esta etapa muestra diagramas de red con la información captada en la etapa anterior, el plan del proyecto es actualizado con los datos más importantes para la utilización incluyendo la idealización de la estabilidad, la red de administración de diseño y de requisitos de ingreso.

- **Fase III: Diseño de la red física**

A lo largo de la etapa de diseño físico, se proponen las tecnologías y productos (marcas y referencias de equipos) que concuerden con el registro del diseño lógico.

- **Fase IV: Administración de la red**

En esta fase se definen herramientas y tecnologías para llevar el proceso de administración de la red, minimizando fallos y aumentando el rendimiento de esta.

- **Fase V: Pruebas, Optimización y documentación del diseño de la Red**

Al final, se aplica una serie de pruebas y si se encuentra una falla se optimiza el diseño de la red y se documenta el trabajo con el diseño final (p.13).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

La presente investigación utiliza un enfoque mixto, ya que, el estudio de la variable independiente que consiste en la infraestructura de red se basa en el enfoque cuantitativo discreto que permitirá conocer los valores aislados dentro de la investigación. Es por eso por lo que Palella y Martins (2012) afirman que:

El enfoque cuantitativo se caracteriza por privilegiar el dato como esencia sustancial del argumento puesto que es la expresión concreta que simboliza una realidad. Esta afirmación se sustenta en el principio de que lo que no se puede medir no es digno de credibilidad. Por ello, todo debe estar soportado en el número, en el dato estadístico que aproxima a la manifestación del fenómeno (p.47).

Por lo tanto, este enfoque recolecta datos numéricos de la cantidad de equipos u elementos que permitan transferir información y brindar servicios a cualquier tipo de organización para automatizar y simplificar las tareas de gestión, operación u otros factores que influyen en la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado de Tulcán.

De la misma forma la investigación contempla un enfoque de tipo cualitativo, ya que, se determinan las principales causas de la problemática tanto de la infraestructura de red como los inconvenientes que presenta la administración de la red a los funcionarios del GAD Municipal de la ciudad de Tulcán, de igual forma se describe los beneficios de aplicar normas en una infraestructura de red.

Según Sampieri (2007) manifiesta que el uso de un enfoque cualitativo:

Se utiliza en la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación y puede o no probar hipótesis en su proceso de interpretación, de esta forma, pueden ser la observación y descripción. Su propósito consiste en reconstruir la realidad tal como la observa los actores.

Mediante instrumentos y técnicas de recolección de información como la entrevista, encuesta y la observación se determinará los principales inconvenientes de la administración de la red en la infraestructura de red que actualmente opera en el GAD Municipal de Tulcán.

### **3.1.2. Tipo de Investigación**

El trabajo al basarse en un enfoque cuantitativo y cualitativo se utilizará los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación documental**

Se fundamenta teóricamente en artículos científicos, libros, revistas y trabajos de investigación tomados de diferentes repositorios digitales con la finalidad de conceptualizando las variables de estudio como son “diseño de infraestructura tecnológica” y “administración de la infraestructura de red” del GAD Municipal de Tulcán.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010):

“La investigación documental es detectar, obtener y consultar información bibliográfica que aporten con conocimientos y/o información recogida moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio.”

- **Investigación descriptiva**

El propósito es exponer los eventos que definirán los aspectos actuales de la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán. Este tipo de investigación según Guevara, et al. (2020) mencionan que:

“El objetivo es describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes”.

Es así, como se partirá desde los involucrados en la investigación como los funcionarios y la red del GAD Municipal de Tulcán que procuren ofrecer información del qué, cómo, cuándo y dónde, del problema de investigación.

- **Investigación de campo**

Esta investigación recoge y registra ordenadamente los datos como objeto de estudio directamente del Municipio de Tulcán, en la cual se aplicará instrumentos que permitan controlar los fenómenos como la entrevista dirigida a los principales encargados de la jefatura

de TICs que aporten información actual y relevante sobre la infraestructura y administración de red. Baena (2017), menciona que:

“La investigación de campo consiste en la exploración del terreno, que en realidad es el contacto directo con el objeto de estudio fundamentándose en el acopio de testimonios, orales y escritos, sentimientos, pensamientos, estados de ánimo de personas vivas” (p. 70).

- **Investigación acción**

Según Bernal (2010) manifiesta que “Este tipo de investigación se ocupa del estudio de una problemática específica que requiere solución y que afecta a un determinado grupo de personas, sea una comunidad, asociación, escuela o empresa”.

El presente trabajo hará uso de la investigación-acción, ya que, se analizará el estado actual de la red del GAD Municipal de Tulcán permitiendo identificar los problemas que se presentan en dicha red para así poder brindar una alternativa de solución por medio de un estudio de factibilidad-técnica, del mismo modo involucrando a funcionarios y encargados de la jefatura de sistemas.

### **3.2. IDEA A DEFENDER**

La aplicación de normas y estándares garantiza un óptimo diseño y administración de la infraestructura de red del GAD municipal de Tulcán.

### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES**

La presente investigación se basa en el estudio de dos variables que se definen a continuación:

- **Variable Independiente (Cuantitativa- Discreta)**

La variable independiente en esta investigación es “Diseño de la infraestructura de red” que tiene como objetivo abarcar todos los elementos informáticos fundamentales para proveer información de tal manera que permitan el intercambio de datos, Chek Fiber Company (2019) afirma:

Las redes se diseñan con la intención de transmitir datos de un sistema a otro que cuenten con recursos en común, como servidores, bases de datos o impresoras. En funcionalidad del tamaño y del alcance de la red de computadoras, se puede implantar una diferenciación entre distintas

magnitudes de red, debido a que, todos los diversos tipos de redes están pensados para entornos de aplicación particulares, que se fundamentan en técnicas y estándares propios y plantean ventajas y limitaciones variadas.

Esta variable de estudio tiene como finalidad analizar las falencias que se presentan en la red y se basa en definir que un buen diseño de infraestructura con los elementos adecuados pueda permitir la comunicación entre aplicaciones en tiempo real, donde el departamento de TICs pueda automatizar y simplificar las tareas que se presenten.

- **Variable Dependiente (Cualitativa-Ordinal)**

La presente investigación cuenta con una variable dependiente de tipo cualitativo-ordinal, en este estudio es la “administración de la red”.

Tomando en consideración la normativa ANSI/TIA 606 (2018) que presenta parámetros para la administración de la red define a la misma como: “La organización, control, toma de precauciones y supervisión de la red, para mantener su funcionamiento eficiente, mediante el empleo de herramientas de red, aplicaciones y dispositivos.”

Como se ha conceptualizado en capítulos anteriores la administración de la infraestructura de red según la normativa ANSI/TIA 606 especifica 4 niveles de administración esto según la complejidad de la infraestructura. Esta normativa se enfoca en identificar los componentes y elementos de la red, así como especificar la información que componen los registros para cada identificador. De la misma forma la administración se enfoca en el monitoreo un proceso encargado de controlar el desempeño de la red y sus elementos hasta llegar a un proceso de control que permita analizar información de monitoreo y trabajar sobre el funcionamiento de los equipos.

### 3.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 7.**

*Definición y operacionalización de variables*

Tipo de Variable	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
<b>Variable Independiente</b>	Diseño de la infraestructura de red	Medios de transmisión y comunicación de la red	Número de dispositivos conectados entre sí.	Entrevista	Cuestionario
			Número de puntos de red.		
			Calidad de la red.	Encuesta	
	Tipo de categorización de cableado.				
	Diseño lógico de la red	Diseño lógico de la red	Número de periféricos.	Entrevista	Cuestionario
			Tipo de topología de la red.		
Subneteo con VLSM. Segmentos de redes (VLAN).			Encuesta		
Diseño físico de la red	Diseño físico de la red	Cableado horizontal.	Entrevista	Cuestionario	
		Cableado vertical.			
		Selección de equipos de red.	Encuesta		
<b>Variable Dependiente</b>	Administración de la red	Administración física	Calidad de organización de la red.	Entrevista	Cuestionario
			Métodos de etiquetado de la red. Eficacia en la detección de hardware defectuoso.		
	Administración lógica	Administración lógica	Asignación de direcciones IP.	Entrevista	Cuestionario
			Eficacia en la gestión de usuarios. Eficiencia en la detección de errores lógicos de la red.		

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

Para la presente investigación se hizo uso de métodos de investigación que aportaron a la recolección de información del GAD Municipal de Tulcán con el objetivo de conocer el problema de la institución pública.

#### **3.4.1 Método Analítico-Sintético**

Este método combina el análisis y la síntesis, ya que, separa el fenómeno de estudio en partes y posteriormente reunirlos y estudiarlos en su totalidad. De acuerdo con Pimienta (2017) se afirma que:

El método analítico consiste en descomponer el material que se estudia en diferentes partes para observar sus causas, naturaleza y efectos. Para posteriormente pasarlo por un proceso de síntesis que consiste en reconstruir lo que previamente se separó, cuyo objetivo es la comprensión cabal de algo previamente analizado, es decir, que se describen y analizan los resultados obtenidos (p.47).

Este método ha sido utilizado en esta investigación para detallar los inconvenientes que se presentan en la institución, y de esa manera analizar los elementos que se utilizarán para el diseño de la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán y explicar a detalle sus características y funciones.

#### **3.4.2 Método inductivo**

De acuerdo con Prieto (2018) este método:

“Fundamentalmente consiste en estudiar u observar hechos o experiencias particulares con el fin de llegar a conclusiones que puedan inducir o permitir derivar de ello los fundamentos de una teoría”.

Este método permitirá analizar el diseño de la infraestructura actual del GAD Municipal para determinar un óptimo diseño de acuerdo con normas y estándares internacionales además de evaluar el problema causante en la infraestructura tecnológica de dicha institución.

#### **3.4.3 Método deductivo**

“Consiste en un análisis de los principios generales de un tema específico: una vez comprobado y verificado que determinado principio es válido, se procede a aplicarlo a contextos particulares” (Prieto, 2018).

A través de este método se estudiará de manera global el problema existente en el actual diseño de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal de la ciudad de Tulcán para determinar las principales causas de dicha problemática.

### **3.4.3. Técnicas de investigación**

#### **3.4.3.1 Entrevista**

La recolección de información dentro de la presente investigación tomando en cuenta las variables de estudio, se utilizó la entrevista abierta, este instrumento se lo aplicó al personal perteneciente a la jefatura de TIC's del GAD Municipal de Tulcán con el objetivo de conocer la perspectiva de los sujetos de estudio. De acuerdo con Palella y Martins (2012)

“La ventaja esencial de la entrevista reside en que son los mismos actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes, expectativas, en fin, informaciones que, por su misma naturaleza, es casi imposible obtener desde afuera” (p.119).

Es así, como la entrevista con preguntas abiertas permitirá recolectar información flexible y real que ayude a identificar aspectos importantes de acuerdo con los objetivos propuestos en esta investigación.

#### **3.4.3.2 Encuesta**

La encuesta es una técnica de recolección de datos que según Hernández (2012):

“La encuesta por muestreo es la técnica más empleada en la investigación se utiliza para recolectar información de personas respecto a características, opiniones, expectativas o conocimiento” (pág. 25).

Del mismo modo, el instrumento a aplicar es un cuestionario que según Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirman que “consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir” (pág. 217).

### **3.4.4 Análisis Estadístico**

#### **3.4.4.1 Población y Muestra**

- **Población**

La población para la presente investigación está conformada por todo el personal involucrado en la jefatura de TIC's del GAD Municipal de la ciudad de Tulcán.

- **Muestra**

Debido al personal reducido involucrado en el área de sistemas del GAD Municipal de la ciudad de Tulcán, todos ellos serán considerados para la recolección de datos lo que permitirá un análisis de dicha problemática de la investigación, siendo mínimo el error considerando a toda la población.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

La presente investigación contempló un objetivo general y cuatro objetivos específicos, estos objetivos aportaron para analizar la situación actual de la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán, mejorando el diseño y la administración de la red.

Se obtuvo información relevante sobre la situación actual de la infraestructura red gracias a la aplicación de una encuesta dirigida a los funcionarios públicos que conforman la jefatura de sistemas. De igual forma se aplicó una entrevista dirigida a los administradores de la red de la institución con el objetivo de conocer la problemática existente en cuanto a la administración de la red.

**El objetivo general fue: Diseñar la infraestructura de red mediante la aplicación de normas y estándares internacionales facilitando la administración de la red del GAD Municipal de Tulcán.**

Para dar cumplimiento a este objetivo se plantearon objetivos específicos para detallar el proceso necesario para alcanzar el objetivo general propuesto.

**Primer objetivo específico: Fundamentar bibliográficamente el diseño y la administración de la infraestructura de red del Municipio de Tulcán a través de una adecuada aplicación de normas y estándares internacionales.**

Para dar cumplimiento al presente objetivo específico se ha recopilado, interpretado, analizado y seleccionado información digital y física presente en artículos científicos, repositorio de Universidades nacional e internacionales, así como libros físicos. De esta manera se identificó las principales normativas y estándares vigentes en América Latina y los considerados en Ecuador para el diseño de una infraestructura de red facilitando la administración de esta.

**Segundo objetivo específico: Analizar la situación actual de la infraestructura de red que opera en el GAD Municipal del Tulcán.**

Este objetivo ha sido planteado con la finalidad de recolectar información en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, específicamente en la jefatura de sistemas para determinar el estado de la infraestructura de red que opera actualmente. En donde se

identificó las características de equipos que se detallan en la tabla 7 dónde se evidencia que la gran parte de los equipos ha culminado su vida útil.

**Tabla 8.**  
*Equipos informáticos del GAD Municipal de Tulcán*

<b>Equipo informático</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Cantidad</b>
Rack de pared	Connection S/M	13
Router Mikrotik		01
Access Point	ARUBA	02
Switch 24P	HPE Office Connect 1920S JL381A	10
Switch 48P	HPE Office Connect 1920S JL382A	07
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>

En base a la información obtenida se estableció que la infraestructura de red está compuesta por un Router Mikrotik, Switch HPE Office Connect 1920S JL381A de 24 puertos, Switch HPE Office Connect 1920S JL382A de 48 puertos y Wireless Access Points los cuales están ubicados en cada uno de los pisos de la institución pública determinando que pueden ser susceptibles a fallos.

Para el análisis de la infraestructura de red se usó instrumentos de recolección de datos. La entrevista y encuesta aplicada a los administradores de la red de la institución, donde se pudo determinar que: “La infraestructura del municipio de Tulcán se basa en la tecnología estándar, maneja una topología en estrella, cuyo nodo central es el router Mikrotik administrable de capa dos, a través del cual se realiza los enlaces a los racks que se encuentran implementados en las diferentes dependencias municipales y entidades independientes, formando el backbone de la red, maneja direccionamiento IP privado clase C”.

Los datos recolectados con los instrumentos seleccionados se muestran en el anexo 10.

**Tercer objetivo específico: Aplicar normas y estándares internacionales para un adecuado diseño de la topología física y lógica de la red del GAD municipal de Tulcán.**

Para la ejecución del tercer objetivo específico se recopiló información de los principales estándares y normativas vigentes que se aplican para el diseño de una topología física y lógica en Ecuador para ello se ha descrito en la tabla N° 11 las normativas y estándares por utilizar en

la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán, así como las especificaciones técnicas de cada normativa.

En el anexo 12, se detalla el ítem que se considera en la encuesta y entrevista realizada a los funcionarios públicos que conforman la jefatura de sistemas del GAD Municipal de Tulcán.

Se considera fundamental el cumplimiento de las normas y estándares, tal y como se observa en la tabla 8 sobre el diseño y administración de la infraestructura de red propuesta para el GAD Municipal de Tulcán, ya que, brindará un adecuado funcionamiento y rendimiento de la red, minimizando las vulnerabilidades eventualmente perjudiciales para el funcionamiento de la infraestructura de red. Las ventajas del cableado estructurado garantizan una administración simplificada y sistemática.

**Tabla 9.**  
*Selección de normas y estándares*

	<b>Normativa/Estándar</b>	<b>Especificación</b>
<b>Diseño</b>	ANSI/EIA/TIA 568-A	Topología de red. Distancias máximas de los cables. Rendimiento de los componentes. Conectores y cables reconocidos. Fibra óptica en el Backbone.
	ANSI/EIA/TIA 569	Ductos, pasos y espacio para la instalación de cables. Especificaciones del cuarto de telecomunicaciones.
	TIA/EIA TSB-72	Especifica el camino y conexión del hardware requerido para el sistema de cableado de fibra óptica.
	ISO/IEC 11801	Cableado de cobre. Cableado de fibra óptica.
<b>Administración</b>	TIA/EIA 606	Documentación de cables. Paneles de parcheo. Armarios de telecomunicación.
	IEEE 802.1	Administración de redes. Aspectos LAN.

Las normativas y estándares expuestos anteriormente garantizan la ejecución de los servicios tecnológicos de manera óptima soportando todas las aplicaciones presentes y futuras por un tiempo menor a 10 años. El desarrollo de redes de telecomunicaciones bajo las normas de instalación de cableado estructurado con estándares, traen ventajas de independencia de ISP, adaptabilidad de instalación, habilidad de expansión y facilidad de administración.

#### **Cuarto objetivo específico: Desarrollar una propuesta de administración de la red del GAD Municipal de Tulcán.**

Se logró dar cumplimiento a este objetivo en primera instancia conociendo a través de una entrevista las principales dificultades que se presentan al momento de realizar una administración de la infraestructura de red, ya que, se sabe que para el diseño de dicha infraestructura no se han considerado normativas y estándares. Los resultados objetivo en base a este objetivo se encuentran en el anexo 14.

Es por ello que, se planteó el uso de un correcto etiquetado basado en normas y estándares específicamente en el estándar ANSI/TIA 606 el cual se enfoca en la identificación y etiquetado de los principales componentes de red del GAD Municipal de Tulcán, de igual forma, se propuso políticas y estándares para el control perimetral de la red a través de un firewall que permitió identificar de manera correcta 3 conexiones separadas, así como el uso adecuado del direccionamiento IP por medio de VLANs mejorando el diseño y administración de la red, favoreciendo principalmente a los administradores de red y funcionarios de GAD Municipal de Tulcán.

#### **4.1.1 METODOLOGÍA DE RED TOP-DOWN**

En la investigación realizada por la Universidad Politécnica Salesiana se presenta una evaluación mediante una comparación diferentes metodologías de diseño de redes entre las cuales se encuentra la metodología Top-Down Network Design, metodología de diseño propuesto por James McCabe y una metodología de diseño propuesto por Long Cormae, en donde a través de una comparación cualitativa y cuantitativa de dichas metodologías de diseño de red se establece que en el ámbito cualitativo la metodología Top-Down se orienta para el diseño de redes empresariales, además, se enfoca en las metas a cumplir, en cuanto a lo cuantitativo mediante una lista de cotejo se determina que posee una alta capacidad de

adaptarse, además mediante la aplicación de esta metodología obtenemos un fácil despliegue de la red, así como una disponibilidad y optimización de servicios de la red.

Se ha elegido emplear la metodología Top-Down, ya que, se adapta a los requerimientos del GAD Municipal de Tulcán permitiendo trabajar en el presente proyecto de investigación para dividirlo en pequeños módulos que benefician la administración y brinda un correcto seguimiento al diseño de la red tanto físico como lógico.

#### 4.1.1.1 FASE 1: ANALIZAR REQUERIMIENTOS

- **METAS DEL NEGOCIO**

La misión, visión y objetivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán “orientan a la institución a la determinación de productos, procesos y usuarios claves que permitan alcanzar el máximo desempeño de la entidad”.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán (2020) menciona que la misión y visión de la institución son:

**Misión:** Somos un GAD Municipal abierto, moderno, solidario, transparente, y cercano, que planifica el desarrollo urbano y rural cantonal de manera integral y participativa, que garantiza los derechos del ser humano y la naturaleza; brinda servicios públicos óptimos, de calidad y calidez, de manera eficiente y eficaz; fortaleciendo los procesos de coordinación intra e interinstitucional en el marco de la nueva gestión pública, para mejorar el nivel de vida de su población con equidad social.

**Visión:** Al 2022 el GAD Municipal de Tulcán será un referente nacional e internacional que lidera el desarrollo cantonal; dispone de recursos propios, cuenta con personal capacitado, que asume las competencias estratégicas de interés cantonal, contribuyendo al ordenamiento territorial, mediante el cumplimiento de sus competencias, funciones y buenas prácticas locales, generando oportunidades con una visión participativa, intercultural, equitativa, solidaria e inclusiva que reconoce y promueve el ejercicio de derechos y el desarrollo sustentable del ser humano y su entorno. (p.05)

De la misma manera en la resolución No. 015 firmada por el hoy actual alcalde del cantón de Tulcán MSc. Cristian Benavides se establece la Misión de la Unidad de TIC's siendo esta:

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán (2020)

**Misión:** Gestionar los proyectos y/o soluciones informáticas y de telecomunicaciones, que viabilicen la operatividad de la municipalidad, así como la modernización tecnológica,

encaminados a la sustentación de la infraestructura existente, y al crecimiento que se genere en la institución.

En donde dicho departamento posee las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- Diseñar la infraestructura tecnológica de la Institución;
- Implementar soluciones en telecomunicaciones;
- Planificar la infraestructura de almacenamiento y servicios e informática;
- Planificar y ejecutar políticas de soporte técnico;
- Dar soporte al usuario final;
- Implementar, diseñar y ejecutar mesa de ayuda;
- Ejecutar planes de mantenimiento preventivo y correctivo al equipamiento informático;
- Documentar las tareas y procesos realizados en las diferentes actividades tecnológicas;
- Las demás atribuciones que le asigne el alcalde, director, la normativa legal y ordenanzas.
- Desarrollar, evaluar y ejecutar proyectos de tecnología de información y/o comunicación;
- Realizar análisis funcional, diseño, construcción, implantación, capacitación, evaluación y mantenimiento de los sistemas de información;
- Garantizar la calidad, disponibilidad, integridad de los sistemas de información;
- Elaborar políticas y procedimientos de seguridad de la información y de administración de recursos tecnológicos;
- Documentar las tareas y procesos realizados en las diferentes actividades tecnológicas;
- Las demás atribuciones que le asigne el alcalde, director, la normativa legal y ordenanzas. (p.54).

- **METAS TÉCNICAS**

En el diseño de una infraestructura de red se deben cumplir con un grupo de normas y estándares tales como:

- ANSI “American National Standards Institute”
- “Instituto Americano de Estándares Nacionales”
- EIA “Electronic Industries Alliance”
- “Alianza de Industrias Electrónicas”
- TIA “Telecommunications Industry Association”
- “Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones”

De acuerdo con lo redactado las normas y estándares para el diseño de cableado estructurado a utilizarse dentro del GAD Municipal de Tulcán, como menciona Carrero (2019):

- **NORMA ANSI/TIA/EIA-568-A**

“Norma central que especifica un género de sistema de cableado para telecomunicaciones, fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica (EIA)”.

- **NORMA ANSI/TIA/EIA-568-A**

“Proporciona directrices para conformar ubicaciones, áreas, y vías a través de las cuales se instalan los equipos y medios de telecomunicaciones”.

- **NORMA ANSI/TIA/EIA-569**

“Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones. Este estándar provee especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales”.

- **NORMA ANSI/TIA/EIA 569-A**

“El estándar identifica seis componentes en la infraestructura edilicia (construcción):

- Instalaciones de Entrada
- Sala de Equipos
- Canalizaciones de “Montantes” (“Back-Bone”)

- Salas de Telecomunicaciones
- Canalizaciones horizontales
- Áreas de trabajo”

- **NORMA ANSI/TIA/EIA-606**

“Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado instalado”.

- **NORMA IEEE 802.1**

“Cubre la administración de redes y otros aspectos relacionados con la LAN”. (p.30)

- **ANÁLISIS DE LA RED EXISTENTE**

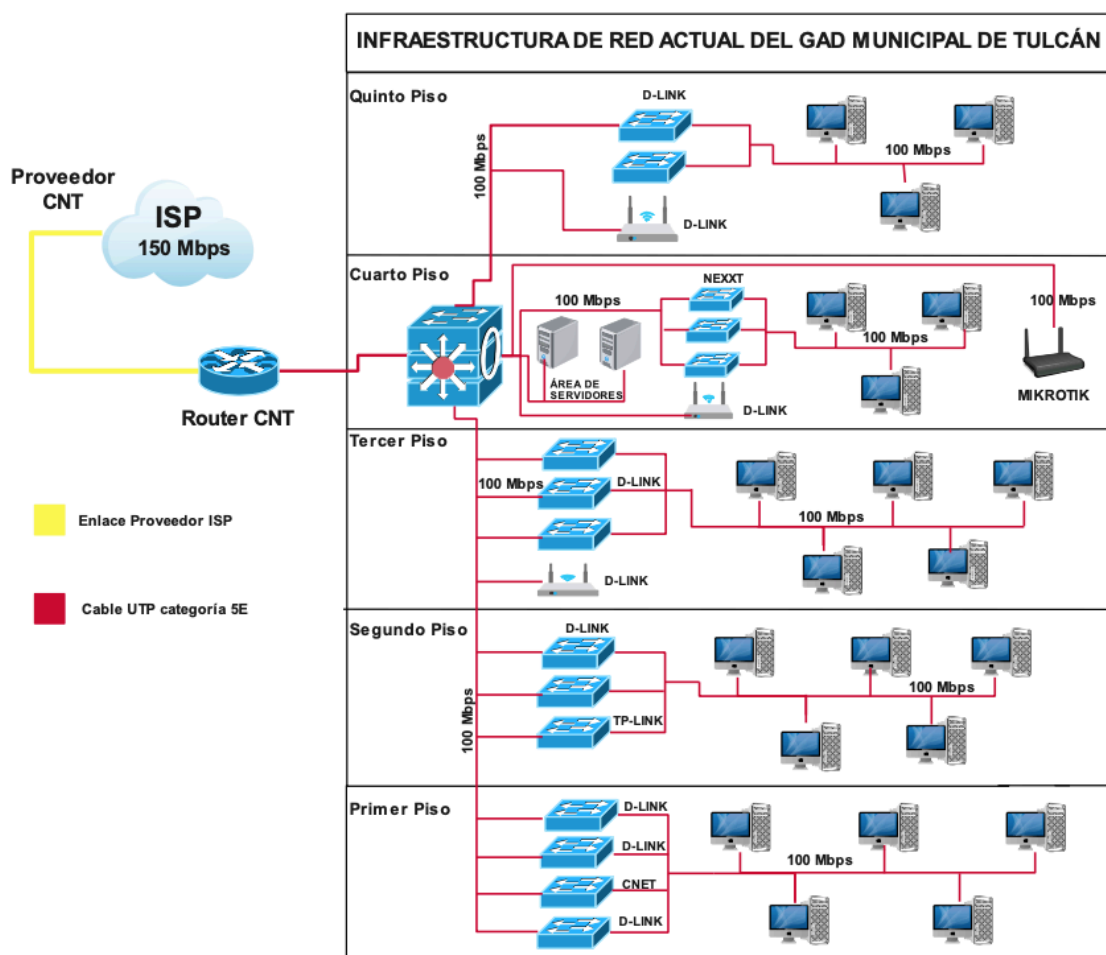
En la actualidad el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán se encuentra ubicado en una zona central de la ciudad y brinda diferentes servicios tecnológicos a la población tulcanesa como:

- Consulta de predios
- Manejo de fichas de catastros
- Servidor de correos
- Sistema financiero de bienes y activos
- Recaudación y pagos en línea, etc.

Esto es posible gracias a los programas informáticos propios de la institución que se encuentran funcionando en la red LAN del municipio como SIGcatástros, Sistema AME (Permite el uso de los sistemas de una manera centralizada, segura e independiente para cada Municipio) y Gob.ec., que son utilizadas para su uso interno. Esta es una institución pública que cuenta con una infraestructura de red antigua de voz y datos, sin embargo, no se contempla ni está basada en un conjunto de normas o estándares internacionales que especifiquen el cableado de los diferentes tipos para las comunicaciones y controles de la institución.

La institución cuenta con una categoría de cableado estructurado de red 5, que es un tipo de cable de par trenzado como uno de los grados de cableado UTP, de igual manera existen aproximadamente 300 usuarios conectados a la red LAN y registrados en un router Mikrotik, el cual al monitorear y escanear la red es reiniciado o restaurado cuando se presentan problemas

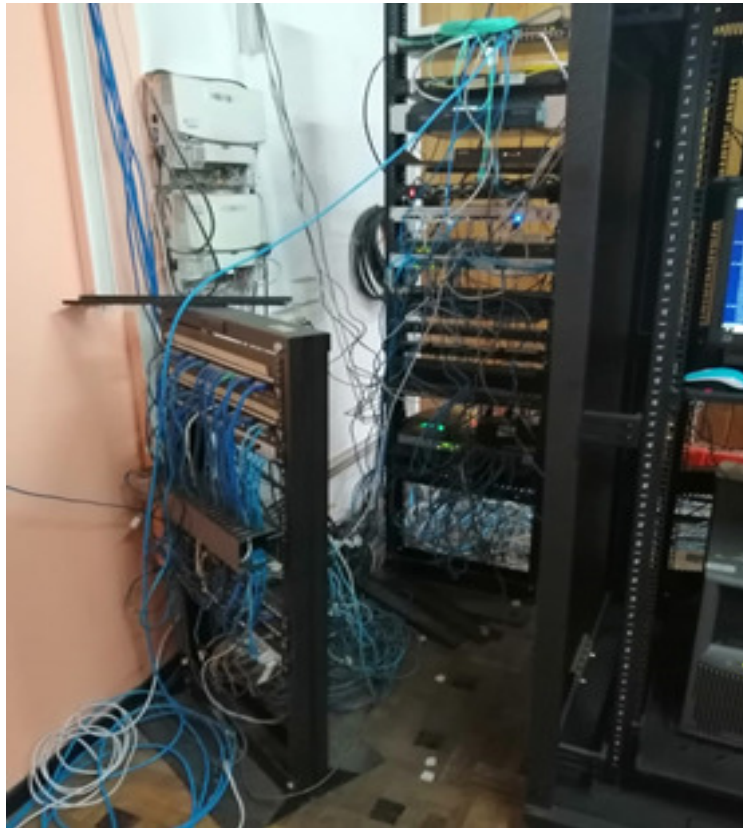
frecuentes originados por la latencia y contar con equipos antiguos. Además, se basa en una clase de direccionamiento IPv4, lo que permite la realización de tareas administrativas como el soporte, la creación de puntos, el control de ingreso a diferentes páginas, los nuevos enlaces y la seguridad. De igual manera cabe mencionar que las direcciones públicas asignadas a la institución es la 190.152.---.---/29, por consiguiente la proporción de IP públicas accesibles son 6, incluyendo 1 para el proveedor de servicios de internet CNT que brinda un ancho de banda de 150 Mbps.



**Figura 24.** Infraestructura de red actual

La topología de red en malla es utilizada en esta institución, ya que no necesita un nodo central ocasionando que un error en un host sea relevante o no, no conlleva a que toda la red colapse, pero cabe recalcar que existen otro tipo de topologías que permiten el intercambio de datos de manera eficiente. Los equipos de comunicación que se encuentran conectados son switches y servidores HP, router Mikrotik, enlaces con antenas Ubiquiti y computadores con sistema operativo Windows.

Este análisis del estado actual de la red permitió observar que existen dificultades para la instalación de cableado físico, ya que a pesar de que se cuenta con una red, previsiblemente se necesitarán una serie de opciones para poder aplicar normas vigentes que ayuden a plantear posibles soluciones para el rediseño de la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán.



*Figura 25.* Cableado actual de la red

- **Estructura organizacional GAD Municipal de Tulcán**



*Figura 26.* Municipio de Tulcán

- **DEPARTAMENTOS PRIMER PISO**

**Tabla 10.**

*Departamentos Primer Piso*

	<b>Puntos de red</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
Recaudación	19	4	5
Desarrollo Económico y Social	7	1	1
Comisaria	5	1	-
Concejalía	8	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

- **RECURSOS ACTIVOS PRIMER PISO**

**Tabla 11.**

*Recursos Activos Primer Piso*

<b>EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>PUERTOS</b>
<b>Rack de pared</b>	Connection	S/N	--
<b>Switch</b>	CNET	CSH 1600	16/11
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1016A	16/0
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-3526	24/13
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1024	24/7

- **DEPARTAMENTOS SEGUNDO PISO**

**Tabla 12.**

*Departamentos Segundo Piso*

	<b>Puntos de red</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
Servicios Generales	23	1	1
Sostenibilidad Ambiental	6	-	1
Avalúos y Catastros	11	-	2
Dirección y Planificación	22	2	3
Comisaria de Construcción	4	2	1

Dirección Ambiental de Riesgos	20	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

- **RECURSOS ACTIVOS SEGUNDO PISO**

**Tabla 13.**

*Recursos Activos Segundo Piso*

	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>PUERTOS</b>
<b>Rack de pared</b>	Connection	S/N	--
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1228	28/2
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1024	24/0
<b>Switch</b>	TP-LINK	S/N	8/3

- **DEPARTAMENTOS TERCER PISO**

**Tabla 14.**

*Departamentos Tercer Piso*

	<b>Puntos de red</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
Alcaldía	1	1	1
Despacho de alcaldía	5	2	1
Comunicación	8	1	2
Participación Ciudadana	15	1	1
<b>Dirección Financiera</b>			
* Finanzas	8	3	3
* Tesorería	9		
* Archivo de Contabilidad	6	1	-
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

- **RECURSOS ACTIVOS TERCER PISO**

**Tabla 15.**

*Recursos Activos Tercer Piso*

<b>EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>PUERTOS</b>
<b>Rack de pared</b>	Connection	S/N	--
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1228	28/4
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1024D	24/0
<b>Switch</b>	D-LINK	S/N	8/2
<b>Switch</b>	D-LINK	S/N	6/0

- **DEPARTAMENTOS CUARTO PISO**

**Tabla 16.**

*Departamentos Cuarto Piso*

	<b>Puntos de red</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
Dirección de Cultura	9	1	3
Obras Civiles	6	1	2
Obras Públicas	8	1	2
Sindicatura	7	2	1
Talento humano	15	2	2
Fiscalización	16	2	1
Dirección de Tecnología	7	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>10</b>	<b>12</b>

- **RECURSOS ACTIVOS CUARTO PISO**

**Tabla 17.**

*Recursos Activos Cuarto Piso*

<b>EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>PUERTOS</b>
<b>Rack de pared</b>	Connection	S/N	--
<b>Switch</b>	NEXXT	S/N	24/1

<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1024R	24/5
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1008D	8/0
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1008 <sup>a</sup>	8/0
<b>Switch</b>	NEXXT	NW223NXT06	8/5

- **DEPARTAMENTOS QUINTO PISO**

**Tabla 18.**

*Departamentos Quinto Piso*

	<b>Puntos de red</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
Biblioteca	-	-	1
Sala de Actos	-	-	-
Jefatura de Sistemas	3	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>1</b>

- **RECURSOS ACTIVOS QUINTO PISO**

**Tabla 19.**

*Recursos Activos Quinto Piso*

<b>EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>PUERTOS</b>
<b>Rack de pared</b>	Connection	S/N	--
<b>Switch</b>	D-LINK	S/N	24/11
<b>Switch</b>	D-LINK	DES-1008A	8/0

- **RESUMEN GENERAL INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE RED**

**Tabla 20.**

*Resumen General Infraestructura de red actual*

<b>RESUMEN GENERAL</b>	<b>Funcionarios públicos</b>	<b>Teléfonos IP</b>	<b>Impresoras en red</b>
<b>TOTAL</b>	248	33	38
<b>RESUMEN GENERAL EQUIPOS INFORMÁTICOS</b>			
Rack de pared			13

Access Point D-LINK	03
Switch CNET	01
Switch D-LINK	14
Switch TP-LINK	01
Switch NEXXT	02
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>

#### **4.1.1.2 FASE 2: DESARROLLAR DISEÑO LÓGICO**

- **DISEÑO TOPOLOGÍA LÓGICA DE RED**

El diseño lógico es un esquema que permitió una configuración flexible representando de manera eficiente la arquitectura de la red del GAD Municipal de Tulcán, de acuerdo con las necesidades y requerimientos propuestos para un diseño más factible para la institución pública. Para realizar el diseño lógico de este proyecto se utiliza el programa de Cisco Packet Tracer 8.0

• Propuesta de la Topología Lógica de la Red para el GAD Municipal de Tulcán

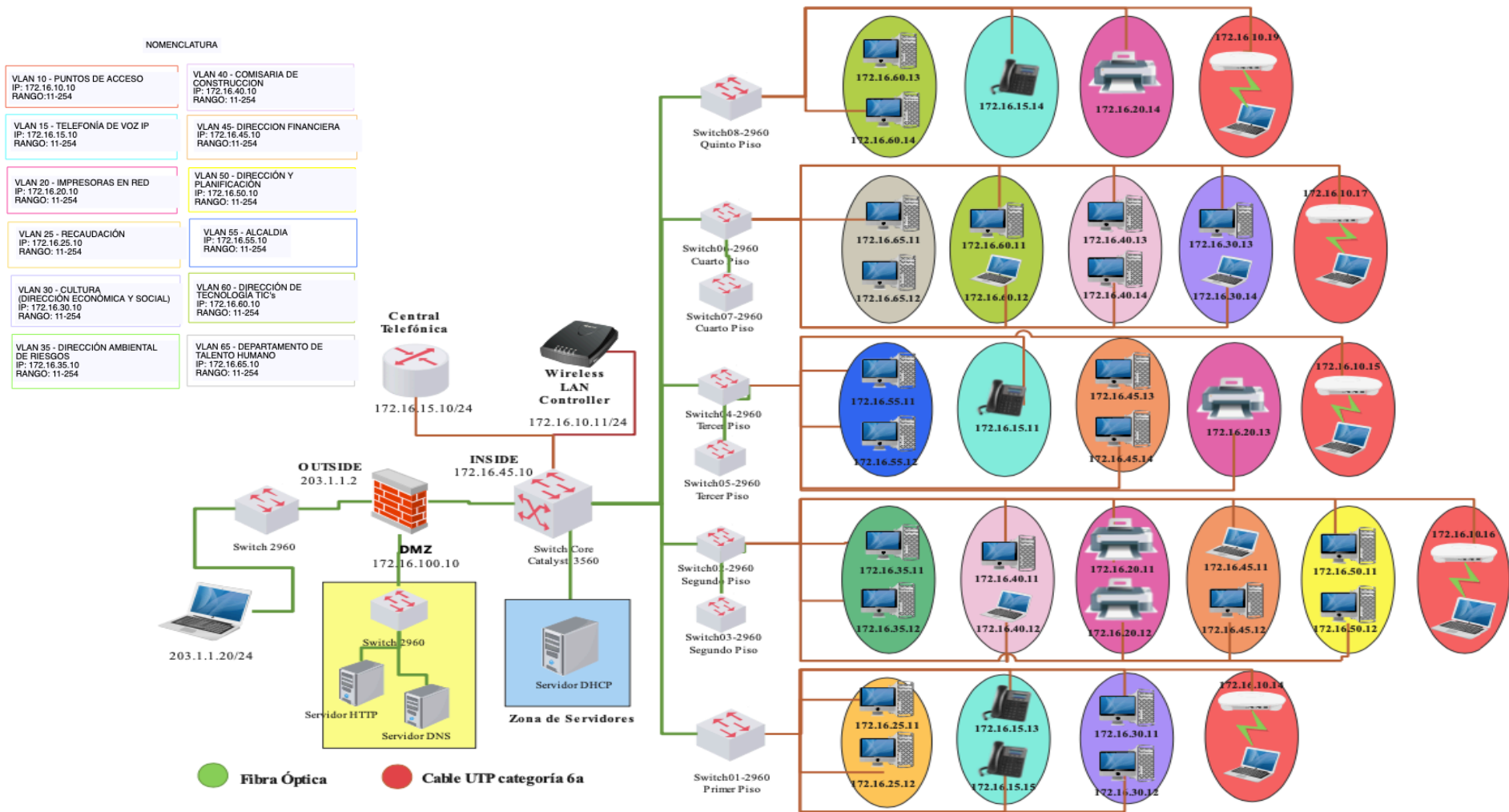


Figura 27. Propuesta de la Topología Lógica de Red

- **Diseño de modelos de direccionamiento y hostnames**

Para empezar, se determinó la topología y el direccionamiento privado de la red de acuerdo con la cantidad de equipos y departamentos en el GAD Municipal de Tulcán haciendo uso de la técnica VLSM “Variable Length Subnet Mask o Máscara de Subred de Longitud Variable” que consiste en la aplicación de técnicas para hacer un uso más eficiente del espacio de direccionamiento utilizando más de una máscara de subred presente en el mismo grupo de direcciones, permitiendo al administrador de red dividir en subredes una subred y maximizar la eficacia de direccionamiento.

Al recabar la información dentro de la institución y hacer uso de la calculadora de VLSM se ha elaborado la tabla 24 como se muestra a continuación:

**Tabla 21.**  
*Direccionamiento y Hostnames*

<b>DEPARTAMENTOS Y DISPOSITIVOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>GATEWAY</b>	<b>RANGO</b>	<b>Direccionamiento IP Habilitado</b>
Switch 48P	11	172.16.1.10	172.16.1.11 - 172.16.1.41	172.16.1.11-172.16.1.22
Access Point	10	172.16.10.10	172.16.10.11-172.16.10.41	172.16.10.11-172.16.10.21
Teléfonos IP	35	172.16.15.10	172.16.15.11-172.16.15.73	172.16.15.11-172.16.15.46
Impresoras de red	34	172.16.20.10	172.16.20.11-172.16.20.73	172.16.20.11-172.16.20.45
Ventanilla y recaudación EMAPA-T	12	172.16.25.10	172.16.25.11- 172.16.25.41	172.16.25.11-172.16.25.23
Dirección económica y social	13	172.16.30.10	172.16.30.11-172.16.30.41	172.16.30.11-172.16.30.24
Dirección Ambiental de Riesgos	21	172.16.35.10	172.16.35.11-172.16.35.41	172.16.35.11-172.16.35.32
Comisaría de construcción	40	172.16.40.10	172.16.40.11-172.16.40.73	172.16.40.11-172.16.40.51
Dirección Financiera	19	172.16.45.10	172.16.45.11-172.16.45.41	172.16.45.11-172.16.45.30
Dirección y Planificación	16	172.16.50.10	172.16.50.11-172.16.50.41	172.16.50.11-172.16.50.27
Alcaldía	17	172.16.55.10	172.16.55.11-172.16.55.41	172.16.55.11-172.16.55.28
Dirección de tecnología TIC's	11	172.16.60.10	172.16.60.11-172.16.60.41	172.16.60.11-172.16.60.22

Departamento Talento Humano	07	172.16.65.10	172.16.65.11-172.16.65.25	172.16.65.11-172.16.65.18
Enlaces de datos, Antenas	06	172.16.70.10	172.16.70.11-172.16.70.25	172.16.70.11-172.16.70.17

El rango de dirección para redes privadas a considerar es la clase B que va desde la 172.16.0.0 a 172.31.255.255 de acuerdo con el organismo Internet Assigned Numbers Authority (IANA), las cuales serán asignadas tanto a la red de datos como la red de telefonía IP de cada uno de los departamentos, con esta podremos conectar hasta 254 puntos de red. Se propone en el rediseño ordenar las direcciones IP de la institución para de este modo tener localizadas las máquinas o host de cada departamento.

- **Selección de protocolos para Switching y Routing**

Se crean VLAN para diferenciar entre la clasificación de los departamentos que conforman el GAD Municipal de Tulcán, lo que facilitará la comunicación de los departamentos de la misma clase, es decir, que se dividirá la red en varias VLANs de acuerdo a las direcciones y departamentos manteniendo la independencia necesaria para el manejo de la información de las mismas.

**Tabla 22.**  
*VLANs por departamento*

VLAN	NOMBRE	IP	MÁSCARA
1	Switch 24P-48P	CLASE B: 172.16.1.0	255.255.255.224/27
10	Access Point	CLASE B: 172.16.10.0	255.255.255.224/27
15	Teléfonos IP	CLASE B: 172.16.15.0	255.255.255.192/26
20	Impresoras de red	CLASE B: 172.16.20.0	255.255.255.224/27
25	Ventanilla y recaudación EMAPA-T	CLASE B: 172.16.25.0	255.255.255.224/27
30	Dirección económica y social	CLASE B: 172.16.30.0	255.255.255.224/27
35	Dirección Ambiental de Riesgos	CLASE B: 172.16.35.0	255.255.255.224/27
40	Comisaría de construcción	CLASE B: 172.16.40.0	255.255.255.192/26
45	Departamento Financiero	CLASE B: 172.16.45.0	255.255.255.224/27

<b>50</b>	Dirección y Planificación	CLASE B: 172.16.50.0	255.255.255.224/27
<b>55</b>	Alcaldía	CLASE B: 172.16.55.0	255.255.255.224/27
<b>60</b>	Dirección de tecnología TIC's	CLASE B: 172.16.60.0	255.255.255.224/27
<b>65</b>	Departamento Talento Humano	CLASE B: 172.16.65.0	255.255.255.240/28
<b>70</b>	Enlaces de datos, Antena	CLASE B: 172.16.70.0	255.255.255.240/28

Como se indica a continuación fue necesario crear VLANs generales que prestarán todos los servicios que disponga la institución pública. Estas VLAN constarán desde el rango 10 hasta 70, pero tomando en cuenta los departamentos de la institución se han asignado como de indica a continuación:

**Tabla 23.**

*Asignación de las VLAN'S por departamento*

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>NÚMERO DE VLAN</b>
Ventanilla y recaudación EMAPA-T	25
Dirección económica y social	30
Dirección Ambiental de Riesgos	35
Comisaría de construcción	40
Departamento Financiero	45
Dirección y Planificación	50
Alcaldía	55
Dirección de tecnología TIC's	60
Departamento Talento Humano	65

- **Configuración de las VLAN'S en Packet Tracer**

El diseño lógico propuesto consta de cinco switch Cisco 2960 que serán ubicados uno por uno por cada piso de la institución los cuales se concentrarán en un switch Cisco de capa 3. Por lo que se procede a configurar los switch de cada piso de acuerdo con las VLAN asignadas por departamentos haciendo uso de los comandos como se muestran a continuación:



- **Configuración del switch en modo TRUNK**

Se habilita una conexión entre el switch de capa 3 y el switch de capa 2 en modo TRUNK (TRONCAL) para tolerar la comunicación de todas las VLANs que transiten por la misma.

```
Switch>enable
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk

Switch(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1,
changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1,
changed state to up

Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
Switch(config-if)#exit
```

**Figura 30.** Configuración del switch modo TRUNK

- **Configuración del switch capa 3**

Se configura habilitando las interfaces de conexión a los switches de capa 2 ubicados en cada piso, una vez ingresado se hace uso del comando *switchport trunk encapsulation dot1q*, lo que permite que el switch de la interfaz use la encapsulación IEEE 802.1Q en las tramas cuando la interfaz está configurada como troncal.

Primary	Secondary	Type	Ports
-----	-----	-----	-----
-----			
Switch#			
Switch#			
Switch#config t			
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.			
Switch(config)#ip routing			
Switch(config)#int fa0/1			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation			
% Incomplete command.			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q			
Switch(config-if)#switchport mode trunk			
Switch(config-if)#int fa0/2			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q			
Switch(config-if)#switchport mode trunk			
Switch(config-if)#int fa0/3			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q			
Switch(config-if)#switchport mode trunk			
Switch(config-if)#int fa0/4			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q			
Switch(config-if)#switchport mode trunk			
Switch(config-if)#int fa0/5			
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q			
Switch(config-if)#switchport mode trunk			
Switch(config-if)#			

**Figura 31.** Configuración del switch capa 3

- **Configuración de VLANs en switch capa 3**

Una vez configuradas las tramas como troncal se procede a ingresar las VLANs asignadas a cada uno de los departamentos para establecer comunicación a los departamentos de la misma jerarquía.

```
Switch>enable
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 25
Switch(config-vlan)#name VLAN25
Switch(config-vlan)#vlan 30
Switch(config-vlan)#name VLAN30
Switch(config-vlan)#vlan 35
Switch(config-vlan)#name VLAN35
Switch(config-vlan)#vlan 40
Switch(config-vlan)#name VLAN40
Switch(config-vlan)#vlan 45
Switch(config-vlan)#name VLAN45
Switch(config-vlan)#vlan 50
Switch(config-vlan)#name VLAN50
Switch(config-vlan)#vlan 55
Switch(config-vlan)#name VLAN55
Switch(config-vlan)#vlan 60
Switch(config-vlan)#name VLAN60
Switch(config-vlan)#vlan 65
Switch(config-vlan)#name VLAN65
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#exit
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

*Figura 32.* Configuración VLANs en switch capa 3

- **Asignación de IP a las VLANs**

Para ingresar la IP por la que accederá el tráfico de las VLANs se procede a ingresar a la interfaz del número de la VLAN asignada y se establece la dirección IP y la máscara de subred.

```
Switch(config-if)#int vlan 45
Switch(config-if)#ip address 172.16.45.10 255.255.255.0
Switch(config-if)#
Switch(config-if)#int vlan 50
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan50, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan50, changed state
to up

Switch(config-if)#int vlan 50
Switch(config-if)#ip address 172.16.50.10 255.255.255.0
Switch(config-if)#int vlan 55
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan55, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan55, changed state
to up

Switch(config-if)#int vlan 55
Switch(config-if)#ip address 172.16.55.10 255.255.255.0
Switch(config-if)#int vlan 60
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan60, changed state to up
```

*Figura 33.* Asignación de IP a las VLANs

- **Configuración de la Controladora**

La configuración de la controladora se la realiza ingresando a la interfaz gráfica, en donde se procede a ingresar la dirección IP que se encuentre en el rango del direccionamiento configurado, la máscara de subred y la puerta de enlace.

IP Configuration	
IPv4 Address	172.16.10.11
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	172.16.10.10

**Figura 34.** Asignación de la dirección IP a la controladora

Para la configuración de las redes Wi-Fi se ingresa el nombre de la red LAN inalámbrica a crear y en la pestaña de seguridad se selecciona WPA+WPA2 con la encriptación AES, donde se coloca la contraseña en cada una de las redes creadas para que se pueda controlar los puntos de acceso ubicados en los pisos del GAD Municipal de Tulcán.

Wireless LANs

---

Select WLAN  GADMT-PP  
GADMT-SP  
GADMT-TP  
GADMT-CP  
GADMT-QP

Name

VLAN

Authentication

Disabled     WEP    WEP Key

WPA-PSK     WPA2-PSK    PSK Pass Phrase

WPA     WPA2

RADIUS Server Settings

IP Address

Shared Secret

Encryption Type

Central Control  Central switching, central authentication  
 Local switching, central authentication  
 Local switching, local authentication

**Figura 35.** Creación de las WLANS

A continuación en la pestaña DHCP se ingresa el nombre de la red, la dirección del gateway, la dirección IP inicial, la máscara, la cantidad máxima de usuarios y la dirección IP de la controladora que se configuró, en donde quedarán los campos asignados.

DHCP

---

Interface: Management  Service:  On  Off

Pool Name: IP-ACCESS\_POINT

Default Gateway: 172.16.10.10

DNS Server: 8.8.8.8

Start IP Address: 172 16 10 15

Subnet Mask: 255 255 255 0

Maximum Number of Users: 100

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 172.16.10.11

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
IP-ACCESS_PONIT	172.16.10.10	8.8.8.8	172.16.10.15	255.255.255.0	20	0.0.0.0	172.16.10.11

**Figura 36.** Configuración de la pestaña DHCP

Al estar encendidos los puntos de acceso en la pestaña AP Groups se observará la red inalámbrica creada y la lista de los Access Points ubicados en cada uno de los pisos de la institución pública.

AP Groups

---

Select AP Group:  CUARTO PISO  QUINTO PISO  SEGUNDO PISO  TERCER PISO  default-group

Name:

Wireless LANs

Each Wireless LAN can belong to multiple AP groups.

In AP Group	Name	SSID
<input type="checkbox"/>	GADMT-PP	GADMT-PP
<input type="checkbox"/>	GADMT-SP	GADMT-SP
<input type="checkbox"/>	GADMT-TP	GADMT-TP

Access Points

Each Access Point can belong to one AP group.

In AP Group	Name	MAC Address	Status
<input type="checkbox"/>	AP: 172.16.10.17/24	0005.5EEE.8D01	Online
<input type="checkbox"/>	AP: 172.16.10.18/24	0040.0B6E.3D01	Online
<input type="checkbox"/>	AP: 172.16.10.16	00D0.BC60.A801	Online

**Figura 37.** Reconocimiento de los puntos de acceso ubicados en cada piso

Como cada Access Point se encuentra ubicado en cada uno de los pisos se procede a seleccionar el grupo WiFi correspondiente, para finalmente comprobar la asignación de las direcciones IP en los puntos de acceso.

Device Name: AP: 172.16.10.19/24			
Device Model: LAP-PT			
Port	Link	IP Address	MAC Address
GigabitEthernet0	Up	172.16.10.16/24	0007.EC3C.6801
Dot11Radio0	Up	<not set>	0007.EC3C.6802
CAPWAP Status: Connected to 172.16.10.11			
Providing WLANs:			
GADMT-SP (GADMT-SP)			
Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > AP: 172.16.10.19/24			

**Figura 38.** Selección de la WLAN correspondiente para cada AP

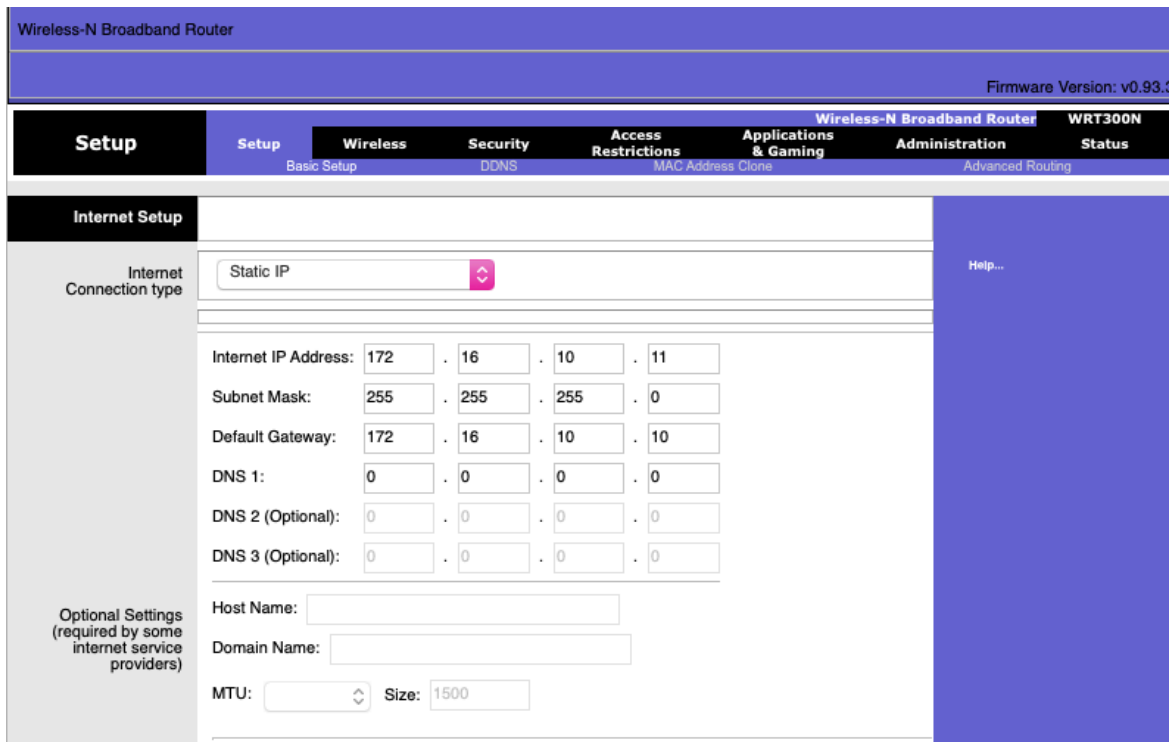
- **Configuración de Puntos de Acceso**

Los Access Point estarán ubicados al menos dos AP por piso por lo que estarán ubicados en la VLAN 10. Para su configuración se accede al switch y se habilita la interfaz por la cual accederá dicha VLAN.

```
Switch>
Switch>enable
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/6
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name VLAN10
Switch(config-vlan)#EXIT
Switch(config)#int fa0/6
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#exit
```

**Figura 39.** Configuración de los puntos de acceso

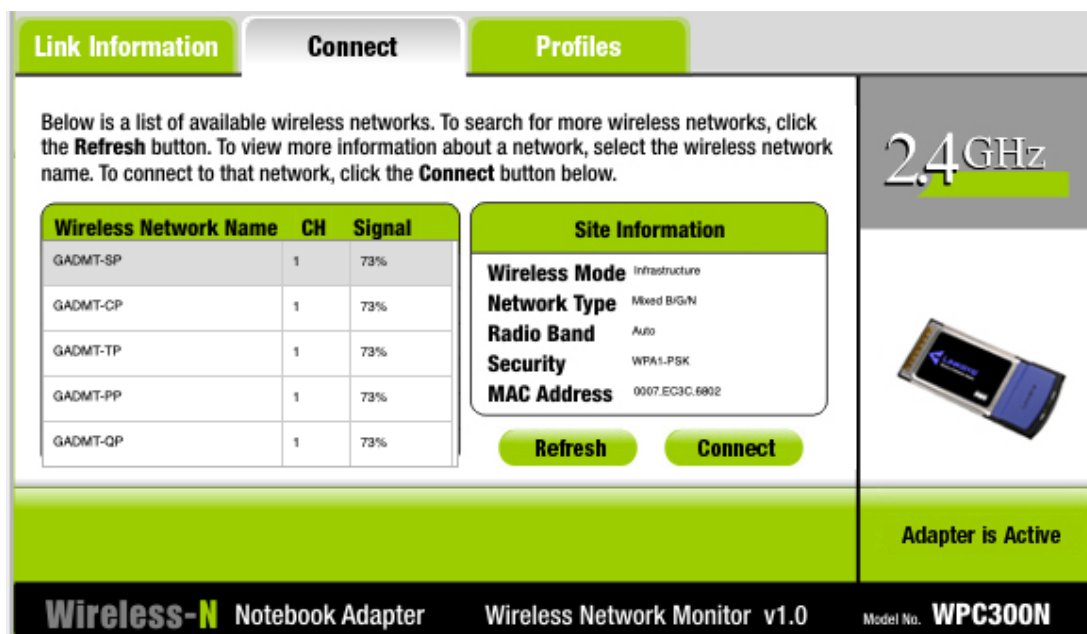
Se accede a la interfaz del router WI-FI para proceder a configurar la dirección IP del AP, la máscara de subred y la dirección IP del router Wi-fi que conecta la red interna con una red externa (Internet). De igual manera se establece la seguridad para que los dispositivos al ingresar a la red puedan hacer uso de una contraseña para tener acceso.



*Figura 40.* Configuración dirección IP del punto de acceso

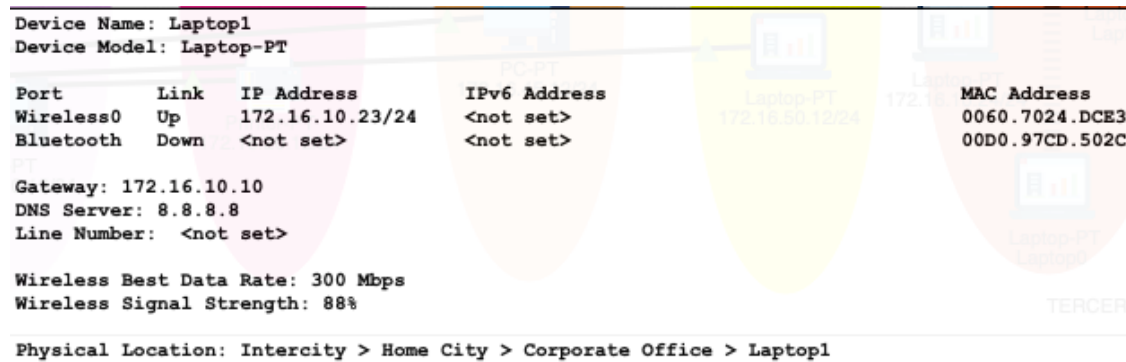
- **Conexión inalámbrica de un dispositivo**

Para acceder al AP, el usuario debe seleccionar la red de dicho punto e ingresar la contraseña, y, de esa manera se establecerá comunicación.



*Figura 41.* Selección de la red inalámbrica

Al seleccionar la red a la que se desea acceder y ubicar la contraseña correspondiente se podrá verificar la conexión desde el dispositivo desde el cual se está ingresando.



*Figura 42.* Verificación de la conexión de un dispositivo

- **Configuración de los Teléfonos VoIP**

### Configuración del switch capa 3

Se procede a configurar el switch de capa 3 para habilitar las interfaces correspondientes y habilitar el modo trunk asignando la dirección IP para la VLAN que corresponderá para la voz. La VLAN 15 se la establece para voz, por lo cual se hace uso del comando *switchport voice vlan 15*.

```
interface FastEthernet0/24
  switchport access vlan 15
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk

interface Vlan15
  mac-address 0050.0f9e.9b02
  ip address 172.16.15.10 255.255.255.0
```

*Figura 43.* Configuración de los teléfonos VoIP en el switch capa 3

- **Configuración del hardware**

El hardware estará conectado directamente al switch de capa 3 por lo que se habilita la interfaz por la cual pasarán los datos y de igual manera se asigna la VLAN 15 establecida para los teléfonos IP.

Device Name: Router0					
Custom Device Model: 2811 IOS15					
Hostname: Router					
Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
FastEthernet0/0	Up	--	<not set>	<not set>	0000.0C77.C201
FastEthernet0/0.15	Up	--	172.16.15.10/24	<not set>	0000.0C77.C201
FastEthernet0/1	Down	--	<not set>	<not set>	0000.0C77.C202
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>	0005.5E48.B10B

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router0

```

Router>enable
Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

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

Router(config-if)#int
Router(config-if)#interface fa0/0.15
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.15, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.15,
changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1q 15
Router(config-subif)#ip address 172.16.15.10 255.255.255.0
Router(config-subif)#

```

**Figura 44.** Configuración del hardware para telefonía IP

- **Configuración hardware para voz**

El servidor DHCP asignará una dirección IP y el servidor TFTP para cada teléfono IP conectado a la red, haciendo uso del comando *dhcp pool VOZ*.

```

ip dhcp excluded-address 172.16.15.10
!
ip dhcp pool VOZ
network 172.16.15.0 255.255.255.0
default-router 172.16.15.10
option 150 ip 172.16.15.10

```

**Figura 45.** Configuración de hardware para voz

Después de la configuración, es necesario esperar un momento para comprobar que los teléfonos IP hayan recibido una dirección IP para comprobar la configuración.

Device Name: ephone-dnl			
Device Model: 7960			
Port	Link	IP Address	MAC Address
Vlan1	Down	<not set>	0005.5E0E.155A
Switch	Up	<not set>	0030.F244.E401
PC	Up	<not set>	0030.F244.E402
Vlan15	Up	172.16.15.11/24	0005.5E0E.155A
Gateway: 172.16.15.10			
Line Number: <not set>			
Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > ephone-dnl			

**Figura 46.** Comprobación de la dirección IP asignada a los teléfonos

Se procede a hacer uso de los comandos *ip dhcp excluded-address* que configura el enrutador para excluir la dirección por defecto 172.16.15.10 al asignar direcciones a clientes. Este comando puede usarse para reservar direcciones que están asignadas estáticamente a hosts clave.

```

Router(config-subif)#encapsulation dot1q 15
Router(config-subif)#ip address 172.16.15.10 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#interface fa0/0.15
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 15
Router(config-subif)#ip address 172.16.15.10 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#ip dhcp pool VOZ
Router(dhcp-config)#network 172.16.15.0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router(dhcp-config)#network 172.16.15.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 172.16.15.10
Router(dhcp-config)#option 150 ip 172.16.15.10
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.15.10
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#
Router#wr
Building configuration...

```

**Figura 47.** Configuración del enrutador para excluir la dirección IP por defecto

- **Configuración del servicio**

Ahora se debe configurar el servicio de telefonía en el hardware para habilitar el servicio VoIP en la red, haciendo uso del comando *telephony-service* en el cual se establece el número

máximo de números de directorio y el número máximo de teléfonos para realizar la asignación de números de extensión.

- **Configuración del directorio telefónico**

Se hace uso del comando *ephone-dn* y a continuación se ubica el número de extensión que funcionará para los teléfonos, que utiliza el protocolo de Internet para transmitir voz.

```
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 100
Router(config-ephone-dn)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 101
Router(config-ephone-dn)#ephone-dn 3
Router(config-ephone-dn)%%LINK-3-UPDOWN: Interface ephone_dsp DN 3.1,
changed state to up

Router(config-ephone-dn)#number 102
Router(config-ephone-dn)#|
```

**Figura 48.** Configuración del directorio telefónico

Una vez realizada la configuración se mostrará la asignación de las extensiones tomadas como referencias el directorio actual de la institución con un rango de 100-146 de cada uno de los teléfonos IP ubicados en los departamentos del GAD Municipal de Tulcán.

- **PRIMER PISO**

**Tabla 24.**

*Números de extensión telefónica para el primer piso*

	<b>Extensión telefónica</b>
Recaudación	102
Desarrollo Económico y Social	125
Comisaria	106
Concejalía	120

- **SEGUNDO PISO**

**Tabla 25.**

*Números de extensión telefónica para el segundo piso*

	<b>Extensión telefónica</b>
Servicios Generales	116
Sostenibilidad Ambiental	103
Avalúos y Catastros	129
Dirección y Planificación	111
Comisaria de Construcción	146
Dirección Ambiental de Riesgos	134

- **TERCER PISO**

**Tabla 26.**

*Números de extensión telefónica para el tercer piso*

	<b>Extensión telefónica</b>
Alcaldía	121
Despacho de alcaldía	120
Comunicación	118
Participación Ciudadana	144
Dirección Financiera	112
* Finanzas	112
* Tesorería	109
* Archivo de Contabilidad	115

- **CUARTO PISO**

**Tabla 27.**

*Números de extensión telefónica para el cuarto piso*

	<b>Extensión telefónica</b>
Dirección de Cultura	136
Obras Civiles	130
Obras Públicas	130
Sindicatura	---
Talento humano	104
Fiscalización	128
Dirección de Tecnología	126

- **QUINTO PISO**

**Tabla 28.**

*Números de extensión telefónica para el quinto piso*

	<b>Extensión telefónica</b>
Biblioteca	137
Sala de Actos	-
Jefatura de Sistemas	126

Una vez agregadas las extensiones para cada departamento perteneciente a la institución se puede mencionar que la tecnología VoIP es uno de los sistemas más grandes en el mercado, ya que permite el transporte de voz digitalizada por medio de la red de datos sobre el protocolo IP. Esta herramienta ofrece un alto agrado de funcionalidad en sus soluciones, ajustándose apropiadamente a los requerimientos necesitados en cualquier empresa.

- **Configuración del Firewall**

En el presente proyecto de investigación se utilizó el firewall ASA 5505, el cual ha sido configurado de tal forma que solo admita comunicación entre las VLANs creadas para la institución pública, con su respectiva lista de control de acceso para establecer las políticas de

red de tráfico de datos. Estas políticas de acceso son necesarias configurarlas para de esa manera asegurar la red de manera eficiente.

**Tabla 29.**  
*Listas de acceso configuradas en el Firewall ASA 5505*

Origen	Destino	Protocolo	Acción	Descripción
Red local	Servidor Web	HTTP/HTTPS	Permitir	Permite que el tráfico de paquetes enviados desde la zona INSIDE hacia el servidor web ubicado en la DMZ.
Internet	Servidor Web	HTTP/HTTPS	Denegar	Deniega el tráfico de paquetes enviados desde la zona OUTSIDE hacia el servidor web ubicado en la DMZ.
Red local	Internet	ICMP	Permitir	Permite el tráfico de paquetes enviados desde la zona INSIDE hacia la zona OUTSIDE.
Internet	Red local	ICMP	Denegar	Deniega el tráfico de paquetes enviados desde la zona OUTSIDE hacia la zona INSIDE.

La creación de VLANs en el firewall Cisco ASA 5505 con diferentes niveles de seguridad permite la asignación de interfaces a la DMZ, INSIDE y OUTSIDE.

```

ciscoasa(config)#interface Ethernet0/0
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#switchport access vlan 1
ciscoasa(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan2, changed state to
down

ciscoasa(config-if)#exit
ciscoasa(config)#interface Ethernet0/1
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#switchport access vlan 3
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#exit
ciscoasa(config)#interface Ethernet0/2
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#switchport access vlan 2
ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#switchport access vlan 3
ciscoasa(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan2, changed state to
down

ciscoasa(config-if)#
ciscoasa(config-if)#switchport access vlan 2

```

**Figura 49.** Creación de las VLANs para las zonas de seguridad

Una vez creadas las VLANs se procede a asignar las direcciones IP y la máscara de subred, en este apartado es importante mencionar que el tráfico que va desde una interfaz de menor seguridad se deniega cuando pasa a una interfaz de mayor seguridad y de igual manera el tráfico que va desde una interfaz de mayor seguridad se permite cuando pasa a una interfaz de menor seguridad.

```
interface Vlan1
  nameif inside
  security-level 100
  ip address 172.16.45.10 255.255.255.0
!
interface Vlan2
  nameif outside
  security-level 0
  ip address 203.1.1.1 255.255.255.0
!
interface Vlan3
  no forward interface Vlan1
  nameif dmz
  security-level 50
  ip address 172.16.100.10 255.255.255.0
```

**Figura 50.** Asignación del nivel de seguridad y direcciones IP a las 3 zonas del firewall

Una vez verificada la creación de las tres zonas: DMZ, INSIDE y OUTSIDE se procede a establecer la creación de políticas de tráfico de paquetes como lo es el *inspect icmp* que permite inspeccionar el tráfico ICMP (Internet Control Message Protocol) como si se tratase de tráfico TCP o UDP, por lo que esta política garantiza que solo hay una respuesta para cada solicitud y que el número de secuencia es correcto.

```
class-map INSIDE-DMZ
  match any
!
policy-map POLITICA-INSIDE-DMZ
  class INSIDE-DMZ
    inspect icmp
!
service-policy POLITICA-INSIDE-DMZ interface inside
!
telnet timeout 5
ssh timeout 5
!
dhcpd auto_config outside
!
!
dhcpd enable inside
!
```

**Figura 51.** Creación de políticas de tráfico de paquetes

Para verificar la conexión se hace ping a la interface OUTSIDE, en donde se observará que no hay respuesta como se menciona en la política

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 203.1.1.1

Pinging 203.1.1.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 203.1.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
C:\>
```

**Figura 52.** Verificación de conexión hacia la zona OUTSIDE

Para la configuración de la DMZ, conocida como la zona desmilitarizada, ubicada en la VLAN 3, con un nivel de seguridad de 50 se ha usado el comando *no forward* con la finalidad de que NO permita que la información salga hacia una VLAN específica, en este caso no tendrá comunicación con INSIDE correspondiente a la VLAN 1.

```
ciscoasa(config-if)#no forward interfa
ciscoasa(config-if)#no forward interface vlan 1
ciscoasa(config-if)#name
ciscoasa(config-if)#nameif DMZ
INFO: Security level for "DMZ" set to 0 by default.
ciscoasa(config-if)#secur
ciscoasa(config-if)#security-level 50|
```

**Figura 53.** Configuración de la zona desmilitarizada

Se configura un objeto, este puede ser un host, un grupo de host, una subred y hasta un servicio, que emplea el Firewall para agrupar diferentes redes de mejor forma. Esto permitirá que por medio de la IP pública asignada se ingrese al servidor.

```

ciscoasa(config)#
ciscoasa(config)#
ciscoasa(config)#object network LAN
ciscoasa(config-network-object)#subnet 172.16.45.0 255.255.255.0
ciscoasa(config-network-object)#nat (inside,outside) dynamic interface
ciscoasa(config-network-object)#exit
ciscoasa#config t
ciscoasa(config)#object network dmz
ciscoasa(config-network-object)#subnet 172.16.100.0 255.255.255.0
ciscoasa(config-network-object)#nat (dmz,outside) dynamic interface
ciscoasa(config-network-object)#exit
ciscoasa#config t
ciscoasa(config)#object network SERVER
ciscoasa(config-network-object)#host 172.16.100.11
ciscoasa(config-network-object)#nat (dmz,outside) static 203.1.1.15
ciscoasa(config-network-object)#exit
ciscoasa#

```

**Figura 54.** Configuración del objeto para acceder al servidor

```

object network LAN
  subnet 172.16.45.0 255.255.255.0
object network SERVER
  host 172.16.100.11
object network dmz
  subnet 172.16.100.0 255.255.255.0
!
!
!
!
object network LAN
  nat (inside,outside) dynamic interface
object network SERVER
  nat (dmz,outside) static 203.1.1.15
object network dmz
  nat (dmz,outside) dynamic interface
,

```

**Figura 55.** Verificación de los objetos creados con el comando **show runing-config**

Se configura la zona OUTSIDE para que se pueda buscar la página web creada, pero no se pueda hacer ping a esta, por lo que primero se configura el INSPECT ICMP. Una vez verificadas se procede a denegar y permitir el protocolo TCP.

```

ciscoasa#
ciscoasa#config t
ciscoasa(config)#access-list entrante extended permit icmp any host 203.1.1.15 echo
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit icmp any host 203.1.1.15 echo
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15 eq www
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15 ftp
^
% Invalid input detected at '^' marker.

ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15 eq ftp
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15 gt ftp
ciscoasa(config)#access-list ENTRANTE extended permit tcp any host 203.1.1.15 gt ftp
WARNING: <ENTRANTE> found duplicate element
ciscoasa(config)#
ciscoasa(config)#
ciscoasa(config)#access-group ENTRANTE in interface outside
ciscoasa(config)#exit

```

**Figura 56.** Configuración de las listas de acceso ICMP y TCP

La entrada de los usuarios desde la zona INSIDE a la DMZ se la verifica en el navegador ingresando la IP 172.16.100.11 asignada al servidor.

File Name:

```

<html>
<center><font size='+2' color='blue'>Municipio de Tulcán</font></center>
<hr>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TULCÁN
<p>Quick Links:
<br><a href='helloworld.html'>A small page</a>
<br><a href='copyrights.html'>Copyrights</a>
<br><a href='image.html'>Image page</a>
<br><a href='cscoptlogo177x111.jpg'>Image</a>
</html>

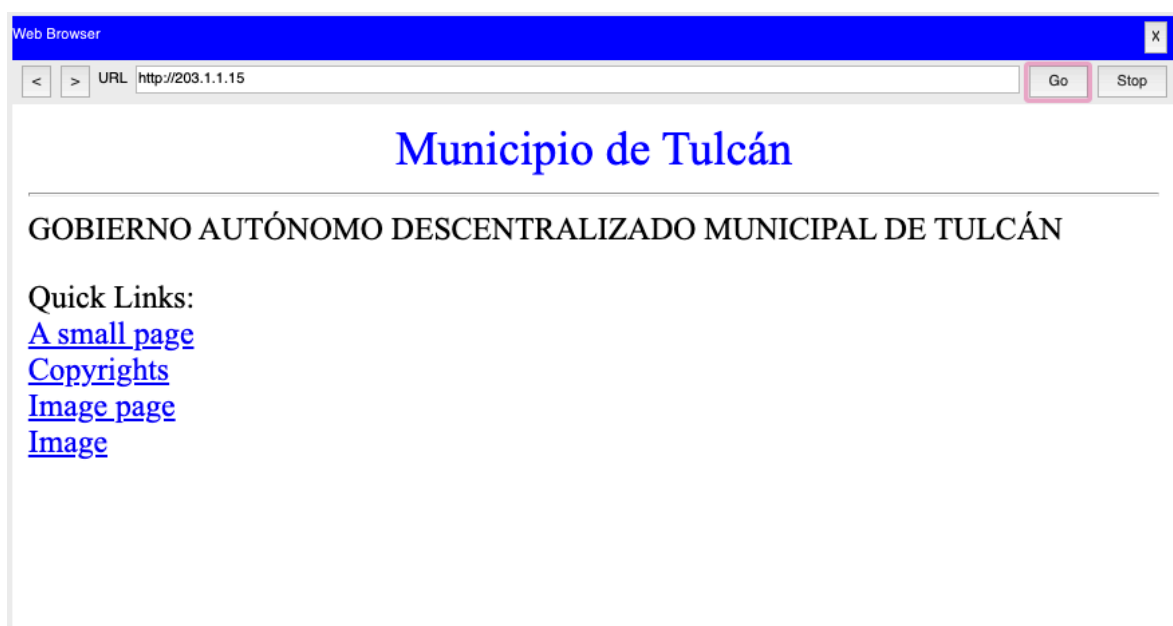
```

**Figura 57.** Configuración de la página de acceso



*Figura 58.* Ingreso a la página desde la seguridad INSIDE al servidor HTTP

Al especificar el HTTP en OUTSIDE se puede acceder al servidor mediante la dirección IP pública 203.1.1.15 para de esa manera acceder a los recursos.



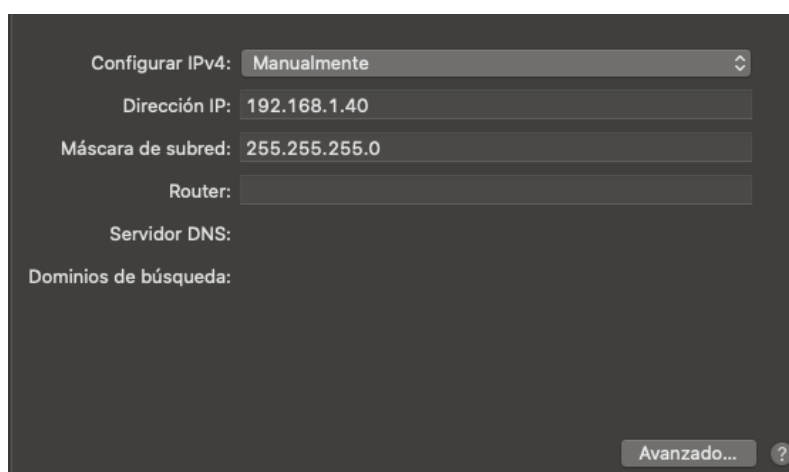
*Figura 59.* Ingreso a la página HTTP desde la seguridad OUTSIDE

- **Configuración Enlaces de Datos**

Las antenas de enlaces de datos que se utilizarán para esta configuración son Ubiquiti NanoStation M5 con una potencia de 500mW y una antena integrada que otorga “100Mbps de ancho de banda REAL TCP/IP en enlaces de hasta 5Km bajo los protocolos 802.11N y 802.11a en una frecuencia de 2.4 GHz”.

Para esta configuración se hará uso de dos antenas, una para que sea el punto de acceso ubicado en el GADM, el cual se conectará con las diferentes estaciones o clientes externos con los que cuenta dicha institución.

Una vez realizada la conexión se configura la antena para un radioenlace inalámbrico ingresando una dirección IP estática en el computador para abrir la configuración de la antena Ubiquiti.



**Figura 60.** Configuración de antenas de enlaces de datos

Guardados los cambios, se procede a ir al navegador para ingresar en el URL la dirección IP 192.168.1.20 que es la dirección por default que viene toda la marca Ubiquiti. Para tener acceso al sistema se ubica el nombre y la contraseña del usuario que viene por defecto “*ubnt*”, se selecciona la ciudad y el lenguaje que se desea utilizar.

Dentro del sistema para realizar la configuración del Sitio A que hace referencia al punto de acceso se procede a la pestaña Wireless. En este apartado al punto de acceso se lo denominará MUNICIPIO, que es el que va a permitir enviar la señal Wi-Fi a través de nuestra antena hacia las estaciones.

**NanoStation M5** airOS™

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM Tools: [v] Logout

**Basic Wireless Settings**

Wireless Mode:

WDS (Transparent Bridge Mode):  Enable

SSID:   Hide SSID

Country Code:

IEEE 802.11 Mode:

Channel Width:[?]

Frequency, MHz:

Extension Channel:

Frequency List, MHz:  Enable

Calculate EIRP Limit:  Enable

Antenna:

Output Power:  dBm

Data Rate Module:

Max TX Rate, Mbps:   Auto

**Wireless Security**

Security:

RADIUS MAC Authentication:  Enable

MAC ACL:  Enable

**Figura 61.** Configuración de la antena A para enlaces de datos

Al guardar los cambios se selecciona la pestaña Network, en donde se procede a cambiar la dirección IP de la antena del punto de acceso para poder permitir la conexión a los demás puntos desde la puerta de enlace 172.16.50.10

**NanoStation M5** airOS™

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM Tools: [v] Logout

Configuration contains changes. Apply these changes?

**Network Role**

Network Mode:

Disable Network:

**Configuration Mode**

Configuration Mode:

**Management Network Settings**

Management IP Address:  DHCP  Static

IP Address:

Netmask:

Gateway IP:

Primary DNS IP:

Secondary DNS IP:

MTU:

Management VLAN:  Enable

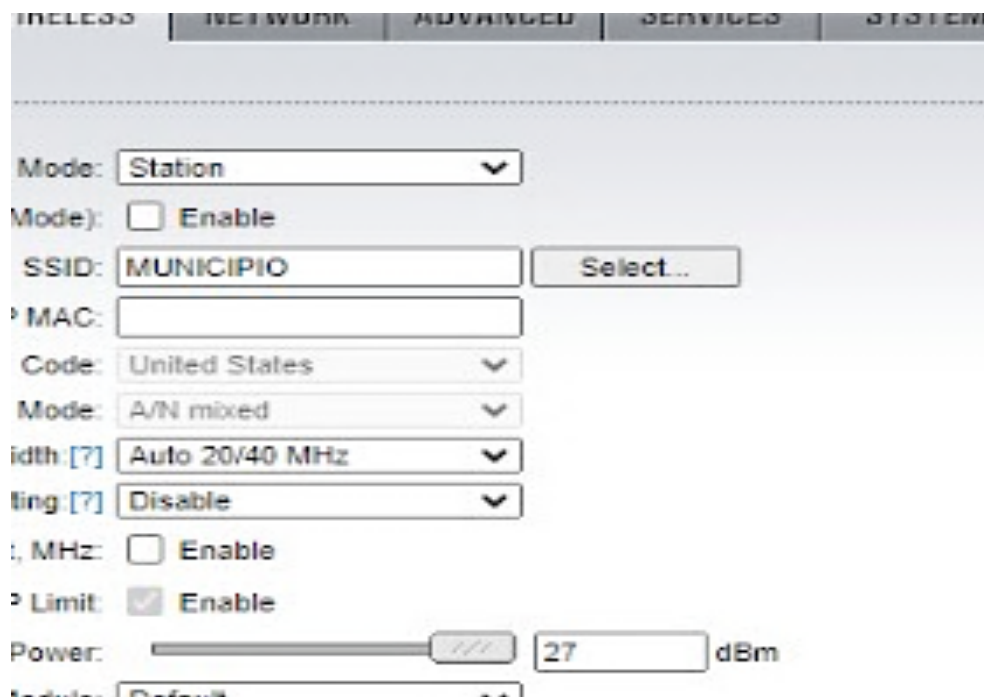
Auto IP Aliasing:  Enable

STP:  Enable

IPv6:  Enable

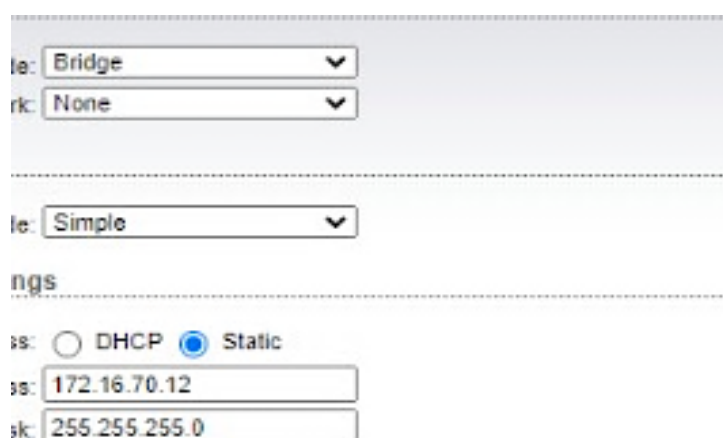
**Figura 62.** Cambio de la dirección IP de la antena de acceso.

Realizada la configuración del AP, se procede a realizar la configuración del Sitio B que hará la función de la estación o cliente.



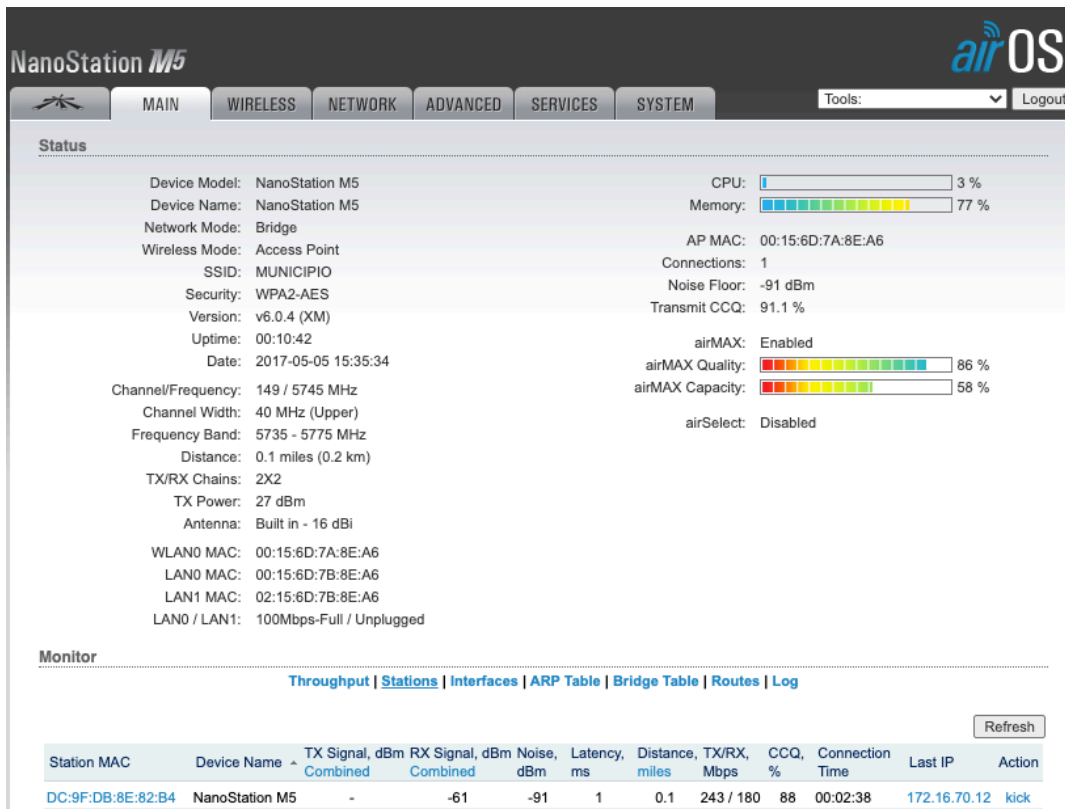
**Figura 63.** Configuración del punto B como estación o cliente

De la misma manera en la pestaña Network se ubica la puerta de enlace por la que va a pasar la señal y se cambia la dirección IP de la antena estación.



**Figura 64.** Habilitación de la puerta de enlace para que pase la señal

Realizada la configuración del **SITIO A**: Punto de acceso y del **SITIO B**: Estación se observa que la antena aparece en el **MAIN** del denominado AP con la dirección IP asignada a la estación.



**Figura 65.** Comprobación de la conexión del sitio A al sitio B

Para comprobar la conexión hacia la estación se realiza un ping a la dirección 172.168.70.12

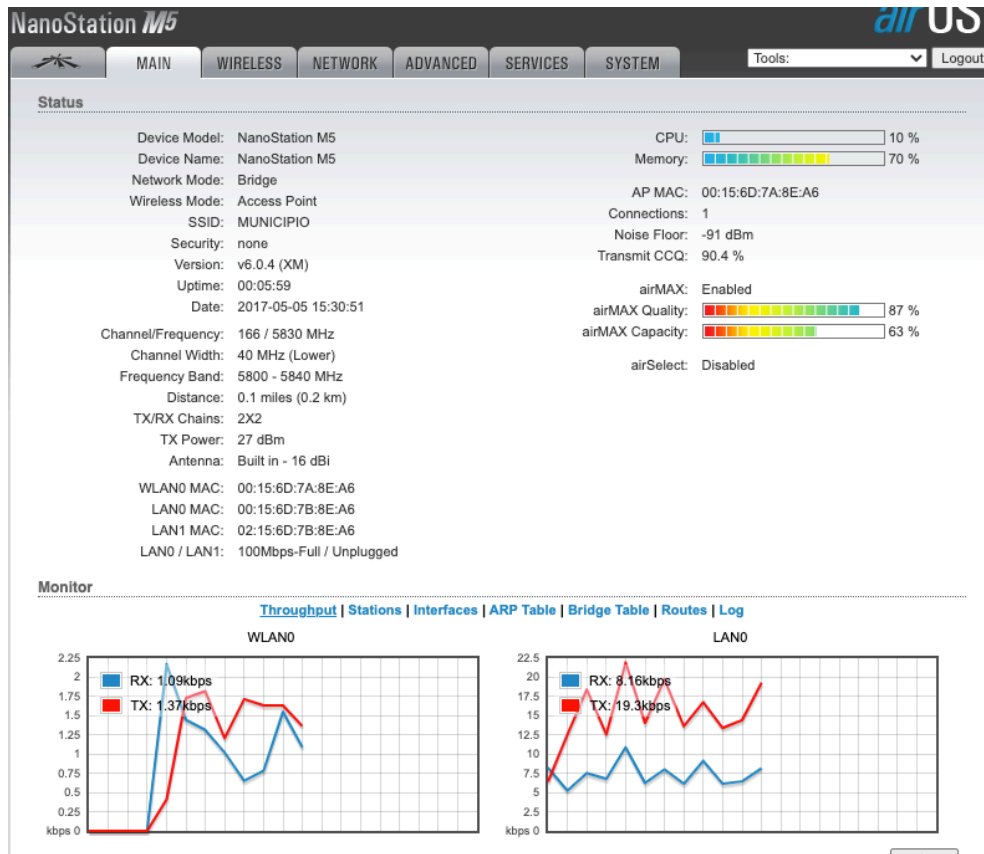
```

Last login: Thu Sep 16 12:53:49 on ttys000
[angelafransheska@MacBook-Pro-de-Angela ~ % ping 172.16.70.12 ]
PING 172.16.70.12 (172.16.70.12): 56 data bytes
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.259 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.441 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.430 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.428 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.841 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.352 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.450 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.381 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.429 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.431 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=10 ttl=64 time=2.609 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=11 ttl=64 time=1.420 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=12 ttl=64 time=2.512 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=13 ttl=64 time=1.490 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=14 ttl=64 time=6.794 ms
64 bytes from 172.16.70.12: icmp_seq=15 ttl=64 time=1.403 ms

```

**Figura 66.** Ping de conexión para verificar la conexión desde el sitio A al sitio B

Y se observa en el main del NanoStation M5 las siguientes gráficas que demuestran la conexión desde el punto de acceso hasta la estación.



**Figura 67.** Conexión exitosa entre el punto de acceso y la estación

#### 4.1.1.3 FASE 3: DESARROLLAR DISEÑO FÍSICO

- **Selección tecnologías y dispositivos para redes empresariales**

La infraestructura de red permitirá el acceso a los recursos de acuerdo con las políticas de administración establecidas en el Municipio de la ciudad de Tulcán.

Cada estación de trabajo debe contar con su respectivo conector R-J45 el cableado de voz y datos que se propone es de categoría 6A lo que permitirá dentro de los estándares “TIA e ISO” ejecutar velocidades de hasta 10Gbps dentro de un ambiente Ethernet.

Según Iza (2021):

El cuadrante de Gartner define el mercado de proveedores como el suministro de hardware y software de redes cableadas e inalámbricas que permiten que los dispositivos se conecten a la red LAN o Wi-Fi de una empresa. Estos dispositivos incluyen computadoras portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas, equipos de oficina en red y puntos finales de Internet de las cosas (IoT).

Tomando en consideración lo expuesto los principales líderes son:

- Cisco
- Aruba
- Extreme Network
- Huawei

A continuación, se presenta un cuadrante en donde se analizan los principales proveedores de tecnología para el cableado de redes LAN.



**Figura 68.** Cuadrante de GARTNER para infraestructuras de redes  
 Fuente: TecnoZero. (2020). *Cuadrante de Gartner LAN y WLAN* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tecnozero.com/wifi/cuadrante-magico-de-gartner-para-infraestructuras-de-red-cableadas-e-inalambricas/>

Cisco continúa liderando este mercado junto con Aruba, ya que, en comparación a sus competidores presenta algunas ventajas:

Las ventajas en relación con costo-beneficio según Cisco Marketing (2013):

- Facilitan el acceso rápido y la conectividad sin complicaciones, y son reconocidos por sus resultados.
- Reducen costes energéticos y el consumo de recursos optimizando la eficiencia al máximo, algo sobre lo que todas las organizaciones están comenzando a tomar conciencia.



- Son más seguros y garantizan el cumplimiento de la normativa de los productos tecnológicos evitando este tipo de problemas.
- Los sistemas son flexibles y permiten subir el nivel del aparato de acuerdo con las necesidades que se vayan planteando.

Es por eso, que se plantea el uso de tecnología Cisco en la infraestructura de red del GAD Municipal de Tulcán. Dentro de la tecnología Cisco se abarcan dispositivos de conexión de redes como switches, routers, firewall, puntos de acceso, controladora y telefonía IP, de la misma forma en cuanto al software se hará uso de programas de administración de red como CISCO Network Assistant.

- **Comparación de Dispositivos de Conexión de Red**

**Tabla 30.**



*Comparación de dispositivos de conexión de red*

<b>SWITCH DE CAPA 2</b>			
<b>NOMBRE DISPOSITIVO</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>NÚMERO PUERTOS CARACTERÍSTICAS</b>	<b>FUNCIONALIDAD DISPOSITIVO</b>
<b>Switch WS-2960-24TC-S</b>		<p>QoS básico, seguridad y disponibilidad.</p> <p>Switch que ocupa una unidad de rack (1RU).</p> <p>Ethernet y 1 puerto SPF, sólo 1 puede estar activo a la vez.</p>	<p>Proporcionan Capa de clase empresarial de conmutación 2 para las sucursales, áreas de trabajo convencionales, y aplicaciones de infraestructura de configuración fija.</p> <p>Contiene dos puertos de uplink de doble propósito tiene un puerto de 10/100/1000</p>
<b>Switch Catalyst 2960I-48PQ-LI</b>		<p>Presenta 48 puertos de enlace</p> <p>Conectores USB tipo A</p> <p>Puerto de consola RJ-45</p>	<p>Enlaces Ethernet 10/100/1000 Power over Ethernet plus (PoE +).</p> <p>Cuatro ranuras de enlace ascendente para módulo “SFP” de 1 Gigabit Ethernet</p> <p>Cuatro ranuras de enlace ascendente “SFP +”de 10 Gigabit Ethernet</p>

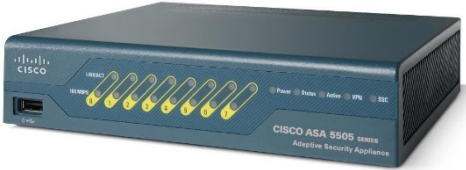

---

### SWITCH DE CAPA 3



---

NOMBRE DISPOSITIVO	IMAGEN	NÚMERO PUERTOS CARACTERÍSTICAS	FUNCIONALIDAD DISPOSITIVO
<b>Switch Cisco Catalyst 9200</b>		24/ 10BASE-T,10GBASE-T,100BASE-TX,1000BASE-T	Son fáciles de administrar y escalar. Los conmutadores ofrecen un rendimiento mejorado y una automatización y seguridad avanzadas para su red de acceso, al mismo tiempo que brindan conectividad y energía confiables a todos los dispositivos de su sucursal.
<b>Switch Cisco Catalyst 3560</b>		24/ Puertos de enlace ascendente 10/100/1000	LoFs Catalyst 3560-CX y 2960-CX son conmutadores Ethernet a los que puede conectar dispositivos como teléfonos IP de Cisco, puntos de acceso inalámbricos de Cisco y algunos equipos de red como servidores, enrutadores y otros conmutadores

**FIREWALL**

NOMBRE DEL DISPOSITIVO	MERCADO	CANTIDAD MÁXIMA DE INTERFACES VIRTUALES	CARACTERÍSTICAS
<b>Firewall Cisco ASA 5505</b> 	Oficinas pequeñas, hogares/trabajadores móviles/Oficinas remotas, sucursales	3 (enlaces troncales desactivados) 20 (enlaces troncales activados)	<b>Prevención de intrusos:</b> No <b>Seguridad en la capa de aplicaciones:</b> Si <b>Funciones de firewall transparente de capa 2:</b> Si <b>Cantidad máxima de sesiones de VPN:</b> 10/25
<b>Firewall Cisco ASA 5540</b> 	Empresas medianas	200 enlaces virtuales VLANs	<b>Prevención de intrusos:</b> Si (AIP-SSM) <b>Seguridad en la capa de aplicaciones:</b> Si <b>Funciones de firewall transparente de capa 2:</b> Si <b>Cantidad máxima de sesiones de VPN:</b> 5000



**CONTROLADORA DE RED INALÁMBRICA**

<b>NOMBRE DISPOSITIVO</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
<b>Controlador inalámbrico Cisco Catalyst 9800-L</b>		<p>Permite un número máximo puntos de acceso de 250-500.</p> <p>Controladores basados en AireOS.</p> <p>Permite 4096 WLANs y VLANs máximas.</p> <p>Permite la conexión de 5000 clientes Rendimiento máximo de 5Gbps a 10 Gbps.</p>	<p>El Cisco Catalizador 9800-L es un controlador inalámbrico fijo con actualizaciones de software sin problemas para pequeñas y medianas empresas.</p> <p>Convierte la primera línea de defensa más sólida, con análisis de tráfico cifrado (ETA) y acceso definido por software (SD-Access).</p>
<b>Controlador inalámbrico Cisco 3504</b>		<p>Permite 150 puntos de acceso</p> <p>Soporta una conexión máxima de 3000 clientes</p> <p>Soporta 4096 VLANs.</p> <p>Rendimiento máximo de 4 Gbps.</p>	<p>Tecnología Cisco Multigigabit Ethernet.</p> <p>Rendimiento de 802.11ac Wave 2, alta escala y tiempo de actividad mejorado del sistema.</p> <p>Proporciona control, administración y resolución de problemas centralizados para pequeñas y medianas empresas y sucursales.</p>

---



**PUNTOS DE ACCESO**

---

<b>NOMBRE DISPOSITIVO</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
<b>Punto de acceso Cisco Aironet 2700</b>		<p>Admite conexiones de mayor velocidad más lejos del AP que las soluciones de la competencia.</p> <p>Ofrece antenas 802.11n y 802.11ac , que brindan una cobertura óptima para diferentes escenarios de implementación.</p> <p>Admite 802.11ac “Wave 1” en su primera implementación, proporcionando conexión de hasta 1.3 Gbps.</p>	<p>La Red Inalámbrica Unificada puede escalar hasta 18,000 AP con movilidad de Capa 3 completa en ubicaciones en el campus empresarial, en sucursales y en sitios remotos.</p> <p>Capacidades de ecualización MIMO, que optimizan el rendimiento y la confiabilidad del enlace ascendente al reducir el impacto del desvanecimiento de la señal.</p>
<b>Puntos de acceso Cisco Aironet 4800</b>		<p>Una innovación de Cisco que permite que los puntos de acceso colaboren de manera inteligente en tiempo real con respecto a las para que los usuarios se conecten con un rendimiento y una calidad de señal optimizados.</p> <p>Proporciona velocidades de enlace ascendente hasta 5 Gbps y velocidades de 100 Mbps y 1 Gbps. Todas las velocidades son compatibles con cableado de Categoría 5e</p>	<p>Tasa de conexión teórica de 2.6 Gbps por radio, el doble de las tasas que ofrecen los puntos de acceso 802.11ac de alta gama de hoy en día.</p>

---

## ANTENAS ENLACES INALÁMBRICOS

NOMBRE DISPOSITIVO	VELOCIDAD/RANGO	RANGO DE COBERTURA / ENLACES	CARACTERÍSTICAS
<b>Ubiquiti NanoStation M2</b> 	150+ Mbps / 2.4 GHz	13 km PtP (Punto a punto) PtMP (Punto multipunto)	Especificaciones del procesador: Atheros MIPS 24KC, 400MHz  Información de la memoria: 32 MB de SDRAM, 8 MB de flash  Interfaz de red: 2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet  Características de la caja: plástico estabilizado a los rayos UV para exteriores
<b>Ubiquiti NanoStation M365</b> 	150 Mbps / 5 GHz	15 km PtP (Punto a punto) PtMP (Punto multipunto)	Tamaño 29,4 cm x 8 cm x 3 cm  Peso 0.5kg  Frecuencia: 3,65 GHz  Rendimiento: más de 150 Mbps  Alcance: más de 15 km  (2) puertos Ethernet 10/100

- **Selección de equipos propuestos para la red**

- **Switch de capa 2**

De acuerdo con el código SIE-EPFLP-09-2021 del portal de compras públicas el costo del Switch CISCO Catalyst 2960 de 48 puertos, el cual es ideal para el funcionamiento de la capa de acceso y ha sido seleccionado para el presente proyecto de investigación, está evaluado en un valor unitario de \$1.367,76 de acuerdo con la proforma económica de MEGA supply Servicios Tecnológicos y Networking.

- **Switch de capa 3**

De acuerdo con las especificaciones requeridas en el GAD Municipal de Tulcán como el contar con un equipo que soporte enrutamientos dinámicos del tráfico de red se recomienda la adquisición del Switch Cisco Catalyst C3560 que cumpla con las especificaciones generales mencionadas a continuación: deben ser un equipo nuevo, no remanufacturados y garantizados contra defectos de fabricación. El equipo sugerido debe contar con garantía y soporte técnico directo del fabricante durante tres años. De acuerdo con el portal de compras públicas proceso de contratación número SIE-CEC-004-2021 con fecha 23/08/2021 el costo estimado del Switch sugerido oscila aproximadamente entre los \$ 17.369.99.

- **Firewall**

Tomando en consideración los requerimientos del GAD Municipal de Tulcán y la posibilidad de implementar una red privada virtual (VPN) se sugiere la adquisición del Firewall Cisco ASA 5540 del mismo modo se sugiere adquirir con garantía de parte del contratista que incluya soporte correctivo y mantenimiento programados, dicho firewall de acuerdo con el portal de compras públicas proceso número SIE-ESPOLTECH-17-21 con fecha 06/07/2021 el costo estimado del Firewall mencionado es de \$ 5.509,00.

- **Controladora inalámbrica de red**

El controlador inalámbrico Cisco 3504 ha sido seleccionado, ya que, gracias a la tecnología que posee proporcionará a la institución pública admitir implementaciones 802.11ac Wave 2 de próxima generación utilizando la infraestructura de red diseñada, por lo tanto, de acuerdo a la proforma de GreenDC, Tecnología, Comunicaciones, Energía (2021) presente en el portal

de compras públicas con el código SIE-EPFLP-09-2021 presenta un valor unitario de \$2.400,38.

- **Puntos de acceso**

Los puntos de acceso de Cisco Aironet 2700 están evaluados con un valor unitario de \$152,18 en base a la proforma de GreenDC, Tecnología, Comunicaciones, Energía, el uso de este dispositivo como propuesta para la institución pública ayudará a mantenerse por delante de las expectativas de rendimiento y ancho de banda del trabajador móvil de hoy, que generalmente usa varios dispositivos Wi-Fi en lugar de solo uno.

- **Antenas de enlace**

Tomando en consideración los requerimientos mínimos del GAD Municipal de Tulcán como la adquisición de antenas con una cobertura que no supera los 15 km, configuración en modo Modo AP, client así como Bridge transparente o Routing entre WAN y LAN, con NAT o sin NAT, se propone la adquisición de las antenas Ubiquiti NanoStation M2 que de acuerdo a la página oficial de Ubiquiti Ecuador dichos dispositivos de red se encuentran valuado en \$ 94,89 cada uno.

- **PRESUPUESTO**

**Tabla 31.**  
*Presupuesto de los dispositivos seleccionados*

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>10</b>	Switch Capa 2	CISCO Catalyst 2960 de 48 puertos	1367,76	13. 677,6
<b>1</b>	Switch Capa 3	Cisco Catalyst C3560	17.369,99	17.369,99
<b>1</b>	Firewall	Firewall Cisco ASA 5540	5.509,00.	5.509,00.
<b>1</b>	Controladora	Cisco 3504	2.400,38.	2.400,38.
<b>6</b>	Puntos de acceso	Cisco Aironet 2700	152,18	913,08

<b>6</b>	Antenas de Ubiquiti enlace NanoStation M2	94,89	569,34
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>\$40.439,39</b>

De la misma forma se considera dentro de una infraestructura de red los siguientes elementos:

**Tabla 32.**

*Cantidad de elementos de red*

Elementos	Cantidad
Rack de pared	5
Racks enclouser Data center	1
Multitoma horizontal 8 tomas racks	6
Patch Panel	12
Organizadores de cable	12
Bobina de cable UTP cat 6 <sup>a</sup>	1
Surface y FacePlate	250
Paquete de Jack macho rj45 cat 6 <sup>a</sup>	10
Fibra Óptica LC/ UPC	5
Módulos SFP Duplex	12

Según la proforma número PRE2022FM1219 el costo estimado de algunos elementos mencionados se cotiza en los siguientes precios:

**Tabla 33.**

*Presupuesto de los elementos de red*

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Valor total
<b>5</b>	Gabinetes Rack Cerrado Beaucoup I-1027-n abatible pared 19ur	389,99	1.949,95
<b>1</b>	Rack Cerrado de piso de 42ur	975,99	975,99
<b>6</b>	Multitoma Horizontal 8 Tomas Rack, Soporte De Pared	48,00	288,00
<b>12</b>	Patch Panel 48 Puertos Nitrotel Cat 6a con Jacks Certificado	179,99	2.159,88

12	Organizador De Cables I-1141 Para Rack Soportes Beacoup	16,25	195,00
4	Rollo De Cable Next U / Utp Cat 6a Bobina 305mt Cat 6a	279,00	1.116,00
250	Wallplate FacePlate Rj45 Cat 6 De 2 Puertos Con Jack	2,20	550,00
10	Paquete de Jack macho rj45 cat 6 <sup>a</sup>	2,90	725,00
5	Fibra Óptica Patch Cords LC/ UPC 40 M	5,99	29,95
12	Módulos SFP Cisco Duplex Glc-sx-mm 1000 Base Sx-lc	45,00	540,00
<b>Valor Total</b>			<b>8.616,00</b>

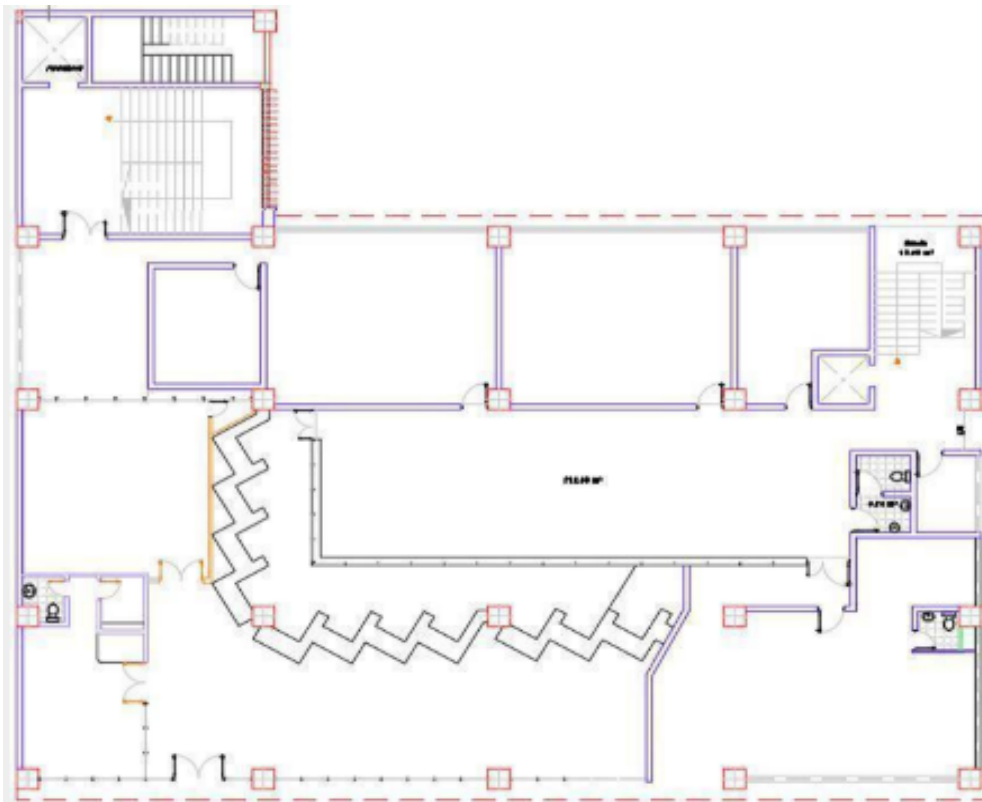
Una vez realizados los presupuestos necesarios el valor estimado para la cotización del proyecto tomando en cuenta los dispositivos, elementos y herramientas de red es un total de **\$49.055,39**.

- **ESQUEMA ARQUITECTÓNICO**

El GAD Municipal de Tulcán está compuesto por una edificación que se compone de 5 pisos los cuales están distribuidos de forma adecuada para un correcto desempeño de las actividades de los funcionarios.

Los siguientes planos arquitectónicos definen la estructura física del GAD Municipal de Tulcán:

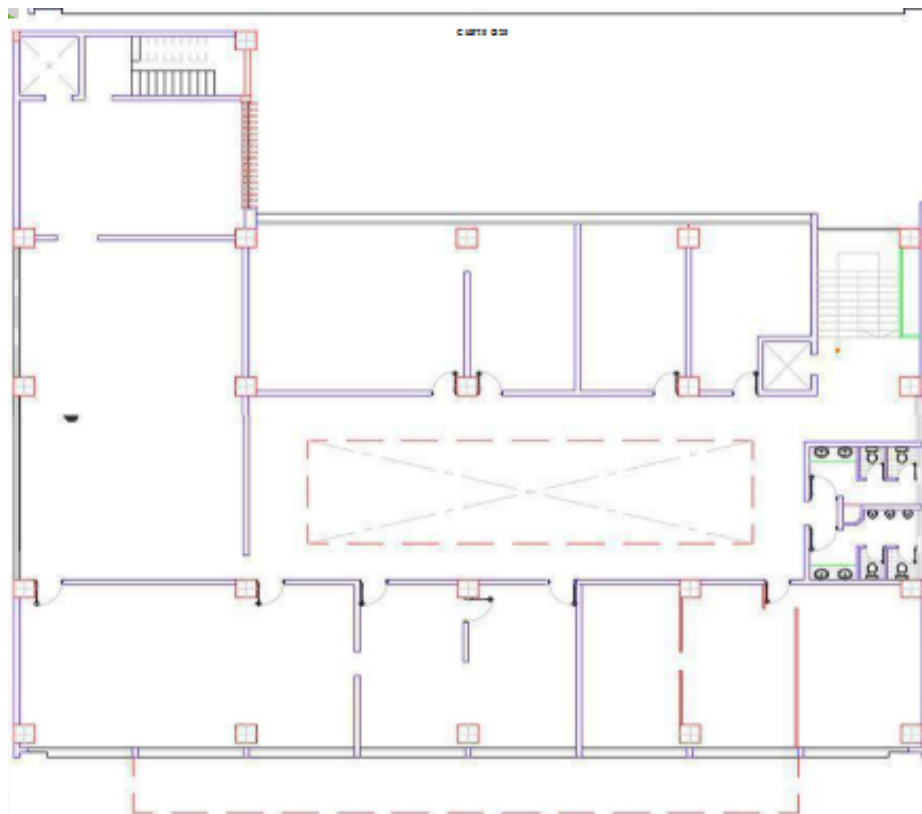
- **Primer Piso del GAD Municipal de Tulcán**



**Figura 69.** Esquema arquitectónico del primer piso del GAD Municipal de Tulcán

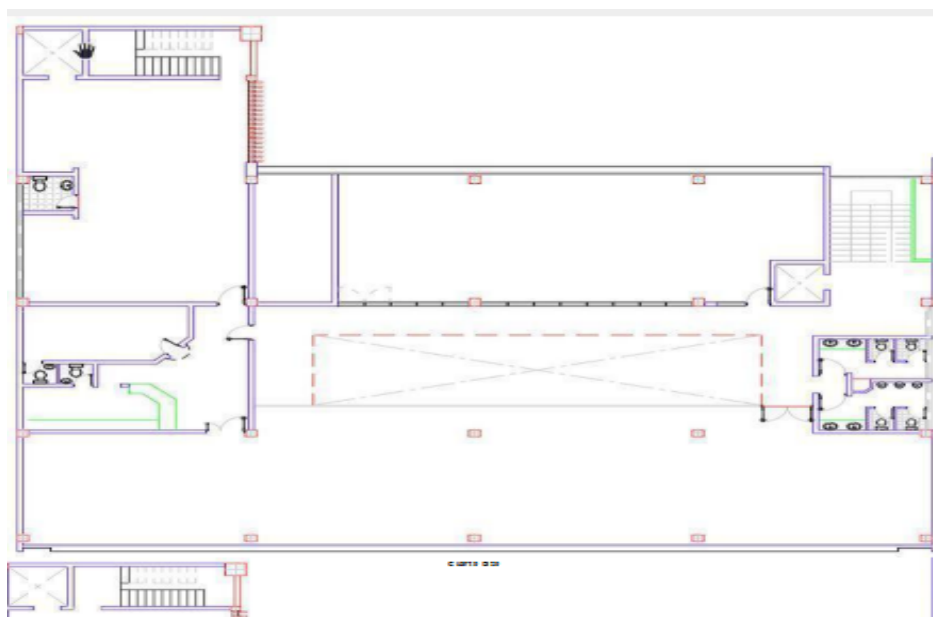
Tomando en cuenta que la distribución del primer, segundo y tercer piso es la siguiente:

- **Segundo, Tercer y Cuarto piso del GAD Municipal de Tulcán**



*Figura 70.* Esquema arquitectónico del segundo, tercer y cuarto piso

- **Quinto piso del GAD Municipal de Tulcán**



*Figura 71.* Esquema arquitectónico del quinto piso del GAD Municipal de Tulcán

- **Cálculo de crecimiento de la red**

**Tabla 34.**

*Cálculo de crecimiento de la red*

	<b>Número de funcionarios hace 4 años</b>	<b>Número de usuarios actuales</b>	<b>Porcentaje de crecimiento</b>
<b>Planta baja</b>	30	39	30%
<b>Primera planta</b>	60	86	43%
<b>Segunda Planta</b>	45	52	16%
<b>Tercera Planta</b>	67	68	1%
<b>Cuarta Planta</b>	9	3	-67%
<b>TOTAL</b>	<b>211</b>	<b>248</b>	<b>18%</b>

- **Crecimiento poblacional**

Aplicando el modelo de Malthus nos sirve para calcular la población creciendo de una comunidad en donde es posible utilizarla para calcular una población que aumenta o disminuye al paso del tiempo (Hodgson, 2016).

$$\frac{dp}{dt} = k * p \Rightarrow \frac{dp}{p} = k * dt$$

$$\ln\left(\frac{\text{funcionarios actuales}}{\text{funcionarios anteriores}}\right) = \ln(e^{\text{años anteriores} * k})$$

$$p(t) = \text{funcionarios anteriores} * e^{k * \text{proyeccion años}(10 \text{ vigencia de una red de datos})}$$

**Tabla 35.**  
*Crecimiento poblacional*

	Número de usuarios actuales	Número de usuarios en 10 años	Crecimiento Institucional
<b>Planta Baja</b>	39	58	
<b>Primera planta</b>	86	147	
<b>Segunda Planta</b>	52	64	38%
<b>Tercera Planta</b>	68	70	
<b>Cuarta Planta</b>	3	3	
<b>Total</b>	248	342	

- **Cálculo de la capacidad de conmutación de los switches de acceso**

Según la revista DEEC Report (2011), Tendencias en la computación el cálculo del número de switches necesarios se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Numero de Switches de acceso por piso} = \text{Entero Superior} \frac{\text{Total de puertos de red por piso}}{48 \text{ puertos de usuario final por switch}}$$

$$\text{Numero de Switches de acceso} = \text{Numero de Switches de acceso por piso} + 1 \text{ Switch de acceso de respaldo}$$

**Tabla 36.**  
*Cálculo de la capacidad de conmutación de los switches de acceso*

Ubicación del rack	Usuarios activos por piso	Usuarios proyectados	Número de switch de 48 puertos por rack
<b>Planta Baja</b>	39	58	2
<b>Primera planta</b>	86	147	3
<b>Segunda Planta</b>	52	64	2
<b>Tercera Planta</b>	68	70	2
<b>Cuarta Planta</b>	3	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>248</b>	<b>342</b>	<b>10</b>

- **DISEÑO TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED**

Los estándares establecidos y publicados por el “Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI)”, la “Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA)” y la “Asociación de Industrias Electrónicas (EIA)”, tienen la finalidad de estandarizar los sistemas de cableado estructurado que se modernizan, mejoran y adaptan a las necesidades de las redes actuales, por lo que se mencionan las que se utilizarán en esta investigación permitiendo a futuro la robustez y eficiencia de la red del GAD Municipal de Tulcán.

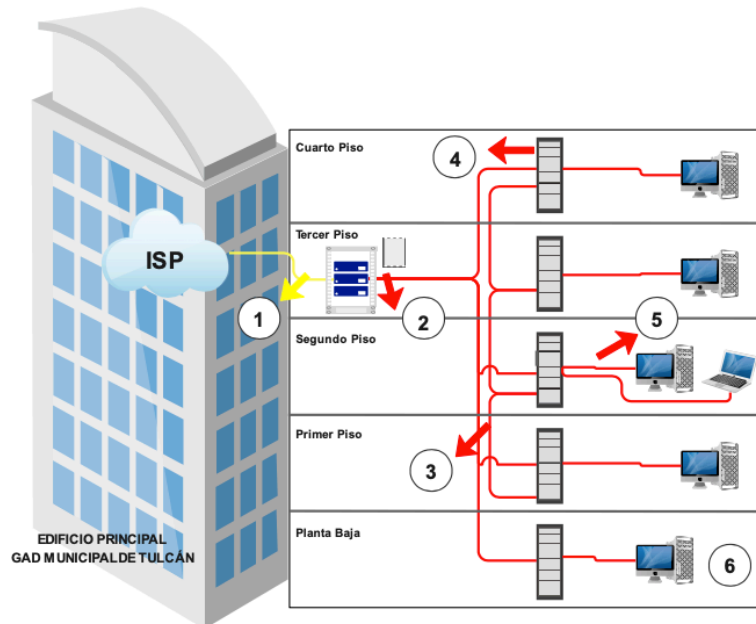
- **ANSI/TIA/EIA-568**

Define la forma de diseñar y construir una red para edificios comerciales mediante un sistema de cableado con características de rendimiento específicos para crear un sistema de comunicación unificado. Señala los requerimientos básicos para el cableado del Municipio de Tulcán al ser una entidad comercial de oficinas que requiere basarse en una topología, la distancia máxima de los cables y la eficiencia de los componentes que se encuentren conectados a la red incluyendo voz y datos. Resaltando que la vida útil de la red especificada por esta norma debe ser mayor de 10 años.

La norma de cableado que se aplicará en el Municipio de Tulcán es la “ANSI/TIA/EIA-568-B”, ya que, al contar con una red de cableado instalada sin llevar ningún orden se han generado problemas al querer realizar alguna modificación.

La topología de red de estrella que se ha planteado se fundamenta en distribuir el servicio de ISP (Telconet) a través de un enlace de fibra óptica que entra al centro de datos ubicado en el rack principal del tercer piso para conectar los enlaces a los switches secundarios por medio de fibra óptica para transmitir datos a los equipos terminales de cada uno de los pisos del GAD Municipal de Tulcán.

Para cumplir con los estándares de la norma propuesta se cumplirá con los requerimientos generales en el que se detallan los componentes que conforman la red de la institución:



**Figura 72.** Requerimientos generales de los componentes de la red de la institución

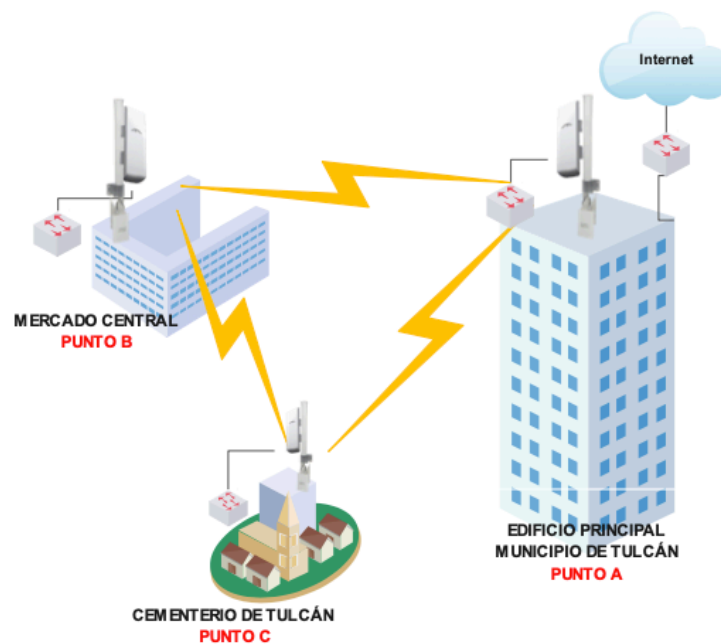
1. “Instalaciones de entrada”
2. “Cuarto de equipos”
3. “Cableado vertical (Backbone)”
4. “Armario de telecomunicaciones”
5. “Cableado Horizontal”
6. “Área de trabajo”

Las instalaciones de entrada vienen a ser el punto físico de partida de la red, ya que contiene los cables, los equipos de conexión, los elementos de protección y los equipos necesarios para conectar los elementos exteriores a los elementos de los departamentos ubicados en cada uno de los pisos de la institución. El cuarto de equipos contendrá todos los equipos electrónicos de administración general de la red usando la jerarquía del cableado vertical que realizará la interconexión entre el cuarto de equipos y cada uno de los armarios de telecomunicaciones ubicados en cada piso del municipio, éste estará diseñado para soportar un crecimiento en un periodo entre 3 y 10 años como los establece la normativa. El armario de telecomunicaciones es el cuarto que realiza la interconexión del cableado horizontal y backbone recibiendo los cables del cuarto de equipos para administrarlos en los paneles y enviar por el cable UTP información a cada área de trabajo. El cableado horizontal será utilizado para extender y realizar la interconexión entre el armario de telecomunicaciones y el área de trabajo, ya que, durante el diseño se consideró los servicios de voz, datos, redes de área local (LAN), firewall

y seguridad en base a la topología de estrella resaltando que cada conector de un área de trabajo debe estar conectado a su correspondiente en el armario de telecomunicaciones respetando una distancia máxima de 100 metros. Finalmente, el área de trabajo comprenderá el espacio y equipo de trabajo de una persona, diseñado con mínimo dos conectores RJ 45 por cada área de trabajo mediante una instalación junto a las tomas de corriente eléctrica necesarias utilizando cordones de percheo de la misma categoría de los otros componentes con una distancia máxima que no supere los 5 metros tal y como se menciona en la norma.

Cabe mencionar que como medio de transmisión guiado se hará uso del par trenzado, ya que, permitirá la conexión de un concentrador directamente a las PC de la institución utilizando cables de par trenzado para distribuir la información de la red del GAD Municipal de Tulcán a las PC mediante conectores RJ45 categoría 6A.

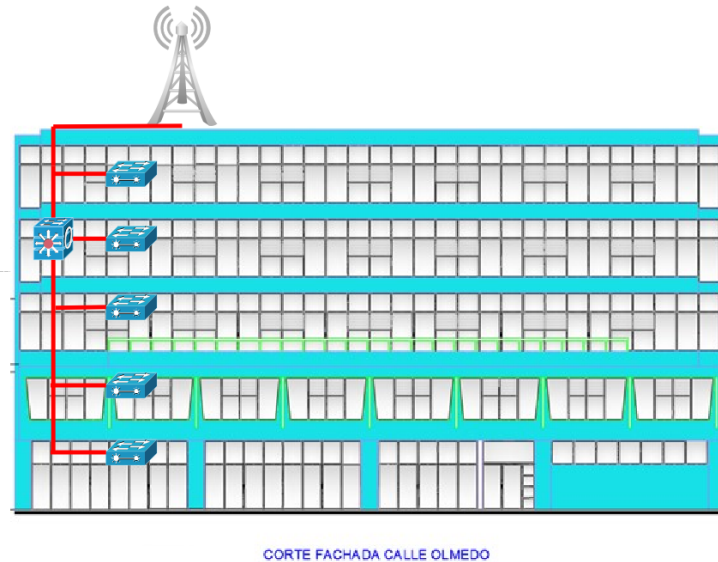
El medio de transmisión no guiado que se propone es el de microondas puesto que el alcance promedio de las antenas que se utilizarán es de 40 km en la tierra. Es por esto que la aplicación de este medio se la realizará desde el edificio principal del GAD Municipal de Tulcán hacia los demás puntos de enlace como: El Cementerio, Mercado San Miguel, Mercado del Sur, Mercado Central.



**Figura 73.** Esquema de representación para las antenas de enlaces de datos

- **Cableado Vertical o Backbone (Fibra Óptica)**

Con la finalidad de comunicar cada uno de los switches de acceso que se encuentra en cada piso que conforma la infraestructura civil del GAD Municipal de Tulcán se emplea el uso de fibra óptica.



**Figura 74.** Cableado vertical propuesto para la institución pública

- **Centro de Datos**

Dando cumplimiento a la normativa ANSI/TIA 569-C en donde establece las recomendaciones estructurales de un centro de datos, para ello el área mínima se establece para 200 usuarios finales con un mínimo de 12 m<sup>2</sup>, en donde las dimensiones típicas son 3x3 m, actualmente en centro de datos se ubica en el tercer piso de la edificación del GAD Municipal de Tulcán las dimensiones del centro de datos son de 4,50 m x 3.50 m con un área total de 15,75 m<sup>2</sup>. Además, cumple con algunas recomendaciones y buenas prácticas al estar ubicada en una planta superior lejos de interferencias electromagnéticas, motores o asesores, de igual manera se ubica estratégicamente en un lugar en donde no tiene contacto con cañerías como lo especifican las buenas prácticas de ubicación de sala de telecomunicaciones. Sin embargo, se realiza las siguientes recomendaciones en base a la normativa ANI/TIA 569-C.

La infraestructura civil de la institución pública no cuenta con una estructura para prevención de sismos o vibraciones por lo cual se deben tomar precauciones y adecuaciones correspondientes. Se conoce que la altura aproximada desde el piso al tumbado de construcción

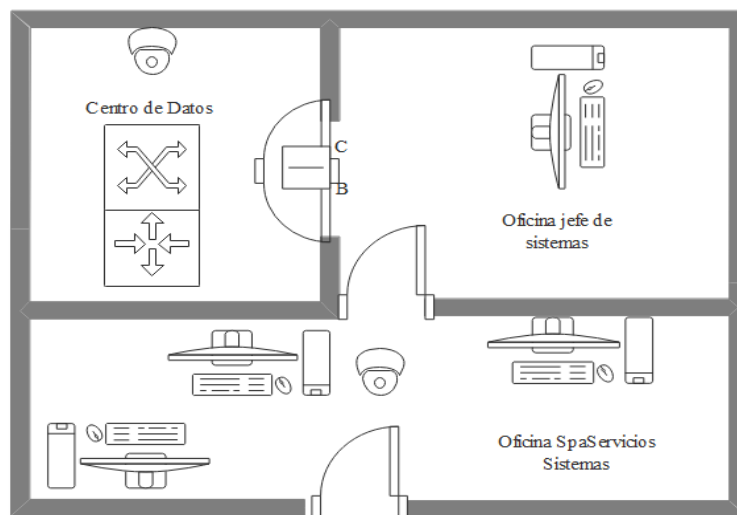
es de 3m por lo cual es recomendable la instalación de escalerillas sin techo falso para la salida del cableado vertical o backbone.

La adecuación de la infraestructura en donde se localiza el Data Center con fines de seguridad es de vital importancia para dar cumplimiento con la normativa expuesta, se debe adecuar la puerta de ingreso al Data Center la cual debe abrirse hacia afuera del cuarto en donde las medidas recomendadas son de 0,91m de ancho por 2 metros de alto.

La normativa ANSI/TIAEIA 607 establece parámetros para la protección eléctrica de los equipos, en la cual se recomienda al menos dos suministros de energía eléctrica que provengan de circuitos diferentes, sin embargo, el único proveedor de energía eléctrica en la ciudad de Tulcán es Emelnorte. Para protección contra interrupciones en el flujo de energía eléctrica se recomienda la implementación de un UPS con la finalidad de proporcionar de energía eléctrica y evitar daños y pérdida de información.

De igual forma, se recomienda implementar medida contra incendios y la adecuación de un CCTV (circuito cerrado de Tv) enlazado al departamento de comisaria para su vigilancia por personal capacitado, el acceso al centro de datos se debe realizar a través de acceso biométrico o por medio de tarjetas inteligentes para que así solo personal autorizado y administradores de red tenga contacto con el centro de datos.

La temperatura promedio establecida por la normativa es de 18° a 24° C con una humedad relativa en 30% a 55%, es recomendable adquirir un sistema HVCA (calefacción, ventilación y aire acondicionado).

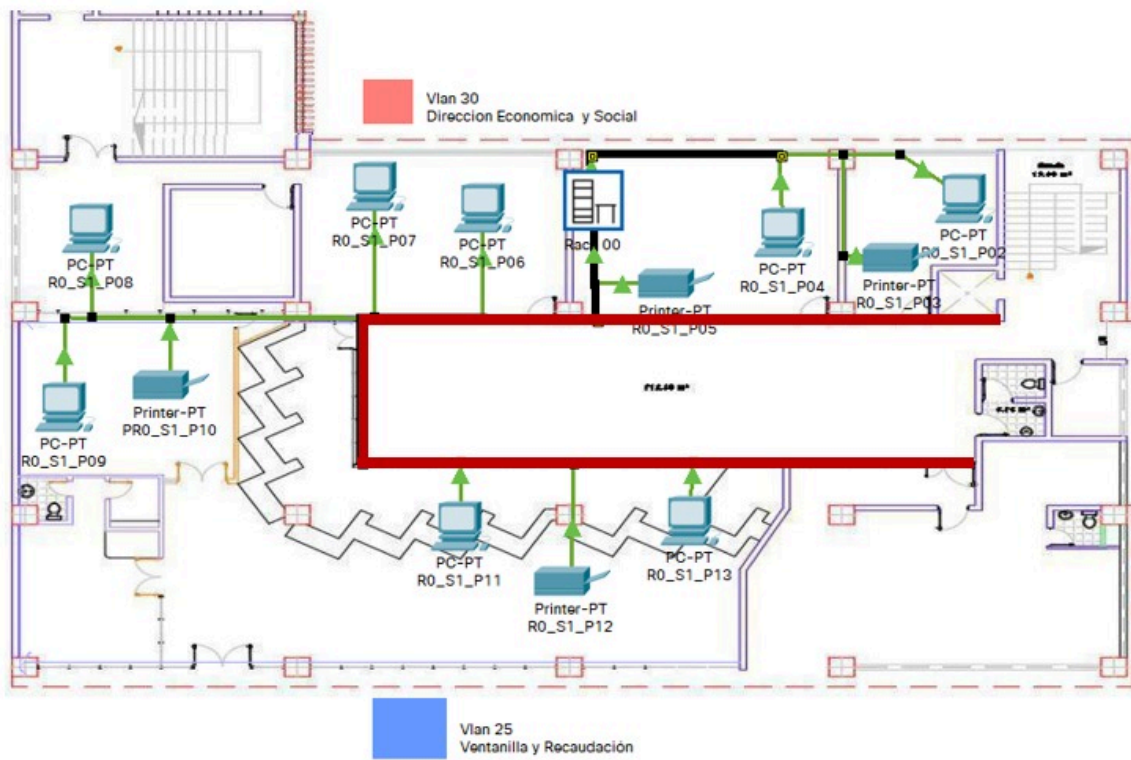


**Figura 75.** Centro de datos propuesto para el Municipio de Tulcán

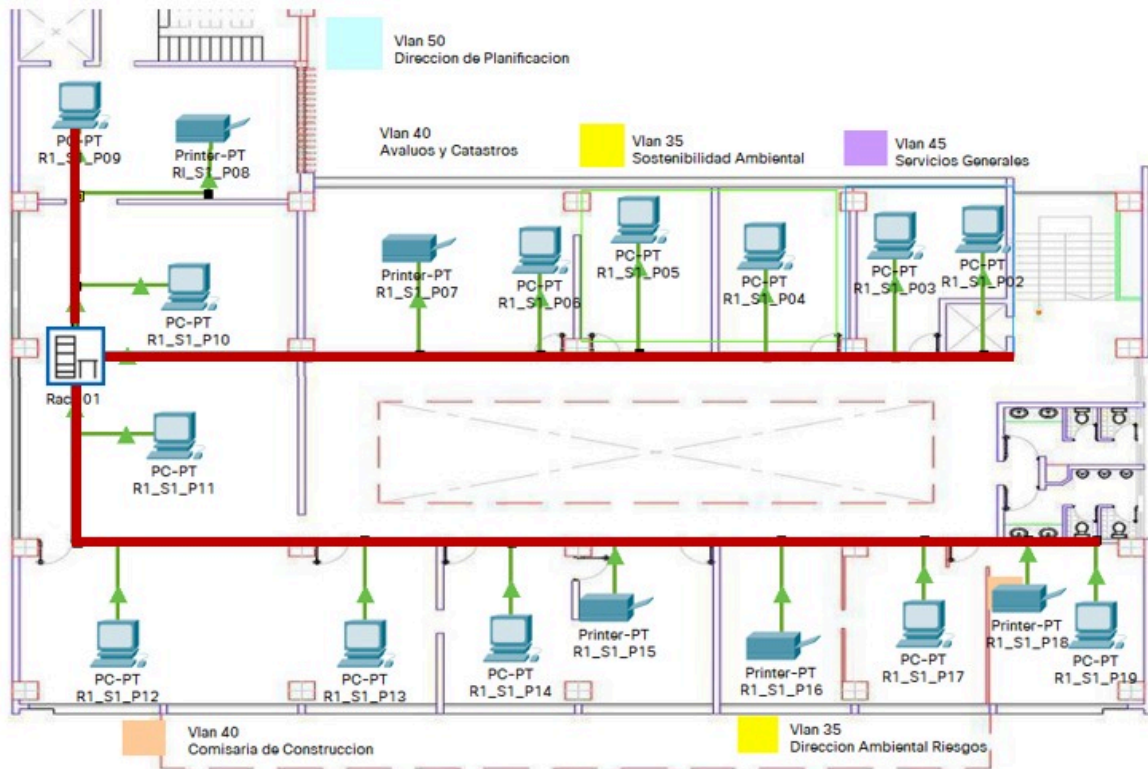
- **Canalización y Ductería**

Tomando en consideración la normativa ANSI/TIA/569-A que exige la instalación del tendido de cableado horizontal desde escalerillas o ductos para cableado hasta las áreas de trabajo, estos sistemas de canalización deben ser instalados en espacio de cielo, o pisos falsos por lo que se propone el uso de escalerillas con su debido soporte y la instalación de un techo flotante en Gypsum Board para el tendido del cableado horizontal, en donde los paneles deben ser móviles.

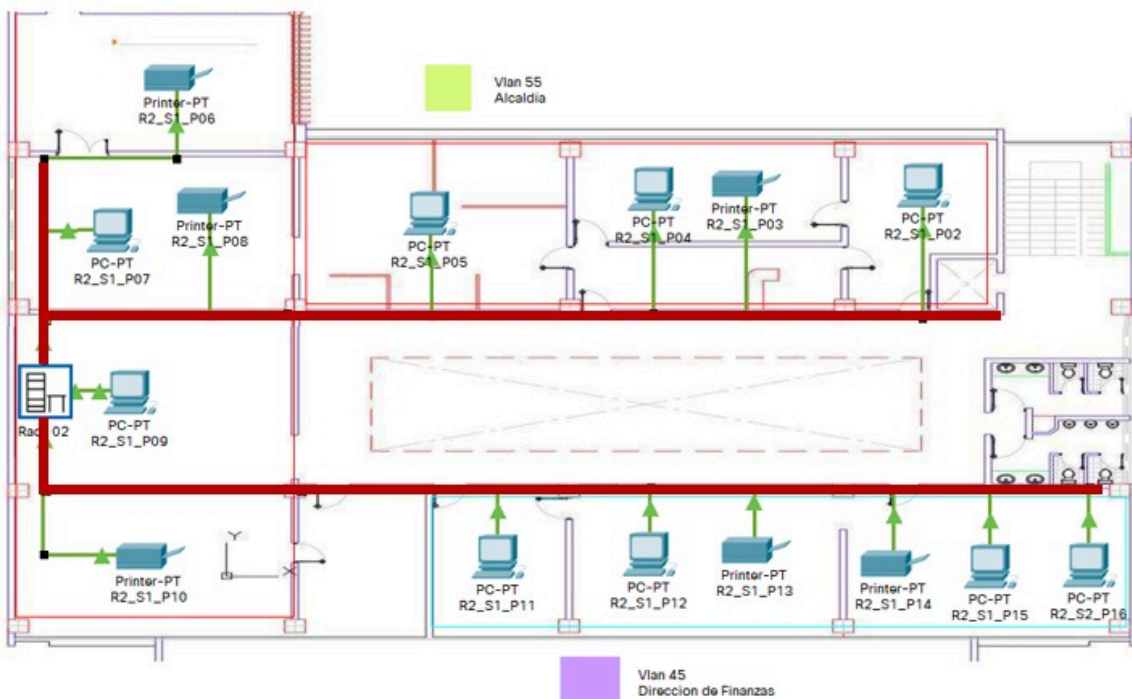
Se dispone el uso de canaleta T-45 con orificios para montaje 10' de longitud, ya que, cumple con los requerimientos de TIA-EIA 568-A y 569-A según las especificaciones de este producto es capaz de acomodar en ella hasta 25 cables de categoría 6ª se recomienda no exceder el 60% de capacidad de la canaleta, en donde este producto es ideal para el diseño que se propone en el GAD Municipal de Tulcán. A continuación, se muestra el diagrama arquitectónico de la disposición del cielo y escalerilla por donde se debe realizar el tendido del cableado horizontal. Por medio de la instalación de canaleta que cumpla con las normativas expuestas o la instalación de techo falso con escalerillas y soporte se propone se realice el siguiente recorrido abarcando así cada una de los departamentos y oficinas que se encuentran en planta baja además siendo este el óptimo para el tendido del cableado horizontal como se muestra a continuación:



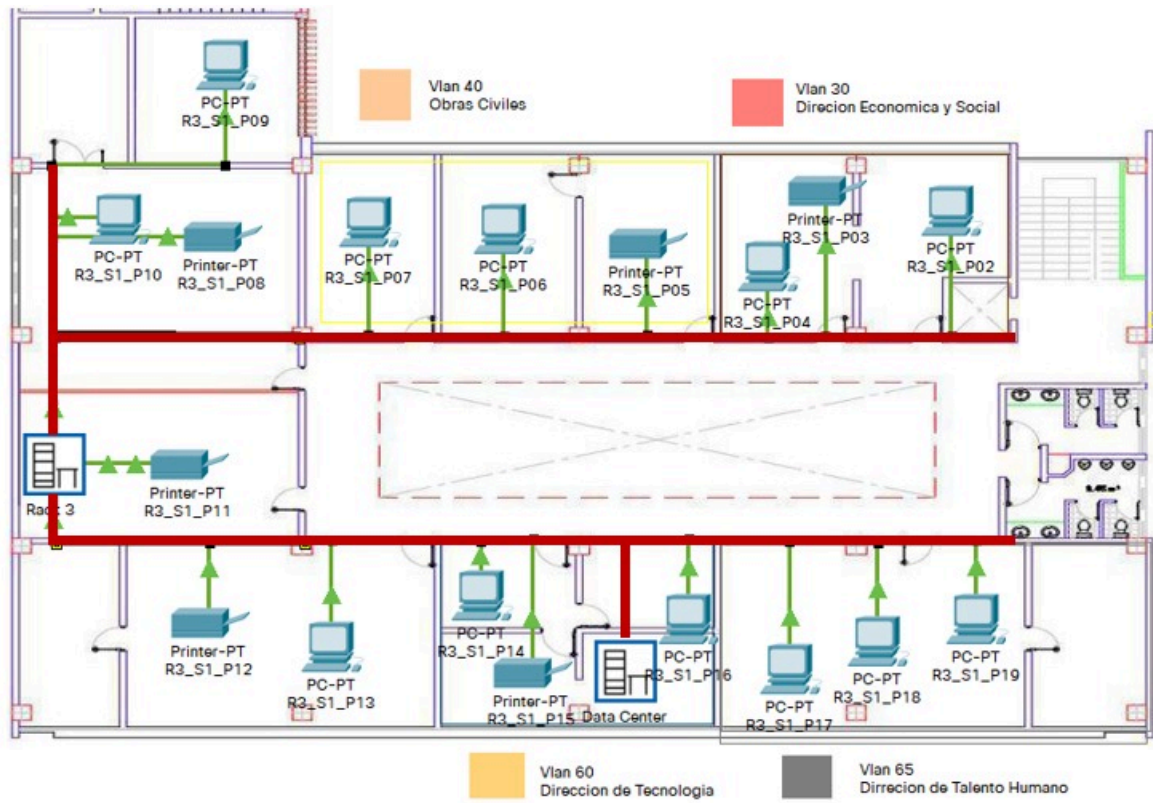
**Figura 76.** Distribución del cableado horizontal primer piso



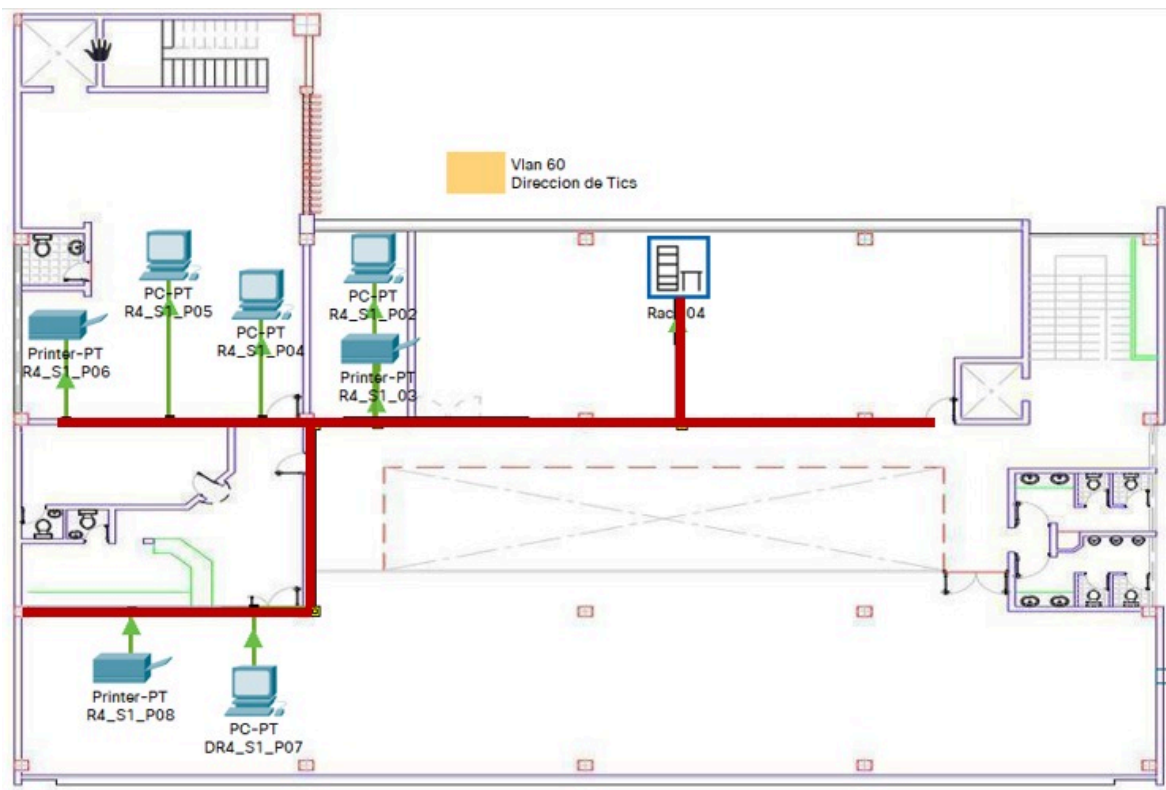
**Figura 77.** Distribución del cableado horizontal segundo piso



**Figura 78.** Distribución del cableado horizontal tercer piso



**Figura 79.** Distribución del cableado horizontal cuarto piso



**Figura 80.** Distribución del cableado horizontal quinto piso

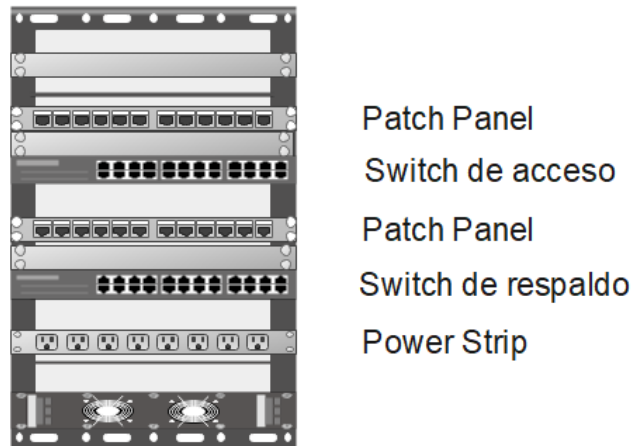
- **Distribución de rack**

La distribución del cableado horizontal en cada uno de los pisos del GAD Municipal de Tulcán se organizará en racks de pared (gabinetes para montaje de pared) para optimizar el espacio dentro de cada piso, las especificaciones del rack son en base a las normas DIN 41494 e IEC 298, sin embargo, se establece que para el cableado se usan racks de 800 mm de ancho.

**Tabla 37.**  
*Distribución del Rack*

<b>Piso</b>	<b>Ubicación Gabinetes de Pared</b>
<b>Planta Baja</b>	Desarrollo Social y Económico
<b>Primer Piso</b>	Dirección de Planificación
<b>Segundo Piso</b>	Dirección de Finanzas
<b>Tercer Piso</b>	Dirección de Obras Civiles
<b>Cuarto Piso</b>	Biblioteca General

El rack tendrá una capacidad de montaje de 10 U.R (unidades rack), en las cuales se dispondrá en su mayoría de 2 switch de acceso y uno de respaldo de 48 puertos cumpliendo con las buenas prácticas descritas por Cisco, además de los reguladores de voltaje, organizadores de cableado tanto UTP y fibra Óptica proveniente de Backbone, así como Patch Panel de 48 puerto.



**Figura 81.** Distribución del Rack

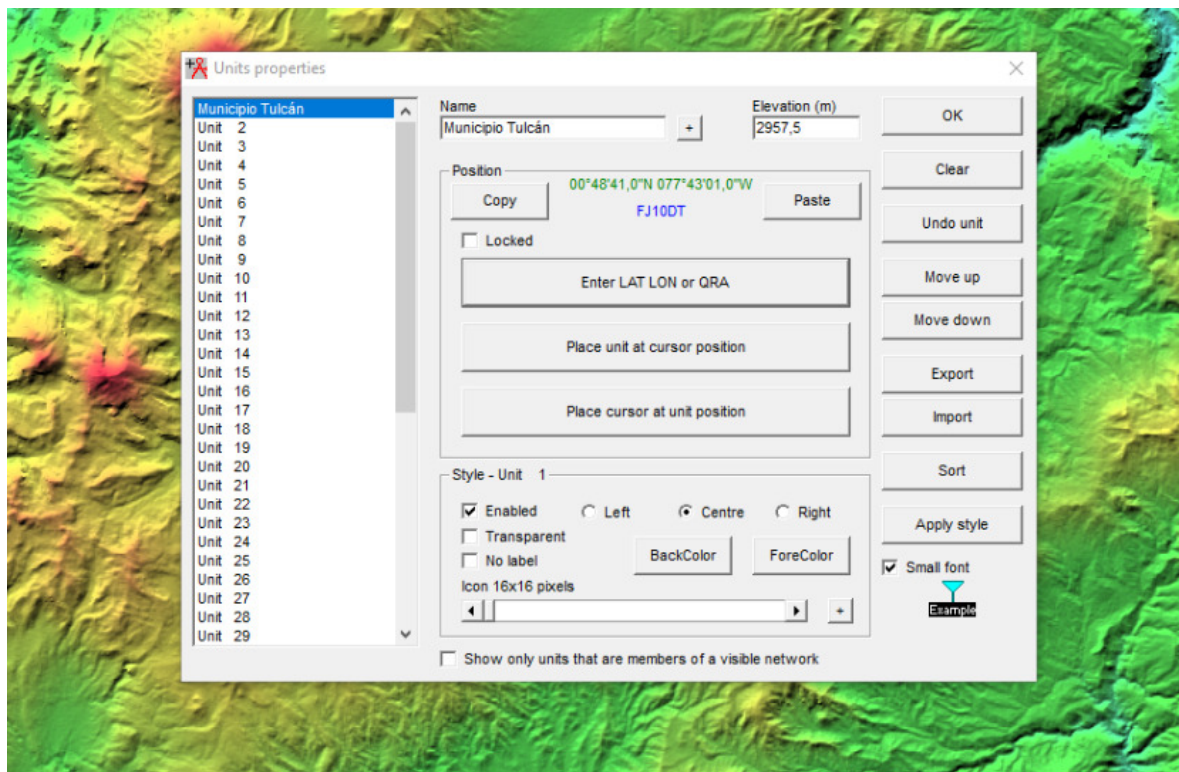
- **Diseño Físico para Enlace de Datos**

Los enlaces de datos que presente en Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Tulcán son:

- Cementerio José María Azael Franco
- Centro Comercial Popular
- Mercado San Miguel
- Plaza Central
- Mercado del Sur
- Mercado Cepia

A continuación, se determina la latitud y longitud del nodo central y una de las estaciones para realizar el respectivo análisis se toma como referencia el Cementerio José María Azael Franco Municipio de la ciudad de Tulcán

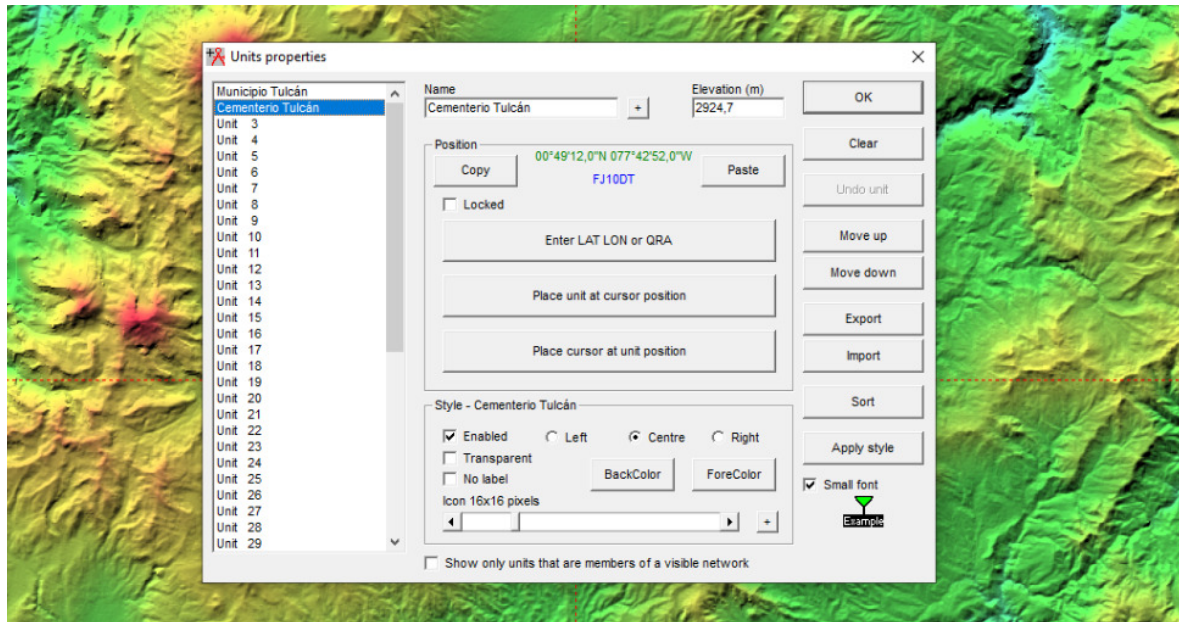
- **Latitud:** 0° 48' 41" N
- **Longitud:** 77° 43' 01" W
- **Altitud:** 2.962 m.



**Figura 82.** Simulación del punto de acceso en Radio Mobile

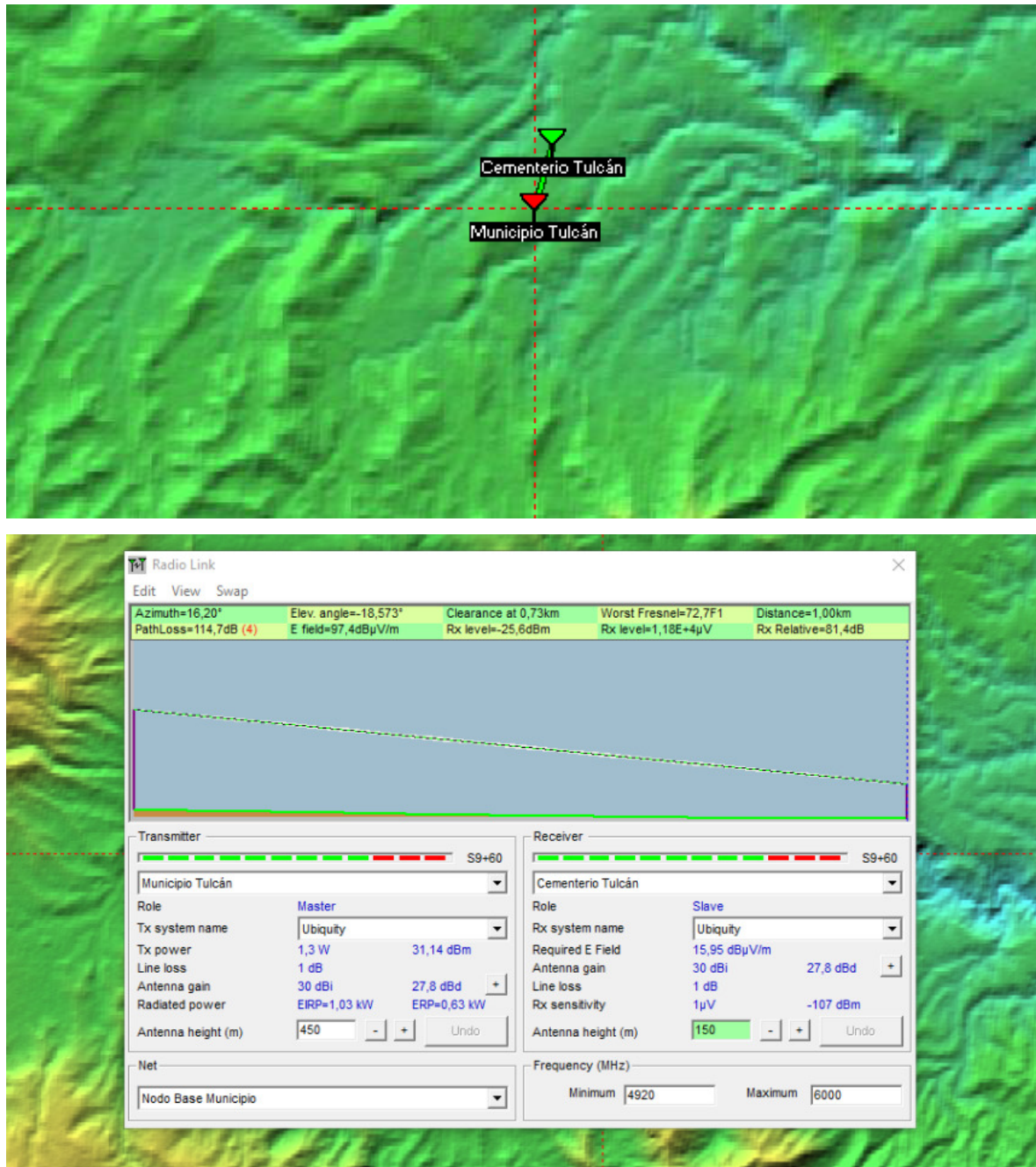
## Cementerio José María Azael Franco

- **Latitud:** 0° 49' 12" N
- **Longitud:** 77° 42' 52" W
- **Altitud:** 2905 m.



**Figura 83.** Simulación de la estación Cementerio con Radio Mobile

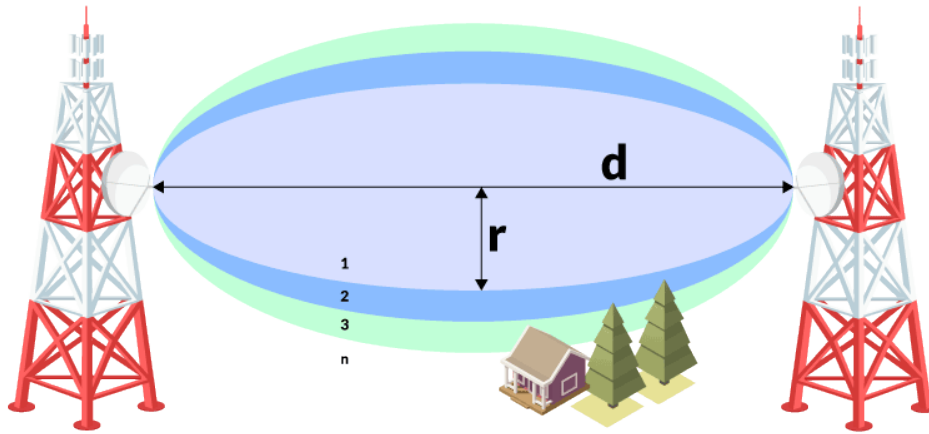
Se determina que la distancia existente entre estos dos nodos de 1.01 km. De igual forma se determina la topografía existente entre estos dos puntos donde se establece las características de las antenas a utilizar expuesta en fases anteriores. Mediante planos arquitectónicos del GAD Municipal de Tulcán la altura de la edificación más la altura de la torre ubicada en la parte superior siendo esta en total de 450 m. En el caso del Cementerio de Tulcán se establece la altura de la edificación más la altura de la torre siendo esta de 150 m. De esta manera se comprueba que existe línea de vista entre los dos nodos a conectarse en modo bridge.



**Figura 84.** Distancia estimada entre el punto de acceso y la estación

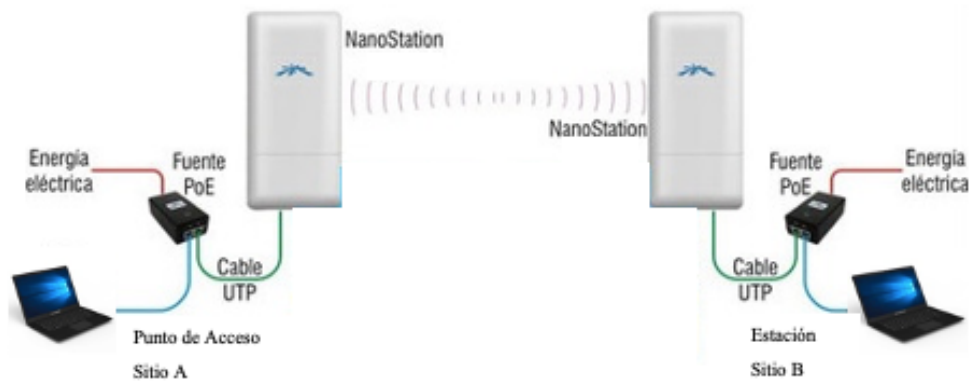
Para el cálculo de la zona de Fresnel necesaria se aplicará la siguiente fórmula

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{d}{4f}}$$
 Sabiendo que la distancia de 1 km. la frecuencia de transmisión de 2.4 GHz se determina que la primera zona de Fresnel es 13.41 m.



**Figura 85.** Cálculo de la zona de Fresnel

Para esto se procede a conectar las antenas a cada uno de los computadores como se muestra en el siguiente esquema:



**Figura 86.** Esquema de conexión de antenas de enlaces de datos Ubiquiti

#### **4.1.1.4 FASE 4: ADMINISTRACIÓN DE LA RED**

- **Etiquetado de Cableado Estructurado**

De acuerdo con Del Rio (2014) Las norma TIA/EIA 606 “regula la señalización y etiquetado de los diferentes recursos de una instalación de cableado estructurado”, de las 4 posibles clasificaciones presentadas por la normativa el GAD Municipal de Tulcán se localiza en la clase 2 debido a que estas clases su usa para sistemas que se ubican en un inmueble y este está compuesto por algunas plantas, por consiguiente, se compone por diferentes cuartos de telecomunicaciones. La administración del etiquetado podría ser elaborada de manera manual o por medio un software (p.2).

Realizar un etiquetado del cableado de la red del GAD Municipal de Tulcán basado en la normativa y estándares de la industria otorga un valor agregado a la propuesta de la infraestructura de red presentada tanto para cableado UTP como fibra óptica, el empleo de las normativas de etiqueta beneficia a los administradores de la red. El tener etiquetado beneficia a todo el espectro de profesional que se encuentran a cargo de la infraestructura de red e incluso los futuros administradores.

La infraestructura de red de cualquier entidad pública o privada está en constante cambio para poder ir respondiendo eficientemente a los requerimientos de la empresa, por lo tanto, se necesita de un sistema que esté debidamente etiquetado y esta sea universal para facilitar la interpretación de parte de quien etiqueta tal como lo sugiere la normativa 606-A.

Adicionalmente, a la normativa TIA/EIA 606 existen normas que apoyan la administración a través de un adecuado de esta forma lo describe Del Rio (2014):

Las normas ISO/IEC 14763-1 y EN 50174-1 dejan libertad al instalador para la identificación y etiquetado de los diferentes elementos de la instalación de cableado estructurado. Es decir, el instalador decide la información a añadir en las diferentes etiquetas de identificación.

Una correcta administración del cableado da confiabilidad y fiabilidad es dependiente de una administración eficaz y que ningún sistema de cableado podría ser administrado de manera correcta sin un etiquetado lógico y claro. De esta forma enmarcada en la normativa 606 clase dos en la que se especifica los elementos a ser etiquetas con identificadores adecuados:

- Rutas
- Paneles de conexiones
- Bastidores y gabinetes
- Puertos
- Cableado
- Espacio de telecomunicaciones
- Cuartos de centros de datos

De acuerdo a la RAE las abreviaturas se realizan suprimiendo sílabas o letras sin perder la estructura de la palabra, de esta forma se estructura la etiqueta de cada uno de los rack o gabinetes de pared presentes en el GAD Municipal de Tulcán.

- **Abreviaturas**

**Tabla 38.**

*Abreviaturas para el etiquetado propuesto*

<b>Abreviación</b>	<b>Palabra</b>
<b>RK</b>	Rack
<b>PP</b>	Patch Panel
<b>SW</b>	Switch
<b>PTO</b>	Punto
<b>Des</b>	Desarrollo
<b>Dir</b>	Dirección
<b>Bibli</b>	Biblioteca

Tomando en consideración lo expuesto, se realiza el etiquetado de los elementos que componen la red del GAD Municipal de Tulcán tomando en cuenta la ubicación de los racks o gabinete de pared, tanto por el piso donde se localiza como el departamento en el cual es ubicado.

**Tabla 39.***Etiquetado de los gabinetes de pared ubicados en cada piso*

<b>Ubicación del Rack</b>	<b>Ubicación /nombre</b>
<b>Primer Piso (Desarrollo Social y Económico)</b>	RKDesSØ1
<b>Segundo Piso (Dirección de Planificación)</b>	RKDirPØ2
<b>Tercer piso (Dirección de Finanzas)</b>	RKDirFØ3
<b>Cuarto Piso (Dirección de Obras Civiles)</b>	RKDirOØ4
<b>Quinto Piso (Biblioteca General)</b>	RKBiblGØ5

- **Etiquetado Cableado Vertical**

**Tabla 40.***Etiquetado del cableado vertical*

<b>Ubicación</b>	<b>Ubicación /nombre</b>
<b>RKadmin04-PP01-PT01</b>	SWØ1- PTOØ1
<b>RKadmin04-PP01-PT02</b>	SWØ2- PTOØ1
<b>RKadmin04-PP01-PT03</b>	SWØ4- PTOØ1
<b>RKadmin04-PP01-PT04</b>	SWØ6- PTOØ1
<b>RKadmin04-PP01-PT05</b>	SWØ8- PTOØ1

- **Etiquetado cableado horizontal**

Por consiguiente, la etiqueta en el extremo 1 del cable se describe de la siguiente forma RKDesSØ1-PPØ1-PTOØ2 en donde se lee rack que se encuentra en el departamento de desarrollo social piso 01, con conexión al Patch Panel 1 puerto número dos y en la etiqueta del extremo 2.

De la misma forma la etiqueta SWØ1-PTOØ2/SWØ1-PTO19 se lee conexión al switch 01 al punto 19 de este switch. Los switches se pueden etiquetar de acuerdo con un nombre específico o tomando en cuenta la dirección IP de administración de este.

**Tabla 41.***Propuesta de etiquetado para el primer piso*

<b>Jefatura/Departamento</b>	<b>Etiqueta del extremo 1 del cable</b>	<b>Etiqueta del extremo 2 del cable</b>
<b>Recaudación</b>	RKDesSØ1-PPØ1-PTOØ2 / RKDesSØ1-PPØ1-PTO19	SWØ1-PTOØ2/SWØ1-PTO19
<b>Desarrollo Económico y Social</b>	RKDesSØ1-PPØ1-PTO2Ø / RKDesSØ1-PPØ1-PTO27	SWØ1-PTO2Ø/SWØ1-PTO27
<b>Comisaria</b>	RKDesSØ1-PPØ1-PTO28 / RKDesSØ1-PPØ1-PTO32	SWØ1-PTO28/SWØ1-PTO32
<b>Concejalía</b>	RKDesSØ1-PPØ1-PTO33 / RKDesSØ1-PPØ1-PTO4Ø	SWØ1-PTO33/SWØ1-PTO4Ø

**Tabla 42.***Propuesta de etiquetado para el segundo piso*

<b>Jefatura/Departamento</b>	<b>Etiqueta del extremo 1 del cable</b>	<b>Etiqueta del extremo 2 del cable</b>
<b>Servicios Generales</b>	RKDirPØ2-PPØ1-PTOØ2 / RKDirPØ2-PPØ1-PTO24	SWØ2- PTOØ2 / SWØ2-PTO24
<b>Sostenibilidad Ambiental</b>	RKDirPØ2-PPØ1-PTO25 / RKDirPØ2-PPØ1-PTO3Ø	SWØ2-PTO25 / SWØ2-PTO3Ø
<b>Avalúos y Catastros</b>	RKDirPØ2-PPØ1-PTO31 / RKDirPØ2-PPØ1-PTO41	SWØ2-PTO31 / SWØ2-PTO41
<b>Dirección y Planificación</b>	RKDirPØ2-PPØ1-PTO42 / RKDirPØ2-PPØ1-PTO47	SWØ2-PTO42 / SWØ2-PTO47
<b>Dirección y Planificación</b>	RKDirPØ2-PPØ2-PTOØ2 / RKDirPØ2-PPØ2-PTO15	SWØ3-PTOØ2 / SWØ3-PTO15
<b>Comisaria de Construcción</b>	RKDirPØ2-PPØ2-PTO16 / RKDirPØ2-PPØ2-PTO19	SWØ3-PTO16 / SWØ3-PTO19
<b>Dirección Ambiental de Riesgos</b>	RKDirPØ2-PPØ2-PTO2Ø / RKDirPØ2-PPØ2-PTO39	SWØ3-PTO2Ø / SWØ3-PTO39

**Tabla 43.***Propuesta de etiquetado para el tercer piso*

<b>Jefatura/Departamento</b>	<b>Etiqueta del extremo 1 del cable</b>	<b>Etiqueta del extremo 2 del cable</b>
<b>Alcaldía</b>	RKDirF03-PP01-PTO02	SW04-PTO02
<b>Despacho de alcaldía</b>	RKDirF03-PP01-PTO03 / RKDirF03-PP01-PTO07	SW04-PTO03/ SW04-PTO07
<b>Comunicación</b>	RKDirF03-PP01-PTO08 / RKDirF03-PP01-PTO14	SW04-PTO08/ SW04-PTO14
<b>Participación Ciudadana</b>	RKDirF03-PP01-PTO15 / RKDirF03-PP01-PTO29	SW04-PTO15/ SW04-PTO29
<b>Dirección Financiera</b>	RKDirF03-PP01-PTO38 / RKDirF03-PP01-PTO47	SW04-PTO30/ SW04-PTO47
<b>Dirección Financiera</b>	RKDirF03-PP02-PTO02 / RKDirF03-PP02-PTO06	SW05-PTO02/ SW05-PTO06

**Tabla 44.***Propuesta de etiquetado para el cuarto piso*

<b>Jefatura/Departamento</b>	<b>Etiqueta del extremo 1 del cable</b>	<b>Etiqueta del extremo 2 del cable</b>
<b>Dirección de Cultura</b>	RKDirO04-PP01-PTO02 / RKDirO04-PP01-PTO10	SW06-PTO02/ SW06-PTO10
<b>Obras Civiles</b>	RKDirO04-PP01-PTO11 / RKDirO04-PP01-PTO15	SW06-PTO11/ SW06-PTO15
<b>Obras Públicas</b>	RKDirO04-PP01-PTO16 / RKDirO04-PP01-PTO23	SW06-PTO16/ SW06-PTO23
<b>Sindicatura</b>	RKDirO04-PP01-PTO24 / RKDirO04-PP01-PTO30	SW06-PTO24/ SW06-PTO30
<b>Talento humano</b>	RKDirO04-PP01-PTO31 / RKDirO04-PP01-PTO45	SW06-PTO31/ SW06-PTO45
<b>Fiscalización</b>	RKDirO04-PP01-PTO46 / RKDirO04-PP01-PTO47	SW06-PTO46/ SW06-PTO47
<b>Fiscalización</b>	RKDirO04-PP02-PTO02 / RKDirO04-PP02-PTO14	SW07-PTO02/ SW07-PTO14
<b>Dirección de Tecnología</b>	RKDirO04-PP02-PTO15 / RKDirO04-PP02-PTO21	SW07-PTO15/ SW07-PTO21

**Tabla 45.**

*Propuesta de etiquetado para el quinto piso*

<b>Jefatura/Departamento</b>	<b>Etiqueta del extremo 1 del cable</b>	<b>Etiqueta del extremo 2 del cable</b>
<b>Dirección de Tecnología</b>	RKBibIG05-PP01-PTO02/ RKBibIG05-PP01-PTO03	SW08-PTO02/ SW08-PTO03

De esta forma se sugiere el empleo de rotuladoras industriales Brother PT-E300 una rotuladora de bajo costo con características esenciales para instaladores con su respectivo software (Ptouch Editor) que facilitara la creación de los diferentes tipos de etiquetas como termocontráctiles, etiquetas envolventes, etiquetas auto-laminables, banderas y tarjetas rígidas. Algunas directrices del rotulado establecidas por la normativa son:

- El tamaño, color y contraste de las etiquetas deben permitir que los identificadores se puedan leer fácilmente.
- Las etiquetas tienen que ser resistentes al medio ambiente del punto de instalación y deben durar lo mismo o más que el componente instalado.
- El texto en la etiqueta debe ser generado por una máquina.

## **ADMINISTRACIÓN GRÁFICA DE LA RED**

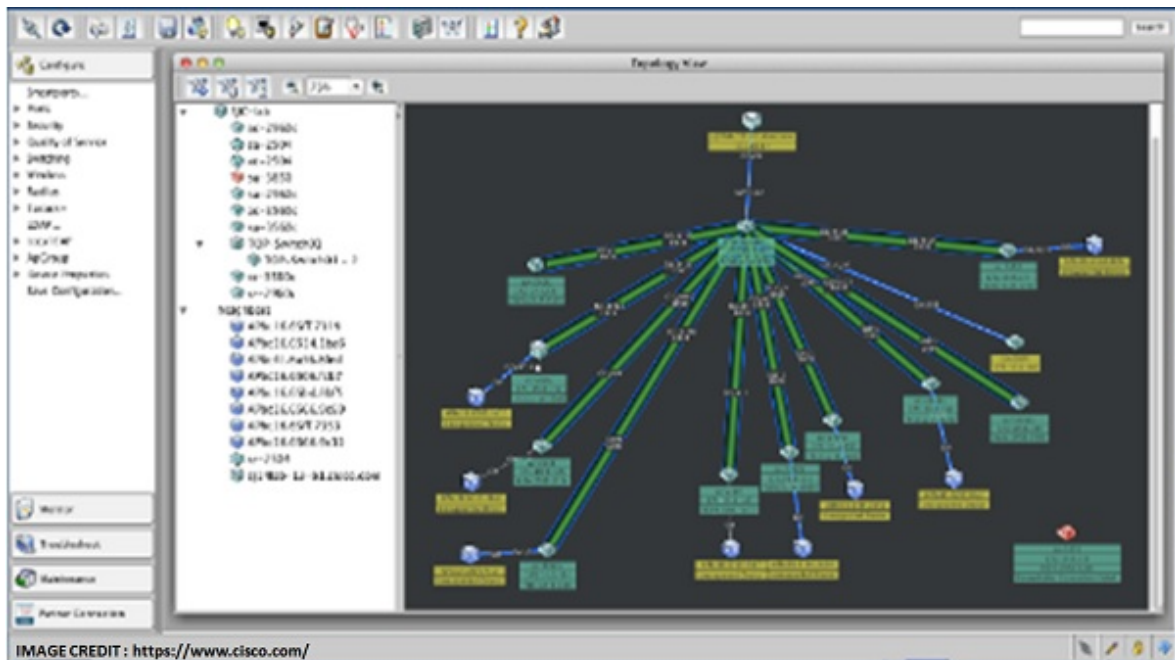
- **Network Assistant**

De acuerdo con la guía de Cisco Network Assistant (2006) se afirma que esta aplicación permite:

La administración de dispositivos individuales, comunidades y grupos desde cualquier lugar de una intranet. Brinda una interfaz gráfica de usuario para realizar diferentes tareas sin necesidad de hacer uso de líneas de comando. Esta aplicación otorga la posibilidad de configurar VLANs, informes de inventario, supervisión de enlaces y dispositivos además de ofrecer muchas otras funciones del trabajo en redes.

Al contar con una interfaz gráfica de usuario esta aplicación permite visualizar la topología de la red mostrando los dispositivos utilizados y la información de enlaces entre dispositivos. Por lo que, a su vez a través del panel frontal se puede supervisar el estado en tiempo real de los dispositivos y realizar diversas tareas de configuración.

Es importante recalcar que al formar una comunidad de los equipos conectados en la red Network Assistant tiene la capacidad de reconocimiento automático CDP (Cisco Discovery Protocol) para hallar los dispositivos y agregarlos a una sociedad para que formen parte de la red y esta aplicación pueda administrar, configurar y supervisar cada dispositivo por medio de la dirección IP asignada.



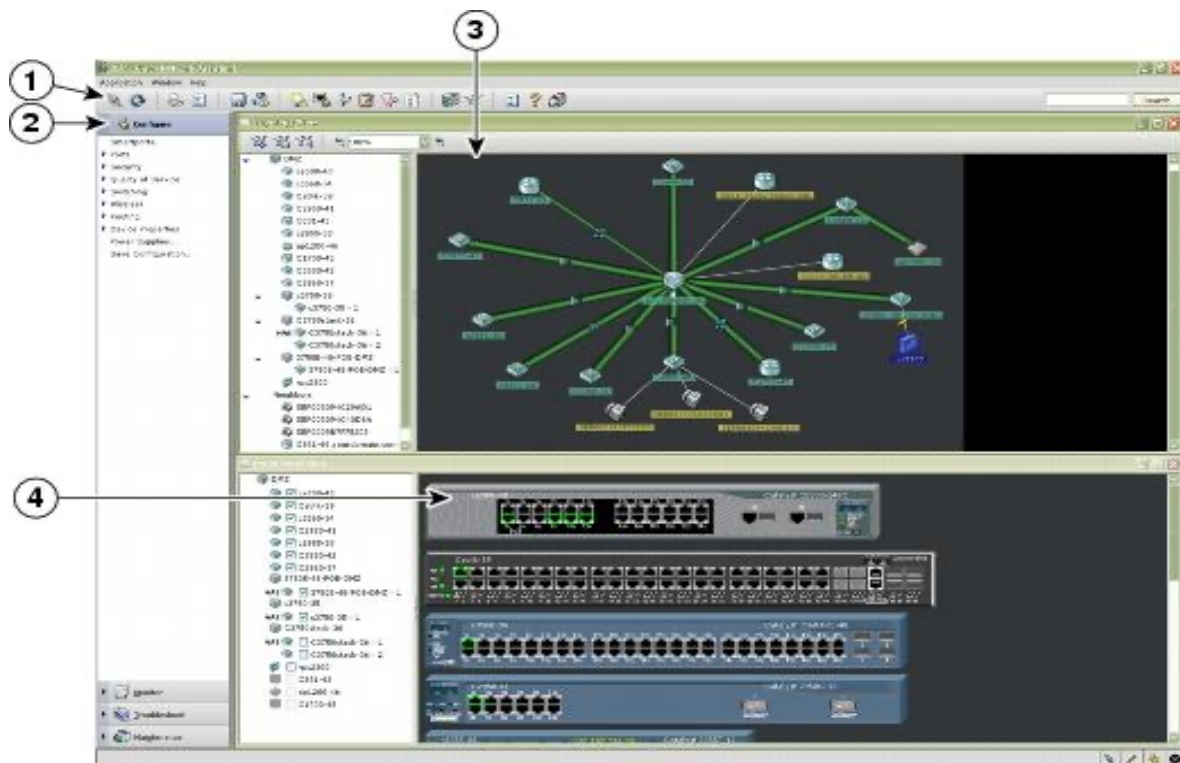
**Figura 87.** Administración gráfica con CISCO Network Assistant

Fuente: Network Interview. (2011). *Introduction to Cisco Network Assistant. CNA* [Fotografía]. Recuperado de <https://networkinterview.com/what-is-cisco-network-assistant-cna/>

Como la mayoría de los equipos Cisco como: switches, routers, puntos de acceso y firewall cuenta con una dirección IP, pueden ser parte de una comunidad con la finalidad de que se puede administrar los dispositivos lógicos para que la aplicación pueda comunicarse con todos los miembros de una comunidad de forma segura.

- **Funciones de Network Assistant**

Las funciones de Cisco Network Assistant simplifican las comunidades o grupos como modo alternativo para configurar los dispositivos en redes por medio de la interfaz gráfica de usuario.



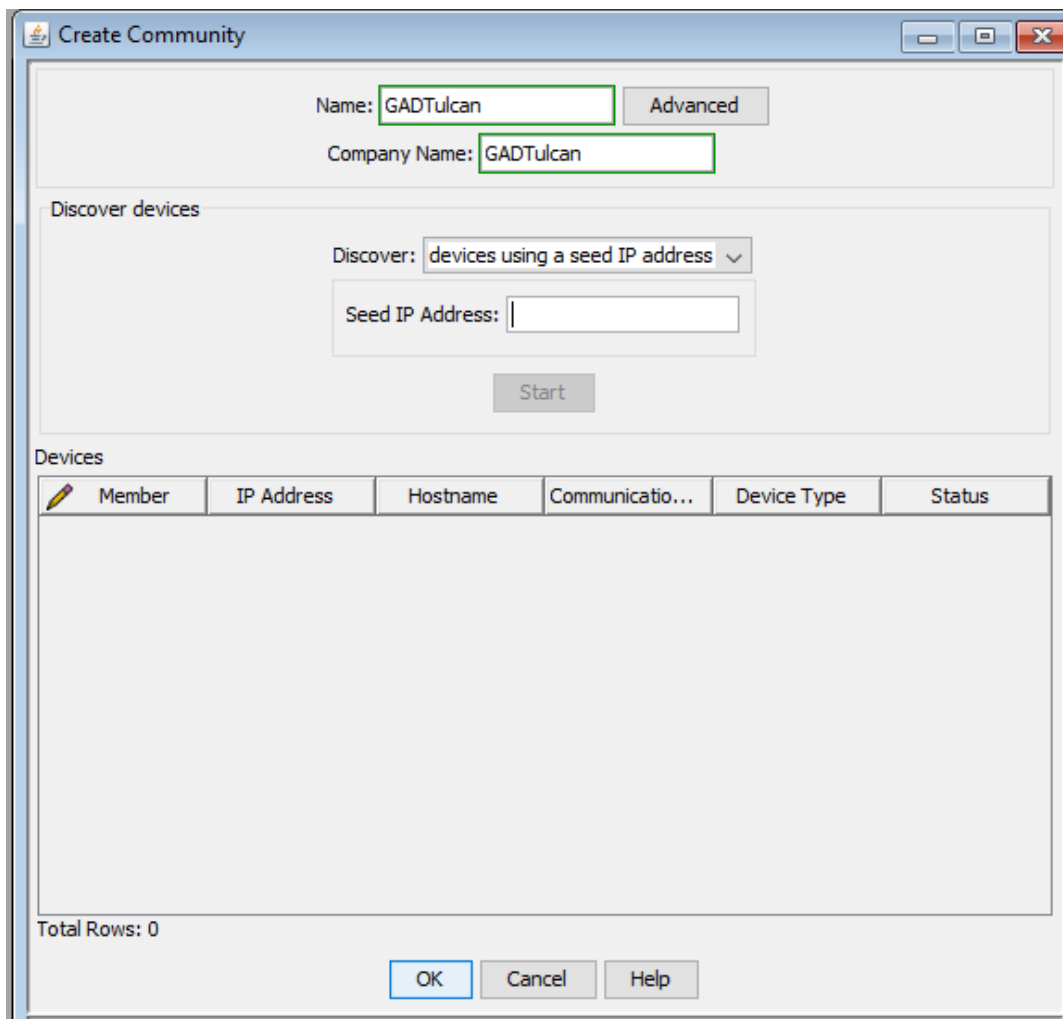
**Figura 88.** Funcionalidades de CISCO Network Assistant

Fuente: Network Interview. (2011). *Introduction to Cisco Network Assistant*. CNA [Fotografía]. Recuperado de <https://networkinterview.com/what-is-cisco-network-assistant-cna/>

1. **Barra de herramientas:** Esta barra contiene íconos para las opciones de configuración usadas con más frecuencia como, por ejemplo: Conectar, actualizar, imprimir y guardar la configuración.
2. **Barra de funciones:** Muestra las funciones de red disponibles para la comunidad o grupo de dispositivos. Presenta dos modos para su función; el modo estándar que siempre esta visible y su tamaño se puede disminuir o aumentar y el modo autohide en donde la barra de funciones aparece con el movimiento del cursor en el espacio de trabajo.
3. **Vista de topología:** Muestra la conexión de los dispositivos configurados en el espacio de trabajo. Si se administra la red, se puede observar las asociaciones de las VLANs, y de igual manera se puede agregar o eliminar los dispositivos de la comunidad o grupo.
4. **Vista del panel frontal:** Esta vista permite observar la imagen del panel frontal del dispositivo y si este es parte de una comunidad se podrá visualizar todos los dispositivos en donde es posible mover o cambiar de posición a los dispositivos, configurar los dispositivos o crear un nuevo puerto de conexión.

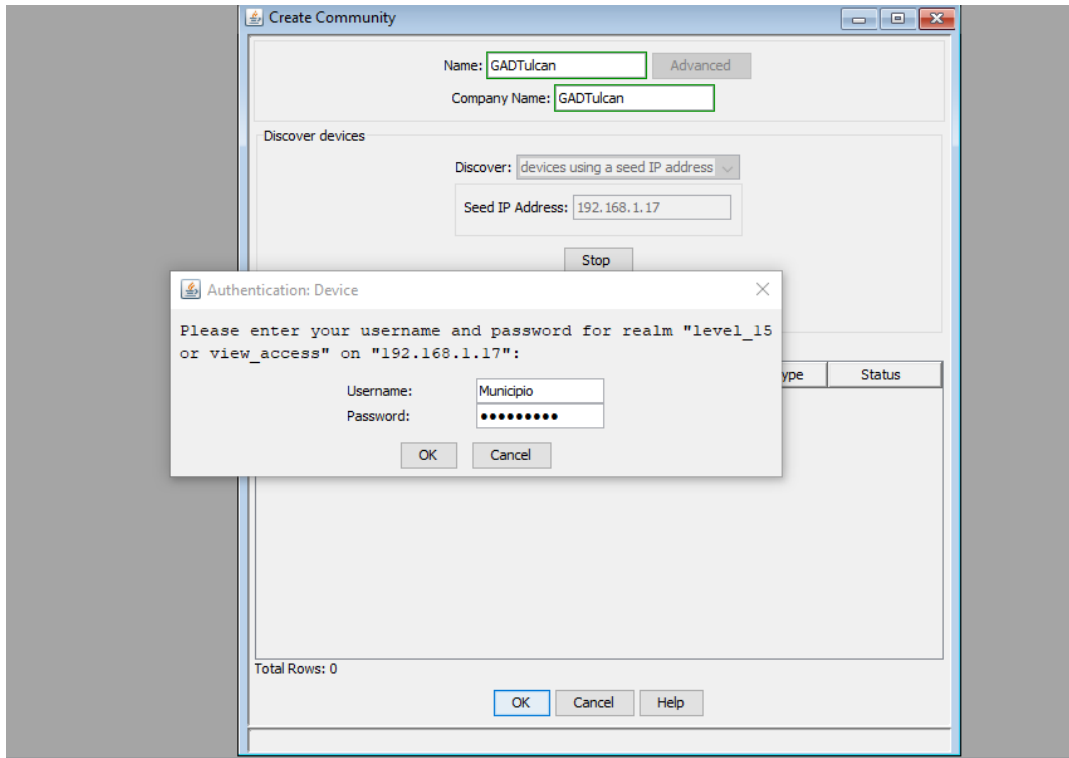
- **Conexión de Cisco Network Assistant a una Comunidad.**

Para iniciar la conexión en Cisco Network Assistant se empezará creando una comunidad “GAD\_Municipal\_Tulcán”





**Figura 89.** Creación de comunidades en Cisco Network Assistant

De igual forma debemos indicar la IP del dispositivo a conectarse es importante destacar que para establecer conexión entre los dispositivos y el software de administración deben estar habilitados los protocolos HTTPS (HTTP segura) una vez de HTTP con un puerto diferente al 80.



**Figura 90.** Búsqueda de dispositivos por IP

En la lista de dispositivos encontraremos el dispositivo buscado con su estado y el protocolo de comunicación con este.

Devices						
 Member	IP Address	Hostname	Communicatio...	Device Type	Status	
<input checked="" type="checkbox"/>	192.168.1.17	Router	https	CISCO3725		Discovered

**Figura 91.** Estado del dispositivo a conectar

- **Protocolos de comunicación**

Protocolos de comunicación Network Assistant utiliza HTTPS y HTTP para comunicarse con los miembros de una comunidad. Al usar el protocolo HTTPS para descubrir dispositivos vecinos y cuando los dispositivos se agregan de forma manual.

Si el protocolo HTTPS falla, se puede descubrir los dispositivos con el protocolo HTTP puerto 443. Es importante recalcar que la configuración del puerto, tanto para HTTPS como HTTP, debe ser la misma para todos los miembros de la comunidad.

#### 4.1.1.5 FASE 5: PROBAR, OPTIMIZAR Y DOCUMENTAR DISEÑO

##### Probar el diseño de la red del GADMT

- Pila de pruebas de comunicación inter VLANs

Para verificar la comunicación de las VLANs se procede a enviar una simulación desde un dispositivo de la VLAN 60 perteneciente al departamento de TIC's hacia un dispositivo del departamento de Dirección Económica y Social perteneciente a la VLAN 30, en donde su puede observar que el envío de paquetes es satisfactorio.



Figura 92. Prueba de comunicación VLANs

- Pila de pruebas de WLAN

La simulación realizada para verificar la conexión de las redes inalámbricas por medio de la Wireless LAN Controller de cisco centralizada en el control de los AP's, consiste en enviar un paquete desde un dispositivo conectado de manera inalámbrica al punto de acceso ubicado en el tercer piso hacia un dispositivo que se encuentra en el segundo piso accediendo a la red de manera inalámbrica.



Figura 93. Pruebas de la red inalámbrica

Se puede observar que gracias a la WLC donde se han definido las redes inalámbricas y la autenticación que interactuarán en cada uno de los pisos de la institución pública la conexión de los dispositivos inalámbricos es satisfactoria.

- **Pila de pruebas del Firewall**

Para las pruebas del firewall ASA 5505 se procede a identificar las 3 zonas de seguridad: INSIDE, OUTSIDE y DMZ, las cuales constan de tres interfaces conectadas en tres segmentos de red y cada cual contendrá configurado un nivel de seguridad.

- OUTSIDE: Zona externa con nivel de seguridad de 0.
- INSIDE: Zona interna con nivel de seguridad de 100.
- DMZ: Zona desmilitarizada donde reside el servidor con un nivel de seguridad de 50

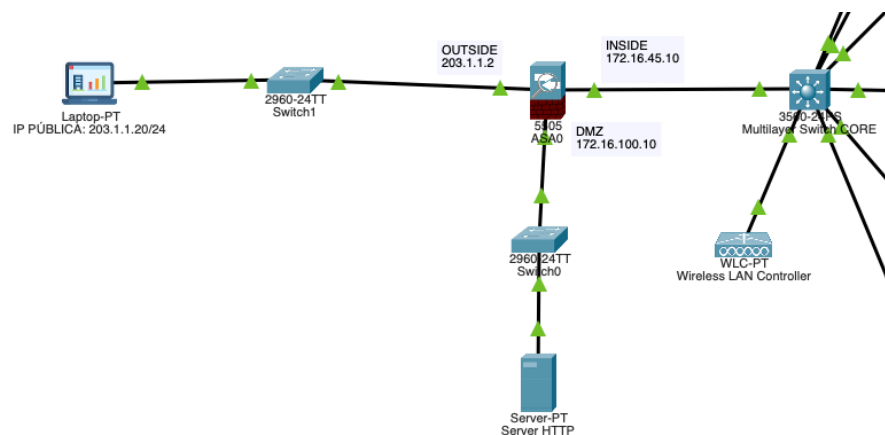
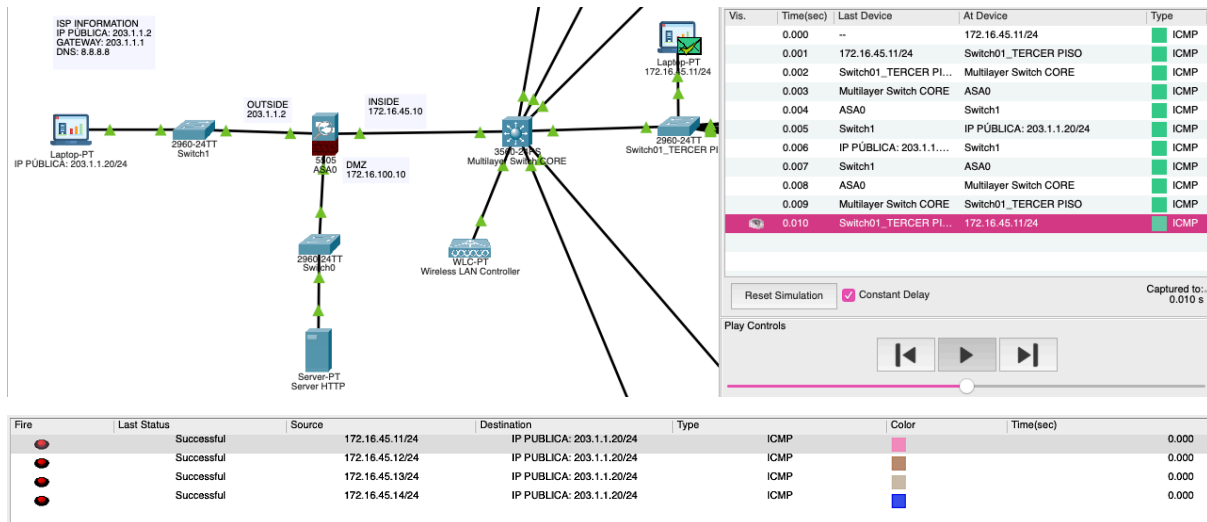


Figura 94. Zonas de seguridad del Firewall ASA 5505

- **Zona INSIDE-OUTSIDE**

Para la realización de las pruebas de esta zona se debe tener en cuenta que los dispositivos ubicados en el INSIDE (nivel de seguridad 100), pueden conectarse los dispositivos ubicados en el OUTSIDE (nivel de seguridad 0).

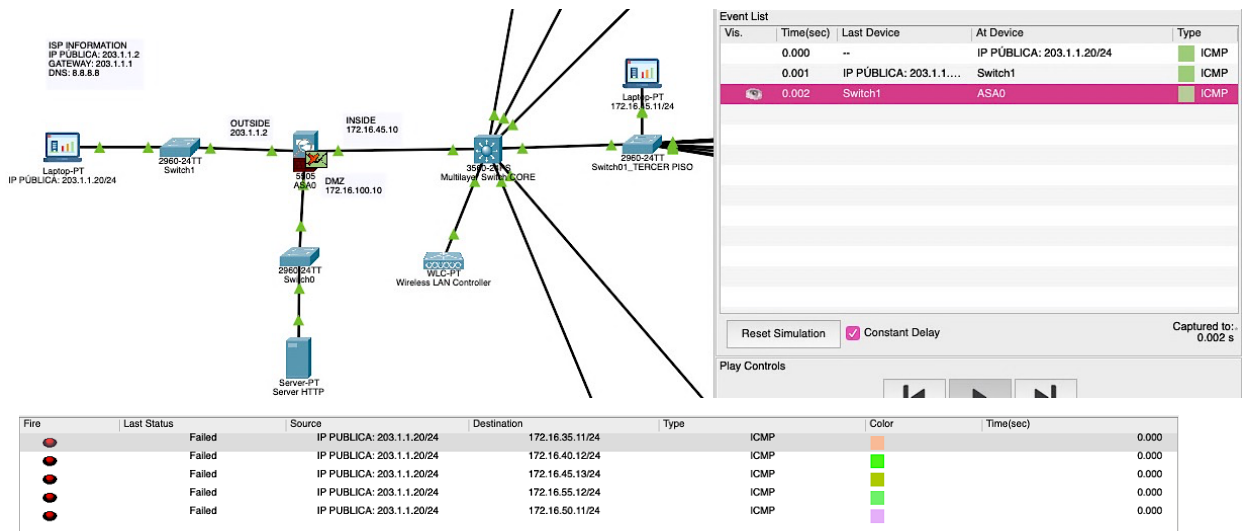


**Figura 95.** Prueba de envío de paquete desde la zona INSIDE-OUTSIDE

Se puede verificar mediante el envío de un paquete que se permiten las conexiones salientes, es decir, que pase el tráfico desde una interfaz de alto nivel de seguridad a una interfaz de bajo nivel de seguridad.

- **Zona OUTSIDE-INSIDE**

En esta prueba se comprueba que los dispositivos ubicados en la zona OUTSIDE con un nivel de seguridad 0 no pueden conectarse a los dispositivos del INSIDE que se encuentran en un nivel de seguridad de 100.



**Figura 96.** Prueba de envío de paquete desde la zona OUTSIDE-INSIDE

El envío del paquete verifica que no se permite conexiones entrantes, es decir, se prohíbe el paso del tráfico desde la interfaz de bajo nivel de seguridad a la interfaz de alto nivel de seguridad.

- **Zona desmilitarizada (DMZ)-INSIDE**

Los dispositivos ubicados en la zona desmilitarizada con un nivel de seguridad de 50 no pueden conectarse a los dispositivos ubicados en la zona INSIDE, ya que, presenta un nivel de seguridad 100.

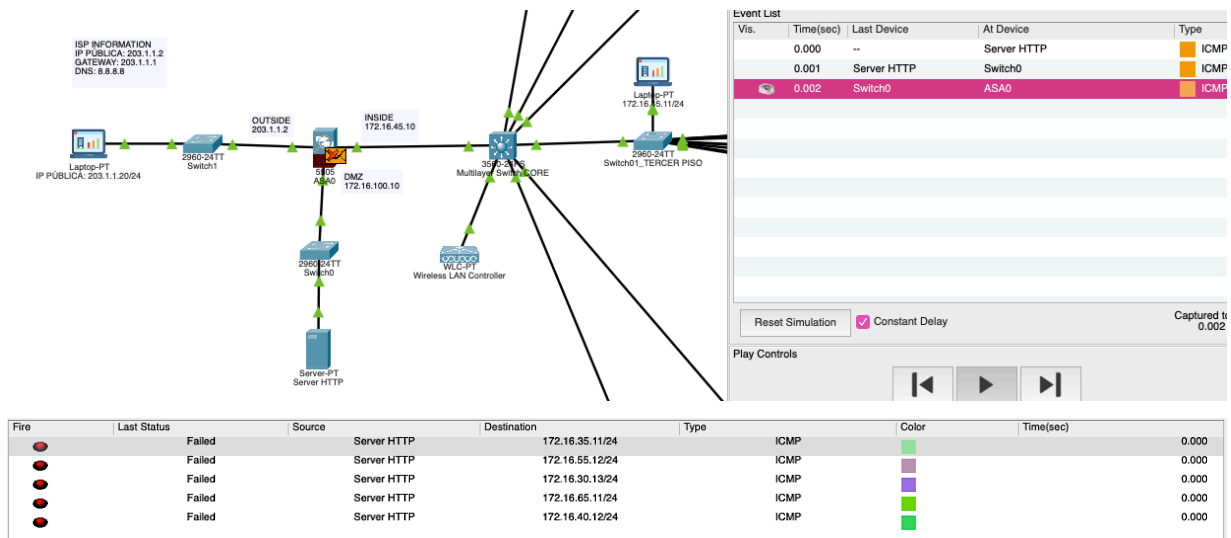


Figura 97. Prueba de envío de paquete desde la zona DMZ-INSIDE

En esta prueba se verifica, que el comportamiento de seguridad respeta el tráfico del paquete enviado desde una interfaz de menor a mayor seguridad, ya que, el paso del paquete es denegado por el firewall.

- **INSIDE- Zona desmilitarizada (DMZ)**

En esta prueba se verifica que al enviar los paquetes desde los dispositivos ubicados en la zona INSIDE o interna con un nivel de seguridad 100 SI se pueden conectar a los dispositivos ubicados en la DMZ, ya que su nivel de seguridad 50 es menor.

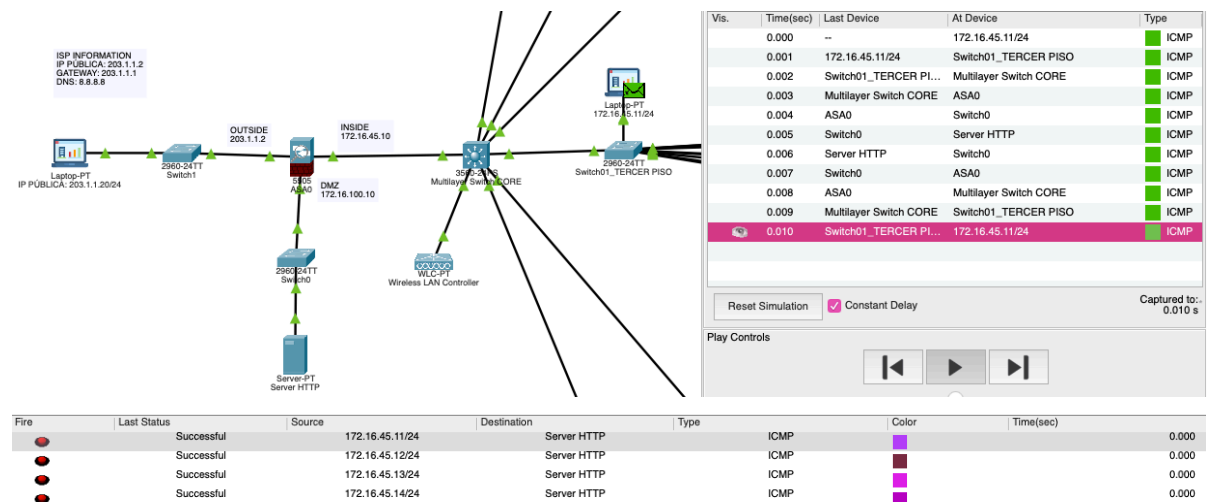
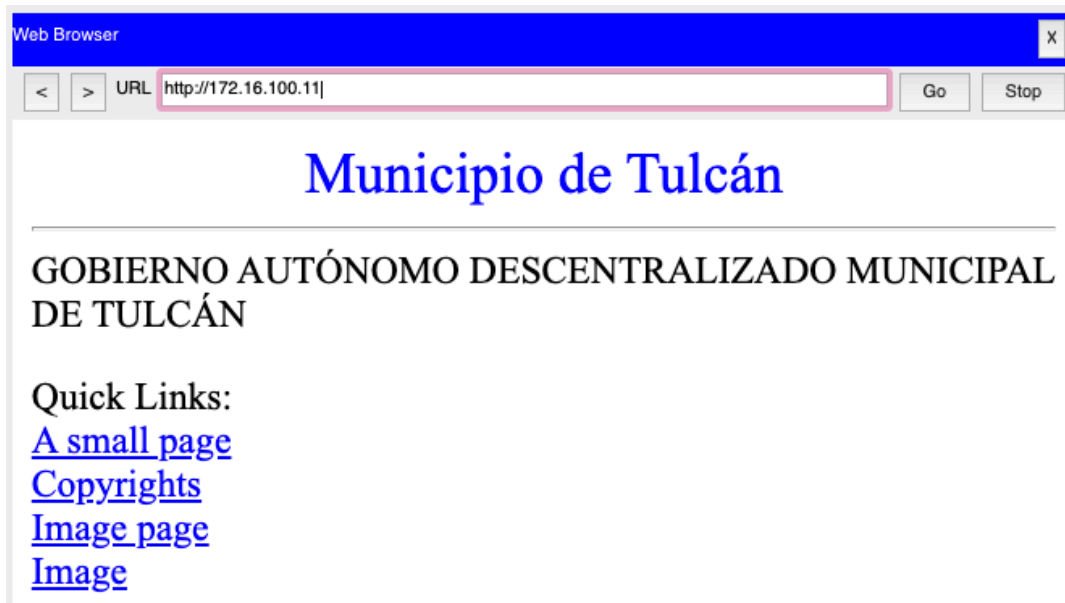


Figura 98. Prueba de envío de paquete desde la zona INSIDE-DMZ

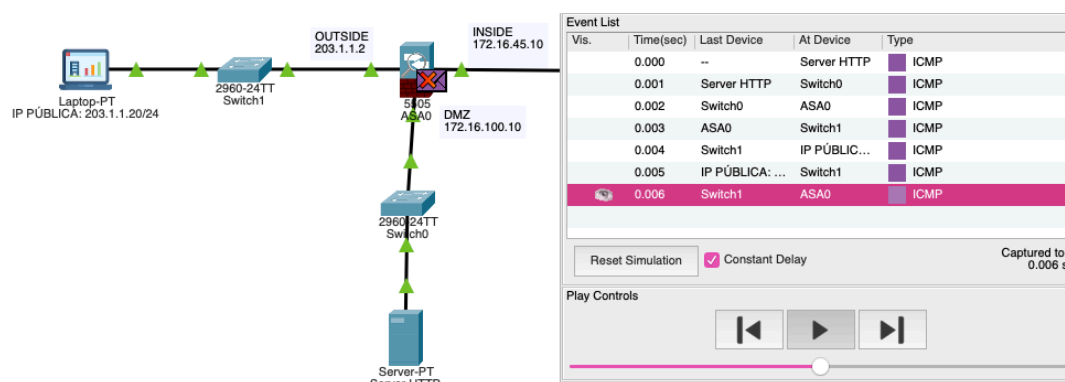
Al acceder al servidor HTTP de la DMZ se puede observar la página de prueba ubicada en el dispositivo de la zona INSIDE ingresando al navegador con la dirección IP 172.16.100.11.



*Figura 99.* Resultado de la página de prueba desde la zona INSIDE-DMZ

- **OUTSIDE- Zona desmilitarizada (DMZ)**

La prueba realizada verifica que al enviar los paquetes desde los dispositivos ubicados en la zona OUTSIDE o externa con un nivel de seguridad 0 **NO** se pueden conectar a los dispositivos ubicados en la DMZ, ya que su nivel de seguridad 50 es mayor.

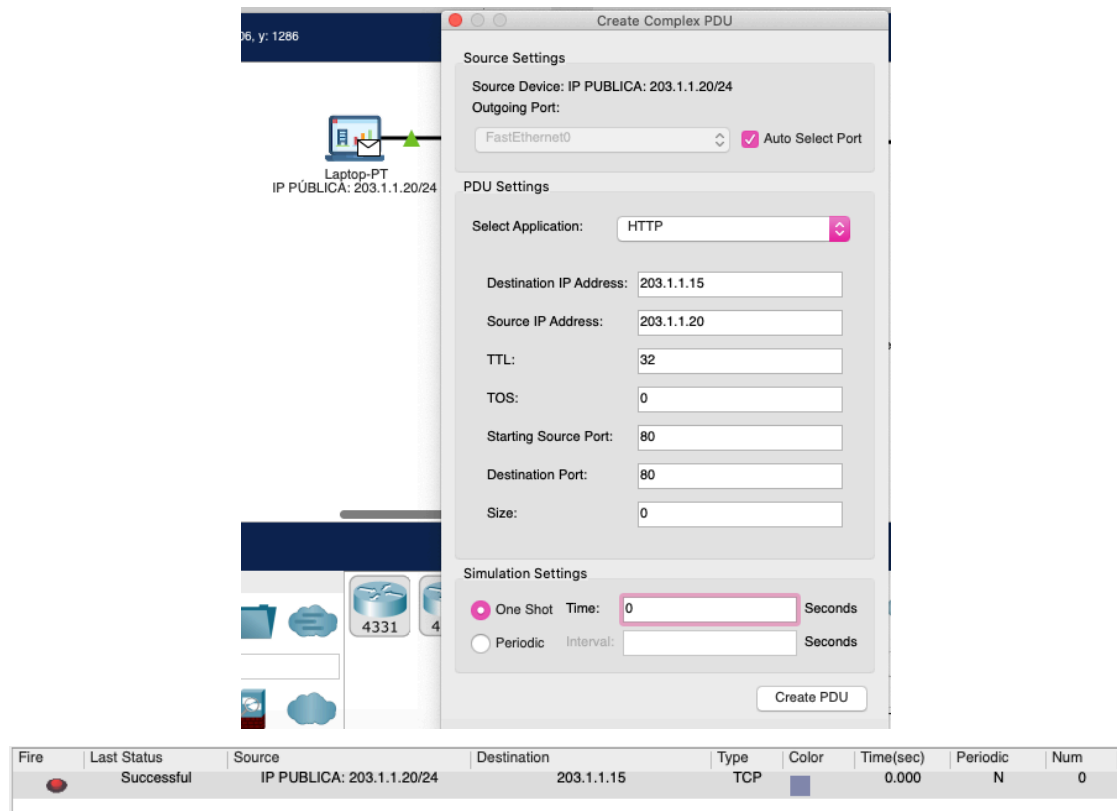


*Figura 100.* Prueba de envío de paquete desde la zona OUTSIDE-DMZ

Se comprueba que al enviar el paquete desde el dispositivo exterior hacia el servidor HTTP es denegado por el Firewall.

- **Zona desmilitarizada (DMZ)-OUTSIDE**

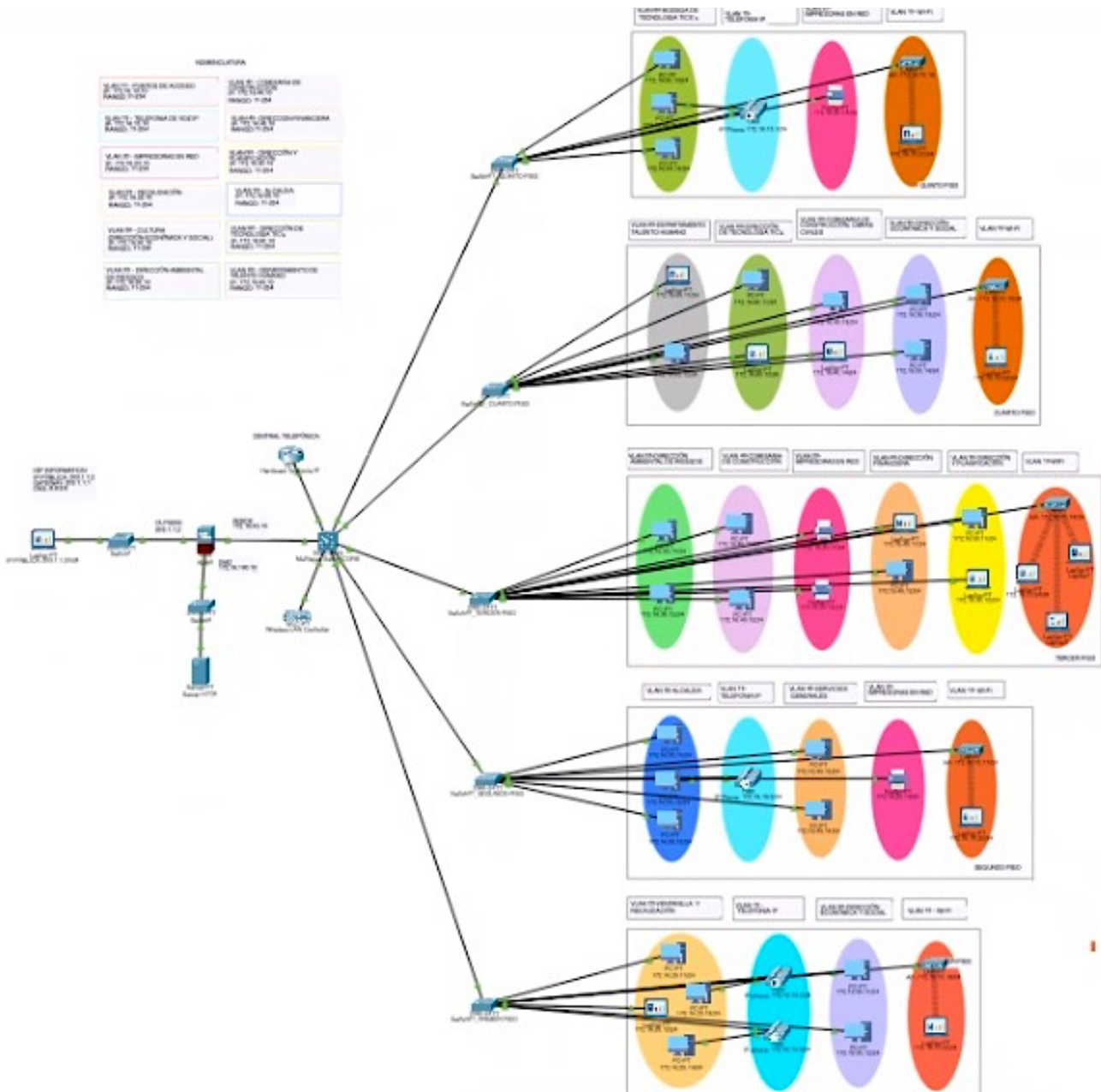
Se verifica que el paquete enviado desde la DMZ con un nivel de seguridad de 50 se puede conectar a los dispositivos ubicados en la zona OUTSIDE, ya que su nivel de seguridad 0, es menor.



**Figura 101.** Prueba de envío de paquete desde la DMZ-OUTSIDE

- **Diseño lógico de pruebas de la red**

Las pruebas que se han realizado en los apartados anteriores se basan en el diseño de la topología lógica de la red propuesto para el GAD Municipal de Tulcán.



**Figura 102.** Diseño lógico de pruebas de la red propuesta

- **CONTRASTE ENTRE LA RED EXISTENTE Y LA RED PROPUESTA**

- **Análisis Topología Lógica de Red**

Para definir la arquitectura de la red y definir el canal adecuado para la transferencia de datos se ha hecho uso de la topología de estrella que a diferencia de la topología en malla en la que está basada la infraestructura tecnológica actual; este tipo de topología permite que el diseño de la red sea estable y seguro ayudando a que la organización de los equipos utilizados en el nuevo diseño de red estén conectados a un nodo central considerando el punto medio del edificio Municipal de Tulcán en el que se ubica el Data Center, en donde se gestionará la transmisión de datos y la información enviada desde cualquier equipo ubicado en los departamentos que se encuentren conectados a la red, puesto que tiene que pasar por este punto central para llegar a su destino y de esa manera evitar la pérdida de los datos.

Para el direccionamiento se ha hecho uso de las direcciones IPv4 (172.16.0.0), ya que el propósito es permitir la comunicación entre las redes y al tener una longitud de 32 bits representadas en 4 dígitos compuestos de 8 bits mediante un número del 1 al 255 y separando cada octeto por un punto se puede expresarlas de forma decimal facilitando la lectura y el uso para los encargados del área de tecnología.

El tipo de dirección elegido para la red privada es de clase B, tomando en cuenta que se asocia con las redes MAN en base a la cantidad de los equipos y la topología lógica de subredes considerando que la red conecta a más de 250 puntos de red distribuidos en cada uno de los pisos y departamentos externos de la institución pública. Este tipo de red a diferencia de la clase C con la que se maneja el direccionamiento actualmente es que se asocia directamente con el diseño de una red LAN, lo que no permitiría el crecimiento de la red de la institución al contar con servicios externos.

Estas direcciones se asignan a los dispositivos de manera estática para tener una ventaja de confianza evitando eventos de intrusión en la red, por lo que evitará la comunicación en el exterior como con el resto de los equipos. Cabe mencionar que en la configuración de la telefonía VoIP y los puntos de acceso las direcciones se asignan de manera dinámica puesto que los dispositivos obtienen sus parámetros directamente desde la configuración del hardware de telefonía y de la controladora por lo que es recomendable que estos equipos permanezcan siempre conectados.

Al ser una institución que cuenta con diferentes servicios para la ciudadanía se dispone a contar con varias subredes independientes reduciendo de esa manera el tráfico excesivo de los dispositivos. La red ha sido segmentada en VLANs que identifican a cada departamento de la institución, que permitan configurar y simplificar la administración de la red realizada por los encargados del área de tecnología, otorgando así una capa de seguridad y facilitando la manera de trasladar u agregar estaciones de trabajo a la red de la institución.

- **ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED**

Dentro de la infraestructura de red del GAD municipal de Tulcán se puede evidenciar un inadecuado diseño jerárquico de la red en donde no se respeta la capa de acceso y distribución dentro de la red ya que se han conectado hosts sin ningún tipo de estudio técnico, es por ello que en el diseño de red propuesto se ha especificado las capas de acceso y distribución, en donde la capa de acceso está compuesta por switches administrables Cisco, lo que posibilita filtrar y dividir la red al establecer comunicación sólo con el dispositivo deseado, del mismo modo, se mantiene un esquema de conmutación para establecer que dispositivo debería recibir el mensaje, al mandar paquetes hacia el destino, los demás puertos no se ven colapsados, en cuanto a la capa de distribución con un switch multicapa se realiza la conmutación de capa 3 ya que este switch se pueden tener tanto interfaces virtuales como puertos enrutados, de esta forma se controla en un árbol de expansión la topología física de red

- **Zona Desmilitarizada**

La información que se genera dentro del GAD Municipal de Tulcán en varias ocasiones se ha visto vulnerable ante ataques externos según lo expuesto por el administrador de la red, una de las posibles causas es la inexistencia de un cortafuegos o firewall, ya que, en la red de GAD Municipal de Tulcán se expone con una seguridad mínima el acceso a distintos servidores incrementado el peligro de padecer un incidente de estabilidad en la red debido a que se consigue vulnerar la seguridad de uno de los servidores, podría comprometer a los demás dispositivos conectados a la red, inclusive esos que no son disponibles desde Internet. Una entrada no autorizada podría derivar en una infección por ransomware, sustracción de información, caídas de servicio.

Es por ello que dentro de la topología propuesta se recomienda el empleo de un firewall tipo hardware de marca Cisco que permitirá filtrar los paquetes entrantes y salientes por medio de

una serie de reglas, este separa a la red en 3 zonas claramente identificadas: OUTSIDE, INSIDE, DMZ en esta última se encuentran ubicados exclusivamente todos los servidores del GAD Municipal de Tulcán que deben ser accesibles desde Internet, la lógica de las políticas propuestas para el Firewall ASA cisco son las siguientes:

**Tabla 46.**  
*Descripción de políticas de firewall*

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Política</b>
Outside	DMZ	Denegado
Outside	Inside	Denegado
DMZ	Outside	Permitido
DMZ	Inside	Denegado
Inside	DMZ	Permitido
Inside	Outside	Permitido

- **Cableado horizontal categoría 6<sup>a</sup>**

Actualmente, la red del GAD Municipal de Tulcán opera con un cableado categoría 5 lo que permite una tasa de transferencia de 100 Mbps con una frecuencia de transición de 100 MHz; por lo que se planteó la migración de cableado a categoría 6<sup>a</sup> un factor que favorece la migración de categoría 5 a 6<sup>a</sup> son las aplicaciones que actualmente operan en el GAD Municipal de Tulcán que requieren mejor calidad de servicio en redes TCP/IP, así mismo los requerimientos dentro de esta institución pública cada vez crecen, hoy en día se ve la necesidad de implementar tecnología de voz sobre IP así como de video para CCTV-IP, esta tecnología requiere un control de latencia baja, tasa de retransmisión de paquetes para prestar un servicio óptimo, esto justifica la migración a categoría 6<sup>a</sup>, ya que, dicha categoría maneja una frecuencia de hasta 250 MHz, posee una mayor capacidad de abarcar distancias mayores sin causar problemas de diafonía, además ofrece velocidades de hasta 10GBASE-T o 10 Gigabits Ethernet.

- **Cableado vertical fibra óptica**

Dentro de la infraestructura actualmente implementada en el GAD Municipal de Tulcán el backbone que es el enlace troncal de la red se lo realiza por el medio de cableado UTP, al ser

un enlace central de la red en él se concentra todo el tráfico generado, es por ello que se considera según las normativas expuestas la conexiones punto a punto se las realice con fibra óptica LC/ UPC utilizadas en redes de fibra para la comunicación de cuartos de equipos. La aplicación de fibra óptica en el tendedero de cableado vertical ofrece mayor velocidad de transmisión y ancho de banda la cual transmite a una velocidad de 10Gb en comparación con el cable UTP categoría 6 que transmite a una velocidad de 1Gb, esto se logrará haciendo uso de los puertos SFP de los switch de capa 2 y 3 respectivamente aplicando en ellos un módulo SFP Cisco Duplex.

- **ANÁLISIS DE LOS DISPOSITIVOS DE RED**

Se realiza una comparación mediante una tabla de doble entrada entre los principales equipos que actualmente operan en la red del GAD Municipal del Tulcán con los propuestos en la presente investigación con el objetivo de recalcar las ventajas y desventajas que presentan cada uno de estos, en algunos casos los dispositivos de la red han dejado de recibir actualización de parte del fabricante por mencionar uno el Switch D-link Des-3525 que culminó su fecha de actualizaciones en junio del 20

**Tabla 47.***Dispositivos de red actuales y propuestos*

<b>Jerarquía de red</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Puertos</b>	<b>Puertos</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Administración</b>	<b>Categoría</b>	<b>Actualizaciones</b>
<b>Capa de acceso</b>		<b>Fast-Ethernet</b>	<b>SFP/SFP+</b>	<b>10/100BASE-TX</b>		<b>UTP</b>	
<b>Actuales</b>	Switch D-Link Des-1016A	16	NO	SI	NO	NO	NO
	Switch D-Link Des-3525	24	2	SI	SI	NO	NO
	Switch D-Link Des-228	24	2	SI	SI	NO	NO
	Switch Nexxt NW223NXT06	8	NO	SI	NO	NO	NO
<b>Propuesto</b>	Switch Cisco Catalyst 2960	48	2	SI	SI	SI	SI

<b>Jerarquía de red</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Ancho de</b>	<b>10 GE</b>	<b>Controlador de</b>	<b>Cifrado MAC</b>	<b>Medianet</b>	<b>VLANs</b>
<b>Capa de Distribución</b>		<b>banda por</b>	<b>enlaces</b>	<b>LAN</b>		<b>(Soporte)</b>	<b>Privadas</b>
		<b>pila</b>	<b>ascendentes</b>	<b>inalámbrica</b>			
				<b>integrado</b>			
<b>Actual</b>	Switch Cisco 3550	NO	2x10GE	NO	NO	SI	SI
<b>Propuesto</b>	Switch Cisco Catalyst C3650	160 Gbps	4×10 GE	SI	SI (Modulo de servicio)	SI	SI

- **CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES PROPUESTAS**

**Tabla 48.**

*Cumplimiento de actividades propuestas*

<b>Nivel</b>	<b>Actividades</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Lógico</b>	Aplicación de topología en estrella	30%
	Configuración de IPV4 clase B	0%
	Ampliación de Ancho de Banda	0%
	Segmentación de la red en VLAN para cada departamento	0%
	Configuración de firewall con 3 zonas (Inside, Outside,DMZ)	0%
	Empleo de enlaces de datos a través de enlaces de radio frecuencia	0%
<b>Físico</b>	Implementación de cableado UTP Cat 6 <sup>a</sup>	0%
	Unificación de sistema de voz y datos en un solo medio de transmisión	0%
	Implementación de fibra óptica en backbone	0%
	Reemplazo de dispositivos de red actual por Cisco	0%
	Implementación de firewall	0%
	Aplicación de gabinetes de pared en c/u de los pisos	40%
	Adquisición de sistema HVCA	0%
	Adquisición de 2 suministros eléctricos o UPS	0%
	Empleo de canaleta T-45 y Gysump Board	0%
	Separación del DATA CENTER de oficinas	100%
<b>Administración</b>	Cambio de etiquetado según norma ANSI/TIA/EIA 606	0%
	Implementación del Sistema Cisco Network Assistant	0%
<b>PORCENTAJE TOTAL</b>		<b>9,84 %</b>

## 4.2. DISCUSIÓN

El propósito del trabajo de investigación realizado en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán fue diseñar la infraestructura de red mediante la aplicación de normas y estándares internacionales, por lo que ha sido necesario llevar a cabo un estudio de la red de datos para conocer el estado actual de la infraestructura de la red y de esa manera proponer un diseño a nivel lógico y a nivel físico tomando en cuenta las instalaciones de la municipalidad.

El enfoque mixto utilizado en esta investigación, permitió hacer uso de instrumentos de recolección de datos como la entrevista y encuesta, mismos que fueron aplicados al administrador de la red y a los funcionarios del área de tecnología de la institución respectivamente, con la finalidad de conocer el estado actual de la red para posteriormente desarrollar la propuesta tecnológica en base a la información obtenida y modelar el diseño de la red bajo normas y estándares de cableado.

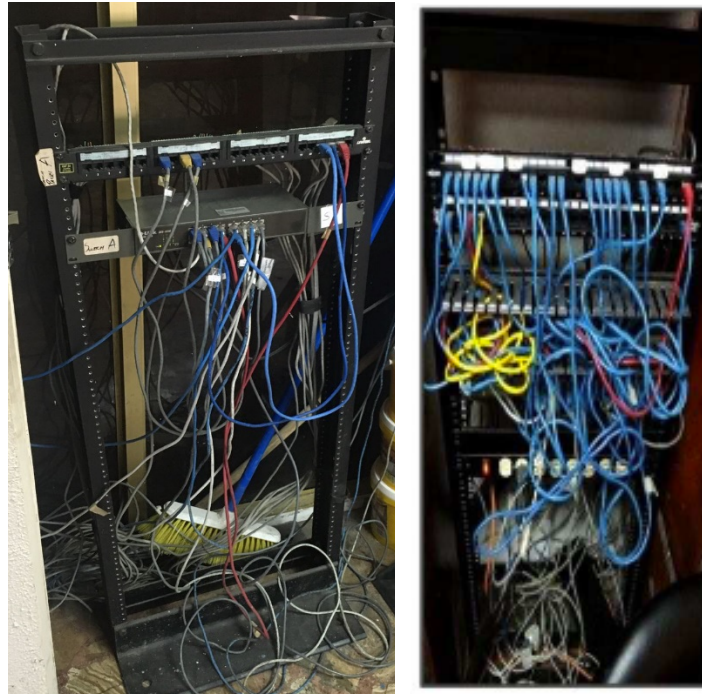
De igual manera por medio de la investigación de campo se determinó que la institución necesita un rediseño de la red mediante la aplicación de normas y estándares que provean especificaciones técnicas, criterios y reglas para un óptimo diseño de la infraestructura de la red y de esa manera facilite al administrador del área de sistemas el mantenimiento de la infraestructura haciendo énfasis a toda la red con una planeación adecuada y documentada de manera correcta.

Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con la metodología Top-Down para el diseño de redes que consta de 5 fases puntuales:

1. En la primera fase se analizó la situación actual de la red lo que permitió determinar la selección de equipos y los requerimientos para posteriormente seleccionar la topología de red a utilizar.
2. En la fase de diseño lógico se usó Cisco Packet Tracer 8.0 para modelar la arquitectura de la red tomando en cuenta las necesidades más factibles para la institución verificando la tecnología de los equipos, direccionamiento, hostnames y protocolos.
3. En la fase de diseño físico se tomó en cuenta los detalles de los componentes y configuraciones realizadas, además se realizó el cableado bajo el uso de normas y estándares internacionales
4. En la fase de la administración de la red se reguló la señalización y etiquetado de los diferentes recursos de la instalación de cableado estructurado en base a la norma

ANSI/TIA/EIA 606 y el uso de la aplicación Cisco Network Assistant para simplificar la administración de red de la institución por medio de la interfaz de usuario.

5. Finalmente, en la fase de pruebas y optimización se llevó a cabo la verificación de conexión de los dispositivos configurados para comprobar el funcionamiento del diseño de la red propuesta.



**Figura 103.** Estado de los rack antes de la propuesta



**Figura 104.** Ejecución de avance de la propuesta

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que la actual infraestructura tecnológica del GAD Municipal de Tulcán no dispone de un diseño óptimo por lo que es frecuente notar falencias en el cableado estructurado, ya que la topología por la que está funcionando la red no se encuentra distribuida de manera adecuada lo que dificulta la transmisión de la información evidenciando el desaprovechamiento de las nuevas tecnologías, protocolos y dispositivos que se utilizan en el diseño de redes de comunicaciones actuales.
- Se concluye que la integración de un cableado estructurado certificado con equipos de telecomunicaciones que cuenten con una actualización gradual y progresiva para el diseño de redes aseguran que la infraestructura tecnológica del GAD Municipal de Tulcán cumpla con el rendimiento, seguridad, escalabilidad y administración de la red facilitando las tareas del personal del área de sistemas.
- La aplicación de normas y estándares internacionales ANSI/TIA/EIA brindaron una función primordial para diseñar la infraestructura de red de manera organizada tomando en cuenta los requerimientos mínimos del cableado estructurado como la topología, la distancia de los cables y el rendimiento de los componentes.
- De acuerdo con lo propuesto se resalta que contar con herramientas de gestión, control y monitoreo de la red facilita su administración suministrando información de las subredes, rutas, dispositivos y recursos que permiten realizar el seguimiento del estado de la red por medio de la detección de fallos físicos o lógicos de manera oportuna y eficaz.
- La metodología Top-Down fue empleada para el desarrollo de diseño de redes lo que permitió iniciar la propuesta de investigación con fases para solucionar los problemas mediante el análisis de los requerimientos de la red del GAD Municipal de Tulcán y seleccionar el tipo de topología a utilizar lo que fue factible para proporcionar una solución final en cuanto al diseño lógico, físico, administración y pruebas de la red.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de normas y estándares vigentes para el diseño de una infraestructura de red, esta red sea certificada para así garantizar el cumplimiento con las normativas oficiales.
- Se recomienda el reemplazo de la tecnología actual en el GAD Municipal de Tulcán por la propuesta en este proyecto de investigación, ya que, se conoce que la mayoría de los equipos de telecomunicación ha cumplido su tiempo de vida útil aumentando el riesgo de fuga de información y complicando el desempeño de las funciones de los administradores de la red del GAD de Tulcán.
- Es recomendable aplicar el Subneteo con VLSM al momento de exceder las 254 host como un método que permita un mejor aprovechamiento y optimización del uso de direcciones, sin embargo, por el momento la institución pública en ninguna subred supera los 254 host.
- Se recomienda para una futura implementación del diseño de la red propuesta adquirir el licenciamiento "Security Plus License" para el firewall recomendado puesto que permitirá que las VLANs configuradas en el Switch de capa 3 pueden acceder a internet a través del firewall.
- Se recomienda como alternativa en el marco de cumplimiento del código orgánico apartado segundo: "las tecnologías libres y formatos abiertos", artículos 142 "tecnologías libres", artículo 145 "migración a software de fuente abierta" y artículo 151 "libre elección de software" la posibilidad de migración e implementación de un firewall de software libre como pfSense.
- En el caso de la red inalámbrica se recomienda el cambio periódico de las contraseñas de la red WiFi con la finalidad de mantener la integridad y seguridad de los datos de igual forma se recomienda el no mantener la configuración por defecto de todos los dispositivos de telecomunicaciones.
- Se recomienda la capacitación de los funcionarios que conforman el departamento de TIC's del GAD Municipal de Tulcán como un paso fundamental para el éxito profesional y la adquisición de habilidades necesarias para llevar una correcta administración de toda la infraestructura de red del GAD Municipal.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aransay, J. (2011). *Internet Básico*. Universidad de La Rioja.
- Área de Ingeniería Telemática. (2012). *Introducción a las LAN, WAN y al Internetworking*. UPNA.
- Ariganello, E. (13 de marzo de 2020). *Modos de operación VTP*. CCNA. Recuperado de <https://aprenderedes.com/2020/03/modos-de-operacion-vtp/>
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Barbosa, J., y Orjuela, D. (2010). *Diseño de la Red Inalámbrica Wi-Fi para la Empresa Procibernética*. Universidad Libre Bogotá.
- Bayas, B. (2012). *Redes de Ordenadores I*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Bernal, I, (2014). *Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos*. Ediciones Paraninfo, S.A. Recuperado de <https://www.paraninfo.es/autor/berral-montero--isidoro-88>
- Cadena, J. (2021). *Situación actual de la infraestructura de la red del GAD Municipal de Tulcán*. Entrevistado por los autores.
- Carrero, A. (2019). Normas ANSI. ISO. IEEE para cableado UTP. UCHAI
- Carvajal, W., y Cometa, J. (2016). *Manual Técnico para selección cableado de cobre en sistemas de Telecomunicaciones para edificios comerciales y administrativos* [Universidad Piloto de Colombia, Bogotá]. Recuperado de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003616.pdf>
- Castillo, A. (2020). *IPv4 vs IPv6 – Qué es y para qué se utiliza en redes*. Profesional Review.
- CENTElsa. (2018). *Cables para la transmisión de datos UTP Categoría 6*. Recuperado de <https://www.centelsa.com/archivos/Plegable-UTP.pdf>
- Chai, W., y Irei, A. (2021). Protocolo de red. TechTarget.
- Chek Fiber Company. (21 de agosto de 2019). *La importancia de un buen diseño de red*. Recuperado de Chek Fiber.: <https://www.check-fiber.com/la-importancia-de-un-buen-diseno-de-red/>
- Cisco. (2013). *Infraestructura de redes empresariales Cisco ONE: la base automatizada y centrada en las aplicaciones para la empresa moderna*. CISCO. Recuperado de: <https://doi.org/C11-729655-00>
- Cisco Marketing. (2013). Beneficios de Cisco. MercadoIt. Recuperado de: <https://www.mercadoit.com/blog/productos-hardware-it/beneficios-de-los-switch-cisco/>

- Cisco. (2018). *VLAN, qué son, tipos y para qué sirven*. TechLG. Recuperado de:  
<https://techandlan.blogspot.com/2018/02/vlan-que-son-tipos-para-que-sirven.html>
- Comunidad Huawei. (21 de octubre de 2021). *Comunicación entre VLAN en Switches*. Huawei. Recuperado de:  
<https://forum.huawei.com/enterprise/es/comunicaci%C3%B3n-entre-vlan-en-switches/thread/605820-100237>
- Cristofoli, D., Meneguzzo, M., y Riccucci, N. (2017). *Collaborative administration: the management of successful networks*. Public Management Review, 19, 275-283.  
Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/14719037.2016.1209236>
- Del Rio, E. (08 de febrero del 2014). *La importancia de un etiquetado correcto en las instalaciones de cableado estructurado*. Tartanga. Recuperado de:  
<http://fibraoptica.blog.tartanga.eus/2014/02/08/la-importancia-de-un-etiquetado-correcto-en-las-instalaciones-de-cableado-estructurado/>
- DELLTechnologies. (2021). *Configuración de la dirección IP de la interfaz VLAN en un switch*. DELL. Recuperado de: <https://www.dell.com/support/kbdoc/es-co/000122285/how-to-configure-a-ip-address-on-dell-networking-powerconnect-switches>
- Durán, R. (2015). *Diseño de la Infraestructura Física y Lógica para una Red de Área Local y extensa (LAN y WAN) de una Pyme*. [Universidad Carlos III de Madrid]. [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26135/PFC\\_Raul\\_Duran\\_Nieto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26135/PFC_Raul_Duran_Nieto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Faour, D. (2012). *Tecnología Innovadoras del Ecuador*. Fundador del CEO de Casa del Cable. Recuperado de: <http://computerworld.com.ec/actualidad/insight-ceos/104-daniel-faour.html>
- Fernández, C. y Barbado, J. (2015). *Instalaciones de telefónica. Practicas*. Paraninfo Cengage Learning. Recuperado de:  
<https://books.google.com.ec/books?id=cjAc1NYzdOMC&printsec=frontcover&hl=e#v=onepage&q&f=false>
- Fernández, J. (2020). *Definición y configuración de las VLAN*. Redes. Recuperado de:  
<https://jesusfernandeztoledo.com/crear-una-red-con-3-vlan-en-cisco/>
- Fernández, L. (09 de agosto de 2020). *Configuración de un enlace trunk en un switch gestionable*. Redes Zone. Recuperado de: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/configurar-enlace-troncal-switch/>

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tulcán. (2020). Resolución Alcaldía No. 015.  
Recuperado de: <https://www.gmtulcan.gob.ec>
- Gómez, J. (2017). *Redes Locales*. Editex. Recuperado de:  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Iw3TAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA95&dq=Calbealdo+vertical+&ots=HQoFrNWjMo&sig=peY\\_S7erloewKyGbSX RgjBQkekc&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Calbealdo vertical&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Iw3TAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA95&dq=Calbealdo+vertical+&ots=HQoFrNWjMo&sig=peY_S7erloewKyGbSX RgjBQkekc&redir_esc=y#v=onepage&q=Calbealdo vertical&f=false)
- Gormaz, I. (2010). *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios*. Paraninfo. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=apbpHl-k22UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. Recuperado de:  
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hernández Sampieri, R, Fernández, C & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (Quinta Edición). México D.F, México: McGraw-Hill.
- Hidalgo, J., & Yandún, M. (2019). *Administración de Redes LAN- Ejercicios Prácticos con GNS3*. Recuperado de:  
<https://www.publicacionesupeec.org/index.php/carchi/catalog/view/19/17/39>
- Huamán, J. (2019). *Introducción a las Redes Inalámbricas*. Universidad Nacional de Educación.
- Iniewski, K., McCrosky, C., & Minoli, D. (2008). *Network Infrastructure and Architecture*. John Wiley & Sons, Inc.
- Iza, D. (2021). *Estudio de factibilidad técnica para la creación de un proveedor de servicio de internet inalámbrico para la parroquia de Guangopolo, perteneciente al cantón Quito*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Martin, J. (2019). *Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios*. Editex. Recuperado de:  
<https://books.google.com.ec/books?id=Kfln72XLyQgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Martínez, R. (2021). *El cableado estructurado de una red de área local*. ADR Formación.  
Recuperado de:

[https://www.adrformacion.com/knowledge/administracionsistemas/el\\_cableado\\_estructurado\\_de\\_una\\_red\\_de\\_area\\_local.html](https://www.adrformacion.com/knowledge/administracionsistemas/el_cableado_estructurado_de_una_red_de_area_local.html)

Martínez, V. (14 de marzo de 2013). *Configuración de VTP*. OS News. Recuperado de:

<http://theosnews.com/2013/03/configuracion-de-vtp-vlan-trunking-protocol/>

Matamala, M., y Caballero, C. (2016). *Instalación y Configuración de los nodos de una red local*. Paraninfo. Recuperado de:

[https://books.google.com.ec/books?id=5R7dDQAAQBAJ&pg=PA37&dq=puentes+o+bridges+en+redes&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj1g6\\_r-dnxAhXmlOAKHZRCCgMQ6AEwB3oECAQQA#v=onepage&q=puentes+o+bridges+en+redes&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=5R7dDQAAQBAJ&pg=PA37&dq=puentes+o+bridges+en+redes&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj1g6_r-dnxAhXmlOAKHZRCCgMQ6AEwB3oECAQQA#v=onepage&q=puentes+o+bridges+en+redes&f=false)

Moro, M. (2015). *Infraestructura de Red de Voz y Datos*. Paraninfo. Recuperado de:

[https://books.google.com.ec/books?id=lkBhTrHLBIEC&printsec=frontcover&dq=equipos+de+red+de+datos+switch+libros&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=switch&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=lkBhTrHLBIEC&printsec=frontcover&dq=equipos+de+red+de+datos+switch+libros&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=switch&f=false)

Municipio de Tulcán. (2020). *Tulcán para la vida-Misión, visión y valores institucionales*.

Recuperado de: <https://www.gmtulcan.gob.ec/municipio/mision/index.html>

Nguyễn, M. (25 de octubre de 2021). *Structured Cabling Standards and Practices*.

Recuperado de:

[https://www.academia.edu/15905433/Structured\\_Cabling\\_Standards\\_and\\_Practices?email\\_work\\_card=view-paper](https://www.academia.edu/15905433/Structured_Cabling_Standards_and_Practices?email_work_card=view-paper)

Oña, A. (2016). *Reingeniería de la Infraestructura de Red del GAD Municipal De Otavalo, mediante un diseño de puntos de voz y datos, y de un Data Center en base a la Norma Internacional ICREA-STD-131-2013*. Universidad Técnica del Norte, 1, 8.

Oppenheimer, P. (2011). *Top-Down Network Design*. Cisco Press. Recuperado de:

[http://www.teraits.com/pitagoras/marcio/gpi/b\\_POppenheimer\\_TopDownNetworkDesign\\_3rd\\_ed.pdf](http://www.teraits.com/pitagoras/marcio/gpi/b_POppenheimer_TopDownNetworkDesign_3rd_ed.pdf)

Oracle. (2010). *Introducción al conjunto de protocolos TCP/IP*. Oracle.

Oracle. (2014). *Componentes de una red virtual*. Oracle. Recuperado de:

[https://docs.oracle.com/cd/E56339\\_01/html/E53790/gfkby.html](https://docs.oracle.com/cd/E56339_01/html/E53790/gfkby.html)

Oviedo, B. (2019). *Manual de redes*. Escuela de Informática.

Palella Stracuzzi, S. y Martins Pestana, F. (2012). *Metodología de la Investigación*

*Cuantitativa*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Recuperado de:

<https://es.calameo.com/read/000628576f51732890350>

- Pereira, J. (2011). *Propuesta de optimización de la infraestructura de telecomunicaciones corporativa basada en la metodología Top-Down de Cisco*. [Tesis]. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4114/PereiraJuliette2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, S., y Facchini, H. (2017). *Dispositivos y Protocolos en Redes*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/312029712\\_Dispositivos\\_y\\_Protocolos\\_en\\_Redes\\_LAN\\_Y\\_WAN](https://www.researchgate.net/publication/312029712_Dispositivos_y_Protocolos_en_Redes_LAN_Y_WAN)
- Pimienta Prieto, J. (2017). *Metodología de la investigación*. Pearson.
- Prieto, J. (2018). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18(46). Recuperado de: <https://doi.org/10.11144/javeriana.cc18-46.umdi>
- Proaño, F. (2015). *Diseño e Implementación de una Red de Comunicaciones con enlaces de larga distancia*. Universidad de las Fuerzas Armadas. Recuperado de:
- Reina, F., y Ruiz, J. (2013). *Redes de área local*. SistemaMid. [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-08-05\\_10-00-21local.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-08-05_10-00-21local.pdf)
- Rolando, J. (2018). *Diseño de un sistema de Cableado Estructurado para el Hotel Las Cascadas en el cantón La Maná*. [Tesis]. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19314>
- Salazar, J. (2017). *Redes Inalámbricas*. Tech Pedia. Recuperado de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01\\_R\\_ES.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf)
- Santana, A., y Zurita, R. (2021). *Análisis de la internetwork de la Institución Educativa Fiscal "Amazonas" y propuesta de rediseño siguiendo la Metodología TOP-DOWN Network Design* [Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19702/1/UPS%20-%20TTS227.pdf>
- Sede Central Corporativa Cisco Systems. (2006). *Guía de inicio Cisco Network Assistant*. Recuperado de: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net\\_mgmt/cisco\\_network\\_assistant/version3\\_0/quick/guide/gsg.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net_mgmt/cisco_network_assistant/version3_0/quick/guide/gsg.pdf)
- Telco Data (2021). *Structured Cabling Standards Explained*. Telco Data, *Volúmen (2)*. Recuperado de:

<https://www.cablinginstall.com/standards/cablingstandards/article/16465601/designing-a-structured-cabling-system-for-voice-and-data>

Tello, M., y Willchez, M. (2006). *Normas y estándares de cableado estructurado*.

Universidad del Azuay.

Valdivia, C. (2015). *Redes Telemáticas*. Paraninfo. Recuperado de:

[https://books.google.com.ec/books?id=xbzCAAAQBAJ&pg=PA2&dq=router+redes&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwia\\_vrw9dnxAhVNdt8KHRjgACwQ6AEAnoECAUQA#v=onepage&q=router redes&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=xbzCAAAQBAJ&pg=PA2&dq=router+redes&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwia_vrw9dnxAhVNdt8KHRjgACwQ6AEAnoECAUQA#v=onepage&q=router redes&f=false)

## V. ANEXOS

### Anexo 1: Acta de sustentación de la predefensa



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE COMPUTACIÓN

### ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Almeida Benavides Ángela Fransheska CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401923297  
NIVEL/PARALELO: 0 PERIODO ACADÉMICO: PAO-2021-B

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:  
**PRESIDENTE:** MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL  
**LECTOR:** MSC. GUANO CARDENAS CARLITOS ALBERTO  
**ASESOR:** MSC. HIDALGO GUJARRO JAIRO VLADIMIR

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 0 **AULA:** 209  
**FECHA:** 23/02/2022  
**HORA:** 16H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6.02  
2) Trabajo escrito 2.63  
**Nota final de PRE DEFENSA 8.65**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de Investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 23/02/2022



Firmado digitalmente por  
MILTON GABRIEL  
DEL HIERRO  
MOSQUERA

MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL

**PRESIDENTE**



Firmado digitalmente por  
JAIRO VLADIMIR  
HIDALGO  
GUIJARRO

MSC. HIDALGO GUJARRO JAIRO VLADIMIR

**TUTOR**



Firmado  
digitalmente por  
CARLITOS ALBERTO  
GUANO CARDENAS

MSC. GUANO CARDENAS CARLITOS ALBERTO

**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE COMPUTACION

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:**

NOMBRE: Suárez Rosero Bryan Oswaldo  
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401763529  
PERIODO ACADÉMICO: PAO-2021-B

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:  
**PRESIDENTE:** MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL  
**LECTOR:** MSC. GUANO CARDENAS CARLITOS ALBERTO  
**ASESOR:** MSC. HIDALGO GUIJARRO JAIRO VLADIMIR

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 0 **AULA:** 209

**FECHA:** 23/02/2022

**HORA:** 16H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6.02

2) Trabajo escrito 2.63

**Nota final de PRE DEFENSA 8.65**

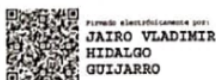
Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 23/02/2022



MSC. DEL HIERRO MOSQUERA MILTON GABRIEL  
**PRESIDENTE**



MSC. HIDALGO GUIJARRO JAIRO VLADIMIR  
**TUTOR**



Firmado digitalmente por  
CARLITOS ALBERTO  
GUANO CARDENAS  
MSC. GUANO CARDENAS CARLITOS ALBERTO  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

**Anexo 2:** Certificado antiplagio del informe de investigación

TESIS\_Almeida Benavides  
Ángela Fransheska  
*por* Ángela Fransheska Almeida Benavides

---

**Fecha de entrega:** 14-feb-2022 10:20a.m. (UTC-0500)  
**Identificador de la entrega:** 1762178888  
**Nombre del archivo:** TESIS\_Almeida\_Benavides\_ngela\_Fransheska.pdf (7.64M)  
**Total de palabras:** 36633  
**Total de caracteres:** 207427



# TESIS\_Almeida Benavides Ángela Fransheska

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://upec.edu.ec">upec.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://docs.oracle.com">docs.oracle.com</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.unesum.edu.ec">repositorio.unesum.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://www.nubeit.es">www.nubeit.es</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%

Anexo 3: Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Almeida Benavides Ángela Fransheska y Suárez Rosero Bryan Oswaldo <b>DATE:</b> 14 de febrero de 2022 <b>TOPIC:</b> "DISEÑO Y ADMINISTRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TULCÁN" <b>MARKS AWARDED</b> <b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Almeida Benavides Ángela Fransheska y Suárez Rosero Bryan Oswaldo

**Fecha de recepción del abstract:** 14 de febrero de 2022

**Fecha de entrega del informe:** 14 de febrero de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Edison Boanerges  
EDISON BOANERGES  
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

## Anexo 4: Solicitud de Trabajo de Titulación



UPEC-CC-UICTI-2021-019-OF  
Tulcán, 06 de septiembre de 2021

**MAGÍSTER**  
**Cristian Benavides**  
**ALCALDE GAD MUNICIPAL DE TULCÁN**  
**Presente.-**

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo de quienes conformamos la Carrera de Computación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC, a la vez que les deseamos éxitos en las funciones que usted acertadamente desempeña.

Me dirijo a usted con la finalidad de solicitarle de la manera más comedida se autorice levantar información en el GAD Municipal de Tulcán, misma que permitirá obtener datos para realizar el Trabajo de Titulación denominado "Diseño y administración de la infraestructura de la red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán" de los estudiantes Suárez Rosero Bryan Oswaldo y Almeida Benavides Ángela Fransheska con números de cédulas 04017635299 y 0401923297.

Por la atención que se digne dar al presente, reciba mis agradecimientos.

Atentamente,



GEORGINA  
GEORGINA ARCOS  
PUNCE

MSc. Georgina Arcos P.  
**DIRECTORA CARRERA DE COMPUTACIÓN**  
**"EDUCAMOS PARA TRANSFORMAR EL MUNDO"**

Valeria M.  
06/09/2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DE TULCÁN  
REGISTRO DE DOCUMENTOS  
ALCALDÍA  
Fecha: 06/09/21 Hora: 11:53  
Docubencio: 20067  
Resgado Por: Diana

**Anexo 5:** Autorización del Trabajo de Titulación



**Alcaldía de Tulcán**  
Administración 2019 - 2023

Oficio N°096 -JTH-GADMT-2021  
Tulcán, 26 de mayo de 2021

Señor  
**DIRECTOR CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
Presente.-

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo y al mismo tiempo desearle toda clase de éxitos en las labores a Usted encomendadas.

El motivo del presente es con la finalidad de informar que en atención al Oficio S/N, con fecha 07 de mayo de 2021, se autoriza por parte de la Jefatura de Talento Humano del GAD Municipal de Tulcán, para que los señores ALMEIDA BENAVIDES ANGELA Y SUAREZ ROSERO BRYAN, de la carrera de Ciencias de la Computación, realice su Proyecto de Investigación en nuestra Institución.

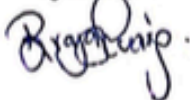
Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,  
"Tulcán para la Vida"

  
~~Dr. Andres Urrutia~~  
**JEFE DE TALENTO HUMANO**  
**GAD MUNICIPAL DE TULCANANO**



Elaborado por: Ing. Milena García

Recibido  
26-05-21  


## Anexo 6: Solicitud del certificado de conformidad



Tulcán, 14 de febrero de 2022

Ing. Freed Carrera  
**JEFE DE LA UNIDAD DE TIC'S**  
Ing. Jairo Cadena  
**SERVIDOR DE APOYO DE SERVICIOS UNIDAD DE TIC'S**

**ASUNTO: CERTIFICADO DE CONFORMIDAD**

De nuestra consideración:

Con un cordial saludo, nosotros Almeida Benavides Ángela Fransheska con cédula de identidad número 040192329-7, y Suárez Rosero Bryan Oswaldo con cédula de identidad número 040176352-9, estudiantes no titulados de la carrera de Computación, nos dirigimos a ustedes para solicitarles de la manera más comedida una vez culminado el Trabajo de Integración Curricular con el tema **"Diseño y administración de la infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán"**, se nos otorgue un certificado de conformidad.

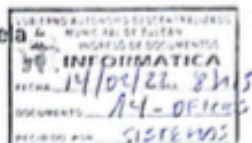
Particular que nos permitimos poner en su conocimiento, para los fines académicos correspondientes.

Por la atención a la presente quedamos de usted muy agradecidos.

Atentamente,

Estudiante  
Almeida Benavides Ángela  
040192329-7

Estudiante  
Suárez Rosero Bryan  
040176352-9



## Anexo 7: Certificado de Conformidad



Gobierno Autónomo Descentralizado  
**Municipal de Tulcán**

DEPARTAMENTO DE TIC'S DEL GAD MUNICIPAL TULCAN

Tulcán, 16 de febrero del 2022

MSc. Freed Carrera

**JEFE DE LA UNIDAD DE TIC'S**

Tig. Jairo Cadena

**SERVIDOR DE APOYO DE SERVICIOS UNIDAD DE TIC'S**

A petición verbal de los interesados.

### CERTIFICAMOS

Que: La señorita **Almela Benavides Ángela Fransheska** con cédula de identidad número **040192329-7**, y el señor **Suárez Rosero Bryan Oswaldo** con cédula de identidad número **040176352-9**, estudiantes no titulados de la carrera de Computación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, quienes culminaron el Trabajo de Integración Curricular denominado: "**Diseño y Administración de la Infraestructura de red del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán**", mismo que ha cumplido con lo solicitado por la institución y a entera satisfacción de la Unidad de TIC's, por el gran aporte de este proyecto, alcanzando los objetivos propuestos.

Es todo cuanto podemos certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

MSc. Freed Carrera

**JEFE DE TIC'S GADMT**

Atentamente:



Tig. Jairo Cadena

**SERVIDOR DE APOYO TIC'S**

Dirección: Calle Omeida y 10 de Agosto

Tel: (06) 2980-400, (06) 2984-777

Web: [www.gmtulcan.gob.ec](http://www.gmtulcan.gob.ec)



**Tulcán**  
Capital del Ciclismo

## Anexo 8: Entrevista 1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE COMPUTACIÓN  
ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA RED DEL GADMT



**FECHA:** \_\_\_\_\_

**OBJETIVO:** El objetivo de este cuestionario es poder obtener información relevante sobre la infraestructura tecnológica de la institución, con el fin de estimar el alcance en lo relacionado con las actividades orientadas a mejorar la infraestructura de la red. La información aquí consignada será mantenida en estricta confidencialidad antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

### SECCIÓN 1: INFRAESTRUCTURA DE RED ACTUAL

**1. Actualmente la institución ¿cuenta con red de voz y datos de cableado estructurado basada en normas y estándares internacionales?**

Respuesta:

---

---

---

**2. ¿Qué proveedor de servicio de internet (ISP) y que cantidad de banda ancha se tiene contratado actualmente en la institución?**

Respuesta:

---

---

---

**3. ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se presentan en la red de la Institución?**

Respuesta:

---

---

---

**4. En base a problemas frecuentes, ¿qué acciones se toman al momento que falla la red?**

Respuesta:

---

---

---

**5. Actualmente, ¿qué tipo de topología de red está diseñada para la institución?**

Respuesta:

---

---

---

**6. Actualmente, ¿qué dispositivos de red son utilizados en la institución?**

Respuesta:

---

---

---

**7. ¿El GAD Municipal de Tulcán posee enlaces externos de radio?**

Respuesta:

---

---

---

**8. Actualmente, ¿cuántos usuarios se tienen en la red LAN?**

Respuesta:

---

---

---

**9. ¿La red actual cuenta con una red lógica segmentada (VLANS)?**

Respuesta:

---

---

---

**10. ¿Cuál es la categoría del cableado estructurado de red que maneja la institución en este momento?**

Respuesta:

---

---

---

**11. ¿Qué clase de direccionamiento IP se maneja en la red para identificar y comunicar los hosts?**

Respuesta:

---

---

---

**12. ¿La infraestructura de red cuenta con firewall, IDS o IPS (detección y prevención de intrusos)?**

Respuesta:

---

---

---

**13. Actualmente ¿qué servicios tecnológicos se brindan a través de la red LAN del GAD Municipal de Tulcán?**

Respuesta:

---

---

---

**14. ¿Qué tipo de estándares de seguridad se maneja en la institución a nivel de equipos y de red?**

Respuesta:

---

---

---

**15. ¿Cuáles considera que serían los requerimientos para un óptimo diseño de la red del GAD Municipal?**

Respuesta:

---

---

---

**16. ¿El cableado estructurado actual está implementado en base a normas y estándares internacionales?**

Respuesta:

---

---

---

## Anexo 9: Entrevista 2



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE COMPUTACIÓN**  
**ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA RED DEL GADMT**



**FECHA:** \_\_\_\_\_

**OBJETIVO:** El objetivo de este cuestionario es poder obtener información relevante sobre la infraestructura tecnológica de la institución, con el fin de estimar el alcance en lo relacionado con las actividades orientadas a mejorar la infraestructura de la red. La información aquí consignada será mantenida en estricta confidencialidad antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

### **SECCIÓN 1: INFRAESTRUCTURA DE RED ACTUAL**

**1. ¿Qué dificultades se presentan al momento de administrar la red?**

Respuesta:

---

---

**2. ¿De qué manera se etiqueta el cableado estructurado del GAD Municipal de Tulcán?**

Respuesta:

---

---

**3. ¿Cómo considera que se mejoraría la administración de la infraestructura de red?**

Respuesta:

---

---

**4. ¿Considera usted que la organización de la infraestructura es la adecuada para llevar una correcta administración?**

Respuesta:

---

---

**5. ¿Qué políticas de administración se han implementado con el fin de mantener la seguridad de la información que transita por la red del GAD Municipal de Tulcán?**

Respuesta:

---

---

## Anexo 10: Encuesta personal de Jefatura de Sistemas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE COMPUTACIÓN  
ENCUESTA AL PERSONAL DE LA RED DEL GADMT



**FECHA:** \_\_\_\_\_

**OBJETIVO:** El objetivo de este cuestionario es poder obtener información relevante sobre la infraestructura tecnológica de la institución, con el fin de estimar el alcance en lo relacionado con las actividades orientadas a mejorar la infraestructura de la red. La información aquí consignada será mantenida en estricta confidencialidad antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

### SECCIÓN 1: INFRAESTRUCTURA DE RED ACTUAL

**1. En las áreas de trabajo ¿Existen puntos adicionales de conexión para aumentar la cantidad de usuarios de red?**

- Suficientes
- Escasos
- Nulo
- Inexistentes

**2. ¿Cree usted que la estructura de cableado con la que cuentan satisface la demanda de la calidad de la red?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**3. La categoría de cableado UTP que utiliza actualmente permite ampliar los servicios implementados a futuro?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**4. ¿Cree usted que es adecuada la manera en que están conectados los equipos de red?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**5. ¿Cree usted que la red del GADMT se encuentra organizada?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**6. ¿Los equipos que se utilizan en el DATACENTER para enviar y recibir información van acorde a la tecnología actual?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**7. ¿El datacenter dispone de equipos óptimos para una adecuada transmisión de datos?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

**8. ¿Cuál es el estado actual del cableado de la red de datos dentro del GADMT?**

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo

**9. ¿Considera que es importante la aplicación de normas y estándares en el diseño de cableado estructurado?**

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

**10. ¿Cómo considera usted la velocidad actual de la red de datos?**

- Muy eficiente
- Eficiente
- Poco eficiente
- Ineficiente

**11. ¿Considera que es importante la aplicación de normas y estándares en el diseño de cableado estructurado?**

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

## Anexo 11: Resultados de la entrevista objetivo 2

PREGUNTAS	RESPUESTAS
<b>1. ¿Actualmente la institución cuenta con red de voz y datos de cableado estructurado basada en normas y estándares internacionales?</b>	Existe una red de voz y datos pero no se contempla ninguna normativa o estándar, debido a que la red actual excedió el tiempo de vida útil.
<b>2. ¿Qué proveedor de servicio de internet (ISP) y que cantidad de banda ancha se tiene contratado actualmente en la institución?</b>	El proveedor de servicio del internet se ha cambiado en este año a CNT, siendo contratado 150 megas.
<b>3. ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se presentan en la red de la Institución?</b>	Con el crecimiento de la red se han agregado dispositivos ocasionando confusión en el direccionamiento IP, ya que, se realiza sin ningún control generando colapso total de la red, creando puentes de broadcast. Otro inconveniente que se aprecia es la falta de un reglamento interno de equipos.
<b>4. En base a problemas frecuentes, ¿qué acciones se toman al momento que falla la red?</b>	La inexistencia de políticas de acción oportunas ha llevado al reinicio o restauración del equipo central Mikrotik y con ello de toda la red.
<b>5. Actualmente, ¿qué tipo de topología de red está diseñada para la institución?</b>	Se desconoce la topología que está implementada ya que con el crecimiento de la institución se han instalado puntos de red sin ningún control.
<b>6. Actualmente, ¿qué dispositivos de red son utilizados en la institución?</b>	(Se presenta un cuadro resumen de los equipos de red en la tabla )
<b>7. ¿El GAD Municipal de Tulcán posee enlaces externos de radio?</b>	Se posee enlaces inalámbricos punto multipunto a la Plaza Central, Mercado Cepia, Mercado San Miguel, Mercado del Sur, Cementerio José María Azael Franco Guerrero y al Centro de Faenamiento de la Ciudad de Tulcán.
<b>8. Actualmente, ¿cuántos usuarios se tienen en la red LAN?</b>	(Se presenta el cuadro resumen de usuarios con acceso a la red en la tabla 22 )
<b>9. ¿La red actual cuenta con una red lógica segmentada (VLANS)?</b>	Se cuenta con la disponibilidad de VLANs de forma general, tal como, VLAN funcionarios; más no se ha segmentado la red de manera adecuada.

<b>10. ¿Cuál es la categoría del cableado estructurado de red que maneja la institución en este momento?</b>	Actualmente la red para el cableado estructurado cuenta con una categoría 5.
<b>11. ¿Qué clase de direccionamiento IP se maneja en la red para identificar y comunicar los hosts?</b>	Actualmente se cuenta con el direccionamiento de clase C, con una máscara de 24 bits.
<b>12. ¿La infraestructura de red cuenta con firewall, IDS o IPS (detección y prevención de intrusos)?</b>	No se cuenta con un firewall lo que ha ocasionado que usuarios externos accedan a la red; sin embargo, se cuenta con un Mikrotik administrable.
<b>13. Actualmente, ¿qué servicios tecnológicos se brindan a través de la red LAN del GAD Municipal de Tulcán?</b>	Los servicios que se manejan son: Consulta de predios, manejo de fichas de avalúos y catastros, cobros financieros, servidor de talento humano, antivirus, correo electrónico y recaudación.
<b>14. ¿Qué tipo de estándares de seguridad se maneja en la institución a nivel de equipos y de red?</b>	Se restringe a usuarios el acceso a determinados sitios web, además este proceso se apoya en el escaneo con antivirus.
<b>15. ¿Cuáles considera que serían los requerimientos para un óptimo diseño de la red del GAD Municipal?</b>	La documentación de diseño físico y lógico para tener un control de la red y a su vez esté sujeta a normas y estándares internacionales para su posterior certificación.

**Anexo 12:** Resultados de la encuesta objetivo 2

<b>PREGUNTAS</b>	<b>OPCIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1. En las áreas de trabajo ¿Existen puntos adicionales de conexión para aumentar la cantidad de usuarios de red?	Escasos	67%
2. ¿Cree usted que la estructura de cableado con la que cuentan satisface la demanda de la calidad de la red?	Indiferente	67%
3. La categoría de cableado UTP que utiliza actualmente permite ampliar los servicios implementados a futuro?	Indiferente	83%
4. ¿Cree usted que es adecuada la manera en que están conectados los equipos de red?	De Acuerdo Indiferente	50% 50%
5. ¿Cree usted que la red del GADMT se encuentra organizada?	Indiferente	50%
6. ¿Los equipos que se utilizan en el DATACENTER para enviar y recibir información van acorde a la tecnología actual?	Indiferente	83%
7. ¿El datacenter dispone de equipos óptimos para una adecuada transmisión de datos?	Indiferente	67%
8. ¿Cuál es el estado actual del cableado de la red de datos dentro del GADMT?	Regular	50%
10. ¿Cómo considera usted la velocidad actual de la red de datos?	Poco eficiente	67%

**Anexo 13:** Resultados de encuesta y entrevista objetivo 3

<b>ENCUESTA</b>		
<b>PREGUNTAS</b>	<b>OPCIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
9. ¿Considera que es importante la aplicación de normas y estándares en el diseño de cableado estructurado?	Muy importante	83%
<b>ENTREVISTA</b>		
<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>	
11. ¿El cableado estructurado actual está implementado en base a normas y estándares internacionales?	La institución no cuenta con la implementación de normas y estándares para la infraestructura de red debido a que la red existente excedió el tiempo de vida útil, además está implementada de manera tradicional.	

#### Anexo 14: Resultados de entrevista objetivo 4

---

<b>¿Qué dificultades se presentan al momento de administrar la red?</b>	<p>Se desconoce qué punto de red pertenece a una u otra estación de trabajo.</p> <p>Se desconoce el punto de llegada de un cable de red.</p> <p>El desmantelamiento de un gabinete de pared, ya que, no se considera una administración remota.</p> <p>Existe confusión en el direccionamiento IP se lo realiza con DHCP sin embargo no se contempla. Ningún parámetro para asignar las IP más que la clase de dirección.</p>
<b>¿De qué manera se etiqueta el cableado estructurado del GAD Municipal de Tulcán?</b>	<p>Se trata de etiquetar el cableado para en algo solventar los problemas al momento de asignar un punto a una estación de trabajo sin embargo se lo realiza de forma manual marcando el cable.</p>
<b>¿Cómo considera que se mejoraría la administración de la infraestructura de red?</b>	<p>Contando con un diseño de red organizado documentado y correctamente etiquetado para que cuando exista una falencia esta pueda ser atendida en el menor tiempo posible.</p>
<b>¿Considera usted que la organización de la infraestructura es la adecuada para llevar una correcta administración?</b>	<p>El crecimiento de la red y la conexión de cableado sin realizar estudios han ocasionado un cableado espagueti lo que dificulta considerablemente la solución de problemas que se presentan a diario en la red.</p>
<b>¿Qué políticas de administración se han implementado con el fin de mantener la seguridad de la información que transita por la red del GAD Municipal de Tulcán?</b>	<p>La administración de usuarios y contenido se la realiza a través de un Mikrotik sin embargo no se ha considerado la implementación de un firewall perimetral para fortalecer la seguridad de la red municipal.</p>

---

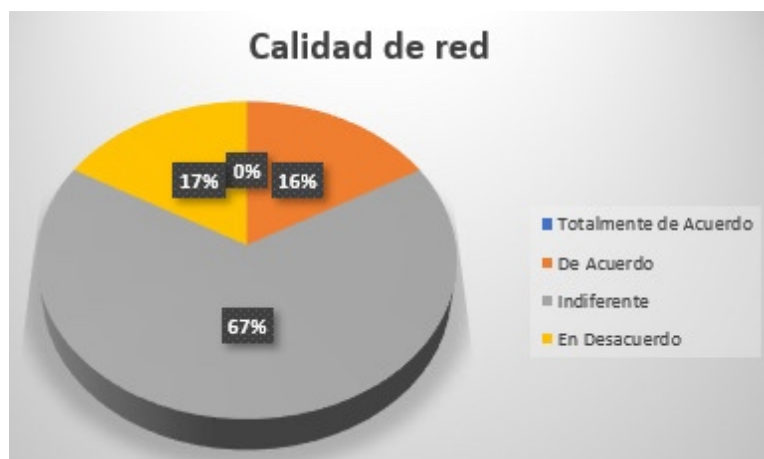
**Anexo 15:** Análisis de la encuesta

**PREGUNTA 1.** En las áreas de trabajo ¿Existen puntos adicionales de conexión para aumentar la cantidad de usuarios de red?

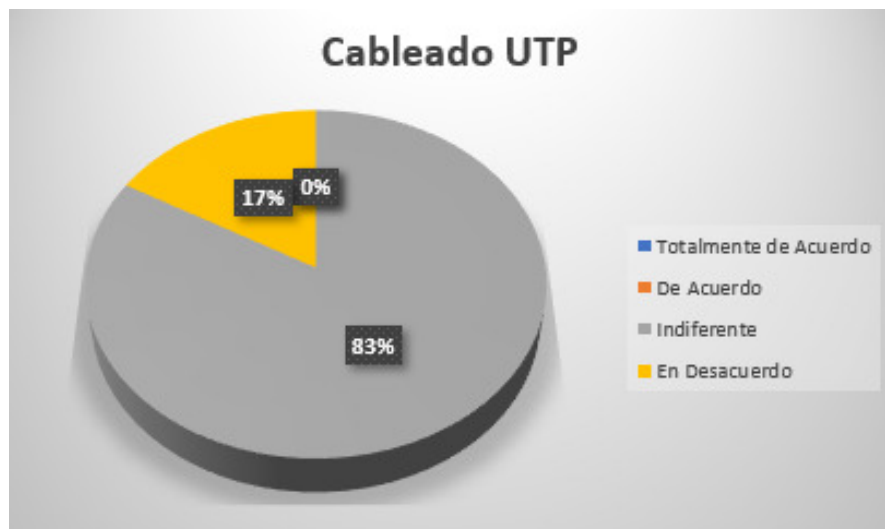


El gráfico representa que el 57% de los funcionarios del departamento de TIC's coincide en que existen escasos puntos adicionales de conexión en las diferentes áreas de trabajo, el 17% opina que los puntos de conexión son nulos, y finalmente el 16% de los encuestados afirman que existen suficientes puntos de conexión que permiten ampliar la cantidad de conexiones en la red.

**PREGUNTA 2.** ¿Cree usted que la estructura de cableado con la que cuentan satisface la demanda de la calidad de la red?

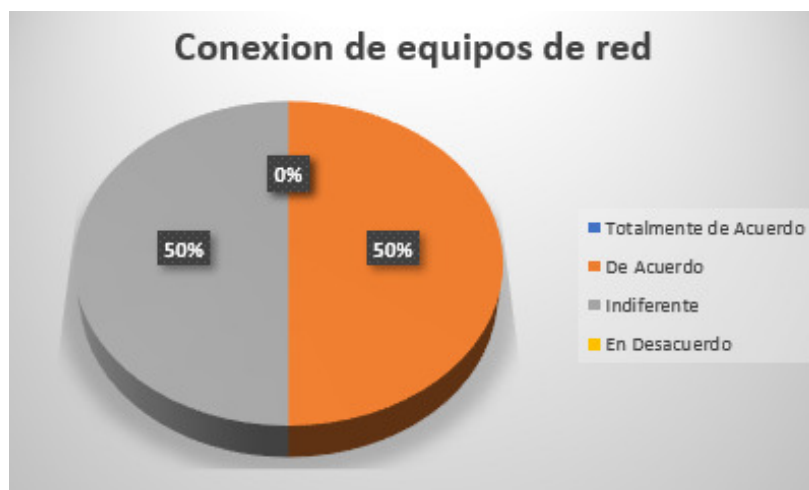


**PREGUNTA 3. La categoría de cableado UTP que utiliza actualmente permite ampliar los servicios implementados a futuro?**



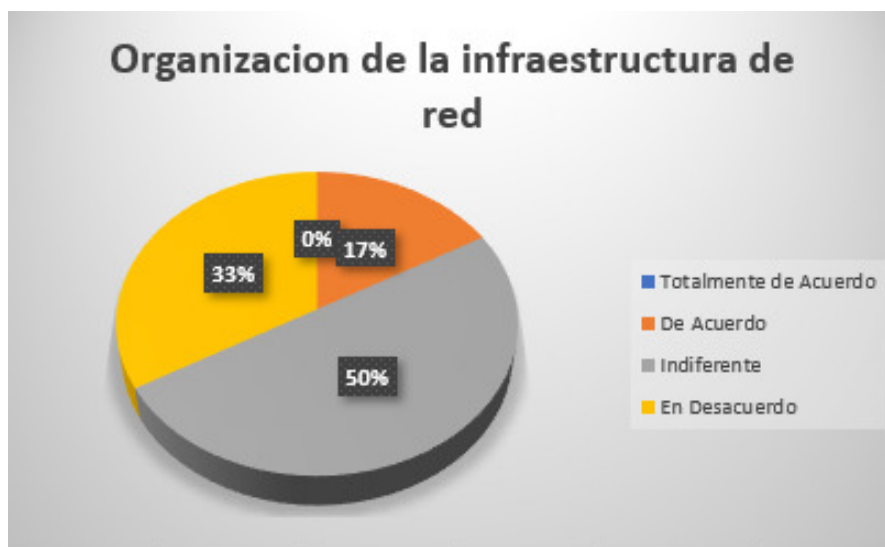
El 83% como se aprecia en la representación gráfica indica que los encuestados se encuentran indiferentes en relación con la categoría de cableado UTP que utiliza actualmente en la institución, y el 17% están en desacuerdo porque no permite ampliar los servicios implementados a futuro.

**PREGUNTA 4. ¿Cree usted que es adecuada la manera en que están conectados los equipos de red?**



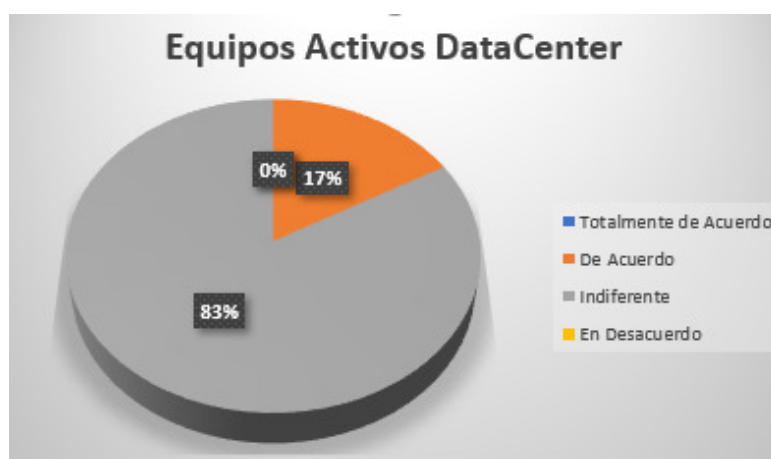
El gráfico representa que el 50% de los encuestados están de acuerdo con la actual conexión de equipos de red, y el otro 50% se muestra indiferente. Lo que representa que la conexión de los dispositivos al ser una clave importante de la red debería estar conectados adecuadamente.

**PREGUNTA 5. ¿Cree usted que la red del GADMT se encuentra organizada?**



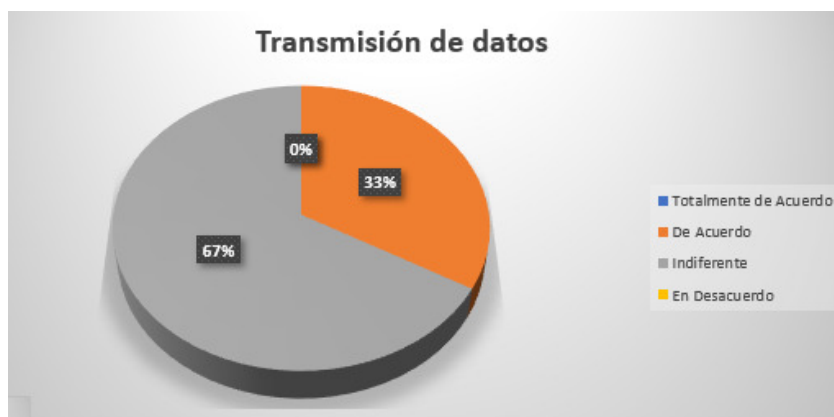
El análisis del gráfico indica que el 50% de los encuestados se encuentran indiferentes por la organización de la infraestructura de la red dentro del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, el 33% está en desacuerdo, y el 17% está de acuerdo, con lo que se evidencia que la institución debe contar con una infraestructura de red que cumpla ciertos elementos indispensables y organizados para configurarse como una red capaz de hacer frente a las exigencias de los usuarios y funcionarios.

**PREGUNTA 6. ¿Los equipos que se utilizan en el DATACENTER para enviar y recibir información van acorde a la tecnología actual?**



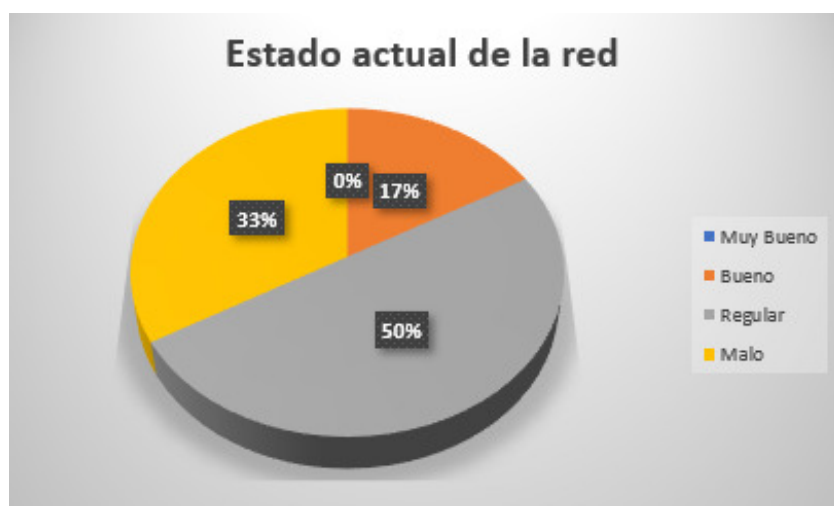
El gráfico muestra que el 17% de los funcionarios público que conforman de departamento de Tics están de acuerdo en que los equipos utilizados en el centro de datos están acorde a la tecnología actual, sin embargo, el 83% son indiferentes. De esta forma se logra identificar que la mayoría de los encargados del centro de Tics acierta que lo equipos han culminado su vida útil.

**PREGUNTA 7. ¿El datacenter dispone de equipos óptimos para una adecuada transmisión de datos?**



El gráfico indica que el 33% de los encuestados afirma que el 33% se encuentra de acuerdo y un 67% indiferente comprobando así por medio de los encargados de la infraestructura de red que los equipos del centro de datos no son los adecuados para la transmisión de voz y datos en el GAD Municipal de Tulcán

**PREGUNTA 8. ¿Cuál es el estado actual del cableado de la red de datos dentro del GADMT?**



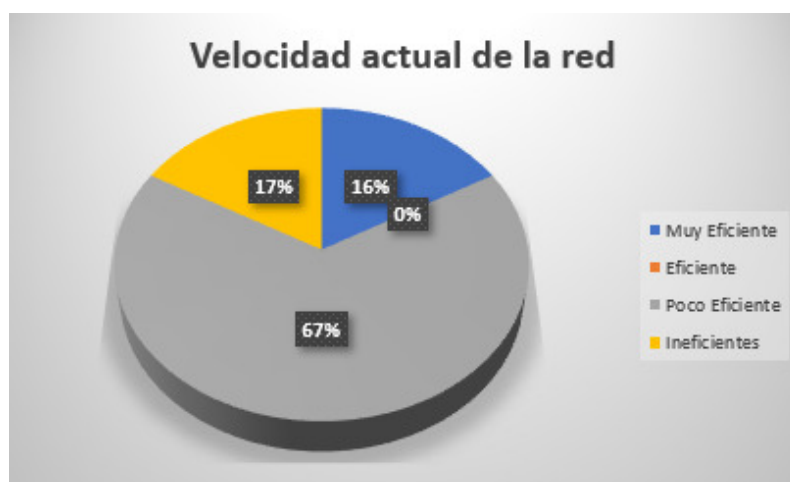
El gráfico muestra que el 17% de los funcionarios público que conforman de departamento de TIC consideran que el estado actual de la red es bueno, un 33 % establece que el estado el malo y un 50% que su estado es regular. De esta manera se logra determinar que la red que se encuentra implementada en el GAD Municipal de Tulcán es obsoleta y trae considero problemas por lo que es necesario su rediseño y correcta documentación.

**PREGUNTA 9. ¿Considera que es importante la aplicación de normas y estándares en el diseño de cableado estructurado?**



Una normativa o un estándar provee especificaciones técnicas o criterios precisos que son utilizados consistentemente, como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos considerando esto un 83% afirma que es muy importante la aplicación de normas y estándares en el diseño de una infraestructura de red en el mismo rango de importante lo encuentra un 17% de los encuestados.

**PREGUNTA 10. ¿Cómo considera usted la velocidad actual de la red de datos?**



La escalabilidad, disponibilidad, eficiencia y eficacia son características de una red óptima con ello una adecuada transmisión de voz y datos sin embargo el 67% de los encuestados afirma que la velocidad de transmisión de datos es poco eficiente, un 17% ineficiente y un 16% muy eficiente.

**Anexo 16:** Departamento de la Jefatura de Sistemas del GADMT



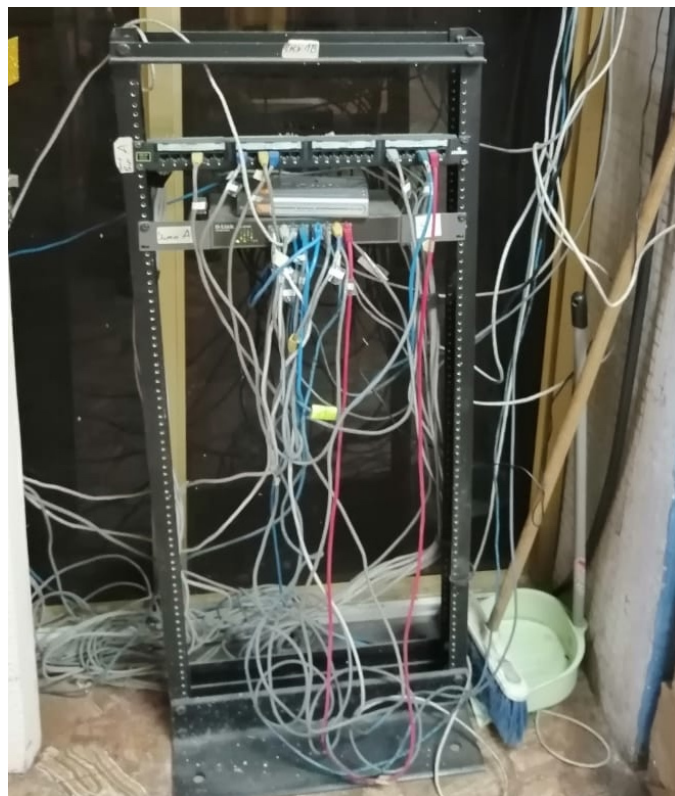
**Anexo 17:** Estado actual de los Racks en el GADMT



**Anexo 18:** Data Center del GADMT



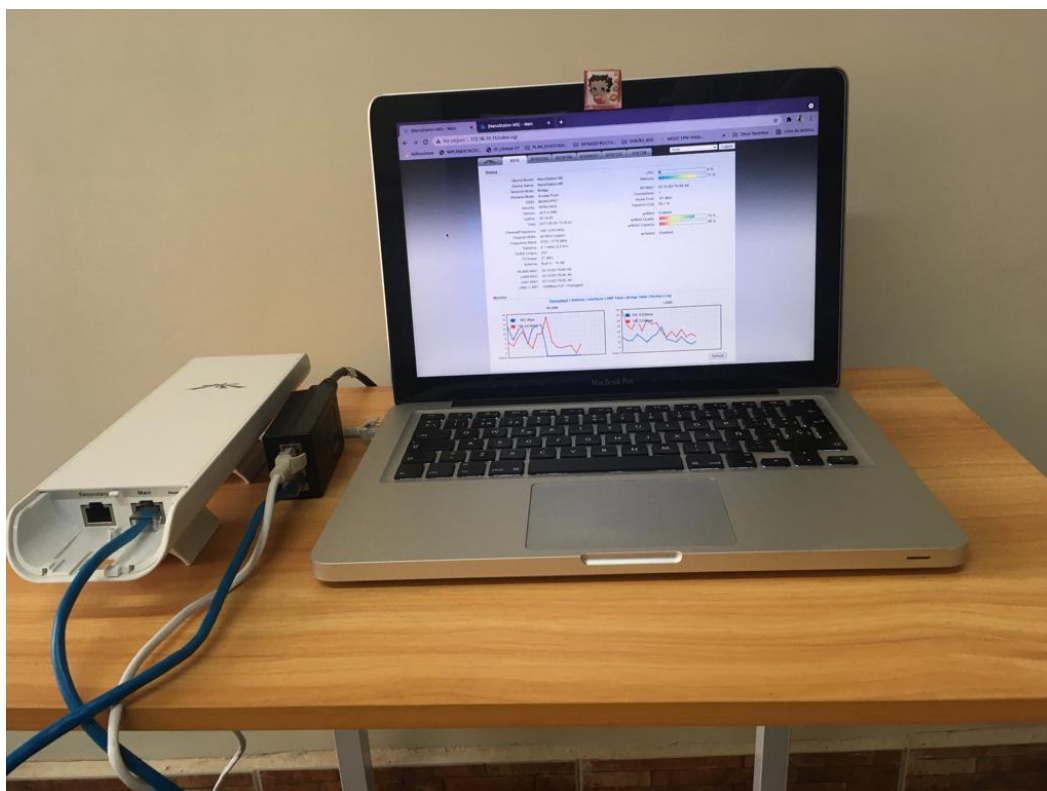
**Anexo 19:** Estado actual del cableado en el departamento de recaudación de agua potable



**Anexo 20:** Pruebas de la conexión física de los enlaces de datos de un sitio A a un sitio B



*Nota:* Elaboración Propia Sitio A



*Nota:* Elaboración Propia Sitio B



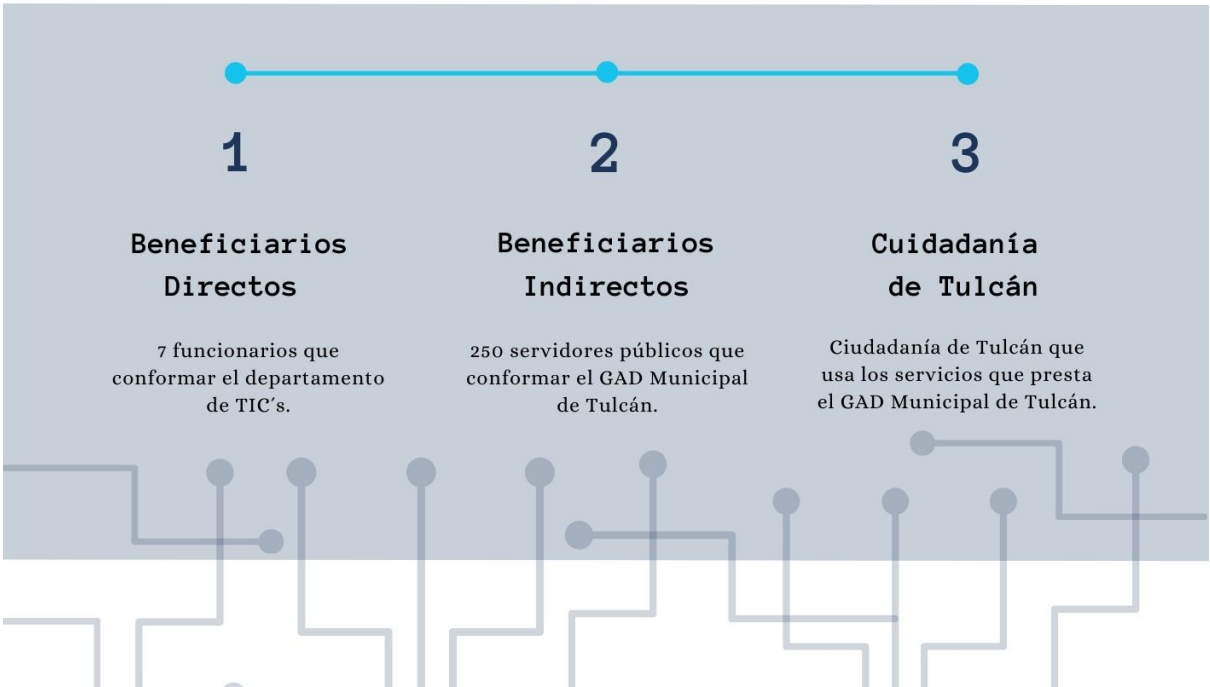
# MEMORIA TÉCNICA DE LA RED DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN





## OBJETIVO:

El objetivo de este proyecto es describir de manera detallada la situación actual de la red del GAD Municipal del Tulcán y proponer una solución de diseño y administración de la infraestructura de red describiendo recomendaciones y beneficios de contar con un cableado estructurado en base a normas y estándares que garanticen el mínimo nivel de desempeño, seguridad, rendimiento, durabilidad y calidad de la red.



# Análisis de la situación actual

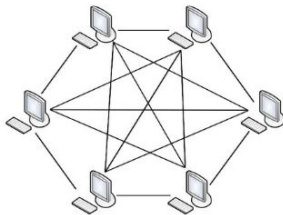
## GAD Municipal de Tulcán

- Red antigua
- Distribución inadecuada de cableado estructurado
- Diseño empírico de la red



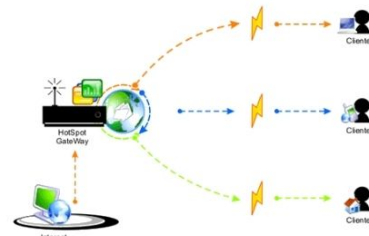
## Topología de red

- Topología en malla
- Se genera el colapso continuo de los servicios de la red



## Ancho de banda

- El ancho de banda de la red es mínimo, ya que, contempla 150 Mbps, por lo que en la actualidad no se ha tomado en cuenta el crecimiento demandante de la red.



## Categoría de cableado

- Categoría 5, fuera de las normas y estándares internacionales de cableado.
- Los problemas como intermitencia, retardo y fuera de servicio son más frecuentes de 9:00 am - 12:00 pm.

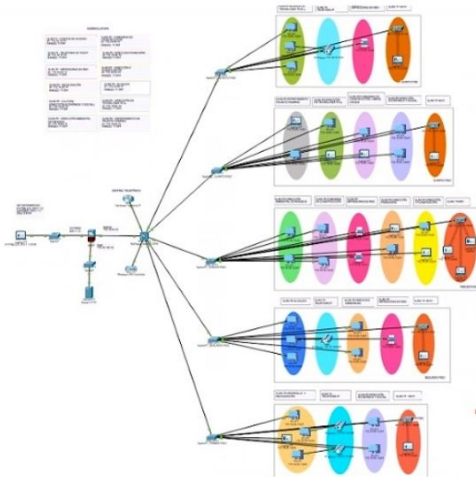


## Dispositivos actuales

- Equipos de red inalámbricos, de comunicación, de interconexión desactualizados.
- El 85 % de los equipos de red han cumplido con su vida útil.



## DISEÑO LÓGICO PROPUESTO



### > TOPOLOGÍA DE LA RED

Se propone una topología en estrella  
Permitirá agregar dispositivos de red fácilmente  
La centralización de la red ayudará a prevenir daños y conflictos

### > DIRECCIONAMIENTO

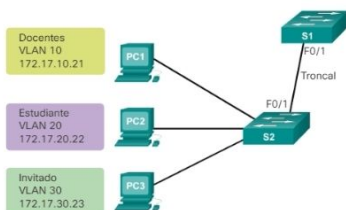
Por medio de la subdivisión de redes se optimizará de manera eficiente el uso de direcciones.

Se propone el manejo de direcciones IPv4 de clase B.

Permitirá agregar 254 direcciones de red en cada subred empezando desde 172.16.1.10/24 hasta 172.16.70.10/24.



### > CONFIGURACIÓN DE LAS VLAN



Se segmentará la red LAN en 14 redes virtuales lógicas.

Posibilitará agregar estaciones de trabajo accesibles a los departamentos.

Permitirá mantener la seguridad e independencia del manejo de la información y controlar fácilmente el tráfico de datos en la institución.

## DISEÑO FÍSICO PROPUESTO

### 1 MEDIOS DE TRASMISION

Cambio cableado UTP cat 6a para el cableado horizontal

Empleo de Fibra óptica monomodo para cableado vertical

Aplicación de la normativas ANSI/TIA/EIA 568-A



### 2 CENTRO DE DATOS

Adecuación centro de datos

Sistema HVCA (aire acondicionado/ventilación)

UPS APC PRO BR1500



### 3 CUARTOS DE COMUNICACION

Gabinetes de pared rack 10UR

Aplicación de la normativa ANSI/TIA/EIA 568-569



## EQUIPOS DE RED SELECCIONADOS

### EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES CISCO

Switch CISCO  
Catalyst 2960

Switch Cisco  
Catalyst C3560

Firewall Cisco  
ASA 5540



Cisco Aironet  
2700

Controlador inalámbrico  
Cisco 3504

Ubiquiti  
NanoStation M2



## PRESUPUESTO DE EQUIPOS DE RED

DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO	TOTAL
Switch CISCO Catalyst 2960	10	\$1.367,76	\$13. 677,6
Switch Cisco Catalyst C356	1	\$17.369,99	\$17.369,99
Firewall Cisco ASA 5540	1	\$5.509,00	\$5.509,00
Cisco Aironet 2700	6	\$152,18	\$913,08
Controlador inalámbrico Cisco 3504	1	\$2.400,38	\$2.400,38
Ubiquiti NanoStation M2	6	\$94,89	\$569,34
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$40.439,39</b>
Material de red			\$8.616,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$49.055,39</b>

**VALORES TOMADOS DEL PORTAL DE COMPRAS PÚBLICAS DEL  
ECUADOR**

**PROCESOS:  
SIE-CEC-004-2021  
SIE-ESPOLTECH-17-21  
SIE-EPFLP-09-2021**

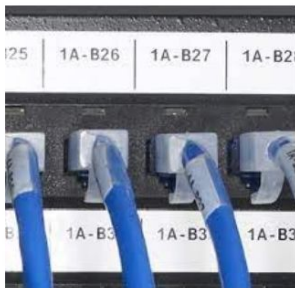
## ADMINISTRACIÓN DE LA RED PROPUESTA



### NORMATIVA ANSI/TIA/EIA 606

#### CON AYUDA DE LA ETIQUETADORA: BROTHER PT-E300 Y EL SOFTWARE PTOUCH EDITOR

Las etiquetas propuestas deben contener un tamaño, color y contraste adecuado, lo que facilitará al administrador de red del GAD de Tulcán la identificación correcta de cada uno de los equipos, estas etiquetas propuestas tiene la capacidad de resistir condiciones medioambientales.



Rutas

Paneles de conexiones

Bastidores y gabinetes

Cuartos de centros de datos



#### ADMINISTRACIÓN LÓGICA Y FÍSICA

Con la finalidad de gestionar y administrar la red a nivel físico y lógico se instalará Cisco Network Assistant que permitirá a los funcionarios del departamento de Tic's brindar soluciones efectivas a problemas de la red.



## AVANCE DE ACTIVIDADES

### > Diseño y administración de la red



#### Lógico

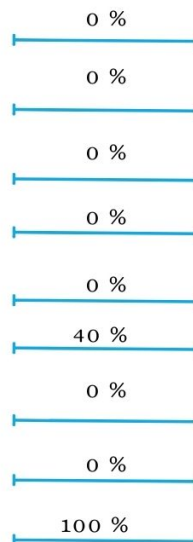
- Aplicación de topología en estrella.
- Configuración de IPV4 clase B.
- Ampliación de Ancho de Banda.
- Segmentación de la red en VLAN para cada departamento.
- Configuración de firewall con 3 zonas (Inside, Outside, DMZ).
- Empleo de enlaces de datos a través de enlaces de radio frecuencia.

#### Porcentaje de ejecución



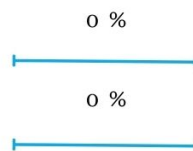
#### Físico

- Implementación de cableado UTP Cat 6<sup>a</sup>.
- Unificación de sistema de voz y datos en un solo medio de transmisión.
- Implementación de fibra óptica en backbone.
- Reemplazo de dispositivos de red actual por Cisco.
- Implementación de firewall.
- Aplicación de gabinetes de pared en c/u de los pisos.
- UPS APC PRO BR1500
- Empleo de canaleta T-45 y Gysump Board
- Separación del DATA CENTER de oficinas.



#### Administración

- Cambio de etiquetado según norma ANSI/TIA/EIA 606.
- Implementación del Sistema Cisco Network Assistant.



**Porcentaje de avance del proyecto**

**9.84 %**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

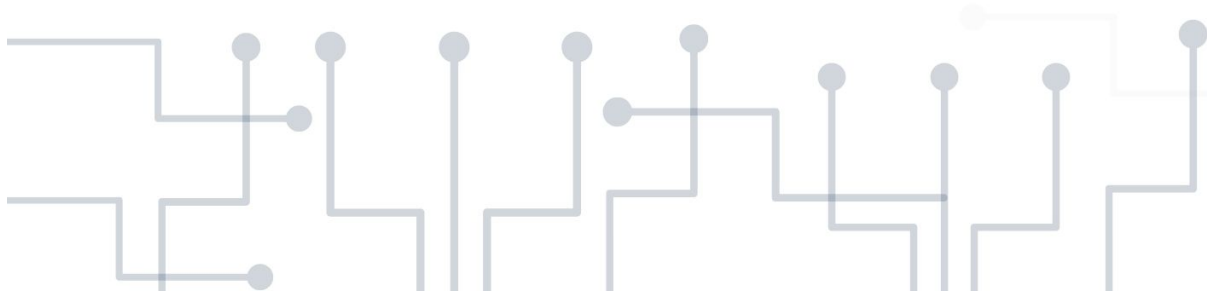
### > CONCLUSIONES

- Mediante la implementación de sistemas de cableado y tecnología actual se garantiza que evitará en un 90% problemas de administración de la red.
- La segmentación de la red LAN permitirá a la institución disponer de varias subredes independientes manteniendo la seguridad, escalabilidad y administración de la red.
- Una correcta distribución del ancho de banda acorde las necesidades de cada uno de los departamentos de la institución mejorará la calidad y velocidad de la conexión y transmisión de datos.
- El porcentaje de avance del proyecto es mínimo pero representa un gran aporte a la institución que permite agilizar la toma de decisiones junto a las gestiones y procesos del GAD Municipal de Tulcán.



### > RECOMENDACIONES

- Con la finalidad de mantener la seguridad e integridad de la información se recomienda la configuración de 3 zonas en la red (Outside, Inside, DMZ)
- El reemplazo inmediato de los equipos de telecomunicación que actual posee el GAD Municipal de Tulcán para evitar problemas de seguridad y fugaz de información.
- Aplicar el Subneteo con VLSM al momento de exceder las 254 host como un método que permita un mejor aprovechamiento y optimización del uso de direcciones, sin embargo, por el momento la institución pública en ninguna subred supera los 254 host.
- Se recomienda aplicar enlaces redundantes con la finalidad de mejorar la integridad y disponibilidad de la red.



*Nota:* Elaboración propia

**Anexo 22:** Ejecución de actividades propuestas

