



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



**DISEÑO DE UNA RED DORSAL DIGITAL DE VOZ, DATOS Y VIDEO
PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO “ÁNGEL LARRALDE” (HUAL)**

JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G.
JESUS H. MARTINEZ G.

Bárbula, 5 de Diciembre del 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



**DISEÑO DE UNA RED DORSAL DIGITAL DE VOZ, DATOS Y VIDEO
PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO “ÁNGEL LARRALDE” (HUAL)**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE
CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G.
JESUS H. MARTINEZ G.

Tutor Ing. BILL TORRES

Tutor Industrial Ing. GLORIA GONZALEZ

Bárbula, 5 de Diciembre del 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



AVAL DEL TUTOR

Quien suscribe Bill Torres, titular de la cédula de identidad 13.548.024, en mi carácter de TUTOR del Trabajo Especial de Grado titulado:

Diseño de una red dorsal digital de voz, datos y video para el Hospital
Universitario "Ángel Larralde" (HUAL)

Y presentado por los bachilleres JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G., cédula de identidad 20.308.369, JESUS H. MARTINEZ G., cédula de identidad 18.868.737, para optar al Título de Ingeniero de Telecomunicaciones, hago constar que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se le designe

Firma

Prof. BILL TORRES

CI: 13.548.024

TUTOR

Bárbula, 5 de Diciembre del 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado “DISEÑO DE UNA RED DORSAL DIGITAL DE VOZ, DATOS Y VIDEO PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO “ÁNGEL LARRALDE” (HUAL)”, realizado por los bachilleres JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G., cédula de identidad 20.308.369, JESUS H. MARTINEZ G., cédula de identidad 18.868.737, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Firma

Prof. BILL TORRES

TUTOR

Firma

Prof. FABIÁN ROBLEDO

JURADO

Firma

Prof. ENRIQUE GONZÁLEZ

JURADO

Bárbula, 5 de Diciembre del 2014

Dedicatoria

A mi mama

*Aunque no esté conmigo,
Fue mi inspiración para lograr esta meta.*

JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G.

A mis padres, mi mayor fuente de inspiración y ejemplo a seguir.

A toda mi familia, amistades y seres queridos.

*A quienes se proponen alcanzar una meta, todo es posible con esfuerzo,
dedicación y perseverancia.*

JESUS H. MARTINEZ G.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a nuestro Señor Dios por la sabiduría y guía brindada en la consecución de esta meta.

A nuestra familia, por ser desde siempre nuestro máximo pilar de apoyo.

A nuestros amigos y seres más allegados, por los buenos momentos compartidos, por las enseñanzas, anécdotas y por su valiosa amistad.

A la Universidad de Carabobo, por contribuir en nuestro crecimiento personal y académico.

Al personal docente, administrativo y obrero de la Escuela de Telecomunicaciones, por su valiosa colaboración siempre que se necesito de su ayuda. Agradecimiento especial a la profesora Ing. Grecia Romero, por su apoyo incondicional y excelente trato brindado hacia nosotros.

A nuestro tutor industrial Ing. Gloria Gonzalez, a nuestro tutor académico Ing. Bill Torres, al personal de DIMETEL y CANTV, por brindarnos la oportunidad de poder desarrollar este Trabajo Especial de Grado y guiarnos en el camino para la obtención de esta meta.

Al personal del HUAL, por su apoyo y colaboración prestada para la ejecución de actividades para fines del desarrollo de este proyecto.

A todas y cada una de aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la consecución de este gran logro ...

Índice general

Índice de Figuras	XIII
Índice de Tablas	XVII
Acrónimos	XXI
Resumen	XXIII
I. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivo General	5
1.3. Objetivos Específicos	5
1.4. Alcance	6
II. Marco conceptual	9
2.1. Bases Teóricas	9
2.1.1. Red de Comunicaciones	9
2.1.2. Clasificación de las redes de comunicaciones	9
2.1.2.1. Redes según la tecnología de transmisión	9
2.1.2.2. Redes según su escala o tamaño	10
Redes de Área Local (LAN):	10
Redes de Área Metropolitana (MAN):	10
Redes de Área Extensa (WAN):	10
2.1.3. Red Inalámbrica de Área Local (WLAN)	11
2.1.4. Topología de Redes	11
2.1.4.1. Topología en Bus	11
2.1.4.2. Topología en Anillo	11
2.1.4.3. Topología en Estrella	11
2.1.5. Protocolo de comunicación	11
2.1.5.1. Funciones de un protocolo	12
2.1.5.2. Modelo de Capas	12
2.1.5.3. Modelo OSI	14
2.1.6. Ethernet	14

2.1.6.1.	Ethernet en la Capa 1	15
2.1.6.2.	Ethernet en la Capa 2	15
2.1.6.3.	Desarrollo de topologías y medios de transmisión Ethernet	16
2.1.6.4.	Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD)	17
2.1.6.5.	Especificaciones de la Capa Física de Ethernet	17
2.1.7.	Dispositivos de Red	17
2.1.7.1.	Gateway	17
2.1.7.2.	Router	18
2.1.7.3.	Switch (Conmutador)	18
2.1.7.4.	Modem	18
2.1.8.	Elementos de distribución	19
2.1.8.1.	Patch Panels	19
2.1.8.2.	Distribuidor de fibra óptica (ODF)	19
2.1.9.	Medios de Transmisión	19
2.1.9.1.	Medios Guiados (Cables)	19
2.1.9.2.	Características Esenciales de la Fibra Óptica	22
2.1.9.3.	Tipos de fibra	24
2.1.9.4.	Pérdidas en la Fibra Óptica	26
2.1.9.5.	Transmisores y Receptores Ópticos	27
2.1.10.	Medios No Guiados (Inalámbricos)	29
2.1.10.1.	Propagación de los enlaces de microondas	30
2.1.10.2.	Pérdidas en los Radioenlaces de Microondas	31
2.1.11.	Cableado Estructurado	34
2.1.11.1.	Estándares	35
2.1.11.2.	Consideraciones para el diseño del Cableado Estructurado	35
2.1.11.3.	Subsistemas del Cableado Estructurado	36
2.1.11.4.	Especificaciones del Cableado Estructurado	38
2.1.12.	Canalizaciones de Comunicaciones	39
2.1.13.	Sistema de Puesta a Tierra (SPAT)	39
2.1.13.1.	Definiciones y conceptos básicos de un SPAT	39
2.1.13.2.	Métodos para la medición de la resistencia del terreno Método de la caída de potencial:	40
2.1.13.3.	Normas y recomendaciones para el diseño de SPAT	42
2.1.14.	PSTN (Public Switched Telephone Network)	42
2.1.15.	Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	43
2.1.16.	Telemedicina	43
2.2.	Glosario	44
III.Procedimientos de la investigación		47

3.1. Diagnóstico y levantamiento de información	47
3.2. Recolección de información técnica de los órganos telemáticos de la REDIUC y CANTV	48
3.3. Diseño de la red	49
3.4. Desarrollo de propuestas	50
IV. Análisis, interpretación y presentación de los resultados	51
4.1. Resultados del diagnóstico y levantamiento de información	51
4.1.1. Descripción de la estructura física	51
4.1.2. Descripción general de las zonas	52
4.1.2.1. Zona 1	52
4.1.2.2. Zona 2	53
4.1.2.3. Zona 3	54
4.1.2.4. Zona 4	54
4.1.2.5. Zona 5	55
4.1.2.6. Zona 6	55
4.1.2.7. Zona 7	56
4.1.2.8. Zona 8	58
4.1.2.9. Zona 9	58
4.1.2.10. Zona 10	59
4.1.2.11. Zona 11	59
4.1.2.12. Zona 12	60
4.1.2.13. Zona 13	61
4.1.2.14. Zona 14	61
4.1.2.15. Zona 15	62
4.1.2.16. Zona 16	63
4.1.2.17. Zona 17	64
4.1.2.18. Zona 18	64
4.1.2.19. Zona 19	65
4.1.2.20. Zona 20	65
4.1.2.21. Zona 21	66
4.1.2.22. Zona 22	67
4.1.2.23. Zona 23	67
4.1.2.24. Zona 24	68
4.1.2.25. Zona 25	69
4.1.2.26. Zona 26	70
4.1.2.27. Zona 27	70
4.1.2.28. Zona 28	70
4.1.3. Modificaciones previstas de la infraestructura del HUAL	71
4.1.4. Características de la red de comunicaciones existente	72
4.1.5. Topología física	72
4.1.6. Topología Lógica	72

4.1.7.	Protocolo de capa física y de enlace de datos	72
4.1.8.	Órganos de la red	73
4.1.9.	Características de la conexión a Internet	75
4.1.10.	Tipo de cableado y canalizaciones	76
4.1.11.	Planes de desarrollo en infraestructura telemática	76
4.1.12.	Sistema de Circuito Cerrado de Televisión	76
4.1.13.	Equipos terminales	78
4.1.14.	Características del Cuarto de Telemática	79
4.1.15.	Planta de respaldo eléctrico	80
4.1.16.	Encuesta estructurada	80
4.2.	Ubicación del nodo principal y de los subnodos	83
4.2.1.	Ubicación del Nodo Principal	83
4.2.2.	Ubicación de los Subnodos	83
4.2.2.1.	Subnodos en planta baja y áreas adyacentes al edificio principal	85
4.2.2.2.	Subnodos en Primer Piso	87
4.2.2.3.	Subnodos en Segundo Piso	87
4.2.2.4.	Subnodos en Tercer Piso	88
4.3.	Topología del Backbone	89
4.3.1.	Topología Lógica	89
4.3.2.	Topología física	90
4.4.	Topología de las redes locales (subsistema horizontal)	95
4.4.1.	Topología Física y Lógica	95
4.5.	Arquitectura del backbone	96
4.5.1.	Canalizaciones	96
4.5.1.1.	Ruta de las canalizaciones	97
4.5.1.2.	Descripción de la Tubería	102
4.5.1.3.	Descripción de las cajas de paso	105
4.5.1.4.	Soportes y sustentación de la tubería	106
4.5.2.	Cableado	109
4.5.2.1.	Conectores y conectorización	112
4.5.2.2.	Esquema de ingreso y salida de cables a cada subnodo	112
4.5.2.3.	Cálculo de las pérdidas del enlace de la fibra óptica	113
4.5.3.	Protocolo de capa física y de enlace (Capa 1 y 2 OSI)	116
4.5.4.	Costo total de materiales para las canalizaciones y cableado del backbone	116
4.5.5.	Sistema de Backup mediante enlace terrenal de microondas	118
4.5.5.1.	Ubicación de los puntos de Tx y Rx del enlace	119
4.5.5.2.	Capacidad del enlace	120
4.5.5.3.	Selección del equipo	120
4.5.5.4.	Cálculo teórico de los parámetros del enlace	121

4.5.5.5.	Cálculo de los parámetros del enlace utilizando el software Radio Mobile	124
4.5.5.6.	Ficha Técnica del enlace	127
4.5.5.7.	Lista de materiales a utilizar en el enlace	128
4.5.6.	Diseño del Nodo Principal	128
4.5.6.1.	Especificaciones generales	128
4.5.6.2.	Equipos	131
	Especificaciones de los equipos	131
4.5.6.3.	Elementos de distribución	134
	ODF	134
	Patch Panel	135
	Regleta telefónica	135
4.5.6.4.	Ubicación de los equipos y elementos de red	135
4.5.6.5.	Sistema de aterramiento	136
	Propuesta de diseño del SPAT	137
4.5.6.6.	Aire acondicionado	140
4.5.6.7.	Luminarias	140
4.5.6.8.	Ductos del recinto	141
4.5.6.9.	Interconexión física y lógica a la Nube de CANTV y REDIUC	142
4.5.6.10.	Esquema de interconexión de equipos en el Nodo Principal	145
4.5.6.11.	Identificación del cableado y órganos de la red	147
4.5.6.12.	Lista de materiales para el nodo principal	149
4.6.	Arquitectura del Subsistema Horizontal y Áreas de Trabajo (Redes Locales)	150
4.6.1.	Cableado	150
4.6.2.	Protocolo de capa física y de enlace de datos (Capa 1 y 2 OSI)	150
4.6.3.	Canalizaciones	151
4.6.3.1.	Ruta de las canalizaciones	152
4.6.3.2.	Características de las canalizaciones con tubería EMT	152
4.6.3.3.	Características de las canalizaciones en las áreas de trabajo	153
4.6.3.4.	Cajas de Paso Cableado Horizontal	154
4.6.3.5.	Cajas de guarda	155
4.6.3.6.	Densidad de tomas de telecomunicaciones	156
4.6.3.7.	Lista de materiales correspondiente a las canalizaciones	167
4.6.4.	Diseño del sistema de acceso inalámbrico a la red (WLAN)	184
4.6.5.	Diseño del sistema complementario de CCTV	186
4.6.6.	Diseño de los subnodos	190
4.6.6.1.	Órganos de red	190

4.6.6.2.	Elementos de distribución	191
4.6.6.3.	Sistema de respaldo de energía eléctrica	191
4.6.6.4.	Gabinete	192
4.6.6.5.	Sistema de Aterramiento	194
4.6.6.6.	Resumen de las especificaciones en los Subnodos	195
	Subnodo A.1	195
	Subnodo A.2	195
	Subnodo A.3	195
	Subnodo A.5	196
	Subnodo A.6	196
	Subnodo A.7	196
	Subnodo B.1	196
	Subnodo B.2	196
	Subnodo B.3	196
	Subnodo B.4	197
	Subnodo C.1	197
	Subnodo C.2	197
	Subnodo C.3	197
	Subnodo D.1	198
	Subnodo D.2	198
	Subnodo D.3	198
4.6.6.7.	Esquema de interconexión	199
4.6.6.8.	Identificación del cableado y órganos de la red	200
4.7.	Propuestas de servicios telemáticos y de valor agregado	201
4.8.	Etapas para la implementación del proyecto y costo total	202
V.	Conclusiones y recomendaciones	209
5.1.	Conclusiones y Recomendaciones	209

Referencias Bibliográficas

213

Apéndice

A. Miscelaneos

B. Vista general de la estructura física del hospital

C. Canalizaciones del Backbone

D. Detalles de las canalizaciones y elementos de las redes locales

Índice de figuras

2.1. Red con 4 capas de comunicación	13
2.2. Capas del Modelo OSI	14
2.3. Operación de Ethernet en las 2 capas inferiores del modelo OSI	15
2.4. Sección Transversal de la fibra forma escalon y gradual	23
2.5. Fibra óptica de índice escalonada	25
2.6. Fibra óptica de índice Gradual	25
2.7. Fibra Monomodo	26
2.8. Conectores de Fibra	28
2.9. Tipo de Contacto de la fibra	28
2.10. Zonas de Fresnel	33
2.11. Modulación 2PSK	34
2.12. Costelacion de la Modulación QAM	34
2.13. Subsistemas del Sistema de Cableado Estructurado	38
2.14. Método de la caída de potencial	41
4.1. Ubicación de las Zonas (1-6 y 25-28) en Planta Baja	57
4.2. Ubicación de las Zonas (7 - 13) en Primer Piso	62
4.3. Ubicación de las Zonas (14-19) en Segundo Piso	66
4.4. Ubicación de las Zonas (20-24) en en Tercer Piso	69
4.5. Ubicación del nodo principal	73
4.6. Ubicación de los subnodos	73
4.7. Ubicación de las cámaras de seguridad en planta baja y las áreas adyacentes	77
4.8. Ubicación de las cámaras de seguridad en el primer piso	77
4.9. Ubicación de las cámaras de seguridad en el segundo piso	78
4.10. Ubicación de las cámaras de seguridad en el tercer piso	78
4.11. Resultados de la Encuesta	81
4.12. Ubicación del Nodo Principal	84
4.13. Ubicación de los subnodos en planta baja y edificaciones adyacentes	86
4.14. Ubicación de los subnodos en el primer piso	87
4.15. Ubicación de los subnodos en el segundo piso	88
4.16. Ubicación de los subnodos en el tercer piso	89
4.17. Topología lógica del backbone	90

4.18. Trayectos iniciales en la topología física en planta baja	91
4.19. Trayectos finales para cerrar el anillo en la topología física en planta baja	92
4.20. Anillo principal y anillos secundarios en la topología física de planta baja	92
4.21. Punto de subida del trayecto vertical del backbone	93
4.22. Trayecto del backbone en el primer piso	94
4.23. Trayecto del backbone en el segundo piso	94
4.24. Trayecto del backbone en el tercer piso	95
4.25. Ejemplo de topología física y lógica en las redes locales (subsistema horizontal)	96
4.26. Tipo de tubería a utilizar para el backbone	105
4.27. Dimensiones de la caja de paso para canalizaciones verticales	106
4.28. Abrazadera para sujeción de tuberías a las paredes	107
4.29. Tramo desde A.6 hasta A.7 (Zoom)	107
4.30. Soporte de tubería aérea	108
4.31. Cable de fibra óptica tipo "Tight Buffer"	110
4.32. Cable multipar telefónico	112
4.33. Hual- Nodo Psiquiatrico	119
4.34. PowerBeam ac de Ubiquiti Networks	121
4.35. Perfil topográfico del terreno. Cálculo de d , h_1 y h_2 . utilizando el Software Radio Mobile	123
4.36. Configuraciones de la Red en Radio Mobile	125
4.37. Configuraciones de la Red en Radio Mobile	126
4.38. Simulación del enlace con Radio Mobile	126
4.39. Nodo principal a proponer	130
4.40. Ubicación de los equipos en los Racks	136
4.41. Ubicación de la tanquilla de aterramiento	138
4.42. Conexión del bajante a la barra de puesta a tierra	138
4.43. Conexión de la MGB a la barra de puesta a tierra	139
4.44. Detalles del SPAT en el interior del nodo principal	140
4.45. Interconexión a la nube de CANTV mediante el enlace de Fibra Óptica	143
4.46. Interconexión a la nube de CANTV mediante el enlace terrenal de microondas	144
4.47. Interconexión a la nube de REDIUC mediante el enlace terrenal de microondas	145
4.48. Cajetines	154
4.49. Caja de paso EMT subsistema horizontal	155
4.50. Especificaciones de la caja de guarda	156
4.51. Ubicación del punto de acceso inalámbrico, en el primer piso	186
4.52. Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia planta baja	188
4.53. Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia primer piso	188

4.54. Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia segundo piso	189
4.55. Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia tercer piso . .	189
4.56. Minutos Vs Carga (UPS)	192
4.57. Ejemplo de gabinete aéreo a implementar	193
4.58. Ubicación de los equipos en el gabinete	194

Indice de tablas

2.1. Implementaciones de la Capa Física	18
4.1. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 1.	53
4.2. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 2.	53
4.3. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 3.	54
4.4. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 4.	55
4.5. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 5.	56
4.6. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 6.	56
4.7. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 7.	57
4.8. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 8.	58
4.9. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 9.	59
4.10. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 10.	59
4.11. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 10.	59
4.12. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 11.	60
4.13. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 12.	60
4.14. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 13.	61
4.15. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 14.	62
4.16. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 15.	63
4.17. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 16.	63
4.18. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 17.	64
4.19. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 18.	64
4.20. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 19.	65
4.21. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 20.	66
4.22. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 21.	67
4.23. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 22.	67
4.24. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 23.	68
4.25. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 24.	68
4.26. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 25.	69
4.27. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 26.	70
4.28. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 27.	71
4.29. Cantidad potencial de usuarios en la Zona 28.	71
4.30. Órganos y elementos de red en el Nodo Principal	74

4.31. Órganos y elementos de red en el Sub-nodo de Verificación de Pagos y Suplencias (Recursos Humanos)	74
4.32. Órganos y elementos de red en el Sub-nodo de Admisión (Historias Médicas)	75
4.33. Características de la PBX	75
4.34. Ubicación de los subnodos en Planta Baja y áreas adyacentes al edificio.	86
4.35. Ubicación de los subnodos en el Primer Piso	87
4.36. Ubicación de los subnodos en el Segundo Piso	88
4.37. Ubicación de los subnodos en el Tercer Piso	88
4.38. Longitud de los tramos de la canalización, backbone en planta baja y edificaciones adyacentes	100
4.39. Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el primer piso	101
4.40. Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el segundo piso	102
4.41. Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el tercer piso	102
4.42. Cantidad de subductos por tramos en planta baja e instalaciones adyacentes	103
4.43. Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el nodo principal al primer piso	104
4.44. Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el primer piso al segundo piso	104
4.45. Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el segundo piso al tercer piso	104
4.46. Dimensiones de la caja de paso W" x H" x D"	106
4.47. Longitud de los tramos del backbone en planta baja y edificaciones adyacentes	111
4.48. Longitud de los tramos del backbone en el primer piso	111
4.49. Longitud de los tramos del backbone en el segundo piso	111
4.50. Longitud de los tramos del backbone en el tercer piso	112
4.51. Pérdidas de cada tramo, Planta Baja	115
4.52. Pérdidas de cada tramo, de los Pisos 1,2,3	116
4.53. Costo total del cableado para el backbone	117
4.54. Costo total de canalizaciones para el Backbone	118
4.55. Coordenadas de los puntos de Tx y Rx del enlace	119
4.56. Datos de la ubicación de las estaciones	127
4.57. Datos de las estructuras existentes en las estaciones	127
4.58. Datos de los equipos a instalar	127
4.59. Lista de materiales para la implementación del sistema Backup	128
4.60. Valores para EE	147
4.61. Materiales por el Nodo Principal	149
4.62. Relacion diametro de la tuberia vs Números de cables	153
4.63. Dimensiones de la cajas de paso	155

4.64. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 1 y 2)	157
4.65. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 3)	158
4.66. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 4)	158
4.67. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 5 y 6)	159
4.68. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 25)	159
4.69. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 26)	160
4.70. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 27)	160
4.71. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 28)	161
4.72. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 7 y 8)	161
4.73. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 9, 10 y 11)	162
4.74. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 12)	163
4.75. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 13)	163
4.76. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 14 y 15)	164
4.77. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 16 y 17)	164
4.78. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 18 y 19)	165
4.79. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 20 y 21)	166
4.80. Densidad de puertos de voz y datos (Zona 22)	166
4.81. Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 23 y 24)	167
4.82. Lista total de materiales en las Zonas 1 y 2	168
4.83. Lista total de materiales en la Zona 3	169
4.84. Lista total de materiales en las Zonas 5 y 6	170
4.85. Lista total de materiales en la Zona 26	171
4.86. Lista total de materiales en la Zona 27	172
4.87. Lista total de materiales en la Zona 28	173
4.88. Lista total de materiales en las Zonas 7 y 8	174
4.89. Lista total de materiales en las Zonas 9, 10 y 11	175
4.90. Lista total de materiales en la Zona 12	176
4.91. Lista total de materiales en la Zona 13	177
4.92. Lista total de materiales en las Zonas 14 y 15	178
4.93. Lista total de materiales en las Zonas 16 y 17	179
4.94. Lista total de materiales en las Zonas 18 y 19	180
4.95. Lista total de materiales en las Zonas 20 y 21	181
4.96. Lista total de materiales en la Zona 22	182
4.97. Lista total de materiales en las Zonas 23 y 24	183
4.98. Costo total de los materiales	184
4.99. Costo del sistema complementario CCTV	190
4.100Costo de Materiales para los Subnodos	199
4.101Costo total de materiales por etapas	203
4.102Costo estimado de mano de obra de la 1era Etapa	204
4.103Costo estimado de mano de obra de la 2da Etapa	205
4.104Costo estimado de mano de obra de la 3ra Etapa	206
4.105Costo estimado de mano de obra de la 4ta Etapa	207

4.106Costo de mano de obra estimada por etapas	207
--	-----

Acrónimos

ANSI	American National Standards Institute
AWG	American Wire Gauge
CANTV	Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela
CEN	Código Eléctrico Nacional
CONATEL	Comisión Nacional de Telecomunicaciones
DIMETEL	Dirección de Medios Electrónicos y Telemática de la UC
EIA	Electronic Industries Association
GBIC	Gigabit Interface Converter
HUAL	Hospital Universitario Ángel Larralde
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
PBX	Private Branch Exchange (Central telefónica)
REDIUC	Red Dorsal Digital Integrada de la Universidad de Carabobo
SNMP	Simple Network Management Protocol
TIA	Telecommunications Industry Association
UC	Universidad de Carabobo
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Unión Internacional de R - Sector de Radiocomunicaciones
UIT-T	Unión Internacional de T - Sector de Telecomunicaciones

DISEÑO DE UNA RED DORSAL DIGITAL DE VOZ, DATOS Y VIDEO PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO “ÁNGEL LARRALDE” (HUAL)

por

JHONNATHAN F. HENRÍQUEZ G. y JESUS H. MARTINEZ G.

Presentado en el Departamento de Señales y Sistemas
de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones
el 5 de Diciembre del 2014 para optar al Título de
Ingeniero de Telecomunicaciones

RESUMEN

El Hospital Universitario “Angel Larralde” ubicado en el Municipio Naguanagua, se encuentra actualmente en una situación precaria en materia de servicios de comunicaciones. Posee una plataforma de telecomunicaciones deficiente que no permite que esta institución pueda gozar de los beneficios que brindan las tecnologías de la información y comunicación. El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal diseñar una infraestructura integral de telecomunicaciones que pueda atender las necesidades telemáticas de dicho hospital, lo cual posibilitará la aplicación de herramientas tecnológicas en materia de telemedicina y servicios conexos, que mejorarán la calidad en el servicio prestado y en la operatividad de esta

institución. El trabajo se desarrollará siguiendo una metodología de tipo Proyecto Factible orientado hacia un diseño de investigación de campo y contará bajo la supervisión del personal de DIMETEL y de CANTV.

Palabras Claves: Red, Telecomunicaciones, Telemática, Telemedicina

Tutor: BILL TORRES

Profesor del Departamento de Señales y Sistemas

Escuela de Telecomunicaciones. Facultad de Ingeniería

Capítulo I

Introducción

1.1. Motivación

En las últimas décadas el avance en las telecomunicaciones ha impulsado el desarrollo de un amplio abanico de herramientas básicas que han propiciado la evolución y mejoramiento de numerosas ciencias dotándolas de nuevos soportes y tecnologías. Un sector particular en donde crece cada vez más la demanda en el uso de las telecomunicaciones es el de la medicina. Lo anterior se debe a que el intercambio de información en cualquier centro médico es una actividad de gran relevancia para el funcionamiento de la institución. El personal médico y especialista requiere compartir información, bien sea entre ellos mismos para conocer otras opiniones que refuercen sus puntos de vista ó con los pacientes para brindarles orientación médica. En situaciones en donde se debe manejar información crítica o de emergencia en forma confiable y en el menor tiempo posible sin la necesidad de que el personal deba trasladarse de un lugar a otro, se hace necesaria la existencia de un sistema que pueda agilizar el proceso de comunicación. [1]

De la misma manera, la carencia de centros médicos en zonas remotas reduce el acceso al servicio de salud, lo cual implica que los pacientes tengan que trasladarse grandes distancias para poder asistir a una consulta médica, produciendo mayor inversión económica y de tiempo y una mayor dificultad en el seguimiento por

parte del personal médico hacia pacientes que requieran observación y evaluación constante. A esto se le suma la falta de oportunidades en educación y actualización en materia de salud para el personal médico-especialista que tiene poco acceso a la información por trabajar en establecimientos dentro de estas zonas remotas. [1] [2]

En Venezuela, la telemedicina ha sido desarrollada por la Red de Centros Venezolanos de Bioingeniería y Telemedicina, que desde 1984, están formados por dependencias pertenecientes a la Universidad Simón Bolívar (USB), Universidad de Los Andes (ULA) y la Universidad de Carabobo (UC), lo cual ha propiciado la aplicación de esta tecnología de manera parcial en algunos centros médicos ubicados en zonas rurales y remotas. Sin embargo, en el país sigue existiendo desigualdad en la disponibilidad y calidad de la asistencia médica, para las poblaciones rurales y las urbanas marginales. Asimismo, a nivel de instituciones públicas existe una gran carencia de esta tecnología, lo cual es muy crítico debido a que atienden a la mayor parte de la población del país. [2] [3] [4]

Como caso particular el Hospital Universitario “Ángel Larralde” (HUAL) ubicado en el municipio Naguanagua, es uno de los hospitales más importantes del Estado Carabobo debido a que presta sus servicios a una importante parte de la población de la mencionada entidad. Actualmente, esta institución posee una infraestructura de comunicaciones precaria que interconecta sólo a tres departamentos, posee un acceso limitado a internet y es utilizada únicamente para escasas tareas administrativas. El resto de las áreas, departamentos y consultorios médicos carece de algún tipo de medio de comunicación. Esto trae como consecuencia importantes deficiencias en el servicio que pueda prestar este hospital, resaltando la dificultad de compartir cualquier tipo de información de forma inmediata para atender casos con carácter de urgencia, mayores gastos económicos por el uso casi exclusivo de material físico (historias y referencias médicas, resultados de exámenes, tratamientos, etc.), limitaciones para el desarrollo del campo de la investigación y formación académica en materia de salud, y la incapacidad de poder desarrollar otros servicios de Telemedicina como videoconferencias y video vigilancia, tratamiento y consultas de pacientes a distancia, entre otros.

A partir de todo lo dicho hasta ahora se realiza el siguiente cuestionamiento, ¿Cómo se puede diseñar una red de comunicaciones de alta velocidad que permita la aplicación de servicios telemáticos que mejoren el sistema médico y de salud del HUAL?

Los siguientes trabajos tienen relación con el tema a desarrollar, enfatizando distintos puntos de vista, para aportar sobre la problemática planteada:

- Gutiérrez (2013), en su trabajo titulado “Diseño de Red por Fibra Óptica para la Interconexión del Nodo de la Universidad de Carabobo con los Hospitales Carabobo, Oncológico, Psiquiátrico y Anti-tuberculoso del Municipio Nagua-gua - Estado Carabobo”, presentado a la Universidad Nacional Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, para optar por el título de Ingeniero en Telecomunicaciones, desarrolla el diseño de la interconexión de una red existente y conformada por los hospitales Dr. Miguel Pérez Carreño (Oncológico), Dr. José Ortega Duran (Psiquiátrico) y Dr. Rafael González Plaza (Anti-tuberculoso) con el Nodo de la Universidad de Carabobo y con el Hospital Carabobo por medio de dos eslabones de fibra óptica de tipo monomodo. Tiene como finalidad principal conectar tanto al Hospital Carabobo como a los otros tres hospitales a la nube a través del nodo de la UC ubicado en la Facultad de Medicina, para aumentar el acceso a la información, mejorar el servicio de telecomunicaciones e impulsar el desarrollo de la telemedicina en estos recintos. Este trabajo tiene bastante relación con el tema a desarrollar debido a que ambos contribuyen al desarrollo del Proyecto de Telemedicina iniciado en 1997 por la Universidad de Carabobo y que no fue concluido por problemas de presupuesto. Como aportes están las bases teóricas de fibra óptica (parámetros, elementos, recomendaciones, entre otros) y de órganos de red; servirá de guía en la metodología a utilizar, y por último contiene información de las especificaciones del eslabón de fibra óptica que llegará al Hospital Carabobo, las cuales serán de mucha importancia en el diseño del nodo principal en este lugar.
- Sarmiento y Flores (2013), en su trabajo titulado “Diseño De Red Por Fibra Óptica Para Optimización De Servicios: Voz, Datos Y Video, En La Ciudad

Hospitalaria Dr. Enrique Tejera”, presentado en la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana (UNEFA), para obtener el título de Ingeniero de Telecomunicaciones, desarrollan el diseño de una red dorsal digital con características similares a las del presente trabajo de grado. En el aspecto en el que más aporta es el diseño de una red dorsal en un recinto médico, el cual carece o no cuenta con una red de telecomunicaciones para las soluciones más críticas y carentes de las mismas.

- Castañeda (2011), en su trabajo titulado “Evolución del Sistema Quirófano Remoto (SQR) para la Enseñanza de la Práctica Quirúrgica en la Universidad de Carabobo”, presentado a la Universidad de Carabobo, para ascender a la categoría de profesor agregado, realiza un resumen del proceso de implementación, operación y estado actual de una plataforma virtual multimedia denominada Sistema Quirófano Remoto (SQR), la cual tiene como finalidad optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la práctica quirúrgica y de segunda opinión en tiempo real o diferido en forma remota a través de un entorno Web. Este trabajo aporta un ejemplo de uno de los distintos servicios que se puede obtener con la aplicación de la telemedicina. Además, sirve como referencia para el desarrollo de propuestas de servicios telemáticos en el presente proyecto que puedan en un futuro ser implementados en el HUAL.

La razón principal para la realización de este proyecto surge en el diseño de una red o sistema de comunicación que sea capaz de cubrir todas las necesidades en el intercambio, manejo y procesamiento de todo tipo información en el hospital que servirá como puente para que en un futuro se pueda llevar a cabo la implementación del mismo, lo cual permitirá que se puedan aplicar nuevas tecnologías como es el caso de la Telemedicina, con la finalidad de mejorar significativamente la calidad en el servicio prestado.

La Telemedicina es una herramienta de mucha utilidad y versatilidad que posibilitará que el hospital pueda extender sus fronteras hacia poblaciones remotas, de manera de incrementar la inclusión social en el área de la salud. Facilitará la comunicación entre el médico (especialista) y el paciente, el seguimiento y tratamiento de

este último, teniendo como beneficios una atención en forma más rápida, eficiente y con menor costo.

La existencia de una red de comunicaciones de alta capacidad impulsará el área de la investigación y formación académica, poniendo al alcance un mayor acceso a la información científica, beneficiando el desarrollo profesional de una cantidad importante de estudiantes de medicina que esta institución alberga. Adicionalmente, ésta red de comunicaciones posibilitará la práctica de aplicaciones telemáticas de mayor capacidad, como por ejemplo, la instalación de un sistema de video vigilancia para el mejor resguardo de las personas que se localizan en el entorno del hospital, así como también la realización de videoconferencias con instituciones remotas bien sea para fines en materia de salud o académicos.

Por último, este proyecto servirá de complemento para el Proyecto de Telemedicina de la Universidad de Carabobo, cuya meta contempla establecer una red de fibra óptica que interconecte los hospitales más importantes del Estado Carabobo a la Red Integral Digital de la Universidad de Carabobo (REDIUC), que actualmente es gestionada por la Dirección de Medios Electrónicos y Telemática (DIMETEL), lo cual permitirá la integración en materia de comunicación de estos centros médicos con la Facultad de Medicina y otras dependencias de esta casa de estudios.

1.2. Objetivo General

Diseñar una red digital integrada de alta velocidad que atienda las necesidades telemáticas de voz, datos y video del HUAL.

1.3. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la infraestructura de telecomunicaciones y de las facilidades telemáticas con las que cuenta actualmente el HUAL.

- Examinar las características técnicas de los órganos telemáticos de CANTV y DIMETEL para garantizar la compatibilidad con el sistema de comunicaciones a diseñar.
- Elaborar la interconexión física y lógica a la red de CANTV y a la red de REDIUC.
- Desarrollar la red digital integral de comunicaciones en el HUAL.
- Desarrollar las propuestas de servicios telemáticos y de valor agregado que podrían ser ofrecidos mediante la infraestructura diseñada.

1.4. Alcance

El siguiente proyecto abarca únicamente el diseño, quedando excluida la etapa de implementación. Entre los elementos y procesos a diseñar se incluyen:

- Nodo principal y sub-nodos, adecuadamente acondicionados y estratégicamente situados.
- Canalización de comunicaciones (subterránea, bancada, ductería, tanquilla, tanques, accesorios, elementos de seguridad, etc).
- Cableado de fibra óptica y cableado de cobre. Incluye cables, elementos de distribución y patching, cordones, empalmes, puesta a tierra, etc.
- Arquitectura de red, topología física y lógica.
- Selección de los órganos de red (switches, routers, servidores, transceivers, etc.).
- Proyecto de telefonía interna (conectividad a la PSTN de CANTV, telefonía pública y al sistema TELEUC).
- Solución inalámbrica de tipo WLAN.

- Backup de conectividad inalámbrica de alta capacidad a la nube de CANTV, mediante enlace terrenal de microondas.
- Solución de seguridad electrónica de videovigilancia en el HUAL.
- Proyecto de identificación de cableado y de órganos del sistema.

Es importante señalar que el diseño de los elementos y procesos antes mencionados dependerá del estado y de las necesidades telemáticas con las que cuenta actualmente el HUAL, por lo que pueden estar sujetos a modificaciones o ser excluidos de no ser necesario su diseño. Por otra parte, cabe resaltar que el entorno para la realización de este proyecto incluye únicamente las instalaciones del hospital, quedando el diseño de los sistemas de comunicaciones exteriores fuera del alcance del mismo.

Capítulo II

Marco conceptual

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Red de Comunicaciones

Es una infraestructura encargada de transportar las señales que contienen información de voz, video y datos, sin importar el canal o medio de transmisión, ya que lleva la señal por los medios necesarios a su destino. Dependiendo de su uso y aplicación, varía el procesamiento de la información junto con los bloques físicos del sistema. [5]

2.1.2. Clasificación de las redes de comunicaciones

Entre las clasificaciones que más destacan se tienen las redes según su tecnología de transmisión y su tamaño.

2.1.2.1. Redes según la tecnología de transmisión

En esta clasificación se toma en consideración generalmente dos tipos de tecnologías de transmisión: Si las redes tienen un solo canal de transmisión compartido

por todos las máquinas se les denomina “redes de difusión”, en cambio, si tienen muchas conexiones entre pares individuales de máquinas se les denomina redes “punto a punto”. En las redes de difusión un mensaje enviado por un host llega a los demás hosts de la red, este mismo mensaje tiene una dirección que especifica a cual host va dirigido; en cambio, en las redes punto a punto el mensaje puede ir directamente a un host, o bien, puede pasar por varios host antes de llegar al host de destino mediante el método de enrutamiento. De acuerdo a la naturaleza de transmisión las redes pueden presentar topologías distintas que se definirán más adelante en esta sección.

2.1.2.2. Redes según su escala o tamaño

Otra forma de clasificar las redes es según su tamaño o área de cobertura, presentadas a continuación [6]:

Redes de Área Local (LAN): Son aquellas de alcance limitado y generalmente privadas que cubren un área geográfica reducida como por ejemplo una misma oficina, un edificio o campus universitario.

Redes de Área Metropolitana (MAN): Son de escala media y se basan en una tecnología similar a la LAN. En esta se puede abarcar grupos de oficinas cercanas hasta una ciudad.

Redes de Área Extensa (WAN): Son aquellas que se extienden en una amplia zona geográfica, pudiendo abarcar varias ciudades, un país o un continente. El nivel de complejidad aumenta en este tipo de redes por el hecho de emplear métodos de enrutamiento avanzados para dirigir el tráfico de paquetes hacia redes de menor tamaño como MAN o LAN.

2.1.3. Red Inalámbrica de Area Local (WLAN)

Es una alternativa a la solución de redes LAN. La diferencia deriva en el tipo de medio de transmisión utilizado para la interconexión de los dispositivos terminales, siendo los medios no guiados los utilizados para este tipo de red.

2.1.4. Topología de Redes

2.1.4.1. Topología en Bus

Todas las estaciones y nodos comparten un mismo canal de transmisión mediante un cable ya sea UTP, coaxial o fibra. Las estaciones usan este canal para comunicarse con el resto.

2.1.4.2. Topología en Anillo

Las estaciones se conectan formando un anillo, también puede ser un doble anillo para hacer redundancia o protección. Ningún nodo controla totalmente el acceso a la red.

2.1.4.3. Topología en Estrella

Todas las estaciones están conectadas por separado a un nodo o dispositivo central, no estando conectadas directamente entre sí.

2.1.5. Protocolo de comunicación

Un protocolo es un conjunto de normas o reglas que conducen a la ejecución de una actividad. En el caso particular de la informática y telecomunicaciones, permiten el establecimiento de la comunicación entre dos o más entidades. [7] [5] Los elementos que definen un protocolo son [7]:

- Sintaxis: formato, codificación y niveles de señal de datos.
- Semántica: información de control y gestión de errores.
- Temporización: coordinación entre la velocidad y orden secuencial de las señales (sincronización).

Las características más importantes de un protocolo de comunicación son:

- Un protocolo es directo cuando existe un enlace punto a punto entre dos entidades de red; es indirecto cuando existe elementos intermedios entre dos entidades de red.
- Un protocolo es monolítico cuando el emisor tiene el control total en una sola etapa en todo el proceso de transferencia.
- Un protocolo es simétrico, cuando dos entidades que se comunican poseen las mismas características en cuanto a funciones de red; es asimétrico cuando poseen distintas características.
- Un protocolo no normalizado es aquel creado para una función en concreto; un protocolo normalizado es aquel capaz de funcionar con aquellas entidades de red diseñadas bajo una misma norma.

2.1.5.1. Funciones de un protocolo

Un protocolo de comunicación tiene la tarea de cumplir con las siguientes funciones: segmentación y ensamblado de datos, control de conexión, ordenamiento de datos, control de flujo, control de errores, direccionamiento, negociación, prioridad y seguridad. [7]

2.1.5.2. Modelo de Capas

En un comienzo, las redes de computadores fueron creadas pensando principalmente en el hardware que las componía, pero hoy en día ese modelo no es válido

y el software construido está altamente estructurado. Para reducir la complejidad en el diseño y estudio de las redes, la mayoría de estas se encuentran organizadas en capas dispuestas una encima de otra. Cada capa se constituye en unidades de datos que se presentan con el fin de organizar las transferencias de datos en la red; la finalidad de cada capa es prestar servicios a la capa superior, de este modo, la capa superior recibe servicios siendo transparente el engorroso proceso que realiza la capa inferior para prestarle estos servicios. Dependiendo el tipo de red se tendrán distintas capas. La comunicación entre capas afines se realiza mediante acuerdos de comunicación llamados protocolos, los cuales son particulares para cada capa.[5] [6]

La Figura 2.1 muestra un ejemplo de una red con 4 capas de comunicación:

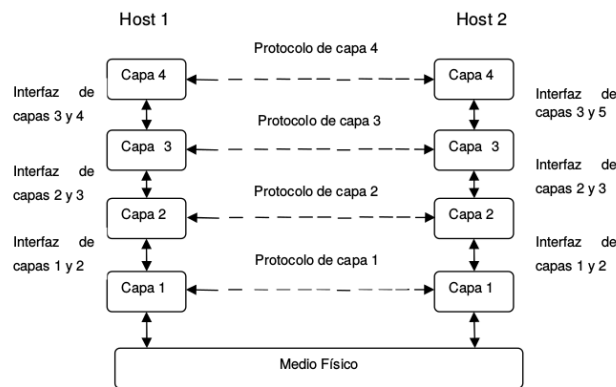


Figura 2.1: Red con 4 capas de comunicación

Fuente: [5]

La comunicación no es realizada directamente entre las capas sino que la información va bajando de capa en capa para luego pasar por el medio físico y ser transmitida desde el host 1 al host 2 y viceversa. En la Figura 2.1 también se observa que las capas se comunican a través de interfaces. Los modelos de capas más importantes son el Modelo OSI y el Modelo TCP/IP.

2.1.5.3. Modelo OSI

El modelo OSI fue diseñado por la Organización Internacional de Estandarización, para proporcionar un marco sobre el cual crear una suite de protocolos de sistemas abiertos. La visión era que este conjunto de protocolos se utilizara para desarrollar una red internacional que no dependiera de sistemas propietarios. A pesar de esto, actualmente el modelo adoptado en la mayoría de las redes es el TCP/IP. Sin embargo, el modelo OSI sirve como referencia para el entendimiento del funcionamiento de los protocolos en una red. [5] [6].

El Modelo OSI se divide en 7 capas, las cuales se muestran en la Figura 2.2.

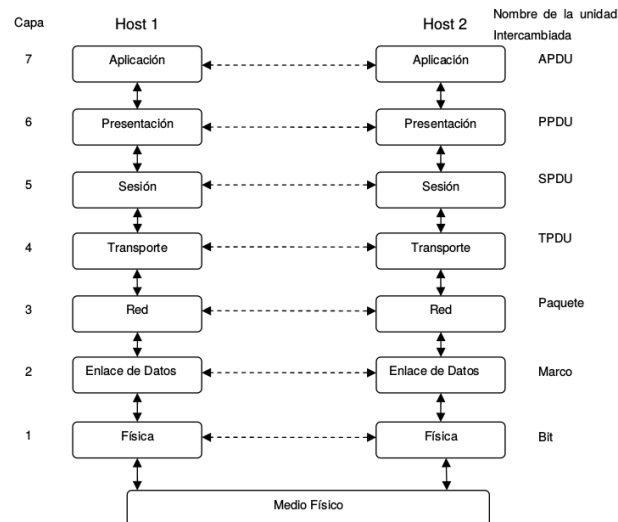


Figura 2.2: Capas del Modelo OSI

Fuente: [5]

2.1.6. Ethernet

Ethernet es una familia de tecnologías de red desarrollada para redes de área local (LAN) y redes de mayor tamaño que permite la conexión de una gran variedad de computadoras mediante la implementación de un sistema de red extremadamente flexible y de bajo costo. Fue comercializada por primera vez en 1980 y estandarizada por la IEEE en 1983 bajo el estándar IEEE 802.3. La mayoría de los dispositivos

de red de hoy en día soportan Ethernet, esto ligado a las grandes ventajas antes mencionadas. [8]

Ethernet opera a través de dos capas del modelo OSI. El modelo ofrece una referencia sobre con qué puede relacionarse Ethernet, pero en realidad se implementa sólo en la mitad inferior de la capa de Enlace de Datos, que se conoce como Subcapa de Control de Acceso al Medio (Media Access Control, MAC) y la Capa Física, como se muestra en la Figura 2.3. [6]

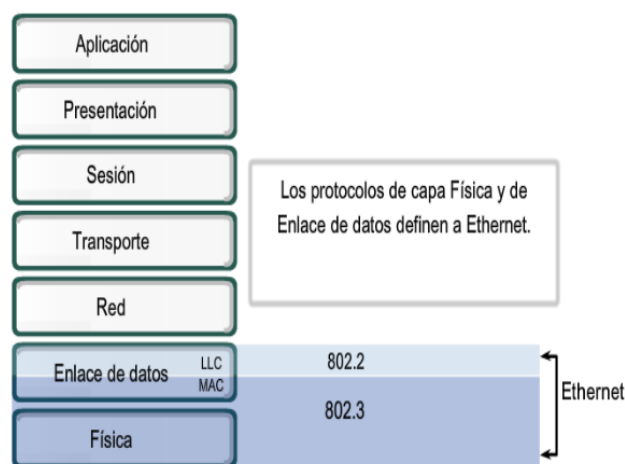


Figura 2.3: Operación de Ethernet en las 2 capas inferiores del modelo OSI

Fuente: [6]

2.1.6.1. Ethernet en la Capa 1

Ethernet en la Capa 1 implica señales, flujo (*streams*) de bits que se transportan en los medios, componentes físicos que transmiten las señales a los medios y distintas topologías. A pesar de que esta capa tiene un papel clave en la comunicación que se produce entre los dispositivos, tiene sus limitaciones.

2.1.6.2. Ethernet en la Capa 2

Ethernet en la Capa 2 se encarga de solventar las limitaciones de la Capa Física. Las subcapas de enlace de datos contribuyen significativamente a la compatibilidad

de la tecnología y la comunicación con los dispositivos de red. La subcapa MAC se ocupa de los componentes físicos que se utilizarán para comunicar la información y prepara los datos para transmitirlos a través de los medios.

Para Ethernet, el estándar IEEE 802.2 describe las funciones de la subcapa LLC y el estándar 802.3 describe las funciones de la subcapa MAC y de la capa física.

Subcapa LLC: El Control de Enlace Lógico se encarga de la comunicación entre las capas superiores y el software de red, y las capas inferiores, que generalmente es el hardware. La subcapa LLC toma los datos del protocolo de la red, que generalmente son un paquete, y agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino.

Subcapa MAC: El Control de acceso al medio (MAC) es la subcapa de Ethernet inferior de la capa de Enlace de Datos. El hardware que implementa el Control de Acceso al Medio, generalmente en la Tarjeta de Interfaz de Red (NIC). [6]

2.1.6.3. Desarrollo de topologías y medios de transmisión Ethernet

Ethernet ofrece un método para determinar cómo comparten los nodos el acceso al medio. El método de control de acceso a los medios para Ethernet clásica es el Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CS-MA/CD).

La introducción de los switches como dispositivos de interconexión de nodos solventó el problema de las colisiones. Los switches pueden controlar el flujo de datos mediante el aislamiento de cada uno de los puertos y el envío de una trama sólo al destino correspondiente en vez del envío de todas las tramas a todos los dispositivos.

Esto estableció que las topologías tanto lógicas como físicas implementadas en Ethernet fueran tipo estrella.

2.1.6.4. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD)

Ethernet utiliza el método CSMA/CD para administrar reanudación de las comunicaciones, se desarrolla por medio de procesos definidos como: detección de portadora, multiacceso, detección de colisiones, y por último, señal de congestión y postergación aleatoria. [8]

2.1.6.5. Especificaciones de la Capa Física de Ethernet

Existen varias especificaciones para la Capa Física de Ethernet encargadas de definir tanto el medio de transmisión como la velocidad de transmisión de los datos. Aunque en un principio Ethernet utilizaba cables coaxiales como medios, en la actualidad estos han sido reemplazados por los cables de par trenzado y fibra óptica, los cuales ofrecen un mejor desempeño. Ethernet opera bajo 4 velocidades de datos a mencionar:

- 10 Mbps conocido como Ethernet
- 100 Mbps conocido como FastEthernet.
- 1000 Mbps conocido como GigaEthernet.
- 10Gbps conocido como 10GigaEthernet.

En la Tabla 2.1 se muestra las implementaciones más relevantes de la Capa Física Ethernet según las especificaciones del estándar IEEE 802.3:

2.1.7. Dispositivos de Red

2.1.7.1. Gateway

Se trata de un computador u otro dispositivo que interconecta redes radicalmente distintas.

Tabla 2.1: Implementaciones de la Capa Física

Especificación Ethernet	Ancho de Banda	Tipo de Cable	Duplex	Distancia Máxima
10Base-5	10Mbps	Coaxial Thicknet	Half	500m
10Base-2	10Mbps	Coaxial Thinnet	Half	185m
10Base-T	10Mbps	UTP Cat3/5	Half	100m
100Base-T	100Mbps	UTP Cat5	Half / Full	100m
100Base-TX	100Mbps	UTP Cat5	Half / Full	100m
100Base-FX	100Mbps	Fibra Óptica Multimodo	Half / Full	412m/2Km
1000Base-T	1000Mbps	UTP Cat5e / Cat6	Full	100m
1000Base-T	1000Mbps	UTP Cat6	Full	100m
1000Base-SX	1000Mbps	Fibra Óptica Multimodo	Full	220 a 550m
1000Base-LX	1000Mbps	Fibra Óptica Monomodo	Full	Hasta 5Km
10GBase-T	10Gbps	UTP Cat6 / Cat7	Full	55m/100m
10GBase-SR	10Gbps	Fibra Óptica Multimodo	Full	400 m
10GBase-LR	10Gbps	Fibra Óptica Monomodo	Full	10 km
10GBase-ER	10Gbps	Fibra Óptica Monomodo	Full	40 km

2.1.7.2. Router

Es un dispositivo que se encarga de enrutar paquetes y que sirve para interconectar una o más redes LAN o una red LAN con una red WAN. Trabaja en la capa de red del Modelo OSI.

2.1.7.3. Switch (Conmutador)

Es un dispositivo que posee varias interfaces para interconectar dos o más computadores o dispositivos terminales de red. Esto lo hace por medio de la conmutación de tramas de una interfaz a otra.

2.1.7.4. Modem

Es un dispositivo que convierte señales digitales a analógicas y viceversa, mediante la modulación y demodulación de una frecuencia portadora. Se usan para transmitir las señales a través de líneas telefónicas.

2.1.8. Elementos de distribución

2.1.8.1. Patch Panels

Es un panel pasivo concentrador de conexiones de red que interconecta dispositivos activos como switches, hubs o routers. Este dispositivo recibe todos los cables del cableado estructurado, y sirve como un organizador de las conexiones de la red.

2.1.8.2. Distribuidor de fibra óptica (ODF)

Es un objeto pasivo que permite la centralización, interconexión y distribución organizada de los diferentes buffer pertenecientes al cable de fibra óptica.

2.1.9. Medios de Transmisión

2.1.9.1. Medios Guiados (Cables)

En los medios guiados o cableados la energía electromagnética viaja a través de un espacio físico confinado. Entre los medios guiados se tienen los siguientes:

- **Cable par trenzado**

Esta constituido por conductores de cobre forrados con plástico, torcidos entre sí y protegidos con una cubierta de plástico aislante. Existen dos tipos de cables de pares trenzados para el mundo de las redes y comunicaciones se conocen como par trenzado sin blindaje (UTP) y par trenzado con blindaje (STP).

UTP

Consiste en 4 pares de hilos de cobre aislados y trenzados entre sí, generalmente cubiertos por una malla protectora. Se utilizan tanto para transmisión

analógica como digital, con distintos anchos de banda dependiendo de las categorías definidas por la norma EIA/TIA 568. Son los más económicos y los que mayormente se usan para aplicaciones de redes de computadoras y redes telefónicas. [7]

Algunas mermas en las transmisiones con el par transado UTP se muestran a continuación:

- Atenuación

La atenuación en un canal de transmisión es la diferencia o pérdida de potencias entre la señal de entrada y la señal obtenida a la salida. La diferencia de potencias entre la salida y la entrada se conoce también como pérdida de inserción.

- Pérdida de retorno

Grado de acoplamiento de impedancia entre el cable y el conector. Los cables UTP tienen una impedancia característica de 100Ω . Sin embargo, ésta impedancia depende de la geometría del cable y de los cambios de medio. A frecuencias altas, los cables se comportan como líneas de transmisión, y por lo tanto, pueden aplicarse los mismos conceptos.

- Diafonía

La diafonía (*Crosstalk*) se debe a la interferencia electromagnética de cada par de transmisión sobre los pares cercanos, la mayor fuente de ruido de estos pares proviene de los pares adyacentes. Se mide como la potencia de la señal de interferencia respecto a la potencia de la señal transmitida.

Cuando se introduce una señal en un extremo de un par, esta señal produce interferencia sobre los pares cercanos. Esta interferencia se propaga por los cables cercanos en ambos sentidos, llegando por lo tanto a ambos extremos del cable, esta interferencia se llama *NEXT* ("Near-end Crosstalk") y La potencia de la señal de interferencia recibida en el extremo opuesto del cable respecto al que se introdujo la señal original se denomina *FEXT* ("Far-end Crosstalk").

- ACR (*Attenuation Crosstalk Ratio*)

El parámetro ACR (*Attenuation to Crosstalk Ratio*) se define como la diferencia en dB de la atenuación y la diafonía, y es una medida de la relación señal a ruido en el extremo receptor del cable. Cuando el ACR llega a 0, la potencia del ruido de interferencia iguala a la potencia de la señal recibida, por lo que se torna prácticamente imposible poder reconstruir la señal. Dado que el ACR disminuye al aumentar la frecuencia, el punto de $ACR = 0$ marca en cierta forma el ancho de banda utilizable del cable .

STP

Este tipo de cable consiste, en el principio del UTP pero cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantallamiento para interferencias y ruido eléctrico, los cables STP tienen un mayor grosor del conductor por lo que puede operar en el rango hasta 500 metros, y como el UTP varia el uso de la capacidad y aplicación dependiendo la categoría definida por el estándar

- Cable Coaxial

Consiste en un núcleo de formado por un hilo conductor generalmente de cobre que está rodeado por un aislante o dieléctrico, una malla metálica que sirve de protección y como cable de tierra, y un forro o revestimiento protector exterior; el diámetro del cable coaxial típico es de 5 mm a 25 mm. Son utilizados en instalaciones residenciales, comerciales e industriales; en radiodifusión, televisión por cable (CATV), redes de área local, circuitos cerrados de televisión y muchas otras aplicaciones. [9]

- Fibra Óptica

Consiste en un núcleo cilíndrico de vidrio de sílice (*core*) rodeado por un revestimiento (*cladding*) y cuyo índice de refracción es mayor al de éste último. En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes del recubrimiento (*cladding*) en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su

centro [10] . Posee ventajas bastante amplias en rendimiento en ancho de banda, velocidad de transmisión e inmunidad electromagnética respecto a los dos tipos de cables mencionados anteriormente, pero tiene como desventajas mayor precio, manejo y mantenimiento más complejo.

2.1.9.2. Características Esenciales de la Fibra Óptica

Un enlace de fibra óptica está definido por varias características: como geométricas, de transmisión, costo de fabricación entre otros. Los parámetros de la geometría de la fibra son los esenciales para el perfil de índice de refracción, apertura numérica, diámetro del núcleo. Por otra parte entre los parámetros de transmisión podemos citar ancho de banda, atenuación, longitud de onda operativa, longitud del enlace. En los siguientes tópicos definiremos los parámetros mencionados.

Composición de la fibra

En su forma más simple de una fibra óptica consiste en un núcleo cilíndrico de vidrio de sílice rodeada por un revestimiento cuyo índice de refracción es menor que la del núcleo, debido a un cambio abrupto en la unión núcleo-revestimiento [10]. En un tipo diferente de fibra, conocido como fibra de índice gradual, el índice de refracción disminuye gradualmente en el interior del núcleo.

La Figura 2.4 muestra esquemáticamente el perfil de índice y la sección transversal de los dos tipos de fibras.

La descripción geométrica óptica, aunque aproximada, es válida cuando el núcleo tiene un radio mucho mayor que la longitud de onda (λ) de la luz. Cuando los dos se hacen comparables, es necesario aplicar la teoría de propagación de ondas electromagnéticas, haciendo uso de las ecuaciones de Maxwell y poder así estudiar los modos de propagación, la dispersión, y la dispersión de velocidad de grupo

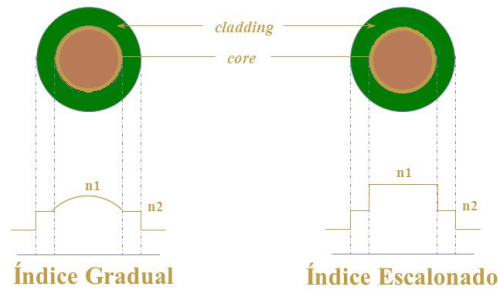


Figura 2.4: Sección Transversal de la fibra forma escalon y gradual

Fuente: <http://nemesiis.tel.uva.es/>

Principio de funcionamiento

El principio básico de funcionamiento de la fibra óptica como canal de transmisión de señales, en este caso haces de luz, se basa en la 2da ley de Snell y el estudio que modele el comportamiento del campo eléctrico a lo largo de la propagación en el medio confinado es necesario recurrir a las ecuaciones de Maxwell, una teoría compleja que no se abarca en este proyecto.

2da Ley de Snell

La luz, al tener propiedades ondulatorias se propaga a distintas velocidades según el medio en que se encuentre, esto explica el fenómeno de refracción. Cuando un rayo de luz incide en una frontera hacia un nuevo material a cierto ángulo, el ángulo del haz refractado se acercará, o se alejará de la normal si el segundo medio tiene mayor o menor índice de refracción (n) esta ecuación se ve a continuación, donde la referencia de n_1 es del primer medio conjuntamente con el ángulo θ_1 (ángulo incidente) y el θ_2 (el ángulo refractado).

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

2.1.9.3. Tipos de fibra

Modos de Propagación

Para la fibra óptica, la propagación se basa en los modo linealmente polarizados (modos LP), son una combinación lineal de modos EH, HE, TM y TE que viajan con un coeficiente de propagación similares. [10]

Multimodo

Una fibra Multimodo es aquella por la que se propagan más de un modo. Un modo de luz es la forma en que se propaga la luz en la fibra. El número de modos determina la distribución el campo eléctrico dentro de la fibra: conforme aumente el número de modos el campo eléctrico se despliega hacia la frontera entre el núcleo y el revestimiento. Por el contrario, en el modo fundamental la mayor intensidad de campo eléctrico viaja por el eje de la fibra. El número de modos de la fibra depende del radio del núcleo: para un radio mayor habrá mayor número de modos.

Fibra Escalón

También conocida como índice abrupto o salto de índice, se caracteriza porque el índice de refracción en el núcleo se mantiene constante y existe una clara separación entre el núcleo y el revestimiento, como en el caso de la Figura 2.5. La diferencia entre los índices de refracción del núcleo y el revestimiento es mínima y está alrededor de las centésimas [11].

Fibra gradual

En este tipo de fibra el índice de refracción del núcleo va disminuyendo desde un valor máximo concentrado en el eje de la fibra hasta coincidir con el índice de refracción del revestimiento justo en la frontera. En la Figura 2.6 se ilustra una fibra

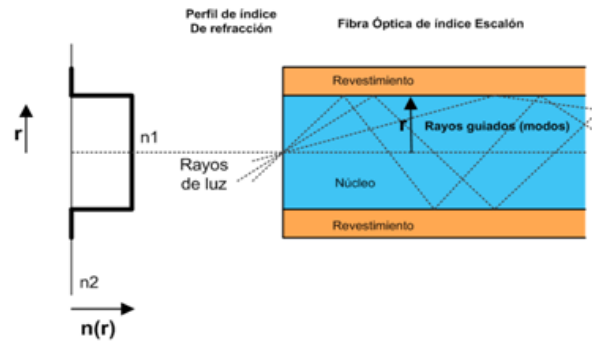


Figura 2.5: Fibra óptica de índice escalonada

Fuente: [11]

gradual. Como consecuencia la luz propagada por dentro de la fibra sufre deflexiones progresivas conservando una trayectoria ondulatoria, que periódicamente cruza el eje axial.

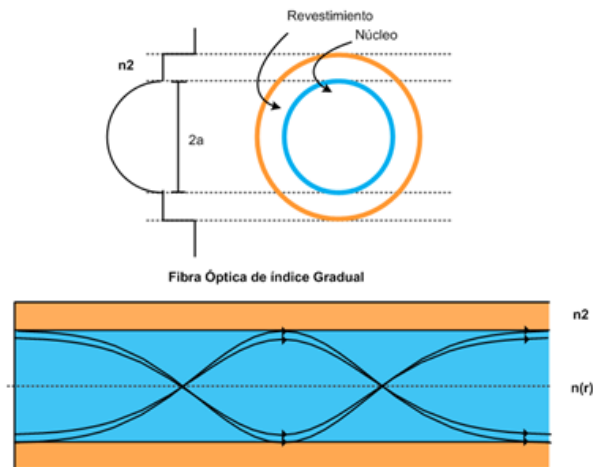


Figura 2.6: Fibra óptica de índice Gradual

Fuente: [11]

Monomodo

Las fibras monomodo soportan sólo el modo de propagación HE₁₁, también conocido como el modo fundamental de la fibra. Para lograrlo se reduce el radio del núcleo interno (de 8 a 10 μm). El perfil de una fibra monomodo es similar a la

de multimodo de índice escalón. La gran ventaja de usarla es que al propagarse la luz por el eje de la fibra, se reducen las pérdidas por atenuación, además aumenta la velocidad de transmisión porque se elimina la dispersión modal.



Figura 2.7: Fibra Monomodo

Fuente: <http://www.cablesyconectoreshoj.com>

2.1.9.4. Pérdidas en la Fibra Óptica

Pérdidas por absorción

Las pérdidas por absorción del material de la fibra, son debido a impurezas tales como iones metálicos, níquel variado (OH), entre otros elementos. Ya que absorben la luz y la convierten en calor. El vidrio ultra puro usado para fabricar las fibras ópticas es aproximadamente 99.9999 % puro, quedando un mínimo de impurezas.

Dispersión

Causada por las características dispersivas de la fibra sobre la señal en el transcurso del tiempo, lo que provoca ensanchamiento en el tiempo de los impulsos a medida que progresan en su recorrido y, en consecuencia, deformación de los mismos, acarreando errores que limitan la velocidad de información o régimen que puede transportar la fibra. Hay distintos tipos de dispersión como la dispersión cromática, dispersión modal [10], entre otros tipos de dispersión para la fibra.

Cables y conectores

En la actualidad existen una gran variedad de conectores usados para la terminación y comunicaciones de la fibra óptica. Pero describiremos los más populares en el mercado. Entre ellos tenemos:

- ST (*Straight Tip* ó *Punta Recta*): Es el conector más usado especialmente en terminaciones de cables MM y para aplicaciones de Redes.
- SC (*Subscriber Connector* or “*Square Connector*” ó Conector de Suscriptor): Conector de bajas pérdidas, muy usado en instalaciones de SM y aplicaciones de Redes y CATV.
- LC (*Lucent Connector* or “*Little Connector*” ó Conector pequeño): Conector más pequeño y sofisticado, usado en Transceivers y equipos de comunicación de alta densidad de datos.
- FC (*Ferule Connector* ó Conector Férula): Conector usado para equipos de medición como OTDR. Además comúnmente utilizado en conexiones de CATV. Ver Figura 2.8.
- SMA (Sub Miniature A ó Conector Sub Miniatura A): Usado en dispositivos electrónico con algunos acoplamientos óptico. Además de uso Militar.
- Tipo de Contacto: Además otro dato técnico importante que se debe tener en consideracion es el efecto o el diseño de la punta del conector. El uso de los acrónimos: PC, APC, UPC; indicando tipo de contacto o conexión, es decir *Physical Contact* (PC) ó Contacto Físico. *Angle Physical Contact* (APC) con ángulos de inclinación en la punta. Y *Ultra Physical Contact* (UPC) conexión de muy bajas pérdidas, y uno de los mas usado en el campo. Ver Figura 2.9.

2.1.9.5. Transmisores y Receptores Ópticos

En general, el transmisor óptico de un sistema de comunicación por fibra óptica está compuesto por un modulador y una fuente de luz asociada con suyo circuito driver. Una fuente genera la señal que se desea transmitir y lo envía para ser

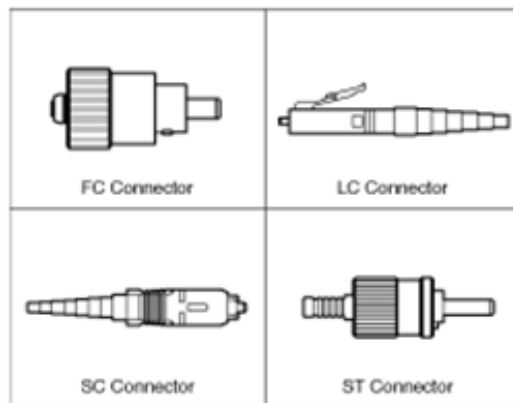


Figura 2.8: Conectores de Fibra

Fuente: <http://www.cablesyconectoreshoy.com/>

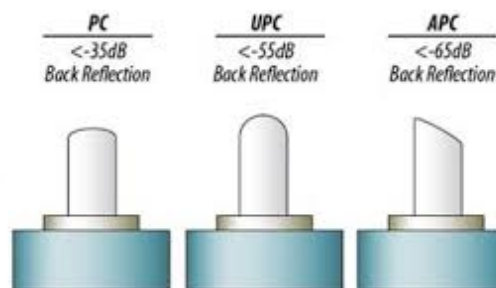


Figura 2.9: Tipo de Contacto de la fibra

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/>

adaptado para transmisión en el modulador. La fuente de información, llamada generador de señales, define el tipo de información a ser transmitida. Para el caso de una señal digital, la señal es representada por un conjunto de valores, que en general, en comunicación óptica, son flujos binarios.

Diodos LED

Se basan por la emisión espontánea “en equilibrio térmico”. El diodo LED es una estructura que fomenta la emisión eficiente mediante: Aporte de energía, inyección de corriente, aporte de electrones y huecos juntos unión pn. Emiten luz

incoherente con un espectro relativamente amplio, como resultado del hecho de que la luz es generada por emisión espontánea.[10]

Receptores Ópticos

El propósito del receptor óptico es extraer la información contenida en una portadora óptica que incide en el fotodetector. En los sistemas de transmisión analógica el receptor debe amplificar la salida del fotodetector y después demodularla para obtener la información. En los sistemas de transmisión digital el receptor debe producir una secuencia de pulsos (unos y ceros) que contienen la información del mensaje transmitido

2.1.10. Medios No Guiados (Inalámbricos)

En los medio no guiados la atmósfera o el espacio exterior proporcionan el medio para transmitir y recibir las señales electromagnéticas. En este tipo de medios se emplea un elemento conocido como antena, que funciona como transductor y se encarga de irradiar (o captar) la energía electromagnética [12] . Así, un radio enlace consiste en redes o canales de comunicaciones, el cual utiliza la atmósfera como medio o canal de transmisión para la propagación de las ondas electromagnéticas. Los medios no guiados se clasifican de acuerdo a la frecuencia.

- Microondas

Se denomina así por la porción del espectro electromagnético que cubre las frecuencias entre aproximadamente 3 GHz y 300 GHz; el ancho de banda y la velocidad de transmisión aumentan con la frecuencia, por lo cual tiene múltiples aplicaciones como la transmisión de voz, datos y vídeo. El hecho de que la longitud de onda sea muy pequeña hace necesario que las antenas cumplan con la condición de línea de vista, esto es, no debe existir ningún obstáculo en la trayectoria de propagación entre los dos extremos.

2.1.10.1. Propagación de los enlaces de microondas

Consideraciones Teóricas para el Diseño de Enlaces P2P de Microondas

La línea recta entre puntas de antenas emisoras y receptoras será la trayectoria primaria para la propagación de la señal en estas frecuencias y se las suele llamar trayectoria de espacio libre para el haz. Todas las demás trayectorias, entre las que se cuentan la de reflexión en la tierra y/o en la ionósfera y las de arrastre terrestre, son una diversidad modal. El espacio entre ambas puntas de antena se llama Vano [13].

Cuando esa trayectoria está limpia y sin obstrucciones es cuando formalmente constituye una Línea de Vista o LOS, por su sigla en inglés line of sight. En general, la necesidad de determinar la relación entre la altura de las antenas y el alcance visual se presenta siempre, ya sea porque se tiene fijada la altura de instalación por alguna restricción o bien porque se sabe cuál es el área que se debe cubrir.

Potencia de Recepción

La potencia de disponible en el receptor depende de la potencia entregada por el transmisor y las diferentes pérdidas y ganancias que aparecen en el trayecto del transmisor al receptor. Al considerar todas estas variables se tiene la siguiente ecuación que es conocida como ecuación general del radioenlace.

$$P_R = P_{Tx} + G_T + G_R - L_{To} \quad (2.1)$$

Donde

- P_R =Potencia recibida en dBm.
- P_{Tx} =Potencia del transmisor en dBm.
- L_G =Pérdidas totales del radioenlace.
- G_T y G_R = Ganancia del transmisor y receptor respectivamente

Pérdidas por Lluvia, Gases y Vapores Atmosféricos

La energía contenida en las ondas electromagnéticas al propagarse a través de un medio sufre pérdidas debido a características inherentes al mismo. Estos son estimados para enlaces de microondas troposféricos en las recomendaciones de la UIT-R PN 676 para gases y vapores atmosféricos, UIT-R PN 530 para lluvia.

Pérdidas de Espacio Libre

La siguiente ecuación permite hallar las pérdidas por propagación en el espacio en ausencia de obstáculos:

$$L_e = 92,45 + 20\log f(\text{GHz}) + 20\log d(\text{Km}) \quad (2.2)$$

Donde:

- L_e = Pérdidas en espacio en ausencia de obstáculos
- d = Distancia entre transmisor y receptor en Km.
- f = Frecuencia en GHz

2.1.10.2. Pérdidas en los Radioenlaces de Microondas

Las pérdidas totales de cada vano o enlace se hallan mediante la sumatoria (en unidades logarítmicas) de las pérdidas introducidas por los equipos del sistema de microondas (que son atribuidas a los guías de onda, conectores, filtros y las inherentes a la antena) y las pérdidas de propagación que están conformadas por; las pérdidas por gases y vapores atmosféricos, las pérdidas por rayo reflejado y las pérdidas de espacio libre.

$$L_G = L_{Tx} + L_{Rx} + L_P \quad (2.3)$$

Donde:

- L_G = Pérdidas totales del radioenlace de microondas.
- L_{Tx} = Pérdidas del sistema de transmisión de microondas.
- L_{Rx} = Pérdidas del sistema de recepción de microondas.
- L_P = Pérdidas por espacio libre, gases y vapores atmosféricos en dB.

Modelo De Tierra Plana

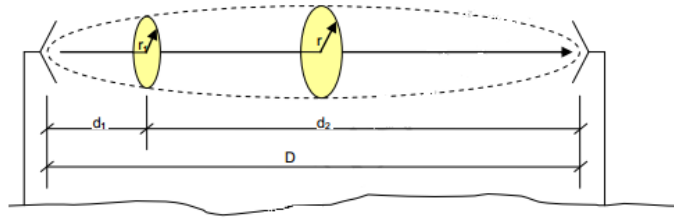
Al hacer representaciones de algún perfil o trayectoria de la superficie de la tierra debe considerarse que la misma es esférica, mas dependiendo de las exigencias del análisis que se esté haciendo y por motivos de simplicidad del mismo suele despreciarse el radio de curvatura terrestre, dando origen a lo que se conoce como modelo de tierra plana, y que en el caso de estudios de enlaces de microondas troposféricos es considerado para distancias inferiores a los 15Km. [13]

Las mermas de las ondas de microondas en el modelo de tierra plana son: la refracción, la reflexión, dispersión, difracción y la teoria de las zonas de fresnel el cual se excede para el material de este proyecto, sin embargo, el entendimiento básico se puede analizar con el principio de Huygens. El estudio se centra y con determina la línea de vista, se la suele llamar eje del haz. Rodeando a dicho eje, se encuentra una zona denominada Zona de Fresnel, que son elipsoides concentricos al eje. En la Figura 2.10 vemos cómo queda generada esta región crítica.

Basta trabajar en el entorno de la primera zona de Fresnel, en la practica se dice 60 % de la zona de Fresnel debe estar libre para evitar pérdidas por obstrucción.

Modulación Digital

Las técnicas de modulación digital pueden agruparse en tres grupos, dependiendo de la característica que se varíe en la señal portadora. Cuando se varía la

**Figura 2.10:** Zonas de Fresnel**Fuente:** Autores

amplitud, la técnica de modulación digital que se utiliza se conoce como Conmutación por Corrimiento en Amplitud (ASK, por sus siglas en inglés). Si se varía la frecuencia o la fase, las técnicas empleadas serían la Conmutación por Corrimiento en Frecuencia (FSK) o la Conmutación por Corrimiento en Fase (PSK), respectivamente. Cualquiera que sea la técnica de modulación digital empleada, la amplitud, la frecuencia o la fase de la señal portadora podrá tomar únicamente un número finito de valores discretos. Pero la de mayor uso por la capacidad de introducción de símbolos o valores por la variación de amplitud y en simultaneo e independiente es la modulación Quadrature Amplitude Modulation (QAM). A continuación se comentan la esencia de la teoría de dos de las modulaciones mas usadas en radioenlaces digitales, recordando que para la demodulación es la analogía de este funcionamiento pero de forma inversa.

- **Modulación PSK:** La modulación tiene como objeto adaptar la información digital al medio radioeléctrico mediante la conversión a frecuencias de microondas y la modulación 2PSK que consiste en dos estados de fase de salida asociados a los dos estados de banda base. En la Figura 2.11 se esquematiza el principio de la modulación 2PSK.
- **Modulación QAM:** Con el propósito de obtener una eficiencia espectral mayor se recurre a métodos de modulación de mayor número de fases. El principio fundamental que caracteriza de la modulación QAM es que modula

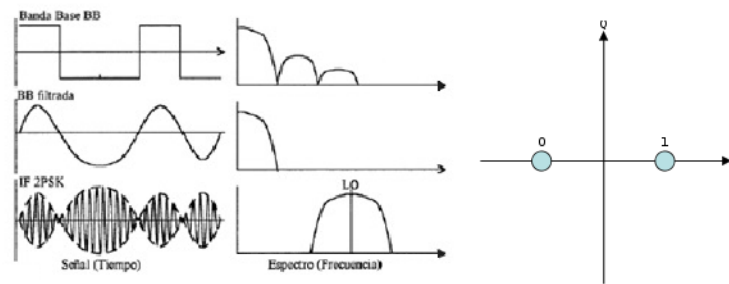


Figura 2.11: Modulación 2PSK

Fuente: <http://modulacionesdigitalesqam.com/>

la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada 90° . El resultado de las componentes después se suma, dando lugar a la señal QAM. De esta forma, QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro. Representándolo lo anteriormente expuesto a manera ilustrativa las constelaciones en la Figura 2.12.

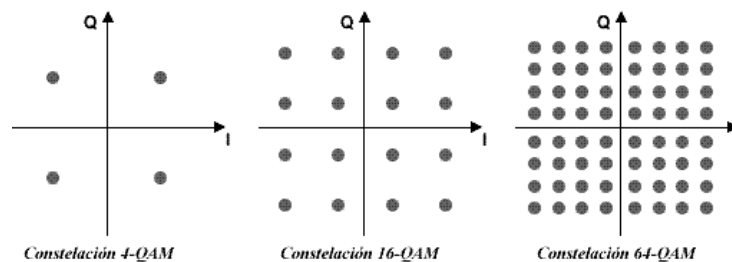


Figura 2.12: Costelacion de la Modulación QAM

Fuente: <http://modulacionesdigitalesqam.com/>

2.1.11. Cableado Estructurado

Es un enfoque sistemático del cableado. Es un método que permite crear un sistema de cableado organizado, diseñado bajo las especificaciones de estándares establecidos con la finalidad de propiciar su escalabilidad, compatibilidad, flexibilidad y buen funcionamiento, independientemente de cuales sean los dispositivos

y/o órganos de la red. Esto permite que pueda ser administrado de manera más eficiente y que la resolución de problemas se pueda llevar a cabo fácilmente.

2.1.11.1. Estándares

Los estándares representan un conjunto de normas o procedimientos de uso generalizado que sirven como modelo de excelencia y hacen posible la interoperabilidad entre varios proveedores mediante descripciones estandarizadas de medios y equipos, configuraciones de cableado, interfaces de conexión, entre otras. Establecen un diseño coherente y uniforme que siga un plan de sistema y principios de diseños básicos.

Existen distintos estándares desarrollados por varias organizaciones e instituciones, entre las más importantes se mencionan: ANSI, ASTM, EIA, TIA, IEEE, FCC, ITU, entre otras. La selección de cuál estándar utilizar depende generalmente de cada nación con el soporte de su Código Eléctrico Nacional correspondiente, así, por ejemplo, los Estados Unidos se guían por el estándar TIA/EIA 568, Canadá por CAN/CSA-T529, Australia y Nueva Zelanda por AS/NZS 3080, la Unión Europea por EN 50173 y el resto del mundo por la ISO 11801 [14]. Asimismo, para el caso de Venezuela la norma vigente para el diseño de un sistema de cableado estructurado es la Norma Venezolana Fondonorma 3539:2005 para edificaciones comerciales y la Norma Venezolana Covenin 3578:2005 para edificaciones residenciales [15].

2.1.11.2. Consideraciones para el diseño del Cableado Estructurado

Para el diseño óptimo de un Sistema de Cableado Estructurado (SCE) se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones [15] [16] [17]:

- **Flexibilidad:** un SCE debe tener la capacidad de poder soportar y adaptarse a diferentes alternativas en cuanto a dispositivos y elementos de red, con lo cual su implementación se hace más fácil de implementar y administrar.

- **Modularidad:** un SCE debe poder adaptarse a cambios y reordenamientos emergentes, por lo cual, se requiere que cumpla con la característica de ser diseñado de forma modular. Generalmente, para la sección de las redes locales se adopta la topología tipo estrella por el hecho de que solo comprometer a la porción de la red que va a ser modificada.
- **Escalabilidad:** se debe planificar tomando en cuenta el crecimiento futuro de la red. Por consiguiente, es importante anticipar la cantidad de usuarios a los que se le brindarán servicios de red en un futuro.
- **Compatibilidad:** un SCE debe someterse a los estándares de manera que pueda soportar cualquier tecnología y equipamiento independientemente del fabricante o proveedor.
- **Ciclo de vida útil:** un SCE debe ser capaz de mantenerse por un tiempo 15 a 20 años. El cableado alrededor de la red debe ser el componente con mayor ciclo de vida útil por lo hecho de requerir un proceso de instalación más costoso, al contrario de los órganos de red, los cuales pueden ser reemplazados con mayor facilidad.

2.1.11.3. Subsistemas del Cableado Estructurado

Un SCE se encuentra conformado por varios subsistemas cuya notación y características van en función al estándar o norma seleccionada. De forma general, se pueden señalar 6 elementos básicos presentes en todo sistema de cableado estructurado [15] [16] [8] [18]:

- **Instalaciones de Entrada (EF, Entrance Facilities)**

Es el punto de interconexión entre el cableado externo y el cableado dorsal interno de una edificación. Puede incluir tanto interconexiones con el cableado proveniente de otro edificación de la misma red (Campus), así como también con el cableado proveniente del proveedor de servicios externos (conocido como punto de demarcación).

- **Cableado Vertical o Backbone**

Comprende el cableado que parte desde las salas de equipos hasta las salas de telecomunicaciones. En el caso de una red que abarque un Campus, el cableado backbone se encarga de interconectar la Sala Principal de Equipos con las Salas de Equipos en cada edificio y este último recinto con las salas de telecomunicaciones de los demás pisos. Es la arteria de comunicación principal de un sistema de cableado estructurado.

- **Cableado Horizontal**

Comprende el cableado que parte desde los cuartos de telecomunicaciones hasta las tomas de telecomunicaciones ubicadas en las áreas de trabajo. Es conocido con este nombre debido a que los cables se tienden comúnmente de forma horizontal en techos o pisos y en una misma planta.

- **Sala de Equipos**

Es el espacio en donde se encuentra la mayor parte del equipamiento y sistemas de telecomunicaciones del edificio con características más complejas. Alberga servidores, PBX telefónico, router, switches, moduladores, receptores satelitales o de microondas, entre otros. Representa el núcleo de la red de un sistema de comunicaciones y establece la conexión de salida hacia otros sistemas localizados en el exterior de la edificación. En este recinto se ubica el Distribuidor Principal de cableado en donde se realiza la Interconexión Principal (Main Cross-Connect, MC) con el cableado proveniente de un Distribuidor Horizontal. En el caso de tratarse una red que ocupe un Campus, en cada edificio existirá una Sala de Equipos con un Distribuidor Intermedio de cableado, el cual, servirá de punto intermedio entre el cableado que viene de los demás pisos del edificio y el cableado que va hacia la Sala de Equipos Principal del Campus; en este caso se habla de una Interconexión Cruzada Intermedia (Intermediate Cross-Connect), IC).

- **Sala de Telecomunicaciones o Sala de Piso**

Es el espacio se ubican equipos de menor complejidad como switches o routers y elementos de distribución como patch panels, regletas y ODF. Cumple

la finalidad de brindar servicios de red a un área más limitada. En este recinto se ubica el Distribuidor Horizontal del cableado en donde se lleva a cabo la interconexión del cableado horizontal con el cableado backbone, también conocido como Interconexión Cruzada Horizontal (Horizontal Cross-Connect, HC).

- Área de Trabajo (WA, Work Area)

Como su nombre lo indica es el área en donde el usuario final realiza sus tareas y actividades. Ocupa el espacio desde la toma de telecomunicaciones hasta los equipos terminales. Alberga computadores, teléfonos, cables patch cords, adaptadores, entre otros dispositivos.

La siguiente Figura 2.13 ilustra los elementos y subsistemas de un SCE

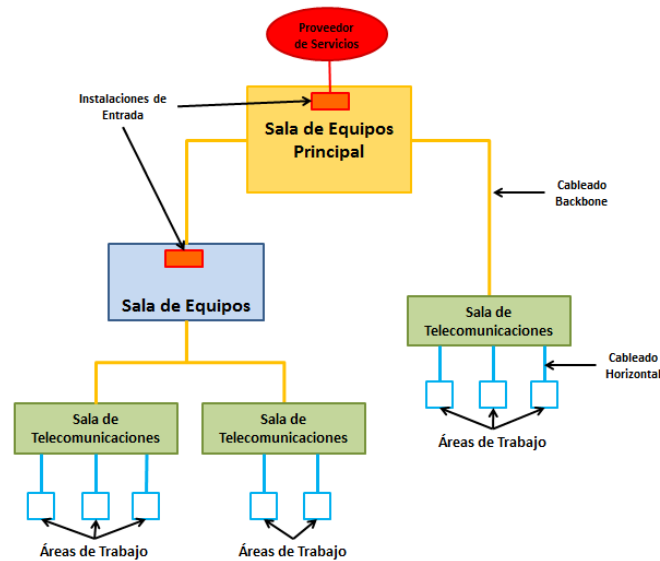


Figura 2.13: Subsistemas del Sistema de Cableado Estructurado

Fuente: Autores

2.1.11.4. Especificaciones del Cableado Estructurado

Las especificaciones para el correcto diseño de un sistema de cableado estructurado y que se aplicarán para el desarrollo de este proyecto se pueden observar en las referencias [14], [15], [16], [18] y [17].

2.1.12. Canalizaciones de Comunicaciones

Son estructuras físicas en donde se dispone el cableado estructurado de la red, con el fin de proteger su integridad física y conseguir una mejor organización en su trayectoria.

2.1.13. Sistema de Puesta a Tierra (SPAT)

Un sistema de puesta a tierra (SPAT) es un método de protección eléctrica ante diferencias de potencial con capacidad de generar circulaciones de corrientes de falla que pueden poner en peligro e incluso afectar de forma notable a equipos, instalaciones o personas.

Básicamente este sistema está formado por conductores provenientes de uniones metálicas directas con equipos, objetos metálicos, chasis, etc., que se conectan a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en terrenos acondicionados para tener baja impedancia para facilitar el drenaje de las corrientes de falla hacia la tierra.

La intención es que todos los equipos y objetos metálicos estén al mismo potencial para evitar diferencias de potencial peligrosas; asimismo, este sistema sirve como trayectoria principal para el drenaje de toda corriente de falla que sea generada bien sea por uniones accidentales entre conductores de corrientes con partes metálicas no conductoras, por diferencias de potenciales no deseadas o por descargas atmosféricas, por mencionar algunos casos [19] [20].

2.1.13.1. Definiciones y conceptos básicos de un SPAT

- Electrodo de Tierra. Se entiende por electrodo de tierra a un conductor (cable, barra, tubo, placa, etc.) enterrado en contacto directo con la tierra o sumergido en agua que este en contacto con la tierra.
- Mallas de tierra. Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí.

- **Conexión a tierra.** Es la conexión eléctrica entre una malla o electrodo en tierra y una parte exterior. Las partes de conexiones a tierra no aisladas y enterradas, se consideran como parte de la malla de electrodo.
- **Resistividad de un terreno.** Es la relación entre la tensión de la malla con respecto a tierra de referencia y la corriente que pasa a tierra a través de la malla.
- **Anillo de aterramiento.** Consiste en un conductor de cobre desnudo, de sección transversal no menor al calibre 2 AWG y de longitud no menor a 6 m que rodea una estructura que se desea aterrar.
- **Barra de aterramiento.** Es un objeto rectangular de cobre con huecos que permite soportar conexiones del tipo doble ojo en cuya área terminan todas las conexiones a tierra provenientes de los equipos, tuberías, equipos, etc.

2.1.13.2. Métodos para la medición de la resistencia del terreno

Realizar la medición de la resistencia de un terreno un es una práctica muy común e importante debido a que permite conocer las cualidades conductoras del terreno, lo cual ayuda a determinar si se requiere aplicar un acondicionamiento especial (aplicando químicos) para mejorar la conductividad o si por el contrario, el terreno está apto para la instalación de un SPAT.

Existen varios métodos, pero para efectos de este proyecto se explicará el método de la caída de potencial, el cual es muy utilizado y será el implementado más adelante durante el desarrollo del diseño [19].

Método de la caída de potencial: Este método se realiza con tres electrodos separados, los cuales se conectan a los tres terminales del instrumento para medición de la resistencia a tierra como se muestra en la Figura 2.14.

Se observa que esta utilizando un instrumento de 4 terminales, por lo que para este caso los terminales P1 y C1 son puenteados y conectados al electrodo de tierra bajo prueba o al tercer electrodo de referencia. Posteriormente, se conectan los otros

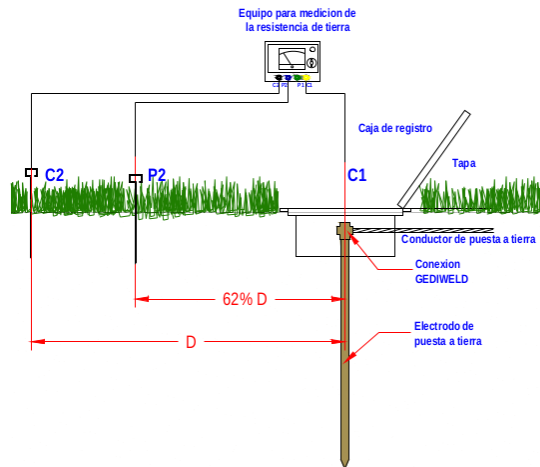


Figura 2.14: Método de la caída de potencial

Fuente: [19]

dos terminales P2 y C2 a los electrodos auxiliares. En la práctica la distancia entre P1/C1 y C2 debe ser lo más grande posible, teniendo como mínimo 15 metros. La distancia entre P2 y C2 es la que se indica en la figura, un 62 % de la distancia entre P1/C1 y C2.

Una vez realizado lo anterior, al accionar el instrumento se genera una corriente que se inyecta por los terminales C1/P1 retornando por el electrodo auxiliar de corriente (C2). Al pasar la corriente por la tierra, una caída de voltaje se generará entre los terminales C1/P1 y el electrodo auxiliar de potencial conectado en P2. El instrumento calcula la resistencia del terreno a través de la Ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$

Donde:

- R = Resistencia de la tierra.
- V = Voltaje leído entre el electrodo C1/P1 y el terminal P2.
- I= Corriente de prueba inyectada por el instrumento.

Para el caso de este ejemplo se puede observar que el electrodo bajo prueba es uno que pertenece a un SPAT existente; esto se debe a que este método no sólo se aplica para realizar mediciones iniciales de terrenos sino que también es posible realizar mediciones para verificar el estado de un SPAT existente.

2.1.13.3. Normas y recomendaciones para el diseño de SPAT

Las normas para el correcto diseño de los SPAT generalmente yacen en los Códigos Eléctricos de cada nación. Para el caso de Venezuela, las normas y recomendaciones se establecen en la sección 250 del Código Eléctrico Nacional 200:2004. Otras normas que se pueden utilizar son la IEEE Std 665-1995, IEEE Std 80-2000 y para el caso particular de SCE la ANSI/TIA-607-B.

2.1.14. PSTN (Public Switched Telephone Network)

La Red Pública Telefónica Privada (PSTN, Public Switched Telephone Network) es una agregación de redes de circuitos conmutados que esta optimizada para comunicaciones continuas de voz en tiempo real [21]. Además del transporte de voz la conmutación de circuitos es utilizada para transportar todo tipo de tráfico. Independientemente del tráfico transportado el equipo que utiliza el usuario se llama terminal y el conjunto de conmutadores es llamado red. Los conmutadores se preocupan de establecer un camino dedicado exclusivamente para dos o más terminales y no se preocupan de que tipo de datos transmitan lo que hace que estas redes sean muy rápidas. La complejidad de estos sistemas recae en la red y el terminal se limita a ser un equipo de baja complejidad. La decisión de donde mandar la información es hecha solamente una vez y se hace al principio de la conexión por lo que el retardo introducido por el conmutador es casi nulo. Por otro lado para que se comience a transmitir información primero debe establecerse un camino dedicado que no cambia durante la transmisión y establecerlo toma tiempo. Una vez que se ha establecido el camino, los recursos asociados a este camino no pueden ser utilizados por otra conexión hasta que se finalice la conexión.

2.1.15. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Es un sistema de video vigilancia que permite la captación, y en su caso la grabación, de información personal en forma de imágenes. Persigue garantizar la seguridad de los bienes y las personas o se utiliza en entornos empresariales con la finalidad de verificar el cumplimiento por el trabajador de sus obligaciones y deberes laborales

2.1.16. Telemedicina

La telemedicina se puede definir en simples palabras como “medicina a distancia”, es decir, es el desempeño de actividades y la prestación de servicios de carácter médico y de salud en forma remota. No obstante, la telemedicina tiene una definición bastante amplia y que resulta difícil de formular y delimitar debido a su continuo desarrollo [22] .

Un concepto bien aceptado es el que propone la Organización Mundial de la Salud (OMS) como: “el suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven” [23] . Adicionalmente, la American Telemedicine Association (ATA) propone la definición de Telemedicina como: “El intercambio de información médica de un lugar a otro, usando las vías de comunicación electrónicas, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, y con el objetivo de mejorar la asistencia del paciente”. [24]

2.2. Glosario

- ACL: Access Control List. Lista de Control de Acceso. Es una lista que se utiliza para controlar el acceso en una red.
- Backbone: Troncal principal de la red de telecomunicaciones.
- BER(Bit Error Rate): Indica cada cuántos bits transmitidos se transmite uno erróneo.
- bps: bits por segundo. Unidad de medida de la capacidad de transmisión por una línea de telecomunicación.
- dB: El decibelio es una unidad logarítmica, adimensional para expresar la magnitud.
- dBm: Es una unidad de medida de potencia expresada en decibelios (dB) relativa a un milivatio (mW).
- Dirección IP: Es la dirección lógica única de cada máquina, formada por números separados por puntos.
- Enrutamiento: Es el mecanismo por el que en una red los paquetes de información se hacen llegar desde su origen a su destino final, siguiendo un camino o ruta a través de la red
- Intranet: Se llaman así a las redes tipo Internet pero que son de uso interno o privado, por ejemplo, la red corporativa de una empresa que utiliza el protocolo TCP/IP y servicios similares como WWW.
- Latitud: Se denomina latitud a la distancia angular, medida sobre un meridiano, entre la línea ecuatorial y el paralelo de una localización terrestre (o de cualquier otro planeta).
- Longitud: expresa la distancia angular, medida paralelamente al plano del Ecuador terrestre, entre el Meridiano de Greenwich y un determinado punto de la Tierra.

- PBX: Private Branch Exchange. Central Telefónica Privada. Conmutador de teléfonos analógicos o digitales ubicado en las instalaciones del suscriptor y que se usa para conectar redes telefónicas privadas y públicas.
- Protocolo: Conjunto de reglas que posibilitan la transferencia de datos entre dos o más computadores.
- QoS: Quality of Services. Calidad de Servicio. Medida de desempeño de un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad de servicio. La Calidad de Servicio es el conjunto de tecnologías que permiten a las aplicaciones de red solicitar y recibir niveles de servicio en ancho de banda, propagación y variaciones de retardo.
- SNMP: Simple Network Managment Protocol: Protocolo Simple de Manejo de Redes. Estándar de bajo nivel utilizado para el monitoreo de nodos sobre una red
- TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Es el protocolo de control de transmisión de Internet. TCP/IP es un conjunto de protocolos diseñados específicamente en una tecnología InterRed; el TCP define el esquema de direccionamiento de Internet, y este esquema es uniforme (es decir, no existen dos direcciones de Internet que sean iguales).
- Rack: Es un bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Sus medidas están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante.

Capítulo III

Procedimientos de la investigación

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo a través de 4 etapas principales, cuyos detalles se presentan en lo que sigue.

3.1. Diagnóstico y levantamiento de información

Durante esta etapa se realizaron las siguientes actividades con la finalidad de recolectar toda la información posible para conocer las características principales del hospital y de la infraestructura telemática del mismo:

- Se planificaron una serie de visitas al hospital en compañía del personal de telemática y coordinación para realizar recorridos a lo largo y ancho de las instalaciones y áreas que conforman esta institución. Durante esta actividad se estuvo en constante interacción con dicho personal, aplicando estrategias de entrevistas semi-estructuradas para recolectar información principalmente de la infraestructura de telecomunicaciones que existe actualmente. De igual manera, se pudo determinar la demanda de usuarios por cada área y recinto.
- El punto anterior también permitió estudiar la estructura física del hospital. Se solicitaron planos arquitectónicos de manera de tener un mejor enfoque de

la geometría de las áreas y recintos pero los mismos estaban desactualizados, motivo por el cual se tuvo que realizar el levantamiento de los planos.

- Se realizó el diseño de encuestas con preguntas cerradas (Si o No) (ver **Apéndice A**), para conocer la opinión del personal médico, administrativo y obrero que hace vida en el hospital respecto a las necesidades y el acceso a herramientas telemáticas.
- Se realizaron entrevistas semi-estructuradas al Jefe de Mantenimiento para recolectar información sobre las características del sistema eléctrico del hospital.
- La información se recolectó y ordenó en tablas, imágenes, planos y gráficos para su posterior procesamiento y análisis.

3.2. Recolección de información técnica de los órganos telemáticos de la REDIUC y CANTV

En esta etapa se realizaron gestiones con el personal de CANTV y DIMETEL para recolectar información de las características técnicas de los órganos y elementos telemáticos que se conectarán al sistema de comunicaciones a diseñar en el HUAL, con el fin de garantizar la compatibilidad de los mismos.

Se realizaron consultas y entrevistas semi-estructuradas al personal de ambas instituciones. Se obtuvo la información necesaria para desarrollar el diseño de la interconexión lógica y física a la nube de REDIUC y de CANTV, así como también para la selección de los órganos de red.

Durante el desarrollo del Capítulo 4, se toman consideraciones para diseñar una red lo más flexible posible para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de comunicaciones, mediante la selección de equipos que operen con características en software y hardware compatibles con varios fabricantes.

3.3. Diseño de la red

En esta etapa se desarrolló el diseño de la infraestructura de telecomunicaciones del HUAL, lo cual representa la parte más extensa del proyecto. A partir de los datos recolectados, el análisis de la estructura física de las instalaciones del hospital, lo aprendido en la fundamentación teórica y la asesoría de personal especializado en la materia, se plantearon soluciones y alternativas para desarrollar cada uno de los elementos y procesos del diseño y que han sido especificados en el alcance. De manera de organizar la información, esta etapa se dividió en los siguientes componentes individuales:

- Ubicación del nodo principal y de los subnodos: En esta parte se analizaron los recintos y espacios que pueden ser seleccionados para albergar el equipamiento de comunicaciones en el hospital, es decir, para establecerse como nodo principal y subnodos de comunicaciones. Como estrategia de selección se tomo en consideración el hecho de que el hospital es una edificación existente, con más de 30 años de haber sido construída y que desde su origen no cuenta con espacios dedicados exclusivamente para equipamiento de telecomunicaciones.

Antes de proceder a la ubicación del nodo principal y de los subnodos, se definieron las características operacionales de estos dos tipos de recintos en el marco del desarrollo de este proyecto. El nodo principal representará el núcleo de la red y el espacio en donde se ubiquen la mayor cantidad de equipos de comunicaciones, los cuales se encargarán de procesar y distribuir todo el tráfico de datos en la red, dicho de otro modo, funcionará propiamente como un cuarto de telecomunicaciones. En contraste a lo anterior, los subnodos funcionarán principalmente como puntos de distribución local para las áreas adyacentes a los mismos, es decir, no serán cuartos de telecomunicaciones, por lo que sólo albergarán los órganos y elementos de red requeridos para la distribución de los servicios telemáticos.

La selección del nodo principal y de los subnodos se realizó en base a su posición estratégica y tomando en consideración las especificaciones de los

estándares y normas de cableado estructurado NVF 3539-05 y ANSI/TIA-569-C.

- Topología de la red: Una vez seleccionada la ubicación de cada uno de los subnodos y del nodo principal de la red, se procedió a desarrollar este componente en donde se llevó a cabo el diseño de la topología de la red, en su aspecto lógico y físico, tanto para el subsistema backbone como para el subsistema horizontal.
- Arquitectura de la red: En este componente se desarrollaron todos los componentes y elementos físicos de la red de comunicaciones, incluyendo también su configuración y organización funcional, lo cual incluye canalizaciones, cableado, equipos, sistema de CCTV, sistema de WLAN, características de las redes locales, entre otros. Esta sección corresponde la parte más importante del diseño de la infraestructura de comunicaciones. Se han tomado en consideración lo establecido en las normas y estándares ANSI/EIA/TIA 568, 569, 606, 607, IEEE 802.11, CEN 200:2004, NVF 3539-2005.

3.4. Desarrollo de propuestas

En esta etapa se procedió a la investigación y análisis de artículos de revistas, tesis doctorales y proyectos de grado con contenido relativo a los tipos de servicios telemáticos que podrán ser implementados en la plataforma de comunicaciones diseñada. Esto incluye principalmente herramientas de telemedicina por considerar que son las más pertinentes para esta institución, así como también servicios que permitan mejorar la integración de la Universidad de Carabobo con el hospital. El objetivo primordial de esta etapa es potenciar el mayor provecho a la red de comunicaciones una vez sea implementada. Se listan los servicios telemáticos y se indican referencias bibliográficas para profundizar en el tema.

Capítulo IV

Análisis, interpretación y presentación de los resultados

4.1. Resultados del diagnóstico y levantamiento de información

En esta sección se presenta los datos obtenidos del diagnóstico y levantamiento de información de la infraestructura de telecomunicaciones existente en el HUAL.

4.1.1. Descripción de la estructura física

La estructura física del hospital se muestra en el **Plano 1 del Apéndice B**. Como se puede observar, la estructura esta conformada por un edificio principal que consta de 4 plantas (Planta Baja, Primer Piso, Segundo Piso y Tercer Piso), cada una a su vez se dividen en tres bloques denominados bloque norte, bloque central y bloque sur, éstos últimos se comunican por medio de pasillos. Además, existen otras edificaciones adyacentes al edificio principal, entre las de mayor interés se mencionan Historias Médicas, Farmacia, Almacén y Hematología. Los detalles de cada planta del edificio se muestran en los planos 2, 3, 4 y 5 del **Apéndice B**.

Es importante señalar, que no todas las áreas del hospital cuentan con cielo raso y que no existen canalizaciones libres dedicadas para el cableado de comunicaciones. Sumando a lo anterior, la edificación de Hematología es la que más distante esta del edificio, por lo que se ha verificado la existencia de postes de iluminación que puedan ser utilizados para tender canalizaciones aéreas como solución para su conexión a la red.

Para facilitar el estudio de cada uno de los recintos que formarán parte del diseño de la red, se ha decidido dividir los espacios en diferentes zonas, las cuales se detallan en las tablas [4.1...4.29](#).

4.1.2. Descripción general de las zonas

En esta subsección se presenta la descripción de cada una de las zonas, lo cual incluye características del espacio físico, servicios y consultorios de medicina presentes en estas áreas, y la cantidad de usuarios.

4.1.2.1. Zona 1

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque norte de planta baja: Supervisión de Consultas Externas, Unidad Hemato-Oncológica Pediátrica (donde se ubican dos consultorios y una sala de aplicación de tratamiento) y los consultorios de Gastroenterología, Maxilo-Facial, Cardiología, Psiquiatría y Triage. Todos estos espacios cuentan con cielo raso. En la Tabla [4.1](#) se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.1: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 1.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Psiquiatría	1
Triage (2 recintos)	2
Supervisión de Consultas Externas	2
Cardiología (4 consultorios)	4
Gastroenterología	2
Maxilo Facial	2
Unidad Hemato-Oncológica Pediátrica (2 consultorios)	2
Total	15

4.1.2.2. Zona 2

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque norte de planta baja: Oncología Adulto el cual cuenta con dos consultorios además de áreas de aplicación y recepción de tratamiento, Unidad de Traumatología (consultorios), Servicio de Otorrinolaringología (consultorios), y espacios de consultorios de servicios variados, tales como Oftalmología, Medicina Interna entre otros. Estos recintos no cuenta con cielo raso en sus pasillos exteriores, ni en los recintos mencionados. Todos estos espacios se encuentran formando la parte inferior del bloque norte. En la Tabla 4.2 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.2: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 2.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Traumatología	5
Consultorios 9 y 10	2
Consultorios 11 y 12	2
Consulta Externa 13	2
Consultorios 3 y 4	2
Consultorios 5 y 6	2
Consultorio (Unidad de Oncología)	2
Total	17

4.1.2.3. Zona 3

Esta zona comprende los espacios del pasillo central que comunica a los bloques norte, central y sur en planta baja. La mayoría de estos espacios son consultorios médicos: Dermatología y Fisiatría, Oncología y Medicina General. A lo anterior se suman las áreas de Supervisión de Enfermería, Banco de Sangre, Cocina y un espacio en remodelación. Los espacios de esta zona cuentan todos con cielo raso. En la Tabla 4.3 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.3: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 3.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Consultorio de Oncología	1
Dermatología y Fisiatría	6
Consultorio Médico	2
Sala de Descanso de Médicos	2
Banco de sangre	2
Cocina	1
Total	14

4.1.2.4. Zona 4

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque central de planta baja: Recursos Humanos el cual cuenta con distintos servicios como dirección de enfermería, subdirección de personal, coordinación de enfermería, vigilancia, reclutamiento, coordinación de médicos, archivo y el cuarto de telemática el cual es de interés, ya que será propuesto para ser el nodo principal del proyecto. Cabe destacar que esta área que forman el bloque central cuentan con servicios de conexión de datos gracias a la red existente la cual se especificará más adelante en este capítulo. Adicionalmente toda el área cuenta con cielo raso. En la Tabla 4.4 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.4: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 4.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Coordinación de Enfermería	3
Reclutamiento y Selección	1
Unidad Administrativa Asistencial	2
Verificación	3
Informática y Telemática	2
Vigilancia	1
Dirección de enfermería	3
Coordinación de Médicos	2
Subdirección de Personal	2
Archivo	1
Total	19

4.1.2.5. Zona 5

Esta zona comprende los servicios pertenecientes al área de Emergencia en planta baja, entre los que se mencionan: Quirófano, Observación de Hombres y Mujeres, Estar de Enfermería, Cirugía, Medicina Interna, Trauma Shock, Traumatología, Rayos X, Depósito y Aislamiento, Sala de hospitalización (Emergencia Pediátrica), Consultorio (Emergencia Pediátrica), Sala de Shock (Emergencia Pediátrica) y una sala de descanso y estudio para los estudiantes de Medicina. Todos estos espacios cuentan con cielo raso. Además, posee un switch que presta servicio de red al área de Rayos X. En la Tabla 4.5 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

4.1.2.6. Zona 6

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque sur de planta baja: Nefrología, el cual posee dos oficinas de trabajo además del depósito y sala de diálisis, junto a hematología, que tiene un consultorio y con áreas de procedimiento y preparación de medicamentos los cuales se aplican en este servicio, estas áreas tienen cielo raso, con el cual la comunicación es mucho mas fácil y están ubicados con el bloque sur, debido a que está bordeando el quirófano de

Tabla 4.5: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 5.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Supervisión de Enfermería	2
Espacio sin utilizar	2
Quirófano	1
Traumatología	1
Trauma Shock	1
Cirugía	1
Observación Mujeres / Hombres	2
Estar de Enfermería	1
Medicina Interna	1
Depósito y Aislamiento	1
Sala de Hospitalización (Emergencia Pediátrica)	1
Trauma Shock (Emergencia Pediátrica)	1
Consultorio (Emergencia Pediátrica)	1
Rayos X	1
Sala de descanso y estudio	4
Total	17

emergencia en su parte inferior. En la Tabla 4.6 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.6: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 6.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Nefrología	2
Unidad Hematológica	2
Total	4

En la Figura 4.1 se muestran las ubicaciones de las Zonas 1 a la 6 y de la 25 a la 28 en Planta Baja.

4.1.2.7. Zona 7

Esta zona comprende las siguientes áreas pertenecientes al Servicio de Pediatría en el bloque norte del primer piso: Departamento de Pediatría, Cirugía Médica, Supervisión, dos Salas de Hospitalización, Preparación de Medicinas, Fórmula Láctea



Figura 4.1: Ubicación de las Zonas (1-6 y 25-28) en Planta Baja

Fuente: Autores

y Descanso de Pediatría. Por otro lado, también abarcan las áreas de Nutricionistas el cual se encuentra ubicado en el pasillo central. Solamente cuentan con cielo raso una de las Salas de Hospitalización y el Descanso de Pediatría. En la Tabla 4.7 se presenta la cantidad de usuarios en esta zona perteneciente al primer piso bloque norte.

Tabla 4.7: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 7.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Dpto. de Pediatría	2
Cirugía Médica	1
Supervisión	2
Salas de Hospitalización (2)	2
Preparación de Medicinas	1
Fórmula Láctea	1
Descanso de Pediatría	2
Nutricionistas	2
Total	13

4.1.2.8. Zona 8

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque norte del primer piso: Unidad de Oncología (la cual trabaja junto a Fundanica) y este cuenta con oficinas, cubículo, entre otros, el espacio de solárium para uso de presentaciones, video conferencias entre otras. Además se ubican unas salas de hospitalizaciones en la parte inferior del bloque norte. Estos recintos no cuentan con cielo raso, cabe destacar que esta área de solárium es de interés para el proyecto por el potencial de usuarios. En la Tabla 4.8 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.8: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 8.

Área o Servicio		Cantidad de Usuarios
Salas A y B		2
Sala de Hospitalización de Pediatría		1
Sala de Hospitalización de Urología		1
Solarium		5
Unidad Hemato-Oncológica Pediátrica	Salas C y D	2
	Sala 1	1
	Cubículo	1
	Oficinas (2)	2
Total		15

4.1.2.9. Zona 9

Comprende las siguientes áreas del pasillo central del primer piso: Cirugía Infantil, Cirugía Pediátrica Consulta Externa, Entrega de Material Textil, Sala de Esterilización y Central de Suministro. Todas cuentan con cielo raso. Esta zona particularmente tiene la mayor cantidad de usuarios en los dos primeros servicios mencionados. En la Tabla 4.9 se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.9: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 9.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Cirugía Infantil	2
Cirugía Pediátrica Consulta Externa	2
Entrega de Material Textil	0
Sala de Esterilización	0
Central de Suministro	2
Total	6

4.1.2.10. Zona 10

Esta zona comprende en su mayoría al bloque central del primer piso en su parte superior, conformada por el Laboratorio, es el servicio que abarca en totalidad esta zona, el cual se divide, en oficinas, área de hematología, área de urología, recepción y toma de muestra entre otros, este servicio cuenta con cielo raso y los espacios físicos de gran amplitud, datos de interés para el diseño. En la Tabla 4.10 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.10: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 10.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Jefatura	1
Recepción de muestras	1
Laboratorios	4
Sala de descanso	2
Área de Conferencia	2
Total	10

Tabla 4.11: Cantidad potencial de usuarios en la Zona10**4.1.2.11. Zona 11**

En esta zona se encuentran los Departamentos de Administración y Dirección, los cuales se ubican en el bloque central del primer piso. La mayoría de los recintos son oficinas: Coordinación de Docencia Médica, Sub-Dirección Médica, Unidad de

Trabajo Social, Sub-Dirección Administrativa, Contaduría y la Dirección (Secretaría, Despacho y Sala de Conferencia). Todas estas áreas poseen cielo raso y están conectadas a la red de datos del hospital a excepción de la Coordinación de Docencia Médica. En dirección se encuentran varios órganos de red ya que este lugar opera como nodo principal de la red del hospital. En la Tabla 4.12 se indican la cantidad de usuarios en esta zona.

Tabla 4.12: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 11.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Coordinación de Docencia Médica	2
Sub-Dirección Médica	2
Unidad de Trabajo Social	2
Sub-Dirección Administrativa	3
Dirección	2
Contaduría	4
Total	15

4.1.2.12. Zona 12

Esta zona esta conformada en su mayoría por salas de hospitalización (C y D) del Área de Traumatología ubicadas en el bloque sur del primer piso, además de un espacio que anteriormente funcionaba como Quirófano pero que esta siendo remodelado actualmente y finalmente por el Auditorium de Traumatología, lugar de interés por albergar una mayor cantidad de potenciales usuarios. Ninguno de estos espacios tienen cielo raso. En la Tabla 4.13 se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.13: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 12.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Auditorium de Traumatología	5
Antiguo Quirófano (Espacio en remodelación)	5
Sala D Hombres	1
Sala C Hombres	1
Total	12

4.1.2.13. Zona 13

Esta zona esta conformada por las siguientes áreas de la Unidad de Traumatología del bloque sur del primer piso: Jefatura de Servicio, Estar de Enfermería, Depósito, Cirugía de Mano, Artoplastia, Habitación de Hospitalización, Cuarto de Especialistas, Áreas de Residentes y la Sala B de Mujeres. Adicionalmente, también abarca una Sala de Descanso de Enfermería ubicada en el pasillo central. La mayoría de las áreas posee cielo raso sobre todo las pertenecientes a la Unidad de Traumatología. En la Tabla 4.14 se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.14: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 13.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Jefatura de Servicio	2
Estar de Enfermería	1
Depósito	0
Cirugía de Mano	2
Artoplastia	2
Habitación de Hospitalización	2
Cuarto de Especialistas	2
Áreas de Residentes	4
Sala B Mujeres	1
Sala de Descanso de Enfermería	2
Total	15

En la Figura 4.2 se muestran las ubicaciones de las Zonas 7 a la 13 en el Primer Piso.

4.1.2.14. Zona 14

Esta zona está conformada por los siguientes áreas pertenecientes al bloque norte del segundo piso: se ubica la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal (UTIN) donde hay tanto salas de reten séptico como área de trabajo, el cuarto de reposo de neonatólogos, espacio amplios y cuentan con cielo raso tipo yeso, acotando que en ella hay canalizaciones ya de otros servicios, como oxígeno y gas, entre otros. Además se ubica el estar de enfermería de este servicio, con las áreas de tamizaje,

**Figura 4.2:** Ubicación de las Zonas (7 - 13) en Primer Piso**Fuente:** Autores

ecografía, entre otros. En la Tabla 4.15 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio:

Tabla 4.15: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 14.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Retén Séptico y utín	4
Cuarto de reposo de Neunatólogos	2
Estar de Enfermería	1
Retén sanos y respiratorios	1
Unidad de Ecografía	1
Cuarto de Reposo del Personal de Sala de Parto	2
Coordinación de Nutrición y Dietética	3
Total	14

4.1.2.15. Zona 15

Esta zona se ubica en la parte inferior del bloque norte del segundo piso y está conformada por un Solarium, las salas de hospitalización A y B, y las salas de descanso de hombres y mujeres. Todas las áreas carecen de cielo raso a excepción del

Solarium. Además, este último es el recinto con mayor cantidad de usuarios y mayor posibilidad de crecimiento futuro en este aspecto. En la Tabla 4.16 se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.16: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 15.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Solarium	4
Salas de Hospitalización A y B	2
Cuarto de Descanso de Hombres / Mujeres	4
Total	10

4.1.2.16. Zona 16

Esta zona está conformada por el bloque central del segundo piso: la unidad de Rayos X el cual cuenta con salas para este servicio, además de oficinas y consultorios, sala de reposo entre otros, el otro servicio que conforma esta zona en la Sala de Parto este servicio abarca la parte inferior del bloque central del segundo piso, esta zona tiene la ventaja de poseer cielo raso, ventaja debido al ser un servicio médico delicado, la menor invasión posible es la idónea. En la Tabla 4.17 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio

Tabla 4.17: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 16.

Área o Servicio		Cantidad de Usuarios
Sala Maternidad segura		1
Unidad de Rayos X	Médicos Radiólogos	2
	Salas de Rayos X	2
	Sala de Radiación	1
	Cuarto de Reposo	2
Sala de Parto		2
Total		10

4.1.2.17. Zona 17

En esta zona se encuentran las siguientes áreas del pasillo central del segundo piso: Coordinación de Nutrición y Dietética, Perinatología, Admisión y la Unidad de Urología General y Pediátrica. Esta última representa un punto potencial de interés para servicios telemáticos debido a su amplio espacio y cantidad de usuarios, agregando que es la única que posee cielo raso. En la Tabla 4.18 se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.18: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 17.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Perinatología	2
Admisión	2
Unidad de Urología General y Pediátrica	6
Total	10

4.1.2.18. Zona 18

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque sur del segundo piso: solárium o auditorio como se ha visto en otras áreas del hospital un punto de interés por su cantidad de usuarios, además está una dependencia de la UC la cual está prevista para ser biblioteca, y unas salas de hospitalización. En la Tabla 4.19 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.19: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 18.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Dependencia UC	2
Salas A y B	2
Sala de Descanso Médicos Residentes	5
Auditorium	5
Total	14

4.1.2.19. Zona 19

Esta zona esta conformada mayormente por cuartos de hospitalización (6) y salas de descanso (3), quedando como áreas de interés para servicios telemáticos la Jefatura de Servicio, un espacio de Consulta Externa, el Estar de Enfermería y el Servicio de Perinatología. Estas áreas se ubican en el bloque sur del segundo piso. La mayoría de las áreas cuentan con cielo raso. En la Tabla 4.20 se detallan la cantidad de usuarios.

Tabla 4.20: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 19.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Cuartos de Hospitalización (6)	6
Salas de Descanso (3)	3
Jefatura de Servicio	1
Consulta Externa	5
Estar de Enfermería	1
Perinatología	5
Total	21

En la Figura 4.3 se muestran las ubicaciones de las Zonas 14 a la 19 en el Segundo Piso.

4.1.2.20. Zona 20

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque norte del tercer piso: salas de hospitalización de pacientes con enfermedades contagiosas (Sala A y Sala H), además del estar de enfermería y otros servicios médicos y salas de hospitalización. Esta zona no cuenta con cielo raso, acotando de hay una áreas en remodelación que si cuentan con el cielo raso. En la Tabla 4.21 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

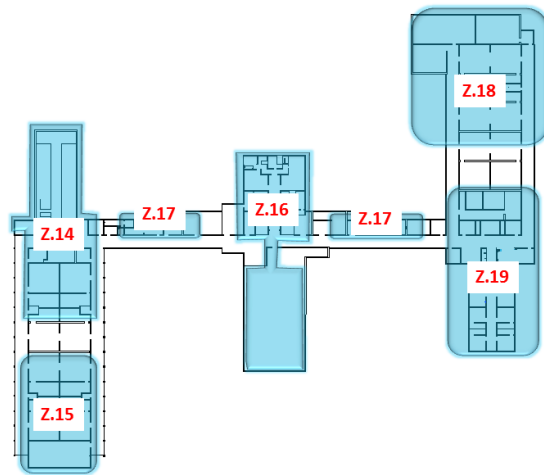


Figura 4.3: Ubicación de las Zonas (14-19) en Segundo Piso
Fuente: Autores

Tabla 4.21: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 20.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Salas A y H	1
Cuarto de reposo	2
Estar de Enfermería	1
Áreas en remodelación	3
Salas B, C	2
Total	9

4.1.2.21. Zona 21

Esta zona se ubica en la parte sur del bloque norte del tercer piso. Cuenta con dos salas de hospitalización (D y E), una sala de conferencia, una sala de reunión y estudio y la jefatura del Dpto. de Medicina; estos tres últimos recintos se unen para aportar la mayor cantidad de usuarios en esta zona, además de que son puntos donde constantemente se desarrollan reuniones, presentaciones y actividades de estudio; como punto adicional se menciona que cuentan con cielo raso. En la Tabla ?? se presenta la cantidad de usuarios.

Tabla 4.22: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 21.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Salas D y E	2
Sala de Conferencia	5
Sala de Reuniones	5
Jefatura de Servicio	3
Total	15

4.1.2.22. Zona 22

Esta zona está conformada por las siguientes áreas del bloque central del tercer piso: la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y el Quirófano el cual esta dividido en Quirófano 1 y 2, además del recinto de recuperación dentro del mismo, estos son espacios de interés pero con limitaciones por la actividades críticas que se llevan a cabo en los mismos; estas áreas cuentan con cielo raso y se destaca que el quirófano divide y limita el paso por el pasillo. Cercano al Quirófano se ubica el cuarto de reposo y el Servicio de Anestesiología. En la Tabla 4.23 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio:

Tabla 4.23: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 22.

Área o Servicio		Cantidad de Usuarios
UCI	Hospitalización	1
	Jefatura	1
Cuarto de Reposo de Enfermería		2
Cuarto de Reposo		2
Servicio de Anestesiología		3
Quirófanos 1 y 2		2
Total		11

4.1.2.23. Zona 23

La mayor parte de esta zona esta conformada por tres salas de hospitalización (C, D y E), ubicados en el bloque sur del tercer piso, teniendo como áreas de interés

dos Auditorium, en los cuales se llevan a cabo actividades de estudio y presentaciones. Ninguna de éstas áreas cuenta con cielo raso. En la Tabla 4.24 se muestra la cantidad de usuarios.

Tabla 4.24: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 23.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Salas de Hospitalización (C, D y E)	3
Auditorium (2)	8
Total	11

4.1.2.24. Zona 24

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes al bloque sur del tercer piso: habitaciones de hospitalización la cual ocupa toda la parte inferior del bloque, además de los servicios de consulta externa, estar de enfermería y cuarto de descanso. Esta zona posee cielo raso. En la Tabla 4.25 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.25: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 24.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Estar de Enfermería	1
Servicio de Cirugía	1
Consulta Externa	1
Sala B	1
Cuarto de Descanso	2
Hospitalización (2, 3, 3, 4, 7, 8)	6
Habitaciones de Descanso	2
Total	14

En la Figura 4.4 se muestran las ubicaciones de las Zonas 20 a la 24 en el Tercer Piso.

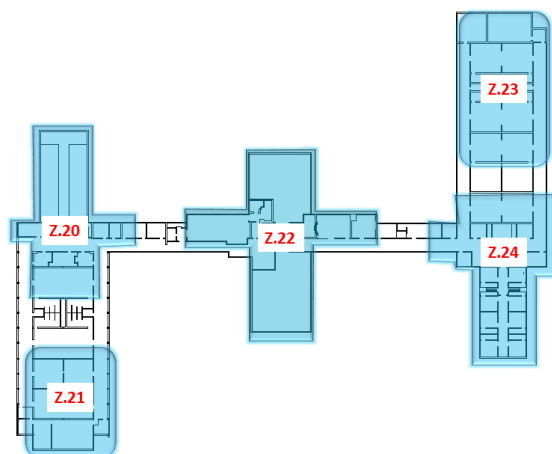


Figura 4.4: Ubicación de las Zonas (20-24) en en Tercer Piso

Fuente: Autores

4.1.2.25. Zona 25

Esta zona abarca todo el Departamento de Historias Medicas y actualmente se encuentra en remodelación. En esta área se encuentra ubicado un switch que sirve de subnodo para la red existente en el hospital y es un punto crítico al que se le debe dar servicios telemáticos. Todos los recintos poseen cielo raso. En la Tabla 4.26 se muestra la cantidad de usuarios.

Tabla 4.26: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 25.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Jefatura y Secretaría	2
Admisión	4
Incapacidad	2
Estadística	4
Central de citas	1
Oficina	2
Archivo (planta alta)	1
Total	16

4.1.2.26. Zona 26

Esta zona está conformada por los siguientes espacios pertenecientes a las edificaciones adyacentes del hospital, en su parte trasera: Almacén (donde maneja tanto materiales médicos como inmobiliarios entre otros) junto a oficinas y otras habitaciones del mismo, se encuentra también los departamento de mantenimiento, electromedicina, bienes nacionales, morgue, infectología citología y hasta la sala de distribución de energía. Esta zona abarca gran área física, pero de poco personal, sin embargo es punto de interés en el proyecto. En la Tabla 4.27 se presenta la cantidad de usuarios por cada área o servicio.

Tabla 4.27: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 26.

Área o Servicio		Cantidad de Usuarios
Área Exterior Trasera	Almacén	5
	Bienes Nacionales	2
	Mantenimiento	1
	Electromedicina	2
	Infectología y Citología	2
	Morgue	1
Total		13

4.1.2.27. Zona 27

En esta zona se ubica la farmacia, cuyos recintos internos son en su mayoría oficinas y un sótano que sirve de espacio para el almacén. Adicionalmente, existe un área adyacente para el servicio de Inmunización. Todos los espacios cuentan con cielo raso. En la Tabla 4.28 se muestra la cantidad de usuarios.

4.1.2.28. Zona 28

Finalmente, en esta última zona, se ubican dos edificaciones, una perteneciente al servicio de Hematología y otra que funciona como aula de clases para los estudiantes de medicina. Esta zona es la que más lejos está respecto al edificio principal

Tabla 4.28: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 27.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Oficinas (5)	5
Dirección	1
Recepción	1
Almacén	1
Inmunización	1
Total	9

por lo que se ha verificado la existencia de postes de iluminación para proponer un tendido de cableado aéreo para interconexión con la red a diseñar. El áreas de hematología posee cielo raso, no cumpliendose lo mismo para las aulas de clase. En la Tabla 4.29 se muestra la cantidad de usuarios.

Tabla 4.29: Cantidad potencial de usuarios en la Zona 28.

Área o Servicio	Cantidad de Usuarios
Servicio de Hematología	5
Aula de Clase	20
Total	25

Las Zonas 25, 26, 27 y 28 se muestran en la Figura 4.1.

4.1.3. Modificaciones previstas de la infraestructura del HUAL

Mediante conversaciones con el personal del hospital se obtuvo información referente a este punto. Se tiene planificando remodelar todo el hospital de forma escalonada, primero el bloque norte en todos los pisos, luego el bloque central y por último el bloque sur. Estas remodelaciones tienen interes en el mejoramiento de los recintos internamente tanto oficinas, salas de hospitalizacion, consultorios, baños entre otros.

De esta manera el diseño de la red no se vera afectado, ya que no son alteraciones de los espacio ni ampliación o creación de nuevas áreas de trabajo. Ademas que la propuesta del cableado estructurado se diseñará tomando en cuenta todas estas

modificaciones, y deberá ser capaz de amoldarse a la misma si es el caso, sin dejar de cumplir con su función.

4.1.4. Características de la red de comunicaciones existente

A través de las inspecciones realizadas y de las entrevistas al personal de Telemática, se pudo recolectar la información correspondiente a las características de la red existente, las cuales se muestran a continuación.

4.1.5. Topología física

La red de comunicaciones instalada esta conformada por un nodo principal ubicado en la Secretaría de Dirección y de tres subnodos, uno ubicado en la oficina de Admisión del Departamento de Historias Médicas, otro en la oficina de Verificación de Pagos y Suplencias del Departamento de Recursos Humanos y otro ubicado en la Sala de Rayos X del Servicio de Radiología. La topología de esta red es del tipo estrella de dos puntas, donde a partir del nodo principal salen dos rutas de cableado, una hacia cada subnodo. Asimismo, el nodo principal y los subnodos distribuyen los servicios hacia los equipos terminales utilizando una topología de estrella. La ubicación del nodo principal y subnodos actuales se muestra en las Figura [4.5](#) y [4.6](#).

4.1.6. Topología Lógica

La topología lógica de esta red corresponde con la tipo estrella.

4.1.7. Protocolo de capa física y de enlace de datos

Por medio de los equipos utilizados en la red de datos se pudo determinar que actualmente se utiliza el protocolo Ethernet bajo la especificación 100BASE-TX o Fast Ethernet.

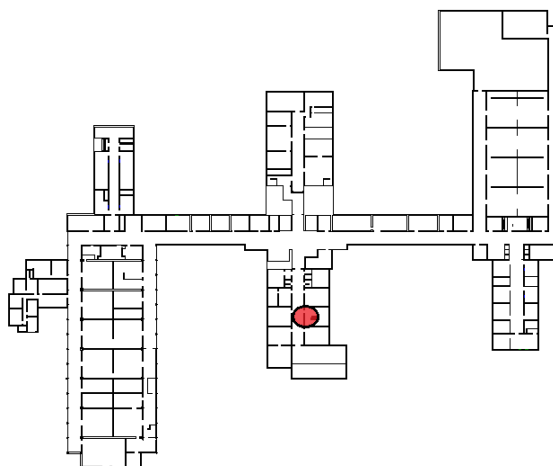


Figura 4.5: Ubicación del nodo principal

Fuente: Autores

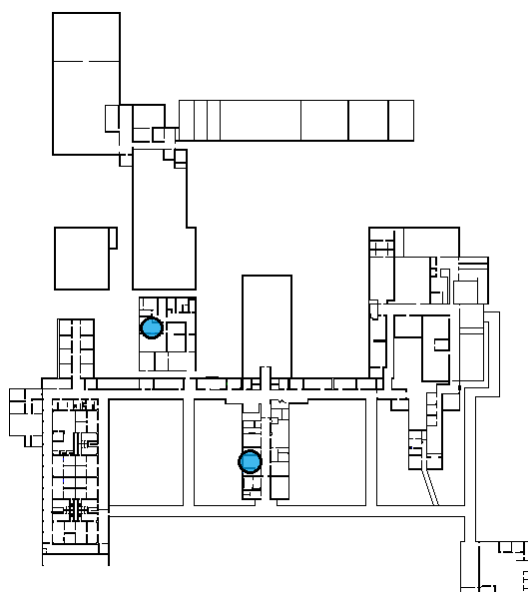


Figura 4.6: Ubicación de los subnodos

Fuente: Autores

4.1.8. Órganos de la red

A continuación se listan los órganos y componentes de la red, los cuales se encuentran ubicados en el nodo principal, subnodos y en la Oficina de Telemática.

- **Nodo principal:**

Los órganos y componentes de red en el Nodo principal se muestran en la Tabla 4.30.

Tabla 4.30: Órganos y elementos de red en el Nodo Principal

Órgano o elemento de red	Fabricante	Modelo
DTU	Newbridge	2703 MainStreet V.35
Router	Cisco	Serie 2900
Switch FastEthernet 10/100Mbps de 24 puertos	Planet	FNSW-2401
Patch Panel de 24 puertos	SIEMON	HD Series
Patch Panel de 24 puertos	SIEMON	HD Series
Patch Panel de 24 puertos	SIEMON	Max Series

De los 24 puertos en total del Switch, existen 4 que están sin utilizar. Además, sólo están en uso 13 de los 24 puertos de uno de los Patch Panels, los otros Patch Panels (uno es para voz) no están en uso. Todos los componentes están ubicados en un Rack.

- **Sub-nodo:**

Los órganos y componentes de red en el Sub-Nodo de Verificación de Pagos y Suplencias (Recursos Humanos) se muestran en la Tabla 4.31.

Tabla 4.31: Órganos y elementos de red en el Sub-nodo de Verificación de Pagos y Suplencias (Recursos Humanos)

Órgano o elemento de red	Fabricante	Modelo
Switch FastEthernet 10/100Mbps de 24 puertos	LANPRO	LP-SW2400
Patch Panel de 24 puertos	SIEMON	HD Series

Estos componentes están ubicados en un gabinete aéreo marca LANPRO. De los 24 puertos del Switch, existen 4 sin utilizar. Además, sólo están en uso 18 de los 24 puertos del Patch Panel.

- **Sub-nodo:**

Los órganos y componentes de red en el Sub-nodo de Admisión (Historias Médicas)

Tabla 4.32: Órganos y elementos de red en el Sub-nodo de Admisión (Historias Médicas)

Órgano o elemento de red	Fabricante	Modelo
Switch FastEthernet 10/100Mbps de 24 puertos	LANPRO	LP-SW2400

De los 24 puertos del Switch, existen 6 sin utilizar. El switch esta ubicado en un gabinete aéreo marca LANPRO.

■ Oficina de Telemática:

En este espacio está ubicado una PBX, una FXB (instalada por CANTV) y una fuente de alimentación:

Tabla 4.33: Características de la PBX

Órgano de red	Fabricante	Modelo
PBX	Siemens	HiPath 4000 V.4
FXB	CANTV	N/A
Fuente de Alimentación con dos rectificadores	Siemens	

Además, se encuentra un rack en donde sólo esta instalada la fuente de la PBX.

4.1.9. Características de la conexión a Internet

El Proveedor de Servicios de Internet (ISP) es CANTV. La conexión opera a una velocidad de 2048 Mbps y esta limitada por un Proxy, por lo que se requiere de un usuario y contraseña para poder tener acceso a este servicio.

El control de acceso a Internet es gestionado por el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS).

4.1.10. Tipo de cableado y canalizaciones

El cableado utilizado en todas las áreas de la red es UTP categoría 5e marca LANPRO. En cuanto a las canalizaciones, se limitan a la existencia de canaletas en las áreas de trabajo y en las áreas exteriores se utiliza tuberías PVC plástica en algunos tramos, del resto no se cuenta con canalizaciones que puedan proteger al cableado. Esto último es uno de los puntos críticos de la infraestructura de la red existente.

4.1.11. Planes de desarrollo en infraestructura telemática

Se pudo confirmar por medio del personal de Telemática, que no existen proyectos de desarrollo de infraestructura integral de telemática. Únicamente esta en proceso de ejecución un proyecto empezado hace varios años por la Empresa Siemens, para instalar servicio de voz en todo el hospital. De hecho, esta es la razón de la existencia del PBX Siemens.

Actualmente se están llevando a cabo actividades para conectar más áreas a la red de datos del hospital.

4.1.12. Sistema de Circuito Cerrado de Televisión

El hospital tiene instalado un sistema CCTV para videovigilancia, el cual esta conformado por 36 cámaras distribuidas mayormente dentro de las instalaciones internas del hospital. Para la gestión del video se cuenta con un DVR y una pantalla de 32 pulgadas, ambos localizados en la Oficina de Despacho de la Dirección. En la Figura [4.7](#), [4.8](#), [4.9](#) y [4.10](#) se muestra la ubicación de las cámaras de seguridad existentes.

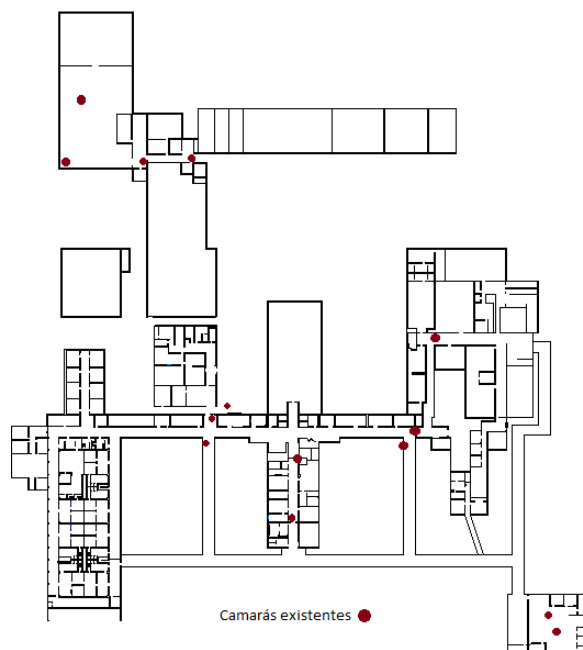


Figura 4.7: Ubicación de las cámaras de seguridad en planta baja y las áreas adyacentes

Fuente: Autores

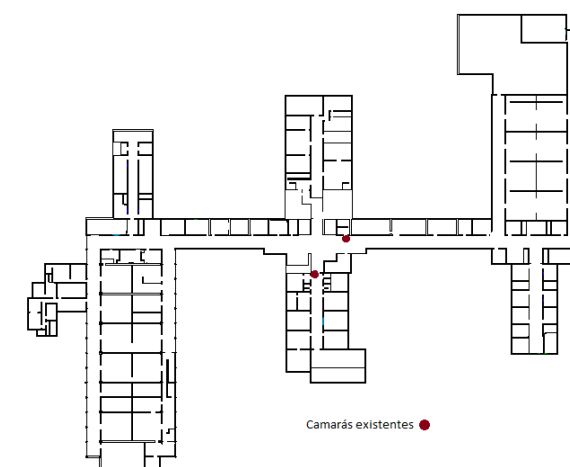


Figura 4.8: Ubicación de las cámaras de seguridad en el primer piso

Fuente: Autores

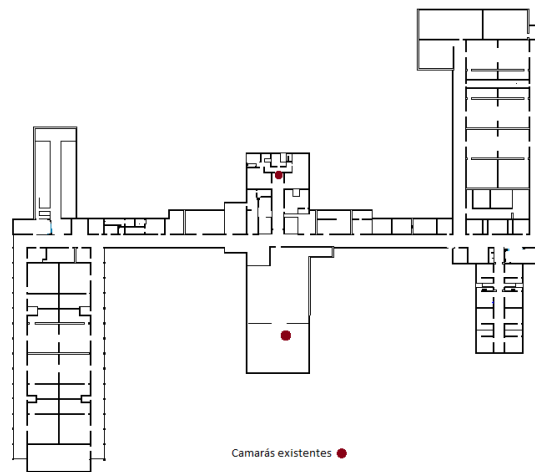


Figura 4.9: Ubicación de las cámaras de seguridad en el segundo piso
Fuente: Autores

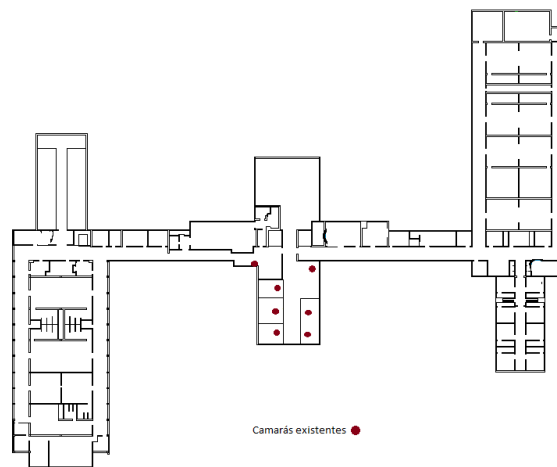


Figura 4.10: Ubicación de las cámaras de seguridad en el tercer piso
Fuente: Autores

4.1.13. Equipos terminales

Los equipos terminales predeterminado son computadoras tanto portátiles como de escritorio. También están los teléfonos inteligente “Smartphone” los cuales se añadirían como equipos terminales y por último algunos equipos de oficina como impresoras y equipos médicos especializados modernos que admitan el protocolo Ethernet.

4.1.14. Características del Cuarto de Telemática

El recinto cuenta actualmente con las siguientes características:

- Sus dimensiones son de 3,69m de ancho por 4,85m de largo, para un área total de 17,89m². Este espacio esta parcialmente dividido por una pared.
- El techo esta a una altura de aproximadamente 3m.
- La puerta tiene unas dimensiones de 0,6m de ancho por 2m de alto y posee cerradura sencilla.
- Posee un equipo de Aire Acondicionado pero sin control de humedad.
- Un lado del recinto cuenta con una luminaria de 12 bombillos flourescentes tipo T8 de los cuales solo 6 están en funcionamiento. Del otro lado, se cuenta con un bombillo fluorescente circular de 32W.
- Tiene instalada una FXB de CANTV cuyas canalizaciones están en desuso; los cables de multipar telefónico presentes en estas canalizaciones no se están utilizando.
- Actualmente tiene instalada una PBX Siemens HiPath 4000 V.4 con su fuente de alimentación del mismo proveedor. Posee una capacidad de 10 troncales analógicas y de 300 extensiones privadas (pudiendo ser expandida a 10000 si se utiliza VoIP). Actualmente tiene 10 extensiones privadas y 3 troncales analógicas operativas.
- Posee instalado un rack de anchura de 19 pulgadas con capacidad de 40 U.R. de las cuales 3 U.R ya se encuentran ocupadas por la fuente de alimentación de la PBX.
- El tablero de electricidad que alimenta este recinto está conectado a la planta eléctrica de respaldo del hospital.

4.1.15. Planta de respaldo eléctrico

El Hospital cuenta con un cuarto de generadores de alta capacidad para el respaldo de energía en caso de fallas del suministro eléctrico principal, el mismo se encuentra ubicado en la zona 26 ver Figura 4.1. Los circuitos que actualmente están conectados a este sistema de respaldo de energía son: sectores críticos del hospital como quirófano, emergencia, administración, recursos humanos, farmacia (esta tiene una planta extra de menor calibre), entre otros sectores, además de los pasillos de cada piso del edificio. Es de destacar que este respaldo es solo para los circuitos que operan a 110 V.

- Datos técnicos de interés de la Planta marca Volvo Penta
 - 750 kVA.
 - 600 kW.
 - Capacidad para una carga máxima de 1980 A. La carga actual es de aproximadamente 1000-1100 A.
 - Fp (factor de potencia) = 0.8.
 - Revoluciones por minuto (RPM) = 1800.
 - PLC automático, funciona a base de Gasoil.

4.1.16. Encuesta estructurada

Con la finalidad de conocer las opiniones del personal que labora a diario en el hospital se procedió a realizar una encuesta estructurada que consistió en 5 preguntas. El modelo de la encuesta se puede ver en el **Apéndice A**

Las preguntas de la encuesta se enfocó principalmente en conocer las necesidades en cuanto a servicio telemáticos del personal médico, administrativo y obrero. La encuesta consta de cinco preguntas cerradas (Si o No), a continuación se muestra en la Figura 4.11 el resultado de la misma en un diagrama, fueron encuestadas 30 personas.

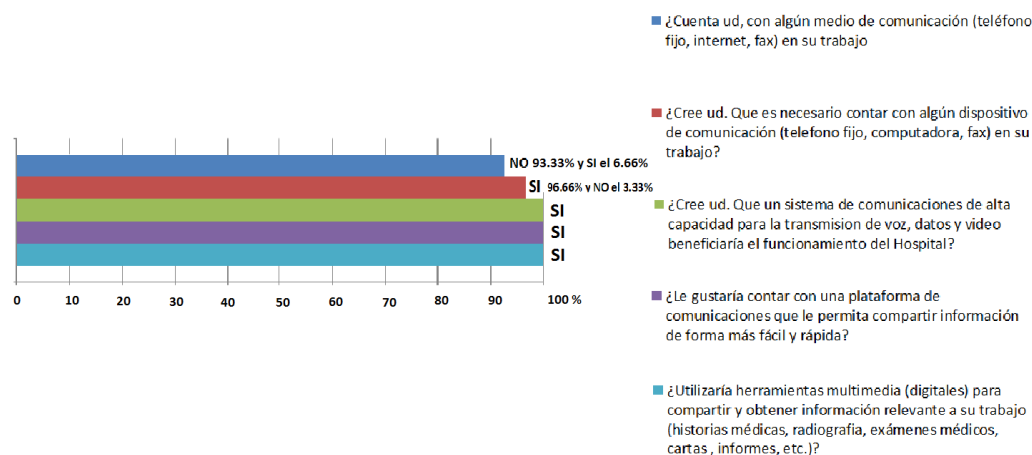


Figura 4.11: Resultados de la Encuesta

Fuente: Autores

En este gráfico se observan los resultados de los encuestados en porcentaje y respondieron en un 100 % que “SI” consideran que un sistema comunicaciones de alta capacidad y que cuenten con ellos, para sus labores de trabajo o formación educativa son importantes y necesarios, además que el 93.33 % “NO” cuenta actualmente con un sistema de comunicación. Es debido a estas afirmaciones que se deben tomar en cuenta para la propuesta y optimización del diseño de la red de comunicaciones del HUAL, esto traerá beneficios tanto para la mayoría de los ciudadanos que acuden a estos centros de salud a recibir atención gratuita, como para el desarrollo tanto profesional como tecnológico para los trabajadores del hospital.

Diseño de la infraestructura de comunicaciones

4.2. Ubicación del nodo principal y de los subnodos

4.2.1. Ubicación del Nodo Principal

El Nodo Principal representará el núcleo de toda la red y el punto de acceso a la nube con CANTV y REDIUC. Actualmente la Sala de Informática y Telemática ubicada en el Departamento de Recursos Humanos es el espacio que esta propuesto para cumplir estas funciones. Este lugar tiene una característica en desventaja: no está ubicado en el centro de la red (centro de la edificación). En la Figura [4.12](#) se muestra la ubicación del nodo principal.

4.2.2. Ubicación de los Subnodos

Se propone ubicar los subnodos en espacios en los que en principio se desarrollan otras actividades, es decir, se compartirá el espacio. Lo anterior se debe al hecho de que no hay recintos disponibles para su uso exclusivo en materia de telecomunicaciones. Por este motivo, se ha planteado aumentar la cantidad de subnodos para distribuir la cantidad de equipos de red de forma más uniforme, de manera de no ocupar tanto espacio.

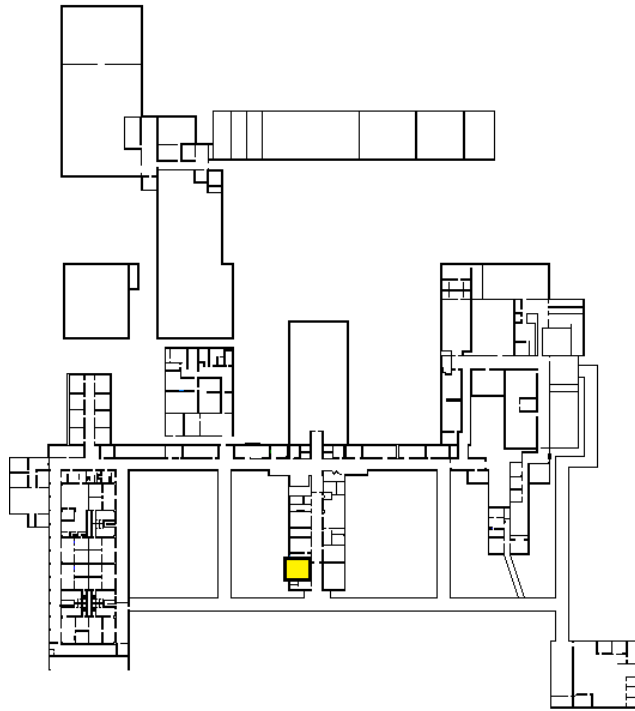


Figura 4.12: Ubicación del Nodo Principal

Fuente: Autores

Otra razón de aumentar la cantidad de subnodos es para segmentar la red y así crear independencia y flexibilidad en su funcionamiento, es decir, menos áreas dependerán de un único subnodo y, por lo tanto, en caso de fallas solo se verá afectada una porción de la red. Adicionalmente, esta independencia permite que la implementación de la red pueda ser ejecutada por etapas y de forma modular, característica importante en la implementación de este proyecto.

Por otro lado, se ha tomado en cuenta que los espacios cumplan con los siguientes requerimientos:

- Deben ser espacios poco transitados.
- No deben ser áreas de acceso restringido , por ejemplo, emergencia, quirófanos, salas de parto, UCI, entre otros.

- Se recomienda ubicar los subnodos en áreas con potencial crecimiento de usuarios.
- Deben tener disponibilidad de espacio físico para la ubicación y el acceso a los equipos de red.
- Deben tener un altura que permita ubicar los gabinetes aéreos (en donde irán los equipos) sin obstruir o afectar el espacio de otro objeto.
- Se deben ubicar lo más centrado que se pueda en la zona o área en donde se prestará servicio de red, de manera de reducir la cantidad de cable UTP desde cada subnodo hasta cada área de trabajo (longitud del cableado UTP menor a 100 metros por norma).

Para facilitar la identificación de los subnodos se utilizará la siguiente simbología:

- Subnodos A.1, A.2, ..., A.n, para la identificación de los subnodos en planta baja y en las áreas adyacentes al edificio principal.
- Subnodos B.1, B.2, ..., B.n, para la identificación de los subnodos en el primer piso.
- Subnodos C.1, C.2, ..., C.n, para la identificación de los subnodos en el segundo piso.
- Subnodos D.1, D.2, ..., D.n, para la identificación de los subnodos en el tercer piso.

En base a las premisas señaladas, a continuación se detalla la ubicación de los subnodos.

4.2.2.1. Subnodos en planta baja y áreas adyacentes al edificio principal

La ubicación de los subnodos se indican en la Tabla [4.34](#) y en la Figura [4.13](#).

Como caso particular el subnodo A.1 está ubicado en el espacio de una escalera condenada por motivo de una reciente remodelación y no se tiene previsto que sea

Tabla 4.34: Ubicación de los subnodos en Planta Baja y áreas adyacentes al edificio.

Área o Bloque	Ubicación de los Subnodos	Subnodo	Zonas que abarca
Bloque Norte	Antiguo espacio de la escalera	A.1	1 y 2
Bloque Central	Sala de Descanso de Médicos	A.2	3
Bloque Sur	Supervisión de Enfermería	A.3	5, 6 y una porción de la 3
Áreas Adyacentes	Histórias Médicas	A.4	25
	Almacén	A.5	26
	Farmacia	A.6	27
	Hematología	A.7	28

ocupado por personal del hospital. Por otro lado, el subnodo A.3 se ha ubicado en el unico recinto disponible para brindar servicios a las zona 5 y 6.

En Histórias Médicas ya existe un subnodo y se propone reutilizarlo e interconectarlo a la red.

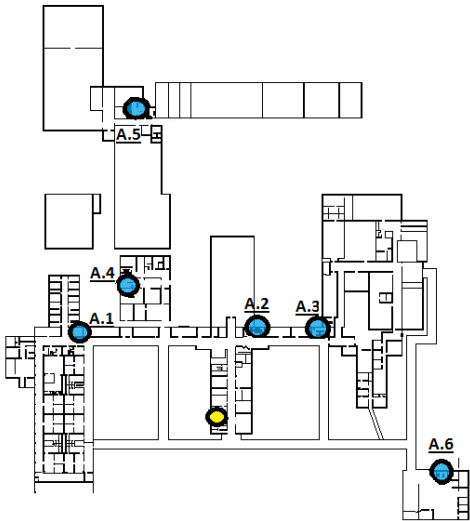


Figura 4.13: Ubicación de los subnodos en planta baja y edificaciones adyacentes

Fuente: Autores

4.2.2.2. Subnodos en Primer Piso

La ubicación de los subnodos se indican en la Tabla 4.35 y en la Figura 4.14.

Tabla 4.35: Ubicación de los subnodos en el Primer Piso

Bloque	Ubicación de los subnodos	Subnodo	Zonas que cubre
Norte	Departamento de Pediatría	B.1	7 y 8
Central	Dirección de Secretaría	B.2	9, 10 y 11
Sur	Auditorium	B.3	12
	Cuarto de Residentes	B.4	13

A diferencia de planta baja, en el bloque sur se ha agregado un subnodo adicional por el hecho de que los espacios disponibles para ubicar subnodos se encuentran en los extremos del bloque. Se propone seguir utilizando la secretaría de Dirección como espacio para ubicar un subnodo.

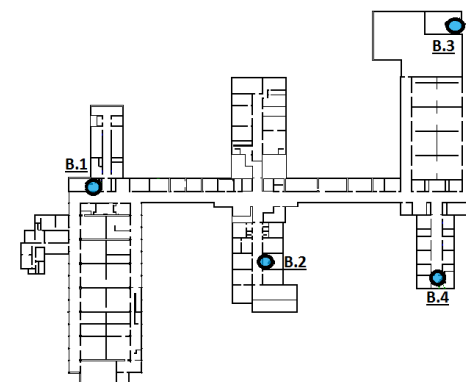


Figura 4.14: Ubicación de los subnodos en el primer piso

Fuente: Autores

4.2.2.3. Subnodos en Segundo Piso

La ubicación de los subnodos se indican en la Tabla 4.36 y en la Figura 4.15.

Se observa que se ha limitado la cantidad de subnodos a uno por cada bloque ya que la ubicación de los mismos se encuentra aproximadamente en el medio.

Tabla 4.36: Ubicación de los subnodos en el Segundo Piso

Bloque	Ubicación de los subnodos	Subnodo	Zonas que cubre
Norte	Cuarto de Descanso de Neonatólogos	C.1	14, 15 y una porción de la 17
Central	Cuarto de descanso Unidad de Rx	C.2	16 y 17
Sur	Cuarto de Descanso	C.3	18 y 19

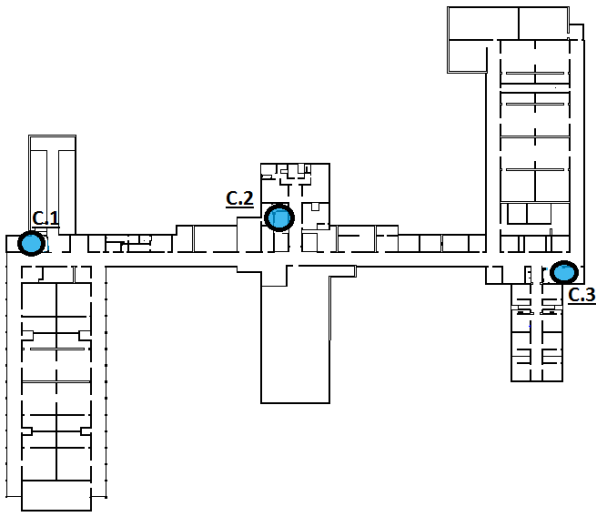


Figura 4.15: Ubicación de los subnodos en el segundo piso
Fuente: Autores

4.2.2.4. Subnodos en Tercer Piso

La ubicación de los subnodos se indican en la Tabla 4.37 y en la Figura 4.16.

Tabla 4.37: Ubicación de los subnodos en el Tercer Piso

Bloque	Ubicación de los subnodos	Subnodo	Zonas que cubre
Norte	Cuarto de Descanso	D.1	20 y 21
Central	Cuarto de Descanso de Enfermería	D.2	22
Sur	Cuarto de Descanso	D.3	23 y 24

La ubicación de los subnodos es similar a la del segundo piso con la diferencia de que el nodo para el bloque central se localiza en el pasillo izquierdo.

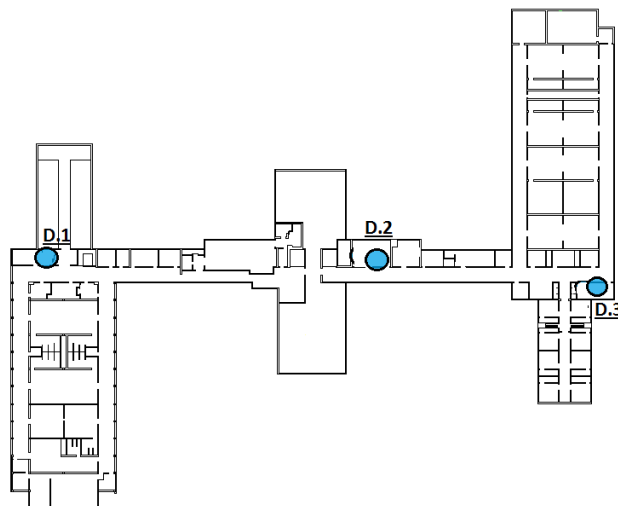


Figura 4.16: Ubicación de los subnodos en el tercer piso

Fuente: Autores

4.3. Topología del Backbone

En esta parte se definirá el tipo de topología lógica y física para el subsistema de cableado backbone, el cual se extiende desde el nodo principal hasta cada subnodo.

4.3.1. Topología Lógica

La topología lógica determina la manera de conexión en una red independientemente de la ubicación física entre los dispositivos. Básicamente se define por el tipo de protocolo de comunicación de capa física que se vaya a utilizar. Para efectos de este proyecto, se utilizará el protocolo Ethernet, por ser el más predominante en las redes de datos además de ser compatible para una gran cantidad de equipos en el mercado. Lo anterior automáticamente establece la condición de que el tipo de topología lógica a seleccionar sea estrella.

En base a la cantidad de subnodos definida en la sección anterior, la Figura 4.17 muestra un gráfico con la topología lógica para el backbone de la red a diseñar.

Es de notar que todos los subnodos se conectan directamente al nodo principal, siendo éste el punto de conexión común en la red.

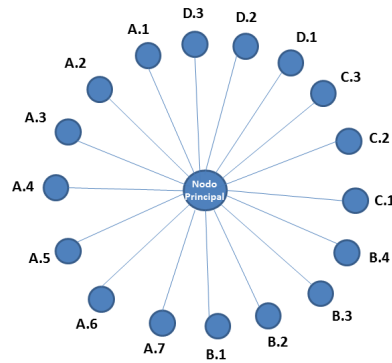


Figura 4.17: Topología lógica del backbone

Fuente: Autores

4.3.2. Topología física

La topología física toma en consideración la posición física de los elementos o dispositivos de red para establecer la manera en que se interconectan. Debido a la forma de la edificación del hospital y de la ubicación de los subnodos, se propone diseñar una topología física híbrida, es decir, compuesta de varios tipos de topología. En primer lugar, se empezará con diseñar la topología física en planta baja, para lo cual se debe observar nuevamente la Figura 4.13 en donde se observa la disposición física del nodo principal y de los subnodos.

Por la ubicación del nodo principal respecto a los demás subnodos, se propone seleccionar una topología en anillo que en principio se podría analizar como una topología tipo bus por el hecho de que el proyecto está planificado a ser implementado por etapas. En primera instancia, deben existir dos trayectos obligatorios para lograr interconectar todos los subnodos: uno que pasaría por los subnodos A.2, A.3, A.6 y A.7 y el otro que pasaría por A.1, A.4 y A.5, ambos trayectos partirían del nodo principal tal como se observa en la Figura 4.18.

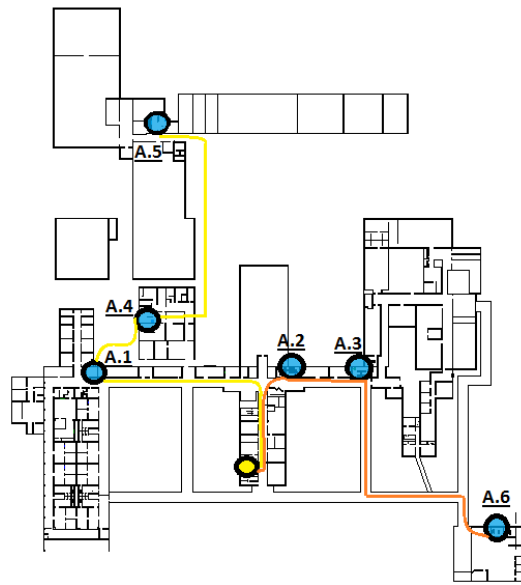


Figura 4.18: Trayectos iniciales en la topología física en planta baja

Fuente: Autores

En este punto, se tienen dos trayectos independientes que permiten interconectar todos los subnodos. A pesar de esto, la red se encuentra vulnerable a fallas debido a que una ruptura en algún punto de los dos trayectos dejaría sin servicio a una cantidad de subnodos en particular, en donde, mientras más cerca ocurra la ruptura respecto al nodo principal mayor sería la cantidad de subnodos afectados. Como solución para evitar este problema, se deben implementar trayectos redundantes desde A.5 hasta A.3 y desde el nodo principal hasta A.6, para de esta manera cerrar el anillo, que, en realidad estaría compuesto por tres anillos. Lo anterior se puede observar en la Figura 4.19 y 4.20.

Una topología en anillo tiene la ventaja de contar con tramos redundantes que brindarían mayor disponibilidad y robustez a la red ante cualquier eventualidad o falla que se presente, un aspecto muy importante en cualquier red de comunicaciones. La desventaja de este tipo de topología es que se utiliza una mayor cantidad de cableado y canalización, sin embargo, para efectos del espacio y estructura del hospital este punto no se torna tan significativo.

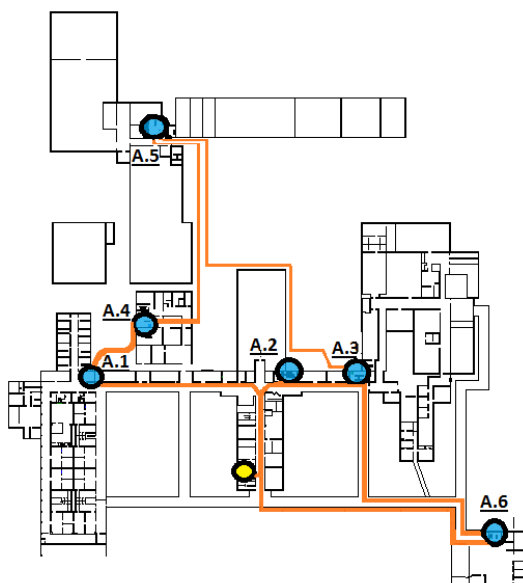


Figura 4.19: Trayectos finales para cerrar el anillo en la topología física en planta baja

Fuente: Autores

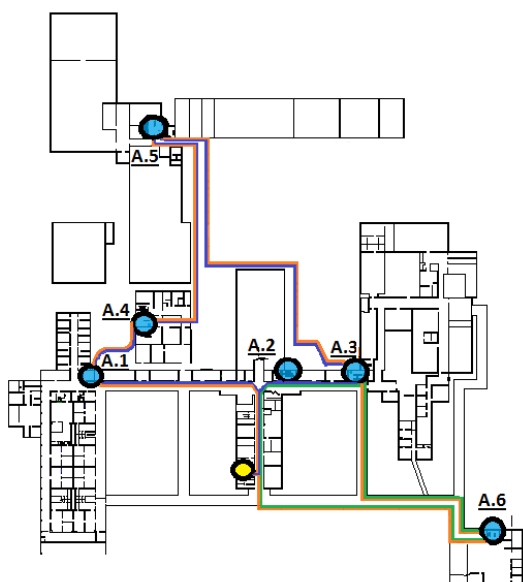


Figura 4.20: Anillo principal y anillos secundarios en la topología física de planta baja

Fuente: Autores

Una vez seleccionada la topología física en planta baja, se procede al diseño para el primer, segundo y tercer piso. En este caso resulta más sencillo el trabajo. Ante todo, se debe observar nuevamente las Figuras 4.14, 4.15 y 4.16. Para poder interconectar el nodo central con estos subnodos, se requiere establecer un trayecto vertical desde planta baja a tercer piso (pasando antes por el primer y segundo piso); se ha propuesto localizar este trayecto en el punto que se indica en la Figura 4.21, ya que es el punto más cercano al nodo principal.

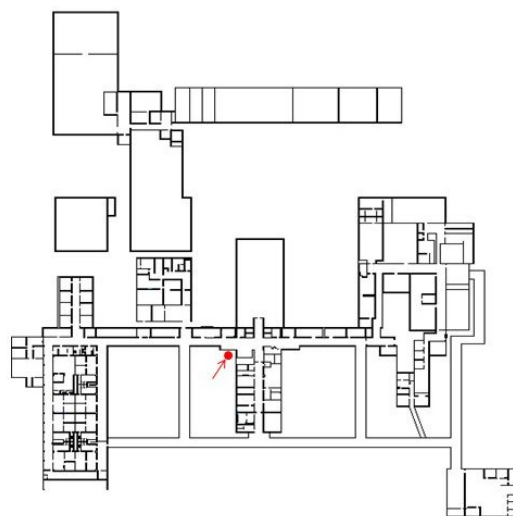


Figura 4.21: Punto de subida del trayecto vertical del backbone

Fuente: Autores

Para la interconexión de estos subnodos con el nodo principal, se propone en este caso plantear una topología tipo estrella de dos puntas, de manera que una vez que el trayecto llegue a cada piso se dividiría en dos: uno en sentido hacia el subnodo ubicado en el bloque norte y el otro en sentido hacia el subnodo del bloque central para luego pasar por el bloque sur. Lo anterior se puede observar en la Figuras 4.22, 4.23 y 4.24, en donde, el triángulo representa el punto de subida y cada círculo un subnodo. Este tipo de topología segmenta la red, permitiendo distanciar las fallas, es decir, la falla en un sector no afectaría a otros sectores. Por otro lado, no se contaría con trayectos redundantes, lo cual representa un riesgo en la disponibilidad de servicio en la red.

Después de haber definido la topología a implementar en el backbone, anillo

para planta baja, y estrella de dos puntas en los demás pisos, se observa con claridad la topología híbrida que se ha planteado, tomando en cuenta las desventajas y ventajas de la estructura del hospital y así optimizando el diseño de estas topologías.

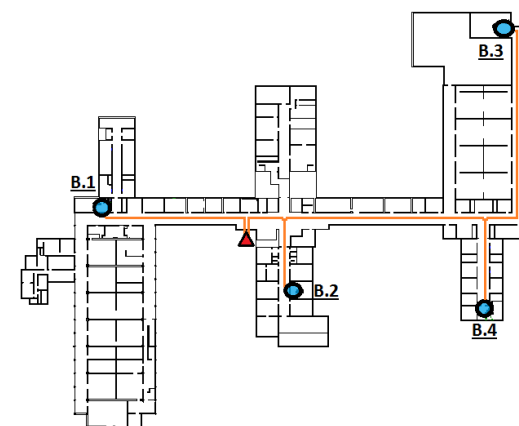


Figura 4.22: Trayecto del backbone en el primer piso

Fuente: Autores

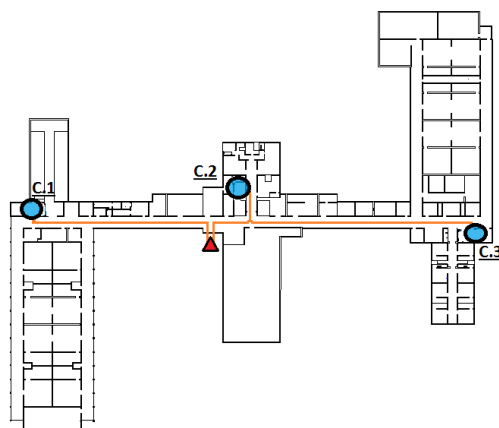


Figura 4.23: Trayecto del backbone en el segundo piso

Fuente: Autores

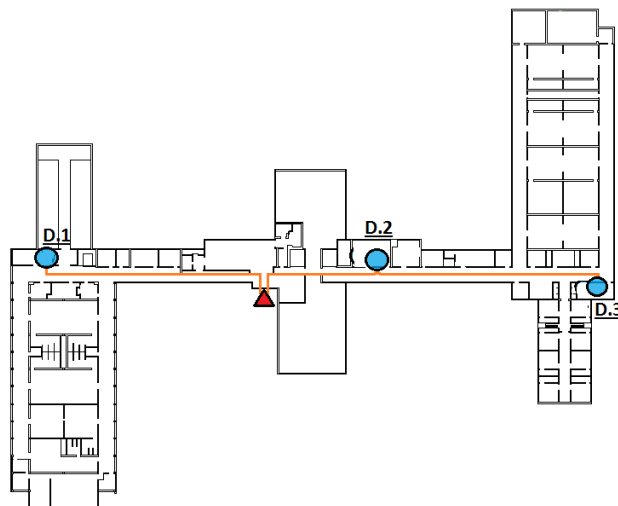


Figura 4.24: Trayecto del backbone en el tercer piso

Fuente: Autores

4.4. Topología de las redes locales (subsistema horizontal)

La topología tanto lógica como física que se describen a continuación comprenden el subsistema de cableado horizontal, comprendido desde cada subnodo hasta cada punto de voz o datos en las áreas de trabajo.

4.4.1. Topología Física y Lógica

Se propone implementar una topología en estrella, ya que es la predominante en las redes LAN. La topología en estrella es adecuada para una red con características de ser cambiante y en crecimiento, sin afectar las modificaciones de la misma o de la estructura interna con otros elementos finales, es decir, es independiente entre sí, además que es mas flexible y de fácil de ampliación, aún cuando es la topología más costosa para implementar. Esta característica se adapta a las condiciones que pueden tener las redes locales en cuanto a modificaciones y crecimiento de puertos. En la Figura 4.25 se muestra un ejemplo de este tipo de topología.

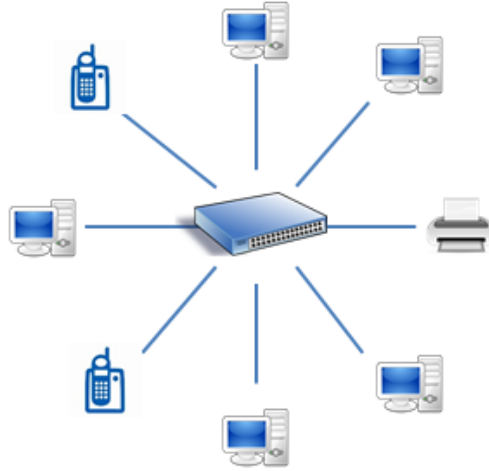


Figura 4.25: Ejemplo de topología física y lógica en las redes locales (subsistema horizontal)

Fuente: Autores

4.5. Arquitectura del backbone

En esta sección se realiza el diseño de la arquitectura del backbone, lo cual incluye la selección del tipo y ruta de las canalizaciones, tuberías, cableado, dispositivos de distribución, equipos de red y demás elementos pertenecientes la columna vertebral de la red de comunicaciones, es decir, la infraestructura desde el nodo principal hasta cada subnodo.

4.5.1. Canalizaciones

Para este proyecto se propone utilizar canalizaciones superficiales tanto en las paredes externas como en las internas de las edificaciones puesto que son más económicas y fáciles de instalar, además de ser las que mejor se adaptan a la estructura física del edificio principal y de las demás edificaciones que conforman el hospital. Existen tramos en donde se requiere instalar canalizaciones aéreas utilizando

postes de iluminación como puntos de anclaje, también se utilizará el techo de los pasillos externos.

4.5.1.1. Ruta de las canalizaciones

En la sección anterior se definió la topología física para interconectar cada uno de los subnodos de la red. Con esto establecido, se define de forma intrínseca la ruta de las canalizaciones del backbone. Se debe recordar que el trayecto del backbone ocupa varias plantas del edificio principal así como también edificaciones que se encuentran distantes. Para la selección de la ruta de las canalizaciones se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe aprovechar en lo posible los espacios que posean cielo raso.
- El recorrido de las canalizaciones debe ser a través de las paredes (internas o externas), el techo e incluso cornizas siempre y cuando sea en una misma edificación.
- En caso de no existir paredes o techos en donde fijar las canalizaciones, es decir, cuando exista un trayecto que sea entre edificaciones lejanas entre sí, se debe utilizar otro tipo de estructura que lo permita, como soportes existentes o postes (iluminación, energía eléctrica, etc.)
- En la selección de la canalización se debe considerar el espacio para la instalación de cableado para servicios de voz y de cableado para servicios de datos, voz y video, esto es, cable multipar telefónico y cable de fibra óptica.
- Colocación de cajas de paso distanciadas cada 30 o 60 metros para facilitar la transición de tuberías y facilitar la instalación del cableado.

Para describir las rutas de las canalizaciones se ha dividido el backbone en varios tramos, comenzando por la parte correspondiente a la planta baja del edificio principal y de las edificaciones adyacentes. La ruta de las canalizaciones para esta parte se muestra en la Figura 4.19 y en el **Plano 1 del Apéndice C** y se describe en lo siguiente:

- Tramo nodo principal a A.1

En este tramo la canalización parte del nodo principal y sale hacia el pasillo del Departamento de Recursos Humanos, recorre todo este trayecto en dirección al pasillo central del edificio; una vez en este punto, cruza en dirección hacia el subnodo A.1. Durante todo el trayecto, la canalización se dispone siempre sobre un cielo raso existente.

- Tramo A.1 a A.4

La canalización parte del subnodo A.1 y toma sentido hacia fuera de la edificación. Estando en el exterior, se traslada a través de las paredes hasta descansar sobre el techo de un recinto cercano para entonces pasar hacia la edificación del Departamento de Historias Médicas recorriendo antes un tramo de menos de 2 metros de longitud que esta al aire para luego sujetarse nuevamente a la pared. Una vez en la otra edificación se mantiene el recorrido por las paredes externas hasta llegar al subnodo A.1, teniendo que previamente ingresar hacia el recinto de Admisión.

- Tramo A.4 a A.5

Desde el subnodo A.4 parte la canalización en sentido hacia el exterior de la actual edificación para incorporarse a una bandeja existente que transporta otras tuberías. Se mantiene sobre estos soportes en dirección hacia el almacén recorriendo aproximadamente 50 metros hasta llegar a un punto en donde debe abandonar el soporte metálico y desviarse hacia la izquierda para acceder al recinto donde se ubica el subnodo A.5.

- Tramo A.5 a A.3

En este tramo la canalización parte del subnodo A.4 y toma dirección hacia la morgue, fijada durante todo este recorrido al techo de la edificación; una vez en la morgue toma dirección hacia el edificio principal, en donde debe pasar por un tramo aéreo para nuevamente incorporarse a las paredes externas hasta llegar a la ubicación del subnodo A.3. En este punto ocurren dos derivaciones de la ruta de la canalización, las cuales se detallan en los dos siguientes tramos.

- Tramo A.3 a A.2

Este tramo toma dirección hacia el subnodo A.2 recorriendo un trayecto de 22 metros sobre cielo raso.

- Tramo A.2 al nodo principal

Desde el subnodo A.2 parte la canalización hasta llegar al nodo principal recorriendo siempre tanto el pasillo principal como el pasillo del Dpto. de Recursos Humanos, siempre sobre cielo raso.

- Tramo A.3 a A.6

El recorrido toma la dirección hacia el pasillo externo ubicado al frente del recinto donde se ubica el subnodo A.3 recorriendo en primer lugar parte del pasillo para luego incorporarse al techo del pasillo externo en dirección hacia la farmacia en donde abandona esta estructura para ingresar a la edificación.

- Tramo A.6 a A.7

En este último tramo, la canalización parte de la edificación correspondiente a la farmacia y parte del recorrido es a través de las paredes externas hasta llegar a un punto en donde debe abandonar dicha edificación para continuar su trayecto a través de un conjunto de postes. El recorrido aéreo es de aproximadamente 170 metros utilizando los postes de iluminación existentes y dos postes nuevos a construir como soportes.

Las longitudes en metros de cada tramo de planta baja y edificaciones adyacentes se muestran en la Tabla 4.38. Se muestran dos longitudes, la primera resultante de la medición directa con error en exceso de los tramos y la segunda representa una corrección de cada tramo tomando en cuenta un margen de seguridad del 10 % de la longitud, más 5 metros al salir o entrar en cada uno de los subnodos. Estos cálculos de longitudes aplican de la misma manera para los tramos del primer, segundo y tercer piso.

La ruta de la canalización correspondiente al primer piso se muestra en la Figura 4.22 y en el **Plano 2 del Apéndice C** y se describe en lo siguiente:

Tabla 4.38: Longitud de los tramos de la canalización, backbone en planta baja y edificaciones adyacentes

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta A.1	76.56	93
A.1 hasta A.4	28.2	40
A.4 hasta A.5	65.74	80
A.5 hasta A.3	124.5	146
A.3 hasta A.2	26.06	38
A.2 hasta Nodo principal	36.97	48
A.3 hasta A.6	70.2	87
A.6 hasta A.7	165.5	190
A.6 hasta nodo principal	80.59	96
Total	674.94	818

- Tramo Nodo principal hasta B.1

En este tramo, la canalización parte del nodo principal y su recorrido es a través de la pared externa hasta llegar al final de este trayecto para luego cambiar su dirección en sentido ascendente hasta llegar al primer piso, en donde nuevamente cambia su dirección en sentido hacia el subnodo B.1, recorriendo la corniza externa a lo largo del pasillo hasta incorporarse al pasillo central para finalmente ingresar al recinto donde se ubica el subnodo B.1

- Tramo Nodo principal hasta B.2

Al igual que en el tramo anterior, parte una canalización que recorre las paredes externas de la edificación tanto en forma horizontal como en forma vertical; una vez en las escaleras ingresa al pasillo central en dirección al Departamento de Dirección y Administración, hasta llegar al subnodo B.2.

- Tramo B.2 a B.3

Durante este recorrido la canalización recorre el pasillo del Departamento de Dirección y Administración hasta llegar al pasillo principal, para luego desviarse hacia la corniza en dirección hacia el bloque sur e incorporarse nuevamente al pasillo hasta llegar al subnodo B.3. A excepción del tramo por la corniza, la canalización se traslada siempre sobre cielo raso.

- Tramo B.3 a B.4

En este tramo, la canalización se dispone sobre cielo raso en el trayecto del pasillo del bloque norte y luego pasa a la corniza hasta llegar al Auditorium de Traumatología en donde ingresa al recinto donde se ubica B.4.

Las longitudes de cada tramo (en metros) se muestran en la Tabla 4.39.

Tabla 4.39: Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el primer piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta B.1	62.59	78
Nodo principal hasta B.2	51.2	65
B.2 hasta B.3	80.52	98
B.3 hasta B.4	76.14	93
Total	270.45	334

La ruta de la canalización correspondiente al segundo piso se muestra en la Figura 4.23 y el **Plano 3 del Apéndice C** y se describe en lo siguiente:

- Tramo nodo principal a C.1

La canalización parte del nodo principal y se traslada tanto de forma horizontal como vertical por las paredes externas del edificio. Una vez en el segundo piso, mantiene su trayecto a través de las cornizas y espacios internos del pasillo central hasta llegar al subnodo C.1.

- Tramo nodo principal a C.2

La canalización parte del nodo principal y se traslada tanto de forma horizontal como vertical por las paredes externas del edificio. Una vez en el segundo piso, su recorrido es a través del pasillo central del edificio en dirección al Servicio de Radiología hasta llegar al Cuarto de Reposo en donde se ubica el subnodo C.2

- Tramo C.2 hasta C.3

Durante este tramo, la canalización recorre parte del pasillo central y de la corniza adyacente a este pasillo hasta ingresar al Cuarto de Reposo de Médicos, en donde se ubica el subnodo C.3.

En la Tabla 4.40 se muestra las longitudes (en metros) de cada uno de los tramos en el segundo piso.

Tabla 4.40: Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el segundo piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta C.1	69.21	85
Nodo principal hasta C.2	46.8	61
C.2 hasta C.3	59.55	75
Total	175.56	221

La ruta de la canalización correspondiente al tercer piso se muestra en la Figura 4.24 y el **Plano 4 del Apéndice C**. La descripción de estos tramos es muy similar a la de los tramos del segundo piso; la canalización tiene sus tramos ascendentes desde el nodo principal hasta llegar al tercer piso. Una vez en esta planta, los recorridos son a través de los pasillos centrales y de las cornizas hasta cada uno de los subnodos. Las longitudes de cada tramo (en metros) se detallan en la Tabla 4.41.

Tabla 4.41: Longitud de los tramos de la canalización, backbone en el tercer piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta D.1	78.12	94
Nodo principal hasta D.2	55.12	69
D.2 hasta D.3	44.73	58
Total	177.92	221

4.5.1.2. Descripción de la Tubería

En este proyecto el cableado irá canalizado por tubería. Se propone utilizar tubería EMT galvanizada en caliente, con diámetros de entre 2 y 3 pulgadas. La selección de este tipo de tubería se debe a que es más económica respecto a la conduit,

más ligera y de fácil instalación. En todos los tramos de la canalización backbone, se requiere adicionalmente de la instalación de sub-ductos del tipo PVC Conduit de plástico para conseguir una separación tanto en los cables de fibra óptica como multipar telefónico, esto con el fin de economizar y aprovechar el espacio de las tuberías. A continuación se mencionan los detalles de las tuberías por cada tramo.

- En planta baja e instalaciones adyacentes al edificio principal, los tramos tanto desde el nodo principal hasta un subnodo y desde subnodo a subnodo se utilizarán tuberías de 2 pulgadas de diámetro; los subductos a utilizar serán del tipo PVC Conduit de plástico de 3/4 pulgadas de diámetro y la cantidad por cada tramo depende de la cantidad de cables de multipar telefónico y fibra óptica y se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.42: Cantidad de subductos por tramos en planta baja e instalaciones adyacentes

Tramo	Cantidad de subductos
Nodo principal a A.1	4
Nodo principal a A.2	3
Nodo principal a A.6	3
A.1 a A.4	3
A.4 a A.5	2
A.5 a A.3	1
A.2 a A.3	2
A.3 a A.6	1
A.6 a A.7	2

- Para los tramos en donde las canalizaciones parten del nodo principal para ascender al primer, segundo y tercer piso respectivamente se propone utilizar 2 tuberías de 3 pulgadas de diámetro, de modo que una tubería transporte el cableado hacia el bloque norte y la otra hacia el bloque central y sur. En cada piso, cada las tuberías llegarán a cajas de paso para distribuir el cableado en dirección hacia cada bloque así como también hacia el siguiente piso. A continuación se describe el trayecto ascendente dividido en 3 tramos a mencionar:

- Tramo desde el nodo principal al primer piso: las tuberías tendrán un diámetro de 3 pulgadas y se utilizarán subductos tipo PVC Conduit de

plástico de 3/4 pulgadas de diámetro, la cantidad de subductos por cada tubería se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.43: Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el nodo principal al primer piso

Tubería	Cantidad de subductos
Dirección hacia Bloque Norte	6
Dirección hacia el Bloque Central y Sur	9

- Tramo desde el primer piso al segundo piso: las tuberías mantendrán el diámetro de 3 pulgadas y se utilizarán subductos tipo PVC Conduit de plástico de 3/4 pulgadas de diámetro, la cantidad de subductos por cada tubería se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.44: Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el primer piso al segundo piso

Tubería	Cantidad de subductos
Dirección hacia Bloque Norte	4
Dirección hacia el Bloque Central y Sur	6

- Tramo desde el segundo piso al tercer piso: las tuberías tendrán un diámetro de 2 pulgadas y se utilizarán subductos tipo PVC Conduit de plástico de 3/4 pulgadas de diámetro, la cantidad de subductos por cada tubería se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.45: Cantidad de subductos para el tramo ascendente desde el segundo piso al tercer piso

Tubería	Cantidad de subductos
Dirección hacia Bloque Norte	2
Dirección hacia el Bloque Central y Sur	3

- En las cajas de paso ubicadas en cada piso partirán dos tuberías de 2 pulgadas con 2 subductos del tipo PVC Conduit de plástico de 3/4 pulgadas de diámetro, una en dirección hacia el bloque central y la otra en dirección al bloque norte.

- La tubería en dirección al bloque norte llegará directamente a cada subnodo por piso, mientras que la tubería en dirección al bloque central debe pasar primero por los subnodos B.2, C.2 y D.2 para llevar los cables correspondientes a estos recintos y luego seguir hacia los subnodos B.3, C.3 y D.3.

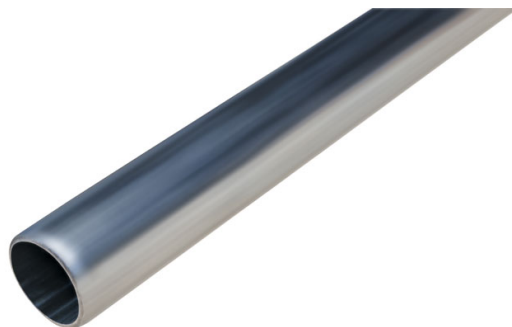


Figura 4.26: Tipo de tubería a utilizar para el backbone

Fuente: homedepot.com

Es de destacar que la longitud de los subductos depende de cada tramo, los mismos han sido especificados en las tablas [4.38](#), [4.39](#), [4.40](#) y [4.41](#).

4.5.1.3. Descripción de las cajas de paso

Las cajas de paso permiten realizar la distribución del cableado y una adecuada manipulación e instalación del mismo, además de funcionar como puntos de transición entre tuberías, ya que se tiene estipulado utilizar tuberías de distintos diámetros según el espacio que se requiera para los cables de manera de reducir costos, además de ser implementadas en puntos de cruce de 90°. Deben estar ubicadas a una distancia máxima de entre 30 y 60 metros según convenga a lo largo de las canalizaciones backbone. Como ya se mencionó, las canalizaciones verticales llegarán a cajas de paso para poder derivar el cableado en cada piso. Las dimensiones de esta caja de paso se muestran en la Figura [4.27](#). Donde W, H, D varía dependiendo de el diametro de la tuberia que ingresa como muestra la Tabla [4.46](#).

**Figura 4.27:** Dimensiones de la caja de paso para canalizaciones verticales**Fuente:** Autores**Tabla 4.46:** Dimensiones de la caja de paso W" x H" x D"

Diámetro de la tubería EMT (pulgadas)	Dimension de la Caja de paso (pulgadas)
1 1/2"	6"x6"x4"
2"	12"x12"x4"
3"	16"x16"x8"

4.5.1.4. Soportes y sustentación de la tubería

Anteriormente se mencionó que las canalizaciones irán fijadas a las paredes de las edificaciones y en los casos en donde exista una distancia grande entre edificaciones se deben utilizar otro tipo de estructuras para el soporte de las canalizaciones.

La geometría física de las instalaciones del hospital permite que la mayor parte de los trayectos de las canalizaciones backbone puedan ir fijadas a las paredes, por lo que, para estos casos se requiere utilizar abrazaderas metálicas con el diámetro que corresponda al de cada tubería a utilizar. Se deben instalar abrazaderas cada 1 metro de distancia para asegurar un anclaje que permita soportar el peso de la tubería y del cableado en su interior.

Por otro lado, también existen tramos en donde las canalizaciones deben ir suspendidas entre edificaciones y postes. Como casos particulares se mencionan los siguientes 2 tramos:



Figura 4.28: Abrazadera para sujeción de tuberías a las paredes

Fuente: homedepot.com

- Tramo de 124 metros de longitud correspondiente al trayecto desde el subnodo A.5 al A.3, en donde las canalizaciones irán suspendidas sobre soportes existentes (soportes que transportan otras tuberías).
- El otro tramo es el más largo, de aproximadamente 170 metros de longitud correspondiente a la mayor parte del trayecto entre el subnodo A.6 al A.7, en donde las canalizaciones irían suspendidas entre edificación (Farmacia) y sustentandas por postes para llegar a la edificación de Hematología. En este trayecto se verificó la existencia de postes de iluminación con espacio disponible para soportar las canalizaciones, además, se propone instalar dos nuevos postes para facilitar el traslado de la canalización hasta su destino. Este tramo se presenta en la Figura 4.29.

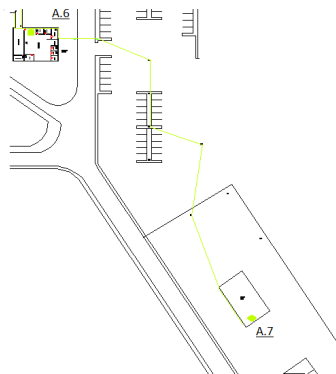


Figura 4.29: Tramo desde A.6 hasta A.7 (Zoom)

Fuente: Autores

Para todos estos casos se propone utilizar un cable de sustentación de acero de 5/16" de diámetro para la sustentación de la tubería que transportará el cableado. Para sujetar la tubería al cable de sustentación se deben realizar 6 trenzados de alambre de acero cada 0.5 metros. Esto se muestra en la Figura 4.30.

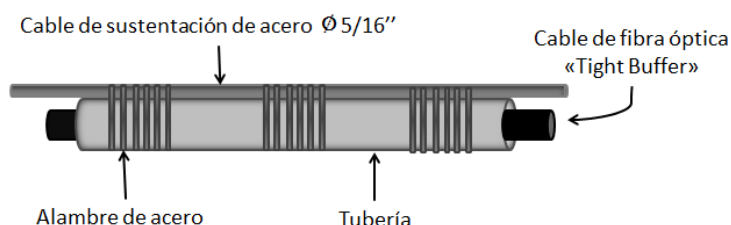


Figura 4.30: Soporte de tubería aérea
Fuente: Autores

A continuación se definen tres tipos de puntos de soporte:

- Punto de paso: el cable de sustentación no lleva ningún tipo de tensión y solo sirve para apoyar el cable. Los puntos de paso están ubicados en los postes y consiste en un anillo soldado a estos por donde pasa el cable sin ser cortado. Se requiere de 40cm de cabilla lisa de 3/8".
- Punto de tensión: este punto sirve para dar tensión al cable de sustentación, esta hecho de un anillo soldado al poste o estructura en donde se inserta un tensor. Se requiere de 40 cm de cabilla lisa de 3/8 pulgadas, 2 perros de 5/16" y un tensor M12.
- Punto de anclaje: este punto sirve para soportar las tensiones ejercidas por los puntos de tensión y esta hecho de un anillo soldado al poste o estructura. Se requiere 40cm de cabilla lisa de 3/8" y 2 perros de calibre 5/16".

Adicionalmente se describen los siguientes lineamientos a seguir en la instalación del tendido aéreo:

- Las canalizaciones deben estar a una altura mínima de 5 metros. Esto con el fin de evitar que sean afectadas por algún camión o vehículo y también para protegerlas del acceso de personas.
- Se deben colocar cajas de paso en distancias intermedias entre 30 o 60 metros para facilitar la instalación del cableado.
- Sobre las estructuras se utilizarán solo puntos de anclaje o de tensión.
- Cuando existan postes en línea recta se intercalarán puntos de paso con puntos de tensión.
- Cuando el trayecto describa un ángulo se debe cuidar que el mismo no exceda el radio de curvatura mínimo del cable de fibra óptica, este radio de curvatura es indicado en la subsección siguiente. Además, en estos casos se colocará un punto de tensión.

4.5.2. Cableado

Existen dos tipos de cableado a utilizar en el sistema backbone: cable multipar telefónico indoor y cable de fibra óptica multifilar indoor. El primero, como su nombre lo indica, irá dedicado exclusivamente para el tráfico de voz y el segundo para el tráfico datos y video y multimedia. La elección de la fibra óptica se debe a que brinda los siguientes beneficios:

- Permite transportar todo tipo de información (voz, datos y video).
- Ofrece una mayor velocidad de transmisión y ancho de banda.
- Permite transportar grandes cantidades de datos siendo afectada en menor medida por la distancia del trayecto.
- Menor atenuación en función de la distancia.
- Inmunidad electromagnética.

Se utilizará cable de fibra óptica multimodo de 50/125 micrometros que opere a una longitud de onda de 850 nanometros del tipo indoor, debido a que en primer lugar, las distancias entre subnodos están dentro del rango de buen desempeño para este tipo de fibra, además de que requiere del uso de equipos que son más económicos respecto a los que se utilizan para fibra monomodo. Asimismo, este tipo de fibra óptica permite una fácil instalación, manipulación y mantenimiento.

El tipo de cable de fibra óptica comercial a utilizar se puede deducir tomando en consideración la canalización y el trayecto que debe cubrir, por lo que se recomienda un cable con la característica de construcción *"Tight Buffer"* o buffer ajustado, utilizado para uso en instalaciones outdoor e indoor, señalando un dato de interés para la instalación y manipulación como el radio de curvatura mínimo y además brinda facilidad de implementación y diámetro reducido.

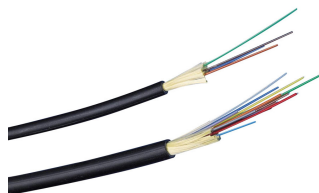


Figura 4.31: Cable de fibra óptica tipo *"Tight Buffer"*

Fuente: Furukawua.com

Por otro lado, para determinar la cantidad mínima de hilos que debe tener este cable (considerando que se necesita un par por cada enlace) depende del tipo de topología a utilizar, que, en este caso, es tipo anillo; considerando el anillo más grande en planta baja (ver Figura 4.19), la cantidad mínima de hilos necesarios son 10 (5 pares). Para los enlaces de los demás pisos se tiene un mínimo de 4 hilos (2 pares). Lo indicado anteriormente no considera hilos libres, por lo que se recomienda adquirir cable con mayor cantidad de hilos para preveer posibilidades de expansión, por lo cual se recomienda utilizar un cable de 12 hilos en total; el cable tendrá un diámetro de 6.9mm.

En las Tablas 4.47, 4.48, 4.49, 4.50 se indican la cantidad de cable de fibra óptica a utilizar por cada tramo. Como se puede observar, se parte de la longitud corregida (calculada en una sección anterior) como longitud de referencia y se define una

nueva longitud corregida en donde se incluyen 20 metros adicionales del cable de fibra óptica (10 metros al entrar y 10 metros al salir de cada subnodo), los cuales se ubicarán en una caja de guarda con el propósito de contar con sobrante de cable que permita la prevención y solventación de fallas futuras, por cortes o fracturas del cable, además de otros 5 metros de fibra desnuda en la bandeja del ODF tanto al entrar o salir del recinto.

Tabla 4.47: Longitud de los tramos del backbone en planta baja y edificaciones adyacentes

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta A.1	93	123
A.1 hasta A.4	40	70
A.4 hasta A.5	80	110
A.5 hasta A.3	146	166
A.3 hasta A.2	38	68
A.2 hasta Nodo principal	48	78
A.3 hasta A.6	87	117
A.6 hasta A.7	190	220
A.6 hasta nodo principal	96	126
Total	818	1078

Tabla 4.48: Longitud de los tramos del backbone en el primer piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta B.1	78	108
Nodo principal hasta B.2	65	95
B.2 hasta B.3	98	128
B.3 hasta B.4	93	123
Total	334	454

Tabla 4.49: Longitud de los tramos del backbone en el segundo piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta C.1	96	126
Nodo principal hasta C.2	71	101
C.2 hasta C.3	59	89
Total	226	316

Tabla 4.50: Longitud de los tramos del backbone en el tercer piso

Tramo	Longitud (m)	Longitud Corregida (m)
Nodo principal hasta D.1	94	124
Nodo principal hasta D.2	69	99
D.2 hasta D.3	58	88
Total	221	311

Por otro lado, la selección del cable multipar telefónico indoor se debe básicamente a que la red de voz será del tipo analógica por ser la más utilizada hoy en día y la menos costosa en cuanto a instalación y equipos necesarios para su implementación. Para este caso se utilizarán cables de 25 a 50 pares como máximo.



Figura 4.32: Cable multipar telefónico
Fuente: cableorganizer.com

4.5.2.1. Conectores y conectorización

Para el cableado de fibra óptica se utilizarán dos tipos de conectores: SC y LC. Las razones de esta elección se basan en que el SC es el que más comúnmente se implementa en los ODF comerciales, por otro lado, el LC es el más utilizado para las conexiones a los equipos a través de módulos transceiver SFP.

4.5.2.2. Esquema de ingreso y salida de cables a cada subnodo

El esquema de ingreso y salida de cables a cada subnodo se describe de la siguiente manera:

1. Ingresan el cable multipar de cobre y multipar de fibra al subnodo por tubería canalizada de 2", cada uno por un subducto de 1".
2. El cable de fibra óptica ingresa a la caja de guarda de 16"x16"x6" (38x38x14cm), da 16 vueltas y sale para ingresar al ODF.
3. Una vez en el ODF, los hilos del cable de fibra se separa mediante splitters, se deja un sobrante de fibra y los hilos requeridos para brindar conectividad al subnodo.
4. Los hilos asignados al subnodo se conectan mediante empalme de fusión a los pigtails y se utiliza un patch cord para la conexión con el switch.
5. Los hilos restantes salen del ODF, pasando previamente por otros splitters. Sale el cable de fibra pasando por la caja de guarda en donde nuevamente da 16 vueltas para finalmente salir por subducto de 1" de otra tubería.
6. El paso anterior (número 5) aplica para la configuración tipo anillo en planta baja, es decir, para cuando dos o más subnodos se conectan de forma consecutiva. De otra manera, el esquema finaliza al conectar mediante un patch cord el puerto del ODF con el switch.
7. Para el caso del cable multipar telefónico, se cablea directamente al patch panel dedicado para voz dejando los pares de cobre necesarios. Acotando que iran por la misma canalizacion tantos cable multipar telefónico sea necesario y en cada subnodo habra una caja de paso para cumplir con lo anterior.

4.5.2.3. Cálculo de las pérdidas del enlace de la fibra óptica

Como todo enlace de comunicaciones presenta pérdidas y aún cuando en la fibra optica son bajas las pérdidas, se debe realizar el cálculo o presupuesto de potencia para cada enlace en la red, de manera de determinar los niveles de potencia para el correcto funcionamiento de la red. Cada elemento que conforma el enlace de fibra, como el propio cable, conectores, empalmes, debe cumplir con los estándares para así cumplir con lo estipulado en la norma EIA/TIA 568B.

Las pérdidas por cada elemento se muestra a continuación:

- 3.5dB/Km para fibra optica multimodo.
- 0.1dB para conectores LC (usados en los GBIC, señalados mas adelante)
- 0.2dB para conectores SC.
- 0.05dB para los empalmes de fusión.

Tomando en consideración lo anterior, conjuntamente con el número de empalmes, conectores. Se prosigue al cálculo de las pérdidas por tramos, como se puede observar en la Tabla [4.51](#), [4.52](#) y la ecuación de las pérdidas se muestra a continuación.

$$P_{Total} = (N_c * P_{Conec}) + (N_e * P_{empal}) + (L_{tramo} * P_{fibra})$$

Donde:

- N_c =Números de conectores
- P_{Conec} = Pérdidas por conector
- N_e = Números de empalmes
- P_{empal} =Pérdida por empalme
- L_{tramo} =Longitud del tramo
- P_{fibra} =Pérdida de la fibra por Km

Tabla 4.51: Pérdidas de cada tramo, Planta Baja

Tramo	Sentido Horario (+) Anti- Horario(-)	Longitud(m)	Nº conexiones	Nº Empalmes	Pérdidas (dB)
Nodo principal hasta A.1	+	127	4	2	1.13
Nodo principal hasta A.1	-	607	12	6	4.62
Nodo principal hasta A.1	-	509	12	6	4.28
A.1 hasta A.4	+	199	6	3	1.84
A.1 hasta A.4	-	535	10	5	3.92
A.1 hasta A.4	-	437	10	5	3.57
A.4 hasta A.5	+	308	8	4	2.67
A.4 hasta A.5	-	426	8	4	3.01
A.4 hasta A.5	-	328	8	4	2.74
A.5 hasta A.3	+	486	10	5	3.75
A.5 hasta A.3	-	248	6	3	2.02
A.5 hasta A.3	-	150	6	3	1.67
A.3 hasta A.2	+	556	12	6	4.44
A.3 hasta A.2	-	318	8	4	2.71
A.2 hasta Nodo principal	+	636	14	7	5.17
A.2 hasta Nodo principal	-	80	4	2	0.98
A.3 hasta A.6	+	606	12	6	4.66
A.6 hasta A.7	+	220	6	3	1.87
A.6 hasta nodo principal	+	732	14	7	5.5
A.6 hasta nodo principal	-	126	4	2	1.15

Tabla 4.52: Pérdidas de cada tramo, de los Pisos 1,2,3

Tramo	Longitud	Nº conexiones	Nº Empalmes	Pérdidas (dB)
Nodo principal hasta B.1	112	4	2	1.09
Nodo principal hasta B.2	98	4	2	1.04
B.2 hasta B.3	132	6	3	1.61
B.3 hasta B.4	127	8	4	2.06
Nodo principal hasta C.1	119	4	2	1.11
Nodo principal hasta C.2	92	4	2	1.02
C.2 hasta C.3	107	6	3	1.54
Nodo principal hasta D.1	129	4	2	1.15
Nodo principal hasta D.2	103	4	2	1.02
D.2 hasta D.3	90	6	3	1.56

4.5.3. Protocolo de capa física y de enlace (Capa 1 y 2 OSI)

La capa física y de enlace del backbone operará utilizando el protocolo de comunicaciones más utilizado a nivel global como lo es Ethernet. La razón de elegir este protocolo se debe a la alta penetración que tiene tanto en las redes LAN como en las WAN, lo cual lo hace compatible con una gran cantidad de equipos y órganos de red. Su funcionamiento flexible permite que pueda operar en distintos medios físicos (cable UTP, fibra óptica, interfaz aérea) y que pueda incorporar nuevas tecnologías. Sumando a lo anterior, se tiene que es un protocolo confiable y de bajo costo para implementar.

Para el caso especial del backbone se sugiere implementar Gigabit Ethernet especificado bajo los estándares 1000BASE-SX y 1000BASE-LX, debido a que son los indicados para los tipos de cable a utilizar, esto es, fibra óptica multimodo y monomodo (para la conexión con la nube).

4.5.4. Costo total de materiales para las canalizaciones y cableado del backbone

En la Tabla 4.53 se muestra el costo total de cables requeridos para el cableado backbone, acotando que por ser grandes metrajes se maneja por carretes de 1 Km,

2 Km, 3 Km... ó presentado en pies(ft), 1000 ft equivale a 305m aproximadamente. Considerando la tasa cambiaria de SICAD II a 49.98 Bs por dólar a la fecha 28-11-2014 y adicionalmente presentado los costos en Unidades Tributarias (U.T.) a 127Bs la (U.T.) se tiene:

Tabla 4.53: Costo total del cableado para el backbone

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(U.T.)	Costo (U.T.)
1100m	Fibra óptica multimodo de 12 hilos, "Tigth Buffer" para todo planta baja y edificaciones adyacentes	429(U.T.)/300m	1573
454m	Fibra óptica multimodo de 12 hilos, "Tigth Buffer" para el primer piso	429(U.T.)/300m	649.22
316m	Fibra óptica multimodo de 12 hilos, "Tigth Buffer" para el segundo piso	429(U.T.)/300m	451.88
311m	Fibra óptica multimodo de 12 hilos, "Tigth Buffer" para el tercer piso	429(U.T.)/300m	444.73
1000m	Multipar telefónico de 25 pares para todo planta baja y edificaciones adyacentes	195(U.T.)/300m	650
580m	Multipar telefónico de 25 pares para el primer piso	195(U.T.)/300m	377
420m	Multipar telefónico de 25 pares para el segundo piso	195(U.T.)/300m	273
400m	Multipar telefónico de 25 pares para el tercer piso	195(U.T.)/300m	259.57
Cantidad Total de Fibra óptica multimodo de 12 hilos "Tigth Buffer", 2181m≈2200m		429(U.T.)/300m	8066.66
Cantidad Total Multipar telefónico de 25 pare, 2400m		195(U.T.)/300m	4000

En la Tabla 4.54 se muestra el total de costo por canalizaciones señalando que cada tubo tendrá el subducto correspondiente señalados en la subsección 4.5.1.2 y otros materiales relacionados, y acotando ademas que cada tubo es de 3 metros.

Tabla 4.54: Costo total de canalizaciones para el Backbone

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(U.T.)	Costo (U.T.)
216	Tubo EMT 2" con subducto para la canalizacion planta baja y áreas adyacentes	13.65	2948.4
110	Tubo EMT 2" con subducto para la canalizacion del primer piso	13.65	1501.5
75	Tubo EMT 2" con subducto para la canalizacion del segundo piso	13.65	1023.75
73	Tubo EMT 2" con subducto para la canalizacion del tercer piso	13.65	996.45
30	Tubo EMT 3" con subducto para subir a los pisos	17.55	526.5
8	Tubo EMT 2" con subducto para subir a los pisos	15.6	124.8
474	Conector EMT 2"	0.94	443.66
1422	Abrazadera EMT 2"	0.78	1109.16
30	Conector EMT 3"	1.248	37.44
90	Abrazadera EMT 3"	1.17	105.3
2	Caja de paso vertical 16" x 16" x 8"	7	14.04
2	Caja de paso vertical 12" x 12" x 4"	4.68	9.36
2	Poste tubular de acero de 8 metros de alto	66.3	132.6
200metros	Cable de acero de 5/16"	0.78/metro	156
30metros	Cabilla lisa de 3/8"	0.78/metro	23.4
20	Perros 5/16"	0.39	7.8
Costo Total			9170(U.T.)

4.5.5. Sistema de Backup mediante enlace terrenal de microondas

El sistema de Backup funcionará como un canal de comunicación de respaldo en caso de que el enlace de fibra óptica (canal principal) presente alguna falla o avería que pueda comprometer la comunicación del HUAL con el exterior. Como se ha indicado en el alcance de este proyecto, se propone el diseño de un enlace terrenal de microondas que brinde conectividad a la nube de CANTV y DIMETEL. En lo siguiente se procederá con el desarrollo de este sistema.

4.5.5.1. Ubicación de los puntos de Tx y Rx del enlace

Como bien se sabe, un radioenlace terrenal de microondas requiere de dos puntos para la transmisión y recepción de información. La ubicación de estos puntos debe ser tal que permita la operación del radioenlace; en este sentido, se toma en consideración que el enlace cumpla con la condición de tener línea de vista tanto óptica como electromagnética. Otros aspectos a tomar en cuenta, es que los puntos estén cercanos a los equipos de banda base (indoor) y que exista una estructura en donde fijar la antena (torre, poste, etc.). Los puntos seleccionados se muestran en la Figura 4.33. En el hospital, el punto se encuentra ubicado en el techo por encima del nodo principal, mientras que en el otro extremo, el punto de repetición o de conexión a la nube de DIMETEL, se encuentra ubicado en el Nodo Psiquiátrico.

Las coordenadas en Latitud y Longitud de los puntos se ha calculado utilizando un equipo GPS y se muestran en la Tabla 4.55 y la Figura 4.33 para visualización de lo indicado.

Tabla 4.55: Coordenadas de los puntos de Tx y Rx del enlace

Lugar	Latitud	Longitud
Techo del HUAL	10°17'26,8"N	68°00'01,4"O
Nodo-Psiquiatrico (REDIUC)	10°16'57,4"N	68°00'35,2"O

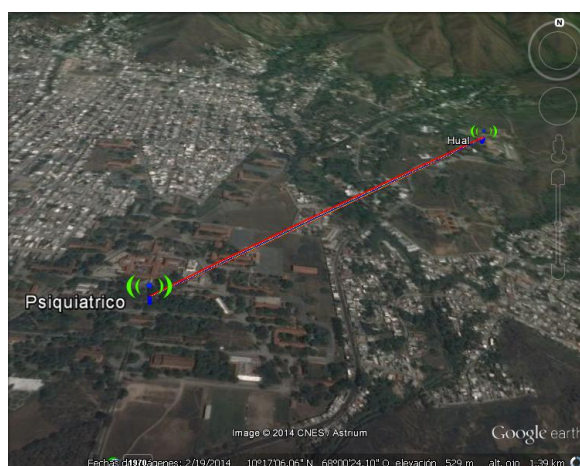


Figura 4.33: Hual- Nodo Psiquiatrico

Fuente: Autores

La selección de estos puntos se debe, en primer lugar, a su cercanía relativa, cuya distancia de separación es de aproximadamente 1,37Km, lo cual contribuye a reducir las pérdidas del espacio libre en el enlace. Por otro lado, el Nodo Psiquiátrico brinda conexión directa tanto con REDIUC como con CANTV, además, es administrado por DIMETEL y esto facilita los trámites requeridos tanto para solicitar espacio físico en torre (outdoor) como en rack (indoor) para los equipos a instalar; asimismo, el acceso a los sitios no requiere de vehículo 4x4 por no estar ubicados en montañas.

4.5.5.2. Capacidad del enlace

La capacidad del enlace se refiere a la tasa máxima de bits al cual puede operar. Esto depende directamente del flujo de datos promedio en el hospital y debe ser capaz de soportar esta demanda.

En principio, y por la naturaleza de ser un sistema de Backup, no se requiere de la capacidad máxima del hospital sino de una porción de la misma (entre un 30 o 50 por ciento). En virtud de que los equipos de radioenlaces terrenales de microondas existentes en el mercado están diseñados para soportar altas capacidades de transmisión de datos, se propone que el enlace tenga como mínimo una capacidad de 250 Mbps.

4.5.5.3. Selección del equipo

Un punto importante en el diseño del radioenlace es la selección del equipo de comunicación. En este aspecto, se han tomado las siguientes consideraciones en la selección del mismo:

- Capacidad de operar bajo el protocolo IP.
- Las capas de enlace de datos y física deben soportar Ethernet para facilitar la implementación y compatibilidad con los equipos de red del hospital.

- Frecuencia de operación dentro de la bandas libres no licenciadas (2,4GHz ó 5,7GHz) según establece CONATEL. Preferiblemente la banda de 5,7GHz por el hecho de que la mayoría de los equipos domésticos operan en la banda de 2,4GHz, lo cual puede traer problemas de interferencia.
- Economía y calidad.
- Tasa de bits superior a los 100Mbps.
- Facilidad en la instalación.
- Ganancia de la antena.

Luego de indagar las características de varios equipos de distintos fabricantes, se ha seleccionado el PowerBeam ac (PBE-5AC-500) de Ubiquiti Networks. Este equipo opera en la banda de 5GHz, tiene una ganancia máxima de 27dBi y una tasa de bits de hasta 450Mbps. Es de destacar, que opera bajos los protocolos IP y Ethernet, ofrece una fácil implementación y su costo es más reducido respecto a otros equipos de radioenlace.



Figura 4.34: PowerBeam ac de Ubiquiti Networks
Fuente: Ubiquiti.com

4.5.5.4. Cálculo teórico de los parámetros del enlace

Para el diseño del radioenlace terrenal de microondas se deben calcular los parámetros principales de operación del enlace como lo son: niveles de potencia de

Tx y Rx, niveles de frecuencia de Tx y Rx, pérdidas del enlace, altura de las antenas y distancia del enlace. Con apoyo en la teoría desarrollada en la subsección 2.1.10.1 se realizará el cálculo teórico de estos parámetros para luego compararlos con los arrojados mediante la simulación del enlace con un software especializado en una subsección posterior.

En primer lugar, se debe observar el **Apéndice A** donde se muestra una tabla con la relación entre los niveles de potencia de Tx y Rx y el tipo de modulación del equipo suministrado por el fabricante. Se desea que el enlace pueda operar con una modulación de 256QAM por lo que se debe garantizar en el peor de los casos un nivel de recepción de -74dBm . Tomando esto en consideración se puede seleccionar tanto la potencia de transmisión como el umbral de recepción:

- Tx Power $P_{Tx} = 20\text{dBm}$
- Umbral Rx $U_{Rx} = -74\text{dBm}$

Según el datasheet del fabricante la ganancia de la antena es igual a:

- Ganancia de la antena $G_a = 27\text{dBi}$.

La banda de operación de este equipo según el datasheet del fabricante es: 5150MHz - 5875MHz . Lo cual cumple con el requerimiento de que opere en la porción del espectro libre de $5,7\text{GHz}$ según lo establece CONATEL.

Para facilitar y mejorar la precisión del cálculo de la distancia del enlace (d), además de las alturas de cada antena (h_1 y h_2) se empleará la herramienta de visualización del perfil topográfico del software Radio Mobile. Como datos de entrada se introdujeron las coordenadas de los dos puntos y se cargo el perfil topográfico de la zona de estudio. Los resultados se muestran en la Figura 4.35.

A partir de la Figura 4.35 se tiene:

- La distancia del enlace entre el HUAL y el Nodo Psiquiátrico es $d = 1,37\text{Km}$.

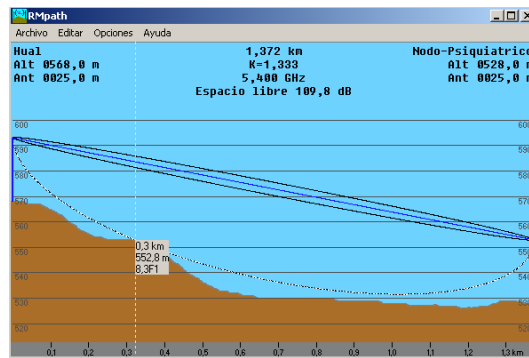


Figura 4.35: Perfil topográfico del terreno. Cálculo de d , h_1 y h_2 . utilizando el Software Radio Mobile

Fuente: Autores

- La altura sobre el nivel del mar del punto ubicado en el HUAL es $h_a = 572\text{m}$; tomando en consideración la altura a partir respecto al piso del edificio mas la altura del poste en donde será ubicada la antena se tiene: $23 + 2 = 25$. Por lo cual $h_1 = 25\text{m}$.
- La altura sobre el nivel del mar del punto ubicado en el Nodo Psiquiátrico $h_b = 520\text{m}$; en el Nodo Psiquiátrico se encuentra una torre venteadada de aproximadamente 25 metros de altura respecto al piso, por lo cual $h_2 = 25\text{m}$.

Cálculo de las pérdidas

Por la banda de operación de trabajo del enlace se pueden considerar despreciables las pérdidas por propagación debido a lluvia, gases y vapores atmosféricos. Para este punto se consideran solamente las pérdidas de propagación de espacio libre:

$$L_{\text{Tot}} = L_e + L_{\text{In}}$$

$$L_e = 92,45 + 20\text{Log}(f [\text{GHz}]) + 20\text{Log}(d [\text{Km}])$$

$$L_e = 109,8\text{dB}$$

$$L_{\text{In}} = 1\text{dB}$$

Cálculo de la potencia de recepción

Una vez conocidos los valores de las pérdidas, la ganancia de las antenas y la potencia de transmisión, el valor teórico de la potencia de recepción se obtiene mediante un despeje en la ecuación de presupuesto de potencia:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - L_{Tot}$$

$$P_{Rx} = -37,8\text{dBm}$$

Margen de desvanecimiento

El margen de desvanecimiento se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$FM = U_{Rx} - P_{Rx} = 37,2\text{dB}$$

4.5.5.5. Cálculo de los parámetros del enlace utilizando el software Radio Mobile

Radio Mobile es un software especializado para el uso en el área de telecomunicaciones. Su principal función se basa en el estudio de la propagación de las señales RF, bien sea punto a multipunto o punto a punto, utilizando el modelo de propagación de Longley-Rice. Radio Mobile toma en consideración el efecto de las refracciones de terreno, condiciones atmosféricas y otros elementos, por lo que los resultados de sus cálculos son bastante aproximados a las condiciones reales.

Con el fin de verificar los resultados obtenidos a nivel teórico, se procederá a realizar los cálculos mediante esta herramienta de software. En los párrafos siguientes se irán describiendo de forma resumida los pasos a seguir para realizar la simulación.

En primera instancia, se configurarán las propiedades de la red, en donde se establecen dos unidades o elementos de estudio por tratarse de un enlace punto a punto. Se procede a colocar las coordenadas geográficas de ambos puntos, la banda de frecuencia de operación del sistema y otros parámetros que dependen de

las características del lugar en donde se desarrollará dicho estudio, por ejemplo, refractividad, conductividad del suelo, clima, etc.

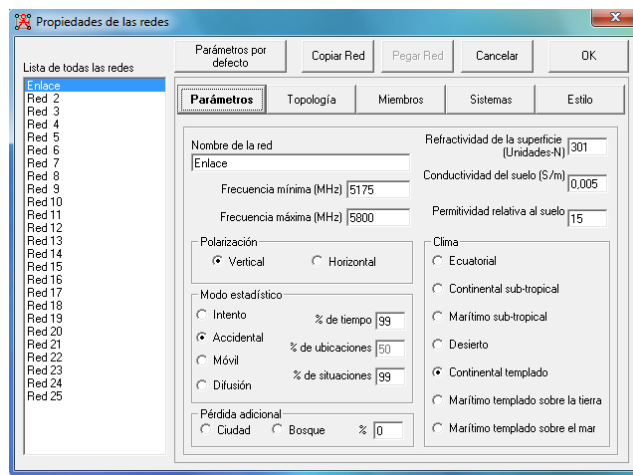


Figura 4.36: Configuraciones de la Red en Radio Mobile

Fuente: Autores

De igual manera se introducen los valores de potencia de transmisión, umbral de recepción, ganancias de las antenas, altura de las antenas, etc. Además, es importante definir el modelado de las antenas, lo cual establece el patrón de radiación de la antena, que, para este caso se requiere de un patrón de radiación con la mayor directividad posible de acuerdo con las características de las antenas utilizadas en los radioenlaces terrenales de microondas (antenas de apertura), seleccionando el modelo tipo “corner”.

Una vez configurado todos los parámetros del enlace, se procede a la simulación y los resultados se pueden observar en la Figura 4.38. En la parte superior del gráfico se muestran los valores obtenidos de los parámetros del enlace. Adicionalmente, se muestra el perfil topográfico con la ubicación de las antenas en ambos extremos, la trayectoria del campo eléctrico desde un punto a otro y las zonas de Fresnel.

Los datos obtenidos mediante la herramienta de simulación de Radio Mobile difieren de los obtenidos de forma teórica por el hecho de considerar factores que se presentan en la realidad y que aumentan la cantidad de pérdidas en el enlace.

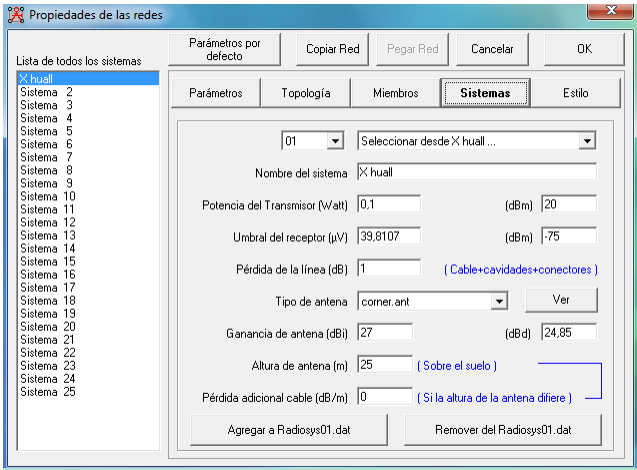


Figura 4.37: Configuraciones de la Red en Radio Mobile
Fuente: Autores

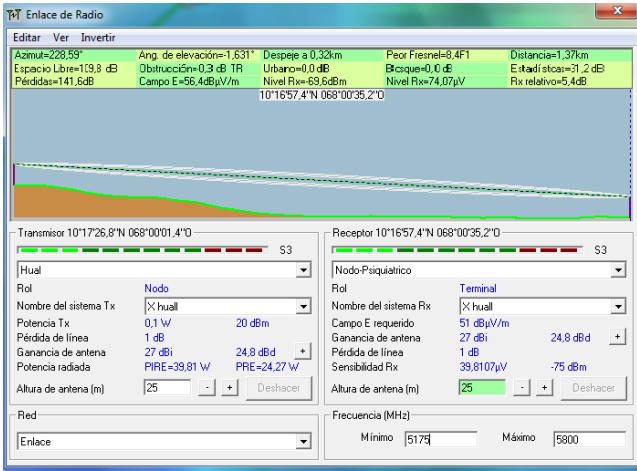


Figura 4.38: Simulacion del enlace con Radio Mobile
Fuente: Autores

Como se mencionó anteriormente, los resultados arrojados por Radio Mobile tiene mayor aproximación a la realidad, por lo cual, serán los tomados en cuenta para el diseño del radioenlace terrenal de microondas.

El resumen de las características del enlace se muestran en las tablas 4.56, 4.57 y 4.58. Por otro lado la lista de materiales se muestra en la tabla 4.59.

4.5.5.6. Ficha Técnica del enlace**Tabla 4.56:** Datos de la ubicación de las estaciones

	HUAL	Nodo Psiquiátrico
Dirección	Hospital Universitario "Angel Larralde", Bárbula, Edo. Carabobo.	Universidad de Carabobo, Bárbula, Estado Carabobo.
Coordenadas	Latitud Norte: 10°17'26,8". Longitud Oeste: 68°00'01,4"O	Latitud Norte: 10°16'57,4"N. Longitud Oeste: 68°00'35,2"O
Cota (ASML)	572 m	520 m
Acceso:	Vehículo convencional	Vehículo convencional

Tabla 4.57: Datos de las estructuras existentes en las estaciones

	HUAL	Nodo Psiquiátrico
Tipo de torre	Poste	Torre Venteada
Altura de la torre	5m	23m

Tabla 4.58: Datos de los equipos a instalar

	HUAL	Nodo Psiquiátrico
Equipo	PowerBeam ac (PBE-5AC-500)	PowerBeam ac (PBE-5AC-500)
Diámetro de la antena	0.5m	0.5m
Polarización	Dual lineal	Dual lineal
Altura de la antena respecto al suelo	25 metros	25 metros
Azimuth	228,6°	48,6°
Frecuencia de Operación	5.725 – 5.850 MHz	
Modulación	256 QAM	

4.5.5.7. Lista de materiales a utilizar en el enlace

Tabla 4.59: Lista de materiales para la implementación del sistema Backup

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(U.T.)	Costo (U.T.)
2	Ubiquiti PowerBeam ac (PBE-5AC-500)	62.4	124.8
100 metros	Cable STP Categoría 6	0.624/metro	62.4
6	Conectores RJ-45 Categoría 6	0.117	0.7
10	Tubería EMT Galvanizada 3/4" de 3 metros	2.53	25.35
2	Codo de 90° EMT 3/4"	1.56	3.12
30	Abrazaderas Galvanizadas de 3/4"	0.08	2.34
12	Conectores para tubería EMT de 3/4"	0.175	2.1
Costo Total del Sistema Backup			220.82(U.T.)

4.5.6. Diseño del Nodo Principal

En esta subsección se desarrollarán las especificaciones del nodo principal, el cual es el espacio designado a ser el núcleo de la red de voz, datos y video del hospital y punto de interconexión con la nube de DIMETEL y CANTV. La ubicación de recinto se señaló en la subsección 4.2.1 (Cuarto de Telemática). Se describirán las características del cableado, equipos, elementos de distribución, sistema de respaldo de energía eléctrica, ubicación de las acometidas, sistema de aire acondicionado, iluminación y sistema de aterramiento, y modificaciones estructurales del recinto.

4.5.6.1. Especificaciones generales

Infraestructura del recinto

Se proponen realizar las siguientes modificaciones generales en la infraestructura interna del recinto:

- Se propone eliminar las paredes sobresalientes que dividen parcialmente el espacio interior del recinto, quedando así un rectángulo único que facilite la ubicación de equipos y la realización de tareas de mantenimiento.
- Se deben pintar las paredes con pintura retardante de llamas como protección en caso de un incendio y de color blanco para que contribuya a mejorar la iluminación.
- Se debe instalar un sistema de escalerillas metálicas para transportar el cableado alrededor del recinto. La disposición de esta escalerilla en el recinto se muestra en la Figura 4.39.
- El cableado de fibra óptica debe ir canalizado por tuberías corrugadas naranja tanto en su trayecto por la escalerilla como por el trayecto en el rack vertical en el rack.
- El amarre de los cables y tuberías en las escalerillas y racks se debe realizar con hilo bramante.
- Se debe instalar una central de incendios para monitorear y gestionar los dispositivos que forman parte del sistema de detección y extinción de incendios. Estos dispositivos constan de un detector de humo ionico y un rociador (o extinto) de incendios, los cuales deben ser instalados tanto en el nodo principal como en los subnodos.

Modificaciones de la puerta

La puerta actual debe ser reemplazada por una que cumpla con las siguientes características:

- Debe poseer una cerradura de seguridad tipo “Multilock”, con capacidad de accionamiento por lo menos de cuatro puntos de fijación al marco.
- El marco de la puerta debe ser ampliado hasta alcanzar al menos 0.9m de ancho y de 2.10m de alto de manera de cumplir con las dimensiones mínimas requeridas para facilitar la entrada y salida de equipos.

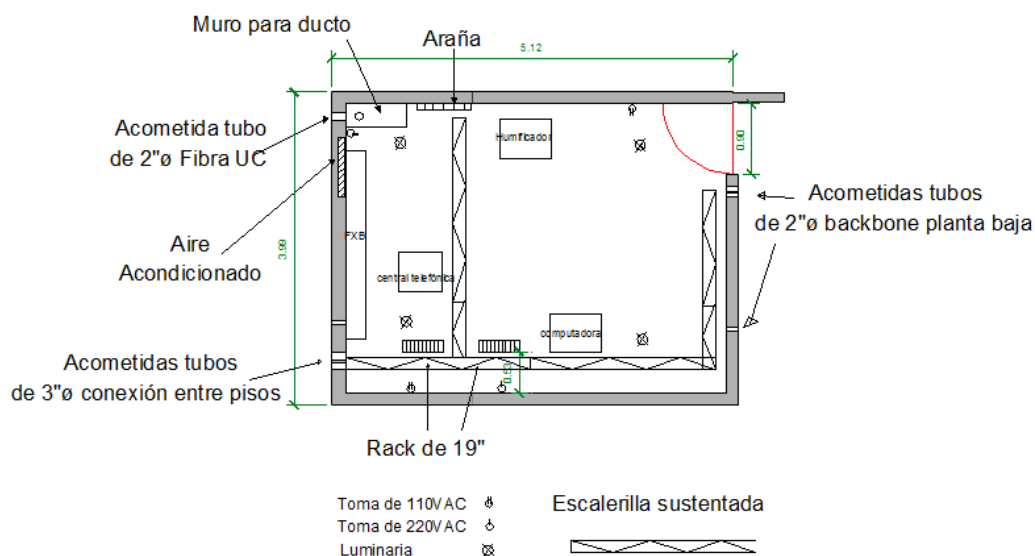


Figura 4.39: Nodo principal a proponer

Fuente: Autores

- Deberá estar pintada con un fondo anticorrosivo y la capa de pintura final deberá ser para interior de tipo no inflamable.

Muro de protección para la canalización del cable de fibra óptica de la UC

Se propone la construcción de un muro de protección para la canalización de la fibra de la UC que llega al recinto del nodo principal. El muro debe estar reforzado con paredes de bloque y debidamente frisado con buen acabado, con el objetivo de que protejan la tubería. Ver Figura 4.39. Este muro tener una dimensión al menos de 1m ancho x 0.80m de alto por 0.30m de profundidad.

Soporte para el almacenamiento del cable de fibra óptica de la UC

Se propone instalar un soporte para el almacenamiento del cable de fibra óptica de la UC, de manera de contar con un excedente en caso de que ocurra alguna

falla y se tenga que utilizar metros de cable adicional en la reparación. El soporte también conocido como “araña” debe contar con las siguientes especificaciones:

- El soporte debe ser de hierro.
- Debe estar dispuesto a una altura de 1,5 metros del piso y estar ubicado cerca del muro de protección.
- Las dimensiones del soporte deben respetar el radio de curvatura mínimo de la fibra óptica de la UC.

4.5.6.2. Equipos

Los equipos relacionados al backbone estarán ubicados principalmente en el Nodo Principal. Estos equipos tienen la característica de ser de mayor capacidad y complejidad, entre los cuales se mencionan switches, router, central telefónica, servidores, etc.

Especificaciones de los equipos

- Switches: los cables de fibra óptica multimodo de los subnodos convergerán a switches ubicados en el nodo principal. En principio se tiene que cada subnodo requiere un par de fibra óptica para interconectarse al nodo principal, por lo que, si se tiene un total de 17 subnodos entonces se requieren al menos 17 puertos ópticos (donde un puerto óptico se refiere a un par de Tx y Rx) para la interconexión de todos los subnodos. Los switches deben cumplir con las siguientes características:
 - Se recomienda implementar dos switches, uno principal y otro para brindar redundancia, de manera de garantizar la disponibilidad en la red en caso de fallas. Esto se debe a que el nodo principal es el núcleo de la red y se debe tener en cuenta un plan B en caso de fallas en los equipos.

- La densidad de puertos debe cubrir la demanda actual y considerar puertos adicionales para la expansión futura de la red. Como se mencionó, se requieren al menos 17 puertos, por lo que se recomienda utilizar switches de 24 puertos.
 - La conexión de los subnodos al núcleo de la red se realizará utilizando puertos de ambos switches. En caso de falla de alguno de los switches, se puede cambiar la conexión al switch que se mantenga funcionando.
 - Los switches deben tener una alta velocidad de conmutación (de reenvío) por el hecho de que su ubicación en la red les impone manejar un gran tráfico de datos. La velocidad de conmutación debe ser tal que permita que cuando todos los puertos estén activos simultáneamente, los mismos operen al menos al 50 % de la velocidad total del puerto.
 - Deben ser administrables y gestionables, que operen con el protocolo SNMP y con funciones a nivel de software compatibles con los sistemas de CANTV y DIMETEL.
 - Deben poder operar en la Capa de Red (Switches de Capa 3).
 - Preferiblemente se propone que los puertos de los switches sean del tipo GBIC de modo que admitan módulos transceivers SFP. En caso contrario, si los puertos son eléctricos, deben admitir velocidades de Gigabit Ethernet.
- Router: el router es el elemento que funcionará como puerta de enlace de la red. Los switches del nodo principal deben ir conectados al mismo. A continuación se definen las características que debe tener:
- Debe poseer puertos eléctricos y ópticos para las conexiones con cable de fibra y UTP.
 - Debe manejar protocolos de enrutamiento compatibles con los disponibles en los sistemas de CANTV y DIMETEL.
 - Debe tener características de seguridad como firewalls, proxy, etc., para restringir la red de acceso no autorizado.

- Deben tener la capacidad de ser escalables, es decir, permitir la instalación de varios módulos de puertos para adaptarse a expansiones futuras.
- Dispositivo de administración y/o servidor de la red: se requiere de la instalación de un dispositivo a través del cual se puede realizar la administración y gestión de la red, además, de ser posible y de acuerdo a las necesidades del hospital, puede tener funciones de un servidor destinado a fines particulares, es decir, correo electrónico, base de datos, entre otras.

En este caso se recomienda la instalación de un computador con capacidades que permitan la ejecución de estas funciones.

- Central Telefónica: Se propone utilizar el equipo Siemens HiPath 4000 V4.0 existente para conectar los pares telefónicos que brindarán servicios de voz a cada una de las áreas del hospital. Se deben instalar 315 nuevas extensiones privadas para cubrir la demanda actual de voz en el hospital y se debe ampliar la cantidad de líneas troncales a 10. Adicionalmente, se propone aprovechar las prestaciones de VoIP (Voz sobre IP) de esta central telefónica, para lo cual se requiere del apoyo del personal técnico especialista de Siemens para la configuración del equipo y/o adiestramiento del personal de telemática del HUAL para que realice esta tarea. Por otro lado, se deben conectar troncales a la red de REDIUC para desarrollar el servicio de TELEUC en las instalaciones del HUAL, bien sea de forma analógica o digital.
- Transceivers: estos dispositivos permitirán realizar la conversión óptico-eléctrico y viceversa de las señales de datos. Para este proyecto se recomienda utilizar transceivers tipo SFP (Small form-factor pluggable) también conocido como mini-GBIC, el cual es muy utilizado para la aplicaciones de comunicaciones de datos y telecomunicaciones por su simplicidad de instalación y operación, se acoplan directamente a los dispositivos de red como switches o routers por lo que no requieren de una fuente de alimentación externa al contrario de los módulos transceiver individuales. A continuación se definen las características que debe tener:

- Debe operar bajo los protocolos 1000BASE-SX o 1000BASE-LX, donde aplique dependiendo del tipo de fibra óptica.
 - Puerto de entrada compatible con conector LC dúplex.
 - Debe regir los estándares SFP Multi-Source Agreements standards (MSA), para la compatibilidad con los puertos del switch, router, entre otros.
 - Los niveles de potencia de Tx y Rx del dispositivo a seleccionar debe considerar y compensar las pérdidas que se muestran en la tabla 4.51, de modo que no se afecte la operación del enlace.
- UPS: este dispositivo de respaldo energía funcionará como protección en caso de falla de la línea de alimentación principal o del generador de respaldo del hospital, de manera de asegurar el funcionamiento sin interrupciones de los equipos activos del nodo principal.
- Debe poseer control remoto, es decir, administrable para monitoreo y control del mismo.
 - Adicionalmente al UPS debe poseer un banco de baterías para soportar al menos 15min con una carga de 2000W que se estima será la carga máxima del recinto.

4.5.6.3. Elementos de distribución

Los elementos de distribución permiten ordenar, derivar y manipular de forma más eficiente el cableado. En esta subsección se detallan las especificaciones de cada elemento de distribución.

ODF Este elemento permitira la distribución y administración del cableado de fibra óptica. A continuación se detallan las especificaciones que debe cumplir:

- Tener una cantidad de 48 puertos con conectores SC.
- Se deben emplear dos ODF: uno para la interconexión con la Nube de CANTV y otro para la interconexión con los subnodos.

- El ODF para la interconexión con la Nube de CANTV debe incluir pigtails compatibles con cables de fibra óptica monomodo.
- El ODF para la interconexión con los subnodos debe incluir pigtails compatibles con cables de fibra óptica multimodo.
- Debe ser rackeable siguiendo las especificaciones del estándar EIA 310-D.

Patch Panel Este elemento permitira la distribución y administración del cableado UTP. A continuación se detallan las especificaciones que debe cumplir:

- Tener una cantidad de 24 puertos con conectores que soporten Categoría 6 UTP.
- Debe ser rackeable siguiendo las especificaciones del estándar EIA 310-D.

Regleta telefónica Este elemento sera utilizado para la instalación de los cables multipar telefónico. La capacidad de este elemento de distribución es en base a la cantidad de pares telefónicos que se proponen instalar en el hospital y que se muestran más adelante en la subsección 4.6.6.6, la cual es de 315 pares telefónicos por lo que se propone instalar dos regletas de 200 pares modelo s110.

Es de destacar que en principio no se utilizarán los 315 pares debido a que esta cantidad corresponde es a los pares telefónicos a instalar en el hospital más no a la demanda. La razón por la cual existe mayor cantidad de pares que demanda se debe a que se toma en consideración la escalabilidad de la red de voz y toma en consideración el crecimiento futuro.

4.5.6.4. Ubicación de los equipos y elementos de red

La ubicación de los equipos y elementos de red en piso se muestran en la Figura 4.39. La ubicación de estos equipos y elementos en los racks se muestran en la Figura 4.40.

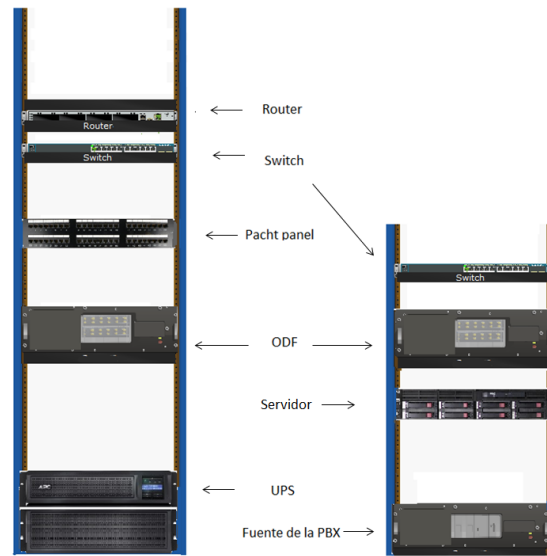


Figura 4.40: Ubicación de los equipos en los Racks

Fuente: Autores

4.5.6.5. Sistema de aterramiento

El recinto carece de un sistema de puesta a tierra tanto dentro como fuera del mismo, a excepción de una barra improvisada instalada en la parte de afuera que sirve como electrodo para la central telefónica. Es de destacar, que el cable de aterramiento de este equipo se conecta directamente a dicho electrodo. La existencia de la barra improvisada se debe a que el hospital no cuenta con un sistema de puesta a tierra en donde conectar los equipos que se desean proteger.

En base a lo anterior, se procedió a medir la resistencia del terreno adyacente al recinto, el cual consiste en un jardín de aproximadamente 900 metros cuadrados. La medición permitió determinar la resistencia del terreno y conocer si el valor es apto para instalar directamente una barra de aterramiento que sirva como punto de conexión con la tierra o si debe realizarse el acondicionamiento del mismo para lograr un valor de resistencia adecuado.

Según describe [25] un valor apto de resistencia debe ser como máximo 5Ω , por lo cual, para efectos de este proyecto se considerará que como máximo se debe

tener un valor de 3Ω para que la resistencia del terreno sea apta para la instalación de una electrodo de aterramiento.

Para la medición se utilizó un instrumento especializado y se aplicó el método de la caída de tensión, disponiendo el electrodo de referencia cerca del nodo principal dando como resultado valores en el rango de 414 y 432Ω por metro cuadrado, por lo que en promedio el terreno tiene una resistencia de 422Ω por metro cuadrado.

A partir de lo anterior se tiene que el valor de la resistencia del terreno es sumamente alto respecto a la referencia de 5Ω . Por tal motivo, se debe realizar en primer lugar un acondicionamiento del terreno aplicando químicos anticorrosivos; de igual manera, se propone utilizar una barra de aterramiento tipo Chem-Rod, la cual ofrece una baja resistividad al tiempo que va acondicionando el terreno mediante la introducción de químicos.

Propuesta de diseño del SPAT Se proponen ubicar una tanquilla en el terreno adyacente al nodo principal de $40 \times 40 \times 40$ cm, la cual servirá para ubicar la barra química de aterramiento para el subnodo. De igual manera, se propone ubicar otras 3 tanquillas adicionales con las mismas dimensiones para el aterramiento de los subnodos. A estas últimas tanquillas, se conectará un conductor de cobre de calibre no menor al N°2/0 AWG, proveniente de un bajante de aterramiento que se debe instalar en las inmediaciones de cada tanquilla de manera de que los cables de aterramiento provenientes de los subnodos se puedan conectar al SPAT a través del bajante. Las ubicación de las tanquillas se muestran en la Figura 4.41 y la conexión del bajante a la barra de puesta a tierra se muestra en la Figura 4.42.

En cada tanquilla se debe ubicar una barra de aterramiento tipo Chem-Rod y, adicionalmente, se deben aplicar químicos que reduzcan la resistencia del terreno al valor establecido anteriormente de 3Ω .

La barra debe ser de 1,6 metros de longitud y se debe enterrar al menos a 1,2 metro de profundidad.

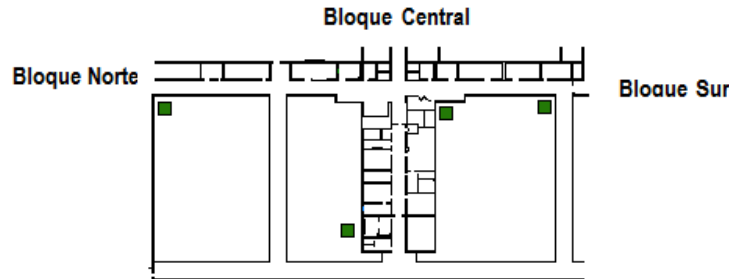


Figura 4.41: Ubicación de la tanquilla de aterramiento
Fuente: Autores

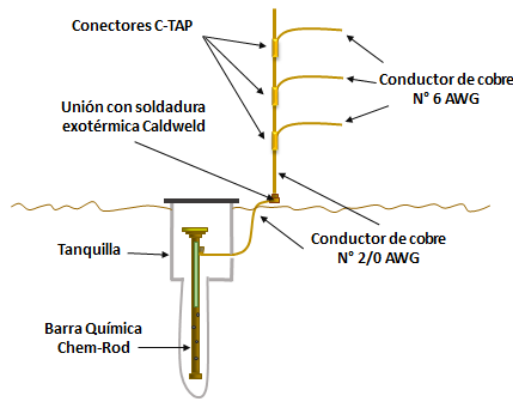


Figura 4.42: Conexión del bajante a la barra de puesta a tierra
Fuente: Autores

En la parte interior del recinto, se debe ubicar una barra de aterramiento de cobre (MGB, Main Ground Bar) de 0.25 pulgadas de espesor, 4 pulgadas de altura y 4 de longitud a una altura mínima de 2.3 metros según lo establece la norma ANSI/TIA-607-B. Esta barra estará conectada al electrodo de la tanquilla con un conductor de cobre calibre N°2/0 AWG de chaqueta verde que irá canalizado por una tubería PVC de plástico color verde, utilizando un conector doble ojo del lado de la barra y una soldadura exotérmica del lado de la barra química de aterramiento para lograr las conexiones. En la Figura 4.43 se muestra la conexión de la MGB a

la barra química de aterramiento.

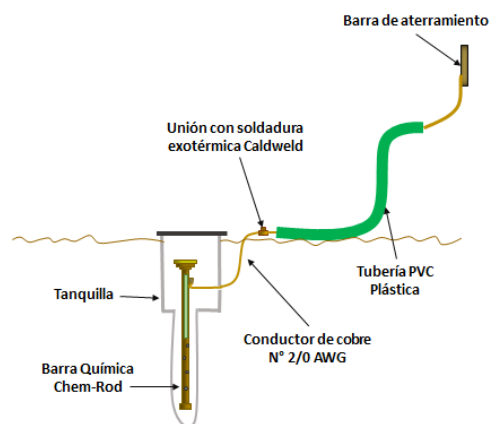


Figura 4.43: Conexión de la MGB a la barra de puesta a tierra
Fuente: Autores

Se propone un anillo de aterramiento de conductor cobre de calibre N° 6 AWG y que recorra los alrededores del recinto. El anillo partirá y finalizará en la MGB, utilizando para la conexión dos terminales doble ojo.

En cada rack se dispondrá de una barra de aterramiento de cobre en donde irán conectados los equipos mediante un cable de aterramiento de calibre no menor al N°8 AWG y que soporte la máxima capacidad de corriente que puedan generar el equipo según establezca el fabricante. Las barras de aterramiento de cada rack deben ir conectadas al anillo principal en sentido hacia la barra de aterramiento principal utilizando un conductor de cobre de calibre N°6 AWG con chaqueta verde describiendo un radio de curvatura de 6 pulgadas y utilizando C-Taps para la unión de los conductores.

Las escalerillas deben poseer continuidad eléctrica, por lo cual, se deben interconectar todas las piezas metálicas que forman parte de la misma utilizando un conductor de cobre de calibre no menor al N°6 que posea una chaqueta verde con conectores de un solo ojo; en las esquinas el conductor debe guardar un radio de curvatura mínimo de 20,3cm. Para la conexión de las escalerillas a la barra de aterramiento principal se deben emplear un conductor de cobre de calibre N°2/0 AWG.

Los detalles y disposición de los elementos del SPAT en el interior del nodo se muestran en la Figura 4.44.

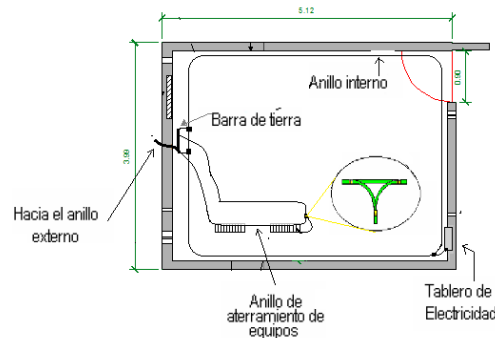


Figura 4.44: Detalles del SPAT en el interior del nodo principal
Fuente: Autores

4.5.6.6. Aire acondicionado

De acuerdo a las normas, el recinto debe mantener una temperatura adecuada (entre 5 - 35°C) que evite el sobrecalentamiento de los equipos activos. Actualmente se cuenta con un aire acondicionado de ventana de 12000 BTU de capacidad para esta función.

Se propone la instalación de un aire acondicionado tipo “split” con los condensadores afuera del recinto, de 24000 BTU de capacidad y con la respectiva protección de fase y relé. Este equipo pasaría a ser el principal y el existente pasaría a ser el secundario como redundancia ante cualquier falla que se presente.

Adicionalmente se debe disponer de un dispositivo que controle la humedad dentro de los niveles que establece la norma (Humedad relativa: 8 - 80 %).

4.5.6.7. Luminarias

Se propone poner en funcionamiento los 6 bombillos tipo T8 restantes para mejorar la iluminación del recinto. A partir de lo señalado en la sección 4.1.14 la cantidad de luxes (200 luxes aproximadamente) está por debajo del nivel que indica

la norma, es decir, 500 luxes. La instalación de los bombillos tiene como finalidad alcanzar una cantidad mínima de 500 luxes, por lo cual se deben realizar las mediciones al final de la instalación para verificar el valor.

4.5.6.8. Ductos del recinto

En esta subsección se describen los ductos que se deben implementar para la entrada y salida de las canalizaciones que transportan los distintos cables a utilizar para transportar los datos.

- Se propone reutilizar las canalizaciones de la tanquilla de CANTV ubicada en las adyacencias de la parte exterior del recinto. Estas canalizaciones poseen cables de multipar telefónico que no se están utilizando y que deben ser extraídos de las mismas. Estas canalizaciones se utilizarán para transportar el cable de fibra óptica de la UC hasta el interior del recinto.
- Para el cableado de fibra óptica y multipar telefónico que sale hacia los subnodos ubicados en el primer, segundo y tercer piso, se proponen dos ductos de 3 pulgadas de diámetro cada una en la ubicación que se muestra en la Figura [4.39](#).
- Para el cableado de fibra óptica y multipar telefónico que sale del recinto hacia los subnodos A.1, A.2 y A.6, se proponen 3 ductos de 2 pulgadas de diámetro cada una en la ubicación que se muestra en la Figura [4.39](#).
- Para el cable STP Categoría 6 proveniente de la antena del enlace de microondas, se propone un ducto de 3/4 pulgadas. Este cable irá canalizado desde el techo hasta la altura del ducto por tubería metálica PVC Conduit galvanizada de 3/4 pulgadas de diámetro para luego entrar a un condulet tipo LB y entrar al recinto con tubería Liquid Tight de 3/4 pulgadas.

Interconexión de los equipos e identificación del cableado

4.5.6.9. Interconexión física y lógica a la Nube de CANTV y REDIUC

Interconexión a la Nube de CANTV

Para el diseño de la interconexión física y lógica a la nube de CANTV se parte de lo desarrollado en la referencia [26], en donde se describe el diseño de dos eslabones de fibra óptica, uno de los cuales conecta el Hospital Antituberculoso "Dr. Rafael González Plazacón el HUAL con el fin de que esta última institución tenga salida a la nube de CANTV a través de un enlace de fibra óptica monomodo de alta capacidad. El otro eslabón conecta el Hospital Psiquiátrico "Dr. José Ortega Duráñez el Nodo Psiquiátrico de REDIUC, en donde, la conexión a la nube de CANTV se realizará utilizando alguno de los 8 hilos de la Fibra Óptica UC (tiene 32 hilos en total) que por convenio entre ambas instituciones le pertenecen a CANTV. En la actualidad, CANTV aún no ha realizado las gestiones para ubicar un ODF en el Nodo Psiquiátrico de REDIUC para la instalación de los 8 hilos de Fibra Óptica que le pertenecen, de manera que esto es un punto pendiente de parte de dicha institución para que se pueda obtener acceso a su nube por medio de la red Metro Ethernet.

El cable de fibra óptica monomodo propuesto esta conformado por 4 buffers de 12 fibras cada uno y opera bajo la ventana de 1310nm, de acuerdo con la recomendación G.652.

La interconexión con la nube de CANTV se desglosará en dos: lado Nodo Principal en el HUAL y lado Nodo Psiquiátrico:

- Lado Nodo Principal HUAL: para la interconexión se propone que el cable de fibra óptica del eslabón a implementar llegue a un ODF con las características descritas en 4.5.6.3. Posteriormente, se debe cablear un Patch Cord de fibra óptica monomodo desde el ODF hasta un puerto óptico del Router; el transceiver debe cumplir con lo establecido en 4.5.6.2.

- Lado Nodo Psiquiátrico: para la interconexión se propone que el cable de fibra óptica del eslabón a implementar llegue a un ODF que será instalado por CANTV, para luego realizar la conexión mediante un patch cord de fibra óptica monomodo a uno de los puertos pertenecientes a los 8 hilos de la Fibra Óptica de la UC.

En ambos casos el protocolo de capa física y de enlace de datos es Gigabit Ethernet bajo la especificación 1000BASE-LX y el tráfico enviado y recibido operará bajo el protocolo IP.

Lo anterior se puede observar en la Figura 4.45.

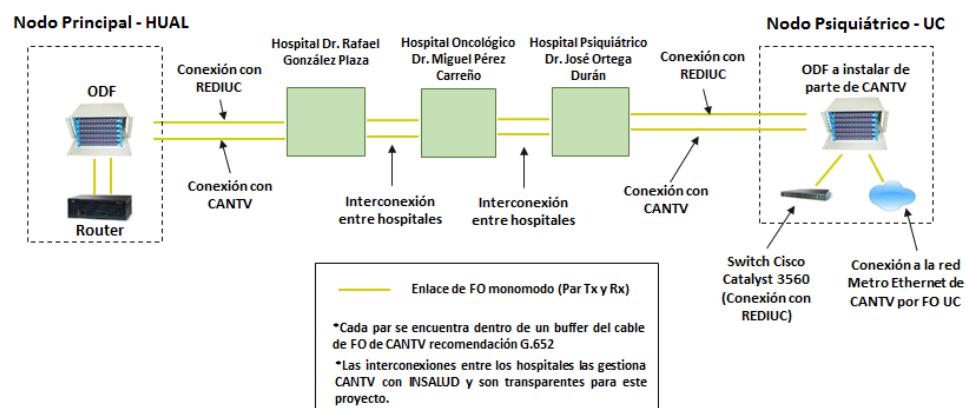


Figura 4.45: Interconexión a la nube de CANTV mediante el enlace de Fibra Óptica
Fuente: Autores

Adicional al enlace de fibra óptica, se tiene que la red diseñada en el HUAL tiene salida hacia la nube de CANTV mediante un enlace terrenal de microondas, cuyo diseño fue desarrollado en la subsección 4.5.5. A continuación se detalla la interconexión física y lógica:

- Lado Nodo Principal HUAL: desde el Router se conecta un cable STP Categoría 6 al equipo Power Beam de Ubiquiti (previamente pasa por un adaptador de Power Over Ethernet). Las señales se trasladan de un lado a otro hasta llegar al punto de repetición en el Nodo Psiquiátrico UC.

- Lado Nodo Psiquiátrico: en el Nodo Psiquiátrico UC, se conecta el cable STP Categoría 6 proveniente del equipo Power Beam de Ubiquiti Networks a un transceiver. Desde este último dispositivo, se conecta un patch cord de fibra óptica a un par de puertos de un ODF (que será instalado por CANTV) los cuales brindarán la conectividad a la red Metro Ethernet de CANTV mediante los pares de Fibra Óptica UC descritos anteriormente.

A nivel lógico se implementará el protocolo Gigabit Ethernet bajo la especificación 1000BASE-T cuando se usen los cables STP como medio y bajo la especificación 1000BASE-LX cuando se usen los cables de fibra óptica. El tráfico será a nivel del protocolo IP.

Lo anterior se puede observar en la Figura 4.46.



Figura 4.46: Interconexión a la nube de CANTV mediante el enlace terrenal de microondas

Fuente: Autores

Interconexión a la Nube de REDIUC

La interconexión a la Nube de REDIUC se realizará de manera similar a lo descrito en la subsección anterior, con la excepción de que del lado Nodo Psiquiátrico, el cable de fibra óptica se conectará a uno de los puertos del Switch Cisco Catalyst 3560 perteneciente a la red de REDIUC; la interconexión del lado Nodo Principal

HUAL se realizará de la misma manera pero utilizando un par de puertos distintos en el ODF. Lo anterior se puede observar en la Figura 4.45.

Como vía alternativa, se puede utilizar el radioenlace de microondas, procediendo con la interconexión de la misma manera que se describió en la subsección anterior, pero con la diferencia de conectar el cable STP Categoría 6 del lado Nodo Psiquiátrico directamente al Switch Cisco Catalyst 3560. Lo anterior se muestra en la Figura 4.47.

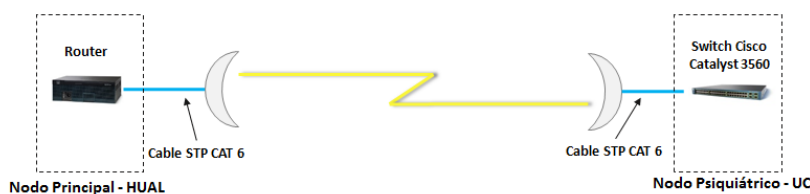


Figura 4.47: Interconexión a la nube de REDIUC mediante el enlace terrenal de microondas

Fuente: Autores

Los protocolos de capa de red, de enlace de datos y física cumplen con las mismas condiciones descritas en la subsección anterior.

4.5.6.10. Esquema de interconexión de equipos en el Nodo Principal

En lo siguiente se describe el orden en la interconexión de los equipos en el nodo principal. Esto incluye el recorrido de cableado tanto de fibra óptica como multipar telefónico y la interconexión con los elementos de distribución (patch panels, ODF y regletas telefónicas). Se describirá el esquema de forma general, los detalles se pueden observar en el **Apéndice A** en el diagrama unifilar de conexiones.

Se empezará a partir del router, por tratarse del equipo gateway cuya función es delimitar la red interna del hospital con la red externa hacia la nube de DIMETEL y CANTV.

- El router tiene 4 conexiones principales, tres hacia la nube de REDIUC y CANTV y una hacia la red interna.
- Dos de las conexiones hacia la nube provienen del cable de fibra óptica de CANTV (ver [26]), el cual previamente luego de ingresar al recinto pasa a través de la “araña” para almacenar un sobrante y luego recorre las escalerillas hasta llegar al rack y finalmente hasta el ODF. Desde este punto se cablea dos patch cords hacia el router.
- La otra conexión hacia la nube proviene del radioenlace terrenal de microondas, cuyo cable STP Categoría 6 ingresa al subnodo para incorporarse en la escalerilla y seguir el camino hacia el rack con destino hacia el router.
- Desde el router sale un patch cord hacia el switch principal de capa 3.

En este punto, el switch tiene salida hacia la nube a través del router. La otra tarea del switch es brindar la interconexión local en el hospital, lo cual se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Desde el switch salen patch cords hacia el ODF, elemento a donde llegan los cables de fibra óptica provenientes de cada subnodo. De esta manera los subnodos se interconectan al switch.
- Los cables de fibra óptica provenientes de cada subnodo, previamente han ingresado al recinto para incorporarse a la escalerilla y realizar el recorrido hasta el rack para finalmente llegar al ODF.
- Del lado de cada subnodo, los cables de fibra óptica llegan hasta otro ODF para su posterior conexión con los switches en los subnodos.

Finalmente, se describen las interconexiones para los servicios de voz.

- Los cables multipar se conectan por un extremo a la central telefónica y por el otro a la regleta telefónica.

- Desde la regleta telefónica los cables multipar parten en dirección cada sub-nodo hasta llegar a un patch panel para la interconexión con el cableado de voz que va hacia las áreas de trabajo.

4.5.6.11. Identificación del cableado y órganos de la red

La identificación del cableado y de los órganos de red permite tener una mejor administración y reconomiento para actividades de mantenimiento y resolución de fallas. La identificación se realizará mediante etiqueta con una leyenda que muestre información del equipo, lugar donde se ubica el equipo y el puerto utilizado.

Si se realizan conexiones entre equipos en el interior del nodo principal no es necesario indicar el lugar. A continuación se presenta el modelo de leyenda del etiquetado para este caso:

EEnn-Pnn

Donde:

- **EE** se refiere al tipo de equipo o elemento de distribución. Los valores de **EE** se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.60: Valores para EE

Leyenda	Equipo o elemento
RT	Router
SW	Switch
OD	ODF
PP	Patch Panel

- **P** se refiere al puerto.
- **nn** es un número de dos dígitos que indica bien sea el número del equipo o elemento (en caso de no existir solamente uno) o el número del puerto en donde se conecta el cable.

Por ejemplo, la siguiente etiqueta **SW01-P06**, indica que el cable va conectado en el puerto 6 del Switch 1.

Si se realizan conexiones con equipos ubicados en otros recintos entonces si se requiere identificar el lugar. A continuación se presenta el modelo de leyenda del etiquetado para este caso:

SNmn-EEnn-Pnn

Donde:

- **EE, P** y **nn** mantienen el mismo significado del caso anterior.
- **SN** se refiere a subnodo.
- **mn** toma un valor alfabético (**m**) y uno numérico (**n**).

Por ejemplo, la siguiente etiqueta **SNA8-OD01-P02**, indica que el cable va conectado al puerto 2 del ODF 1 ubicado en el subnodo A.8.

Por otro lado, los equipos y elementos de distribución deben ir etiquetados en la parte frontal con el siguiente modelo de etiqueta:

Equipo-nn

Donde:

- **Equipo** se refiere al equipo o elemento de distribución (router, ODF, etc.).
- **nn** un número de dos dígitos indicando el número del equipo o elemento de distribución en caso de existir más de uno en el mismo recinto.

Por ejemplo, la siguiente etiqueta **ODF-02**, indica el ODF número 2.

Es importante destacar que la identificación del cableado se debe realizar en ambos extremos.

4.5.6.12. Lista de materiales para el nodo principal

De acuerdo a las características requeridas ya señaladas, se proponen equipos y materiales como muestra la Tabla 4.61

Tabla 4.61: Materiales por el Nodo Principal

Cantidad	Descripción	Precio Unitario(U.T.)	Costo (U.T.)
2	Switch Gigabit Ethernet de 24 puertos	370.5	741
1	Patch panel RJ-45 de 48 Puertos	78	48
2	ODF de 48 puertos tipo SC-SC	97.5	195
24	Patch Cord Dúplex SC-LC de 3 metros	7	168
24	Patch Cord UTP Cat 6 2 metros	3.5	84
1	Router	624	624
24	Módulos Transceiver mini-GBIC SX LC	8	192
1	Equipo UPS 3 KVA Marca APC	702	702
1	Rack de 19" de 24 U.R.	54.6	54.6
1	Regleta S110 de 300 pares	28.9	28.9
1	Regleta S110 de 25 pares	7.8	7.8
1	Servidor de montura para rack	507	507
1	Computador	273	273
20 metros	Escalerilla portacables de 6" x 3"	7/metro	140
1	Barra de aterramiento de cobre	7.8	7.8
20 metros	Cable de cobre con chaqueta verde N°6 AWG	0.78/metro	15.6
10 metros	Cable de cobre con chaqueta verde N°2/0 AWG	1.95	19.5
10	Conectores doble ojo	1.365	13.65
10	Conectores de un solo ojo	0.78	7.8
10	C-Taps de cobre	0.58	5.85
30 metros	Tubería corrugada naranja	1.17/metro	35.1
1	Deshumidificador, Airflow de 360cfm	85.8	23.4
Costo Total			3976.8(U.T.)

4.6. Arquitectura del Subsistema Horizontal y Áreas de Trabajo (Redes Locales)

Esta sección cubre el diseño de la arquitectura correspondiente al subsistema horizontal y las áreas de trabajo (redes locales). De la misma manera que para el subsistema del backbone, se describirán las canalizaciones, cableado, accesorios, órganos de red, protocolo de comunicación de capa física, etc. Esta sección abarca todos los elementos, dispositivos y equipos desde cada subnodo hasta cada área de trabajo.

4.6.1. Cableado

El cable propuesto es el cable de par trenzado (UTP) porque permite una fácil instalación e implementación, además es el más utilizado para redes locales (LAN), lo que lo hace compatible con una gran cantidad de dispositivos y elementos de red. Asimismo, admite el protocolo de capa física Ethernet. Como se pudo observar en el **Capítulo II**, existen varias categorías para el cableado UTP, las cuales se diferencian por la velocidad de la transmisión de datos, el ancho de banda que soportan y el nivel de desempeño. En la actualidad, los cables de categoría 5e y 6 son los más utilizados por permitir velocidades de hasta 1Gbps, y, aunque ambas categorías proporcionan un buen desempeño, para fines de este proyecto se propone utilizar la Categoría 6 ya que posee parámetros de desempeño más estrictos que la Categoría 5e, es decir, un mejor NEXT, PS-NEXT y EL-FEXT.

4.6.2. Protocolo de capa física y de enlace de datos (Capa 1 y 2 OSI)

Del mismo modo que sucede para el backbone se propone utilizar el protocolo Ethernet. Para el caso de las redes locales se recomienda implementar Gigabit Ethernet bajo el estándar 1000BASE-T, el cual especifica velocidades de hasta 1Gbps y en principio está diseñado para trabajar con cables UTP categoría número 5e y 6 a

pesar de que también puede funcionar con cables de categorías inferiores, pero no a plena capacidad debido a las restricciones de estos cables.

4.6.3. Canalizaciones

Al igual en el backbone, se propone utilizar canalizaciones superficiales a través de las paredes internas del edificio, por ser la opción que permite una instalación más sencilla y económica. En un sección anterior se definió el tipo de topología física (tipo bus) de acuerdo a las características en la estructura física del hospital y demás instalaciones.

Las canalizaciones estarán conformadas por dos tipos de tuberías:

- EMT.
- Canaletas plásticas.

La tubería EMT se utilizará para transportar el cableado desde cada subnodo hasta cada área de trabajo, es decir, para proteger el cableado horizontal. La selección de este tipo de tubería se debe a su bajo costo respecto a otros tipos de tuberías (por ejemplo conduit), por su fácil instalación, bajo peso y por ser adecuada para la canalizaciones interiores. Se requiere que sea galvanizada en caliente para contrarrestar los efectos de la corrosión y oxidación.

El hecho de no seleccionar un tipo de tubería plástica para transportar el cableado horizontal se debe a que el sistema eléctrico del hospital no cumple con las normas y no se cuenta con un plano de dicho sistema, por lo que, para asegurar un correcto aislamiento de los cables de datos contra interferencias electromagnéticas, se propone utilizar tubería EMT para su posterior aterramiento. Adicionalmente, se recomienda respetar una distancia considerable (al menos 50 cm) respecto a las luces fluorescentes. Más adelante, en el diseño del sistema de aterramiento se desarrolla más a profundidad este tema.

Por otro lado, una vez el cableado proveniente de cada subnodo haya ingresado a las áreas de trabajo, se propone utilizar canaletas plásticas para realizar la distribución interior de los cables hasta cada una de las tomas de telecomunicaciones (cajetín de puertos de voz y datos).

4.6.3.1. Ruta de las canalizaciones

En los **Planos 1, 2, 3 y 4 del Apéndice D** se muestran los recorridos de la canalizaciones desde cada subnodo hasta las áreas de trabajo. Como se mencionó anteriormente, las canalizaciones se distribuyen a través de las paredes internas tanto del edificio principal como de las edificaciones adyacentes. Para el caso del edificio principal el recorrido es en su mayoría por las paredes de los pasillos para facilitar la instalación y evitar trabajos más delicados que requieran el acceso a las áreas. En algunos áreas existe cielo raso y se aprovecha esta característica para transportar el cableado por encima de esta estructura.

Para el caso de las edificaciones adyacentes se mantiene el mismo procedimiento, a excepción de ciertos tramos en donde el cableado recorre paredes externas como es el caso del tramo desde el subnodo A.5 hasta la morgue.

4.6.3.2. Características de las canalizaciones con tubería EMT

Una vez se ha definido el tipo de tubería para las canalizaciones del cableado horizontal, se deben mencionar ciertos aspectos importantes, además de definir los tipos de accesorios a utilizar para facilitar la distribución del cableado.

- Se propone utilizar tubería EMT de 3 metros de largo y 1.2 milímetros de espesor. Para la unión de las tuberías EMT se utilizarán anillos con el tamaño adecuado al diámetro de la tubería, y para su fijación a las paredes se utilizarán abrazaderas con el diámetro adecuado.
- El diámetro de las tuberías EMT a utilizar será variable en función de la cantidad de cables que transporten, como se muestra en la Tabla [4.62](#).

Tabla 4.62: Relacion diametro de la tuberia vs Números de cables

Diámetro de la tuberia (en pulgadas)	Número de cables (diámetro externo del cable UTP CAT6 = 6.1mm)
3/4	3
1	6
1 1/4	10
1 1/2	15
2	20
2 1/2	30

- Para el cálculo del diametro de las tuberías EMT se debe tomar en cuenta disponibilidad de espacio para crecimiento futuro. Se considera dejar un 30 % del espacio total libre.
- Se utilizarán cajas de paso en ciertos puntos para facilitar la instalación y distribución del cableado. (Ver planos del **Apéndice D**)
- Se requiere realizar perforaciones en las paredes para ingresar la tubería cada recinto y área de trabajo. Se propone reutilizar perforaciones existentes cuando sea posible, es decir, cuando el diámetro permita el paso de la tubería.

4.6.3.3. Características de las canalizaciones en las áreas de trabajo

Una vez que la tubería EMT ingrese a cada recinto o área de trabajo y finalice su trayecto, el resto de la distribución del cableado en todo el espacio interior se realizará utilizando canaletas de plástico las cuales finalizarán en cajetines en donde se ubicarán las tomas (conectores) para voz o datos. Se deben tomar las siguientes consideraciones al respecto:

- Se utilizarán canaletas para distribuir el cableado hasta los cajetines con los puertos de voz y datos. El trayecto de las canaletas hasta los cajetines debe ser lo más corto posible para ahorrar material y lo más bajo que puede estar es a 30 cm del piso.

- Dependiendo de la necesidad del área de trabajo se ubicarán alguno (o todos) de los siguientes tipos de cajetines:
 - Cajetín con puerto de voz.
 - Cajetín con puerto para datos.
 - Cajetín con puertos para voz y datos.
- El modelo de cajetines a utilizar es del tipo superficial con conector compatible con cable UTP Categoría 6 y se muestran en la Figura 4.48, en donde se detallan las dimensiones físicas de cada uno:



Figura 4.48: Cajetines

Fuente: lanpro.com

- Los cajetines deben estar ubicados una distancia mínima de 30 cm del piso.
- Si en el recinto no tiene cielo raso, se propone instalar uno. De otra manera, se recomienda utilizar una caja de paso para la interfaz entre la tubería EMT y las canaletas.

4.6.3.4. Cajas de Paso Cableado Horizontal

Las cajas de paso para el cableado horizontal son el elemento de distribución primordial para la ordenada y sistemática distribución de los numerosos y voluminosos trayectos del cableado UTP, el cual precisa una adecuada manipulación e instalación del mismo y además de funcionar como puntos de transición entre tuberías de distintos diámetros en concordancia con la cantidad de cables. Teniendo

en cuenta el número de cables y la canalización de la tubería EMT se procede a proponer las dimensiones como se observa en la Tabla 4.63.

Tabla 4.63: Dimensiones de la cajas de paso

Diámetro de la tubería EMT (pulgadas)	Dimension de la Caja de paso (pulgadas)
3/4"-1"	4" x 4" x 2"
1 1/4" - 1 1/2"	6" x 6" x 4"
1 1/2"-2"	8" x 8" x 4"
2"-2 1/2"	12" x 12" x 4"



Figura 4.49: Caja de paso EMT subsistema horizontal

Fuente: homedepot.com

4.6.3.5. Cajas de guarda

Este será el primer elemento al cual convergerán los cables de fibra una vez estén adentro de cada subnodo. Tiene como finalidad servir como espacio para la reserva de fibra óptica, recordando que al no poseer espacios dedicados de telecomunicaciones se limita no poder utilizar un elemento de mayor tamaño para la reserva del cable, como las conocidas arañas. En este caso, se cuenta con la caja de guarda para albergar 10 metros fibra sobrante tanto al entrar como al salir del recinto, para un total de 20 metros, con un diseño interno tipo las arañas. Las dimensiones de la caja de guarda se obtienen a partir del radio de curvatura mínimo que debe tener el cable de fibra óptica a implementar, que, en este caso, es uno tipo "tight buffer" de 12 hilos cuyo diámetro externo nominal es de 6,9mm; para conocer el radio de curvatura mínimo se debe multiplicar esta cantidad por un factor de 15 lo cual da como resultado 103,5mm, por lo que, como mínimo el diámetro debe

debe ser de 20,7 cm. Finalmente se tiene que las dimensiones de la caja de guarda serán de 16"x16"x6" pulg (38x38x14 cm.)

Los detalles de las cajas de guarda a utilizar se muestran en la 4.50.

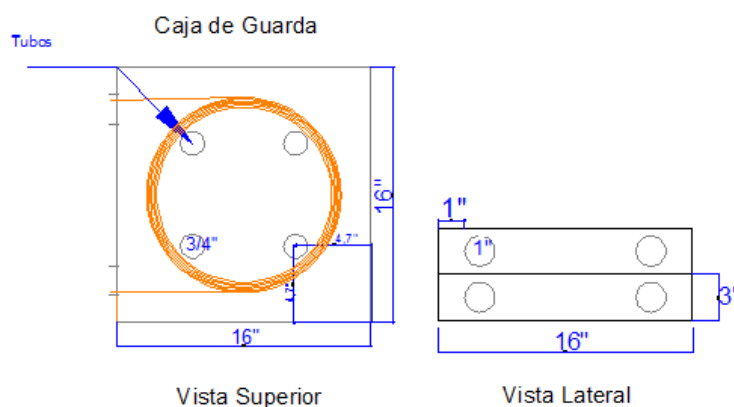


Figura 4.50: Especificaciones de la caja de guarda

Fuente: Autores

4.6.3.6. Densidad de tomas de telecomunicaciones

Para obtener la densidad de tomas de telecomunicaciones, es decir, la cantidad de puertos de voz y de datos por cada recinto o área de trabajo, se debe determinar en primera instancia la cantidad de usuarios. La demanda de usuarios ya fue descrita en una sección anterior (**Ver sección 4.1**) .

El cálculo de la densidad de puertos es un aspecto importante que permitirá conocer las dimensiones de los switches y patch panels a instalar en cada uno de los subnodos; dentro de este cálculo también se toman en consideración los puertos para las cámaras IP y Access Point Inalámbricos, los cuales se suman como puertos para datos. La estimación de puertos de voz también permitirá seleccionar la capacidad de los cables de multipar telefónico y de las regletas telefónicas (estas últimas serán instaladas en el Nodo Principal).

Es de destacar que la cantidad de puertos de voz/datos se calcularon en base a las necesidades de servicios telemáticos latente en cada recinto, conversadas y

acordadas con el personal de Coordinación del hospital luego de realizar recorridos en conjunto por todas las áreas. Por lo que no necesariamente es directamente proporcional a la cantidad de usuarios descritos en 4.1.2. En este sentido, existirán áreas donde se requieran tanto puertos de voz como datos, solo puertos de voz o solo puertos de datos.

A continuación se mencionan la densidad de puertos en cada una de las zonas:

■ Zonas 1 y 2.

Las Zonas 1 y 2 cubren lo correspondiente al bloque norte del hospital. Se deben instalar un total de 32 puertos para datos y 19 puertos para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.64.

Tabla 4.64: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 1 y 2)

Área o servicios	Datos	Voz
Psiquiatría	1	1
Consulta de Medicina (2)	2	2
Traumatología	5	1
Consultorios 9 y 10	2	1
Consultorios 11 y 12	2	1
Consulta Externa 13	2	1
Consultorios 3 y 4	2	1
Consultorios 5 y 6	2	1
Consultorio (Unidad de Oncología)	2	1
Supervisión de Consultas Externas	2	1
Cardiología (4)	4	4
Gastroenterología	2	1
Maxilo-Facial	2	1
Consultorios (Unidad Hemato-Oncológica Pediátrica)	2	2
Total	32	19

■ Zona 3

Esta Zona tiene un total de 14 usuarios. En total se tienen que instalar 10 puertos para datos y 5 para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.65.

Tabla 4.65: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 3)

Área o servicios	Datos	Voz
Consultorio de Oncología	1	1
Dermatología y Fisiatría	6	1
Consultorio Médico	2	1
Sala de descanso de médicos	1	1
Cocina	0	1
Total	10	5

- Zona 4

Esta zona ya cuenta con servicios telemáticos, con cajetines de voz y de datos, por lo que se propone realizar la integración a la red principal. La estimación de los puertos se obtiene a partir de la densidad de puertos del switch existente, lo cual se señala en la Tabla 4.66.

Tabla 4.66: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 4)

Cantidad de puertos del switch existente	24
--	----

- Zonas 5 y 6.

Estas zonas suman un total de 23 usuarios, dentro de los que se incluyen una porción proveniente de la Zona 3. En total se deben instalar 20 puertos de datos y 18 puertos para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.67.

Tabla 4.67: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 5 y 6)

Área o servicios	Datos	Voz
Supervisión de enfermería	2	1
Banco de sangre	1	1
Espacio en construcción	1	1
Consultorio (Servicio de Hematología)	1	1
Estar de enfermería (Servicio de Hematología)	1	1
Oficinas (Servicio de Nefrología)	2	2
Quirófano	2	1
Traumatología y Trauma-Shock	2	1
Cirugía	1	1
Observación Hombres / Mujeres	0	2
Medicina Interna	2	1
Depósito y aislamiento	0	1
Unidad de RX	1	1
Consultorio (Emergencia Pediátrica)	1	1
Sala de Shock (Emergencia Pediátrica)	0	1
Sala de Hospitalización (Emergencia Pediátrica)	1	1
Sala de descanso y estudio	2	1
Total	20	19

■ Zona 25

Esta zona ya cuenta con servicios telemáticos, con cajetines de voz y de datos, por lo que se propone realizar la integración a la red principal. La estimación de los puertos se obtiene a partir de la densidad de puertos del switch existente, lo cual se señala en la Tabla 4.68 se muestra la densidad de la zona.

Tabla 4.68: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 25)

Cantidad de puertos del switch existente	24
--	----

■ Zona 26

La Zona 26 contempla lo correspondiente al Almacén y las áreas adyacentes al mismo, sumando un total de 13 usuarios. Se deben instalar un total de 11

puertos para datos y 9 puertos para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.69

Tabla 4.69: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 26)

Área o servicios	Datos	Voz
Almacén	6	3
Bienes Nacionales	1	1
Departamento de Mantenimiento	1	1
Electromedicina	1	1
Sala de Distribución de Energía	0	1
Infectología y Citología	1	1
Morgue	0	1
Total	10	9

■ Zona 27

Esta zona cubre la Farmacia con un total de 8 usuarios. Se deben instalar 8 puertos tanto para datos como para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.70

Tabla 4.70: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 27)

Área o servicios	Datos	Voz
Oficinas (5)	5	5
Dirección	1	1
Inmunización	1	1
Recepción	1	1
Total	8	8

■ Zona 28

Esta zona cubre el edificio de Hematología en conjunto con el banco de sangre y aulas de clases de los estudiantes de medicina de la UC. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.71

■ Zonas 7 y 8.

Estas zonas suman un total de 28 usuarios, teniendo a un recinto de importancia como lo es el Solarium en donde se planea ubicar un punto de acceso.

Tabla 4.71: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 28)

Área o servicios	Datos	Voz
Recepción de Hematología	1	1
Oficinas/Recintos Hematología (5)	5	3
Oficina de la aulas de clase (2)	1	1
Recepción	1	1
Total	8	8

En total son 19 puertos de datos y 19 para voz a instalar. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.72.

Tabla 4.72: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 7 y 8)

Área o servicios	Datos	Voz
Departamento de Pediatría	2	1
Cirugía Pediatría	1	1
Salas de Hospitalización	0	5
Descanso de Pediatría	1	1
Nutricionistas	2	1
Supervisión	1	1
Sala de Hospitalización (Servicio de pediatría)	1	1
Salas A y B	1	1
Salas D y C	1	1
Hospitalización Sala 1	1	1
Cubículo	1	1
Sala de descanso	1	1
Oficinas	2	1
Solarium	3	1
Unidad de Urología Sala de Hosp. D	1	1
Total	19	19

■ Zonas 9, 10 y 11.

De estas tres zonas la número 11 tiene en la mayoría de sus espacios puertos de datos que están conectados a los switches ubicados en el nodo principal de la red (Secretaría de Dirección). A pesar de esto, se requiere de la instalación de puertos de voz en estos espacios. En las zonas 9 y 10 se carece de puertos (voz y datos). En total se requiere la instalación de 15 puertos de datos y 19

puertos de voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.73.

Tabla 4.73: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 9, 10 y 11)

Área o servicios	Datos	Voz
Jefatura	1	1
Área de química	1	0
Área de Hematología	1	0
Área de Uroanálisis	1	0
Recepción de muestras	1	1
Sala de reunión / descanso	2	1
Unidad epidemiológica	1	1
Cirugía Pediátrica consulta externa	2	1
Cirugía infantil	2	1
Central de suministro	1	1
Unidad de Trabajo Social	0	2
Sub-Dirección Administrativa	0	2
Sub-Dirección Médica	0	2
Contaduría	0	4
Coordinación de Docencia Médica	2	2
Total	15	19

■ Zona 12

En esta zona se tiene un espacio en remodelación y destinado a albergar nuevos usuarios por lo que se debe pensar en una futura expansión. Además, se localiza el Auditorium de Traumatología, el cual es un espacio con alta presencia de usuarios y en donde se propone instalar un WAP. Se deben instalar en principio un total de 7 puertos para datos y 5 para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.74

■ Zona 13

En esta zona se tiene 15 usuarios en total. Se requiere instalar 9 puntos de datos y 11 para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.75.

Tabla 4.74: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 12)

Área o servicios	Datos	Voz
Auditorium	3	1
Área en remodelación (antiguo quirófano)	2	2
Sala D Hombres	1	1
Sala C Hombres	1	1
Total	7	5

Tabla 4.75: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 13)

Área o servicios	Datos	Voz
Área de residentes	3	1
Habitación de pacientes	0	2
Cuarto de especialistas	1	1
Cirugía de mano	0	2
Artroplastia	0	1
Jefatura de Servicio	2	1
Estar de enfermería	1	1
Sala B Mujeres	1	1
Sala de descanso de enfermería	1	1
Total	9	11

- Zonas 14 y 15

Contempla una cantidad de 24 usuarios para un total de 17 puntos de voz y 12 puntos para datos. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.76.

- Zonas 16 y 17.

Existen recintos en la zona 16 que ya cuentan con conexión a la red existente en el hospital debido a una instalación reciente de un switch. La zona 17 carece de puertos. Se deben colocar 19 puertos para datos y 13 puertos para voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.77.

Tabla 4.76: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 14 y 15)

Área o servicios	Datos	Voz
Cuarto de neonatólogos	2	1
Retén séptico y UTIN	2	1
Unidad de ecografía	1	1
Cuarto de reposo de personal de parto	1	1
Coordinación de nutrición y dietética	3	1
Estar de enfermería	1	1
Retén sanos y respiratorios	0	1
Sala A	1	1
Sala B	1	1
Cuarto de reposos de mujeres	1	1
Cuarto de reposo de hombres	1	1
Solarium	3	1
Total	17	12

Tabla 4.77: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 16 y 17)

Área o servicios	Datos	Voz
Unidad materno fetal Perinatología	2	1
Sala de radiación	1	1
Sala situacional maternidad segura	1	1
Cuarto de reposo	1	1
Médicos radiólogos	2	1
Salas de Rayos X (2)	2	2
Unidad de Urología General y Pediatría	6	4
Admisión	2	1
Sala de Parto	2	1
Total	19	13

■ Zonas 18 y 19

Entre estas zonas, la 18 es de mayor interés por presentar una cantidad de usuarios mucho mayor y de potencial uso de las tecnologías de la información. Requiere de la instalación de 22 puertos de datos y 23 puertos de voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.78.

Tabla 4.78: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 18 y 19)

Área o servicios	Datos	Voz
Hospitalización (2, 3, 3, 4, 7, 8)	0	6
Habitación de descanso (2)	2	2
Cuarto de descanso	1	1
Consulta externa	1	1
Estar de enfermería	1	1
Perinatología	5	5
Jefatura	1	1
Biblioteca	3	1
Auditorium	3	1
Sala de estudiantes UC	2	1
Sala B	1	1
Sala B	1	1
Sala A	1	1
Total	22	23

- Zonas 20 y 21.

La zona de mayor interés es la 21 por tener espacios potenciales para el uso de herramientas informáticas. Requiere de la instalación de 19 puertos de datos y 12 puertos de voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.79.

- Zona 22.

Esta zona posee pocos usuarios, solo requiere de la instalación de 11 puertos de datos y 7 puertos de voz. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.80.

- Zonas 23 y 24

Entre ambas zonas se tiene una mediana cantidad de usuarios que frecuenten utilizar herramientas informáticas a excepción del Auditorium. Se requieren de 17 puertos de voz y 15 puertos de datos. La distribución de los puertos de voz y datos por cada recinto se muestran en la Tabla 4.81.

En los **Planos 1, 2, 3 y 4 en el Apéndice D** se muestra la distribución de los puntos de voz y datos en todo el hospital.

Tabla 4.79: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 20 y 21)

Área o servicios	Datos	Voz
Cuarto de descanso	1	1
Salas A y H	1	1
Estar de enfermería	1	1
Cuarto de reposo	1	1
Espacio sin identificar	1	1
Área en construcción	2	1
Jefatura	2	1
Salas de reunión y conferencia	6	1
Sala B	1	1
Sala E	1	1
Sala D	1	1
Sala C	1	1
Total	19	12

Tabla 4.80: Densidad de puertos de voz y datos (Zona 22)

Área o servicios	Datos	Voz
Cuarto de reposo de enfermería	1	1
Servicio de anestesiología	3	1
Cuarto de reposo	1	1
Servicio de cirugía	1	1
Jefatura UCI	1	1
Hospitalización UCI	2	0
Quirófanos	2	2
Total	11	7

Tabla 4.81: Densidad de puertos de voz y datos (Zonas 23 y 24)

Área o servicios	Datos	Voz
Hospitalización (2, 3, 3, 4, 7, 8)	0	6
Habitación de descanso (2)	2	2
Cuarto de descanso	1	1
Consulta externa	1	1
Estar de enfermería	1	1
Sala B	1	1
Auditorium (2)	6	2
Sala E	1	1
Sala D	1	1
Sala C	1	1
Total	15	17

4.6.3.7. Lista de materiales correspondiente a las canalizaciones

En las siguientes tablas se muestra la lista de materiales correspondientes a las canalizaciones separadas y clasificadas por zonas. Esta separación se realiza en virtud de cumplir con la condición de que el proyecto pueda ser ejecutado por etapas:

■ Zonas 1 y 2

Tabla 4.82: Lista total de materiales en las Zonas 1 y 2

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
18	Tubo EMT 3/4"	2.535	45.63
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
3	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	4.68
11	Tubo EMT 1"	4.212	46.332
4	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	2.34
9	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	61.425
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
3	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	25.155
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
6	Tubo EMT 2"	9.75	58.5
4	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	12.48
1	Codo de 90° Tubo EMT 2"	5.46	5.46
1	Tubo EMT 2 1/2"	13.65	13.65
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
20	Anillo/conector 3/4"	0.1755	3.51
60	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	4.68
13	Anillo/conector 1"	0.195	2.535
35	Abrazadera una oreja 1"	0.078	2.73
10	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	2.73
30	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	4.68
4	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	1.56
10	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	1.95
8	Anillo/conector 2"	0.936	7.488
20	Abrazadera una oreja 2"	0.78	15.6
19	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	59.28
2	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	6.63
9	Cajetin superficial Datos	2.535	22.815
1000metros	UTP CAT 6	0.195/metro	195
90metros	Canaletas	0.78/metro	140.4
51	Conectores	0.117	5.967
Costo Total			701.2(U.T.)

■ Zona 3

Tabla 4.83: Lista total de materiales en la Zona 3

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo(U.T.)
7	Tubo EMT 3/4"	2.535	17.745
1	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	1.56
2	Tubo EMT 1"	4.212	8.424
2	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	13.65
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
7	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	58.695
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/2"	4.29	4.29
9	Anillo/conector 3/4"	0.1755	1.5795
20	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	1.56
3	Anillo/conector 1"	0.195	0.585
6	Abrazadera una oreja 1"	0.078	0.468
3	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	0.819
6	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	0.936
9	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	3.51
20	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	3.9
4	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	12.48
2	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	6.63
1	Cajetin superficial Voz	2.262	2.262
2	Cajetin superficial Datos	2.535	5.07
280metros	UTP CAT 6	0.195/metro	54.6
40metros	Canaletas	0.78/metro	31.2
15	Conectores	0.117	1.755
Costo Total			232.3(U.T.)

■ Zonas 5 y 6

Tabla 4.84: Lista total de materiales en las Zonas 5 y 6

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T)	Costo (U.T.)
22	Tubo EMT 3/4"	2.535	55.77
2	Caja de paso 4"x 4"x 2"	1.17	2.34
3	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	4.68
9	Tubo EMT 1"	4.212	37.908
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.17	3.51
4	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	9.36
10	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	68.25
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
16	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	134.16
4	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	8.58
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/2"	4.29	4.29
2	Tubo EMT 2 1/2"	13.65	27.3
2	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	6.24
24	Anillo/conector 3/4"	0.1755	4.212
60	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	4.68
11	Anillo/conector 1"	0.195	2.145
30	Abrazadera una oreja 1"	0.078	2.34
12	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	3.276
30	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	4.68
18	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	7.02
50	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	9.75
14	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	43.68
1	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	3.315
4	Cajetin superficial Voz	2.262	9.048
4	Cajetin superficial Datos	2.535	10.14
1500metros	UTP CAT 6	0.195/metro	292.5
70metros	Canaletas	0.78/metro	54.6
38	Conectores	0.117	4.446
Costo Total			825.63(U.T.)

■ Zona 26

Tabla 4.85: Lista total de materiales en la Zona 26

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
10	Tubo EMT 3/4"	2.535	25.35
1	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	1.56
10	Tubo EMT 1"	4.212	42.12
4	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	2.34
2	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	13.65
2	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	3.12
8	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	67.08
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/2"	4.29	4.29
12	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.106
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
12	Anillo/conector 1"	0.195	2.34
30	Abrazadera una oreja 1"	0.078	2.34
3	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	0.819
8	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	1.248
10	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	3.9
25	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	4.875
8	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	24.96
1	Cajetin superficial Voz	2.262	2.262
3	Cajetin superficial Datos	2.535	7.605
380metros	UTP CAT 6	0.195/metro	74.1
40metros	Canaletas	0.78/metro	31.2
20	Conectores	0.117	2.34
Costo Total			328.77(U.T.)

■ Zona 27

Tabla 4.86: Lista total de materiales en la Zona 27

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
5	Tubo EMT 3/4"	2.535	12.675
2	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	3.12
2	Tubo EMT 1"	4.212	8.424
2	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.17	2.34
1	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	2.34
4	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	27.3
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
3	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	25.155
3	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	6.435
6	Anillo/conector 3/4"	0.1755	1.053
15	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	1.17
3	Anillo/conector 1"	0.195	0.585
6	Abrazadera una oreja 1"	0.078	0.468
5	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.365
13	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	2.028
4	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	1.56
12	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	2.34
8	Cajetín superficial Voz y Datos	2.535	20.28
360metros	UTP CAT 6	0.195/metro	70.2
25metros	Canaletas	0.78/metro	19.5
16	conectores	0.117	1.872
Costo Total			211.77(U.T.)

■ Zonas 28

Tabla 4.87: Lista total de materiales en la Zona 28

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
6	Tubo EMT 3/4"	2.535	15.2
3	Caja de paso 4"x 4"x 2"	1.17	3.51
3	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	4.68
7	Tubo EMT 1"	4.212	29.4
5	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	34.12
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
7	Anillo/conector 3/4"	0.1755	1.755
25	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	1.95
8	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	2.18
30	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	4.68
5	Cajetín superficial Voz y Datos	3.12	15.6
5	Cajetín superficial Datos	3.315	16.57
240metros	UTP CAT 6	0.195/metros	46.8
30metros	Canaletas	0.78/metros	23.4
15	conectores	0.117	1.755
Costo Total			210.16(U.T.)

■ Zonas 7 y 8

Tabla 4.88: Lista total de materiales en las Zonas 7 y 8

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
21	Tubo EMT 3/4"	2.535	53.235
4	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	4.68
5	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	7.8
2	Tubo EMT 1"	4.212	8.424
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
9	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	61.425
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
4	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	33.54
2	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	4.29
3	Tubo EMT 2"	9.75	29.25
2	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	6.24
1	Codo de 90° Tubo EMT 2"	5.46	5.46
23	Anillo/conector 3/4"	0.1755	4.036
60	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	4.68
3	Anillo/conector 1"	0.195	0.585
8	Abrazadera una oreja 1"	0.078	0.624
10	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	2.73
30	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	4.68
5	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	1.95
13	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	2.53
14	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	43.68
1	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	3.315
5	Cajetin superficial Voz	2.262	11.31
3	Cajetin superficial Datos	2.535	7.605
830metros	UTP CAT 6	0.195/metros	161.85
70metros	Canaletas	0.78/metros	54.6
38	Conectores	0.117	4.446
Costo Total			531.54 (U.T.)

■ Zonas 9, 10 y 11

Tabla 4.89: Lista total de materiales en las Zonas 9, 10 y 11

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T)	Costo (U.T)
14	Tubo EMT 3/4"	2.535	35.49
2	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	2.34
2	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	3.12
4	Tubo EMT 1"	4.212	16.848
3	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	3.51
4	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	27.3
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
6	Tubo EMT 2"	9.75	58.5
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
1	Codo de 90° Tubo EMT 2"	5.46	5.46
16	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.808
40	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	3.12
5	Anillo/conector 1"	0.195	0.975
13	Abrazadera una oreja 1"	0.078	1.014
5	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.365
13	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	2.028
7	Anillo/conector 2"	0.936	6.552
20	Abrazadera una oreja 2"	0.78	15.6
7	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	21.84
6	Cajetin superficial Datos	2.535	15.21
750metros	UTP CAT 6	0.195/metro	146.25
40metros	Canaletas	0.78/metro	31.2
20	conectores	0.117	2.34
Costo Total			407.55(U.T)

■ Zona 12

Tabla 4.90: Lista total de materiales en la Zona 12

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
16	Tubo EMT 3/4"	2.535	40.56
4	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	6.24
1	Tubo EMT 1"	4.212	4.212
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
5	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	34.125
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
2	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	16.77
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
18	Anillo/conector 3/4"	0.1755	3.159
45	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	3.51
7	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.911
15	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	2.34
3	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	1.17
6	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	1.17
6	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	18.72
1	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	3.315
5	Cajetin superficial Voz	2.262	11.31
1	Cajetin superficial Datos	2.535	2.535
420metros	UTP CAT 6	0.195/metro	81.9
20metros	Canaletas	0.78/metro	15.6
20	conectores	0.117	2.34
Costo Total			258.85(U.T)

■ Zona 13

Tabla 4.91: Lista total de materiales en la Zona 13

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
8	Tubo EMT 3/4"	2.535	20.28
1	Caja de paso 4"x 4"x 2"	1.17	1.17
2	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	3.12
1	Tubo EMT 1"	4.212	4.212
1	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	6.825
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
10	Anillo/conector 3/4"	0.1755	1.755
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
1	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	0.273
3	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	0.468
5	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	15.6
1	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	3.315
120metros	UTP CAT 6	0.195/metros	23.4
20metros	Canaletas	0.78/metros	15.6
12	conectores	0.117	52
Costo Total			151.95(U.T.)

■ Zonas 14 y 15

Tabla 4.92: Lista total de materiales en las Zonas 14 y 15

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
16	Tubo EMT 3/4"	2.535	40.56
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
4	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	6.24
8	Tubo EMT 1"	4.212	33.696
4	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	4.68
12	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	81.9
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
1	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	8.385
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
1	Tubo EMT 2"	9.75	9.75
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
1	Codo de 90° Tubo EMT 2"	5.46	5.46
17	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.9835
45	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	3.51
9	Anillo/conector 1"	0.195	1.755
30	Abrazadera una oreja 1"	0.078	2.34
13	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	3.549
35	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	5.46
1	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	0.39
3	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	0.585
11	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	34.32
2	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	6.63
1	Cajetin superficial Voz	2.262	2.262
2	Cajetin superficial Datos	2.535	5.07
830metros	UTP CAT 6	0.195/metro	161.85
50metros	Canaletas	0.78/metro	39
29	conectores	0.117	3.393
Costo Total			477.65(U.T.)

■ Zonas 16 y 17

Tabla 4.93: Lista total de materiales en las Zonas 16 y 17

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
11	Tubo EMT 3/4"	2.535	27.885
2	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	2.34
2	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	3.12
2	Tubo EMT 1"	4.212	8.424
2	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	2.34
3	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	20.475
1	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	1.56
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
4	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	33.54
1	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	2.145
2	Tubo EMT 2"	9.75	19.5
2	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	6.24
12	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.106
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
3	Anillo/conector 1"	0.195	0.585
6	Abrazadera una oreja 1"	0.078	0.468
4	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.092
9	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	1.404
5	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	1.95
13	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	2.535
13	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	40.56
6	Cajetin superficial Datos	2.535	15.21
540metros	UTP CAT 6	0.195/metro	105.3
60metros	Canaleatas	0.78/metro	46.8
32	conectores	0.117	3.744
Costo Total			354.54(U.T.)

■ Zonas 18 y 19

Tabla 4.94: Lista total de materiales en las Zonas 18 y 19

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
15	Tubo EMT 3/4"	2.535	38.025
1	Caja de paso 4"x 4"x 2"	1.17	1.17
6	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	9.36
3	Tubo EMT 1"	4.212	12.636
3	Caja de paso 4" x 4"x 2"	1.17	3.51
5	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	34.125
4	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	6.24
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	2.73
11	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	92.235
3	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	6.435
2	Tubo EMT 2"	9.75	19.5
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
2	Tubo EMT 2 1/2"	13.65	27.3
2	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	6.24
1	Codo de 90° Tubo EMT 2 1/2"	7.8	7.8
17	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.9835
40	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	3.12
4	Anillo/conector 1"	0.195	0.78
9	Abrazadera una oreja 1"	0.078	0.702
6	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.638
15	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	2.34
13	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	5.07
35	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	6.825
17	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	53.04
2	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	6.63
6	Cajetin superficial Voz	2.262	13.572
1	Cajetin superficial Datos	2.535	2.535
1400metros	UTP CAT 6	0.195/metro	273
90metros	Canaletas	0.78/metro	70.2
45	conectores	0.117	5.265
Costo Total			720.45(U.T.)

■ Zonas 20 y 21

Tabla 4.95: Lista total de materiales en las Zonas 20 y 21

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
10	Tubo EMT 3/4"	2.535	25.35
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
2	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	3.12
10	Tubo EMT 1"	4.212	42.12
3	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	3.51
1	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	2.34
10	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	68.25
3	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	4.68
2	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	5.46
7	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	58.695
2	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	4.29
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/2"	4.29	4.29
1	Tubo EMT 2"	9.75	9.75
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
12	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.106
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
12	Anillo/conector 1"	0.195	2.34
30	Abrazadera una oreja 1"	0.078	2.34
12	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	3.276
30	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	4.68
13	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	40.56
5	Cajetin superficial Datos	2.535	12.675
940metros	UTP CAT 6	0.195/metro	183.3
60metros	Canaleatas	0.78/metro	46.8
31	conectores	0.117	3.627
Costo Total			540.15(U.T.)

■ Zona 22

Tabla 4.96: Lista total de materiales en la Zona 22

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
10	Tubo EMT 3/4"	2.535	25.35
2	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	2.34
4	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	6.24
5	Tubo EMT 1"	4.212	21.06
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
5	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	34.125
2	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	3.12
1	Tubo EMT 2"	9.75	9.75
1	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	3.12
12	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.106
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
6	Anillo/conector 1"	0.195	1.17
15	Abrazadera una oreja 1"	0.078	1.17
6	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	1.638
15	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	2.34
7	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	21.84
4	Cajetin superficial Datos	2.535	10.14
310metros	UTP CAT 6	0.195/metro	60.45
30metros	Canaletas	0.78/metro	23.4
18	conectores	0.117	2.106
Costo Total			234.85(U.T.)

■ Zonas 23 y 24

Tabla 4.97: Lista total de materiales en las Zonas 23 y 24

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
11	Tubo EMT 3/4"	2.535	27.885
2	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	2.34
3	Codo de 90° Tubo EMT 3/4"	1.56	4.68
6	Tubo EMT 1"	4.212	25.272
1	Caja de paso 4" x 4" x 2"	1.17	1.17
2	Codo de 90° Tubo EMT 1"	2.34	4.68
14	Tubo EMT 1 1/4"	6.825	95.55
5	Caja de paso 6" x 6" x 4"	1.56	7.8
4	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/4"	2.73	10.92
5	Tubo EMT 1 1/2"	8.385	41.925
2	Caja de paso 8" x 8" x 4"	2.145	4.29
1	Codo de 90° Tubo EMT 1 1/2"	4.29	4.29
1	Tubo EMT 2"	9.75	9.75
2	Caja de paso 12" x 12" x 4"	3.12	6.24
13	Anillo/conector 3/4"	0.1755	2.2815
30	Abrazadera una oreja 3/4"	0.078	2.34
8	Anillo/conector 1"	0.195	1.56
20	Abrazadera una oreja 1"	0.078	1.56
16	Anillo/conector 1 1/4"	0.273	4.368
40	Abrazadera una oreja 1 1/4"	0.156	6.24
6	Anillo/conector 1 1/2"	0.39	2.34
15	Abrazadera una oreja 1 1/2"	0.195	2.925
11	Cajetin superficial Voz y Datos	3.12	34.32
2	Cajetin superficial Datos(x2)	3.315	6.63
6	Cajetin superficial Voz	2.262	13.572
930metros	UTP CAT 6	0.195/metro	181.35
60metros	Canaleatas	0.78/metro	46.8
32	conectores	0.117	3.744
Costo Total			556.84(U.T.)

Tabla 4.98: Costo total de los materiales

Descripción	Costo(U.T.)
Costo total de materiales en las Zonas 1 y 2	701.2
Costo total de materiales en las Zonas 3	232.3
Costo total de materiales en las Zonas 5 y 6	825.63
Costo total de materiales en las Zonas 26	328.77
Costo total de materiales en las Zonas 27	211.77
Costo total de materiales en las Zonas 28	210.16
Costo total de materiales en las Zonas 7 y 8	531.54
Costo total de materiales en las Zonas 9, 10 y 11	407.55
Costo total de materiales en las Zonas 12	258.85
Costo total de materiales en las Zonas 13	151.95
Costo total de materiales en las Zonas 14 y 15	477.65
Costo total de materiales en las Zonas 16 y 17	354.54
Costo total de materiales en las Zonas 18 y 19	720.45
Costo total de materiales en las Zonas 20 y 21	540.15
Costo total de materiales en las Zonas 22	234.85
Costo total de materiales en las Zonas 23 y 24	556.84
Costo Total	6744 (U.T.)

4.6.4. Diseño del sistema de acceso inalámbrico a la red (WLAN)

El sistema de acceso inalámbrico a la red (WLAN) funcionará como una solución complementaria de conectividad a la red del hospital. Este sistema brindará mayor flexibilidad a la red, permitiendo que los usuarios puedan mantener la conectividad a la red sin importar su movilidad y ubicación en el hospital o de la disponibilidad de puertos de telecomunicaciones físicos.

Como bien se sabe, resulta costoso implementar un sistema de cableado extenso, es decir, instalar una mayor cantidad de puertos de telecomunicaciones, además, seguramente no siempre se estarán utilizando todos los puertos por lo que se tendría una sub-utilización de puertos. Por otro lado, cada vez son más los equipos terminales que incorporan tarjetas inalámbricas de red precisamente para poder conectarse a redes WI-FI, entre los que se mencionan, laptops, smartphones, tabletas, cámaras, etc.

Para el diseño de este sistema se propone implementar dispositivos WAP (Wireless Access Point) o Puntos de Acceso Inalámbricos con capacidades para redes empresariales, es decir, que puedan manejar un alto tráfico de datos y usuarios, que brinden un alto desempeño y que ofrezcan una amplia cobertura de la señal. Las características principales se señalan a continuación:

- Cobertura de al menos 100 metros.
- Operar bajo los estándares IEEE 802.11 b/g/n. De manera opcional pero no obligatoria, operar también bajo 802.11ac.
- Incorporar la tecnología MIMO.
- Soportar encriptación WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i.
- Incluir al menos un puerto RJ-45 con soporte para PoE (Power over Ethernet).
- Capacidad de multiplexación del espectro para evitar interferencia por AP cercanos.
- Capacidad para escalar la WLAN con otros AP.

Los dispositivos WAP que se proponen son los de la serie Unifi AP de la empresa Ubiquiti Networks. Para el caso particular de este proyecto se recomienda utilizar el modelo UAP-LR, el cual tiene las siguientes características:

- Frecuencia de operación 2.4GHz.
- Rango de cobertura de hasta 183 metros.
- Opera bajo los estándares IEEE 802.11 b/g/n.
- Velocidad de transmisión de datos de hasta 300Mbps.
- Incluye puerto Ethernet compatible con PoE (Incluye adaptador PoE por lo que no se requiere de un Switch que admita PoE).
- Soporte para VLAN (IEEE 802.1Q), QoS y filtrado de espectro avanzado para garantizar que no exista interferencias con otros canales.

- Capacidad de escalamiento de la red inalámbrica mediante la adición de otros dispositivos de la misma serie.

La selección de este dispositivo yace en la relación precio vs características, haciéndolo bastante rentable además de tener una fácil implementación por incluir el material necesario para ajustarlo bien sea a paredes o a techos e incorporando un adaptador PoE, lo cual elimina la necesidad de ubicar tomas de electricidad en su cercanía para alimentarlo.

En la Figura 4.51 se muestra el lugar en donde se propone instalar WAP, se ubica en el primer piso de manera de ubicarlo lo más centricamente posible del hospital por su gran alcance de cobertura.

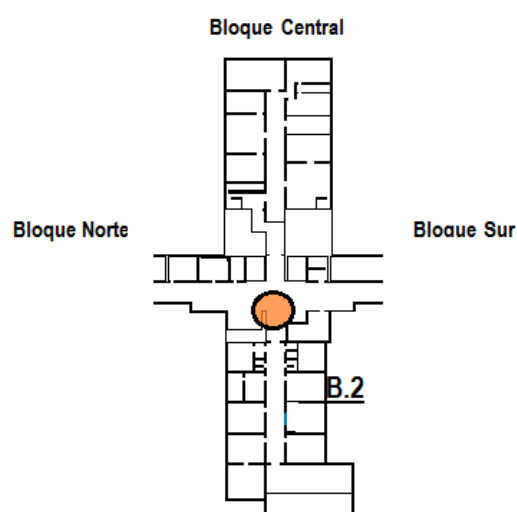


Figura 4.51: Ubicación del punto de acceso inalámbrico, en el primer piso

4.6.5. Diseño del sistema complementario de CCTV

Como bien se describió en la subsección 4.1.12, el hospital cuenta con un sistema de CCTV para videovigilancia, sin embargo, no logra cubrir todas las instalaciones del hospital, por lo cual se requiere de su ampliación para de esta manera mejorar el sistema de videovigilancia.

De igual manera que paso con el sistema de WLAN, se propone aprovechar la infraestructura de cableado para evitar gastos adicionales en la instalación de otro tipo de cableado y de canalización. Para lograr esto, se propone la implementación de cámaras IP que puedan ser conectadas directamente al cableado UTP o bien, que tengan la capacidad de conectarse de forma inalámbrica a las WLAN.

Las cámaras IP deben contar con las siguientes características:

- Incorporar detección de movimiento.
- Incorporar sensor digital CMOS de 1/3" o 1/4" para una mejor calidad del video.
- Incorporar leds infrarrojos para visión nocturna.
- Posibilidad de guardar y emitir los momentos anteriores a un evento.
- Admitir los protocolos de HTTP, FTP y correo electrónico.
- Para los espacios interiores se recomienda emplear cámaras tipo domo o caja. (tipo bala también aplica)
- Para los espacios exteriores se deben implementar cámaras aptas para la interperie como las tipo "Bullet" o "Bala".

Las cámaras IP pueden tener las mismas funcionalidades que las cámaras de video convencionales pero con la ventaja de ejecutar aplicaciones y funciones sin la necesidad de un computador o un DVR, es decir, son más independientes por el hecho de incorporar un microcomputador el cual se encarga de ejecutar estas tareas. Sumando a lo anterior, pueden conectarse a las redes bien sea de forma cableada o de forma inalámbrica, pudiendo ser gestionadas de forma remota con mayor facilidad.

Una vez instaladas alrededor de las instalaciones del hospital, pueden ser gestionadas desde cualquier computador que este conectado a la red.

Se propone que las cámaras sean gestionadas desde un ordenador dedicado, con disco duros de al menos 1 TB de almacenamiento.

Luego de analizar la ubicación de las cámaras del sistema actual de videovigilancia y con el apoyo del personal de seguridad del hospital, las nuevas cámaras a instalar serán ubicadas en los puntos indicados en las Figuras 4.52, 4.53, 4.54, 4.55.

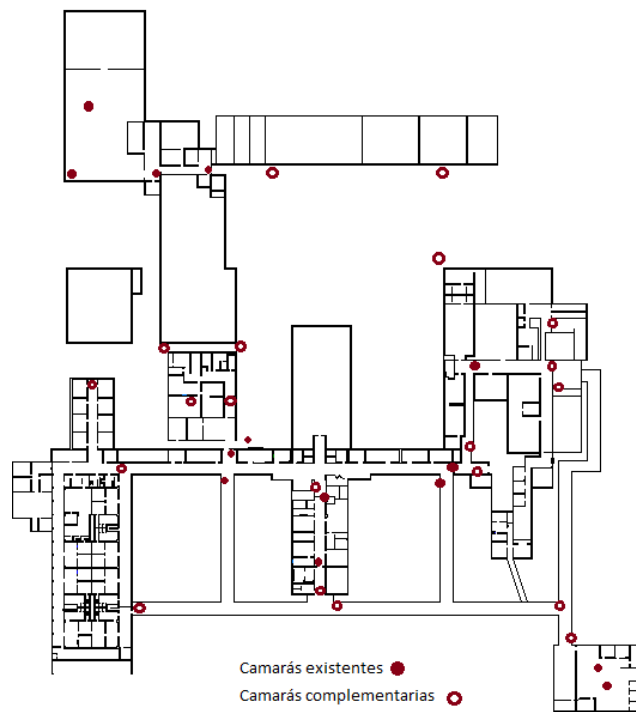


Figura 4.52: Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia planta baja

Fuente: Autores

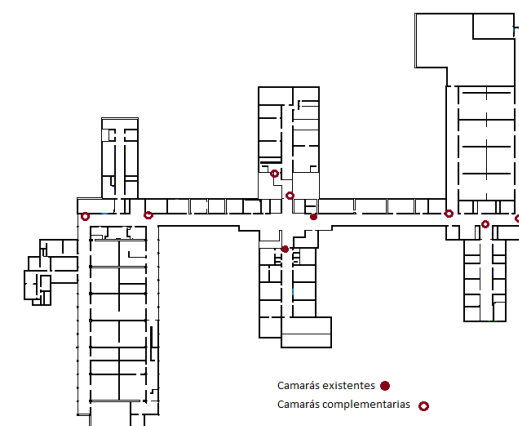


Figura 4.53: Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia primer piso

Fuente: Autores

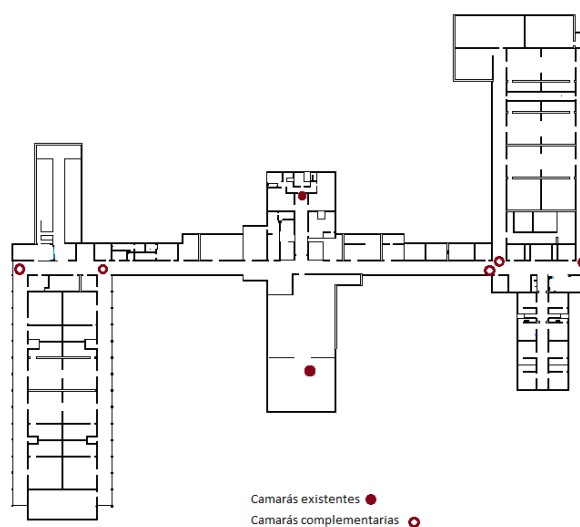


Figura 4.54: Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia segundo piso
Fuente: Autores

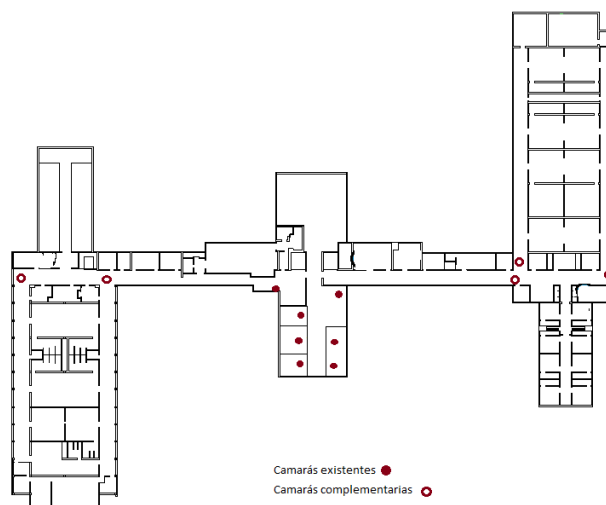


Figura 4.55: Ubicación de las nuevas cámaras para videovigilancia tercer piso
Fuente: Autores

Costo del sistema CCTV

Luego de la ubicación de las cámaras IP, se estima un precio de 20(U.T.) en la Tabla 4.99 se muestra el costo de la adquisición de las cámaras IP por piso.

Tabla 4.99: Costo del sistema complementario CCTV

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario (U.T.)	Costo (U.T.)
21	Camaras IP en planta baja	20	420
8	Camaras IP en primer piso	20	160
5	Camaras IP en segundo piso	20	100
5	Camaras IP en tercer piso	20	100
Costo Total			780 (U.T.)

4.6.6. Diseño de los subnodos

En esta subsección se desarrollará lo correspondiente al diseño de los subnodos, lo cual incluye: selección de equipos de red y elementos de distribución, sistema de respaldo de energía eléctrica, selección de gabinete, ubicación de los equipos en el gabinete, ubicación de las acometidas, sistema de aire acondicionado, iluminación y sistema de aterramiento.

4.6.6.1. Órganos de red

Los únicos órganos de red que estarán presentes en los subnodos son los switches, los cuales interconectarán cada área de trabajo a la red dorsal. La cantidad de switches y su densidad de puertos depende de cada subnodo y se definen en la subsección 4.6.6.6. Las características que deben tener se detallan a continuación:

- Deben ser compatibles con el protocolo de capa física y capa de enlace seleccionado (Gigabit Ethernet y sus antecesores).
- Deben ser switches administrables y gestionables, compatibles con el protocolo SNMP.
- Deben ser compatibles con los equipos de red de DIMETEL y CANTV.
- Deben tener puertos que trabajen como mínimo a velocidades de Fast Ethernet, los cuales serán utilizados para las conexiones con la redes locales (LAN) y adicionalmente deben contar con puertos Gigabit Ethernet, preferiblemente

del tipo GBIC que sean compatibles con módulos de transceiver disponibles en el mercado, de manera que puedan ser utilizados para las conexiones con el cable de fibra óptica proveniente del backbone.

- Los switches deben tener al menos 2 puertos GBIC para la conexión al backbone de fibra óptica, siendo esto una característica en común.
- Posibilidad de implementar herramientas de control de acceso a la red como filtrado de direcciones MAC.
- Para su correcto montaje en rack, las dimensiones físicas deben coincidir con la norma EIA 310-D.

4.6.6.2. Elementos de distribución

Dentro de los elementos de distribución en los subnodos se tiene solamente a los Patch Panels, cuya cantidad y densidad de puertos dependerá de acuerdo a la cantidad de tomas de telecomunicaciones. Estos valores serán especificados más adelante en la subsección [4.6.6.6](#).

4.6.6.3. Sistema de respaldo de energía eléctrica

Para garantizar la disponibilidad de funcionamiento de la red a diseñar, se debe implementar un sistema de respaldo de energía eléctrica en cada subnodo que permita mantener el funcionamiento de los equipos en caso de ocurrir fallas en el sistema principal de energía eléctrica del hospital. Para esto se propone instalar equipos UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), cuyas características van en función de la carga total de los equipos presentes en cada subnodo de manera de seleccionar equipos que puedan mantener independencia por un período de tiempo de al menos 4 horas.

Los únicos equipos activos presentes en los subnodos son los switches. Hay variaciones en su consumo dependiendo del modelo y marca pueden llegar a consumir de 150 a 400W. De acuerdo a esto, existen equipos UPS con capacidades de entre

800 a 1300W, cuyo tiempo de vida (suministro de energía) con relación a la cantidad de carga se muestra en la Figura 4.56, en donde se observa que bien pueden brindar autonomía eléctrica de 1 a 6 horas tomando en cuenta el consumo promedio señalado anteriormente.

Para facilitar su instalación, el equipos UPS debe ser rackeable de 19" y ocupar 2 U.R.

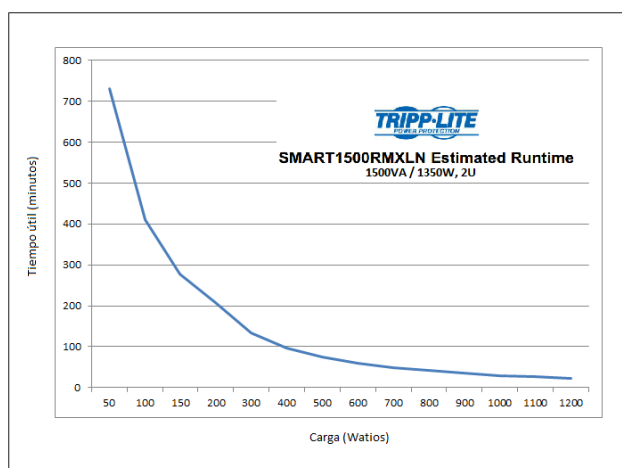


Figura 4.56: Minutos Vs Carga (UPS)
Fuente: <http://www.tripplite.com/>

4.6.6.4. Gabinete

Como ya se ha mencionado y debido a las razones de la limitación de espacio, se utilizarán gabinetes aéreos para albergar los equipos y demás elementos en cada uno de los subnodos. Un ejemplo de este tipo de gabinete se muestra en la Figura 4.57. En esta subsección se define las características del gabinete a utilizar de acuerdo con la cantidad y características de los equipos y elementos de distribución a instalar en su interior:

- Las características del rack interno del gabinete debe seguir lo establecido en el estándar EIA 310-D. Este estándar define un mounting width (anchura de montaje) de 19" y cada unidad de rack (UR) equivale a 1,75".

- Debe poseer una puerta delantera con una sección de vidrio para poder observar los equipos ubicados en el interior y debe contar con cerradura para restringir el acceso a los equipos.
- Contar con al menos 12U Rack para soportar la cantidad de equipos a instalar y dejar espacio disponible para la instalación de futuros equipos.
- Los rieles para universales delanteros tipo Rack.



Figura 4.57: Ejemplo de gabinete aéreo a implementar
Fuente: comdiel.cl

Ubicación de los equipos en el gabinete En el interior del gabinete se instalarán los siguientes equipos: switches, patch panels, ODF y el equipo UPS, los cuales deben ir ubicados de forma estratégica en el gabinete para facilitar su mantenimiento y manipulación, y facilitar el crecimiento futuro en caso de que se tengan que agregar más equipos. A continuación se describen las pautas a seguir para la ubicación de los equipos en el gabinete:

- Los elementos de distribución de cables (patch panels y ODF) se deben ubicar en la parte superior. Más adelante se detalla que las acometidas llegarán a la parte superior del gabinete, por lo que, resulta más cómodo que el cableado que ingrese o salga del gabinete llegue directamente a estos elementos.
- Los órganos de red, en este caso los switches, deben ir ubicados debajo de los elementos de distribución. Esto facilitará el patching.

- El equipo UPS debe ir ubicado en la parte inferior del gabinete, preferiblemente en la última posición del rack.

En la Figura 4.58 se muestra una representación lo descrito.

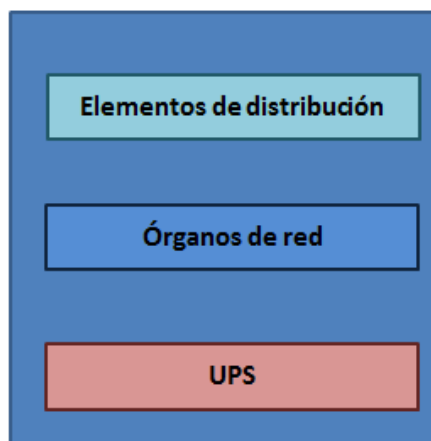


Figura 4.58: Ubicación de los equipos en el gabinete

Fuente: Autores

4.6.6.5. Sistema de Aterramiento

El aterramiento en los subnodos será más sencillo respecto al del nodo principal. En primer lugar, se tiene que los equipos irán conectados al chasis del gabinete aéreo con un conductor de cobre con chaqueta color verde de categoría no menor al N° 8 AWG o según las especificaciones del fabricante.

El gabinete aéreo irá conectado al SPAT a través de un conductor de cobre de calibre N° 6 AWG con chaqueta verde, el cual saldrá de cada recinto a través de una tubería PVC de 1 pulgada en dirección al bajante de aterramiento más cercano. La conexión de este cable con el bajante se debe realizar utilizando C-Taps.

En el **Apéndice D** se muestran los detalles del recorrido del cableado de aterramiento y de las acometidas de los subnodos.

4.6.6.6. Resumen de las especificaciones en los Subnodos

En esta subsección se detallarán la cantidad de switches y patch panels con sus densidades de puertos respectivas y la cantidad de pares telefónicos por subnodo de acuerdo a lo calculado en la sección 4.6.3.6, incluyendo también los puertos necesarios para las cámaras IP y WAPs. Asimismo, en el **Plano 5 del Apéndice D** se muestran los detalles de la ubicación de los equipos y de las acometidas por donde ingresarán las tuberías con los cables de voz, datos y aterramiento, de cada subnodo.

Subnodo A.1 Este subnodo se encuentra ubicado en un espacio que correspondía a una escalera y brindará servicios a las Zonas 1 y 2. Su ubicación se muestra en la Figura 4.13. Se requieren de 3 patch panels, uno de 24 puertos para voz y otros dos de 24 y 16 puertos cada uno respectivamente. Adicionalmente, se requiere de dos switches, uno de 24 y otro de 16 puertos. La razón de utilizar dos switches se debe a que se tiene una gran cantidad de usuarios y se recomienda segmentar la red al contar con un switch extra en caso de que otro falle, además, la suma de puertos disponibles entre los dos switches es de 40, lo que deja un total de 3 puertos libres para una futuro crecimiento de usuarios. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares para el servicio de voz.

Subnodo A.2 Este subnodo se encuentra ubicado en la Sala de descanso de Médicos y brindará servicios a la Zona 3. Su ubicación se muestra en la Figura 4.13. Se requiere un patch panel para datos de 16 puertos y dos de 8 puertos para voz más un switch de 16 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 10 pares.

Subnodo A.3 Este subnodo brindará servicios a las Zonas 5 y 6. Su ubicación se muestra en la Figura 4.13. Se requiere de dos patch panels de 24 puertos cada uno y dos switches, uno de 24 puertos y otro de 8. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo A.5 Contempla la Zona 26 correspondiente a las áreas adyacentes al almacén. Su ubicación se muestra en la Figura 4.13. Se requiere de un patch panel de 16 puertos para datos, otros dos patch panel de 16 puertos para voz y un switch de 16 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo A.6 Estará ubicado en la Farmacia. Su ubicación se muestra en la Figura 4.13. Se requiere de tres patch panels de 12 puertos cada uno y un switch de 16 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 10 pares.

Subnodo A.7 Estará ubicado en la Hematología (banco de sangre). Su ubicación se muestra en la Figura 4.29. Se requiere de tres patch panels de 12 puertos cada uno y un switch de 16 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 10 pares.

Subnodo B.1 Este subnodo abarca las Zonas 7 y 8, teniendo a un recinto de importancia como lo es el Solarium por la cantidad de potenciales usuarios de servicios telemáticos que suele tener. Su ubicación se muestra en la Figura 4.14. Se requiere de tres patch panels de 24 puertos cada uno y un switch de 24 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo B.2 Este espacio se ubica en la Secretaría de Dirección, en donde ya se cuenta con 3 patch panels y un switch Fast Ethernet de 24 puertos que brinda conexión a la red a varios recintos pertenecientes a la Zona 11. Este subnodo tiene planteado brindar servicios también a las Zonas 9 y 10. Se propone reutilizar el Switch existente para seguir brindando servicio de red a la zona de administración y dirección y agregar un Switch de 16 puertos para conectar a las otras zonas. Se propone utilizar los dos patch panels que no están en uso para utilizarlos con fines de voz y datos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo B.3 Este subnodo brindará servicios a la Zona 13. Su ubicación se muestra en la Figura 4.14. Se requiere tres patch panels cada uno de 12 puertos, y un

switch de 16 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo B.4 Este subnodo se ubica en el Auditorium de Traumatología y tiene planificado brindar servicios a la Zona 12, la cual tiene un espacio en remodelación y destinado a albergar nuevos usuarios por lo que se debe pensar en una futura expansión. Su ubicación se muestra en la Figura 4.14. Se propone instalar un patch panel de 12 puertos para datos y otro de y dos patch panel 12 puertos para voz, además de un switch de 12 puertos, cantidad que doblaga a la cantidad de puertos de datos actuales a instalar, pero que, como se mencionó antes, considera una posible futura expansión por el gran área que actualmente esta en remodelación. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 10 pares.

Subnodo C.1 Este subnodo brindará servicios a las Zonas 14 y 15. Su ubicación se muestra en la Figura 4.15 Requiere de tres patch panels de 24 y dos de 16 puertos, para datos y voz respectivamente, y un switch de 24 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo C.2 Este subnodo brindará servicios a las Zonas 16 y 17, de las cuales la 16 ya tiene servicios en algunos recintos debido a una instalación reciente de un switch. Su ubicación se muestra en la Figura 4.15. Se propone reutilizar el switch existente e instalar otro switch de 16 puertos; también se requiere de tres patch panels de 16 puertos cada uno. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo C.3 Este subnodo brindará servicios a las Zonas 18 y 19, de las cuales la 18 es de mayor interés por presentar una cantidad de usuarios mucho mayor y de potencial uso de las tecnologías de la información debido a la presencia de una Biblioteca y de áreas de descanso y estudio para estudiantes. Su ubicación se muestra en la Figura 4.15 Requiere de la instalación de tres patch panel de 24 puertos cada

uno y un switch de 24 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo D.1 Este subnodo cubre las zonas 20 y 21, siendo la de mayor interés la 21 por tener espacios potenciales para el uso de herramientas informáticas. Su ubicación se muestra en la Figura 4.16 Requiere de la instalación de tres patch panels de 24 y dos de 16 puertos respectivamente y un switch de 24 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Subnodo D.2 Cubre la zona 22 la cual es de pocos usuarios y se requiere de tres patch panels de 12 puertos cada uno y un switch de 16 puertos. Su ubicación se muestra en la Figura 4.16 Se debe implementar un cable multipar telefónico de 10 pares.

Subnodo D.3 Finalmente se tiene el subnodo D.3 el cual brindará conectividad a las Zonas 23 y 24 del hospital. Se tiene una mediana cantidad de usuarios que frecuenten utilizar herramientas informáticas a excepción del Auditorium, en donde si se concentran por lo general una amplia cantidad de estudiantes. Su ubicación se muestra en la Figura 4.16. Se requieren un total de tres patch panels de 24 puertos respectivamente y un switch de 24 puertos. Se debe implementar un cable multipar telefónico de 25 pares.

Costo de materiales para los recintos de los subnodos

Al plantear el diseño a ser implementado por etapa se estima el costo del equipo o material de forma individual, refiriéndose a cada subnodo, para promover la viabilidad del proyecto, acotando que el equipo a proponer ya fue señalado en las secciones pasada, el costo por unidad de los materiales que puede necesitar alguno subnodo en específico se muestra en la Tabla 4.100.

Tabla 4.100: Costo de Materiales para los Subnodos

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario(U.T.)	Costo(U.T.)
7	Switch Gigabit Ethernet de 24 puertos	152.1	1064.7
8	Switch Gigabit Ethernet de 16 puertos	117	936
2	Switch Gigabit Ethernet de 12 puertos	85.8	171.6
15	Patch Panel de 24 puertos CAT 6 1 U.R.	66.3	994.5
9	Patch Panel de 16 puertos CAT6 1 U.R.	58.5	526.5
15	Patch Panel de 12 puertos CAT6 1 U.R.	50.7	760.5
15	Gabinete aereo de 12 U.R.	148.2	2223
15	UPS 1500VA 2 U.R.	109.2	1638
Costo Total			8315 (U.T)

Interconexión de los equipos e identificación del cableado

4.6.6.7. Esquema de interconexión

De manera similar a lo realizado en la subsección [4.5.6.10](#), se describirá el esquema de conexión de los equipos y elementos de distribución en los subnodos. Nuevamente se generalizará en este punto, para mayores detalles se debe revisar el diagrama unifilar de conexiones en el **Apéndice A**.

Respecto a las conexiones para el tráfico de datos se tiene lo siguiente:

- Partiendo del ODF se realiza la conexión de un patch cord desde este elemento hasta el switch.
- Desde el switch se realizan las conexiones de los cables UTP hasta el patch panel dedicado para datos.
- Los patch panels para datos reciben las conexiones de los cables UTP provenientes de las áreas de trabajo por su parte posterior.

Respecto a las conexiones para el tráfico de voz se tiene lo siguiente:

- El cable multipar telefónico proveniente del nodo principal llega a la parte posterior de un patch panel dedicado para voz.

- Los cables UTP para voz llegan a la parte posterior de un patch panel dedicado para voz.
- Finalmente se realiza la interconexión entre ambos patch panels de voz.

4.6.6.8. Identificación del cableado y órganos de la red

Para el caso de los subnodos se aplicará un concepto similar a lo indicado en la subsección [4.5.6.11](#).

Se mantiene el modelo de etiqueta para conexiones entre equipos ubicados en el mismo recinto (ver subsección [4.5.6.11](#)) :

EEnn-Pnn

El modelo de etiqueta para las conexiones que parten desde un subnodo hasta el nodo principal es el siguiente:

NP-EEnn-Pnn

Donde:

- **NP** se refiere a Nodo Principal. Siendo esta la única modificación en la etiqueta, el resto de la leyenda se mantiene igual a lo indicado en la subsección [4.5.6.11](#).

El modelo de etiqueta para las conexiones que parten desde un cajetín de voz o datos ubicada en un área de trabajo hasta un subnodo es el siguiente:

SNmn-EEnn-Pnn-Voz

SNmn-EEnn-Pnn-Datos

La cual mantiene las mismas características en la leyenda a lo indicado en subsección 4.5.6.11 con la excepción de que agrega la palabra “Voz” y “Datos” al final para indicar el tipo de tráfico que maneja el puerto.

La identificación de los equipos de red y elementos de distribución se mantiene de la misma manera (ver subseccion 4.5.6.11):

Equipo-nn

A excepción de los patch panels, los cuales deben indicar adicionalmente el tipo de tráfico que manejan (Voz o Datos).

4.7. Propuestas de servicios telemáticos y de valor agregado

Lo concerniente a esta sección describe de forma breve propuestas de servicios telemáticos y de valor agregado que pueden ser ofrecidos mediante la infraestructura de comunicaciones diseñada. Por las características de la institución, el área con mayor potencial para el desarrollo de estos servicios es el de la Telemedicina, cuyo concepto fue descrito en la sección 2.1.16. Por otro lado, resulta ser bastante significativo los servicios que se puedan integrar con la Universidad de Carabobo.

En primer lugar se propone capacitar y actualizar a los profesionales adoptando nuevas estrategias mediante el dominio y aplicación de las herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación, por ejemplo, uso de plataformas de software individuales o colaborativas, manejo de dispositivos telemáticos tanto de propósito general como especializados para medicina, entre otros. Adicionalmente que se deben regir por los de estándares y normas para asegurar la transparencia del flujo de información y la interoperabilidad requerida a la hora de integrar todos los procesos.

A continuación se indica una lista con los servicios de Telemedicina a considerar:

- Teleconsulta.
- Telediagnóstico y monitoreo de pacientes a distancia.
- Base de datos digitalizada para las historias médicas de pacientes.
- Teleradiología y transmisión de imágenes.
- Teleeducación.
- Telecirugía.

Asimismo, se listan los servicios con pertinencia para la Universidad de Carabobo:

- Videoconferencias para fines académicos.
- Integración a la Red de Telefonía Digital Privada TELEUC para la reducción de costos de llamadas entre las dependencias de esta casa de estudios y la optimización del servicio de voz.
- Biblioteca virtual para los estudiantes de la Facultad de Medicina que hacen vida en el hospital.

Para mayor información de los servicios antes descritos se recomienda revisar [1], [2], [3], [4] y [23].

4.8. Etapas para la implementación del proyecto y costo total

Se propone implementar el proyecto por etapas de acuerdo al nivel de prioridad en materia de servicios telemáticos que requieren las áreas del hospital. En lo siguiente, se describen las 6 etapas para el desarrollo completo de la infraestructura de comunicaciones.

- 1era Etapa: implementar arquitectura del backbone y del subsistema horizontal en planta baja. Incluye sistema backup y CCTV.

- 2da Etapa: implementar arquitectura del backbone y del subsistema horizontal en el primer piso. Incluye CCTV y WLAN.
- 3ra Etapa: implementar arquitectura del backbone y del subsistema horizontal en el segundo piso. Incluye CCTV.
- 4ta Etapa: implementar arquitectura del backbone y del subsistema horizontal en el tercer piso. Incluye CCTV.

Ya definidas las etapas para la realización de forma modular se procede al cálculo de los costos de los materiales por cada etapa y se presenta en la Tabla 4.101.

Tabla 4.101: Costo total de materiales por etapas

Descripcion	Costo (U.T.)
Costo total de la 1ra Etapa	20248
Costo total de la 2da Etapa	6378
Costo total de la 3da Etapa	5340
Costo total de la 4da Etapa	5080
Costo Total	37046 (U.T.)

Estimación del costo de la mano de obra del proyecto

Para darle mayor soporte al presupuesto para la realización de este proyecto, se estima la mano de obra de todo lo que esta propuesta involucra y se presenta en las tablas 4.102, 4.103, 4.104, 4.105.

Tabla 4.102: Costo estimado de mano de obra de la 1era Etapa

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo(U.T.)
1145metros	Instalación de tubería superficial	3.95/metro	4522.75
50metros	Instalación de tubería flexible	3.95/metro	197.5
47	Instalación de cajas de paso	2.75	129.25
69	Instalación de cajetines superficiales	2.36	162.84
265metros	Instalación de canaletas	3.15/metro	834.75
6	Instalación de Rack /Gabinete	9.85	59.1
7	Instalación de ODF con cableado de fibra óptica	13.4	93.8
6	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Voz	5.9	35.4
7	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Datos	5.9	41.3
1	Instalación de mástil, backup	118	118
1	Instalación de enlace de microondas	39.37	39.37
1	Instalación de SPAT	236	236
3	Instalación de cableado de fibra óptica	10	30
140	Instalación de cableado UTP	5.5	770
6	Instalación de cableado multipar telefónico	5.5	33
20	Instalación de bandejas/escalerillas porta cables	5.9	118
1	Instalación de puerta de seguridad	115	115
1	Instalación de araña para la fibra	4	4
1	Construcción del muro de apoyo	8	8
60	Empalmes de fusión para la fibra óptica	9.5	570
32	Conectorización de la fibra óptica	3	96
Costo Total			8214 (U.T.)

Tabla 4.103: Costo estimado de mano de obra de la 2da Etapa

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo(U.T.)
430metros	Instalación de tubería superficial	3.95/metro	1698.5
31	Instalación de cajas de paso	2.75	85.25
40	Instalación de cajetines superficiales	2.36	94.4
150metros	Instalación de canaletas	3.15/metro	472.5
4	Instalación de Rack /Gabinete	9.85	39.4
4	Instalación de ODF con cableado de fibra óptica	13.4	53.6
4	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Voz	5.9	23.6
4	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Datos	5.9	23.6
2	Instalación de cableado de fibra óptica	10	20
90	Instalación de cableado UTP	5.5	495
4	Instalación de cableado multipar telefónico	5.5	22
12	Empalmes de fusión para la fibra óptica	9.5	114
12	Conectorización de la fibra óptica	3	36
Costo Total			3178 (U.T.)

Tabla 4.104: Costo estimado de mano de obra de la 3ra Etapa

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo(U.T.)
455metros	Instalación de tubería superficial	3.95/metro	1797.25
28	Instalación de cajas de paso	2.75	77
50	Instalación de cajetines superficiales	2.36	118
200metros	Instalación de canaletas	3.15/metro	630
3	Instalación de Rack /Gabinete	9.85	29.55
3	Instalación de ODF con cableado de fibra óptica	13.4	40.2
3	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Voz	5.9	17.7
3	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Datos	5.9	17.7
2	Instalación de cableado de fibra óptica	10	20
106	Instalación de cableado UTP	5.5	583
3	Instalación de cableado multipar telefónico	5.5	16.5
10	Empalmes de fusión para la fibra óptica	9.5	95
10	Conectorización de la fibra óptica	3	30
Costo Total			3407 (U.T.)

Tabla 4.105: Costo estimado de mano de obra de la 4ta Etapa

Cantidad	Descripción	Precio Unitario (U.T.)	Costo(U.T.)
440metros	Instalación de tubería superficial	3.95/metro	1738
27	Instalación de cajas de paso	2.75	74.25
63	Instalación de cajetines superficiales	2.36	148.68
150metros	Instalación de canaletas	3.15/metro	472.5
3	Instalación de Rack /Gabinete	9.85	29.55
3	Instalación de ODF con cableado de fibra óptica	13.4	40.2
3	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Voz	5.9	17.7
3	Instalación de patch panel con cableado de UTP para Datos	5.9	17.7
2	Instalación de cableado de fibra óptica	10	20
81	Instalación de cableado UTP	5.5	445.5
3	Instalación de cableado multipar telefónico	5.5	16.5
10	Empalmes de fusión para la fibra óptica	9.5	95
10	Conectorización de la fibra óptica	3	30
			3145 (U.T.)

Tabla 4.106: Costo de mano de obra estimada por etapas

Descripcion	Costo (U.T.)
Costo total de la 1ra Etapa	8214
Costo total de la 2da Etapa	3178
Costo total de la 3da Etapa	3407
Costo total de la 4da Etapa	3145
Costo Total	17944 (U.T.)

El costo total para la realización de este proyecto, considerando la estimación de la mano de obra es de **54990 (U.T.)**.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

La realización de este proyecto servirá como guía principal para la futura implementación de la red dorsal digital de voz, datos y video en el Hospital Universitario “Ángel Larralde”, que traerá consigo beneficios significativos en la productividad y calidad de servicio prestado para esta importante institución.

EL proyecto abarca tanto la materia conceptual como la parte técnica para la ejecución del mismo, conjuntamente con la presentación de la estructura de costos empleando precios en formato de Unidades Tributarias para mitigar los efectos de la inflación en la moneda local. Se ha tomado en consideración que el proyecto se pueda implementar por etapas, empezando por las áreas y servicios con mayor necesidad en materia de telecomunicaciones. El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo a través de 4 fases las cuales fueron culminadas de manera exitosa:

La etapa de diagnóstico y recolección de información permitió constatar la situación precaria en materia de infraestructura y servicios telemáticos existente en el HUAL, en donde de igual manera, se pudo verificar el mal estado de otro sistema afín, como lo es el sistema eléctrico. La carencia de un sistema de comunicaciones

de alta capacidad en esta institución ha afectado en forma notable la calidad de servicio prestado hacia los paciente, así como la productividad del personal médico, administrativo y obrero que labora a diario.

La segunda etapa consistió en el estudio de las características de los órganos de red tanto de CANTV como de DIMETEL con el fin de garantizar la compatibilidad. Se obtuvo la información necesaria para tomar en consideración las características de los equipos a proponer en la nueva red; en este sentido, se propusieron órganos de red cuyas prestaciones de software no sean del tipo propietario, de manera de que pueda operar con distintos fabricantes. Por otro lado, se obtuvo información para el diseño de la interconexión tanto lógica como física con la nube hacia ambas instituciones.

En la etapa del diseño se estudiaron y analizaron los datos obtenidos en las etapas anteriores. Este proceso involucró la determinación de la ubicación de los subnodos y nodo principal tomando en cuenta las limitaciones de espacio, la elección del tipo de topología tanto lógica como física que mejor adaptación brindaran con las características físicas del hospital y la elaboración de la arquitectura de red, aplicando para esto último, el cálculo y selección de materiales, equipos y demás elementos en base a la mejor relación beneficio-costos que pudieran brindar, aplicando también estrategias en base a las normas y estándares tanto nacionales como internacionales para obtener propuestas que ofrezcan las mejores soluciones para el diseño de la infraestructura de comunicaciones. Los resultados obtenidos describen una red de alta capacidad, escalabilidad, flexibilidad, disponibilidad y compatible con las tecnologías actuales y las que implementen en un futuro. Al mismo tiempo, es capaz de manejar cualquier tipo de información que se transmita y bajo la operación de protocolos de alto impacto y rendimiento en las redes actuales como lo son Ethernet e IP.

En la última etapa, se han mencionado propuestas de servicios telemáticos y de valor agregado de manera de incentivar y garantizar el máximo aprovechamiento de la red una vez que sea implementada. La aplicación de estos servicios darán solución a problemas en varios sectores del hospital tanto en la reducción de costos como en la optimización de la productividad del personal y fortalecimiento en la

atención brindada hacia la población, sin importar la distancia. Las ventajas que traen consigo las herramientas telemáticas en el campo de la medicina son bastante notables. Brindan la capacidad de poder manejar la información en cualquier instante de tiempo y sin importar la distancia, son características que conducen a mejor integración de la comunidad a los servicios de salud. Asimismo, optimizan la relación beneficio-costos y con el uso de equipamiento apropiado se mejora el desempeño en el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de las patologías que pueda presentar un paciente.

Por otro lado, están los beneficios a nivel académico mediante la implementación de servicios como videoconferencias que facilitarán la interacción de los estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Carabobo con actividades en donde no se hace posible la asistencia masiva de personas por tratarse de espacios de acceso limitado y delicado, como lo son los quirófanos y la unidad de cuidados intensivos. Sumando a lo anterior, se logrará mejorar la interconexión de las entidades y dependencias de la Universidad presentes en el hospital.

Adicionalmente, se menciona el aprendizaje adquirido en el área de campo de las telecomunicaciones y redes privadas. El desarrollo de este proyecto ha permitido obtener experiencia en la aplicación de los conceptos de cableado estructurado, redes inalámbricas, infraestructura de telecomunicaciones, sistema de aterramiento, entre otros.

A continuación se facilitan las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta durante la futura fase de implementación:

- Mejorar las canalizaciones eléctricas y de comunicaciones tanto en el nodo principal como en las áreas donde ya se ha instalado una infraestructura de comunicaciones.
- Certificar los cables de fibra óptica, cable de par trenzado UTP y cable multipar telefónico, una vez que se terminen de instalar, de manera de garantizar su óptimo rendimiento.

- Indagar el alcance de las herramientas de software de los equipos Ubiquiti propuestos con el fin de potenciar el uso de estos dispositivos.
- Proponer un proyecto para mejorar el sistema eléctrico del hospital. Actualmente no cumple con las normas y no se cuenta con información que sirva de apoyo para otros proyectos afines.
- Proponer un proyecto para el diseño e implementación de un sistema de puesta a tierra. El hospital carece de uno, y es un punto bastante crítico y que pone en riesgo tanto la integridad de equipos eléctricos como de las personas.
- Realizar mantenimiento continuo de los equipos de ventilación e iluminación en los recintos.
- Programar jornadas de mantenimiento de equipos y elementos de la red.
- Capacitar al personal médico, docente y administrativo para el uso de herramientas de las TIC.
- Segmentar la red mediante la aplicación de VLANs (LAN virtuales), de manera de incrementar la QoS y aislar problemas que puedan presentarse.
- Implementar herramientas de seguridad como proxy, firewalls, listas de control de acceso, por mencionar algunos
- El radio enlace terrenal de microondas puede ser también conectado a RedUC (Facultad de Ingeniería) debido a que en este espacio se instaló recientemente una antena sectorial de Ubiquiti Networks. En caso de tomar esta opción, se deben tomar las medidas requeridas para la interconexión a la nube de CANTV y DIMETEL.

Referencias Bibliográficas

- [1] J. Ávila de Tomás. Aplicaciones de la telemedicina en atención primaria. *Aten Primaria*, 27:54–58, 2001.
- [2] *Proyecto SOS Telemedicina para Venezuela*, Caracas, 2007. Centro de Imágenes Biomédicas Computarizadas de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.
- [3] Briceño-Igarorrry L. y Sanabria Valera, G. La telemedicina en las medicaturas rurales en venezuela. *Gac Méd Caracas*, 117(2):111–117, 2009.
- [4] Fernández A. y Dolores M. Arrechedera, H. Sos telemedicina: la experiencia de la universidad central de venezuela. Naciones Unidas: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013.
- [5] Jesam G. Álvaro M. *IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA SOBRE IP UTILIZANDO FREESWITCH COMO TESTBED PARA TECNOLOGÍA POR VOZ*. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería en Eléctrica. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2009.
- [6] W. Odom. *CCNA Routing and Switching 200-120 Official Cert Guide Library*. Official Cert Guide. Pearson Education, 2013. ISBN 9780133479898. URL http://books.google.co.ve/books?id=36k5UBScR_QC.
- [7] L. Estévez, A. y Ortega. Diseño de la red de transmisión de datos para la F.C.S Y F.A.C.E.S del núcleo de la morita. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería Eléctrica. Universidad de Carabobo, 2001.

- [8] C. Spurgeon. *Ethernet: The Definitive Guide (1a ed.)*. O'Reilly Associates, Inc, Estados Unidos, 2000.
- [9] J. Briceño. *Transmision de datos (3a ed)*. Taller de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, ULA, Mérida, 2005.
- [10] G.P. Agrawal. *Fiber-Optic Communication Systems*. Wiley Series in Microwave and Optical Engineering. Wiley, 2002. ISBN 9780470922828. URL <http://books.google.es/books?id=yGQ4n1-r2eQC>.
- [11] Sánchez L. Bravo C. *Simulador de Fibra óptica punto a punto usando interfaz gráfica Matlab*. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería en Electricidad y Computación. Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2012.
- [12] T. Lopez, C. y Ching. *Diseño de una red inalámbrica de Área local (wlan) para la facultad de ingeniería de la universidad de carabobo, utilizando el estándar ieee 802.11b*. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería Eléctrica. Universidad de Carabobo, 2005.
- [13] Fernandez J. *Diseño de un enlace de microondas y estacion teledifusora Mercedes-Agua Fria-Caricuao para la C.A. Venezolana de Televisión*. Trabajo de Grado no publicado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 2008.
- [14] B. Elliott. *Designing a structured cabling system to ISO 11801 (2a Ed.)*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002.
- [15] *Norma Venezolana FONDONORMA 3539:2005. Sistema de Cableado Estructurado Para Servicios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales. Diseño e Instalación*, 2005. FONDONORMA - CODELECTRA.
- [16] Jonathan D. Roberta S., Caren B. *Guide to Structured Cabling*. BLACK BOX Network Services, 2007. URL blackbox.com.
- [17] *Suplemento sobre cableado estructurado*. Cisco Systems, v3.1 edition, 2003.
- [18] *STANDARDS REFERENCE GUIDE*. Anixter, 2013. URL anixter.com.
- [19] *Manual de sistemas de puesta a tierra GediWELD*. General Distribuidora, S.A., 2010. URL <http://www.gedisa.com.ve/>.

- [20] Luis G Chinchilla D. *Diseño del Sistema de Puesta a Tierra de una Planta Termoeé de Generación*. Trabajo de Grado no publicado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 2008.
- [21] H. Bidgoli. *The Handbook of Computer Networks, Key Concepts, Data Transmission, and Digital and Optical Networks*. The Handbook of Computer Networks. Wiley, 2007. ISBN 9780471784586. URL <http://books.google.es/books?id=dvE6AQAAIAAJ>.
- [22] V. Buitrón. *Análisis, Estudio y Diseño de un Sistema de Telecomunicaciones Orientado a la Prestación de Servicios de Diagnóstico Medico para el Instituto de Radiología*. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela Nacional Politécnica, Quito, Ecuador, 2010.
- [23] Zuluaga A. y Trujillo A. Ruiz C. Telemedicina: Introducción, aplicación y principios de desarrollo. *Rev CES Med*, 21(1):77–93, 2007.
- [24] American telemedicine association. news and resources. URL <http://www.atmeda.org/news>.
- [25] *Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004*, 2004. FONDONORMA - CODELECTRA.
- [26] Gutierrez H. *Diseño de Red por Fibra Óptica para la Interconexión del Nodo de la Universidad de Carabobo con los Hospitales Carabobo, Oncológico, Psiquiátrico y Anti-tuberculoso del Municipio Naguanagua - Estado Carabobo*. Trabajo de Grado no publicado. Ingeniería en Telecomunicaciones. Universidad Nacional Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Valencia, Venezuela, 2013.

Apéndice A

Miscelaneos

Apéndice B

Vista general de la estructura física del hospital

Apéndice C

Canalizaciones del Backbone

Apéndice D

Detalles de las canalizaciones y elementos de las redes locales