UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

"DISEÑO DE UNA RED INTERNA DE TELEMEDICINA PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOTUPE"

TESIS DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

AUTOR

Sr. José Luis Espinoza Mora

DIRECTOR

Ing. Diego Vinicio Orellana Villavicencio

LOJA – ECUADOR

2013

Certificación

Ing.

Diego Vinicio Orellana Villavicencio

DIRECTOR DE TRABAJO DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **"Diseño de una red interna de Telemedicina para el Hospital Universitario de Motupe"**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, realizado por el señor egresado: **José Luis Espinoza Mora**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, Mayo de 2013.

.....

Ing. Diego Vinicio Orellana Villavicencio.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TESIS

Autoría

Yo, José Luis Espinoza Mora, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: José Luis Espinoza Mora.

Firma: .....

Cédula: 1104495609.

Fecha: 19 de Julio de 2013.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, José Luis Espinoza Mora, declaro ser autor de la tesis titulada: "Diseño de una red interna de Telemedicina para el Hospital Universitario de Motupe", como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 11 días del mes de Julio del dos mil trece, firma el autor.

Firma: .....

Autor: José Luis Espinoza Mora.

Cédula: 1104495609.

Dirección: Azogues 0998 y Cuenca. Correo Electrónico: jlespinozam87@hotmail.com.

Teléfono: 593-7-3029876. Celular: 593-991026781.

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Diego Vinicio Orellana Villavicencio.

Tribunal de Grado: Ing. Kléver Filiberto Carrión Gordillo.

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco.

Ing. Marcelo Fernando Valdiviezo Condolo.

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen del Cisne, por darme la fortaleza y convicción de emprender cada meta propuesta en mi vida.

A mis padres Víctor Espinoza y Livia Mora por ser las personas más importantes en mi vida, que con su ejemplo de superación, sus consejos, su paciencia y su ayuda incondicional ven ahora cristalizado su sueño, a mis cuatro hermanos: Diana, Hugo, Karina y Alejandro, por su amistad, sus consejos y por estar conmigo en cada momento y, a mi sobrina Kamila por ser ella quien me motiva y me da felicidad durante los momentos que comparto con ella.

A toda mi familia por el apoyo y confianza que siempre me han brindado de manera incondicional.

Por ello y para ellos dedico este trabajo de tesis.

Agradecimiento

A Dios y a la Virgen del Cisne, por haberme dado la salud y fuerzas para poder cumplir en su totalidad este objetivo propuesto.

A mis padres, quienes han sido el pilar fundamental durante toda mi formación tanto profesional como personal, por su incondicional apoyo y su incansable esfuerzo que han realizado para que pueda cumplir esta gran meta.

Al personal médico y administrativo del Hospital Universitario de Motupe, por la información y las facilidades que me brindaron durante el desarrollo de este proyecto, ya que sin su ayuda y confianza no hubiera sido posible el desarrollo exitoso del presente trabajo.

A todos mis amigos, compañeros y profesores de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la UNL, que han sido parte esencial en el transcurso de mi formación académica.

De manera especial agradezco al Ing. Diego Vinicio Orellana Villavicencio, por su ayuda y por sus importantes consejos durante el desarrollo de esta tesis.

Índice de contenidos

Certificación ..... *ii*

Autoría ..... *iii*

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO... *iv*

Dedicatoria ..... *v*

Agradecimiento ..... *vi*

Índice de contenidos ..... *vii*

Índice de figuras ..... *xii*

Índice de tablas ..... *xiv*

Resumen ..... *xvi*

Summary ..... *xvii*

Objetivos ..... *xix*

Objetivo general ..... *xix*

Objetivos específicos ..... *xix*

Introducción ..... *xx*

CAPÍTULO 1 ..... **1**

MARCO REFERENCIAL **1**

ANÁLISIS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO E INTRODUCCIÓN A LOS TIPOS DE INFORMACIÓN MÉDICA **1**

1.1 EL HOSPITAL UNIVERSITARIO MOTUPE 1

1.1.1 El Hospital desde el punto de vista médico 1

1.1.2 El Hospital desde el punto de vista tecnológico y de infraestructura física 2

1.1.3 Requerimientos 5

1.2 TIPO DE INFORMACIÓN MÉDICA 7

1.2.1 Tamaño de la imagen 8

CAPÍTULO 2 ..... **9**

MARCO TEÓRICO **9**

ESTUDIO DE NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES **9**

2.1 ORGANISMOS Y ESTÁNDARES DE CABLEADO ESTRUCTURADO 9

2.1.1 Organismos 9

2.1.2 Estándares 9
2.1.2.1 Estándar de cableado estructurado para el sector de la salud ANSI/TIA-1179 10
2.1.2.1.1 Cableado Estructurado 11
2.1.2.1.2 Estándares relevantes para la norma ANSI/TIA-1179 12
2.1.2.1.3 Requisitos de infraestructura ANSI/TIA-1179 13
2.1.2.2 Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales ANSI/TIA-568.C.1. 19
2.1.2.2.1 Componentes funcionales de ANSI/TIA-568.C.1 20
2.1.2.3 Estándar para tierras y aterramientos de telecomunicaciones ANSI/J-STD-607 .. 24
2.1.2.3.1 Barra principal de tierra para telecomunicaciones (TMGB) 24
2.1.2.3.2 Barra de Tierra para Telecomunicaciones (TGB) 25
2.1.2.3.3 Backbone de Tierras (TBB) 25
2.2 ESTÁNDARES PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS MÉDICOS 26
2.2.1 Estándar HL-7 (Health Level Seven) 26
2.2.2 Estándar DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 28
2.2.2.1 Arquitectura del Protocolo de Comunicación DICOM 30
2.2.2.2 Comunicación DICOM 31
CAPÍTULO 3 32
DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO Y ADMINISTRACIÓN DE DATOS MÉDICOS 32
3.1 SISTEMAS DE MEDICINA Y TELEMEDICINA 32
3.1.1 Sistema de información hospitalaria (HIS) 32
3.1.1.1 Arquitectura Estándar para un HIS (CEN/TC 251 pr/ENV 12977-1) 34
3.1.2 Sistema de información radiológica (RIS) 35
3.1.2.1 Arquitectura RIS 36
3.1.2.2 Funcionalidad requerida 37
3.1.3 Sistema de comunicación y archivado de imágenes (PACS) 37
3.1.3.1 Arquitectura PACS 40
3.1.3.2 Relación entre PACS y los sistemas HIS/RIS 40
3.2 DISEÑO DE INTEGRACIÓN HIS / RIS / PACS 41
3.2.1 Interfaz de la Integración HIS-RIS 42
3.2.2 Interfaz de Integración RIS-Modalidades 43
3.2.3 Interfaz de Integración RIS-PACS 43

3.2.4 Interfaz de Integración HIS–Distribución WEB....44
CAPÍTULO 4....45
ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA LA ELECCIÓN DEL EQUIPO MÉDICO DIGITAL....45
4.1 EQUIPO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS PARA LAS ÁREAS DE CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA DEL HOSPITAL DE MOTUPE....45
4.1.1 Equipo de Ultrasonido....46
4.1.2 Equipo de Rayos X....47
4.1.2.1 Tecnología Digital Directa en los Equipos de Rayos X....48
4.1.3 Flujo de las imágenes médicas obtenidas por los equipos de Ecocardiología y Radiología....51
CAPÍTULO 5....53
DISEÑO DE LA RED INTERNA DE TELEMEDICINA....53
5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED....53
5.1.1 Demanda de datos y voz....53
5.1.2 Demanda de ancho de banda de Internet....58
5.1.3 Demanda telefónica....62
5.1.3.1 Velocidad de transmisión para telefonía....63
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED INTERNA....65
5.2.1 Arquitectura de la red LAN....65
5.2.1.1 Capa de Acceso....67
5.2.1.2 Diseño de la capa de acceso....67
5.2.1.3 Capa de Distribución....68
5.2.1.4 Diseño de la capa de distribución....68
5.2.1.5 Capa de Núcleo....69
5.2.1.6 Diseño de la capa de núcleo....69
5.2.2 Componentes de la Red....70
5.2.2.1 Gateway de adquisición de datos e imágenes....70
5.2.2.2 Modalidades de Imagen....71
5.2.2.3 Controlador PACS y servidores de almacenamiento de imágenes....72
5.2.2.3.1 Servidores de archivo de imagen....72

5.2.2.4 Diseño general del sistema de almacenamiento para la red interna de telemedicina 74
5.2.2.5 Estaciones de trabajo y visualización 74
5.2.2.6 Software para administración de datos médicos y telemedicina 77
5.2.2.7 Servidor WEB 78
5.2.3 Diseño general de la red de datos 79
5.2.4 Diseño Adicional de la red de Telefonía IP 81
5.3 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO 82
5.3.1 Criterios de Diseño 83
5.3.2 Descripción del diseño 83
5.3.2.1 Cableado horizontal de datos 84
5.3.2.2 Cableado vertical de voz y datos 93
5.3.2.3 Cableado backbone de datos y voz 94
5.3.2.4 Cableado horizontal de telefonía 94
5.3.2.5 Cuarto de telecomunicaciones 95
5.3.2.5.1 Aire acondicionado 96
5.3.2.5.2 UPS (*Uninterruptible Power Supply*) 97
5.3.2.6 Sistema de puesta a tierra 99
5.3.2.7 Cámaras IP 100
CAPÍTULO 6 101
PRESUPUESTO ECONÓMICO DE LA RED DISEÑADA 101
6.1 PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LA RED INTERNA DE TELEMEDICINA 101
6.2 COSTO REFERENCIAL TOTAL DEL PROYECTO 105
Conclusiones 106
Recomendaciones 108
Referencias bibliográficas 110
Anexos 115
A. EQUIPO MÉDICO EXISTENTE EN EL HOSPITAL DE MOTUPE 115
A.1 Equipo de Ecografía existente en el H. de Motupe 115
A.2 Equipo de Electrocardiografía existente en el H. de Motupe 115
A.3 Equipo de Quirófano existente en el H. de Motupe 116

A.4 Equipo de la sala de partos existente en el H. de Motupe 116
A.5 Archivo del H. de Motupe 117
B. EQUIPO MÉDICO PROPUESTO PARA LAS ÁREAS DE CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA 118
B.1 Equipo de Rayos X Digital 118
B.2 Equipo de Ultrasonido-Ecocardiógrafo Digital 119
C. MONITOR DE DIAGNÓSTICO PARA LA SALA DE VISUALIZACIÓN 120
D. SOFTWARE PARA APLICACIONES MÉDICAS 121
E. IMPRESORA DE PLACAS RADIOGRÁFICAS 122
F. PLANOS DEL DISEÑO DE CABLEADO VERTICAL, HORIZONTAL Y ÁREAS DE TRABAJO 123
G. PLANOS DEL DISEÑO DE ACOMETIDA TELEFÓNICA, ACOMETIDA DE INTERNET Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA TELECOMUNICACIONES 124

Índice de figuras

Fig. 1. El Hospital Universitario de Motupe. 1
Fig. 2. Distribución de la infraestructura física de la planta baja del hospital. 4
Fig. 3. Distribución de la infraestructura física de las plantas altas del hospital. 5
Fig. 4. Elementos del sistema de cableado estructurado. 11
Fig. 5. Relación de ANSI/TIA-1179 y otros estándares relevantes de TIA. 12
Fig. 6. Conector con salidas MUTOAS. 18
Fig. 7. Topología estrella propuesta por la norma ANSI/TIA-1179-2010 19
Fig. 8. Barra TMBG. 25
Fig. 9. Arquitectura de Puesta a Tierra para Sistemas de Telecomunicaciones 26
Fig. 10. Interconexión de dispositivos a través de DICOM. 29
Fig. 11. Arquitectura del protocolo DICOM. 31
Fig. 12. Sistema HIS e interacción con el RIS. 33
Fig. 13. Función del sistema RIS. 36
Fig. 14. Remplazo de imagen analógica por imagen digital. 38
Fig. 15. Sistema de archivado de imágenes mediante los PACS. 39
Fig. 16. Arquitectura PACS. 40
Fig. 17. Integración HIS/RIS/PACS para gestión de la imagen médica. 41
Fig. 18. Componentes básicos del sistema y flujo de datos. 44
Fig. 19. Adquisición de la imagen del equipo de Ecocardiología. 47
Fig. 20. Comparación de la visualización de las imágenes digitalizadas y sin digitalizar. 48
Fig. 21. Equipo de Rayos X con tecnología directa CCD. 49
Fig. 22. Equipo de Rayos X estacionario digital con tecnología de Panel Plano. 50
Fig. 23. Adquisición de la imagen digital de Rayos X en forma directa. 51
Fig. 24. Diagrama de flujo para la adquisición de imágenes médicas en el área de Radiología y Ecocardiología. 52
Fig. 25. Diagrama de tráfico telefónico. 62
Fig. 26. Estructura jerárquica de la red interna del hospital. 66
Fig. 27. Diagrama del sistema de almacenamiento del hospital: Software Microsoft Office Visio 74
Fig. 28. Arquitectura e interacción del servidor WEB. 78
Fig. 29. Esquema general de la red interna de telemedicina del H. Motupe. Software: Microsoft Office Visio 80
Fig. 30. Diagrama de la red de telefonía. Software: Microsoft Office Visio. 81
Fig. 31. Longitud de cableado horizontal voz y datos. 84
Fig. 32. Etiquetado para las salidas de telecomunicaciones. 85
Fig. 33. Cable F/UTP, faceplates y Jacks Cat 6A. 85

Fig. 34. Bandeja metálica galvanizada 30cmx8c, utilizada. 86
Fig. 35. Tubo EMT y accesorios utilizado. 86
Fig. 36. Canaleta lisa ornamental utilizada. 86
Fig. 37. Modelo de caja de paso utilizada: 87
Fig. 38. Instalación de las canalizaciones. 88
Fig. 39. Armario de piso de 42 y pared de 7 unidades. 88
Fig. 40. Distribución de elementos de los PB-Rack 01 PB-Rack 02 (Racks de 42 unidades). ...90
Fig. 41. Distribución de elementos del PA-Rack 01 (Rack de 7 unidades)......91
Fig. 42. Cableado vertical de Voz y Datos. Software: Microsoft Office Visio. 94
Fig. 43. Piso falso para el cuarto de telecomunicaciones. 96
Fig. 44. Esquema gráfico de la puesta a tierra en el cuarto de telecomunicaciones......99

Fig. A. 1. Equipo de Ecografía existente en el H. Motupe 115
Fig. A. 2. Equipo de Electrocardiograma existente en el H. Motupe 115
Fig. A. 3. Instalaciones existentes en el quirófano del H. Motupe 116
Fig. A. 4. Instalaciones existentes en la sala de partos del H. Motupe 116

Fig. A. 5. 1. Sistema de archivado de la información en el H. Motupe. 117
Fig. A. 5. 2. Sitio en donde se guarda la información de los pacientes en el H. Motupe. 117

Índice de tablas

Tabla. 1. Equipo de Ultrasonido Gineco-Obstétrico existente. 2
Tabla. 2. Equipo Electrocardiógrafo de tres canales existente. 3
Tabla. 3. Función de las áreas existentes en la planta baja del Hospital. 4
Tabla. 4. Función de las áreas existentes en la primera y segunda planta alta del Hospital. ... 5
Tabla. 5. Tamaño y peso de las imágenes más utilizadas. 8
Tabla. 6. Área de servicio al cliente. 14
Tabla. 7. Área de cirugía, procedimientos y quirófano. 14
Tabla. 8. Área de emergencia. 14
Tabla. 9. Área de atención ambulatoria. 15
Tabla. 10. Área de salud de la mujer. 15
Tabla. 11. Área de diagnóstico y tratamiento. 15
Tabla. 12. Área de médico cuidador. 15
Tabla. 13. Área de servicio y soporte. 15
Tabla. 14. Área de equipamiento. 15
Tabla. 15. Área de operaciones. 16
Tabla. 16. Área de cuidados intensivos. 16
Tabla. 17. Número de tomas por densidad de área de trabajo. 16
Tabla. 18. Tipos de cableado. 17
Tabla. 19. Tamaños recomendados para las salas de telecomunicaciones. 21
Tabla. 20. Número de cables por sección de canalización. 23
Tabla. 21. Separación mínima entre cables de telecomunicaciones y cables de energía. 23
Tabla. 22. Demanda de puntos de datos y voz de la planta baja. 54
Tabla. 23. Demanda de puntos de datos y voz de la primera planta alta. 55
Tabla. 24. Demanda de puntos de datos y voz de la segunda planta alta. 55
Tabla. 25. Puntos totales de datos y voz. 56
Tabla. 26. Áreas de control del Hospital Motupe, planta baja. 57
Tabla. 27. Áreas de control del Hospital Motupe, primera planta alta. 58
Tabla. 28. Áreas de control del Hospital Motupe, segunda planta alta. 58
Tabla. 29. Clasificación del ancho de banda recomendado para el uso de los principales servicios de telemedicina. 59
Tabla. 30. Ancho de banda total de internet para aplicaciones de telemedicina. 62
Tabla. 31. Equipo de rayos X propuesto. 71
Tabla. 32. Equipo de Ecocardiología propuesto. 71
Tabla. 33. Volumen anual de información generada en el Hospital de Motupe. 73
Tabla. 34. Monitor para visualización y diagnostico propuesto. 76
Tabla. 35. Software propuesto para administración de datos médicos y Telemedicina. 77

Tabla. 36. Impresora Drystar para placas radiográficas. 78
Tabla. 37. Cálculo de la longitud promedio por planta. 92
Tabla. 38. Cálculo de números de corridas por rollo y número de rollos de cable a utilizar. 92
Tabla. 39. Cantidad de cables SIEMON Categoría 6A F/UTP. 93
Tabla. 40. Potencia de los dispositivos protegidos por el UPS. 98
Tabla. 41. Costo del cableado estructurado. 102
Tabla. 42. Costo de los equipos de networking. 103
Tabla. 43. Costo de accesorios, e instalación de Telefonía IP. 103
Tabla. 44. Costo de accesorios e instalación de Aire Acondicionado. 103
Tabla. 45. Costo de accesorios, e instalación del Sistema de Energía UPS. 104
Tabla. 46. Costo de accesorios, e infraestructura del Cuarto de Telecomunicaciones. 104
Tabla. 47. Costo de equipos médicos y accesorios para el Área de Radiología y Cardiología. 104
Tabla. 48. Costo de levantamiento de información y Memoria Técnica. 105
Tabla. 49. Presupuesto total del diseño. 105

Resumen

En este proyecto de titulación se diseñó una red interna de telemedicina completa y moderna, que contribuye al mejoramiento de los servicios que ofrece el Hospital Universitario Motupe de la Universidad Nacional de Loja, orientada al manejo de la información médica generada, en una sola infraestructura de red, equipada con tecnología de punta, que aporta al mejoramiento del sistema de atención de los servicios públicos, a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Para ampliar los servicios del Hospital Universitario de Motupe, se realiza un análisis tecnológico del equipo médico necesario para la creación de las áreas de radiología y cardiología; de esta manera se facilita el manejo, trasferencia y archivo de las imágenes en formato digital, garantizando el ahorro de películas radiográficas impresas.

El sistemas de administración y manejo de la información médica (HIS/RIS/PACS) del Hospital Universitario Motupe, es una herramienta robusta y facilita la aplicación de múltiples sistemas tanto para la administración, respaldo y transmisión de la información; además permite el desarrollo dinámico de la red integrada y suministra el manejo del historial clínico electrónico de los pacientes.

Para el funcionamiento, se requiere de una conexión continua con la red de internet, para esto debe utilizarse dos proveedores diferentes del servicio, para en caso de fallar uno de ellos, el otro pueda mantenerse activo sin tener el riesgo de quedarse totalmente incomunicado.

En el país la política existente descrita en el Plan Nacional del Buen Vivir, propone que las Instituciones públicas, deben estar implementadas de tal manera que brinden calidad en los servicios, más aún cuando se trata de la salud, este Plan garantiza la salud integral de la población. Por esta razón se justifica la inversión que implica la implementación de este diseño, por los beneficios que presta y que están expuestos es este trabajo de tesis.

Summary

In this graduation project I have designed an internal network of telemedicine, that's totally modern and complete in which this contributes to the improvement of the services that the "Hospital Universitario de Motupe" the National University of Loja offers, that's oriented to the management of the medical information that's generated, in one piece of network the infrastructure is well equipped with a variety of high technology, this contributes to improving the system for public services, through the use of Technologies of Information and Communication (TIC).

To enlarge the services that the "Hospital Universitario de Motupe"offers, I will perform a technological analysis to the medical team this will be necessary for the creation of the radiology and cardiology areas; in this way we can facilitate the management of file transfer, papers and pictures in a digital format, guaranteed savings on printed radiographic films.

The administration and management of the medical information (HIS-RIS-PACS) from the "Hospital Universitario Motupe" it's a robust tool that facilitates the application of multiple systems for the administration, also a backup and some tools to transmit the information; it also enables dynamic development of integrated network facilitating in a better and fast way the electronic clinical history of the patients.

For the operation of the system and for this to work well we have required a continuous connection to the internet network, for this we must use two different service providers, just in case one of them fails, the other one can maintain active without having the risk of staying totally incommunicated.

In the country the policy is described in the "Plan Nacional del Buen Vivir" This proposes that all the public institutions, have to be implemented in a way that it could bring quality in the services, even though when it comes to health, this plan guarantees the

comprehensive health for the town. This is the main reason that justifies the inversion which involves the implementing a design for the benefits that's presented and those they are exposed in this piece of thesis.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar una red interna de telemedicina completa y moderna, para contribuir al mejoramiento de los servicios que ofrece el Hospital Universitario Motupe, orientada al manejo de la información médica generada, en una sola infraestructura de red, equipada con tecnología de punta, que aporte al mejoramiento del sistema de atención de los servicios públicos, a través del uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Objetivos específicos

- Realizar un análisis actual del equipamiento médico con el que cuenta el Hospital Universitario con el fin destacar los requerimientos y limitantes en cuanto a tecnología.

- Realizar el diseño de la red LAN de los escenarios médicos, con las especificaciones y normas de cableado estructurado, orientada a integrar los sistemas HIS, RIS y PACS, en las áreas de radiología y cardiología propuestas.

- Analizar e investigar las tecnologías modernas para la elección adecuada del equipo médico, que permita la obtención de datos médicos de tipo digital, para cada una de las aplicaciones correspondientes.

- Definir un estándar de telemedicina que permita el manejo e interoperabilidad del sistema, de acuerdo a las aplicaciones y servicios con los que contará el Hospital.

Introducción

El continuo avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la sociedad han dado un paso importante en la consecución de proyectos e iniciativas que día a día mejoran la calidad de vida en la población. El uso de las TIC en la medicina y la introducción de la medicina a distancia llamada Telemedicina, ha creado grandes herramientas para mejorar las aplicaciones de salud como: procedimientos médicos, tecnologías de diagnóstico más efectivas, capacidad de almacenamiento, envío, y transferencia de información que corren a nivel de instituciones médicas.

La generación continua de información que se crea internamente en los hospitales, crece diariamente y se torna un punto crítico el tratamiento y respaldo de la misma. La tecnología interactúa en la medicina mediante funciones tecnológicas que ayudan con el manejo y tratamiento de la información, creando sistemas optimizados para el funcionamiento de acuerdo a los requerimientos de los servicios que ofrece cada hospital, en los cuales se encuentran los Sistemas: HIS (Sistemas de Información Hospitalaria) que incluyen los datos administrativos, financieros, clínicos y estadísticos que se generan dentro de una institución médica; RIS (Sistemas de Información Radiológica) que contienen la información de imagenología que se basa en el almacenamiento, manipulación y distribución de la información radiológica ya sea de datos o imágenes y los PACS (Sistemas de Comunicación y Archivado de Imágenes) que son un sistema de equipos y redes dedicadas al almacenamiento, distribución y presentación de las imágenes médicas haciendo uso de formatos como el HL-7 y DICOM para el almacenamiento.

En la actualidad el Gobierno Nacional está impulsando proyectos de salud, en los cuales incluyen redes de datos que ya se han puesto en marcha, en la mayoría son instituciones como el IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) y Hospitales del MSPE (Ministerio de Salud Pública del Ecuador), estas redes de datos están enlazadas mediante sistemas interhospitalarios entre diferentes instituciones de salud, de tal manera que se atienda al paciente en el hospital de su provincia o a su vez si este hospital no cuenta con la suficiente disponibilidad como: equipamiento médico, disponibilidad de camas o

especialistas, este puede ser transferido a otro hospital de otra provincia para su tratamiento. Todo se da gracias a los sistemas de redes que manejan toda la información generada en cada institución médica, así como información referente a la administración Hospitalaria (HIS), tratamientos, diagnósticos radiológicos (RIS) y el archivado y compartición de toda la información (PACS), todo esto facilita la disponibilidad de trasferir a otra unidad al paciente, mediante la creación de un Centro de Respuesta Inmediata (CRI), para ser atendido de manera eficiente, como lo dispone el "MODELO DE ATENCIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD" [14].

De acuerdo a esto, el presente proyecto se formula como un diseño de red interna de datos que asocie toda la información médica del Hospital Universitario de Motupe, en una sola infraestructura de red, para que sea manejada y almacenada de forma segura, de tal manera que dicho diseño se muestre como una propuesta para mejorar la administración y desarrollo de los servicios que ofrece este Hospital actualmente.

CAPÍTULO 1

MARCO REFERENCIAL

ANÁLISIS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO E INTRODUCCIÓN A LOS TIPOS DE INFORMACIÓN MÉDICA

1.1 EL HOSPITAL UNIVERSITARIO MOTUPE

El Hospital Universitario de Motupe (Fig. 1) fue creado en 1980, actualmente es parte del Área de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja, el mismo se encuentra ubicado en el barrio Motupe, en la zona norte de la ciudad. El Hospital brinda sus servicios médicos mediante convenio con la Dirección Provincial de Salud de Loja, atendiendo cerca de 13 mil habitantes, en un total de 2854 familias de los 28 barrios que conforman la parte norte de la ciudad. El Hospital está equipado para brindar los servicios de: Medicina General, Endocrinología, Ginecología, Pediatría y Cirugía.

Fig. 1. El Hospital Universitario de Motupe.

1.1.1 El Hospital desde el punto de vista médico

Desde el punto de vista médico, el Hospital actualmente cuenta con profesionales de salud distribuidos para los servicios de: Pediatría, Ginecología y

Medicina General. Parte de profesionales que conforman el cuerpo médico del Hospital, son en su mayoría docentes y estudiantes del Área de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja, quienes dan el tratamiento a los pacientes que asisten a esta casa de salud.

Con respecto al tipo de información médica que se genera dentro del hospital, se cuenta con un equipo de Electrocardiografía y Ecografía, para el tratamiento por medio de la imagen en la modalidad de Ecografía Bidimensional (2D), con aplicaciones en: Obstetricia, Ginecología, Urología y aplicaciones generales abdominales; debido a que únicamente cuenta con un equipo de estas características.

1.1.2 El Hospital desde el punto de vista tecnológico y de infraestructura física

Desde el punto de vista Tecnológico, el Hospital Universitario actualmente no cuenta con una red de datos distribuida para la administración y manejo de la información que se genera dentro del Hospital, ya que únicamente hace el uso de un punto de internet subministrado por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). Considerando la ausencia de esta red de datos el principal problema a resolver en esta tesis. A continuación, se detalla parte del equipo médico tecnológico con el que cuenta el Hospital Universitario, actualmente.

- **Ecografía o Ultrasonido Obstétrico y Ginecológico**

  Se cuenta únicamente con un equipo de ultrasonido, el cual se emplea para exámenes en las áreas de Ginecología y Obstetricia. En la Tabla 1. Se describen brevemente sus características técnicas.

Tabla. 1. Equipo de Ultrasonido Gineco-Obstétrico existente.

MARCA	MODELO	IMPRESORA
SIEMENS	SONOLINE Adara MC12H6J3-M.	Mitsubishi Modelo P91W. *(Ver Anexo A.1)*

- **Electrocardiógrafo**

Se cuenta con un electrocardiógrafo de tres canales, para el servicio de cardiología. En la Tabla 2, se describe sus características.

Tabla. 2. Equipo Electrocardiógrafo de tres canales existente.

MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
SCHILLER	Cardiovit AT-1	• 3 canales de 12 derivaciones • Totalmente automático • Batería recargable • Impresión alfanumérica, etc. *(Ver Anexo A.2)*

- **Quirófano**

El quirófano del Hospital aun no entra en funcionamiento, pero se encuentra equipado con todos los complementos necesarios como: Succionadores, Cama Quirúrgica, Lámpara cialítica, Desfibrilador, Electrocauterio, Verificador de placas de rayos X (negatoscopio), Equipo de Anestesia y su respectivo Monitor de signos vitales *(Ver Anexo A.3).*

- **Sala de partos**

Al igual que el quirófano, la sala de partos aún no se encuentra en funcionamiento, pero cuenta con el equipamiento necesario en el cual incluye una cama de parto y una termocuna *(Ver Anexo A.4)*. En esta área no se requieren equipos adicionales.

Desde el punto de vista de infraestructura física, el hospital cuenta con un área total de construcción útil de 1645.06m^2, distribuida en tres plantas. En la planta baja (Fig. 2) Se encuentra la mayor área de construcción física de 1317.94m^2, en donde funcionan las dependencias de mayor importancia del Hospital, En la Tabla 3 se describe el funcionamiento de estas áreas.

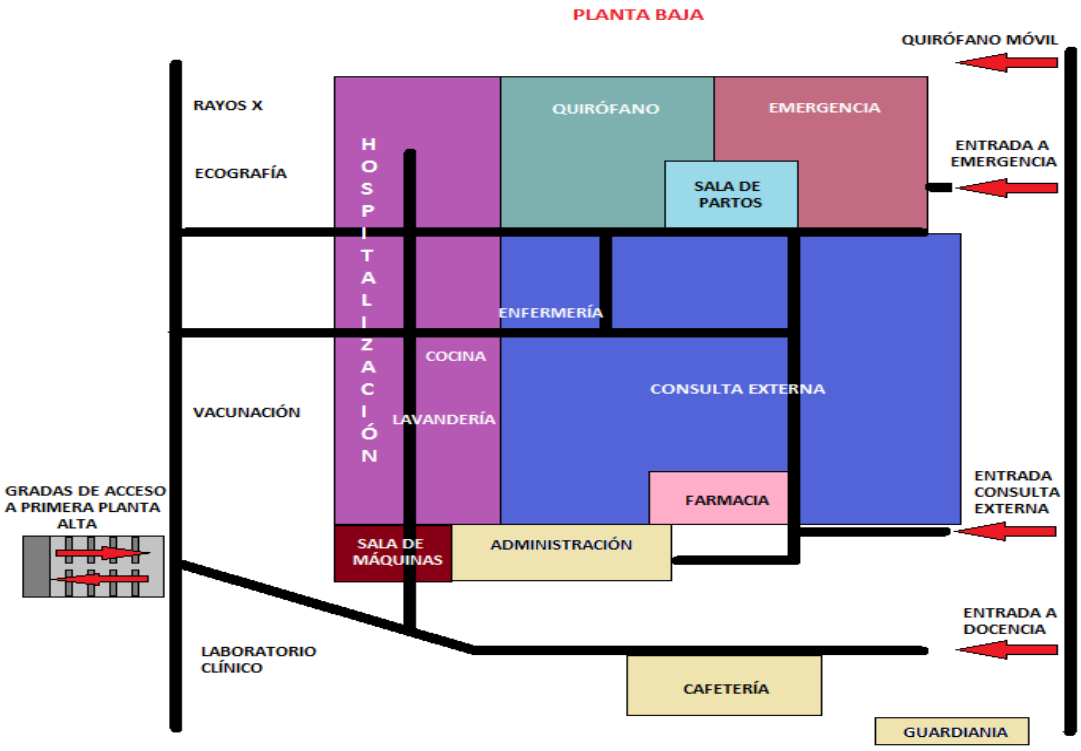


Fig. 2. Distribución de la infraestructura física de la planta baja del hospital.

Tabla. 3. Función de las áreas existentes en la planta baja del Hospital.

ÁREA	FUNCIONAMIENTO
Administración	Administración General, Archivo, Secretaria, Dirección, Información.
Farmacia	Entrega de medicamentos
Consulta externa	Constan once consultorios
Enfermería	Enfermeras
Hospitalización	Hospitalización y cuidados intensivos
Emergencia	Equipado y funcionando
Sala de partos	Equipada, aun no funciona
Quirófano	Equipando, aun no funciona
Rayos x	Espacio vacío, no está equipado
Ecografía	Equipado y funcionando
Vacunas e inmunización	Equipado y funcionando
Laboratorio clínico	Equipado y funcionando
Cocina	Equipada
Lavandería	Equipada para el aseo
Sala de máquinas	Generador eléctrico y cisterna
Cafetería	Cafetería pública
Guardianía	Seguridad del hospital

En la primera y segunda planta alta (Fig. 3) se tiene un área de construcción mucho menor en relación a la planta baja, teniendo un área de 161.12m^2 en la primera

planta alta, y un área de 165.97m^2 en la segunda planta alta. Su infraestructura física se distribuye de acuerdo a la Tabla 4.

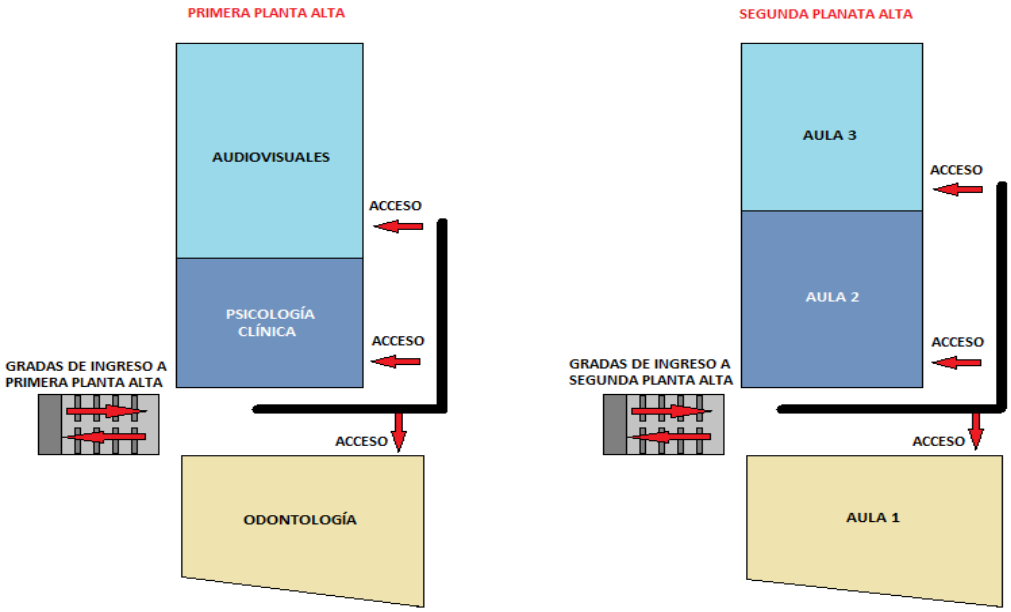


Fig. 3. Distribución de la infraestructura física de las plantas altas del hospital.

Tabla. 4. Función de las áreas existentes en la primera y segunda planta alta del Hospital.

PRIMERA PLANTA ALTA		SEGUNDA PLANTA ALTA	
ÁREA	**FUNCIONAMIENTO**	**ÁREA**	**FUNCIONAMIENTO**
Sala de Audiovisuales	En funcionamiento para docentes y estudiantes UNL	**Aula 1**	Funcionamiento para docentes y estudiantes de medicina de la UNL
Consultorio de Psicología clínica	En funcionamiento para pacientes	**Aula 2**	Funcionamiento para docentes y estudiantes de medicina de la UNL
Laboratorio de Odontología	Odontología infantil	**Aula 3**	Funcionamiento para docentes y estudiantes de medicina de la UNL

1.1.3 Requerimientos

El Hospital Universitario Motupe, al estar expuesto al servicio de una gran población de familias del norte de la ciudad de Loja, tiene como deber y derecho estar a la vanguardia en los cambios y avances que hoy en día viene teniendo la tecnología en el campo de la medicina, es por eso que esta tesis propone modernizar su infraestructura con tecnología actualizada, con la finalidad de prestar un mejor servicio

y comodidad a sus pacientes, además la necesidad de poder centralizar la información médica generada internamente y llevarla en una base de datos para que pueda ser manejada y respaldada de manera segura. De esta manera, se plantean los siguientes requerimientos para el cumplimiento de los objetivos particulares propuestos para mejorar el sistema de salud del Hospital Universitario.

1. Proponer el equipamiento médico adicional para el área de Radiología y Cardiología, como:

   Ecocardiografía. Equipo de Ultrasonido Cardiaco con un Ecocardiógrafo, para la implementación del servicio de Cardiología.

   Rayos X. Equipo de Radiografía Digital de Rayos X, para la implementación del servicio de radiología.

2. Diseñar una red interna de telecomunicaciones completa, con la finalidad de equipar a esta institución con tecnología moderna que ayude al mejoramiento y manejo eficiente de la información generada en cada uno de los servicios que se ofrecen, para que de esta manera toda la información hospitalaria (HIS) e información generada por el equipo radiológico (RIS), sea asociada en una sola infraestructura de red, de tal manera que se pueda manejar un sistema de archivos de tipo digital (PACS) que respalde esta información en una infraestructura propia del Hospital, para que sean manejados digitalmente y no como se venía haciendo de manera tradicional, mediante un sistema de archivo en copias impresas ubicadas en armarios y perchas, *(Ver Anexo A.5)* en donde la información está expuesta a la pérdida, confusión y desorden, tornándose así un caos al momento de acceder a esta información. Además la red quedará diseñada para el caso de requerirse una conexión remota (telemedicina) con otro hospital de la ciudad se pueda hacer desde este punto.

3. Realizar el diseño de cableado estructurado de datos y adicionalmente de voz, en el Hospital Universitario, el cual se ajuste a los requerimientos de

trasmisión, necesarios para las aplicaciones correspondientes de los servicios que se ofrecen y futuros.

4. Presentar de forma detallada el presupuesto que implicaría la implementación de la red interna de telemedicina.

1.2 TIPO DE INFORMACIÓN MÉDICA

Los equipos utilizados en la medicina son de varios tipos, así como: Equipos médicos de diagnóstico o laboratorio, de captura de información médica, de cómputo y de comunicaciones. Los equipos médicos de diagnóstico o laboratorio pueden ser equipos con interfaces digitales, o equipos tradicionalmente analógicos a los que se debe adaptarles un mecanismo de captura que permita digitalizar la información en el formato nativo del equipo médico para poder introducir en el sistema de cómputo, para luego conectar a un sistema de comunicación para la transmisión de la información.

La información médica utilizada puede ser de tres tipos [12]:

1. **Texto:** Este tipo de información se maneja en computadores u ordenadores, así por ejemplo ingreso de datos personales del paciente, antecedentes, resultados de exámenes físicos, diagnóstico probable y prescripción de tratamiento. Toda esta información es útil en el seguimiento de la evolución del paciente, valoración de la efectividad del tratamiento, y su utilización estadística con fines administrativos.

2. **Imágenes para diagnóstico:** Las imágenes médicas son en general de tipo anatómico como las radiografías desde los Rayos X Simples, Tomografía Axial Computarizada (TAC), y Resonancia Magnética, endoscopias y procedimientos más sofisticados de visualización dinámica de las imágenes como la ecografía doppler.

3. **Señales:** Las señales suelen ser de tipo fisiológico o funcional como en el caso de Electroencefalografía (EEG), Electrocardiograma (ECG), Espirometría y Signos vitales, que tienen importancia para el diagnóstico precoz o de urgencia en pacientes a distancia.

1.2.1 Tamaño de la imagen

El tamaño de las imágenes médicas digitales, se considera un factor primordial para garantizar la calidad, fidelidad, visualización y diferenciación de la imagen para su diagnóstico y posterior estudio. De acuerdo al estándar ACR (American Collage of Radiology) las imágenes digitales no deberán ser inferiores a los límites de norma o estándar apropiados del tipo de examen que en cada modalidad especifica. A continuación la Tabla 5, resume los requisitos de solución de algunas modalidades en términos de tamaño de imagen en pixeles y nivel de intensidad en escala de grises.

Tabla. 5. Tamaño y peso de las imágenes más utilizadas. [18]

Modalidad	Resolución (píxel)	Numero de bits/pixel	Tamaño de imagen (KB)	Numero de Imágenes/estudio	Tamaño Total de estudio (MB)
Radiografía Digital	2048 x 2560	12	10000	6	60.000
Ecografía	256 x 256	8	64	9	0.576
Ecografía Doppler	512 x 512	8	256	9	2.304
Ecografía Color	512 x 512	8	256	9	2.304
Ultrasonido Ecocardiología	512 x 512	8	256	30	7.680
Radiografía Computarizada	2048 x 2048	12	1000	6	6.000
Resonancia Magnética	512 x 512	12	384	40	15.360
Tomografía Computarizada	512 x 512	12	384	25	9.600
Endoscopia	512 x 512	8	256	9	2.304
Angiografía	1024 x 1024	8	1024	15	15.360
Radiografía de Tórax	4096 x 4096	12	32000	6	192.000

Cabe resaltar nuevamente que mientras más exacta sea la imagen digital, se requiere una mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de cada imagen.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

ESTUDIO DE NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

2.1 ORGANISMOS Y ESTÁNDARES DE CABLEADO ESTRUCTURADO

2.1.1 Organismos

Las características e instalación de los elementos que conforman el sistema cableado estructurado, deben regirse al cumplimiento de normas dadas por los organismos y estándares internacionales, para que califiquen como cableado estructurado. El apego de las instalaciones de cableado estructurado a estándares trae consigo los beneficios de independencia del proveedor y protocolo (infraestructura genérica), flexibilidad de instalación, capacidad de crecimiento y facilidad de administración.

Los organismos encargados de establecer las normas correspondientes son [29]:

- ANSI (American National Standards Institute).
- EIA (Electronics Industry Association).
- TIA (Telecomunications Industry Association).
- ISO (International Standards Organization).
- IEEE (Intitute of Electrical and Electronics Engineers).

2.1.2 Estándares

Los estándares definidos por los organismos internacionales del sistema de cableado estructurado son aquellas que nos proporcionan las condiciones a tomar en

cuenta en el diseño e instalación del cableado y sus componentes. En nuestro caso de estudio analizaremos la norma ANSI/TIA-1179.

- **Estándar ANSI/TIA-1179:** Especifica el cableado estructurado para el sector de la salud, el cual se basa en los siguientes estándares.
  - **ANSI/TIA-568-C.1:** Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
  - **Estándar ANSI/TIA/EIA-568-B**: Especifica un sistema de cableado para edificios comerciales, (cómo instalar el cableado).
  - **Estándar ANSI/TIA/EIA-569**: Especifica normas de recorridos o rutas y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales (enrutamiento del cableado).
  - **Estándar ANSI/TIA/EIA-606**: Especifica las normas de administración de infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales (etiquetado).
  - **Estándar ANSI/TIA/EIA-607**: Especifica los requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de telecomunicaciones en edificios comerciales.

2.1.2.1 Estándar de cableado estructurado para el sector de la salud ANSI/TIA-1179

Las organizaciones hoy en día evolucionan rápidamente, y a su vez crecen las necesidades de infraestructura, tal es el caso del sector de salud así como las clínicas u hospitales que requieren una infraestructura de cableado especializada de alto rendimiento y alineada a sus exigencias tecnológicas y a su nivel de responsabilidad social. Tomando en cuenta al sector sanitario, las Asociaciones Americanas de Estándares de Cableado Estructurado desarrollaron el estándar para instalaciones hospitalarias ANSI/TIA-1179 [21]. Aprobado el 28 de Julio del 2010 y desarrollado por el comité TR-42 que es un grupo compuesto por consultores, diseñadores y fabricantes, en cooperación con especialistas en tecnologías del sector salud.

En cuanto a la estructura de cableado en general, este estándar, hace referencia, a las actuales normas de TIA sobre el cableado. ANSI/TIA-1179-2010, no define los canales de datos o estructuras específicas de cableado, sino que se adhiere a

las normas pertinentes para locales de oficinas, zonas residenciales, centros de datos y edificios residenciales. El propósito de esta norma es hacer aportaciones y consideraciones para la planificación e instalación, teniendo en cuenta factores adicionales, en cuanto al mantenimiento, modificaciones, ampliaciones y mejoras a la hora de la implementación del cableado en edificios de atención médica, teniendo mucha más consideración que en los edificios comerciales.

2.1.2.1.1 Cableado Estructurado

El cableado estructurado es similar al descrito en las normas ANSI/TIA 568-C (instalaciones de clientes) y ANSI/TIA 570-B (instalaciones residenciales). La norma enumera varios elementos físicos, que difieren en su aplicación así como la forma en que se vincula en la red de datos, sin embargo, no varía de los sistemas regulares de cableado estructurado. Se muestra el esquema (Fig. 4) de los elementos del cableado estructurado según la norma ANSI/TIA-1179.

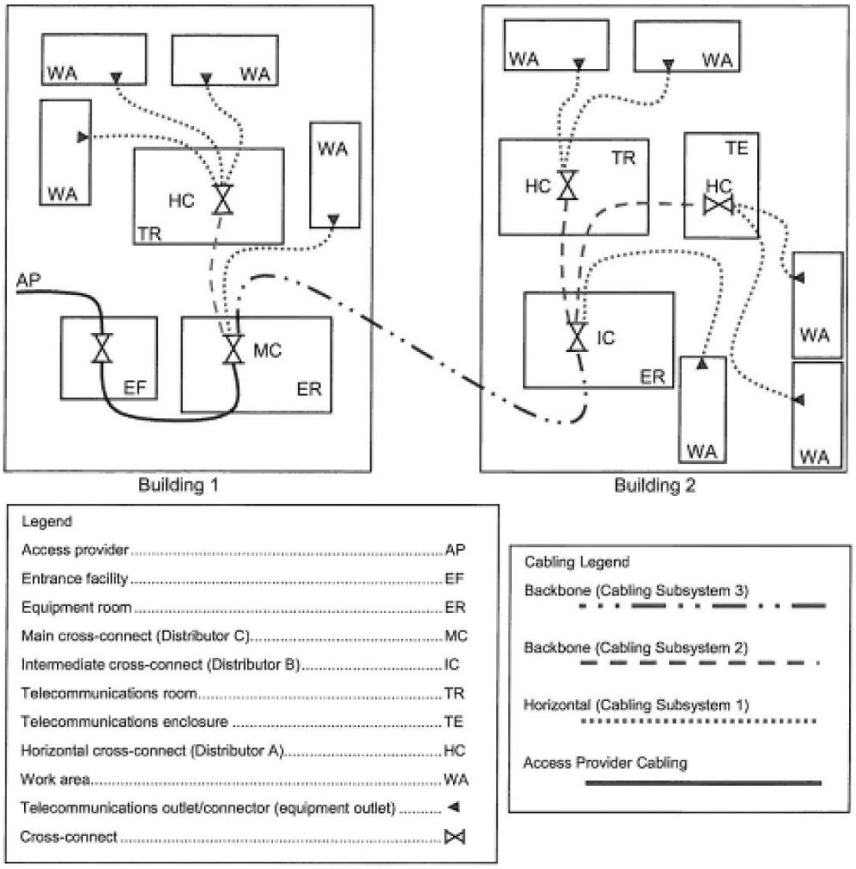


Fig. 4. Elementos del sistema de cableado estructurado. [21]

Para nuevas instalaciones la norma recomienda el uso de CAT-6A (TIA) para cableado de cobre o multimodo para cableado de fibra óptica, debido a que los centros médicos y hospitalarios pueden tener fuentes de ruido, que afecten los sistemas de transmisión. La norma destaca reiteradamente la importancia de tomar en consideración futuras adaptaciones de la red. ANSI/TIA-1179, además especifica los requisitos de infraestructura, incluyendo el cableado, la topología, las rutas, áreas de trabajo, y más para una amplia gama de servicios de salud.

2.1.2.1.2 Estándares relevantes para la norma ANSI/TIA-1179

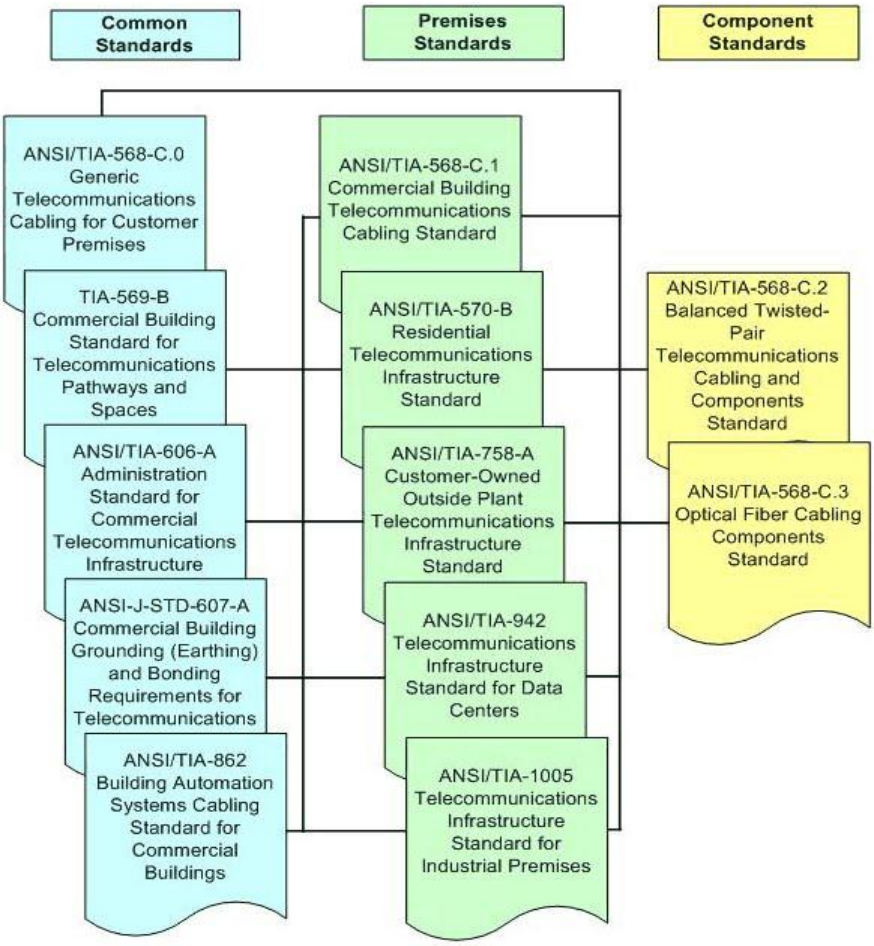


Fig. 5. Relación de ANSI/TIA-1179 y otros estándares relevantes de TIA. [42]

El estándar hace relevancia en los tres grupos de estándares existentes: Los comunes que establecen los criterios genéricos, los que aplican según el tipo de local (comerciales, residenciales, centros de datos, médicos, etc.), y los que detallan los componentes a utilizar, tanto en tecnología de cobre o de fibra óptica. Se puede

observar estos estándares (Fig. 5) que hacen relevancia con el ANSI/TIA-568-C, en el cual se basa el estándar de cableado para la salud ANSI/TIA-1179.

2.1.2.1.3 Requisitos de infraestructura ANSI/TIA-1179

Vías de Cableado

ANSI/TIA-1179, especifica un mínimo de dos diversas entradas de conexión. En el ámbito hospitalario esta redundancia es crucial ya que la red podría ser la diferencia entre la vida y la muerte para los pacientes.

Tamaño del Cuarto de equipos

ANSI/TIA-1179, recomienda tener en cuenta el espacio destinado para el cuarto de telecomunicaciones que permita el crecimiento del 100%. Esto para evitar interrupciones posteriores en pasillos, habitaciones u otras áreas de expansión en caso de requerirse La norma ANSI/TIA-1179 propone cuartos de telecomunicaciones de $12m^2$ o más.

El Área de Trabajo

La norma subraya la importancia de la planificación con una visión futura en cuanto a ampliaciones y adaptaciones de la red sin interferir con el funcionamiento de la misma. El área de trabajo, es en donde radica la mayor atención y está sujeto a cambios en la mayoría de veces. A diferencia de las áreas de trabajo tradicionales en edificios comerciales que consisten únicamente en un ordenador, impresora o teléfono, etc. Hay once definiciones de áreas de trabajo (escenarios) en un centro hospitalario:

a) Servicios al cliente.
b) Cirugía/Procedimientos/Quirófano.
c) Emergencia.

d) Atención ambulatoria.
e) Salud Femenina.
f) Diagnóstico y Tratamiento.
g) Cuidadores.
h) Servicio/Soporte.
i) Instalaciones.
j) Operaciones.
k) Cuidados intensivos.

Además de esto "ANSI/TIA-1179 añade a cada una de estas 11 áreas de trabajo subdivisiones, obteniendo un total de 75 áreas funcionales" [21] las cuales se describen en las Tablas 6. Hasta la, Tabla 16.

La norma define una clasificación de estas áreas de trabajo en tres tipos [21]:

- Área de Baja (L).
- Área de Media (M).
- Área de Alta (H) densidad de trabajo.

Tabla. 6. Área de servicio al cliente. [21]

• **SERVICIOS AL CLIENTE**							
Administración	Registración	Cuarto del paciente	Sala familiar	Sala de espera	Estación de enfermería	Biblioteca	Consulta
M	M	H	L	L	H	M	L

Tabla. 7. Área de cirugía, procedimientos y quirófano. [21]

• **CIRUGÍA / PROCEDIMIENTOS / QUIRÓFANO**						
Preparación del paciente	Hospitalización	Sala de Recuperación	Esterilización	Cuidados intensivos	Quirófano	Anestesia
M	M	M	L	H	H	M

Tabla. 8. Área de emergencia. [21]

• **EMERGENCIA**				
Ingreso de Ambulancia	Evaluación	Observación	Sala de exámenes	Sala de procedimientos
L	M	H	M	H

Tabla. 9. Área de atención ambulatoria. [21]

• ATENCIÓN AMBULATORIA						
Sala de procedimientos	Quirófano ambulatorio	Mamografía	Biopsia	Sala de examen	Rayos X	Hospitalización
M	H	M	L	M	L	L

Tabla. 10. Área de salud de la mujer. [21]

• SALUD FEMENINA				
Ultrasonido	Lactancia	Labor / Sala de partos	Sala de cunas	Guardería
L	L	H	H	M

Tabla. 11. Área de diagnóstico y tratamiento. [21]

• DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO					
Imagen de Resonancia Magnética (IMR)	Simulador y Sala de control	Acelerador lineal y sala de control	Escáner de Tomografía computarizada	Sala de procedimientos	Quirófanos
H	H	H	H	H	H
Fluoroscopía	Radiografía	Rayos X	Tratamiento por irradiación	Laboratorio	
L	L	L	L	H	

Tabla. 12. Área de médico cuidador. [21]

• CUIDADORES				
Sala de examen	Utilería Limpia	Utilería Sucia	Alimentación	Planilla
L	M	L	M	M
Estación de Enfermería	Cuarto de trabajo	Cocina	Sala de lectura	
H	M	L	M	

Tabla. 13. Área de servicio y soporte. [21]

• SERVICIO/SOPORTE		
Área de Banco de sangre	Área de farmacia	Área de anestesia
M	M	H

Tabla. 14. Área de equipamiento. [21]

• INSTALACIONES				
Armario de portería	Cuarto Eléctrico	Habitación Comunicación/Tecnología	Utilería del Edificio	Cuarto de máquinas y ascensor
L	L	L	L	L
Cuarto de máquinas	Oficina de seguridad y Centro de mando	Mando de contraincendios	Almacenamiento especial (Baterías químicas)	
L	H	M	L	

Tabla. 15. Área de operaciones. [21]

• OPERACIONES					
Administración	Almacenamiento general	Cafetería	Servicio de comida	Duchas/Vestidores	Lavandería
M	L	L	M	L	L
Centro estéril	Sala	Suite de llamada	Áreas comerciales	Sala de conferencias	Áreas generales de oficina
M	L	L	L	L	L

Tabla. 16. Área de cuidados intensivos. [21]

• CUIDADOS INTENSIVOS		
Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)	UCI Neonatal	Recuperación
H	H	H

Estas recomendaciones incluyen las necesidades futuras y no se limitan en el número de tomas de telecomunicaciones necesarias en el momento de la planificación.

El estándar también recomienda tener en cuenta la densidad de trabajo con el número de salidas de telecomunicaciones en la zona de trabajo, esto dependiendo de la función que se realice en cada ubicación. Tomando en cuenta la clasificación en subgrupos de áreas de trabajo; Baja (L), Media (M) y Alta (H), la Tabla 17, muestra el número de salidas para cada una de las áreas dependiendo de la densidad del área de trabajo.

Tabla. 17. Número de tomas por densidad de área de trabajo. [28]

DENSIDAD DE ÁREA DE TRABAJO	NÚMERO DE SALIDAS
Baja densidad (L)	2 a 6
Media densidad (M)	6 a 12
Alta densidad (H)	14 o más

El número de salidas que propone la norma, están dadas para un Hospital con categoría de tercer nivel (Nivel III) (Hospitales Regionales, Nacionales o Especializados), en los otros casos (Nivel I y II) el número de salidas estará referenciado de acuerdo a la norma ANSI/TIA-1179. El estándar no requiere que las salidas se encuentren juntas, sino que la ubicación puede variar dependiendo del uso. Así por ejemplo las salidas en

los edificios comerciales se encuentran a 45cm sobre el piso, “en establecimientos de salud pueden estar a la altura de la cama (45–65cm)” [28], para acomodar equipos temporales y permanentes, tales como monitores de pacientes, equipos de prueba, etc.

Medios de Transmisión

Para dar cabida a la alta velocidad de transmisión, la norma ANSI/TIA-1179 recomienda el uso de la especificación ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 (2008), del cable F/UTP Cat-6A, que opera en las frecuencias de hasta 500 MHz y proveen transferencias de hasta 10Gbps Ethernet para las instalaciones de salud nuevas, y como mínimo Cat-6 para las instalaciones existentes, Cat-5e está reconocido, pero no se recomienda.

Tabla. 18. Tipos de cableado. [45]

Categoría	Topologías Soportadas	Velocidad Max. de Transferencia	Distancia máxima entre repetidores	Ancho de banda	Status
Cat. 3	10 Mbps Ethernet	10 Mbps	100m.	16 MHz	Obsoleto
Cat. 5	Inferiores y Fast Ethernet	100 Mbps	90m. + 10m. En Patch Cords.	100 MHz	Sujeta a Descontinuarse
Cat.5e	Inferiores y ATM	165 Mbps	90m. + 10m. En Patch Cords.	100 MHz	Sujeta a Descontinuarse
Cat.6	Inferiores y Gigabit Ethernet	1000 Mbps	90m. + 10m. En Patch Cords.	250 MHz	Actual
Cat.6A	10Gbps Ethernet	10 Gbps	100m	500 MHz	Tecnología de punta

Además el CAT-6a, soporta una distancia máxima de 100m. En el cable blindado la diafonía externa (crosstalk) es virtualmente cero. El cable CAT-6a F/UTP funciona bien en entornos con mucho ruido e IEM (interferencia electromagnética). El tipo de cable Categoría 6a es totalmente compatible con las categorías anteriores, incluyendo la categoría 6 y 5e. En la Tabla 18, se puede diferenciar las características del cable CAT-6A y la comparación con los estándares anteriores.

Salidas de Telecomunicaciones Multiusuario Ensambladas (MUTOAs)

"La norma no recomienda el uso de MUTOAs (Fig. 6) en una nueva construcción, pero si permite la adición de hasta 24 salidas adicionales" [28] en un área de trabajo de una instalación existente.

Fig. 6. Conector con salidas MUTOAS. [30]

Consideraciones Ambientales

La norma también reconoce que algunas áreas en los centros sanitarios pueden estar sujetas a diferentes factores ambientales, tales como una elevada IEM, la contaminación atmosférica, altas temperaturas, productos químicos, etc. Estas consideraciones pueden afectar la elección en el tipo de cableado estructurado y la forma en que está instalado. Las soluciones y las instalaciones deben ser compatibles con el medio ambiente circundante. La norma no se refiere específicamente a que componentes utilizar en entornos o ambientes difíciles.

Transmisión y Topología

La norma ANSI/TIA-1179 propone la topología en estrella (Fig. 7) y las longitudes del cableado estructurado, las mismas especificadas para edificios comerciales ANSI/TIA/EIA-568.C.1.

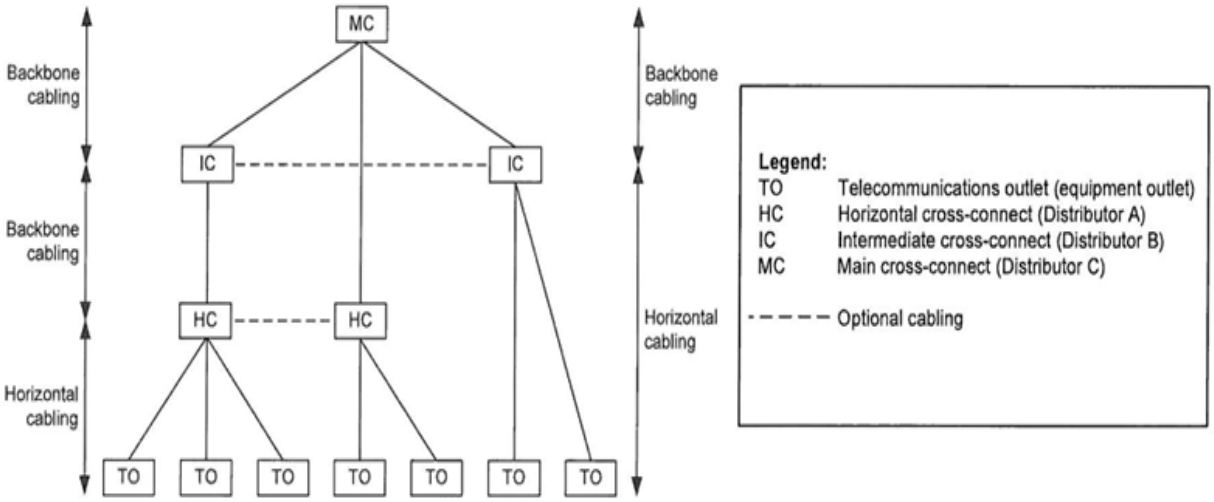


Fig. 7. Topología estrella propuesta por la norma ANSI/TIA-1179-2010. [21]

Debido a que la norma ANSI/TIA-1179, se basa en las especificaciones de la norma de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales (ANSI/TIA-568.C.1). En la siguiente sección analizaremos la norma ANSI/TIA-568.C.1 y las normas complementarias, con cada una de sus características.

2.1.2.2 Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales ANSI/TIA-568.C.1.

El estándar ANSI/TIA-568.C.1, es desarrollado por la TR-42.1, y es una versión del estándar para edificios comerciales ANSI/TIA-568, y es parte de una reciente actualización del Estándar para el Cableado de Telecomunicaciones Genérico para Instalaciones de Clientes ANSI/TIA-568.C, publicado en Febrero del 2009. Y es la misma en la que se basa en complemento para el desarrollo de la norma ANSI/TIA-1179. ANSI/TIA-568.C. Recoge los aspectos generales de la anterior recomendación ANSI/TIA-568.B.1, con el objetivo de que sean comunes a diferentes estándares que apliquen a todo tipo de edificios (comerciales, residenciales, etc.) Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA-568.B.1 [11] (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la ANSI/TIA-568-C.

2.1.2.2.1 Componentes funcionales de ANSI/TIA-568.C.1

El estándar determina un grupo de componentes funcionales, que contribuyen a las especificaciones de ANSI/TIA-1179.

- Instalaciones de Entrada o Acometidas.
- Cuarto de Telecomunicaciones.
- Canalizaciones de Back-Bone.
- Canalizaciones Horizontales.
- Secciones de las canalizaciones.
- Distancia de separación a cables de energía eléctrica.

Instalaciones de Entrada o Acometida (AI)

Las instalaciones de entrada se definen como el lugar, donde ingresan los servicios de telecomunicaciones a la edificación (acometidas), donde se va hacer uso de los servicios, es el punto en el cual el cableado externo hace interfaz con el cableado de backbone del edificio. Estas instalaciones de entradas pueden tener interfaces con las redes prestadoras de servicios de telecomunicaciones. Estas interfaces pueden incluir borneras y equipos activos (módems). Para las instalaciones de entrada el estándar recomienda que se realice en un lugar con un ambiente seco y cercano a las canalizaciones verticales (Back-Bone).

Cuarto de Telecomunicaciones

Corresponde con la definición del estándar ANSI/TIA-569 (Espacios y canalizaciones), que describe: En los casos en que la norma requiere la instalación de más de un cuarto de telecomunicaciones, se determinan lo siguiente [11]:

- Si el área a servir es mayor a los 1000m^2, se requiere de una sala de telecomunicaciones por cada 1000m^2 de área utilizable.

- La distancia de las canalizaciones de distribución horizontal, que van desde la sala de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo, no puede superar en ningún caso los 90m de longitud. Si alguna área excede esta distancia se debe hacer la instalación de otra sala de telecomunicaciones para cumplir con este requerimiento.

Los tamaños que se requieren para la instalación de las salas de telecomunicaciones se muestran en la Tabla 19.

Tabla. 19. Tamaños recomendados para las salas de telecomunicaciones. [11]

ÁREA UTILIZABLE	TAMAÑO RECOMENDADO PARA LA SALA DE TELECOMUNICACIONES
500 m^2	3 m x 2.2 m
800 m^2	3 m x 2.8 m
1000 m^2	3 m x 3.4 m

Además algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta:

- Salas iluminadas.
- Pisos y paredes de colores claros.
- No debe tener cielorraso.
- Recomendable disponer de sobre piso, o piso elevado.
- Requerimientos eléctricos de los equipos.
- Ventilación y/o aire acondicionado, de acuerdo a las características de los equipos que se instalarán en la sala.

Canalizaciones de Back-Bone

- **Canalizaciones internas al edificio**

  Las canalizaciones internas de Back-Bone, son las instalaciones que vinculan las instalaciones de entrada con la sala de equipos y a su vez la sala de equipos con la sala de telecomunicaciones. Este tipo de canalizaciones pueden ser ductos,

bandejas, escalerillas portacables, etc. Estas canalizaciones de Back-Bone pueden ser tanto verticales como horizontales.

- **Canalizaciones de Back-Bone verticales**

  Las canalizaciones verticales unen la sala de equipos con el cuarto de telecomunicaciones o en el caso de edificaciones de varios pisos, unen las instalaciones de entrada con la sala de equipos de cada piso, las cuales se encuentran alineadas verticalmente. Estos ductos deben ser únicamente para transportar los cables de telecomunicaciones y estar separados de los cables de energía y ascensores. Estas canalizaciones pueden ser, ductos, bandejas verticales, o escalerillas portacables verticales.

- **Canalizaciones de Back-Bone horizontales**

  Se utilizan en el caso en que las salas de telecomunicaciones no estén alineadas verticalmente, en este caso es necesario tramos de Back-Bone horizontales. Estas canalizaciones pueden ser, ductos, bandejas horizontales, escalerillas, que pueden ser ubicadas sobre cielorraso, bajo el piso o adosadas en paredes.

Canalizaciones Horizontales

Las canalizaciones horizontales son aquellas que vinculan los cuartos de telecomunicaciones, con las áreas de trabajo. Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568, en los cuales se incluyen, el cable UTP de 4 pares, el STP y además la fibra óptica. De acuerdo al estándar TIA/EIA-569, se admiten los siguientes tipos de canalizaciones:

- Ductos bajo piso elevado.
- Ductos aparentes.
- Bandejas metálicas.
- Ductos sobre cielorraso.

Sección de canalizaciones

Las secciones dependen de la cantidad de cables que vayan alojarse en el interior de la canaleta, esto dependerá del diámetro externo de los cables. Además se debe tener en cuenta el crecimiento a futuro, por lo cual se dispondrá dejar un espacio extra en las canalizaciones. En la Tabla 20, se muestra el cálculo para las secciones de las canalizaciones, en función al número de cables y a su diámetro, para un factor de llenado estándar. Las celdas de color blanco indican la cantidad de cables.

Tabla. 20. Número de cables por sección de canalización. [11]

Diámetro interno de la canalización		**Diámetro externo del cable (mm)**				
mm	**Ducto en pulgadas**	**3.3**	**4.6**	**5.6**	**6.1**	**7.4**
15.8	½	1	1	0	0	0
20.9	¾	6	5	4	3	2
26.6	1	8	8	7	6	3
35.1	1 ¼	16	14	12	10	6
40.9	1 ½	20	18	16	15	7
52.5	2	30	26	22	20	14
62.7	2 ½	45	40	36	30	17
77.9	3	70	60	50	40	20

Distancias a cables de energía

Las canalizaciones de los cables de telecomunicaciones y las canalizaciones de los cables de energía, deben estar adecuadamente distanciadas, para evitar problemas de interferencia electromagnética en la red de comunicaciones. Las distancias mínimas se indican en la Tabla 21, las celdas de fondo blanco indican la separación mínima.

Tabla. 21. Separación mínima entre cables de telecomunicaciones y cables de energía. [11]

ESPECIFICACIONES	**POTENCIA**		
	< 2 kVA	**2-5 kVA**	**>5 kVA**
Líneas de potencia no blindadas, o equipos eléctricos próximos a canalizaciones no metálicas	12.7 cm	30.5 cm	61.0 cm
Líneas de potencia no blindadas, o equipos eléctricos próximos a canalizaciones metálicas aterradas	06.4 cm	15.2 cm	30.5 cm
Líneas de potencia en canalizaciones metálicas aterradas próximos a canalizaciones metálicas aterradas		07.6 cm	15.2 cm

2.1.2.3 Estándar para tierras y aterramientos de telecomunicaciones ANSI/J-STD-607

El estándar ANSI/J-STD-607-A-2002 fue publicado en Octubre del 2002, está basado en el estándar ANSI/TIA/EIA-607. El estándar fue creado con el propósito de brindar criterios en cuanto al diseño e instalación de tierras y el sistema de aterramiento para edificios comerciales.

2.1.2.3.1 Barra principal de tierra para telecomunicaciones (TMGB)

El aterramiento principal de un sistema de telecomunicaciones parte del aterramiento principal que tendrá que poseer el edificio (aterramiento eléctrico). Partiendo desde este punto se debe tender un conductor de cobre para tierra, hasta la Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones (TMGB, Telecomunications Main Grounding Busbar).

El conductor de cobre que será tendido para el sistema de aterramiento tiene algunas características que debe cumplir:

- Debe estar forrado con un aislante (preferencia color verde).
- Tener una sección mínima del cable de 6 AWG.
- Tener etiquetas adecuadas para identificarlo.

La TMGB, se debe encontrar en las Instalaciones de Entrada o en la Sala de Equipos y será el punto central de tierra para todos los sistemas de telecomunicaciones existentes en el edificio, ya que típicamente existe solo una TMGB por edificio, de esta manera se debe considerar la ubicación especifica de tal manera que se pueda minimizar la distancia del conductor de tierra. La TMBG (Fig. 8) debe ser una barra de cobre con perforaciones roscadas según el estándar NEMA (National Electrical Manufacturers Association). “Debe tener como mínimo 6mm de espesor, 100mm de ancho y el largo adecuado” [11] para la cantidad de perforaciones necesarias para alojar los cables que lleguen desde otras barras de tierra de telecomunicaciones.

Debe considerarse al momento del diseño, perforaciones de acuerdo a los cables necesarios y para futuros crecimientos.

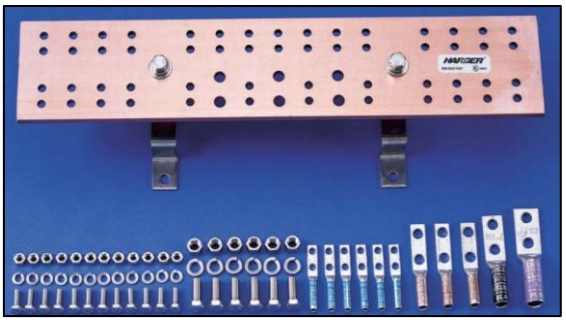


Fig. 8. Barra TMBG. [32]

2.1.2.3.2 Barra de Tierra para Telecomunicaciones (TGB)

Esta barra es el punto central de conexión para las tierras de los equipos de telecomunicaciones que se encuentran en la sala de Telecomunicaciones. Al igual que la barra principal, esta debe tener las mismas características, es así que debe ser de cobre con perforaciones roscadas según NEMA, con mínimo 6mm de espesor y 50mm de ancho y largo adecuado a la cantidad de perforaciones necesarias para los cables que lleguen de los equipos de telecomunicaciones y para el cable de interconexión con TMGB. También se debe considerar espacio para perforaciones futuras.

2.1.2.3.3 Backbone de Tierras (TBB)

El Backbone de Tierras (TBB) es el conductor que une la TMGB y las TGB, que se encuentren distribuidas en el edificio. Este conductor debe tener las siguientes características.

- Conductor de cobre 6 AWG, aislado.
- Estar instalado dentro de las canalizaciones para telecomunicaciones.
- No puede tener empalmes.

Una puesta a tierra bien instalada, como lo indica la norma ayuda al cableado y a los equipos a protegerlos de problemas como: Interferencias Electromagnéticas

(EMI) y Descargas Electrostáticas (ESD), que pueden causar problemas en la red. Se muestra en la Fig. 9, la distribución y conexiones de tierras y aterramientos según lo describe la norma ANSI/J-STD-607.

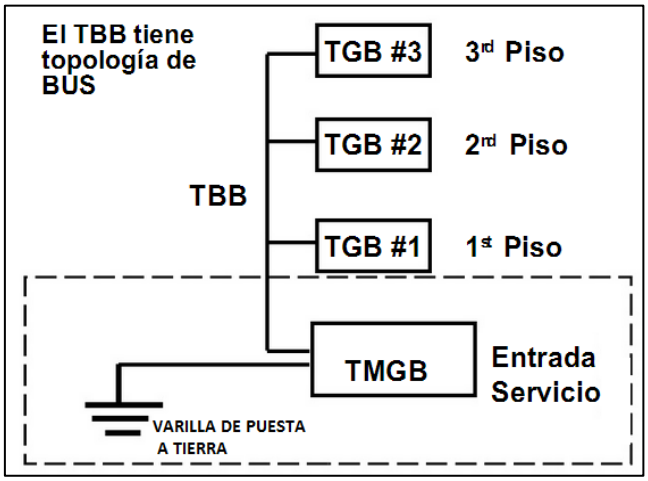


Fig. 9. Arquitectura de Puesta a Tierra para Sistemas de Telecomunicaciones. [11]

2.2 ESTÁNDARES PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS MÉDICOS

2.2.1 Estándar HL-7 (Health Level Seven)

Health Level Seven Internacional (HL-7) [38] fue fundada en 1987, es una organización sin fines de lucro, acreditada por la ANSI para el desarrollo de normas dedicadas a proporcionar un marco general y normas relacionadas para el intercambio, integración y recuperación de la información de salud electrónica que apoya la práctica clínica y la gestión, prestación y evaluación de servicios de salud. HL-7 tiene como objetivo primordial, minimizar las incompatibilidades entre sistemas de información en salud, permitiendo la interacción y el intercambio productivo de datos entre aplicaciones heterogéneas, independientemente de su plataforma tecnológica o de su lenguaje de desarrollo.

El nombre HL-7 hace referencia al nivel 7 (capa 7) de Aplicación, del modelo OSI (*Open System Interconnection*) de la ISO (*International Organization for Standardization*), dando a entender que cualquier implementación de los niveles inferiores del modelo OSI es compatible con el estándar HL-7.

HL-7 no es un paquete de software, sino que es un conjunto de especificaciones que definen como un paquete de software HL-7 se implemente y utilice. Existen versiones del estándar, que continuamente se han venido desarrollando e implementando de manera exitosa en varios sistemas de salud. Actualmente se maneja HL-7 versión 3, en donde se ha desarrollado un Modelo de Información de Referencia (RIM) [45] de HL-7 v3, que tiene como objetivo lograr la interoperabilidad funcional, para ello generan un estándar que da lugar a un modelo de referencia que permite entender el modelo de datos del dominio de salud. Todo esto da origen a varios estándares que facilitan los procesos de intercambio de información médica, algunos de estos estándares existentes son:

- Mensajería HL7 Versión 2: Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos de salud.
- Mensajería HL7 Versión 3: Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos de salud basada en el RIM (Reference Information Model).
- CDA HL7: (Clinical Document Architecture): Estándar de arquitectura de documentos clínicos electrónicos.
- SPL HL7: (Structured Product Labeling): Estándar electrónico de etiquetado de medicamentos.
- HL7 Medical Records: Estándar de administración de registros médicos.
- GELLO: Estándar para la expresión de reglas de soporte de decisiones clínicas.
- Arden Sintax: Es estándar sintáctico para compartir reglas de conocimiento clínico.
- CCOW: Es un estándar para compartir contexto entre aplicaciones.

La interoperabilidad de los sistemas RIS *(Sistemas de Información Radiológica)* con los HIS *(Sistemas de Información Hospitalaria)* presenta inconvenientes a nivel de arquitectura y de compatibilidad, los cuales son superados mediante el protocolo HL-7. HL-7 facilita la traducción de información entre formatos distintos, permitiendo el manejo de formatos especificados por HL-7 así como los indicados por los protocolos DICOM, dando paso a la comunicación entre RIS y los PACS *(Sistema de Comunicación y archivado de Imágenes).*

2.2.2 Estándar DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)

DICOM [12] surge como una solución a los problemas de intercambio de información en imagenología médica así como formatos y mecanismos de comunicación incompatibles ente los equipos de distintos fabricantes *(General Electric, Siemens, Philips, Kodak, 3M, Agfa, Hitachi, etc.)*, y entre equipos del mismo fabricante. Para dar solución a este problema los fabricantes de equipo médico de imagenología y diversas entidades de estandarización se unieron para crear un estándar que inicialmente se llamó ACR-NEMA (American College of Radiology – National Electrical Manufactures Association) el cual luego de la versión dos dio lugar al estándar DICOM 3.0 (aunque no existen versiones 1.0 y 2.0 de DICOM). Lo que desarrolló un estándar que permita:

- La comunicación de imágenes digitales independientemente del fabricante del equipo.
- Facilitar el desarrollo y expiación de los PACS para que puedan tener interfaces con los HIS y RIS.
- Permitir la creación de bases de datos con los diagnósticos, de manera que puedan ser consultados por una gran variedad de equipos distribuidos geográficamente.

DICOM define un modelo de objetos de información que representan el mundo real: Pacientes, Estudios, Imágenes, Equipos, Resultados entre otros. Sobre estos objetos de define una serie de actividades que se pueden realizar por medio de servicios definidos para los distintos objetos: Creación, Actualización, Transferencia, Almacenamiento, Impresión, Notificación, entre otros.

Las principales características del estándar DICOM [12] se describen:

- Funciona en ambientes de redes Locales (LAN) o Metropolitanas (MAN) usando los protocolos del estándar de interconexión de redes TCP/IP.

- Se especifica el certificado de conformidad con el estándar para determinar cómo los equipos reaccionan ante los comandos y datos intercambiados. Para esto se definen las Clases de Servicios, la semántica de los comandos y los datos asociados.
- Se utilizaron las directivas del ISO (International Standards Organization) para crear un documento multipartes que defina el estándar y le permita evolucionar fácilmente.
- Se crearon Objetos de Información, no solo para encapsular la información de las imágenes sino también la de los pacientes, los reportes, los estudios, etc.
- Se creó un sistema de identificación única de los objetos de manera que no haya ambigüedades entre los objetos que intervienen en una gran red.

DICOM es un protocolo cliente/servidor que facilita la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos. Este protocolo es una negociación que tiene a grandes rasgos dos partes: Primero, se negocia bidireccionalmente en que consiste el intercambio de información (que se va enviar, si esta comprimido, como esta codificado) y segundo, se envía la información. En la Fig. 10, se muestra la interconexión de diferentes dispositivos clínicos a través del estándar DICOM.

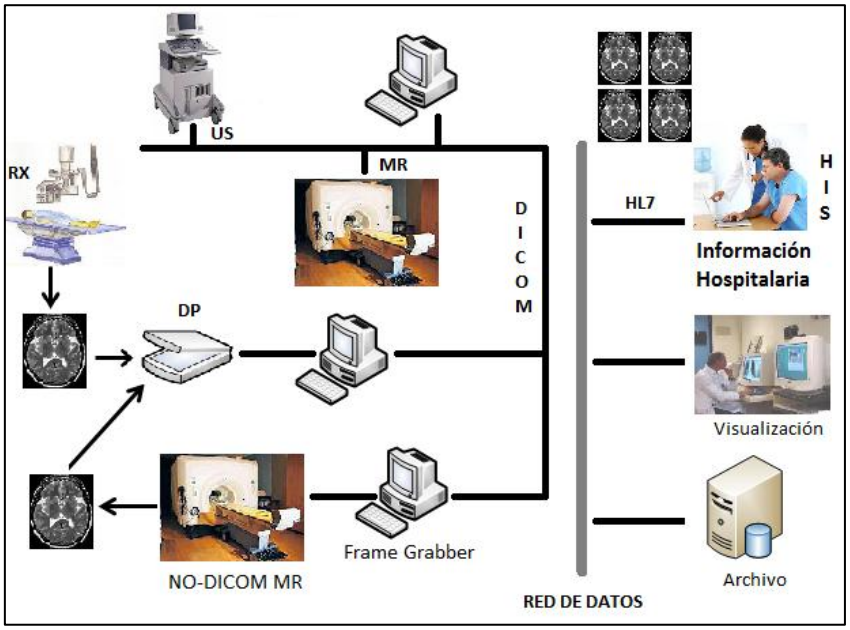


Fig. 10. Interconexión de dispositivos a través de DICOM.

2.2.2.1 Arquitectura del Protocolo de Comunicación DICOM

La arquitectura de los protocolos de redes utilizados por DICOM, agrega la posibilidad de conexión en red utilizando como base los protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) y los propuestos por ISO/OSI (*International Standards Organization/Open Systems Interconnection*). De esta manera se aprovechan los protocolos definidos en las capas inferiores tanto de TCP/IP como de ISO/OSI y define los protocolos necesarios en las capas superiores para soportar la comunicación entre aplicaciones en forma eficiente.

El estándar DICOM aborda múltiples niveles del modelo OSI y provee un soporte para el intercambio de información, DICOM define una capa superior de protocolo (ULP) soportado sobre TCP/IP, mensajes, servicios, objetos de información. Estas definiciones aseguran que dos implementaciones cualesquiera de servicios y objetos de información puedan comunicarse efectivamente. "En la capa Aplicación los servicios y los objetos de información abordan 5 áreas primarias de funcionalidad." [41]

- Transmisión y persistencia de objetos (imágenes, formas de onda y documentos).
- Búsqueda y recuperación de tales objetos.
- Ejecución de acciones específicas (impresión de imágenes).
- Gestión del flujo de trabajo (soporte de listas de trabajo e información de estados).
- Calidad y consistencia de la imagen (tanto para despliegue como para impresión).

En la Fig. 11, se muestra la arquitectura de los protocolos de redes utilizados por DICOM.

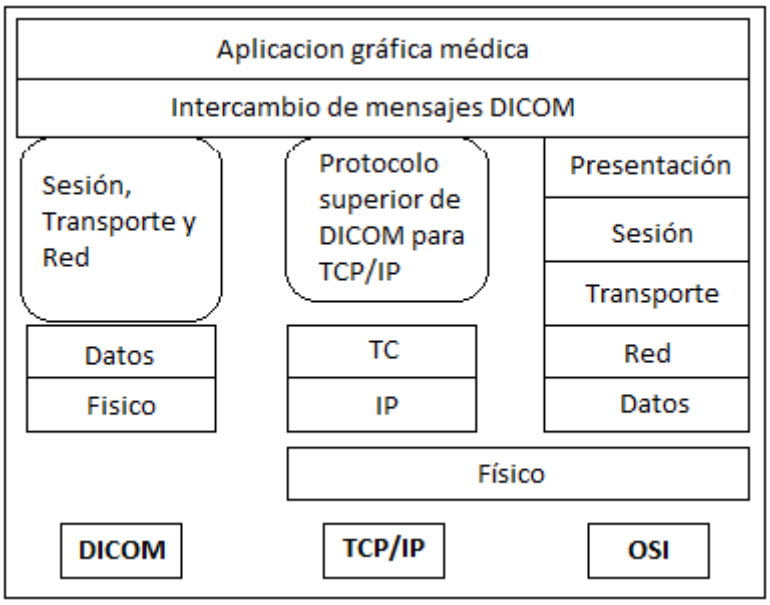


Fig. 11. Arquitectura del protocolo DICOM. [23]

2.2.2.2 Comunicación DICOM

Como anteriormente ya mencionamos que DICOM 3.0 soporta el estándar de comunicaciones de ISO/OSI para transmitir imágenes. Cuando los objetos de la información de imágenes son enviados entre capas de un mismo dispositivo, el proceso se conoce como servicio, en cambio cuando se hace el envío entre dos dispositivos a esto se le conoce como protocolo. Cuando este protocolo se realiza son necesarios varios procedimientos entre los dos dispositivos. Se pueden decir que forman una asociación usando DICOM.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO Y ADMINISTRACIÓN DE DATOS MÉDICOS

3.1 SISTEMAS DE MEDICINA Y TELEMEDICINA

Los servicios de salud hospitalaria generan y manejan múltiples fuentes de información de diferente tipo, así como, datos de los pacientes, imágenes diagnósticas, resultados de análisis, entre otros. Toda esa información es categorizada en tres sistemas bien diferenciados que son: Sistemas de Información Hospitalaria *(HIS, Hospital Information System)*, Sistemas de Información Radiológica *(RIS, Radiology Information System)* y los Sistemas de Comunicación y Archivado de Imágenes *(PACS, Picture Archiving Comunications System).*

3.1.1 Sistema de información hospitalaria (HIS)

El Sistema HIS es el encargado de manejar los datos generales de la institución de salud, procesando mediante hardware y software la información generada en una institución médica. El HIS está orientado a cubrir las necesidades de generación de información, almacenamiento, procesamiento e interpretación de los datos médico-administrativo de la institución hospitalaria. Con esto permite la optimización del recurso humano y material, minimizando los inconvenientes que enfrentan los pacientes. Los tipos de Sistemas de Información pueden ser [6]:

1. Sistema Económico-financiero.
2. Sistemas Administrativos.
3. Sistemas para registro central de pacientes.
4. Sistema de manejo de materiales.

Este sistema al igual que los otros, utiliza una Red de Área Local (LAN), para la comunicación de los datos internamente con las distintas estaciones de trabajo, y

además se puede comunicar bases de datos entre distintas instituciones médicas que requieran compartir la información, esto se puede realizar mediante Redes de Área Amplia (WAN). Todo Sistema de Información Hospitalaria requiere de [6]:

- Una red de comunicaciones: Tipos de redes (Intranet e internet).
- Equipo de cómputo (hardware): Dependiendo de la infraestructura y la posibilidad económica de las instituciones.
- Software base: Selección de plataforma con la cual se programara el sistema, que además debe ser amigable al usuario.

Un sistema de información, necesita interactuar con otros sistemas (RIS y PACS) para compartir información que requieran. Pero, en la práctica se ha demostrado que pocas veces coinciden estos sistemas integrados o de una misma empresa, de modo que, si se requiere integrar un HIS de un productor con un RIS de otro (ver Fig. 12), ambos sistemas deberían implementar un estándar que le permita interoperar entre ellos, es así que surge un estándar que resuelve este problema, el estándar HL-7 (Health Level Seven) que permite que la integración sea posible [7].

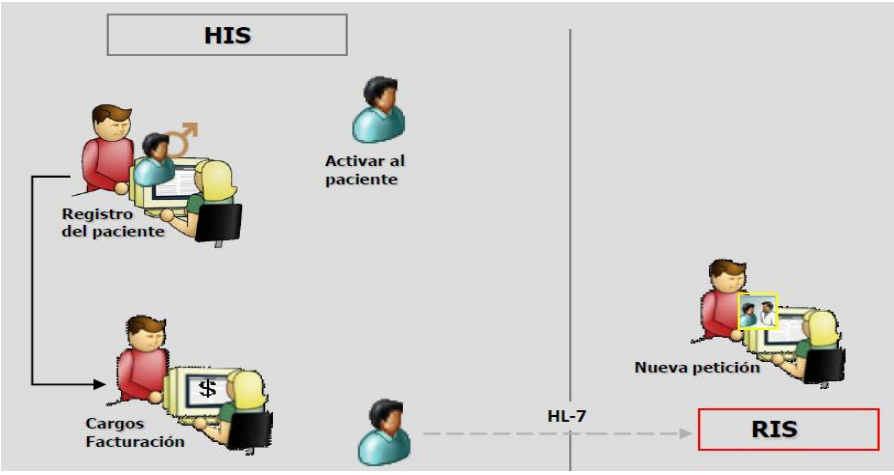


Fig. 12. Sistema HIS e interacción con el RIS. [19]

Lo más importante de este sistema es que está dirigido más para el área administrativa.

3.1.1.1 Arquitectura Estándar para un HIS (CEN/TC 251 pr/ENV 12977-1)

Esta arquitectura estándar fue creada por la Comunidad Económica Europea (CEE) para un HIS. La norma en cuestión es CEN/TC 251 pr/ENV 12977-1 y toma el nombre de "Arquitectura Estándar para un Sistema de Información de Salud" [20]. Esta arquitectura posee tres capas o niveles.

1. **Aplicaciones:** Conjunto de aplicaciones responsables de interactuar con los usuarios. Su función es proveer un apoyo para que se realicen todas las funciones en los diferentes sectores de una institución de salud.
2. **Middleware:** Provee un grupo de servicios los cuales aseguran una gestión de los datos o procedimientos de relevancia comunes a toda la institución.
3. **Bitways:** Plataforma tecnológica necesaria para que diferentes aplicaciones y sistemas operativos interactúen entre sí.

Con respecto al **Middleware** la norma CEN/TC 251 pr/ENV 12977-1 identifica los siguientes tipos de servicios (Servicios Comunes de Salud (HCS)) [20].

a. **HCS – Relativos a los servicios a pacientes:** Responsable de proveer los servicios de salud a pacientes manejando datos personales, administrativos y epidemiológicos, y otros asuntos de cuidado, estableciendo los casos y sus relativos contactos con los especialistas médicos.
b. **HCS – Relativo a las actividades:** Responsable de proveer el servicio definiendo y manejando la información relativa al ciclo de vida de actividades que realizó el paciente en la organización de salud, desde la demanda inicial, a la planificación, la ejecución y el reporte del resultado final.
c. **HCS – De especificaciones:** Responsable por proporcionar y manejar los datos de salud y características sobre determinados aspectos que requieran más atención.
d. **Relativo a los recursos:** Responsable por proporcionar y manejar los datos relativos a los recursos de la organización de salud.

e. **HCS – De autorización e identificación de usuarios:** Responsable de proveer los servicios de identificación y autorización a usuarios a operar con otros datos, procedimientos, etc.
f. **HCS – De conceptos:** Responsable por mantener servicios definiendo y manejando las reglas y propiedades que involucran el acceso de diferentes tipos de datos.

3.1.2 Sistema de información radiológica (RIS)

El Sistema RIS está destinado para el uso del departamento de radiología, se basa en el almacenamiento, manipulación y distribución de la información radiológica ya sea de datos o imágenes del paciente.

El RIS hace el uso de software y hardware para gestionar el flujo de trabajo de los equipos médicos que proporcionan la información de imágenes digitales. Así como los datos referentes al área de radiología como: Datos médicos, técnicos, insumos, que contiene la información del departamento de imagenología, además incluye otros datos referentes al personal médico, técnico y administrativo, los estudios que deben ser informados por el radiólogo, los horarios de los estudios y su duración, entre otros relacionados. Además el RIS realiza el proceso de creación del informe radiológico del diagnóstico realizado al paciente, en el cual involucra los datos del paciente, el médico que realizó el diagnóstico, los exámenes realizados y las imágenes médicas, todo esto debe ser manejado mediante un protocolo de comunicación estándar y un formato de imágenes. El RIS estrechamente está relacionado con el PACS y pueden interactuar (RIS-PACS) mediante el protocolo DICOM y el HL-7 para hacer factible que el informe presentado pueda contener adjunto las imágenes de estudio que le corresponda. Entre las funciones que debe llevar a cabo un sistema RIS (ver Fig. 13), se encuentran:

- Registro de pacientes, programación y administración de la lista de pacientes.
- Administración del flujo de trabajo del departamento de Radiología.
- Petición y escaneo de documentos.
- Reportes e Impresiones.

- Entrega de reportes médicos vía correo electrónico o fax.
- Seguimiento de los casos médicos de cada paciente.
- Administración de materiales médicos de dicho departamento.

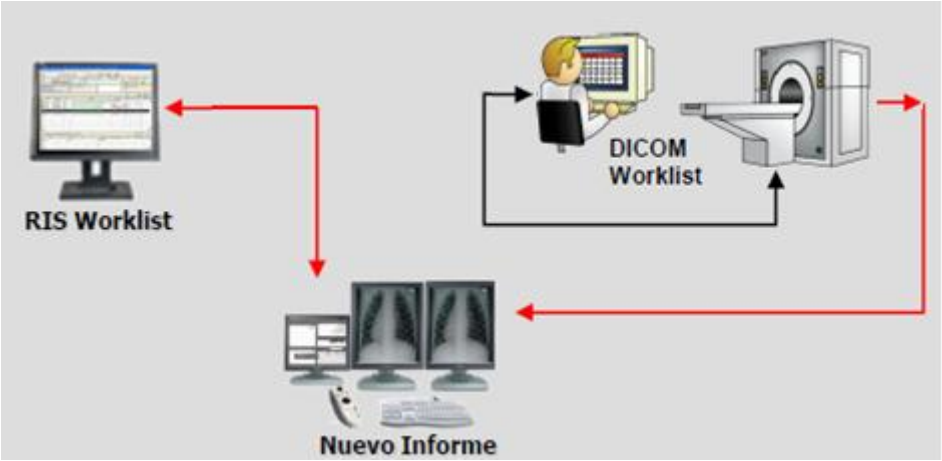


Fig. 13. Función del sistema RIS. [19]

3.1.2.1 Arquitectura RIS

El sistema RIS [13], debe considerar su total integración con el sistema PACS, valorando la consistencia entre las bases de datos correspondientes y la no duplicación de interfaces de usuario para acceder a ambos sistemas. Además, al igual que hace su integración con el PACS, debe hacerse con el HIS, utilizando el estándar de mensajería HL-7.

Un sistema RIS, contempla los siguientes estándares industriales [13].

- Arquitectura Cliente-Servidor, con clientes preferiblemente sobre Microsoft Windows o arquitectura WEB.
- Base de datos relacional.
- Comunicación vía TCP/IP.
- Intercambio de datos mediante DICOM con las modalidades (PACS).
- Intercambio de datos con el HIS vía HL-7.
- Acceso y manipulación de la información definidos mediante perfiles de usuario.

3.1.2.2 Funcionalidad requerida

Como el sistema RIS se encarga de la gestión del Área de Diagnóstico por Imagen, es necesario que se describa la funcionalidad que debe tener el sistema cuyas prestaciones mínimas serán [13]:

1. **Entrada y Registro de peticiones y datos del paciente**
   El sistema RIS debe tener la capacidad de recibir y registrar las peticiones que llegan al área de radiología. La introducción de los datos puede realizarse de forma manual o preferentemente mediante la conexión con el sistema HIS, a través de la comunicación habilitada ente ambos sistemas (HIS-RIS).
2. **Planificación y Citación de pacientes y exámenes**
   La intención es realizar la mayor parte de la cita mediante el sistema HIS, para luego transmitirlos al RIS el mismo que debe ser capaz de planificar el trabajo según las particularidades de este (horario de utilización de la sala, tipo de estudio a realizar, tipo de paciente, etc.)
3. **Datos del examen**
   Indicar que datos pueden ser asociados al estudio (códigos de examen, personal encargado de la realización del examen, materiales utilizados, etc.)
4. **Gestión de informes**
   Para realizar el informe, el RIS debe facilitar toda la información necesaria con relación al paciente y al estudio. Los datos de la petición, examen, datos clínicos, informes y diagnósticos anteriores deben estar ligados y disponibles en la base de datos.
5. **Interfaces que debe contemplar el sistema RIS**
   El sistema RIS debe ser capaz de intercambiar información necesaria con los sistemas HIS y PACS.

3.1.3 Sistema de comunicación y archivado de imágenes (PACS)

El sistema PACS, es un sistema de equipos (computadoras) y redes dedicadas al almacenamiento, distribución y presentación de imágenes médicas, en donde dichas

imágenes son almacenadas en un formato independiente, el más común de los formatos utilizados para el almacenamiento es el DICOM, el cual lo estudiamos en el Capítulo 2. La mayoría de PACS manejan imágenes de varios instrumentos médicos como ultrasonido (US), resonancia magnética (RM), tomografía computarizada (TAC), endoscopía, mamografía, etc. Los PACS tienen dos usos principales:

- ***Remplazo de copias impresas:*** Los sistemas de archivado de imágenes PACS, remplazan la forma tradicional de manejo de la información de imágenes médicas, basada en copias impresas, que hacen el uso de muchos recursos para su almacenaje. Los sistemas PACS ahorran espacio de almacenamiento a bajo costo, debido al decreciente precio del almacenamiento digital (ver Fig. 14).

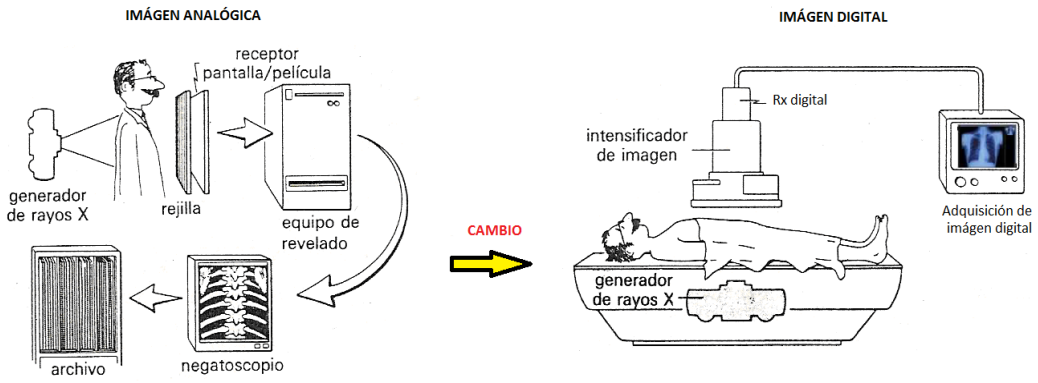


Fig. 14. Remplazo de imagen analógica por imagen digital. [23]

- ***Acceso remoto:*** Posibilita la expansión de los sistemas tradicionales o convencionales, al uso de aplicaciones que permiten el acceso y la modificación de la información desde lugares remotos. Permite el acceso simultáneo a la información desde distintas ubicaciones (ver Fig. 15).

La aplicación de los sistemas PACS en los hospitales, permite archivar, ver, compartir y manejar una amplia gama de imágenes médicas digitales. Como se puede observar en la Figura 15, una red PACS consiste en un servidor central que almacena en una base de datos las imágenes y permite a los médicos de diferentes lugares revisar las imágenes por medio de una red LAN o WAN para el uso pertinente.

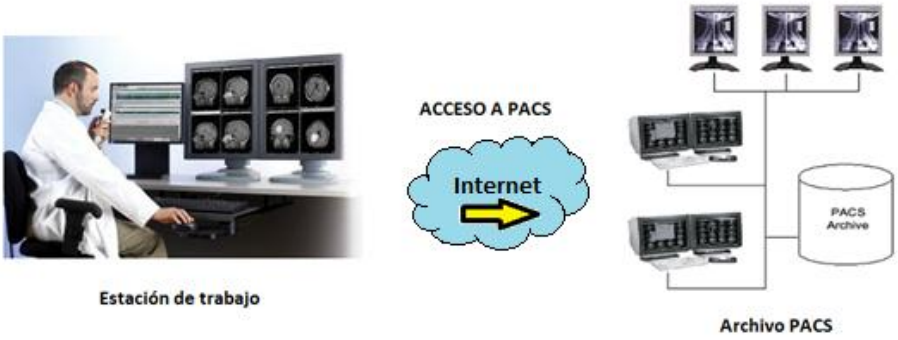


Fig. 15. Sistema de archivado de imágenes mediante los PACS. [40]

Un PACS se compone de cinco componentes principales:

- **Equipo Médico:** Equipos en donde se generan las imágenes digitales para dar inicio al proceso, por ejemplo las modalidades de: un TAC (tomografía axial computarizada), una Resonancia Magnética (RM), equipo de Rayos X (RX), etc.
- **Estaciones de Diagnóstico:** Normalmente son computadoras, utilizadas para el procesamiento de las imágenes médicas digitales, las cuales deben tener instalado un software especializado para procesar imágenes producidas desde el equipo médico.
- **Repositorio de Archivos:** La integración del conjunto de archivos de imágenes médicas, dentro del componente del PACS, el cual debe permitir el acceso a los archivos, para la consulta posterior mediante las estaciones de diagnóstico para cualquier modificación. Almacenamiento sobre soportes magnéticos y ópticos para consulta a largo o a corto plazo.
- **Red de Comunicaciones:** Todo el equipo de cómputo, impresoras características para la imagen medica digital, debe estar conectadas a una red de datos propia del Hospital con las especificaciones técnicas necesarias, para poder realizar consultas a los estudios, y mejorar los tiempo de respuesta en la atención a los pacientes. Además que permitan unir las distintas modalidades y el PACS con los sistemas de información de la institución.
- **Estándares e Interfaces:** la utilización del Estándar DICOM, y el uso de interfaces DICOM-HL-7 para la integración del sistema RIS y HIS

3.1.3.1 Arquitectura PACS

La arquitectura de un sistema PACS, está basado en un servidor central el cual contiene la base de datos de las imágenes, el mismo que debe estar conectado a una Red de Área Local (LAN) o a su vez para enlaces de telemedicina a una Red de Área Amplia (WAN), para proporcionar las imágenes. En la Fig. 16, se observa un esquema general de un sistema PACS, estructurado de acuerdo a sus componentes: Visualización, Adquisición, Almacenamiento e Infraestructura de interconexión.

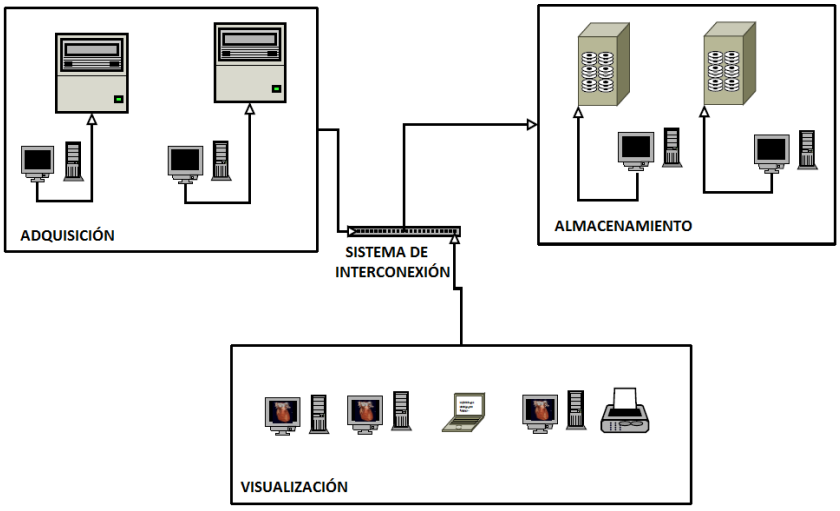


Fig. 16. Arquitectura PACS.

3.1.3.2 Relación entre PACS y los sistemas HIS/RIS

Un sistema PACS debe consistir en un solo punto que permita el acceso a la información y las imágenes, todo esto asociado en un solo formato. Además, es apropiado y obligatorio poseer una interfaz que permita interactuar con el resto de sistemas de información existentes en un hospital como son los sistemas HIS y RIS. Se muestra un diagrama (Fig. 17) de interacción del PACS y los sistemas HIS y RIS.

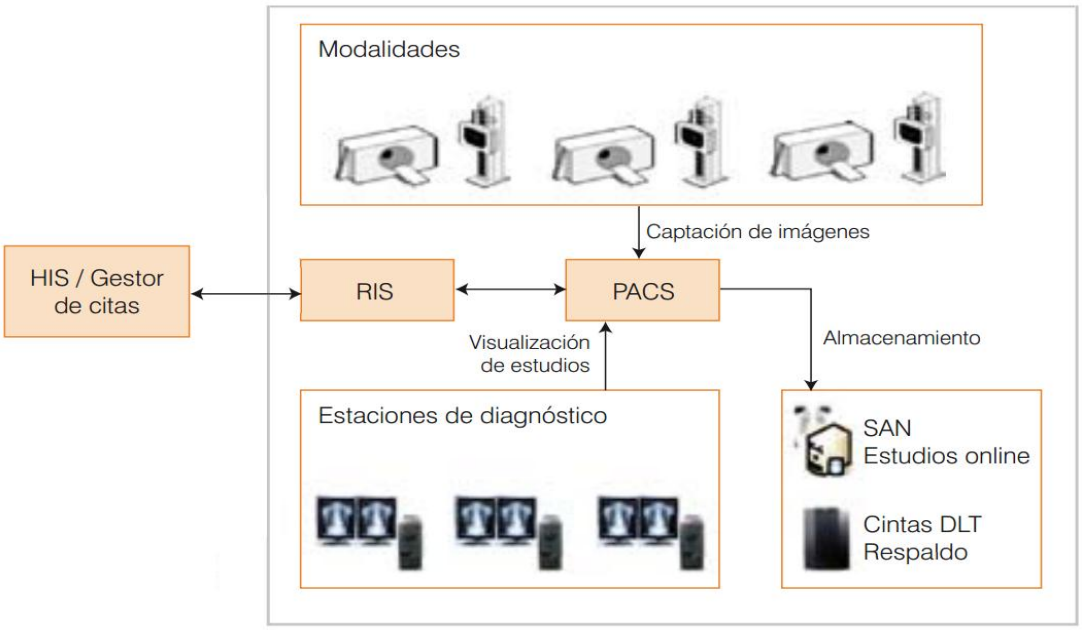


Fig. 17. Integración HIS/RIS/PACS para gestión de la imagen médica. [44]

El concepto de sistema RIS va orientado al almacenamiento de información y datos sobre, los turnos, exámenes, listas de espera, y todos los servicios de apoyo orientados a los exámenes del paciente, los mismos que un sistema PACS requiere para la búsqueda de archivos que se almacenan a corto plazo en las estaciones de diagnóstico, los estudios previos del paciente, hasta el expediente médico electrónico archivado para la consulta. De la misma manera el sistema HIS, se encarga de la distribución de la información, teniendo una estrecha conexión con el PACS, ya que es en donde se realiza el informe radiológico, el mismo que es enviado al HIS para su distribución.

3.2 DISEÑO DE INTEGRACIÓN HIS / RIS / PACS

Debido a que los sistemas de información autónomos necesitan repetidamente la introducción de datos de cada paciente y el uso de diferentes interfaces de usuario, muchas de las veces esto produce el almacenamiento de datos e información redundante. En donde, para este caso de diseño en nuestro proyecto, consideraremos los sistemas HIS, RIS, PACS y las Modalidades. Para la integración de estos sistemas, hay que tomar en cuenta un gestor de base de datos robusto y estable y además las herramientas necesarias para la comunicación eficiente entre el RIS y HIS. De tal

manera que se pueda conseguir que las consultas sean flexibles y obtener toda la información correspondiente a un paciente.

3.2.1 Interfaz de la Integración HIS-RIS

El HIS proporciona los datos del paciente, y como clave principal de la integración de sistemas, es la manera de determinar un mecanismo que permita introducir los datos al sistema de manera transparente, una única vez. El propósito principal es conseguir que mediante la utilización de los estándares adecuados, los sistemas de información funcionen empleando el "dato único" con el objeto de evitar duplicidades de registros y la captura repetida de información ya disponible. La comunicación asociada HIS-RIS, permitirá al menos que dado un número de historia clínica podemos obtener los datos administrativos y de identificación del paciente e incluso la ubicación en el hospital en el caso en que el paciente esté ingresado. Ahora bien, en sentido inverso, es decir desde el HIS deberemos poder conocer los estudios radiológicos realizados a cada paciente y el informe asociado a dichas exploraciones. De esta manera para el diseño se tendrá en consideración que la interfaz entre el sistema HIS y el RIS deberá soportar el estándar HL-7, en donde esta interfaz deberá tener la funcionalidad de:

- Trasferencia de datos demográficos de cada paciente, garantizando la integridad y consistencia de las bases.
- Transmisión de peticiones de pruebas radiológicas.
- Datos para toma de citas de pacientes mediante el sistema HIS, los cuales serán transmitidos al RIS, de tal manera que las agendas del HIS y el RIS coincidan para el ingreso del paciente.
- Las modificaciones (cambios, funciones) realizadas en el HIS, se deberán actualizar de la misma manera en el RIS.
- Los resultados emitidos por el RIS deberán poderse explorar en el HIS.
- Consultar informes anteriores o de otros servicios en cualquier momento.

3.2.2 Interfaz de Integración RIS-Modalidades

El RIS enviará las modalidades del servicio DICOM, de acuerdo a las peticiones que incluyen como: identificación del paciente, nombre del paciente y el tipo de estudio realizado.

3.2.3 Interfaz de Integración RIS-PACS

El PACS no es un ente aislado que recibe y distribuye imagen. La interacción [4] con el RIS es fundamental para el mejor aprovechamiento de las capacidades del PACS. El RIS proporcionará al PACS toda la información sobre las citaciones existentes, esto implica que cualquier estudio que queramos almacenar en el PACS ha de tener una cita previa en el RIS. A su vez el PACS notificará al RIS que el estudio ha sido realizado y completado para posteriormente proporcionar al radiólogo las imágenes de la exploración realizada de forma que éste pueda elaborar el informe correspondiente en el RIS. Una vez finalizado éste, el RIS envía una copia al PACS y la notificación de que el informe ha sido realizado.

Se requiere la máxima integración entre estos sistemas (RIS-PACS), en la cual se valorará la interfaz ante el usuario, evitando transcribir por separado la información tanto para el RIS como para el PACS. Aquí se valorará el uso de una única base de datos común en el RIS y la sincronización de las listas de trabajo del RIS como informes y del PACS como imágenes.

Desde el sistema RIS se deberá enviar la siguiente información hacia el PACS:

- Registro de cada paciente y su petición del examen: Identificación de la petición y del paciente, así como su nombre, servicio peticionario, tipo de estudio y fecha de la citación, entre otros.
- La lista de estudios previos para descargar del archivo definitivo.
- La actualización de la base de datos (cambios, funciones).
- Estado en el que encuentra el estudio.
- Y por último, enviar el informe una vez aprobado.

3.2.4 Interfaz de Integración HIS–Distribución WEB

Aquí interviene un servidor WEB el mismo que nos proporcionará la facilidad de que desde el HIS se pueda habilitar una llamada mediante URL a la aplicación WEB de distribución con la finalidad de visualizar los estudios e informes realizados desde los PC's del Hospital.

De esta manera finalmente tendremos un sistema general HIS/RIS/PACS y MODALIDADES integrados en una sola infraestructura. En la Fig. 18, se muestra el sistema integrado HIS/RIS/PACS/MODALIDADES definitivo.

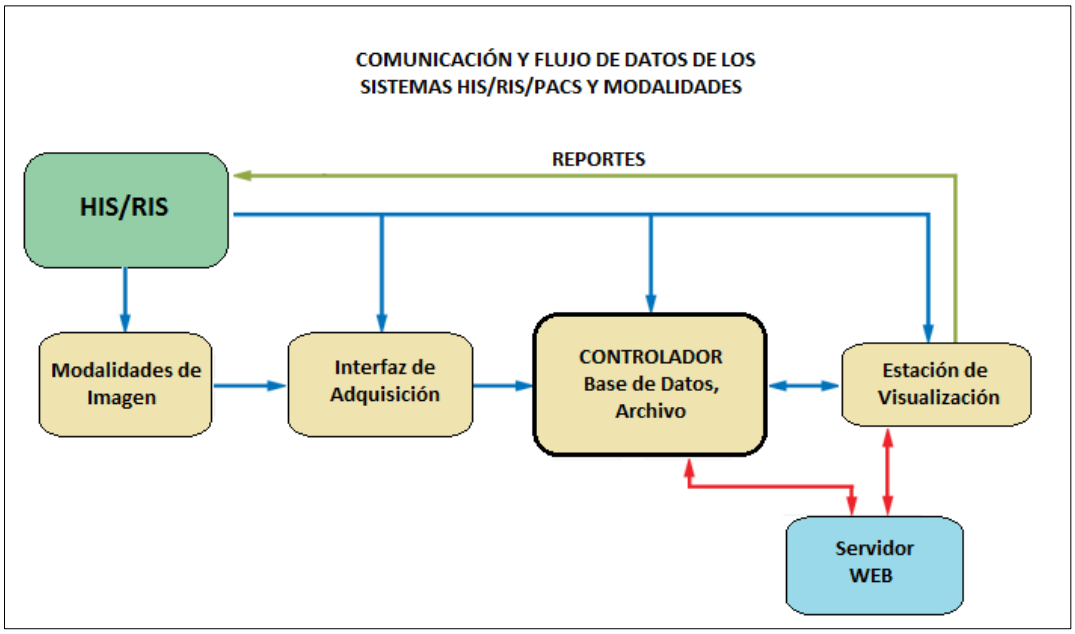


Fig. 18. Componentes básicos del sistema y flujo de datos. [9]

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA LA ELECCIÓN DEL EQUIPO MÉDICO DIGITAL

4.1 EQUIPO DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS PARA LAS ÁREAS DE CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA DEL HOSPITAL DE MOTUPE

En el diseño de la red de datos orientada a la integración de los sistemas HIS/RIS/PACS, empezaremos por determinar las tecnologías digitales de los equipos de adquisición de imágenes médicas para las áreas de Cardiología y Radiología que se proponen para el desarrollo de los objetivos de esta tesis, como a su vez son parte de las necesidades y requerimientos que se propone implementar el Hospital Universitario de Motupe.

Dentro del equipamiento médico propuesto para las áreas de cardiología y radiología en el Hospital, se complementa con la implementación de servicios de telemedicina, es decir nos centraremos en los equipos de imagenología los cuales nos proporcionan información mediante imagen, la misma que debe ser manejada y administrada adecuadamente y a su vez pueda ser compartida y archivada de manera segura y confiable. El equipo médico que analizaremos para la propuesta será de tipo digital tanto para la adquisición de la imagen como para la comunicación de la misma.

Actualmente existen múltiples procedimientos para conseguir la digitalización de las imágenes, ya sea de manera directa o indirecta a través de diferentes equipos y tecnologías. Los equipos que poseen la facilidad de obtener imágenes médicas de manera directa en formato digital es la mejor opción a optar para la realización del diseño de la red interna del Hospital, de esta manera aprovechando las ventajas que nos proporcionan las TICs hoy en día gracias al manejo y gestión de las imágenes digitales generadas por los equipos médicos (ultrasonido y rayos X).

Después del análisis desde el punto de vista tecnológico realizado en el Capítulo 1, se determinó la existencia de un solo equipo de imagenología mediante ultrasonido analógico que es un ecógrafo con modalidad 2D. Tomando en cuenta este análisis, se propone añadir dos servicios generales para la creación de las áreas de cardiología y radiología en el Hospital Universitario, de tal manera que se puedan ampliar los servicios en estas dos áreas, que son las más generales dentro del campo médico. De esta manera es necesario el remplazo del equipo analógico de ultrasonido (ecógrafo 2D), por un equipo de ultrasonido de tipo digital, que permita aplicaciones y estudios de cardiología, vascular, obstetricia, ginecología y urología, con modalidades de imagen Doppler a color y ecografía 3D y 4D. Además de esto el hospital cuenta con un área destinada para la ubicación de un laboratorio de Rayos X, el cual también deberá ser equipado con un equipo de radiología de tipo digital el cual se asocie a la red de datos de la misma manera que el de ultrasonido (ecocardiografía).

4.1.1 Equipo de Ultrasonido

En los equipos de ultrasonido intervienen los equipos de ecocardiografía, los cuales generan imágenes mediante ondas sonoras de alta frecuencia que hacen eco en los órganos del cuerpo, creando así una imagen que permite visualizar y examinar los órganos internos del mismo. Los equipos de ultrasonido no utilizan radiación ionizante, como es en el caso de los equipos de Rayos X que si lo usan para la obtención de imágenes para el diagnóstico.

El ultrasonido convencional presenta las imágenes en secciones delgadas y planas del cuerpo. Los avances en la tecnología con ultrasonido incluyen en sus ecografías el ultrasonido tridimensional (3D) que transforma los datos de ondas acústicas en imágenes de 3D, esta tecnología está basada en la obtención del volumen fetal en el embarazo. Las imágenes de un ultrasonido en cuatro dimensiones (4D) consisten en ultrasonido de 3D en movimiento. Además existe la modalidad de ultrasonido Doppler [17] que también es parte del examen de ecografías, consiste en una técnica especial que evalúa la circulación de la sangre a través de los vasos

sanguíneos, incluyendo las arterias y venas más importantes del organismo que se encuentran en el abdomen, brazos, piernas y cuello.

Dentro de la red interna de datos el equipo de Ultrasonido debe conectarse a la red para mantener una comunicación tanto con la base de datos que contendrá el Sistema (PACS), como a su vez con la sala de visualización de imágenes en donde se analizará las imágenes posteriores al examen médico. En la Fig. 19, se puede observar cómo se debe realizar la obtención de las imágenes médicas del Ecocardiógrafo.

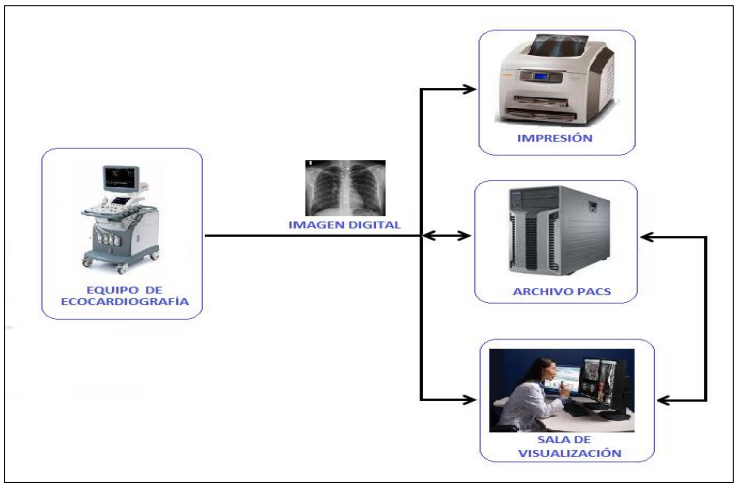


Fig. 19. Adquisición de la imagen del equipo de Ecocardiología.

De esta manera se propone un equipo de ultrasonido digital con aplicaciones de Ecocardiografía y Ecografía *[ver Anexo B.2],* con aplicaciones, cardiaca, vasculares, de obstetricia, ginecología, abdominal de músculo esquelético y urología, y con modalidades de imagen en Modo-B, Modo-M, Doppler a color, Doppler de intensidad, espectral, 3D y 4D, para ampliar los servicios y cubrir las necesidades existentes en el Hospital de Motupe.

4.1.2 Equipo de Rayos X

Los equipos de Rayos X aprovechan la radiación electromagnética invisible, capaz de atravesar cuerpos y mostrar sus imágenes en películas fotográficas o a su vez actualmente los sistemas digitales permite la obtención y visualización de las imágenes radiográficas directamente en un monitor, sin la necesidad de ser impresa. La

digitalización es la puerta de entrada al sistema PACS que permitirá mejorar significativamente la gestión de las imágenes médicas.

El uso de una imagen digital facilita al médico especialista emitir un diagnóstico mucho más exacto que en comparación con una imagen impresa en placas radiológicas que son observadas a contraluz en un negatoscopio, (Fig. 20), ya que en una imagen digital se puede diagnosticar visualizando las imágenes en monitores de alta resolución en una estación de trabajo y con la facilidad de poder realizar ampliaciones y acercamientos de la imagen (Zoom), sin la necesidad de someter nuevamente al paciente para la obtención de una nueva imagen.

Fig. 20. Comparación de la visualización de las imágenes digitalizadas y sin digitalizar. [5]

De acuerdo a esto, el equipamiento médico para Rayos X, que propondremos para los servicios de diagnóstico por imágenes para el Hospital Universitario, será equipo de digitalización en forma directa.

4.1.2.1 Tecnología Digital Directa en los Equipos de Rayos X

La digitalización de forma directa utiliza sistemas llamados DR (Digital Radiography) o radiología digital o directa, que consiste en la utilización de receptores digitales basados en semiconductores (selenio y silicio) que transforman energía de los Rayos X directamente en señales digitales. Estos sensores son capaces de producir pulsos eléctricos de distinta intensidad en función de la cantidad de luz recibida [3]. La imagen digital o digitalizada deberá estar en formato DICOM para conectarse al

sistema PACS. La Radiología Digital Directa posee dos sistemas que se basan en sus sensores como:

A. Radiología Digital o Directa con Tecnología de Carga Acoplada (DR-CCD, Digital Radiography - Charged Couple Device)

El Detector está compuesto por una placa intensificadora de luz (scintillator) acoplada mediante fibra óptica o sensores de CCD. La placa scintillator se coloca delante de la cara activa del CCD, es la que recibe los rayos X que interaccionan con la placa scintillator, esta emite una buena cantidad de fotones del espectro visible, a los cuales son sensibles los elementos del CCD [5]. La captación de la imagen con el sensor CCD es similar a la tecnología de las cámaras digitales. Los CCD sirven como un detector de área extensa para las radiografías estacionarias convirtiendo los Rayos X en luz usando una pantalla fluorescente y enfocando la luz hacia un dispositivo de CCD mediante lentes o fibras ópticas. El detector CCD es único y de alta densidad, está incorporado al equipo de Rayos X, en algunos casos se encuentra direccionado con el tubo de Rayos X mediante un soporte tipo "U", tal como se muestra en la Fig. 21, la imagen se visualiza en una consola ubicada en el ambiente del pulsador de disparo.

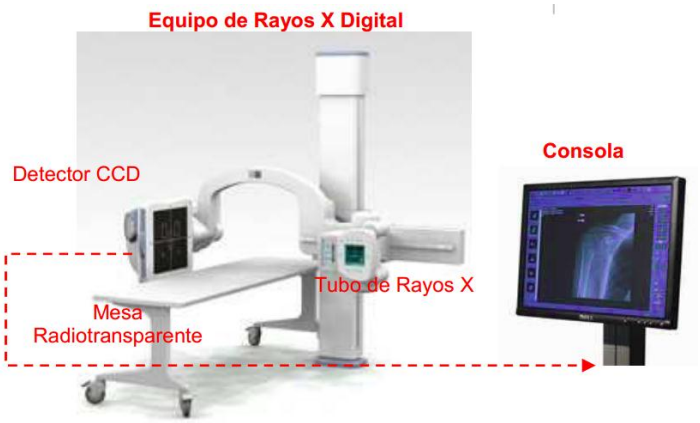


Fig. 21. Equipo de Rayos X con tecnología directa CCD. [5]

B. Radiografía Digital o Directa con Tecnología de Panel Plano (DR-TFPD, Digital Radiography – Flat Panel Detector)

Los FPD (Detectores de Panel Plano) son detectores que convierten los rayos X en luz y posteriormente en una señal eléctrica que es captada por elementos pequeños de tipo TFD/TFT (Thin Film Diodo/Transistor, Diodo de Película o capa Fina/Transistor de película o capa fina) ordenados en una matriz. Cada uno de estos componentes de la matriz TFT representa un pixel de tamaño individual de 100 µm en el caso de un detector de Silicio y 50 µm en el caso de un detector de Selenio [5]. Los FPD son conectados directamente al generador del equipo de Rayos X y a la consola de visualización, de tal manera que al efectuarse el disparo de Rayos X, la imagen es mostrada en la pantalla de la consola. En la Fig. 22, se muestra el equipo de rayos X Digital con detector de panel plano TFT.

Fig. 22. Equipo de Rayos X estacionario digital con tecnología de Panel Plano. [5]

De acuerdo a las tecnologías existentes de los sistemas de Radiología Digital Directa (DR), para la selección del equipo de Rayos X, se tomará en cuenta para el diseño un equipo digital de Radiografía Directa la tecnología FPD *[ver Anexo B.1],* ya que es la más utilizada actualmente por su precisión al momento de adquirir la imagen. De esta manera fortaleciendo y ampliando la atención a los pacientes que acuden diariamente a este hospital.

Al igual que en Ecografía, al laboratorio de rayos X también se tiene que asociar el equipo a la red de datos, para mantener la comunicación con la base de datos que contendrá el Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes (PACS), y a su vez con la sala de visualización para el posterior análisis del examen radiológico. En la Fig. 23, se puede observar cómo se debe realizar la obtención de las imágenes médicas del equipo de radiología.

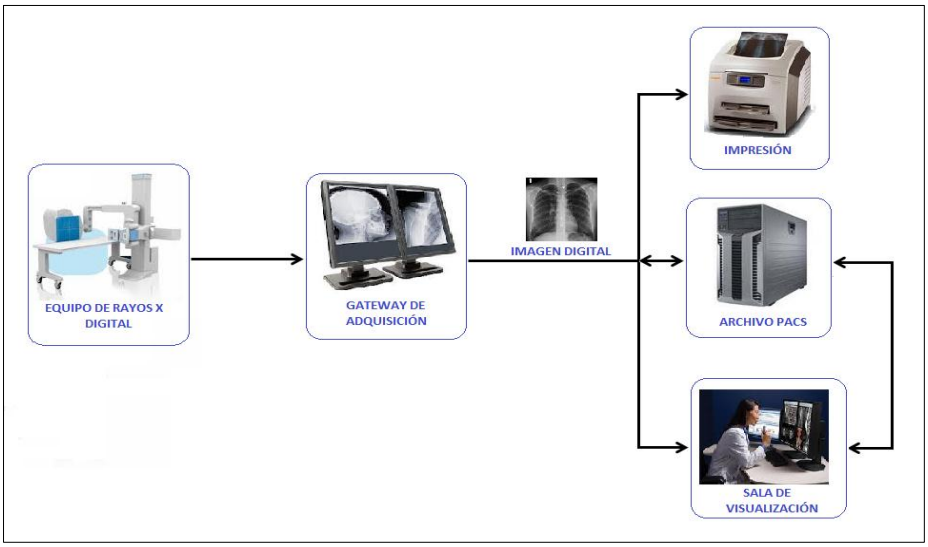


Fig. 23. Adquisición de la imagen digital de Rayos X en forma directa.

4.1.3 Flujo de las imágenes médicas obtenidas por los equipos de Ecocardiología y Radiología

El flujo de imágenes médicas que generan cada uno de los equipos médicos, tanto de Radiología como Ecocardiología, deberán ser transmitidos a través de la red interna de telemedicina del Hospital. Además el flujo de datos de la red interna permitirá observar de manera individual y ordenada la actividad de las diferentes especialidades médicas. En la Fig. 24, se muestra el flujo de las imágenes generadas por el equipamiento médico correspondiente a cada especialidad, en donde se observa cada proceso de manera individual y además el sistema completo de obtención de imágenes digitales en conjunto.

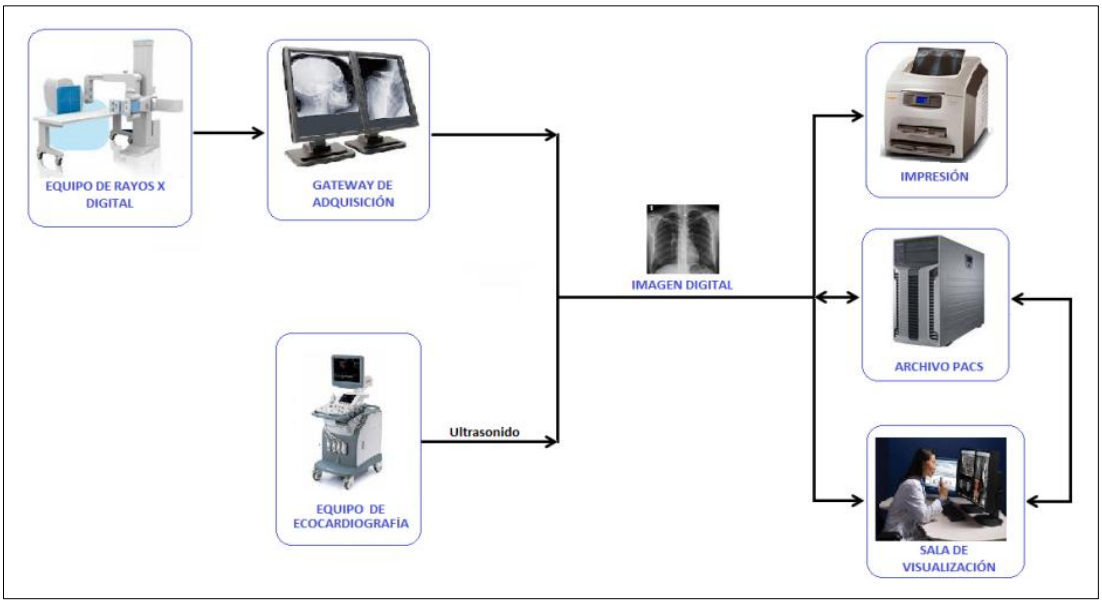


Fig. 24. Diagrama de flujo para la adquisición de imágenes médicas en el área de Radiología y Ecocardiología.

El diagrama muestra el proceso de adquisición de las imágenes digitales de los equipos propuestos para el área de Radiología y Cardiología, en donde para la adquisición de las imágenes en el equipo de rayos X se utiliza un Gateway de adquisición, que no es nada más que un computador incorporado en el equipo de rayos X, en el cual posee un software de aplicación que permite hacer la adquisición de la imagen y posteriormente el archivo en el servidor PACS. En el caso del Ecocardiógrafo también posee una consola de visualización incorporada la cual permite la adquisición, visualización y posterior archivo en el PACS.

Una vez respaldada la información en el PACS, en casos que se requiera esta puede ser accedida en cualquier momento para el análisis o seguimiento del paciente, pero siempre hay que considerar que el acceso a esta información debe ser únicamente permitida para el personal autorizado (imagenología) quienes deberán tener claves de preferencia para el ingreso al sistema datos PACS.

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE LA RED INTERNA DE TELEMEDICINA

5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED

Para el dimensionamiento del ancho de banda necesario para el backbone, se empieza por desarrollar un cálculo teórico, de acuerdo a cada una de las aplicaciones y dependencias que posee el Hospital, para determinar el valor aproximado del ancho de banda necesario para el continuo funcionamiento.

5.1.1 Demanda de datos y voz

A través de una serie de visitas al Hospital y de acuerdo a la distribución de las diferentes dependencias que posee el mismo, se toma en cuenta los requerimientos inmediatos y futuros para la ampliación de sus servicios. Todo esto para determinar el número de salidas de telecomunicaciones necesarias para cubrir estos requerimientos. De acuerdo a la norma de diseño para el cableado estructurado en el sector de salud ANSI/TIA-1179, a cada área de trabajo se la califica con una densidad establecida en baja, media o alta, lo cual provee una pauta sobre cuántas terminales de información son apropiadas según sea su función. Para nuestro diseño se considera como:

- Densidad baja (L) entre 1-2 salidas.
- Densidad media (M) entre 3-4 salidas.
- Densidad alta (H) ≥ 5 salidas.

Considerando el 30% menos de las salidas de telecomunicaciones que nos proporciona la Tabla 17. (Capítulo 2) debido a que el Hospital posee un tipo de atención de Nivel II. En base a las recomendaciones de la norma ANSI/TIA 1179 y a través de la visita realizada a cada una de las dependencias, empezamos por dividir a las áreas de trabajo con su respectivas subdivisiones y densidades de trabajo para

determinar la demanda final de los puntos de datos y voz. Dentro de los puntos de datos se agrupa también terminales como impresoras, cámaras IP, teléfonos IP y monitores.

En la planta baja del Hospital Motupe, que es la de mayor área de construcción, se tiene una demanda de 94 salidas de telecomunicaciones, divididas en 62 puntos para datos y 32 puntos para voz, ver Tabla 22.

Tabla. 22. Demanda de puntos de datos y voz de la planta baja.

Área funcional	Área de trabajo/densidad	Puntos Datos	Puntos Voz
Administración general	Operaciones/M	3	1
Archivo	Operaciones/L	1	1
Secretaría	Operaciones/L	1	1
Dirección	Operaciones/L	1	1
Información	Servicios al cliente/M	2	1
Farmacia	Servicios/M	2	1
Guardianía	Instalaciones/M	2	2
Enfermería	Servicios al cliente/H	3	2
Cafetería	Operaciones/L	1	1
Laboratorio clínico	Diagnóstico y tratamiento/H	4	1
Consultorio 1	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 2	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 3	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 4	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 5	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 6	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 7	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 8	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 9	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 10	Servicios al cliente/L	1	1
Consultorio 11	Servicios al cliente/L	1	1
Hospitalización mujeres	Cirugía-Procedimientos/M	2	1
Hospitalización hombres	Cirugía-Procedimientos/M	2	1

Cuidados intensivos	Cirugía-Procedimientos/H	4	1
Quirófano	Cirugía-Procedimientos/H	4	1
Sala de recuperación	Servicios al cliente/M	2	1
Sala de labor	Salud femenina/M	2	0
Sala de partos	Salud femenina/M	2	0
Emergencia	Emergencia/M	2	1
Inmunizaciones	Cirugía-Procedimientos/L	1	1
Sala de rayos X	Diagnóstico y tratamiento/L	2	0
Sala de ecografía	Diagnóstico y tratamiento/L	2	0
Sala de visualización	Servicios al cliente /H	4	2
Cuarto de Telecomunicaciones	Instalaciones/L	2	0
TOTAL		**62**	**32**

De la misma manera en la Tabla 23, se resume la cantidad de puntos de datos y voz de la primera planta alta; mientras que en la Tabla 24 la demanda de puntos de la segunda planta alta.

Tabla. 23. Demanda de puntos de datos y voz de la primera planta alta.

Área funcional	Área de trabajo/densidad	Puntos Datos	Puntos Voz
Consultorio12:	Servicios al cliente/L	2	1
Sala virtual	Operaciones/L	1	0
Laboratorio de odontología	Diagnóstico y Tratamiento/H	3	1
TOTAL		**6**	**2**

Tabla. 24. Demanda de puntos de datos y voz de la segunda planta alta.

Área funcional	Área de trabajo/densidad	Puntos Datos	Puntos Voz
Aula 1	Operaciones/L	1	0
Aula 2	Operaciones/L	1	0
Aula 3	Operaciones/L	1	0
TOTAL		**3**	**0**

Teniendo un total de 105 salidas de telecomunicaciones distribuidas en 71 para puntos de datos y 34 para puntos de voz, refiérase a la Tabla 25.

Tabla. 25. Puntos totales de datos y voz.

Áreas de trabajo	Puntos Datos	Puntos Voz
Planta Baja	62	32
Primera Planta Alta	6	2
Segunda Planta Alta	3	0
TOTAL	**71**	**34**

Después de haber identificado el número de salidas de acuerdo a la densidad del área de trabajo, se establece una reorganización de todas las dependencias del Hospital, clasificándolas en cinco áreas de control, las mismas que se detallan a continuación.

- **Área Administrativa.-** Tiene un total de 12 puntos de datos, y 7 de voz q comprende las dependencias de: administración general, archivo, secretaría, dirección, información, guardianía y el cuarto de telecomunicaciones.
- **Área de Consultoría.-** Contiene 13 puntos de datos y 12 de voz está comprendido por los doce consultorios de diferentes especialidades médicas.
- **Área de Equipos digitales.-** Contiene 20 puntos de datos y 5 de voz, y se refiere a determinadas áreas, que tienen o se proyecta la disposición de equipos médicos digitales, abarca áreas funcionales como: hospitalización, cuidados intensivos, quirófano, sala de recuperación, sala de labor, de partos, sala de rayos X y ecocardiografía.
- **Área Médica.-** Contiene 15 puntos de datos y 6 de voz, en esta área de control, hace referencia a diferentes unidades médicas como: enfermería, laboratorio clínico, emergencia, laboratorio de odontología, entre otras.
- **Área Pública.-** Contiene 11 puntos de datos y 4 de voz abarca áreas no médicas, donde se brinda servicios a doctores, pacientes, familiares y estudiantes, se incluye dependencias cómo: farmacia, cafetería, sala de visualización de imágenes médicas, sala virtual, aulas, entre otras.

En la Tabla 26, se muestra la clasificación del total de áreas de trabajo en las cinco áreas de control definidas en la planta baja.

Tabla. 26. Áreas de control del Hospital Motupe, planta baja.

Áreas de trabajo	Administrativa	Consultoría	Equipos Digitales	Médica	Pública
Administración general	X				
Archivo	X				
Secretaría	X				
Dirección	X				
Información	X				
Farmacia					X
Guardianía	X				
Enfermería				X	
Cafetería					X
Laboratorio clínico				X	
Consultorio 1		X			
Consultorio 2		X			
Consultorio 3		X			
Consultorio 4		X			
Consultorio 5		X			
Consultorio 6		X			
Consultorio 7		X			
Consultorio 8		X			
Consultorio 9		X			
Consultorio 10		X			
Consultorio 11		X			
Hospitalización mujeres			X		
Hospitalización hombres			X		
Cuidados intensivos			X		
Quirófano			X		
Sala de recuperación			X		
Sala de labor			X		
Sala de partos				X	

Emergencia				X	
Inmunizaciones				X	
Sala de rayos X			X		
Sala de ecocardiografía			X		
Sala de visualización					X
Telecomunicaciones	X				

En la Tabla 27, se tiene la clasificación de las áreas de control de la primera planta alta.

Tabla. 27. Áreas de control del Hospital Motupe, primera planta alta.

Áreas de trabajo	Administrativa	Consultoría	Equipos Digitales	Médica	Pública
Consultorio12: Psicología clínica		X			
Sala virtual					X
Laboratorio de odontología				X	

En la Tabla 28, se tienen las tres aulas de la segunda planta alta, que se las ha clasificado dentro del área de control pública.

Tabla. 28. Áreas de control del Hospital Motupe, segunda planta alta.

Áreas de trabajo	Administrativa	Consultoría	Equipos Digitales	Médica	Pública
Aula 1					X
Aula 2					X
Aula 3					X

5.1.2 Demanda de ancho de banda de Internet

El ancho de banda es un factor clave a la hora de analizar el rendimiento de la red, al diseñar una nueva red hay que tener en cuenta que, independientemente del medio de transmisión (F/UTP Cat 6A), existen límites en la capacidad de la red para transportar la información. Es fácil adquirir equipos de área local (LAN) que sean capaces de brindar un gran ancho de banda, pero no es lo mismo para la conexión de

una red de área extendida (WAN), que en este caso se ve limitado el ancho de banda porque requiere comprar una cierta cantidad (internet) a un proveedor de servicios. Por estas razones hay que comprender el significado de la importancia que tiene la demanda del ancho de banda a través del tiempo que a su vez puede ahorrar grandes cifras de dinero a la institución. La red interna local del hospital puede comunicarse a la máxima transferencia de datos permitida por el medio cableado y gestionado por el equipo de networking (10Gb Ethernet).

Tabla. 29. Clasificación del ancho de banda recomendado para el uso de los principales servicios de telemedicina. [26]

Servicio de telemedicina	Características Técnicas	Tipo de Información	Tamaño (Bytes)	BW (Kbps)
Video Conferencia Telemedicina- Teleeducación	Para vídeo digital, se asume tamaño de 320·280·24b/píx y tasas entre 5−30fps.	**Vídeo** H.263	140 KB	128
Información relativa al paciente Historial clínico	Digitalización electrónica del historial en papel del paciente con datos administrativos, clínicos, etc.	**Texto-Datos** Word PDF	 800 KB 80 KB	 64
Señales biomédicas pre-adquiridas Electrocardiografía (ECG)	Adquisición de señales vitales, sin la necesidad de envío instantáneo.	**Bio-Datos** ECG	40 MB	256
Transmisión de imágenes médicas: Radiología (Rx) Ecocardiografía (ECO)	Adquisición y envío de imágenes: digitales (radiografías) digitales	**Imagen fija** B/N Color	 1 MB 9 MB	 46 256

En la Tabla 29, se puede observar el ancho de banda recomendado para algunas modalidades de la telemedicina según el tipo de información intercambiada se diferencia entre servicios basados en aplicaciones de datos (multimedia, médicos, de acceso web, administrativos, de gestión), de imágenes fijas, de video, y de señales biomédicas. Una vez obtenidos los valores del ancho de banda de cada aplicación, es necesario hacer un dimensionamiento par el backbone mediante un cálculo teórico estimado, según las aplicaciones de los usuarios para estimar un valor del ancho de banda.

Imágenes

Ecocardiografía.

El peso por enviar un estudio de Ecocardiología de 512 x512, con una cantidad de 30 imágenes por estudio es de 7.68 MB (refiérase en la Tabla 5), por un usuario en un tiempo de 5 minutos (tiempo estimado de envío) se calcula con la siguiente ecuación.

$$V_{eco} = \frac{7.68\ MB}{1\ Envío} * \frac{8\ bits}{1\ Byte} * \frac{1\ Envio}{5\ minutos * 1\ Usuario} * \frac{1\ minuto}{60\ segundos} * 1\ Usuario$$

$$V_{eco} = 204.8\ Kbps$$

Radiografía.

El peso por enviar un estudio de radiografía de 2048 x 2560, con una cantidad de 6 imágenes por estudio es de 60 MB (refiérase en la Tabla 5), por un usuario en un tiempo de 5 minutos (tiempo estimado de envío). Se calcula:

$$V_{Rx} = \frac{60\ MB}{1\ Envío} * \frac{8\ bits}{1\ Byte} * \frac{1\ Envio}{5\ minutos * 1\ Usuario} * \frac{1\ minuto}{60\ segundos} * 1\ Usuario$$

$$V_{Rx} = 1600\ Kbps$$

Texto y Datos

Los estudios que involucran el envío de datos administrativos, clínicos e información del paciente, se encontraran en formato de PDF y WORD (Ver Tabla 29), los cuales tienen un peso máximo de 800 KB. Por cada estudio se tiene un envío de 5 a 10 archivos en 15 minutos (tiempo estimado de envío).

$$V_{Datos} = \frac{800\ KB}{1\ Envío} * \frac{8\ bits}{1\ Byte} * \frac{10\ Envio}{15\ minutos * 1\ Usuario} * \frac{1\ minuto}{60\ segundos} * 1\ Usuario$$

$$V_{Datos} = 71.1\ Kbps$$

Señales biomédicas

Las señales biomédicas pre adquiridas de un electrocardiógrafo (ECG), tienen un peso de 40 MB (Ver Tabla 29), estimando el envío en un tiempo de 5 minutos, se tiene:

$$V_{Señales} = \frac{40\ MB}{1\ Envío} * \frac{8\ bits}{1\ Byte} * \frac{1\ Envio}{5\ minutos * 1\ Usuario} * \frac{1\ minuto}{60\ segundos} * 1\ Usuario$$

$$V_{Señales} = 1066.7\ Kbps$$

Navegación en Internet

Una página web tiene un peso promedio de 70 KB, si se estima que un usuario abre 20 páginas web en 15 minutos. Si se considera que de las 71 salidas de telecomunicaciones solo 42 tendrían conexión a internet, el resto son conexiones para monitoreo de pacientes, cámaras, monitores y recursos compartidos. Entonces considerando 42 usuarios navegando en el peor de los casos.

$$V_{Int.} = \frac{75\ KB}{1\ Envío} * \frac{8\ bits}{1\ Byte} * \frac{20\ Envio}{15\ minutos * 1\ Usuario} * \frac{1\ minuto}{60\ segundos} * 42\ Usuarios$$

$$V_{Internet} = 560\ Kbps$$

Video conferencia

Para esta aplicación se toma en cuenta el valor especificado para Telemedicina en la Tabla 29, para un solo usuario que estaría en la sala de audiovisuales.

$$V_{video} = 128Kbps$$

En la Tabla 30, se especificaría a la acumulación del ancho de banda total necesario para el uso de telemedicina.

Tabla. 30. Ancho de banda total de internet para aplicaciones de telemedicina.

Aplicación Telemedicina	Ancho de banda (Kbps)
Imagen	1804.8
Texto y Datos	71.1
Señales biomédicas	1066.7
Navegación internet	560.0
Video	128.0
TOTAL	**3630.64**

De esta manera la demanda final de internet para la red LAN del Hospital Universitario de Motupe, seria de aproximadamente de 4 Mbps dedicado. Para la realización de programas de Telemedicina, el estándar ANSI/TIA-1179 requiere tener redundancia en ancho de banda, de tal manera que se disminuya la probabilidad de perder la conexión con un punto remoto, o a su vez se corte la comunicación mediante internet, en la red interna del Hospital; razón por la cual se considera obligatorio tener dos proveedores diferentes para el servicio de internet.

5.1.3 Demanda telefónica

Considerando las necesidades que posee el Hospital Universitario de Motupe, se tiene que el sistema deberá gestionar 34 extensiones de voz internas, con un tráfico considerable de 3 minutos entre los departamentos de hospital en la hora de mayor tráfico. De acuerdo al esquema de la Fig. 25, encontraremos el tráfico telefónico en la hora cargada con un índice de llamadas perdidas del 1 % y basándonos en las tablas de Erlang B, se determina la cantidad de líneas telefónicas IP requeridas en el Hospital.

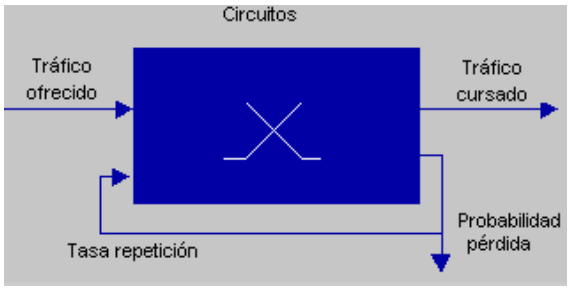


Fig. 25. Diagrama de tráfico telefónico. [43]

De tal manera se tiene lo siguiente:

Tráfico ofrecido = 34 extensiones

Tiempo promedio de cada llamada Tm= 3 minutos

Número de llamadas cursadas con 1% de pérdida = 34/1.01 = 33.67 ≈ 34 llamadas

$$Erl = Numero\ llamadas * Tm$$
$$Erl = \frac{34\ llamadas}{hora} * \frac{3\ minutos}{1\ llamada} * \frac{1\ hora}{60\ minutos}$$
$$Erl = 1.7\ Erlangs$$

Ahora bien, utilizamos la tabla de Erlang B, y consideramos el valor de 1.7 Erlangs y una probabilidad del 1%, se tiene un total de 6 líneas telefónicas IP directas para satisfacer el tráfico interno del Hospital. Como es necesario planificar una proyección a futuro de aproximadamente 10 años, se toma las recomendaciones para redes telefónicas en edificios urbanos:

$$Dt = Da\ * N$$
$$Dt = 6\ * 1.25$$
$$\boldsymbol{Dt = 7.5\ \approx 8\ líneas\ telefónicas}\ \textbf{IP}$$

Dónde:

Dt = Demanda total a futuro.

Da = Demanda actual.

N = Factor de crecimiento telefónico para 10 años en zonas urbanas.

Teniendo en cuenta estos resultados se necesitaría solicitar un total de 8 líneas telefónicas IP, proyectando un crecimiento de 10 años.

5.1.3.1 Velocidad de transmisión para telefonía

Si consideramos que se necesitarían 8 líneas telefónicas IP, la central debe estar dispuesta a manejar el mismo número de llamadas simultáneamente en el peor

de los casos, esto nos servirá para determinar la velocidad de transmisión que deberá soportar la red de telefonía.

Para calcular la velocidad de transmisión telefónica hay que tomar en cuenta el bit-rate del códec G. 711 [49] utilizado como el códec de voz para la telefonía IP, y las 8 llamadas simultáneas que deberán cursar en un solo sentido.

$$Velocidad\ de\ transmision = (Payload + L3 + L2) * 8 * pps$$

Dónde:

Payload: Bytes generados por el códec G. 711 = 160 Bytes.

L3: Cabecera de capa 3 y de capas superiores bytes = [IP (20 Bytes) + UDP (8 Bytes) + RTP (12 Bytes)] = 40 Bytes.

L2: Cabecera de capa de enlace en bytes = 14 Bytes Ethernet.

Número de bits por byte = 8 Bits.

pps: Tasa de paquetes por segundo generado por el códec (pps = bit-rate códec/payload (bits)) = 50.

$$V_{Transmisión} = (160 + 40 + 14) * 8 * 50$$
$$V_{Transmisión} = 85.6\ Kbps$$

Para tener la velocidad total, este valor obtenido, debe ser multiplicado por el número de llamadas simultaneas en sentido Full Dúplex, lo cual nos dará como resultado la velocidad de transmisión que deberá soportar la red LAN telefónica del Hospital, a continuación se calcula:

$$V_{TotalTx} = \#\ llamadas\ simultaneas * 2(canal\ Full - Duplex) * V_{Transmisión}$$
$$V_{TotalTx} = 8 * 2(canal\ Full - Duplex) * 85.6\ Kbps$$
$$V_{TotalTx} = 8 * 2(canal\ Full - Duplex) * 85.6\ Kbps$$
$$V_{TotalTx} = 1369.6\ Kbps$$

De esta manera el tráfico telefónico cursado seria de 1369.6 Kbps.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED INTERNA

Para iniciar el diseño de cableado estructurado de la red interna de telemedicina se tiene que considerar que tanto la infraestructura física del edificio como la red de telecomunicaciones se caracterizan por ser dinámicos, ya que la infraestructura física es propensa a remodelaciones o adecuaciones físicas a mediano o largo plazo, mientras que una red de datos tiende a cambiar de manera oportuna en periodos cortos de tiempo.

La principal necesidad con la cual parte el diseño de cableado estructurado, es la de cumplir con los criterios y requerimientos que proporcionen la integración de los sistemas HIS, RIS Y PACS para las áreas propuestas de cardiología y radiología, en una sola infraestructura de red de datos, la cual permita tener un sistema de comunicación centralizado, que proporcione la facilidad de administrar la información médica generada y compartirla internamente, y si en caso de requerirse, podrá prestar su servicio mediante un sistema externo de "Telemedicina". El diseño de red interna será desarrollado tomando en cuenta como criterio primordial la puesta en marcha de una red de comunicaciones con una infraestructura tecnológica de alta categoría que funcione de manera continua y efectiva.

5.2.1 Arquitectura de la red LAN

La arquitectura para la red LAN, está basada en la tecnología Ethernet, la cual es de uso más frecuente debido a la simplicidad de su implementación, cuando se compara con otras tecnologías. Además Ethernet es un tipo de tecnología flexible que proporciona diferentes tipos de capacidades de acuerdo a los medios de transmisión utilizados (10, 100, 1000, 10000 Mbps). Ethernet se basa en el estándar IEEE 802.3 con acceso al medio CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection), el cual consiste en que una estación para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y si existe comienza a transmitir.

En los últimos años los medios de transmisión han mostrado un crecimiento rápido en cuanto a velocidad, lo cual ha generado en Ethernet transiciones rápidas desde Fast Ethernet (Ethernet Rápida) a Gigabit Ethernet (Ethernet de 1 Gigabit) y 10 Gigabit Ethernet actualmente. Ethernet utiliza una topología bus o estrella. Tomando en cuenta el gran avance que ha tenido la tecnología Ethernet, optamos por utilizar en nuestro diseño la tecnología 10 Gigabit Ethernet, ya que permite la transferencia de datos de gran tamaño, así como archivos de audio y video, además asegura una infraestructura que soporte tecnologías futuras, en las cuales se tenga aplicaciones que requieran grandes anchos de banda. Con esto evitamos costos a futuro asegurando que el sistema de cableado garantice la adopción de tecnologías futuras sin la necesidad de hacer un cambio en el mismo. El último proyecto de norma para 10Gb-Ethernet utiliza un tipo de cableado de estilo par trenzado (UTP) que tiene como objetivo aproximar la conectividad con RJ-45 a 100 metros, mejorando el rendimiento y la distancia con cableado de cobre a un costo inferior o similar al de fibra. De tal manera que se utilizara el estándar de cableado 6A ya que soporta 10GBASE-T.

Una vez escogida la arquitectura LAN que se utilizara para el diseño, se determina la estructura jerárquica de la red de datos para la LAN del Hospital, la cual se muestra en la Fig. 26, en donde sobresalen tres áreas principales:

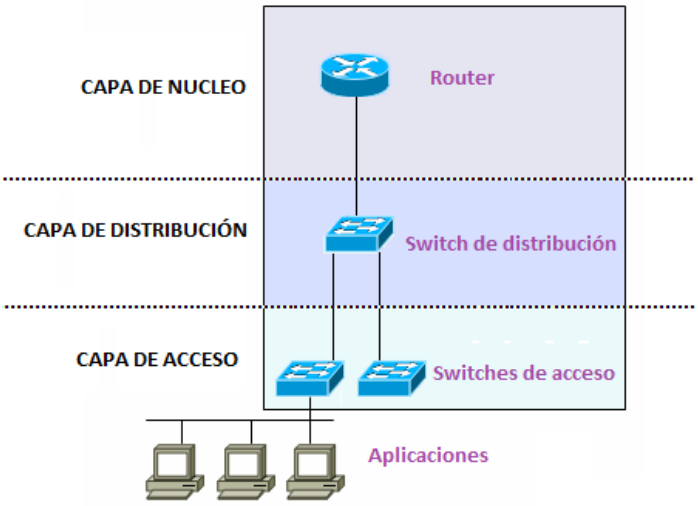


Fig. 26. Estructura jerárquica de la red interna del hospital.

5.2.1.1 Capa de Acceso

La capa de acceso proporciona a los usuarios ingresar a la red. Los principales elementos de esta capa son los switch de acceso, los cuales permiten la creación de las VLANs (LAN virtual) y listas de acceso, entre otros. Estos switch pueden ofrecer estas funciones a bajo costo y con una alta cantidad de puertos.

5.2.1.2 Diseño de la capa de acceso

Para el diseño, hay que tomar en cuenta los requerimientos que debe poseer la red, de tal manera que se pueda distribuir el flujo de datos a cada estación de trabajo, con el ancho de banda necesario para sus aplicaciones. Para determinar la cantidad de switchs, consideramos las 5 áreas de control (ver Tabla 29, 30 y 31) que se distribuyen en: Área Administrativa, Consultoría, Equipos Digitales, Médica y Pública. Creando para cada área VLANs, de manera que se facilite la administración de calidad de servicio, privilegios y permisos. De esta manera se dispondrá de 4 switchs distribuidos, para cubrir las 5 áreas de control comprendidas (refiérase a la Fig. 29).
Los switchs de acceso se distribuirán de la siguiente manera:

4 Switchs 1GbEthernet de 24 puertos.- Estos switch estarán distribuidos de la siguiente manera:

- 3 Switch Planta baja: Cubrirán toda la planta baja con un total de 62 puntos de datos.
- 1 Switch Primera planta alta: Cubrirá la primera y segunda planta alta, con un total de 9 puntos de datos.

Estos switchs permiten manejar en cada uno de sus puertos conectividad Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, además deberá soportar el estándar IEEE 802.1p, que proporciona priorización de tráfico y un mecanismo para implementar Calidad de Servicio (QoS) a nivel de MAC (Media Access Control). Los switch deberán soportar el estándar para redes virtuales IEEE 802.1Q para la creación de VLANs para brindar un mejor manejo de la red y la seguridad, que son importantes. La creación de estas

VLANs, se realizaran de acuerdo a las áreas de control mostradas en las Tablas 29, 30 y 31.

Las VLAN permiten al usuario dividir en segmentos el tráfico sobre un switch en subredes separadas. En el Hospital, se podría separar el tráfico según las áreas de control y dependencias, así como los consultorios, el área médica, administración, y pública.

5.2.1.3 Capa de Distribución

La capa de distribución es aquella que agrega los datos recibidos de los switchs de la capa de acceso, antes de que se transmitan a la capa de núcleo, para el enrutamiento hacia el destino final. Además esta capa se encarga de controlar las siguientes funciones:

- Políticas.
- Seguridad.
- Acceso a grupo de trabajo o listas de acceso.
- Traza los dominios de broadcast al realizar el enrutamiento de las funciones entre las VLAN definidas en la capa de acceso.
- Enrutamiento entre VLANs.

El elemento principal que se encuentra en esta capa es el Switch de distribución, en el cual se conectan múltiples switchs de acceso. Además deberán tener la capacidad de acomodar el tráfico total proveniente de los switch de acceso.

5.2.1.4 Diseño de la capa de distribución

Consideramos para el diseño la utilización de un solo switch de distribución, debido a que tenemos cuatro switchs de acceso. Este switch de distribución nos permitirá proveer el enrutamiento entre VLANs, dar seguridad y permitir el flujo de

paquetes mediante listas de acceso. De esta manera el dispositivo de capa central se encarga únicamente del enrutamiento de la red.

Se debe utilizar un Switch Ethernet Administrable (capa 3) que permita conexiones Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet, para los servidores y switchs de acceso, y para una conexión de telemedicina que se requieran posteriormente, optimizando así los recursos de la red, que además deberá hacer la clasificación del tráfico mediante el estándar IEEE 802.1P. Las políticas de seguridad, así como la creación de las listas de acceso para el filtraje de información, deberán realizarse de acuerdo a las áreas de control anteriormente mencionadas.

5.2.1.5 Capa de Núcleo

La capa de núcleo del diseño jerárquico es el backbone de alta velocidad de la internetwork. Entre las principales funciones de esta capa, están:

- Provee redundancia.
- Rápida adaptación de cambios.
- Ofrece baja latencia y buena administración.
- Permite la manipulación de datos mediante filtros.

Esta capa es esencial para la interconectividad entre los dispositivos de la capa de distribución, por esta razón es indispensable que el núcleo sea sumamente disponible y redundante. El núcleo es el que agrega el tráfico de los dispositivos de distribución, por lo tanto debe tener la capacidad de reenviar grandes cantidades de datos rápidamente.

5.2.1.6 Diseño de la capa de núcleo

Tomando en cuenta que tenemos un solo switch de distribución necesario, en el diseño se plantea la utilización de un ruteador (Router), que permita definir seguridad de alto nivel mediante Firewall, capacidad VPN con tunelamiento para la

transmisión de paquetes IP, ofrecer políticas y filtrar paquetes mediante listas de acceso, y además debe tener la capacidad de realizar un balanceo de carga mediante dos puertos 10/100 Mbps Fast Ethernet WAN que soporte dos conexiones activas de internet, para lograr la redundancia de proveedores de internet, minimizando la probabilidad de un corte total del servicio.

5.2.2 Componentes de la Red

5.2.2.1 Gateway de adquisición de datos e imágenes

El gateway de adquisición está ubicado entre las modalidades de imagen (Dispositivos de imagen radiológicos) y el resto de la red PACS (Controlador-Servidor).

Entre las principales funciones del gateway están:

- Adquirir imágenes desde los dispositivos de imagen radiológica.
- Convertir los datos de las especificaciones de los fabricantes a un formato estándar PACS que sea compatible con DICOM.
- Enviar la imagen en estudio al controlador PACS o a las estaciones de visualización.

El gateway de adquisición no es nada más que un computador, el cual incluye en el equipo médico digital que consta de hardware y software instalado en dicho equipo (incluye en la compra del equipo médico digital) que se utiliza para la adquisición de las imágenes digitales en forma directa, y luego descargar la imagen del equipo médico en un tipo de formato DICOM que tenga compatibilidad con todo el sistema de imágenes, y enviarlo al controlador y posteriormente al sistema de archivos. Además en este se puede incluir la información HIS y RIS. Los gateway de adquisición pueden enviar la información a varios destinos, ya sea a archivo, estaciones de trabajo o impresoras.

5.2.2.2 Modalidades de Imagen

Tenemos cuatro tipos de modalidades de imagen, (ver Tabla 33), que se implementarán para el servicio de Radiología y Cardiología. Además hay que considerar que estos equipos proporcionen imágenes en formato DICOM. A continuación se describen:

I. *Radiografía Digital:* Se utiliza el tipo de radiografía digital directa de panel plano (se especifica en la Sección 4.1.2.1 de este capítulo) en donde se utiliza la adquisición de la imagen digital de rayos X, por medio de un gateway de manera directa. En la Tabla 31, se detallan algunas características y funciones del equipo propuesto:

Tabla. 31. Equipo de rayos X propuesto.

MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
SIEMENS	AXIOM Luminos dRF	• Equipo digital de Rayos X, con detector plano FD • Adquisición de imagen digital de 2840 x 2880 pixels/12-bits • POTENCIA NECESARIA 400-480 VAC ± 10%, 50/60 Hz ± 6%, 3-fase • Tamaño de la matriz de adquisición 1k x 1k. • DICOM 3.0 COMPLIANCE. *(Ver Anexo B.1)*

II. *Ultrasonido Ecocardiología:* Se utiliza un Ecógrafo digital que hace la adquisición de las imágenes por medio de un monitor incorporado en el propio equipo, y de ahí su posterior proceso hacia el controlador PACS. En la Tabla 32, se detallan algunas características y funciones del equipo propuesto:

Tabla. 32. Equipo de Ecocardiología propuesto.

MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
SIEMENS	Acusón X300	• Equipo digital de ultrasonido • Aplicaciones: cardiaco, vascular, obstetricia, ginecología, urología, etc. • Dimaq-IP estación de trabajo integrada. • Opciones DICOM en red • Pantalla LCD a color 15”, CD / DVD-R, etc. *(Ver Anexo B.2)*

5.2.2.3 Controlador PACS y servidores de almacenamiento de imágenes

El nodo central del sistema PACS, está compuesto de dos componentes principales: El controlador PACS y el servidor de Archivos. El controlador PACS consiste en una arquitectura de hardware y software que direcciona el flujo de trabajo del sistema completo de PACS y es el que contiene el protocolo de comunicación DICOM.

5.2.2.3.1 Servidores de archivo de imagen

El sistema de almacenamiento es uno de los puntos básicos del sistema de red, el cual debe seguir una estructura jerárquica, que dependerá de la probabilidad de demanda de las imágenes. Se tomara en cuenta que las imágenes más recientes se consultan con mucha más frecuencia, luego de su adquisición, dicha frecuencia irá disminuyendo a medida que pasa el tiempo.

La estructura que la llamamos "jerárquica", divide al almacenamiento de las imágenes en almacenamiento a corto y largo plazo. La utilización de esta división del almacenamiento, permitirá una alta velocidad y un buen rendimiento de acceso a la información requerida en el instante deseado. Al almacenamiento a corto plazo lo llamaremos "on-line", por su capacidad de almacenamiento de corto tiempo. "Este almacenamiento se caracteriza en decenas de Gigabytes, suponiendo un espacio suficiente para acceder a la información en un periodo promedio de 15 días (según ACR (Colegio Americano de Radiología) y CEN (Comité Europeo de Normalización)), con tiempos de acceso cortos entre 2 segundos" [9]. Así mismo, al almacenamiento a largo plazo lo llamaremos "Off-line", debido a que su capacidad de almacenamiento garantiza un periodo de tiempo mucho más prolongado.

Las características que este tipo de almacenamiento debe cumplir son:

- Capacidad de almacenamiento de varios Terabytes: "Supone el espacio suficiente para que se puedan almacenar las imágenes durante el tiempo que requiere la norma ACR y CEN, que propone un tiempo estimado de

almacenamiento de archivos de imagen durante un lapso de tiempo, de entre, 5 a 7 años consecutivos" [9].

A continuación detallaremos en la Tabla 33, el promedio de volumen de datos generados por año, de los servicios de radiología y cardiología (imagenología) del Hospital, para determinar la capacidad necesaria de almacenamiento según las normas ACR y CEN.

Tabla. 33. Volumen anual de información generada en el Hospital de Motupe.

Modalidad	Estudios /día	Estudios /año	Volumen promedio /examen (MB)	Volumen generado /año (GB)
Radiografía Digital	8	2920	60.000	171.093
Ecografía color	10	3650	2.304	8.213
Ecocardiografía	8	2920	7.680	21.900
electrocardiograma	12	4380	40.000	171.094
Historias Clínicas	400	146000	0.800	114.063
Inf. Administración				100.00
TOTAL				**586.363**

[Fuente: Hospital de Motupe]

La estimación de estudios por año, se analizó con el personal médico y de administración del Hospital Universitario, y los datos de tamaño son tomados de la Tabla 5 y la Tabla 29.

De acuerdo a las modalidades, estudios e información adicional generados por año, se obtiene una cantidad de información de 586.363 GB por año. De acuerdo a la norma ACR y CEN que propone un tiempo estimado para el respaldo de la información médica en un lapso de siete años como máximo, de acuerdo a esto se requeriría una capacidad de 4104.541 GB en los 7 años, a lo que en unidades de Terabytes (TB) serían 4.008 TB, de tal manera si aproximamos este valor se requeriría un disco de respaldo para el almacenamiento mínimo de 4 TB de información para 7 años.

5.2.2.4 Diseño general del sistema de almacenamiento para la red interna de telemedicina

Además este servidor de archivos deberá tener un hardware redundante, que posibilite duplicar los datos durante cada transacción y permitir hacer un "Backup" mediante la característica espejo que facilita obtener copias idénticas que serán almacenadas dentro del área de la red del Hospital. El sistema de almacenamiento y archivado de imágenes PACS, debe tener una conexión de red tanto para la red interna LAN como para la WAN que será utilizada cuando se requiera el servicio de conexión remoto o de telemedicina. La tecnología LAN será 1 Gb Ethernet y 10 Gb Ethernet de alta velocidad que conectarán a cada uno de los componentes de la red mediante el switch Ethernet de distribución que será el encargado de distribuir todo el tráfico desde los servidores a cada una de las dependencias y a la estación de visualización.

El servidor de archivo tendrá una conexión con los servidores base de datos (4TB) con un sistema espejo, en donde la información de los pacientes será almacenada en la base de datos y las imágenes en el servidor de archivos. En la Fig. 27, se muestra el esquema del sistema de archivado.

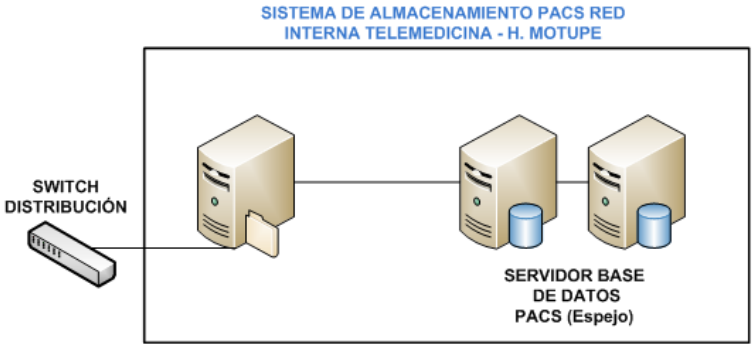


Fig. 27. Diagrama del sistema de almacenamiento del hospital: Software Microsoft Office Visio.

5.2.2.5 Estaciones de trabajo y visualización

Las estaciones de visualización son elemento importante del sistema de telemedicina y el PACS, ya que por medio de los elementos que la conforman, la información llega a los médicos radiólogos y cardiólogos, para que realicen el

respectivo informe de diagnóstico y análisis posterior. Las llamadas estaciones de trabajo “Workstation” son básicamente un PC con características de alta potencia dadas por la alta capacidad de la memoria RAM, Disco duro y monitores de alta resolución e incluyendo entradas y salidas de video. Una estación de trabajo se compone de:

- CPU (Unidad Central de Procesamiento).
- Memoria RAM.
- Disco Duro.
- Grabador CD/DVD.
- Monitores.
- Periféricos.
- Sistema Operativo.
- Software para visualización y administración de datos médicos.

El propósito fundamental de las estaciones de visualización, es proporcionar alta resolución y facilidades al momento de analizar una imagen, de esta manera haciendo tan efectivo el reemplazo de las placas radiográficas impresas y el negatospio, por monitores de alta resolución. Las característica principal que debe tener la estación de visualización es proporcionar una mejor calidad y fácil de utilizar, para esto se requiere alta calidad de imagen, tiempo de visualización de la petición y poseer una interfaz amigable con el usuario.

En cuanto a las características de los monitores, para una estación de diagnóstico y visualización se tiene como principal característica la calidad de los monitores y el número de monitores utilizados. Como norma, están diseñadas con 2 o 4 monitores de alta resolución, pudiendo tener monitores de 25” monocromos, con resolución de 2560 x 3172 y 4096 niveles de gris. Sin embargo, en algunos casos dentro de las estaciones de diagnóstico y visualización solamente serán informados estudios en matrices pequeñas, para los cuales sus monitores pueden ser de pantalla de 21” y con resolución de hasta 2048 x 1860 pixels a 32 bits de color. En la Tabla 34, se muestran las características del monitor propuesto para el diseño de nuestra red.

Tabla. 34. Monitor para visualización y diagnostico propuesto.

MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
SONY	LMDDM30 3MP Grayscale Radiology Display	• Monitor de diagnóstico 21" de alta resolución 3MP para visualización precisa de imágenes. • Tamaño de imagen. 423.9 X 318.0 mm (W/H, Diagonal) **Resolución:** • Imagen 3MP (1536 x 2048) • Landscape3MP 2048 x 1536 *(Ver Anexo C)*

Además el sistema de tratamiento en las estaciones de trabajo y visualización, deben poseer las siguientes herramientas mínimas [10]:

- Acceso a la información imagenología del paciente.
- Acceso a la información del paciente, considerada relevante para el informe médico y la consulta de imágenes (vía conexión con el RIS o el HIS del hospital, o algún otro sistema de base de datos que contenga dicha información).
- Manejo de diferentes modalidades de imágenes médicas.
- Posibilidad de mecanismos de interpretación y diagnóstico de los estudios realizados. En el caso de las estaciones de consultas, solamente podrán agregar anotaciones al informe radiológico.
- Acceso a la organización de la información almacenada a corto y largo plazo.
- Intercambio de información entre dos estaciones de trabajo de la misma red.
- El software de visualización deberá permitir:
    1. Visualización médica multimodal y despliegue multimonitor (simulación de negatoscopios).
    2. Manipulación de ventanas y niveles de color.
    3. Manipulación 2D de las imágenes, rotación, espejo, etc. Operadores de Zoom. Operadores de filtrado (disminución de ruido, suavizado, resaltado de bordes, etc.).
    4. Estadísticas sobre las imágenes local y global en niveles de colores o paletas para definir Regiones o Volúmenes de Interés (ROI, VOI).
    5. Anotaciones sobre las imágenes (Puntos, Líneas, Distancias, Ángulos, Textos).

6. Presentación de series en el tiempo (si es requerido).
7. Procesamiento avanzado de imágenes: Reconstrucciones multiplanares, navegación con multicursores, representación tridimensional.

5.2.2.6 Software para administración de datos médicos y telemedicina

Para la integración de los sistemas HIS/RIS/PACS y las Modalidades de imagen hay que tener en cuenta una plataforma virtual para la integración de los sistemas, es así que proponemos un software con aplicaciones telemedicina y administración, llamado DICOM STATION para DICOM V3. El mismo que será instalado en el servidor de archivos y aplicaciones y nos proporcionara la facilidad e interfaces de conexión con cada uno de los sistemas y haciendo uso de las librerías basadas en JAVA DICOM TOOLKIT marcado por el estándar DICOM. A continuación la Tabla 35, describe algunas características del software propuesto:

Tabla. 35. Software propuesto para administración de datos médicos y Telemedicina.

SOFTWARE	VERSIÓN	CARACTERÍSTICAS
DICOM Station	V30	• DICOM Station es un software para el procesamiento, visualización y manipulación de imágenes y datos en formato DICOM. • Conexión con sistemas RIS/HIS para el seguimiento e informado de pacientes. • Procesador Pentium IV, 2.4 GHz, RAM 512 MB • Disco Duro 80 GB, Tarjeta Gráfica Matrox G450/550, Grabadora Óptica DVD/ D-ROM *(Ver Anexo D)*

Como requisito adicional para la visualización, "es necesario imprimir aproximadamente el 15% de los estudios de radiología" [10]. Para ello la estación de visualización debe ordenar la impresión de copias sobre película radiográfica, cuando ello sea necesario. Para esto se requiere de impresoras especializadas (Impresoras secas "DryPrinter" o impresoras térmicas). Estos equipos permiten la presentación en multiformato de imágenes procedentes de distintas fuentes digitales y la presentación en formato real de gran tamaño (35x43 cm). La resolución de las copias obtenidas es muy elevada (hasta 4000x5000 puntos), con 4096 niveles de gris. La Tabla 36, muestra el tipo de impresora propuesta para el diseño y algunas de sus características.

Tabla. 36. Impresora Drystar para placas radiográficas.

MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS
DRYSTAR	5302	• Impresora digital directa con películas de dos formados. **Formatos**: • 8 x 10 pulgadas, 10 x 12 pulgadas, 11 x 14 pulgadas, 14 x 14 pulgadas y 14 x 17 pulgadas. • Dos formatos en línea. **Tipo de película:** • DRYSTAR DT2 B: base azul y DRYSTAR • DT2 C: base transparente. *(Ver Anexo E)*

5.2.2.7 Servidor WEB

Para la distribución de las imágenes intra/inter hospitalarias, se deben llevar de tal manera que se pueda visualizar las mismas en el momento que se requiera, para esto es necesario la disposición de un navegador Web, mediante el cual se podrá distribuir cualquier informe o estudio médico, reduciendo el tiempo de recepción para el destinatario y a su vez eliminando los informes e historias clínicas llevadas físicamente en papel. De esta manera el servidor Web toma la imagen en formato DICOM del servidor de archivos y el visualizador solamente interacciona a través del servidor HTTP, el cual puede convertir a un formato diferente a DICOM para enviarla a su destino. Actualmente los web browsers soportan imágenes JPEG y GIF. De esta manera en la Fig. 28, se muestra la interacción del sistema de archivos con el servidor web, para la comunicación de las imágenes digitales vía HTTP.

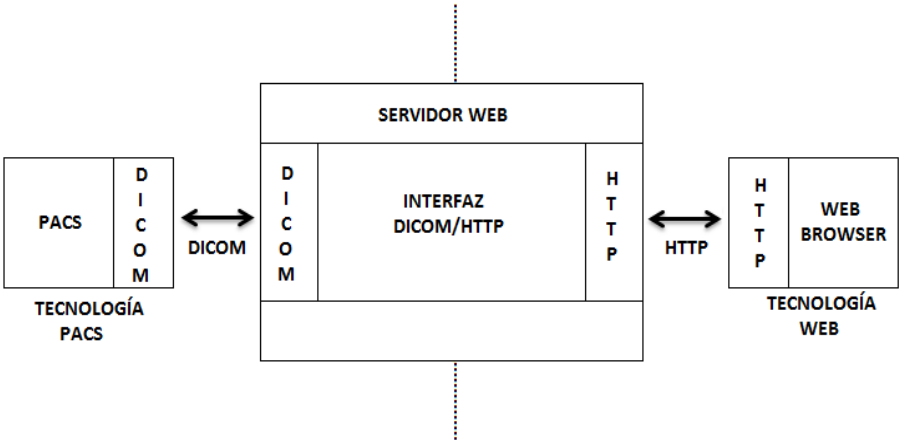


Fig. 28. Arquitectura e interacción del servidor WEB. [10]

5.2.3 Diseño general de la red de datos

El diseño general de la red (ver Fig. 29) muestra cada uno de los componentes en grupo y la distribución por plantas, de tal manera que nos permite visualizar un bosquejo de cómo estará estructurada la topología y arquitectura de la red.

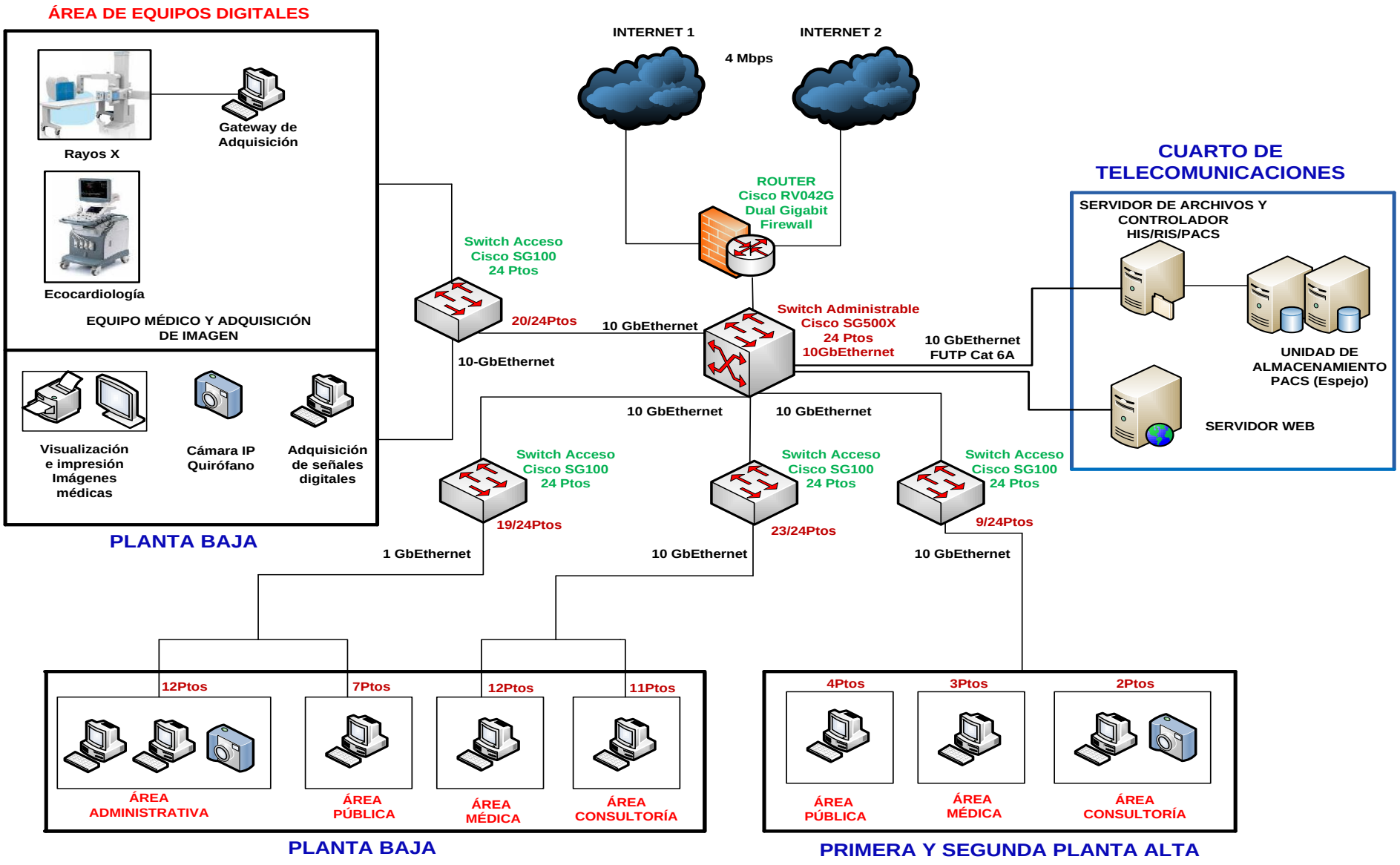


Fig. 29. Esquema general de la red interna de telemedicina del H. Motupe. Software: Microsoft Office Visio.

5.2.4 Diseño Adicional de la red de Telefonía IP

La estructura de la red de telefonía se indica en la Fig. 30, en donde se planifica una arquitectura puramente IP.

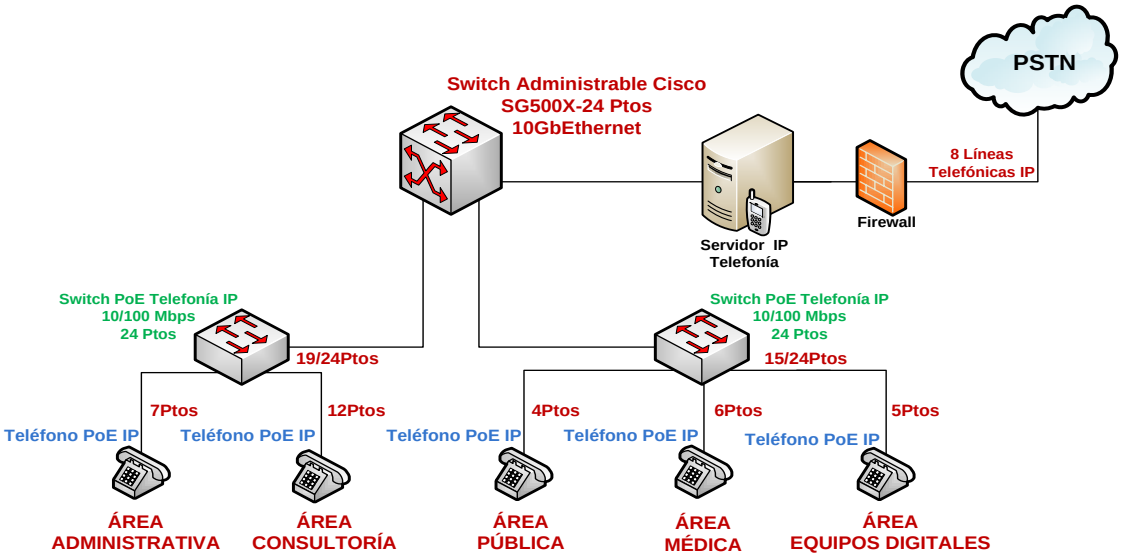


Fig. 30. Diagrama de la red de telefonía. Software: Microsoft Office Visio.

Del diagrama de la Fig. 30, se utilizan los siguientes componentes:

Líneas telefónicas IP.- Se hace uso de ocho líneas telefónicas IP, las mismas que serán subministradas mediante la red PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada).

Firewall.- Este sistema firewall nos ayudara a hacer el control de tráfico entrante a la red del servicio telefónico y a su vez actuara como protección ante ataques basados en contenidos (virus, intrusos, etc.) y cualquier amenaza dada mediante la comunicación en tiempo real.

Servidor de telefonía IP basado en Asterisk.- Este sistema de comunicación basado en software libre (Linux), realizara la funciones tradicionales de conmutación, tal cual como lo haría una central PBX, pero con grandes ventajas ya que trabaja de forma digital mediante el protocolo IP.

Además tendrá las características de hardware siguientes:

Procesador: Intel Xeon 2 x 3.46 GHz.
Memoria RAM: 12 GB.
Disco duro: 4 TB.
Fuente de poder redundante.
Tarjeta de red: Dual 10/100/1000 Mbps.

Switch PoE para Telefonía IP.- Se utilizan 2 switch Cisco Catalyst 3750X PoE de 24 puertos IP 10/100Mbps, ubicados en el cuarto de telecomunicaciones que satisface las conexiones para la planta baja y para la primera y planta alta, ya que en la segunda planta alta no existe ningún punto de voz. Estos switch tienen la característica del estándar 802.3af, que proporciona alimentación (48V DC) mediante el mismo cable (RJ-45 patilla 1,2 y 3,6) Ethernet PoE hacia los teléfonos IP de tal manera que los mismos se alimenten de manera directa desde el cable de datos que sale del switch.

Teléfonos Poe IP.- Se utiliza 34 teléfonos IP con puertos de red 10/100Mbps, para los puntos de voz necesarios en el Hospital, además una de las características que poseerán los teléfonos es qué serán alimentados gracias a la función Power over Ethernet (PoE) con estándar 802.3af integrado, gracias al mismo no necesita una fuente de alimentación adicional para proporcionar energía al equipo terminal.

5.3 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

La norma de cableado estructurado para la salud ANSI/TIA-1179 recomienda utilizar categoría 6A o superior para la instalación de cableado estructurado en áreas de la salud. Sin embargo, actualmente se dispone de categoría 7 y 7A las mismas que se encuentran únicamente certificadas tanto en cableado como en componentes por la Organización Internacional para la Normalización (ISO), con clase F y FA para la categoría 7 y 7A respectivamente. No obstante la TIA decidió no adoptar dicha iniciativa. Tomando en cuenta esto, para el diseño del cableado estructurado de la red del Hospital de Motupe, se utiliza el cableado y sus componentes normalizados por la

TIA y EIA con certificación 6A, debido a que en nuestro mercado nacional está disponible en la mayoría de proveedores este tipo de tecnología y certificación, caso que para categoría 7 y 7A no es así. El cableado estructurado se basa en dos redes paralelas y que se complementan: la red de datos y la red de telefonía.

La red de datos y telefonía está formada por:

- Cableado horizontal y vertical de cable de cobre F/UTP 6A.
- Red troncal de cable de cobre F/UTP 6A o fibra óptica multimodo.

5.3.1 Criterios de Diseño

El diseño se proyectará para una vida útil de 10 años, esto debido a que ciertas tecnologías como Ethernet, suelen tener una vida útil de 5 años por lo que se recomienda utilizar un sistema de cableado que soporte dos generaciones de redes. La edificación se compone de planta baja y dos plantas altas, estas últimas se levantan sólo en la parte posterior del edificio principal *(refiérase al Anexo F.)* El diseño y construcción del cableado estructurado se desarrolla en base a las normas establecidas por los organismos internacionales TIA, EIA y la norma ecuatoriana de construcción, NEC [15].

5.3.2 Descripción del diseño

El diseño de cableado estructurado se compone de:

- Cableado horizontal de datos.
- Cableado de backbone de datos.
- Cableado horizontal de telefonía.
- Cableado de backbone de telefonía.
- Cuarto de telecomunicaciones.

5.3.2.1 Cableado horizontal de datos

Longitud. El cableado horizontal está comprendido por el conjunto de canalizaciones donde se tiende los respectivos cables de telecomunicaciones (datos y telefonía) desde los armarios hasta los puestos de trabajo; según el estándar ANSI/TIA/EIA 568 se establece que dicho trayecto no deberá exceder la distancia máxima de 90 metros (Fig. 31).

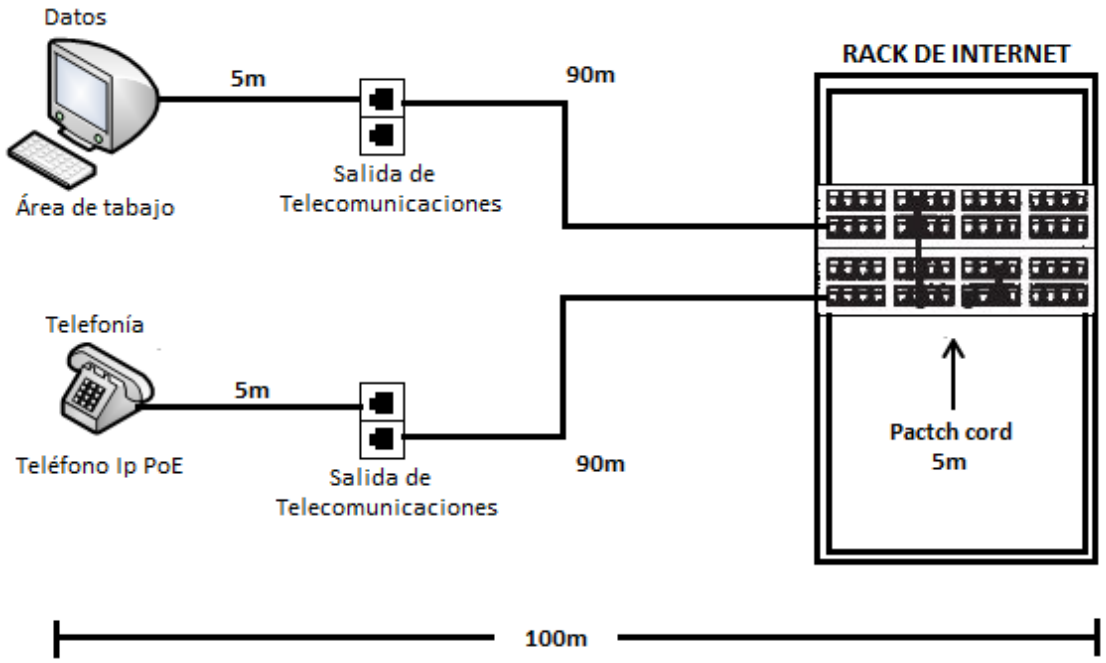


Fig. 31. Longitud de cableado horizontal voz y datos.

Etiquetas Adhesivas: Las terminales de los conductores, tanto a nivel de rack como en el área de trabajo se deberán identificar aproximadamente a 30 cm desde sus extremos mediante una etiquetadora de tipo electrónico con cinta autoadhesiva, dando fiel cumplimiento a la norma EIA/TIA 606. En este diseño etiquetaremos cada uno de los puntos de la siguiente manera (Fig. 32):

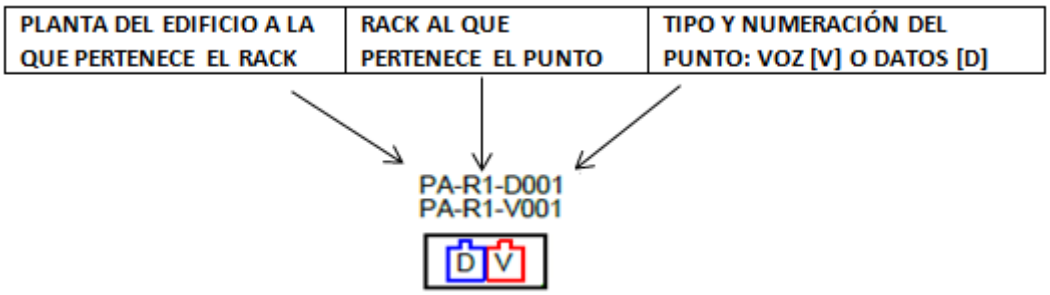


Fig. 32. Etiquetado para las salidas de telecomunicaciones.

Elementos del cableado: El cableado horizontal de datos comprende desde el patch cord F/UTP 6A tipo CMP con terminales RJ45 que se ubica desde el Jack-FacePlate hasta la PC o teléfono del área de trabajo, también incluye el cableado F/UTP 6A CMP desde el patch panel de datos o voz a los diferentes Jack-FacePlate (Fig. 33).

Fig. 33. Cable F/UTP, faceplates y Jacks Cat 6A.

Canalizaciones: Para la canalización se tiene en cuenta que: para los trayectos principales de cableado es se instalara las canalizaciones sobre el techo falso para evitar dañar la fachada del edificio, se utiliza los siguientes tipos de canalizaciones:

- Bandeja metálica ranurada galvanizada 30cm x 8cm, sin tapa.

Fig. 34. Bandeja metálica galvanizada 30cmx8cm utilizada. [31]

- Tubería EMT de diámetro mínimo de ¾'', 1", 1 ¼, 1 ½ y 2''.

Fig. 35. Tubería EMT y accesorios utilizados. [47]

- Canaleta lisa de 20x12, 32x12, 40x25, con ángulos planos.

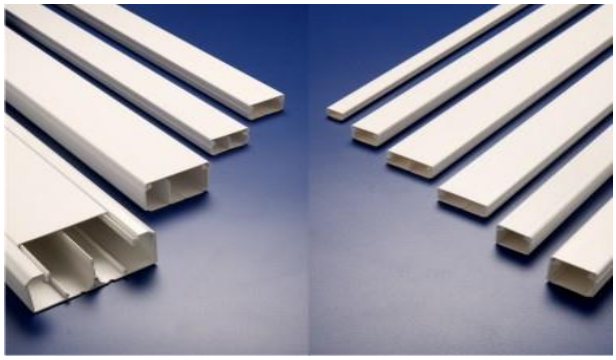


Fig. 36. Canaleta lisa ornamental utilizada. [48]

- Cajas de paso metálica techo/pared 20x20x15 y 15x15x9.

Fig. 37. Modelo de caja de paso utilizada. [39]

Instalación de canalizaciones: Para la instalación de la canalizaciones partimos con bandeja metálica desde el cuarto de telecomunicaciones, la cual va a llevar la mayor cantidad de cables para distribuir en la planta baja, seguidamente para las derivaciones se utiliza tubo EMT sujetado con soportes cada 3m para asegurarla. Además se utilizan cajas de distribución en los lugares en donde se requiera derivaciones del tubo EMT para las salidas, y posteriormente se utiliza canaleta ornamental sobrepuesta en los lugares en donde no haya techo falso y para las salidas desde el tubo EMT hasta las tomas de telecomunicaciones. Se utiliza bandeja metálica y tubo EMT, únicamente en los lugares donde haya techo falso, porque facilita la instalación este tipo de estructura sobre el techo y a su vez oculta estas estructuras para que no sean visibles al público y evitar la mala impresión en la fachada del edificio. Cabe resaltar que la salida de telecomunicaciones debe estar ubicada a 45 cm del piso, según la norma. En la Fig. 38, se muestra la Instalación de las canalizaciones hasta la salida de telecomunicaciones.

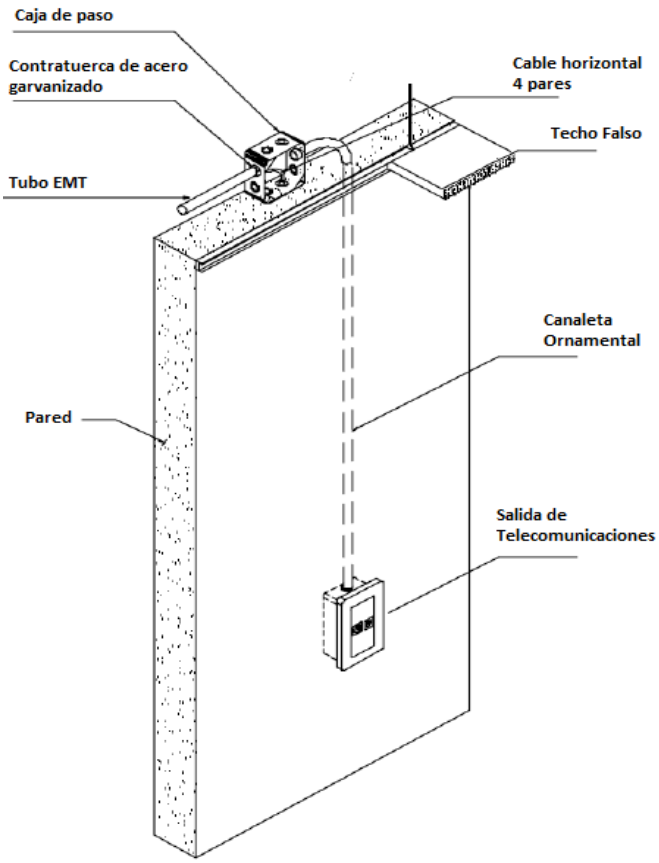


Fig. 38. Instalación de las canalizaciones. [24]

Gabinetes: Se centraliza el control de las telecomunicaciones en dos puntos: el principal se localiza en el cuarto de telecomunicaciones, ubicado en el centro de la planta baja; mientras que el punto secundario se localiza junto a la sala virtual de la primera planta alta.

Fig. 39. Armario de piso de 42 y pared de 7 unidades. [33]

Se planea la colocación de dos armarios cerrados de piso en el cuarto de telecomunicaciones y un armario de pared en la sala virtual. Los armarios tienen las siguientes características:

- El armario principal dispondrá de ventilación forzada, con al menos tres ventiladores activos en el techo del armario.
- El espacio libre alrededor de cualquier armario de cableado estructurado debe ser de al menos 2 metros por el frontal y alguno de sus lados.
- Se incluye una instalación eléctrica compuesta de 8 enchufes eléctricos de tipo ordenador con toma de tierra.

En la Fig. 40, se muestra la distribución de cada uno de los elementos que componen el armario principal, identificado como: PB-Rack 01 (PB: planta baja y Rack 01: primer rack de dicha planta) y además el armario de servidores que se identifica como: PB-Rack 02 (PB: planta baja y Rack 02: segundo rack de dicha planta) *(refiérase al anexo F)*, como lo establece la norma TIA/EIA–606. Este primer armario contiene todos los equipos de networking, además se ubican los organizadores horizontales, organizadores verticales y patch panel necesario para la organización de los cables.

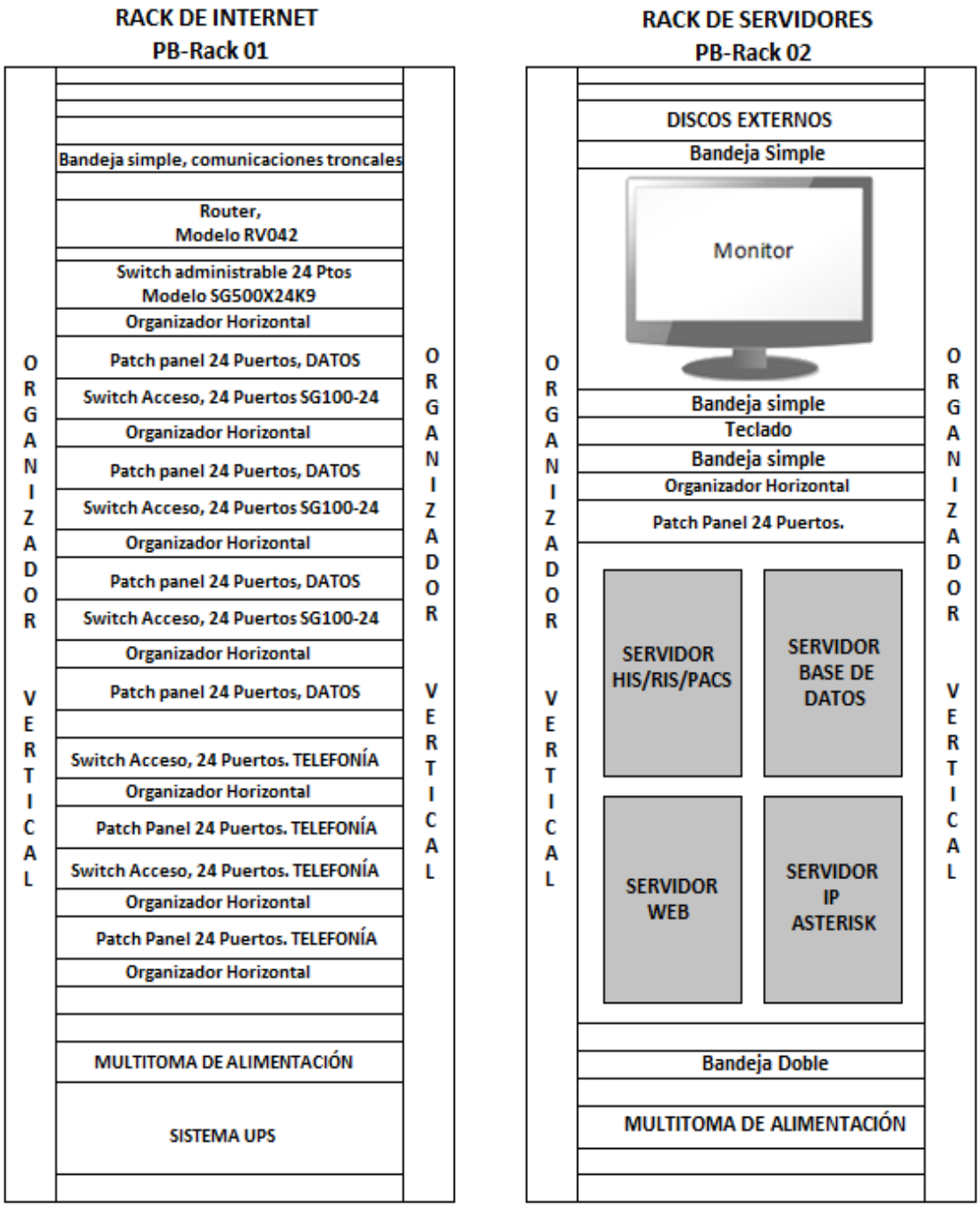


Fig. 40. Distribución de elementos de los PB-Rack 01 PB-Rack 02 (Racks de 42 unidades).

Así mismo, en la Fig. 41, se indica la distribución de unidades del armario ubicado en la primera planta alta, el cual permite la distribución de puntos de datos de esta y la segunda planta alta. Se identifica como: PA-Rack 01 (PA: primera planta alta y Rack 01: primer rack de dicha planta) *(refiérase al anexo F)*.

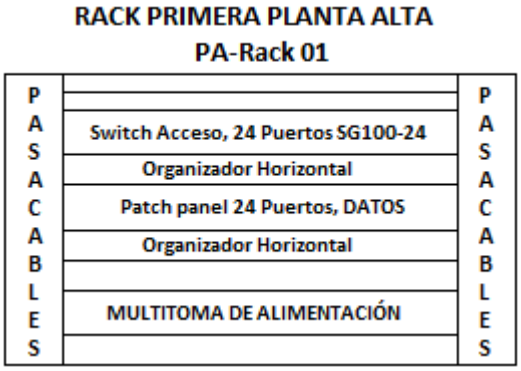


Fig. 41. Distribución de elementos del PA-Rack 01 (Rack de 7 unidades).

Longitud y cantidad de cable: El sistema incluirá la instalación del cableado de 105 tomas de telecomunicaciones, que se destinaran para servicio de voz y datos. La longitud individual de cada corrida de cable desde el armario de telecomunicaciones hasta las tomas no excederán en ningún caso los 90 metros de acuerdo a las normas.

El cálculo del número de rollos de cable para el cableado horizontal se realizara utilizando el método propuesto por ALCATEL, el cual consiste en :

Cálculo de la Longitud promedio por punto

$$Long_Media = \frac{Long_Max + Long_Min}{2} + 5\ metros$$

Se le aumenta 5 metros para cubrir la subida o bajada de la placa o al rack de distribución.

En la planta baja, se toma la medida para la longitud máxima, desde el armario de internet ubicado en el cuarto de telecomunicaciones hasta el punto de datos etiquetado como PB-R1-D037 *(refiérase al Anexo F)* ubicado en el laboratorio clínico, y como punto más cercano el punto PB-R1-D024 ubicado en la sala de imagenología.

En la primera y segunda planta alta, se mide el punto más lejano desde el armario PA-Rack 01 de que se encuentra junto al consultorio 12, hasta punto PA1-R1-

003 ubicado en el Aula 3 de la segunda planta alta *(refiérase al Anexo F)*, y como distancia mínima desde el PA-Rack 01 hasta el punto PA-R1-D005 ubicado en el Consultorio 12. En la Tabla 37, se muestra las longitudes de estos puntos.

Tabla. 37. Cálculo de la longitud promedio por planta.

Ubicación	Longitud máx. (m)	Longitud min. (m)	longitud media (m)
Planta Baja	65	10	42.5
Primera y Segunda Planta Alta	36	7	26.5

Ahora calculamos el número de corrida por rollo.

$$\# \, Corridas \, por \, rollo = \frac{Long \, cable \, por \, rollo}{Long \, media}$$

A este valor se le aproxima por debajo debido a que el último segmento en el rollo es un sobrante no utilizable. Además la longitud del cable por rollo es una constante de 305 metros (1000pies).

Cálculo de la Cantidad de rollos del cable:

$$\# \, De \, Rollos = \frac{\# \, de \, salidas}{\# \, de \, corridas \, por \, rollo}$$

A este valor se lo aproxima por arriba para obtener un valor entero de número de rollos. Los resultados del cálculo de longitud promedio y del número de rollos necesarios por áreas se muestran en la siguiente Tabla 38.

Tabla. 38. Cálculo de números de corridas por rollo y número de rollos de cable a utilizar.

Plantas	N° Salidas Totales	Longitud Media (m)	Corridas por Rollo	Cantidad de rollos.
Planta Baja	94	42.5	7	14
Primera y Segunda Planta Alta	11	26.5	11	1
Total	105			15

De esta manera, se requieren de 15 rollos de cable F/UTP CAT 6A CMP para la instalación del cableado estructurado en el Hospital.

Cantidad de cable por tubería: Según [46], el diámetro exterior máximo de un conductor Siemon Categoría 6A F/UTP 4-Pair Cable (South/Central América) es de 7,4mm. En función del diámetro de la tubería, se calcula el número máximo de conductores por tubería, ver Tabla 39.

Tabla. 39. Cantidad de cables SIEMON Categoría 6A F/UTP. [11]

Tipo de Tubería	Diámetro [mm]	Cantidad Max. Cables
Tubería EMT ½'	15.8	0
Tubería EMT ¾'	20.9	2
Tubería EMT 1'	26.6	3
Tubería EMT 1 ¼'	35.10	6
Tubería EMT 1 ½'	40.9	7
Tubería EMT 2'	52.5	14

5.3.2.2 Cableado vertical de voz y datos

El control de la red de datos se centraliza en dos puntos: El principal se localiza en el armario del cuarto de telecomunicaciones de la planta baja (PB-Rack 01), en donde se encuentran tres switchs de acceso para distribuir a cada una de las áreas de control antes mencionadas, mientras que el punto secundario se localiza en el armario ubicado en la primera planta alta (PA-Rack 01) (Ver Fig. 42.), en donde se hace uso de un switch de acceso para distribuir el servicio de internet a la primera y segunda planta alta, la comunicación vertical entre estos armarios se efectúa a través de canalización metálica y canaleta plástica decorativa que transportan un conductor balanceado F/UTP 6A tipo CMR (Riser) *(refiérase al Anexo F)*. Ahora bien, para la distribución vertical de telefonía IP se realiza mediante dos switch PoE localizados en el armario PB-Rack 01, para la distribución de los puntos de voz que se localizan en la planta baja y a su vez para dos únicos puntos existentes en la primera planta alta (consultorio 12 y Odontología) *(refiérase al Anexo F).*

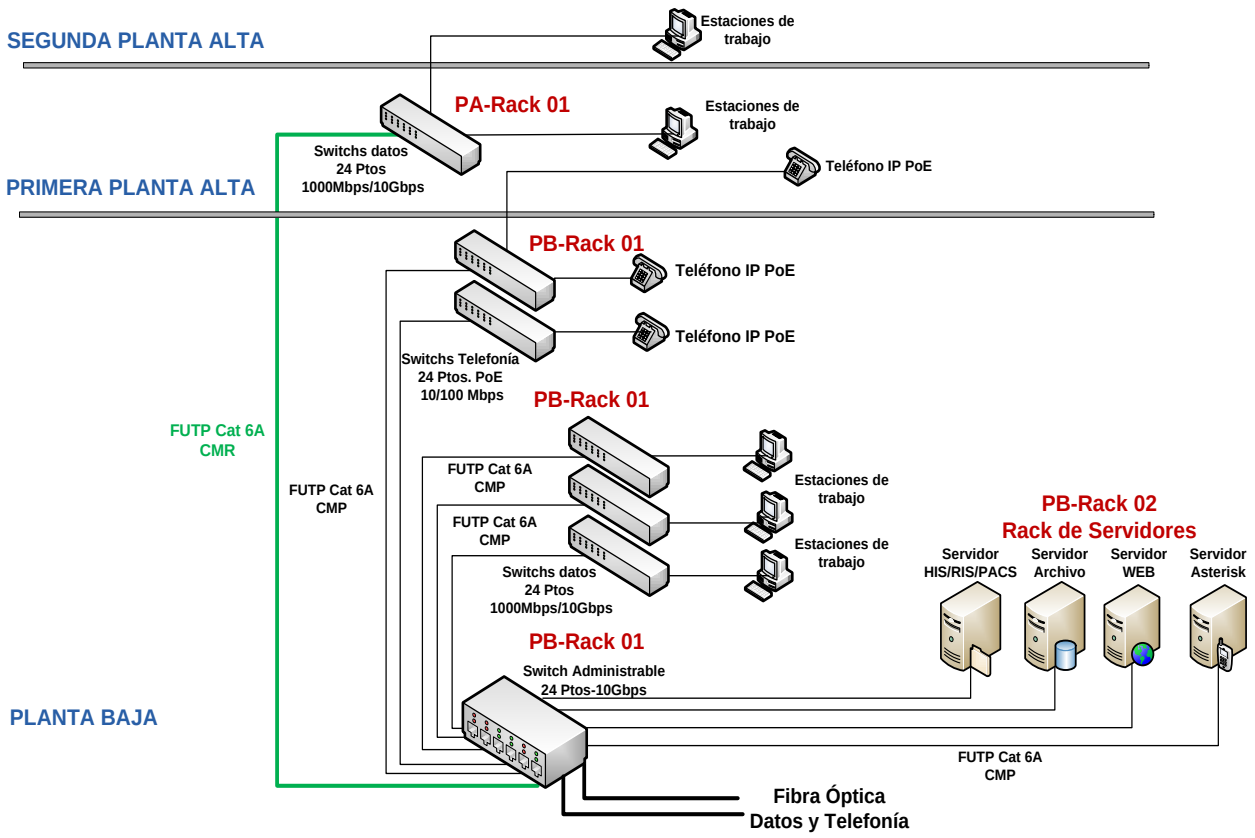


Fig. 42. Cableado vertical de Voz y Datos. Software: Microsoft Office Visio.

5.3.2.3 Cableado backbone de datos y voz

Para conectar la red interna de datos y voz del hospital con el exterior, se considera el poste de hormigón armado (alumbrado público) más cercano, ubicado al exterior de hospital, para tener la señal de dos proveedores de internet mediante fibra óptica. El tramo de la acometida es subterránea a través de tubo PVC 3´´ mientras que el restante se efectúa a través de bandeja metálica *(refiérase al Anexo G).* Dicha conexión cumple las condiciones de "estar alejado mínimo 7.6 cm de conductores de electricidad" [11].

5.3.2.4 Cableado horizontal de telefonía

El cableado horizontal de telefonía incluye el cable RJ45-RJ45 para cubrir el tramo entre el patch panel del Switch PoE, hasta el Jack-Faceplate y desde este hasta el aparato telefónico IP que incluye alimentación PoE. (Ver Fig. 31). Desde el armario

principal (PB-Rack 01) del cuarto de telecomunicaciones se distribuyen todos los puntos de voz de la planta baja y de la primera planta alta la cual incluyen solo dos puntos de voz. Para la canalización, se toma en cuenta las mismas recomendaciones y criterios de instalación del cableado horizontal de datos.

5.3.2.5 Cuarto de telecomunicaciones

El cuarto de telecomunicaciones deberá contener los elementos y accesorios necesarios para la conexión de las terminales tanto del cableado horizontal como vertical. A continuación se detallan las consideraciones para el diseño del mismo:

Localización: El cuarto de telecomunicaciones se ubicará en la parte central de la planta baja con el propósito de mantener la distancia horizontal de cable promedio de un máximo de 90 metros como lo especifica la norma y tiene un área de 12 m^2 *(refiérase al Anexo F).* El lugar destinado para el área del cuarto de telecomunicaciones estará ubicado en un consultorio que está en desuso y que cumple con las condiciones de área deseadas, y a su vez posee espacio para expandirse en caso de requerirse.

Altura: la altura libre mínima del cuarto es de 2.9m. Las dimensiones del cuarto de telecomunicaciones están en los valores aceptados por la norma ANSI/TIA-1179.

Puertas: Se tendrá una única puerta de acceso al cuarto de telecomunicaciones, la misma que deberá ser metálica, con llave de seguridad y de al menos 91cm de ancho y 2 metros de alto. La puerta debe abrirse hacia adentro y el acceso será únicamente del personal autorizado.

Control ambiental: "La temperatura del cuarto de telecomunicaciones se debe mantener continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 18 y 24 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse entre 30% y 55%" [45]. Para lo cual más adelante haremos el análisis y cálculo del aire acondicionado necesario.

Piso falso: Los pisos deben soportar una carga de 2.4 kPa (Kilopascales) y deberá ser elevado sobre soportes de acero o aluminio fijados al piso del Hospital a una altura mínima de 25 cm del piso común (ver Fig. 43). Las placas suelen ser normalmente de acero con madera laminada adherida, cubierto por vinilo. Todas las placas deben ser removibles para alcanzar los cables que se encuentran en el interior.

Fig. 43. Piso falso para el cuarto de telecomunicaciones. [37]

Iluminación: La iluminación en el cuarto de telecomunicaciones debe proporcionar un mínimo equivalente a 540 Lux medidos a un metro del piso terminado. La iluminación deberá estar a un mínimo de 2.6m del piso terminado y sus paredes deberán estar pintadas de color claro para mejorar la iluminación.

Disposición de Equipos: Se utilizan dos racks de 2.14m (84”), que además deben ser instalados de manera separada, en donde debe existir un espacio de 82 cm de espacio alrededor (al frente y detrás) de los equipos y paneles de telecomunicaciones. Esta distancia de 82 cm debe ser medida a partir de la superficie más salida del andén.

Paredes: Las paredes con se cuentan deberán ser superficies rígidas, y deberán ser pintadas con pintura resistente al fuego, lavable y de color claro.

Potencia: Deberá tener tomacorrientes necesarios para alimentar los dispositivos a instalarse en los andenes. Se establece que debe haber un mínimo de ocho tomas de corriente dobles de 110V C.A. polarizados y deberán estar separados a 1.8 m el uno del otro. La alimentación de los dispositivos electrónicos debe hacer mediante un sistema UPS (Sistema de Energía Ininterrumpida).

En base a estas recomendaciones, a continuación se realiza un dimensionamiento de los equipos adicionales que integran el cuarto de telecomunicaciones:

5.3.2.5.1 Aire acondicionado

Para dimensionar la capacidad del aire acondicionado, se deben tener en cuenta varios factores, entre ellos: volumen de la habitación, número de personas,

cantidad de dispositivos electrónicos, entre otros: El aire acondicionado es medido en BTU *(British Thermal Unit)* que es un tipo de medida térmica inglesa y representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit. A continuación se hace el cálculo de la cantidad de BTUs [35] requeridos para instalar en el cuarto de telecomunicaciones.

$$\boldsymbol{C\left[{}^{BTU}/_{h}\right] = (230 * Volumen\ del\ cuarto) + (N_{personas} + N_{equipos} * 476)}$$

$$C\left[{}^{BTU}/_{h}\right] = (230 * 4 * 3 * 2.90) + (0 + 15 * 476)$$

$$C\left[{}^{BTU}/_{h}\right] = (8004) + (7140)$$

$$C\left[{}^{BTU}/_{h}\right] = 15144\ BTUs\ \approx 16000\ BTUs$$

Dónde:

230: Factor calculado para América Latina "Temp. Máxima de 40 °C" (dado en BTU/hm³).

Volumen del cuarto: Volumen del área donde se instalará el equipo, Largo x Ancho x Alto, dado en metros cúbicos m³.

$\mathbf{N_{personas}}$ **y** $\mathbf{N_{equipos}}$: Número de personas y equipos eléctricos instalados en el área.

476: Factores de ganancia y pérdida aportados por cada persona y/o equipo eléctrico (en BTU/h).

Para el número de equipos se consideran 15 equipos activos, los mismos que producen calor, entre ellos están: 1 router, 5 switch de datos, 2 switchs PoE de telefonía, 5 Servidores, 1 UPS, y 1 Aire Acondicionado.

De esta manera se requeriría instalar un equipo de aire acondicionado de 16000 BTUs, de acuerdo al cálculo realizado.

5.3.2.5.2 UPS (*Uninterruptible Power Supply*)

En el cuarto de telecomunicaciones es indispensable tener un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS), para el almacenamiento de energía eléctrica en el

caso en que exista un corte de electricidad en la zona, este aparato ayudará a mantener activos los equipos de telecomunicaciones de tal manera que no sufran desperfectos ni cortes del servicio.

Este sistema de UPS es particular al existente en el generador eléctrico, ya que este se encargara únicamente de mantener encendidos a los equipos que conforman la red interna de telemedicina. Para calcular la potencia del UPS necesario a instalar en el cuarto de telecomunicaciones, hay que tomar en cuenta la potencia activa consumida por cada uno de los equipos que se encontraran protegidos por el UPS. En la Tabla 40, se detallan los mismos.

Tabla. 40. Potencia de los dispositivos protegidos por el UPS.

Dispositivo	Potencia Unitaria [W]	Potencia Total [W]
1 Router Cisco RV042 Dual WAN VPN	80	80
1 Switch Distribución CISCO SG500X-24-K9-NA	720	720
4 Switch acceso 24 puertos	310	1240
2 Switch PoE Telefonía	715	1430
1 Aire acondicionado	3520	3520
5 Servidores	350	1750
TOTAL		**8740**

Para una aproximación de la capacidad en KVA del UPS, se considera un factor de potencia igual a 0,9 [34], con lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Potencia\ [KVA] = Potencia\ [KW]/Factor\ de\ potencia}$$

$$Potencia\ [KVA] = 8{,}740/0{,}9$$

$$Potencia\ [KVA] = 9.7$$

$$Potencia\ [KVA] \approx 10$$

De esta manera se requiere la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de 10 KVA, para el cuarto de telecomunicaciones.

5.3.2.6 Sistema de puesta a tierra

Un sistema de cableado estructurado debe tener un sistema de puesta a tierra bien instalado y rigiéndose a la norma ANSI/TIA-607 "Requerimientos para aterrizaje y Conexión de Sistemas de telecomunicaciones en Edificios Comerciales" que propone características a considerar para proteger la integridad del personal, equipo electrónico, eléctrico y el cableado, protegiéndolos de cualquier voltaje o corrientes eléctricas externas. En la Fig. 44, se muestra el diseño de instalación del sistema de puesta a tierra en el cuarto de telecomunicaciones.

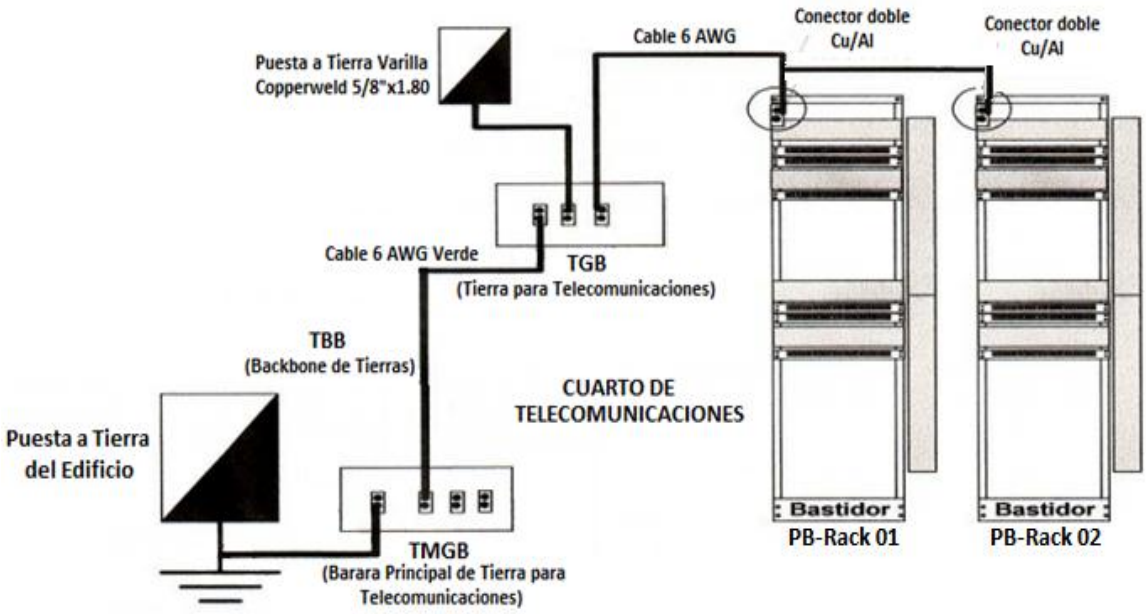


Fig. 44. Esquema gráfico de la puesta a tierra en el cuarto de telecomunicaciones.

Este tipo de protección de puesta a tierra, estará instalada en el cuarto de telecomunicaciones, utilizando una varilla COPPERWELD de 5/8" x 1.80m de alta camada, 256 micras, que deberá ser soldada con un conductor 6 AWG, y desde ese punto se distribuirá a la TMBG ubicado en el cuarto de telecomunicaciones *(refiérase al Anexo G)* en donde se distribuirá a los dos Rack de la planta baja mediante las TGB y a su vez mediante el TBB a la barra TGB del rack de la primera planta alta. En la Fig. 44, se muestra la distribución de la puesta a tierra para protección eléctrica en el cuarto de telecomunicaciones.

5.3.2.7 Cámaras IP

En el diseño se cuenta con la ubicación de 3 cámaras IP distribuidas de la siguiente manera:

- **Cámara IP-1:** Se ubicará en la entrada principal del Hospital Universitario, en el punto etiquetado como PB-R1-D010 *(refiérase al Anexo F)*, para seguridad.
- **Cámara IP-2:** Se ubicará en el quirófano en el punto etiquetado como PB-R1-D048 *(refiérase al Anexo F)*, para mantener comunicación con la sala virtual para que los estudiantes puedan presenciar las cirugías.
- **Cámara IP-3:** Se ubicará en el consultorio de Psicología, en el punto etiquetado como PA-R1-D005 *(refiérase al Anexo F)*, para monitorear al paciente psiquiátrico, dicho punto tendrá conexión con la sala virtual.

Estas cámaras nos proporcionaran dos servicios básicos en el Hospital:

1. Proporcionaran seguridad en el edificio y a su vez se podrá monitorear mediante la cámara de ingreso el número de personas que están dentro del Hospital.

2. La comunicación mediante videoconferencia ya sea interna (quirófano y psicología) o externa (telemedicina) para monitorear a un paciente o a su vez tener segundas opiniones en cuanto a diagnósticos médicos. Para esto se hace uso del Códec H.263 (ver Tabla. 29) que esta estandarizado por la ITU para la codificación de video.

La información del paciente es confidencial y por tal manera se requiere tener control en el acceso y autentificación de los usuarios, para asignar privilegios. Además para toda la red se deberá implementar políticas de seguridad para evitar que intrusos se conecten a la red y puedan obtener información no autorizada de la misma, mediante FIREWALLS de protección.

CAPÍTULO 6

PRESUPUESTO ECONÓMICO DE LA RED DISEÑADA

6.1 PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LA RED INTERNA DE TELEMEDICINA

En el presente capítulo se presenta el presupuesto económico general de la puesta en marcha del diseño propuesto. Dentro de los equipos propuestos para el diseño de la red interna de telemedicina para el Hospital de Motupe, incluyen todos los equipos, materiales, accesorios, capacitación e instalación, necesarios en el diseño del sistema. Entre ellos están materiales y accesorios de cableado estructurado, equipos de networking, equipos de la central telefónica, aire acondicionado, sistema de respaldo eléctrico (UPS), infraestructura para el cuarto de telecomunicaciones, equipo para el área de imagenología y memoria técnica.

Cada uno de los recursos, han sido presupuestados mediante proformas realizadas por empresas locales y nacionales. De esta manera teniendo el valor exacto de cada uno de los componentes para tener referencia del costo total.

Entre estas empresas están:

- Expertatel S.A.
- Electroinstalaciones A&A.
- SIC Electritelecom Cía. Ltda.
- Corsystel.
- Sisconet.
- Taller de cerrajería Romero.
- MEDWOW Equipamiento médico.

En las siguientes Tablas se describe y detalla la cantidad, costo unitario y costo total de los recursos necesarios para el funcionamiento del sistema.

Tabla. 41. Costo del cableado estructurado.

RECURSOS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
GABINETE CERRADO DE PISO 84`` 42U BEAUCOUP	2	Unidad	670,00	1.340,00
GABINETE DE PARED 7U 380*540*500 MM BEAUCOUP	1	Unidad	152,25	152,25
VENTILADORES	3	Unidad	3,40	10,20
PATCH PANEL 24 PUERTOS MODULAR CAT.6A SIEMON	5	Unidad	800,61	4.003,05
BANDEJA DOBLE BEACOUP	1	Unidad	22,30	22,30
BANDEJA SIMPLE BEACOUP	5	Unidad	10,80	54,00
ORGANIZADOR VERTICAL BEAUCOUP	4	Unidad	23,00	92,00
ORGANIZADOR HORIZONTAL CON CANALETA 60 X 80 19" 0.50 KG BEAUCOUP	10	Unidad	12,60	126,00
MULTITOMA HORIZONTAL 19" 4 TOMAS DOBLES 1.0KG BEAUCOUP	3	Unidad	30,00	90,00
CABLE UTP CAT. 6A BLINDADO SIEMON CMP	4575	Metro	2,01	9.195,75
CABLE UTP CAT. 6A BLINDADO SIEMON CMR	100	Metro	3,01	301,00
JACK DATOS CAT. 6A BLINDADO SIEMON	142	Unidad	18,00	2.556,00
JACK VOZ CAT. 6A BLINDADO SIEMON	68	Unidad	18,00	1.224,00
FACEPLATE DOBLES SIEMON (CASE)	44	Unidad	3,28	144,14
FACEPLATE SIMPLE SIEMON (CASE)	17	Unidad	3,28	55,69
AMARRAS PLASTICAS 15 CM	4	Funda	1,10	4,41
AMARRAS PLASTICAS 25 CM	3	Funda	2,78	8,35
PATCH CORD 1 METRO CAT. 6A BLINDADO SIEMON	110	Unidad	31,20	3.432,00
PATCH CORD 2 METROS CAT. 6A BLINDADO SIEMON	71	Unidad	34,30	2.435,30
CÁMARA IP TIPO DOMO WV-SC385P	3	Unidad	1.450,00	4.350,00
CANALETA LISA 20X12 MARFIL DEXSON	26	Unidad	1,39	36,24
CANALETA LISA 32X12 MARFIL DEXSON	15	Unidad	2,19	32,79
CANALETA LISA 40X25 MARFIL DEXSON	16	Unidad	4,86	77,81
ANGULO PLANO 20X12 MARFIL DEXSON	15	Unidad	0,32	4,75
ANGULO PLANO 32X12 MARFIL DEXSON	8	Unidad	0,44	3,48
ANGULO PLANO 40X25 MARFIL DEXSON	9	Unidad	0,82	7,34
CAJETÍN DE CANALETA MARFIL 40MM DEXSON	110	Unidad	1,42	156,20
TUBERÍA EMT ¾ REFORZADO	14	Unidad	1,84	25,76
TUBERÍA EMT 1 REFORZADO	12	Unidad	2,70	32,40
TUBERÍA EMT 1 ½ REFORZADO	10	Unidad	3,20	32,00
TUBERÍA EMT 1 ¼ REFORZADO	10	Unidad	3,50	35,00
TUBERÍA EMT 2 REFORZADO	7	Unidad	4,90	34,30
TUBERÍA PVC 3´´ POLITUBO	10	Unidad	3,80	38,00
CAJAS DE PASO 20X20X15	18	Unidad	5,98	107,64
CAJAS DE PASO 15X15X9	7	Unidad	4,37	30,59
BANDEJA METÁLICA 30cm X 8cm, incluye material e instalación	80	Metro	95,00	7.600,00
ARMADO DE RACK 42 U	2	Unidad	350,00	700,00
ARMADO DE RACK 7 U	1	Unidad	130,00	130,00
CERTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DATOS CAT. 6A.	110	Punto	50,00	5.500,00
TOTAL				**44.180,75**

Tabla. 42. Costo de los equipos de networking.

RECURSOS PARA EQUIPOS DE NETWORKING	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
ROUTER CISCO RV042G	1	Unidad	5.300,99	5.300,99
SWITCH ADMINISTRABLE CISCO SG500X-24-K9	1	Unidad	8.866,20	8.866,20
SWITCH CISCO SG100-24	4	Unidad	6.240,00	24.960,00
LICENCIA DE WINDOWS SERVER 2013	4	Unidad	978,00	3.912,00
SERVIDOR BASE DE DATOS HP ML350E GEN 7	2	Unidad	3.189,00	6.378,00
SERVIDOR WEB HP ML350E GEN 8	1	Unidad	3.089,00	3.089,00
SERVIDOR HIS/RIS/PACS HP ML350E GEN 5	1	Unidad	3.010,00	3.010,00
TOTAL				**55.516,19**

Tabla. 43. Costo de accesorios, e instalación de Telefonía IP.

RECURSOS PARA CENTRAL TELEFÓNICA	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
SERVIDOR HP PROLIANT DL 380 G7	1	Unidad	3.200,00	3.200,00
LICENCIA DE WINDOWS SERVER 2013	1	Unidad	978,00	978,00
GPX-280/285 GRANSTREAM TELÉFONO IP PoE	34	Unidad	150,00	5.100,00
CONFIGURACIÓN CLUSTER ASTERISK 34 EXTENSIONES	34	Unidad	85,00	2.890,00
SWITCH PoE CISCO 370X 24 PUERTOS 10/100Mbps	2	Unidad	3.950,00	7.900,00
PATCH PANEL 24 PUERTOS MODULAR CAT.6A SIEMON	2	Unidad	800,61	1.601,22
TOTAL				**21.669,22**

Tabla. 44. Costo de accesorios e instalación de Aire Acondicionado.

RECURSOS PARA AIRE ACONDICIONADO	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL (USD)
16000 BTU SPLIT PARED L.G. C/REMOTO R401a INVERTER	1	Unidad	2.458,80	2.458,80
TUBERÍA DE COBRE ACR 1/2	7	Metro	6,85	47,95
TUBERÍA DE COBRE ACR 3/8	7	Metro	4,65	32,55
TUBO FLEXIBLE 1/4 pulg x 50 pies	1	Rollo	75,00	75,00
TUBO FLEXIBLE 1/2 pulg x 50 pies	1	Rollo	130,00	130,00
RUBATEX 3/4 pulg x 7 pies	3,5	Unidad	3,90	13,65
REFRIGERANTE	6	Libra	7,72	46,32
VARIOS (MANGUERA DE DESAGÜE, PERNOS DE SUJECIÓN, CINTA DE ALUMINIO, TRANSPORTE Y BASES DE SOPORTE)	1	Unidad	270,00	270,00
MONTAJE E INSTALACIÓN DEL EQUIPO	1	Unidad	600,00	600,00
TOTAL				**3.674,27**

Tabla. 45. Costo de accesorios, e instalación del Sistema de Energía UPS.

RECURSOS PARA EL SISTEMA UPS	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
UPS EATON 10 KVA DOBLE CONVERSIÓN, INTERACTIVO 15 MINUTOS	1	Unidad	4.800,00	4.800,00
CONECTOR NEMA HEMBRA	1	Unidad	25,00	25,00
CONECTOR NEMA MACHO	1	Unidad	25,00	25,00
PERNO ENDIDO N 6	1	Unidad	9,80	9,80
VARILLA DE 5/8" X 1.80 ALTA CAMADA 256 MICRAS	1	Unidad	16,30	16,30
SUELDA CADWELD #90	1	Unidad	5,20	5,20
TUBERÍA EMT ¾ REFORZADO	13	Unidad	1,84	23,92
CANALETA LISA 20X12 MARFIL DEXSON	8	Unidad	1,39	11,15
CABLE 6 AWG TTU	50	Metro	3,10	155,00
INSTALACIÓN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA UPS	1	Unidad	150,00	150,00
TOTAL				**5.221,37**

Tabla. 46. Costo de accesorios, e infraestructura del Cuarto de Telecomunicaciones.

RECURSOS PARA CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
PISO FALSO 80 X 80	19	Unidad	14,00	266,00
POZO DE SISTEMA DE TIERRA UPS	1	Unidad	210,00	210,00
CERRAJERÍA ELECTROMAGNÉTICA, INCLUYE SENSOR.	1	Unidad	550,00	550,00
PUNTOS DE TOMAS DOBLES, INCLUYE INSTALACIÓN Y MATERIAL	6	Unidad	45,00	270,00
PUNTOS DE TOMAS REGULADOS SIMPLES, INCLUYE INSTALACIÓN Y MATERIAL	3	Unidad	53,00	159,00
TOTAL				**1.455,00**

Tabla. 47. Costo de equipos médicos y accesorios para el Área de Radiología y Cardiología.

RECURSOS PARA ÁREAS DE CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA	CANT	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
EQUIPO DE DIGITAL DE RAYOS X AXIOM LUMINOS DRF, SIEMENS	1	Unidad	120.000,00	120.000,00
EQUIPO DE ULTRASONIDO-ECOCARDIOGRAFÍA- SIEMENS X300	1	Metro	90.000,00	90.000,00
IMPRESORA DE PLACAS RADIOLÓGICAS DRYSTAR 5302	1	Unidad	6.500,00	6.500,00
COMPUTADOR HP 3,3 GHZ PARA ESTACIÓN DE VISUALIZACIÓN	2	Unidad	1.500,00	3.000,00
MONITORES SONY LMDDM30 3MP RADIOLOGY DISPLAY	2	Unidad	1.800,00	3.600,00
SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN DICOM STATION V30	2	Unidad	800,00	1.600,00
TOTAL				**224.700,00**

Tabla. 48. Costo de levantamiento de información y Memoria Técnica.

RECURSOS DE MEMORIA TÉCNICA	CANT.	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	1	Unidad	500,00	500,00
DISEÑO DE PLANO AS-BUILT	1	Metro	1.000,00	1.000,00
MANUAL DEL USUARIO	2	Unidad	300,00	600,00
CAPACITACIÓN PERSONAL	2	Personas	400,00	800,00
TOTAL				**2.900,00**

6.2 COSTO REFERENCIAL TOTAL DEL PROYECTO

Después de haber realizado todos los análisis técnicos que intervienen en el diseño de la Red Interna de Telemedicina para el Hospital Universitario de Motupe, se realiza el costo referencial total del proyecto. En la Tabla 6.9, se presenta la suma de los presupuestos anteriormente presentados, para obtener el costo total del proyecto.

Tabla. 49. Presupuesto total del diseño.

PRESUPUESTO TOTAL	
CABLEADO ESTRUCTURADO	44.180,75
EQUIPOS NETWORKING	55.516,19
EQUIPOS TELEFONÍA IP	21.669,22
AIRE ACONDICIONADO	3.674,27
UPS	5.221,37
INFRAESTRUCTURA CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	1.455,00
IMAGENOLOGÍA	224.700,00
MEMORIA TÉCNICA	2.900,00
MANO DE OBRA	10.000,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS	369.316,80
TOTAL COSTOS INDIRECTOS 10%	36.931,68
SUBTOTAL	406.284,48
IVA 12 %	48.749,82
COSTO TOTAL (USD)	**454.998,30**

De la Tabla 6.9, se tiene que el costo referencial del proyecto sería de: ***Cuatrocientos Cincuenta y Cuatro Mil Novecientos Noventa y Ocho, 30/100*** ($ 454.998,30) Dólares Americanos, incluyendo el 12% del valor del IVA, este costo incluye además el costo del presente estudio. Cabe resaltar que el costo se reduciría si no se incluyera el equipo de rayos x y ecocardiografía, a ***Ciento Noventa y Seis Mil Doscientos Setenta y Ocho, 30/100*** ($ 196.278,30) Dólares Americanos.

Conclusiones

- Mediante el análisis realizado de la tecnología e infraestructura existente en el Hospital Universitario de Motupe, se determinó los requerimientos y debilidades que hacen necesaria la propuesta del diseño de una red interna de telemedicina que cumpla con las normas establecidas y a su vez esté en capacidad de ampliar y mejorar los servicios de salud a la población, como lo dispone el PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR.

- Para ampliar los servicios del Hospital Universitario de Motupe, se realizó un análisis tecnológico del equipo médico necesario para la creación de las áreas de Radiología y Cardiología inexistentes actualmente. De esta manera facilitando el manejo, trasferencia y archivo de las imágenes en formato digital, garantizando el ahorro de películas radiográficas impresas las cuales requieren mayor cuidado en cuanto al manejo, archivo y revelado que produce un cierto grado contaminación mediante los químicos utilizados.

- Los sistemas de administración y manejo de la información médica (HIS/RIS/PACS), son una herramienta bastante robusta al estar integrados entre sí mediante una red de telecomunicaciones, facilitando la aplicación de múltiples sistemas tanto para la administración, respaldo y transmisión de la información, de tal manera que la red facilite los servicios como programación de consultas, telediagnóstico, adquisición de insumos, etc. permitiendo el desarrollo dinámico de la red integrada y facilitando el manejo del historial clínico electrónico de cada paciente y compartir información con instituciones de salud remotas, mediante los sistemas de telemedicina.

- La interoperabilidad de los sistemas de PACS con los sistemas de información médica HIS y RIS en el ambiente hospitalario, no solamente es necesaria sino que proporciona una serie de ventajas funcionales, de manera que permiten la comunicación directa de los datos que mejoran los procesos de diagnóstico y la

facilidad de acceso directo a la base de datos, tanto de imágenes médicas como de informes radiológicos. Esta integración e interoperabilidad no sería posible sin los estándares HL-7 que proporcionan la comunicación entre todos los sistemas y el estándar DICOM que realiza el registro de las imágenes adquiridas.

- La disposición del nuevo estándar ANSI/TIA-1179 aprobado en el año 2010, proporciona especificaciones y condiciones necesarias para la planificación, diseño e instalación de sistemas de cableado estructurado para el sector de la salud. Este estándar fue de gran utilidad durante el diseño de la red interna de telemedicina desarrollado en esta tesis.

- Una red de datos con aplicaciones de telemedicina en una institución de salud tiene grandes beneficios ya que ayuda a mejorar el sistema de atención y administración hospitalaria, mediante el manejo de la información en forma digital tanto en el sitio de trabajo como de forma remota (telemedicina), permitiendo el acceso rápido a la información del paciente, comparación de estudios, fácil manejo y acceso a las imágenes médicas mediante una sala de diagnóstico y visualización, reduce el gasto en cuanto al espacio físico para guardar el historial clínico y reportes médicos, reduce costos y gastos de películas radiográficas y el uso de químicos. De esta manera mediante una interfaz amigable con el usuario el sistema de red interna de telemedicina permite el flujo de trabajo óptimo sin la necesidad de utilizar películas ni papel, resultando una mejora en los servicios clínicos y libres de contaminación.

- En el país la política existente descrita en el Plan Nacional del Buen Vivir propone que los servicios públicos deben ser implementados de la mejor calidad y más aún cuando se trata de los servicios médicos que son aquellos que garantizan la salud integral de la población. De esta manera la inversión que implica la implementación de este diseño es justificada mediante los beneficios expuestos es esta tesis.

Recomendaciones

- Debido a que la información generada en los hospitales y los procesos de diagnóstico y telemedicina que se siguen son muy delicados y requieren una conexión continua con la red de internet, se recomienda para esto la contratación de dos proveedores diferentes del servicio, para que en caso de fallar uno de los proveedores, el otro pueda mantenerse activo sin tener el riesgo de quedarse totalmente incomunicado el Hospital, y de esta manera se pueda seguir operando mediante la red.

- Es recomendable que al momento de realizar la instalación y programación del router se realice la distribución del tráfico de red, priorizando los servicios de manera jerárquica, tomando en cuenta como primera prioridad la clase voz, segundo la clase video y tercero la clase datos, debido a que esta información puede permanecer mayor tiempo en cola a diferencia de los primeros que se verían afectados mayormente por la variación de retardo, garantizando de esta manera la calidad de servicio "QoS" de la red.

- Se recomienda la creación de VLANs para proveer seguridad en la red y permitir el flujo de paquetes mediante listas de acceso, de tal manera que permitan asignar segmentos de tráfico sobre los switchs en subredes separadas, asignando cierta cantidad de trafico de acuerdo a las áreas establecidas como: área de consultorios, área médica, administración, y pública.

- Debido a que la información generada y almacenada en la base de datos del Hospital es muy valiosa, es recomendable mantener un sistema de hardware de almacenamiento redundante que permita duplicar los datos durante del respaldo permitiendo hacer un "Backup" con característica espejo, que permitirá obtener copias idénticas que ayudaran a respaldar la fuente información segura, y a su vez es recomendable contratar un sistema "Cloud Computing" para el respaldo de la información en casos de desastres o fallo de la bases de datos del Hospital.

- Para un perfecto desempeño de la red y seguridad de los equipos que lo conforman, es necesaria la restricción del acceso público al cuarto de telecomunicaciones, en el cual solo se autoriza el ingreso del personal técnico encargado del mantenimiento de sistemas y telecomunicaciones del Hospital.

- Es necesario poner en perfecto estado y mantenimiento continuo al generador eléctrico y al sistema UPS existente en el Hospital, debido a que es importante tener una fuente generadora de energía eléctrica independiente, que en caso de que ocurra un corte del subministro eléctrico, éste pueda entrar en funcionamiento. Además de esto es necesario tener un sistema de respaldo UPS y protección a tierra independiente para el cuarto de telecomunicaciones, el cual respalde la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la red, y a su vez proteja de descargas eléctricas a los equipos de networking.

- Finalmente, se recomienda la implementación del diseño propuesto siguiendo cada una de las especificaciones planteadas, y a su vez la creación de un departamento de Biomédica y Tecnología en el Hospital Universitario de Motupe, de tal manera que se tenga personal capacitado dentro del Hospital, encargado del mantenimiento de equipos y a su vez del monitoreo del sistema de red interna, ya que en el caso de un desperfecto este pueda solucionarlo de inmediato. Así mismo este departamento estará encargado de orientar y capacitar al personal médico que hará la utilización de esta nueva red de servicio médico, para sacarle el mayor provecho y hacer uso de todas las ventajas que esta posee.

Referencias bibliográficas

LIBROS.

[1]. Aranda, J. (2010). ANÁLISIS MULTIFRECUENCIA DE SEÑALES BIOMÉDICAS. ppt

[2]. Arnon, C. (2000). *BIOMEDICAL SIGNALS: ORIGIN AND DYNAMIC CHARACTERISTICS; FRECUENCY-DOMAIN ANALYSIS.* CRC Press LLC. Ben-Gurion University. EEUU.

[3]. Chavarría, M. Lloret, R. (2009). *DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN.* Servicio de Radiodiagnóstico de Adultos. Hospital Universitario La Fe. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Valencia. España.

[4]. Chavarría, M. Lloret, R. (2009). Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica. *RADIOLOGÍA DIGITAL: PACS, TELERADIOLOGÍA Y ESTRATEGIAS EN RADIOLOGÍA*. España.

[5]. EsSalud. (2008). Boletín Tecnológico Evaluación de tecnologías en Salud. *DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS EN RADIOLOGÍA*. N° 26. Sub-Gerencia de Evaluación Tecnológica, Gerencia de Planeamiento y Evaluación de Inversiones, Oficina Central de Planificación y Desarrollo.

[6]. Fernández, F. Lara, F. (2003). *SISTEMA DE INFORMACIÓN HOSPITALARIA*. México: Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina.

[7]. Ferreira, V. Cifuentes, J. Cabrera, D. (2006). *APROXIMACIÓN A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN RADIOLÓGICO.* Cuba: Universidad Camilo Cienfuegos.

[8]. García, A. Isaza, J. Zapata, U. Roldan, S. (2005). *EJECUCIÓN DE UN SISTEMA PILOTO DE TELE-RADIOLOGÍA EN MEDELLÍN.* Colombia.

[9]. Huang. H.K. (2004). *PACS AND IMAGING INFORMATICS, Basic Principles and Applications*. (2da Ed.) Canadá: Editorial John Wiley & Sons.

[10]. IMI. Informática Médica Integral S.L. (2000) *RADIOLOGÍA DIGITAL, PACS TELERADIOLOGÍA Y ESTRATEGIAS EN RADIOLOGÍA. (Segunda parte. PACS).*

[11]. Joskowicz, J. (2011). *CABLEADO ESTRUCTURADO*. (Vers. 10). Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.

[12]. Kopec, A. Salazar, A. (2006). *APLICACIONES DE TELECOMUNICACIONES EN SALUD EN LA SUBREGIÓN ANDINA. TELEMEDICINA*. (2da Ed.). Lima, Perú: ORAS-CONHU.

[13]. Morell, L. (2011). *"PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE REGIRÁ EN EL CONCURSO POR PROCEDIMIENTO ABIERTO, CONVOCADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DE GESTIÓN SANITARIA, PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN (PACS + RIS), ASÍ COMO EL EQUIPAMIENTO Y LICENCIAS NECESARIAS, PARA EL NUEVO HOSPITAL DE CEUTA".* Ministerio de Sanidad y Política social. España.

[14]. MSPE. (2012). Ministerio de Salud pública del Ecuador, Subsecretaría Nacional de Gobernanza de la Salud Pública, Dirección Nacional de Articulación del Sistema Nacional de Salud y Red de Salud pública y Complementaria. *MODELO DE ATENCIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD*. Ecuador.

[15]. NEC-10. (2011). Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la construcción. *NEC-10 INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS*. (Cap 15). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Cámara de la construcción de Quito. Ecuador.

[16]. Onrubia, J. (2003). *DESARROLLO DE APLICACIÓN DICOM MEDIANTE LIBRERÍAS JDT (Java Dicom Toolkit*). (Madrid). Universidad Politécnica de Madrid.

[17]. RSNA-ACR, Radiology. (2012). La fuente de información sobre radiología para pacientes. *ULTRASONIDO GENERAL*.

[18]. SECRETARIA DE SALUD. (2006). *TELE-CARDIOLOGÍA*. (ver. 1.0.). México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica de salud de México.

[19]. Segarra, G. Espinoza, M. Maldonado, S. (2012). *VISIÓN GENERAL SISTEMAS INTEGRADOS.* Hospital Alemán-AGFA.

[20]. Senra, J. Broche, E. (2000). *SISTEMA DE GESTIÓN HOSPITALARIA. (*Ver 10.) Centro de Bioingeniería: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

[21]. TIA STANDARD. (2010). *ANSI/TIA 1179, Health Care Cabling.*

TESIS.

[22]. Carrillo, E. López, W. (2011). *ANÁLISIS, REDISEÑO DE LA RED LAN Y DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA DE VoIP BASADO EN SOFTWARE LIBRE (ASTERISK) PARA EL HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN DE LA CIUDAD DE QUITO.* Tesis para Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

[23]. Enríquez, C. (2008). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIÓN DE IMAGEN (PACS) EN LA PRÁCTICA CLÍNICA*. Tesis para Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

[24]. Guamán, E. (2009). *DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y DE SEGURIDAD MEDIANTE CÁMARAS IP PARA EL "HOSPITAL MUNICIPAL NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED".* Tesis para ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

[25]. Morales, M. (2005). *EL CABLEADO ESTRUCTURADO: UNA MÁS DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES DENTRO DEL DESARROLLO SISTEMÁTICO DE LA ARQUITECTURA MODERNA*. Tesis para Arquitecto, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. Guatemala.

[26]. Ruiz, I. (2006). *CONTRIBUCIONES A MODELOS DE TRÁFICO Y CONTROL DE QoS EN LOS NUEVOS SERVICIOS SANITARIOS BASADOS EN TELEMEDICINA.* Tesis Doctoral de Ingeniería Biomédica. Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, Dpto. de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, Centro Politécnico Superior Zaragoza. Universidad de Zaragoza. España.

[27]. Sánchez, D. (2008). *PROCESADO Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES BIOMÉDICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE TRASTORNOS Y ENFERMEDADES DEL SUEÑO.* Tesis doctoral, Universidad de Cádiz. Honduras.

PÁGINAS WEB

[28]. BLACKBOX NETWORK SERVICES. (2012). *ANSI/TIA 1179*. Documento en línea en: www.blackbox.com/resource/genPDF/White-Papers/Healthcare-Infrastructure-Standard.pdf. Acceso 20/11/2012.

[29]. SENA. (2010). *CABLEADO ESTRUCTURADO*. Documento en línea en: www.cabledadoestructurado.blogspot.com/2010/11/organismos-que-rigen-las-normas-de.html. Acceso 27/11/2012.

[30]. CABLING SYSTEM. (2012). MUTOAS. Documento en línea en: www.cabling-system.com/html/2006-10/4173.html. Acceso 12/12/2012.

[31]. CONSTRUNARIO. (2012). *BANDEJA METÁLICA*. Documento en línea en: www.construnario.com/catalogo/pequeno-material-electrico-sa-pemsa/productos. Acceso 13/12/2012.

[32]. SISTEMAS DE ATERRAMIENTO. (2012). *BARRAS DE TIERRA PARA TELECOMUNICACIONES*. Documento en línea en: www.dc428.4shared.com/doc/akSd33pW/preview.html. Acceso 08/12/2012.

[33]. ELECTRÓNICA CARIBE. (2013). *REPUESTOS ELECTRÓNICOS, SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CABLEADOS ESTRUCTURADOS*. Documento en línea en: www.electronicacaribe.com/catalog/index.php. Acceso 20/12/2012.

[34]. AUDIO MEDIOS. (2013). *DIFERENCIA ENTRE KVA Y KW*. Documento en línea en: www.escuelasuperiordeaudio.com.ve/Ampca/kva_y_kw.htm. Acceso 02/04/2013.

[35]. SCRIBD. (2013). *CÁLCULO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO*. Documento en línea en: www.es.scribd.com/doc/92604993/Calculo-de-para-Equipo-de-Aire-Acondicionado. Acceso 02/04/2013.

[36]. GMTYASOC. (2013). CATEGORÍAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO. Documento en línea en: www.gmtyasoc.com.ar/contenido/cableado.html. Acceso 22/11/2012.

[37]. HAWORTH. (2011). *PISO FALSO TEC-CRETE*. Documento en línea en: www.haworthbypapsa.com/piso-teccrete/. Acceso 22/01/2013.

[38]. HL7 INTERNATIONAL. (2013). *HEALTH LEVEL SEVEN INTERNATIONAL*. Documento en línea en: www.hl7.org. Acceso 18/11/2012.

[39]. INSELEC. (2013). *CAJAS DE PASO.* Documento en línea en: www.inselec.com.ec/content/product.php?id=231. Acceso 18/02/2013.

[40]. DXSTORM. (2013). *PACS ARCHIVE*. Documento en línea en: www.mdxcorp.com/Spanish/teleradiology_main_ce.html. Acceso 18/03/2013.

[41]. NEMA. (2012). *MEDICAL NEMA*. Documento en línea en: www.medical.nema.org/DICOM.html. Acceso 18/11/2012.

[42]. BLOGSPOT. (2010). *ESTÁNDARES TIA/EIA 568*. Documento en línea en: www.obedhr.blogspot.com/. Acceso 21/11/2012.

[43]. TERRA. (2011). *SISTEMA TELEFÓNICO*. Documento en línea en: www.personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm. Acceso: 28/11/2012.

[44]. RADIOLOGY INFO. (2013). *ULTRASONIDO GENERAL.* Documento en línea en: www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=genus#parte_diez. Acceso: 28/11/2012.

[45]. SANIDAD BILBOMÁTICA. (2008). *HEALTH LEVEL SEVEN HL7.* Documento en línea en: www.sanidad-bilbomatica.es/content/hl7. Acceso 27/11/2012.

[46]. SIEMON. (2013). *CABLEADO CATEGORÍA 6A.* Documento en línea en: www.siemon.com/la/category6a/zmax-6a-shielded.asp. Acceso 02/04/2013.

[47]. ALIBABA. (2013). *TUBERÍA CONDUIT EMT*. Documento en línea en: www.spanish.alibaba.com/product-gs/emt-conduit-pipe-tube-201612211.html. Acceso 02/01/2013.

[48]. TECNIT. (2008). *ACCESORIOS CAT 6A*. Documento en línea en: www.tecnit.com.ec/AccesoriosCat5E.htm. Acceso 02/01/2013.

[49]. BLOG. (2010). *VOICE ON BITS*. Documento en línea en: www.voiceonbits.com/2010/08/15/codec-bandwidth-calculation-g711g729/. Acceso 26/03/2013.

Anexos

A. EQUIPO MÉDICO EXISTENTE EN EL HOSPITAL DE MOTUPE

A.1 Equipo de Ecografía existente en el H. de Motupe

Fig. A. 1. Equipo de Ecografía existente en el H. Motupe.

A.2 Equipo de Electrocardiografía existente en el H. de Motupe

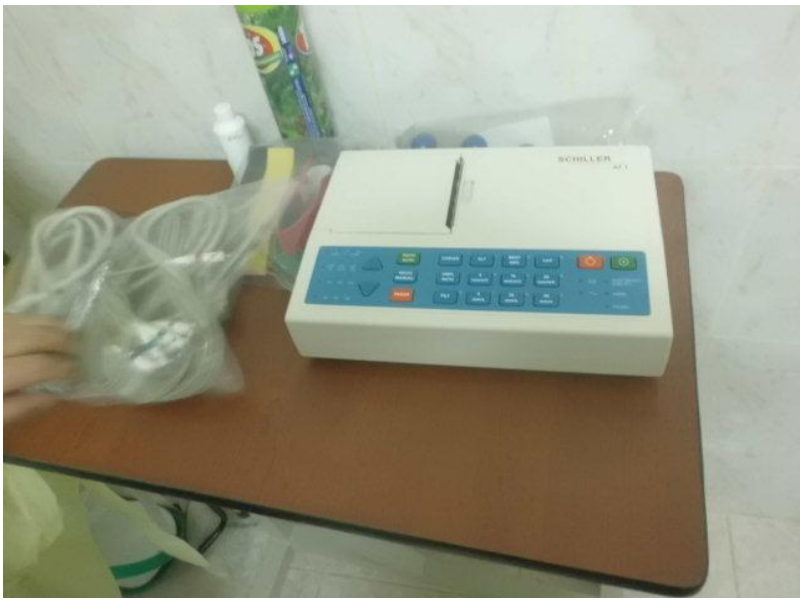


Fig. A. 2. Equipo de Electrocardiograma existente en el H. Motupe.

A.3 Equipo de Quirófano existente en el H. de Motupe

Fig. A. 3. Instalaciones existentes en el quirófano del H. Motupe.

A.4 Equipo de la sala de partos existente en el H. de Motupe

Fig. A. 4. Instalaciones existentes en la sala de partos del H. Motupe.

A.5 Archivo del H. de Motupe

Fig. A. 5. 1. Sistema de archivado de la información en el H. Motupe.

Fig. A. 5. 2. Sitio en donde se guarda la información de los pacientes en el H. Motupe.

B. EQUIPO MÉDICO PROPUESTO PARA LAS ÁREAS DE CARDIOLOGÍA Y RADIOLOGÍA

B.1 Equipo de Rayos X Digital

AXIOM LUMINOS DRF

Sistema de radiología con detector plano (FD)

- Marca: Siemens.
- Modelo: AXIOM LUMINOS dRF.
- Detector plano de: 43 cm x 43 cm.
- Operación remota, con detector Trixell.
- Potencia necesaria 400/440/480 VCA (+/-10%), 3 fases.
- Peso máximo del paciente 200 Kg.
- Matriz de adquisición a la tasa máxima de 1K x 1K/12-bit.
- Adquisición de la profundidad de bits de la imagen DR hasta 2048 x 1880 pixels/12-bit.
- Interfaz de red DICOM 3, compatible para la comunicación de imágenes mediante network.
- Comunicación con el sistema de archivo de imágenes PACS.
- Obtención de listas de trabajo y datos de los pacientes para administrar los sistemas RIS y HIS.
- Visualización con uno o dos monitores de HD de 19” monocromático con matriz 1280 x 1024 pixels.

B.2 Equipo de Ultrasonido-Ecocardiógrafo Digital

ECÓGRAFO SIEMENS X300

- Marca: Siemens.
- Modelo: X300.
- Aplicaciones: Cardiaco, Vascular, Obstetricia, Ginecología, Abdominal, Musculo esquelético, Urología.
- Modos de Imagen: Modo B, M, Doppler a color, Doppler de intensidad, Doppler espectral, Doppler PW, CW, 3D, 4D.
- Incluye monitor LCD a color de 15”.
- 2 puertos para sonda.
- Compatibilidad con DICOM 3.
- Teclado de altura graduable.
- Tecnología 3-Scape, 4D.
- Tecnología Autocolor, Módulo ECG.
- CD-RW, Ethernet, 2 puertos USB y puertos de salida de video.
- Sondas / Transductores.
- Sonda convexa CH5-2 [2 - 5 MHz].
- Sonda micro-convexa CH8-5 [5 - 8 MHz].
- Sonda cardiaca sector P4-2 [2 - 4 MHz].
- Sonda cardiaca sector P8-4 [4 - 8 MHz].
- Sonda lineal VF8-3 [3 - 10 MHz].
- Sonda lineal VF10-5 [5 - 10 MHz].
- Sonda lineal VF13-5 [5 - 13 MHz].
- Sonda lineal intraoperatoria VF13-5SP [5 - 13 MHz].
- Sonda intracavitaria EC9-4 [4 - 9 MHz].
- Sonda transvaginal EV9-4 [4 - 9 MHz].
- Sonda CW Doppler sin imágenes CW5 [5 MHz].
- Sonda CW Doppler sin imágenes CW2 [2 MHz].

C. MONITOR DE DIAGNÓSTICO PARA LA SALA DE VISUALIZACIÓN

LMDDM30
3MP Grayscale
Radiology Display

Pricing available upon request

UPC: 027242277212

MONITOR LMDDM30 3MP PARA IMÁGENES RADIOLÓGICAS

- Monitor monocromático de diagnóstico de alta resolución, para aplicaciones médicas en modalidades de imagen de, CR, DR, CT, MRI, Medicina nuclear, mamografía y ultrasonido (Ecografía y Ecocardiografía).
- Resolución para procedimientos de diagnóstico de imágenes con resolución de 1536 x 2048 pixeles 10-bits.
- Panel LCD con alta iluminación y contraste.
- Compatibilidad full DICOM GSDF Part 14, ideal para la compartición de imágenes de sistema PACS incluyendo CR.
- Tamaño de monitor de 21”, con resolución de 13 MP (1536 x 2048).

D. SOFTWARE PARA APLICACIONES MÉDICAS

D.1 Software de Visualización DICOM y administración de datos médicos e integración de los sistemas HIS/RIS/PACS

SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DICOM STATION

- Software para procesamiento, visualización, y manipulación de imágenes y datos en formato DICOM. Permite visualizar otros formatos como TIFF, JPEG, PDF, AVI y MPEG.
- Puede utilizarse como estación independiente de visualización o como un sistema de archivo de PACS, con visualización 2D y 3D, Visualización de informes, Herramientas de procesamiento, Módulo de administración, y Seguridad de datos.
- Ajuste de los niveles de gris mediante el mouse.
- Conexión con el RIS y HIS, con comunicación HL7 o XML, para el seguimiento e informado de los pacientes y flujo optimo del PACS siendo el RIS el que mantiene el control.
- DICOM Query/Retrieve para envío y recepción de imágenes desde otras estaciones.
- Función de “Guardar como” para guardar estudios validados.
- Intercambio de imágenes con otros programas Windows.
- Eliminación automática y configurable de los exámenes más antiguos.
- Permiso para acceder a imágenes desde otros PCs.
- Organización de las cuentas de usuario en niveles diferentes, para privilegios de usuario.
- Seguridad de datos mediante autentificación de usuarios únicamente registrados en el sistema.
- Impresión con conexión de impresora DICOM a color o en blanco y negro.
- Acceso completo a datos demográficos de los estudios.
- Requerimientos de Hardware: Procesador: Pentium IV, 2.4 GHz, RAM: 512 MB, Disco: 60 GB, Tarjeta gráfica: Matrox G450/550, Grabadora óptica DVD/D-ROM.
- Requerimientos de Software: Windows 2000 Professional con service Pack 4, o Windows XP.
- Es posible conectar varios tipos de monitores a la estación de trabajo de DICOM Station, mediante los cables, tarjetas gráficas y adaptadores necesarios.

E. IMPRESORA DE PLACAS RADIOGRÁFICAS

DRYSTAR 5302
Impresora

LA DRYSTAR 5302 ES UNA IMPRESORA DIGITAL DIRECTA CON PELÍCULAS DE DOS FORMATOS.

IMPRESORA DE PLACAS RADIOGRÁFICAS DRYSTAR 5302

- Impresora ecológica digital directa con películas de dos formatos de película en línea.
- Rendimiento.
  8 x 10 pulgadas: 140 hojas/hora (26 segundos por placa).
  11 x 14 pulgadas: 86 hojas/hora (24 segundos por placa).
  14 x 17 pulgadas: 75 hojas/hora.
  Tiempo de acceso primera película: 77 segundos aproximadamente (14 x 17 pulgadas 12-bits).
- Zona de diagnóstico.
  8 x 10 pulgadas: 2376 x 3070 pixeles.
  10 x 12 pulgadas: 3070 x 3653 pixeles.
  11 x 14 pulgadas: 3348 x 4358 pixeles.
  14 x 17 pulgadas: 4358 x 5232 pixeles.
- Resolución de impresión, Geométrica: 320 ppp, Contraste: resolución de contraste de 12 bits.
- Tipos de película.
  DRYSTAR DT2 B: base azul.
  DRYSTAR DT2 C: base transparente.
- Formatos de película.
  8 x 10 pulgadas, 10 x 12 pulgadas, 11 x 14 pulgadas, 14 x 17 pulgadas.
  Dos formatos en línea.

F. PLANOS DEL DISEÑO DE CABLEADO VERTICAL, HORIZONTAL Y ÁREAS DE TRABAJO

G. PLANOS DEL DISEÑO DE ACOMETIDA TELEFÓNICA, ACOMETIDA DE INTERNET Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA TELECOMUNICACIONES

1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ANTEPROYECTO DE TESIS

TEMA:

"DISEÑO DE UNA RED INTERNA DE TELEMEDICINA PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOTUPE"

AUTOR:

José Luis Espinoza Mora.

MODULO:

Décimo.

Septiembre de 2012

1. TEMA:

DISEÑO DE UNA RED INTERNA DE TELEMEDICINA PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOTUPE.

2. MOTIVACIÓN Y CONTEXTO

Los derechos básicos de los individuos deberían ser generalizados sin importar la clase social, el género o raza, para lograr una equidad y reducir la brecha existente en los sectores menos favorecidos, otorgando un trato digno y humano en la atención. Hace años atrás esto parecía algo imposible debido a la falta de recursos que corroborarán al olvido de los grupos o comunidades alejadas de las grandes ciudades, que por estar distantes eran las menos atendidas en situaciones de emergencias, atención, salud y educación. Todo esto se está logrando cambiar, proponiendo una meta que no resulta ser muy lejana, gracias a la integración y el avance tecnológico en la sociedad, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son una herramienta básica en la consecución de proyectos e iniciativas que surgen día a día para mejorar la calidad de vida.

El uso de las TIC en la medicina ha devuelto la esperanza en los sectores pobres, y con el uso de la llamada telemedicina se han creado grandes herramientas para disminuir la división entre habitantes de las ciudades principales y las zonas urbano-rurales que casi siempre son las menos atendidas. La Telesalud posee grandes ventajas en cuanto a la formación y atención médica a distancia, que ha sido una de las principales aplicaciones en cuando al diagnóstico y atención al paciente. La telemedicina no solo queda en esa aplicación, sino también que involucra el equipamiento tecnológico y médico adecuado acorde a los servicios que se brinden, además principalmente el manejo, respaldo y la centralización de la información médica, en un sitio en donde se asegure toda la información de manera que si se desea hacer un seguimiento a un paciente, se pueda acceder a la información de manera instantánea, mediante un ambiente virtual, que mejora al tradicional.

Para lograr que todo esto suceda, se deben involucrar iniciativas en las entidades públicas y privadas, así como el Ministerio de Salud Pública (MSP), el Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL) y Universidades, que aporten con ideas y soluciones, de tal manera que conjuntamente se logren atender las necesidades de salud que aún siguen existiendo en nuestro país. Tomando en cuenta esto, en nuestra nación, existen varios proyectos piloto que se están poniendo en marcha y es menester que como futuros profesionales y validando la Misión y Visión que propone nuestra carrera, estemos aportando con ideas y propuestas para el desarrollo del buen vivir en nuestra región y nación, es por eso que nace la iniciativa de proponer un diseño de Red Interna de Telemedicina para el Hospital Universitario Motupe, en la misma que debe constar el equipamiento médico necesario, estándares de calidad, normas, elementos del sistema de cableado estructurado y la integración de todas las fuentes de datos, así como las imágenes e información médica mediante sistemas PACS (Sistemas de Comunicación y Archivado de Imágenes), HIS (Sistemas de Información Hospitalaria), RIS (Sistemas de Información Radiológica), de esta manera haciendo que el Hospital Universitario cuente con equipamiento de última tecnología. De esta manera proponiendo un mejor servicio médico de acuerdo como lo dispone El Programa Nacional de Telemedicina y Telesalud [2] Liderado por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, mediante métodos que faciliten el tratamiento y diagnóstico inmediato, de manera que en casos de emergencia, los pacientes sean atendidos de mejor manera y no tengan que recurrir a otro hospital o clínica privada para el tratamiento y diagnóstico de sus enfermedades, las mismas que se podrían tratar en este hospital.

Por estos motivos, este trabajo de tesis se orienta a proponer un modelo de diseño que: Integre la información de diagnóstico, monitoreo, tratamiento, etc. de los escenarios médicos, rigiéndose a las normas y protocolos estándares, para mejorar y ampliar la atención a los habitantes de los barrios que conforman la parte del norte de la ciudad de Loja, proponiendo una plataforma tecnológica que soporte este modelo, siguiendo los criterios de integración de servicios en una sola infraestructura.

3. PROBLEMÁTICA

El Hospital Universitario de Motupe, es parte del Área de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja (UNL) y funciona mediante Convenio con la Dirección Provincial de Salud de Loja, el cual brinda sus servicios de salud en 28 barrios de la parte norte de la ciudad, cubriendo una población de aproximadamente 13 mil habitantes, es decir 2854 familias. Tomando en cuenta que en los diferentes barrios de Motupe existe un alto índice de riesgos como biológico, socioeconómico e higiénico, se considera un punto crítico de tratar.

Según los Indicadores de Sostenibilidad de la Provincia de Loja [1] muestran que, las enfermedades no transmisibles son la principal causa de muerte de la población de la provincia de Loja, representando un 68,2%, mientras que las muertes por diagnósticos mal definidos representan un 29,9%. Teniendo en cuenta esto como un riesgo al que puedan estar expuestos los pacientes, se pretende reforzar la capacidad de atención médica del Hospital Universitario haciendo uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), realizando una propuesta para reforzar los servicios que actualmente ofrece este hospital, como son: Endocrinología, Ginecología, Pediatría, Cirugía y Medicina General, y adicionar equipamiento médico moderno (de tipo digital) de cardiología y radiología en una red LAN (Local Área Network), la misma que concentre su funcionamiento en el respaldo y manejo de la información e imágenes médicas, en servidores propios del Hospital.

Se pretende con ello crear un precedente que sirva de modelo para cualquier organismo dedicado a la salud, obteniendo los mismos resultados exitosos dados en países desarrollados.

4. JUSTIFICACIÓN

El servicio de salud tradicional que el Hospital Universitario Motupe ofrece en la actualidad esta brindado por profesionales de salud del MSP y en su mayoría de la UNL (Universidad Nacional de Loja); Estudiantes de Pregrado y Postgrado del Área de la Salud Humana de la Universidad, que son quienes dan el tratamiento a los pacientes que recurren a esta casa asistencial. Sin desmerecer la capacidad de los galenos y estudiantes en el tratamiento y cuidado de sus pacientes en muchas de las ocasiones estos profesionales se ven obligados a enviar al paciente a otro hospital para que pueda ser tratado, debido a que no cuentan con una área de cardiología bien equipada, y como otro punto crítico de tratar, no cuentan con equipamiento de Radiología (rayos X).

El Hospital Universitario brinda servicios de baja y media complejidad a la comunidad norte de la ciudad, es un establecimiento de referencia, que brinda atención hospitalaria a una población de aproximadamente de 13 mil personas, en su área de influencia. El Hospital actualmente presta cinco servicios médicos en las especialidades de Medicina General, Endocrinología, Ginecología, Pediatría y Cirugía, donde tienen distribuidos sus especialistas y equipamiento médico para dar atención. Haciendo un análisis de la densidad de afluencia de pacientes, que acuden al Hospital Universitario en su mayoría son por Pediatría, seguido por Ginecología y Medicina General, tomando en cuenta que en estas se practica pruebas de cardiología y radiología, sería necesario la implementación de equipos como: Electrocardiógrafos, Ecografía, Radiografía y Tomografía, que son útiles en el tratamiento, monitoreo, diagnóstico y prevención de enfermedades. Por tal motivo para fortalecer, ampliar y complementar servicios de salud, se realizara una red interna que respalde en servidores toda la información del paciente generada desde el equipo médico, de tal manera que si se desea hacer el monitoreo o seguimiento de un paciente solo se tenga que acceder a dicha información guardada en su historial clínico. Para que todo esto suceda se planteara la adquisición de equipos médicos digitales, software de telemedicina basado en el estándar DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) para integrar los sistemas PACS, HIS y RIS, de acuerdo a las especificaciones

y estándares de cableado estructurado, y además de esto sería un buen comienzo para más adelante incluir muchos más servicios médicos.

El alcance social de este tema representa un reto desde el punto de inversión para la UNL, pero tomando en cuenta La POLÍTICA, MODELO Y PLAN NACIONAL DE TELEMEDICINA Y TELESALUD [2], especifica en el ítem de Financiamiento que la ejecución de los planes, programas y proyectos, enmarcados en la Política Nacional de Telemedicina/Telesalud, se considera prioritaria para el Gobierno Nacional. El acceso a las Telecomunicaciones a través de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), se establecerá como una política pública prioritaria y a ella contribuirá además del MSP las instituciones correspondientes como MINTEL, FODETEL, SEMPLADES, FAE, UNIVERSIDADES, IESS, Cooperación externa y otros. Donde la inversión necesaria para el despliegue no sea una preocupación.

5. OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar una red interna de telemedicina completa y moderna, para contribuir al mejoramiento de los servicios que ofrece el Hospital Universitario Motupe, orientada al manejo de la información médica generada, en una sola infraestructura de red, equipada con tecnología de punta, que aporte al mejoramiento del sistema de atención de los servicios públicos, a través del uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis actual del equipamiento médico con el que cuenta el Hospital Universitario con el fin destacar los requerimientos y limitantes en cuanto a tecnología.
- Realizar el diseño de la red LAN de los escenarios médicos, con las especificaciones y normas de cableado estructurado, orientada a integrar los sistemas HIS, RIS y PACS, en las áreas de radiología y cardiología propuestas.
- Analizar e investigar las tecnologías modernas para la elección adecuada del equipo médico, que permita la obtención de datos médicos de tipo digital, para cada una de las aplicaciones correspondientes.
- Definir un estándar de telemedicina que permita el manejo e interoperabilidad del sistema, de acuerdo a las aplicaciones y servicios con los que contara el Hospital.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 LA TELEMEDICINA

El desarrollo e integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ofrecen la posibilidad de desarrollar diversas plataformas de asistencia a través de internet para varias aplicaciones. El manejo de la información es el medio más importante para el desarrollo de las empresas, es así como, las instituciones de salud se han ido adaptando a los sistemas y tecnologías de la información para permitir el crecimiento y desarrollo de aplicaciones en comparación con las tradicionales.

El área de la salud y de la medicina, es en donde se presencia mejores resultados y beneficios en cuanto a la utilización de las TIC, debido que estas tecnologías traen consigo beneficios en cuanto a conectividad y accesibilidad que permiten el desempeño de la calidad de los servicios de salud.

6.1.1 Definición de telemedicina

La palabra procede del Griego (tele) que significa 'distancia' y medicina. La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono hasta la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real. Existe últimamente una revisión conceptual del término "telemedicina". Se entiende que el término "eSalud" es mucho más apropiado, en tanto que abarca un campo de actuación más amplio.

Existen algunas definiciones, las cuales proponen diferentes organizaciones u instituciones las mismas que involucran una relación directa con esta materia. Las que definen de manera confiable son la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Asociación Americana de Telemedicina (ATA).

6.1.1.1 Definición según la OMS

La OMS (Organización Mundial de la Salud) define a la Telemedicina como: *"El suministro de servicios de atención sanitaria, en los casos en que la distancia es un factor crítico, llevado a cabo por profesionales sanitarios que utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el intercambio de información válida para hacer diagnósticos, prevención y tratamiento de enfermedades, formación continuada de profesionales en atención a la salud, así como para actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de sus comunidades"* [7].

La telemedicina permite que un médico, o equipo médico, cuide a distancia la salud de un individuo o de un grupo de individuos, mediante el empleo de medios diagnósticos y terapéuticos manejados remotamente. La telemedicina es aplicable a todos los campos médicos, incluyendo cirugía. Sin embargo poca atención se ha prestado a sus aplicaciones más prácticas y sencillas que permiten la mayor reducción de costos con contundentes mejoras en eficiencia, calidad y cobertura.

6.1.1.2 Definición según ATA

Según ATA (Asociación Americana de Telemedicina) define a la Telemedicina como: "*El intercambio de información médica mediante comunicaciones electrónicas para la salud y la educación de pacientes o profesionales sanitarios y con el fin de mejorar la asistencia"* [6].

La telemedicina es la prestación de prácticas médicas a distancia, utilizando tecnologías de telecomunicaciones. Sirve para intercambiar información médica de cualquier tipo por medios electrónicos de comunicación, para la educación para la salud y para mejorar la calidad de las prestaciones médicas.

6.1.2 Servicios de la Telemedicina

La Telemedicina presta sus servicios que se basan en las TIC's para la transmisión de datos, audio e imágenes, relacionados con los servicios de salud [3]. La tabla 2 muestra la clasificación de los servicios generales que se tienen en la telemedicina.

SERVICIOS DE LA TELEMEDICINA		
Clasificación en el Tiempo	**Clasificación por el Servicio**	**Clasificación por Especialidad Medica**
Tiempo Diferido Tiempo Real	Teleconsulta Telediagnóstico Telecuidado-Teleatención Telemetría-Telemedida Teleeducación Teleadministración Teleterapia Telefarmacia Telecirugía	Teleradiología Telepatología Telecardiología TeleORL- Teleendoscopía Teledermatología Teleoftalmología

Tabla 1. Clasificación de los Servicios de Telemedicina. [3]

6.2 LA TELEMEDICINA Y TELESALUD EN EL ECUADOR

En nuestro país existe el Plan Nacional de Telemedicina y Telesalud, el cual es liderado por el Ministerio de Salud del Ecuador, en donde sus objetivos se resumen en contribuir a que el sistema nacional de salud llegue de manera universal y sin costo a toda la población ecuatoriana, con recursos tecnológicos de telemedicina y Telesalud. Garantizando calidad y eficiencia en su red pública. Este plan se inició en el 2010 y se extenderá a todo el país con la participación de sus actores principales que incluyen como rector al Ministerio de Salud del Ecuador y diversas instituciones públicas y privadas como MINTEL (MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES), SENPLADES (SECRETARIA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN), SENATEL (SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES), FAE (FUERZA AÉREA ECUATORIANA), universidades nacionales y miembros de la sociedad civil.

En el plan Nacional de Telesalud del Ministerio de Salud del Ecuador, existen diferentes fases de trabajo: La primera fase está contemplada en la implementación de la Telesalud en la Amazonia ecuatoriana, a través de la integración de hospitales provinciales, hospitales generales y de especialidad como consultantes y consultores, la conectividad se proveería por el Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador. Y la Segunda y tercera fase contempla el trabajo, a través de otras regiones a nivel nacional: sierra, costa Galápagos, integrándose y ampliándose con puntos privados ya existentes en las universidades [5].

Se han realizado una cantidad de esfuerzos para desarrollar programas de trabajo en el área de Telesalud, llegando a varias zonas del Oriente, pero aún quedan muchos lugares por atender, y no precisamente en zonas tan apartadas como la Amazonía sino también en barrios urbano marginales en donde los centros de salud se encuentran abarrotados de personas que buscan solución a sus problemas sanitarios que en muchos casos no encuentran porque el centro de salud no cuenta con recursos suficientes para atender sus necesidades.

Adicionalmente el MSP está trabajando en la creación e implementación de la Historia Digital, y el Proyecto de Educación Continua donde las Universidades tienen el rol vital para la formación de profesionales médicos y auxiliares, y la telemedicina podría ser una herramienta clave en la capacitación en salud.

6.3 LA TELEMEDICINA A NIVEL LOCAL

A nivel local existe la Universidad Técnica Particular de Loja que está impulsando proyectos de Telesalud rural, en la provincia de Zamora Chinchipe mediante un convenio con el Ministerio de salud Pública. Entre las zonas atendidas constan, en el cantón Yacuambi: La Esperanza, La Paz, Jembuentza, Tutupali y 28 de Mayo, en el cantón El Pangui: El Pincho, Pachicutza, El Zarza, Tundayme y El Pangui. De esta manera dando inicio al proyecto de Telesalud rural: “Telesalud UTPL TUTUPALY” el que al momento cuenta con 4 puestos base: Yacuambi, La Paz, La Esperanza y Tutupali, equipados con antenas satelitales que permiten la conexión directa las 24

horas al día, con el Hospital Universitario UTPL en Loja, así como acceso permanente a Internet y servicio de telefonía de VoIP [4].

6.4 ESCENARIOS DE TELEMEDICINA

6.4.1 Escenarios Simples

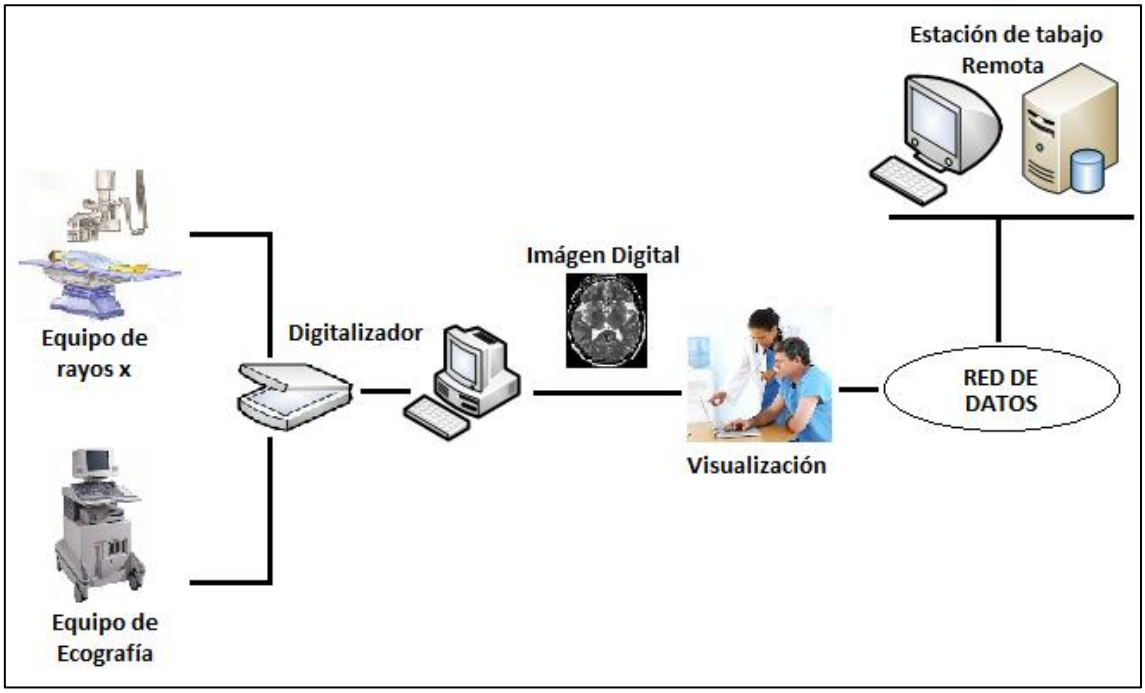


Figura 1: Ejemplo de escenario simple de telemedicina.

Los escenarios simples son más utilizados en medicina rural, debido a su sencillez y recursos escasos en comparación con los escenarios de telemedicina urbana, que poseen gran complejidad. En la Figura 1 se puede mostrar un escenario simple. Los equipos que se ven en la parte izquierda son en donde se da atención físicamente al paciente, y los equipos de la derecha de la figura son los puntos de referencia en donde se encuentra el médico especialista que hace el diagnostico. Toda la información obtenida desde (a) hasta (d), puede ser manejada mediante un computador, permitiendo almacenar, el historial clínico y la captura de las imágenes o señales proporcionadas por el equipo utilizado. Toda esta información recolectada, puede ser enviada mediante un sistema de telecomunicaciones (correo, fax, teléfono, etc.) a un punto de referencia donde se realice el respectivo diagnóstico de la

información enviada, y posteriormente después de su análisis o diagnóstico es enviado al punto de remisión por medio del mismo sistema de comunicación.

6.4.2 Escenarios Integrales

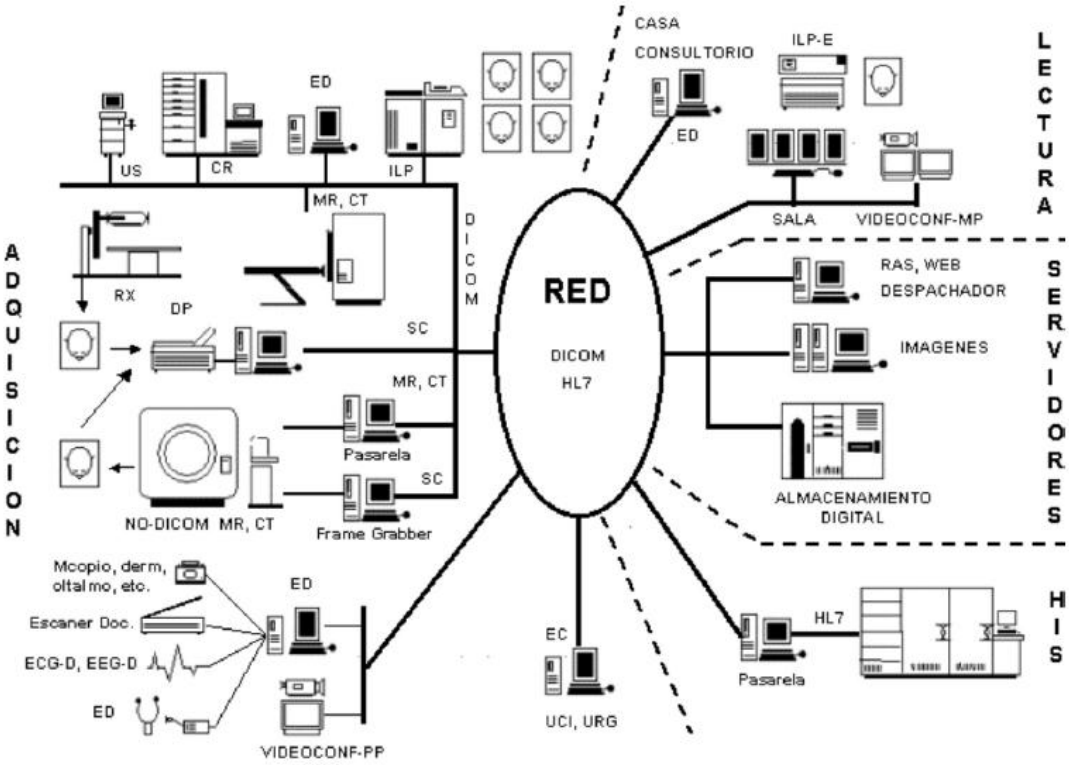


Figura 2: Ejemplo de escenario integral de telemedicina. [3]

Esta aplicación de escenarios se da en redes de telemedicina, donde se involucran varios usuarios conectados remotamente ya sean rurales o urbanos. Este tipo de arquitectura puede funcionar de dos maneras: En línea (On-line) a través de un servidor web o de Almacenamiento y envió (Store and Forward) mediante un servidor de sincronización y despacho de información.

6.5 LOS SISTEMAS PACS, HIS y RIS

Son sistemas de archivo y comunicación de imágenes diagnosticas de pacientes, este sistema está constituido por estaciones de trabajo integradas, en donde gestiona

los datos de archivos, comunicación y distribución de las imágenes. En la figura 3 se muestra la integración de estos sistemas.

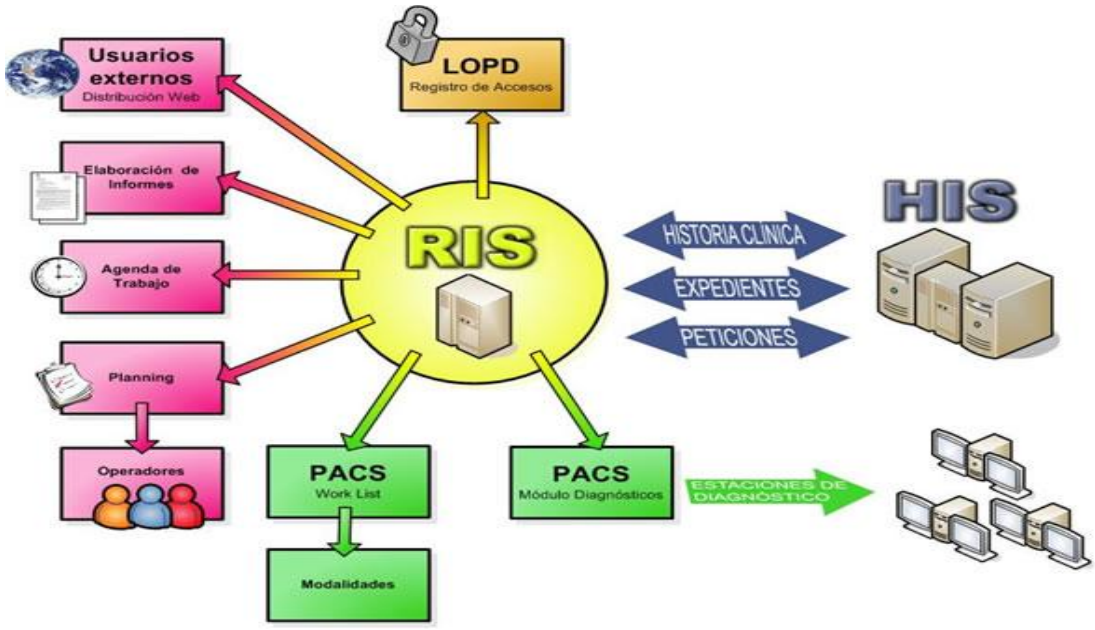


Figura 3: Integración de los Sistemas PACS, HIS y RIS en telemedicina. [8]

6.5.1 PACS (Picture Archiving and Comunication Systems)

Es un Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes, computarizado que sirve para el almacenamiento digital de imágenes médicas y para la transmisión a estaciones dedicadas a su visualización mediante una red informática. Este sistema PACS remplaza al manejo de las imágenes médicas que tradicionalmente se basan en copias impresas.

6.5.2 HIS (Hospital Information Systems)

Es un Sistema de Información Hospitalaria que asocia todos los datos hospitalarios, no lo radiológico. Tiene como propósito permitir la optimización de los recursos humanos y materiales para satisfacer las necesidades de las áreas operativas, administrativas, clínicas y de investigación en las organizaciones de salud. Además involucra la información de ingreso del paciente, turnos, consultorios externos, etc. El HIS puede ser compatible con otros sistemas mediante estándares como el HL7 (Health Level 7), este sistema está dirigido al área administrativa.

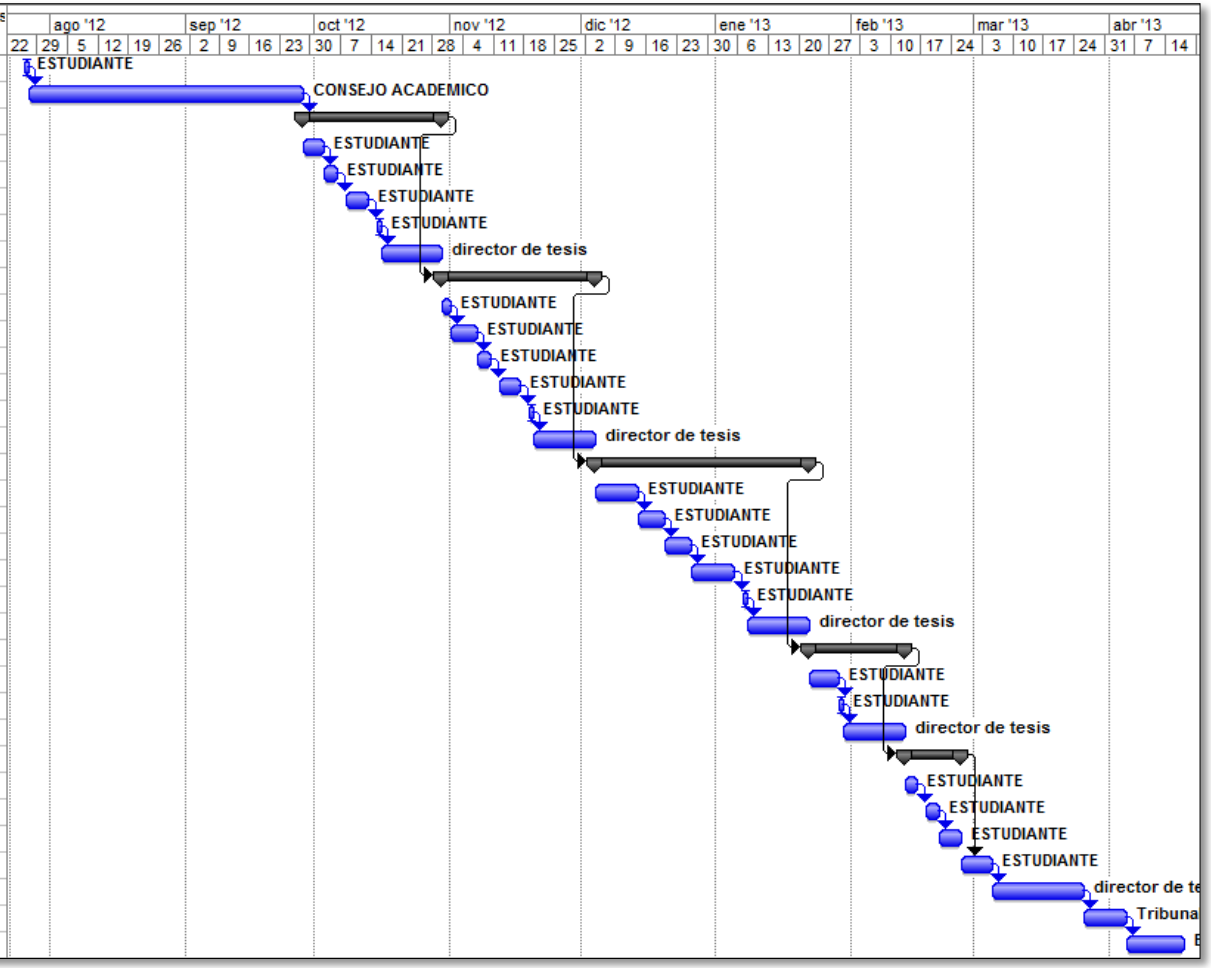
6.5.3 RIS (Radiology Information Systems)

Es un Sistema de Información Radiológica, contiene los informes y estudios realizados a los pacientes en las áreas de radiología. Tiene la finalidad de reducir los procesos de tratamiento de las técnicas radiológicas y gestionar todas las funciones que ha de realizar el personal de Radiología, empezando por la petición de pruebas radiológicas, pasando por la citación y su estudio y acabando en la elaboración de los informes correspondientes.

Para que el equipo radiológico pueda controlar, desde una estación de trabajo y a través de una sola aplicación, imágenes e informes, requiere la integración de los sistemas PACS y RIS para incrementar la productividad y la eficacia en los procesos de diagnóstico sin perder funcionabilidad de trabajo.

7. CRONOGRAMA

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Presentacion de perfil	1 día	jue 7/26/12	jue 7/26/12	
2	Aprobacion de perfil	45 días	vie 7/27/12	jue 9/27/12	1
3	**CAPITULO 1**	**22 días**	**vie 9/28/12**	**lun 10/29/12**	**2**
4	Consulta de paginas web	3 días	vie 9/28/12	mar 10/2/12	
5	Consulta de libros	3 días	mié 10/3/12	vie 10/5/12	4
6	Procesamiento de la informacion	5 días	lun 10/8/12	vie 10/12/12	5
7	presentacion del avance 1	1 día	lun 10/15/12	lun 10/15/12	6
8	Correccion 1	10 días	mar 10/16/12	lun 10/29/12	7
9	**CAPITULO 2**	**25 días**	**mar 10/30/12**	**lun 12/3/12**	**3**
10	Determinar criterios para diseño	2 días	mar 10/30/12	mié 10/31/12	
11	Selección de la tecnologia	4 días	jue 11/1/12	mar 11/6/12	10
12	Ternerminar aplicaciones y servicios	3 días	mié 11/7/12	vie 11/9/12	11
13	Estimacion de la capacidad del enlace	5 días	lun 11/12/12	vie 11/16/12	12
14	Presentacion del avance 2	1 día	lun 11/19/12	lun 11/19/12	13
15	Correccion 2	10 días	mar 11/20/12	lun 12/3/12	14
16	**CAPITULO 3**	**35 días**	**mar 12/4/12**	**lun 1/21/13**	**9**
17	Diseño del sistema de telecomunicaciones	8 días	mar 12/4/12	jue 12/13/12	
18	Descripcion de la red	4 días	vie 12/14/12	mié 12/19/12	17
19	Caracteristicas del enlace	4 días	jue 12/20/12	mar 12/25/12	18
20	caracteristicas de equipos de servicio	8 días	mié 12/26/12	vie 1/4/13	19
21	Presentacion del avance 3	1 día	lun 1/7/13	lun 1/7/13	20
22	Correccion 3	10 días	mar 1/8/13	lun 1/21/13	21
23	**CAPITULO 4**	**16 días**	**mar 1/22/13**	**mar 2/12/13**	**16**
24	Simulacion del Enlace	5 días	mar 1/22/13	lun 1/28/13	
25	Presentacion del avance 4	1 día	mar 1/29/13	mar 1/29/13	24
26	Correccion 4	10 días	mié 1/30/13	mar 2/12/13	25
27	**CAPITULO 5**	**9 días**	**mié 2/13/13**	**lun 2/25/13**	**23**
28	Presupuesto	3 días	mié 2/13/13	vie 2/15/13	
29	CONCLUCIONES	3 días	lun 2/18/13	mié 2/20/13	28
30	RECOMENDACIONES	3 días	jue 2/21/13	lun 2/25/13	29
31	PRESENTACION FINAL DE LA TESIS	5 días	mar 2/26/13	lun 3/4/13	27
32	APROVACION DIRECTOR DE TESIS	15 días	mar 3/5/13	lun 3/25/13	31
33	APROVACION TRIBUNAL	8 días	mar 3/26/13	jue 4/4/13	32
34	PRESENTACION EMPASTADOS	9 días	vie 4/5/13	mié 4/17/13	33



8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 MATERIALES

Se realizara el uso de catálogos, revista e internet para la consulta bibliográfica, y la obtención de las especificaciones del equipo médico que se utilizara como propuesta en la presente Tesis.

8.2 MÉTODOS

Se describirán los métodos que se adapten al diseño y uso de las herramientas y materiales, que permitirán el desarrollo esquemático de la investigación, y a cumplir con los requerimientos del sistema propuesto.

8.2.1 Método Analítico - Sintético

Mediante el método analítico se realizara un análisis del equipo médico existente en Hospital, para determinar el tipo de equipamiento necesario de acuerdo a la ampliación de servicios que propone este diseño, basándose en estándares médicos internacionales de calidad que garanticen una infraestructura médica moderna.

Con el método sintético, se realizara en síntesis la estructura del proyecto, tomando en cuenta cada uno de los aspectos técnicos, normas y estándares, con que debería contar el sistema de la red interna de telemedicina, integrando los sistemas PACS, HIS y RIS, en una sola infraestructura de red.

8.2.2 Método Deductivo

Con este método iremos de lo general a lo particular, permitiendo desarrollar todos los objetivos planteados para finalmente describir las conclusiones y recomendaciones que se lograron identificar durante la realización del diseño, para que sean tomadas en cuenta en una supuesta implementación del diseño.

9. PRESUPUESTO

En la Tabla 3, se detalla cada una de las actividades y costo que involucrara el desarrollo de la investigación de la Tesis.

ACTIVIDAD	COSTO (USD)
VIÁTICOS Y SERVICIOS	
Trasporte	300
Búsqueda de información en internet	300
Copias e impresiones	300
Llamadas telefónicas	100
Búsqueda de información bibliográfica	200
RECURSOS MATERIALES	
Adquisición de la información Hospitalaria	300
Material de oficina	50
RECURSOS HUMANOS	
Capacitación	200
Otros	200
GASTO TOTAL	**1950**

Tabla 2. Presupuesto para elaboración del proyecto de Tesis.

10. FINANCIAMIENTO

La elaboración del presente proyecto no tiene financiamiento por parte de alguna entidad pública o privada, debido a que no se desarrollara ninguna implementación ya que es un proyecto puramente investigativo y se presentara únicamente como una propuesta. Todos los gastos que involucren este estudio serán cubiertos en su totalidad por mi cuenta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

LIBROS.

[1]. GPL. GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA. (2012). *SISTEMA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DE LA PROVINCIA DE LOJA*. Ecuador.

[2]. Hermida, C. López, R. (2010). *POLÍTICA, MODELO Y PLAN NACIONAL TELEMEDICINA/TELESALUD*. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Ecuador.

[3]. Kopec, A. Salazar, A. (2006). *APLICACIONES DE TELECOMUNICACIONES EN SALUD EN LA SUBREGIÓN ANDINA*. (Ed. 2da). OPS/OMS. ORAS-CONHU. Bogotá, Colombia.

[4]. Ludeña, P. (2010). *HISTORIA DE LA TELEMEDICINA.* Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

[5]. Mijares, M. (2011). VITAE, ACADEMIA BIOMÉDICA DIGITAL. *HITOS Y DESAFÍOS DE LA TELEMEDICINA Y TELESALUD EN ECUADOR*. (Art. N° 47). Universidad Central de Venezuela. Venezuela.

PÁGINAS WEB.

[6]. SBRIBD. (2012). *TELEMEDICINA.* Documento en línea en: www.es.scribd.com/doc/13925864/Telemedicina. Acceso 10/07/2012.

[7]. ILUSTRADOS. (2011). *LA TELEMEDICINA, SU ESTRUCTURA, OBJETIVO Y VENTAJAS*. Documento en línea en: www.ilustrados.com/tema/6912/Telemedicina-estructura-objetivo-ventajas.html. Acceso 11/07/2012.

[8]. VALEN COMPUTER. (2012). *HEALTHCARE*. Documento en línea en: www.valen.es/cas/gowin_dgi.html. Acceso 13/07/2012.