



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACION:

ESTUDIO PARA LA APLICACION DE LA TELEMEDICINA EN CONSULTAS
Y DIAGNÓSTICOS A DISTANCIA EN EL HOSPITAL TEODORO
MALDONADO CARBO DE GUAYAQUIL

Previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones

ELABORADO POR:

Ing. Juan Miguel González Aguilar.

TUTOR:

MSc. Manuel Romero Paz

Guayaquil, 13 de Julio de 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Magíster **Juan Miguel González Aguilar** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones.

Guayaquil, 13 de Julio de 2015

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

MSc. Manuel Romero Paz

REVISORES:

MSc. Edwin Palacios Meléndez.

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

DIRECTOR DEL PROGRAMA

MSc. Manuel Romero Paz



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, JUAN MIGUEL GONZÁLEZ AGUILAR

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “ESTUDIO PARA LA APLICACION DE LA TELEMEDICINA EN CONSULTAS Y DIAGNÓSTICOS A DISTANCIA EN EL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO DE GUAYAQUIL”, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 13 de Julio de 2015

EL AUTOR

Ing. Juan Miguel González Aguilar.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

YO, JUAN MIGUEL GONZÁLEZ AGUILAR

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación de Maestría titulado: “ESTUDIO PARA LA APLICACION DE LA TELEMEDICINA EN CONSULTAS Y DIAGNÓSTICOS A DISTANCIA EN EL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO DE GUAYAQUIL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 13 de Julio de 2015

EL AUTOR

Ing. Juan Miguel González Aguilar.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios, a mis padres y a mis seres queridos, por ser quienes han estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día a día y superar cada uno de los problemas que se me han presentado, cada uno de los retos que se me han impuesto en el camino, porque siempre estuvieron conmigo en todo este recorrido para poder llegar a la meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por sus infinitas bendiciones en lo personal, y en lo laboral, por darme como premio el destino que me ha dado, por regalarme la maravillosa familia que tengo y todos mis seres queridos que son parte de este gran logro en mi vida.

A mis padres por brindarme todo su apoyo, por haberme inculcado los mejores valores que se puede tener en esta vida y de siempre ponerme las metas más altas, por sus sabios consejos en momentos difíciles, por todos sus sacrificios que han realizado por mí.

A mi Tutor de Tesis, Msc. Manuel Romero Paz, por su valiosa enseñanza, guía, paciencia y participación durante todo el proceso de desarrollo y revisión de tesis.

A todos mis profesores y compañeros de la maestría, por sus sabias enseñanzas y por compartir sus conocimientos, los cuales fueron de gran utilidad para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACION.....	II
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD.....	III
AUTORIZACION.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
CAPITULO 1: GENERALIDADES.....	12
1.1. INTRODUCCION.....	12
1.2. ANTECEDENTES.....	13
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. PROBLEMA.....	16
1.5. OBJETIVOS.....	16
1.5.1. General.....	16
1.5.2. Específicos.....	16
1.6. HIPOTESIS.....	16
1.7. RESULTADO.....	17
1.8. METODOLOGIA.....	17
CAPITULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19
2.1. DEFINICIÓN DE LA TELEMEDICINA.....	19
2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS TELEMÉDICOS.....	21
2.3.1. Clasificación general por tipo de servicio.....	21
2.3.1.1. Teleconsulta.....	21
2.3.1.2. Telediagnóstico.....	22
2.3.1.3. Teleeducación.....	22
2.3.1.4. Telecuidado - Teleatención.....	22
2.3.1.5. Telemetría - Teleatención.....	22
2.3.1.6. Teleadministración.....	23
2.3.1.7. Teleterapia.....	23
2.3.1.7. Telefarmacia.....	23
2.3.2. Clasificación en el tiempo.....	23
2.3.2.1. Tiempo diferido.....	23
2.3.2.2. Tiempo real.....	24
2.3.3. Clasificación por especialidad médica.....	24
2.3.3.1. Telecardiología.....	24
2.3.3.2. Teledermatología.....	25

2.3.3.3. Telerradiología.....	25
2.3.3.4. TeleORL – Teleendoscopia.....	25
2.3.3.5. Telepatología.....	25
2.3.3.6. Telecirugía.....	26
2.3.3.7. Teleoftalmología.....	26
2.4. TIPO DE INFORMACIÓN INTERCAMBIADA.....	26
2.5. ESCENARIO DE UN ENLACE DE TELEMEDICINA.....	27
2.6. BENEFICIOS DE LA TELEMEDICINA.....	29
2.6.1. Paciente.....	29
2.6.2. Médico Especialista.....	30
2.6.3. Médico Tratante o Remitente.....	31
2.6.4. Institución.....	31
2.6.5. Comunidad.....	32
2.7. TOPOLOGÍAS POSIBLES EN LA TELEMEDICINA.....	33
2.7.1. Centralizada.....	34
2.7.2. Jerarquizada sin Actualización.....	34
2.7.3. Referencia Jerarquizada – Transmisión Centralizada con Actualización....	35
2.7.4. Referencia Jerarquizada – Transmisión Jerarquizada con Actualización....	35
2.8. CARACTERÍSTICAS DE UN SERVICIO DE TELEMEDICINA.....	36
2.8.1. Información.....	37
2.8.2. Velocidad.....	37
2.8.3. Fiabilidad.....	40
2.8.4. Disponibilidad.....	41
2.8.4. Confidencialidad.....	41
CAPITULO 3: DISEÑO DE RED DE TELEMEDICINA.....	44
3.1. INTRODUCCIÓN.....	44
3.2. ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL DEL HOSPITAL.....	44
3.3. TENDIDO ACTUAL DE LA RED DEL HOSPITAL.....	46
3.3. ARQUITECTURA DE LA RED DE TELEMEDICINA.....	49
3.4. CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO DE LA RED DE TELEMEDICINA.....	51
3.4.1. Planificación.....	51
3.4.1.1 Estudio del lugar de instalación.....	51
3.4.1.2 Línea de vista.....	53
3.4.1.3 Potencia.....	55
3.4.2. Ancho de banda requerido para la red de telemedicina.....	56
3.4.3. Equipos.....	57

3.4.3.1 Equipos FSO.....	57
3.4.3.2 Switch Cisco 3560.....	62
3.4.3.3 Equipo de Telepresencia.....	64
3.4.3.4 Equipo de Teleradiología	65
3.4.3.5 Equipo de Telecardiología.....	66
3.5. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED.....	67
3.6. DISEÑO DE LA RED DE TELEMEDICINA MEDIANTE FSO	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72
GLOSARIO.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: PORTADA DE RADIO NEWS (ABRIL DE 1924).....	20
FIGURA 2.2: CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA.....	26
FIGURA 2.3: ESCENARIO SIMPLE DE UN SISTEMA DE TELEMEDICINA.....	27
FIGURA 2.4: TOPOLOGÍAS DE REDES DE TELEMEDICINA.....	36
FIGURA 3.1: FIBRA ÓPTICA DE 8 HILOS.....	44
FIGURA 3.2: UNIDADES DENTRO DEL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO.....	45
FIGURA 3.3: DIAGRAMA DE RED DEL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO.....	47
FIGURA 3.4: DIAGRAMA UNIFILAR VERTICAL DEL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO.....	48
FIGURA 3.5: ESQUEMA DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICO EN EL ESPACIO LIBRE.....	50
FIGURA 3.6: GPS GARMIN GPSMAP 76CSX.....	52
FIGURA 3.7: LINK HTMC – NUEVA CONSULTA EXTERNA.....	53
FIGURA 3.8: LINK HTMC – BUNKER RADIOTERAPIA.....	54
FIGURA 3.9: LINK HTMC – UNIDAD DE DIÁLISIS.....	54
FIGURA 3.10: UPS OUTDOOR.....	56
FIGURA 3.11: EQUIPOS FSO DE MARCA COMERCIAL.....	58
FIGURA 3.12: EQUIPO SONABEAM.....	59
FIGURA 3.13: SWITCH CISCO CATALYST WS-C3560G-24TS-S.....	63
FIGURA 3.14: CISCO TELEPRESENCE MCU 4200.....	64
FIGURA 3.15: DRYSTAR 5503 IMAGER.....	65
FIGURA 3.16: CARDIOCID D200.....	66
FIGURA 3.17: DISEÑO DE RED DE TELEMEDICINA MEDIANTE FSO.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: CLASIFICACIÓN POR TIPO DE INFORMACIÓN.....	37
TABLA 2.2: VELOCIDAD POR TIPO DE CONEXIÓN Y POSIBLES USOS.....	38
TABLA 2.3: TAMAÑO APROXIMADO DE ARCHIVOS MÉDICOS.	39
TABLA 2.4: NECESIDADES DE VELOCIDAD EN VIDEOCONFERENCIAS.....	39
TABLA 2.5: CLASIFICACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA POR VELOCIDAD DE LÍNEA.....	40
TABLA 2.6: CLASIFICACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA POR SU FIABILIDAD.	41
TABLA 2.7: CLASIFICACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA POR SU DISPONIBILIDAD.	41
TABLA 2.8 CLASIFICACIÓN DE UN SERVICIO DE TELEMEDICINA POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	42
TABLA 3.1: COORDENADAS DE LOS PUNTOS A INTERCONECTAR.....	52
TABLA 3.2: LINKS CON SU RESPECTIVO EQUIPO, DISTANCIA Y CAPACIDAD.....	55
TABLA 3.3: CLASIFICACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA EL USO DE LOS PRINCIPALES SERVICIOS DE TELEMEDICINA.	56
TABLA 3.4: COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE RED.	67

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

En el contexto internacional, la medicina del presente siglo XXI, es la de un mundo sometido a una serie de significativos cambios tecnológicos. Debido a los avances en la era de la información, la convergencia de tecnologías y la expansión y desarrollo de las comunicaciones, aparecen nuevas formas de intercambiar información que son fundamentales para estar a la par en el proceso de la competitividad, la misma que está dada no solo por la modernización en la infraestructura y en la capacitación del capital humano sino también en la innovación tecnológica ya que se conoce que en un país avanza en la medida que sus habitantes se adaptan a nuevas exigencias a nivel internacional.

En la actualidad, han aparecido nuevos conceptos tecnológicos como es el caso de la telemedicina, la misma que ha provocado un gran impacto en la sociedad debido a que ésta significa una vía para solucionar muchos de los problemas relacionados con la salud en sitios donde hasta ahora la solución de los mismos ha sido limitada por las distancias dado que esto ha obstaculizado la comunicación y el intercambio de información para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, evaluación e intercambio de información relacionada a investigaciones en salud, etc.

La telemedicina es definida como el brindar servicios médicos remotamente mediante técnicas informáticas y telecomunicaciones. Este servicio puede ser tan sencillo como dos médicos hablando acerca de un caso telefónicamente hasta el empleo de tecnologías de punta de telecomunicaciones e informática al efectuar consultas, establecer diagnósticos e incluso la realización de cirugías remotas y en tiempo real. Adicionalmente puede emplearse en educación, el envío de información médica a través de redes apropiadas, en este caso los estudiantes de medicina tienen la posibilidad de aprender semiología con apoyo de un docente y ante el paciente (Martinez, 2012).

Gracias a la telemedicina se pueden brindar los siguientes servicios:

- ✓ Aquellos adicionales e inmediatos mediante un especialista para tener una segunda opinión. (Assistance International, 2012)

- ✓ Diagnósticos instantáneos de un doctor especialista en un área específica. (Telesalud I.I.C.S. - U.N.A., 2012)
- ✓ Educación a distancia de estudiantes de enfermería y medicina. (Telesalud I.I.C.S. - U.N.A., 2012)
- ✓ Servicios de archivo digital de exámenes radiológicos, ecografías y otros. (Telesalud I.I.C.S. - U.N.A., 2012)

Lo cual conllevará a reducir el tiempo en cada uno de los servicios que se brinda, y disponer a la mayor brevedad posible de los resultados y atención del paciente, y a su vez reducir el costo de estos servicios brindados a ellos.

1.2. ANTECEDENTES

Desde 1900, la medicina ha sido usada a distancia y como prueba de esto existen instrumentos que fueron creados con esa finalidad, así por ejemplo los usados para la transmisión de rayos X a través del telégrafo en Australia; en estas actividades también han influido varios medios de comunicación alrededor del mundo.

Cerca de la década de 1950 surgió la aplicación de nuevas tecnologías por parte de la medicina, cuando la NASA desarrolló un sistema para constatar que los astronautas se encuentren en buen estado físico. Esto ha sido un punto clave para que se sigan desarrollando proyectos similares con el fin de reducir tiempo y distancias a la vez.

A pesar que el tiempo pasa, estos primeros proyectos aún siguen causando un gran interés en el ámbito de las telecomunicaciones permitiendo la evolución de las tecnologías más avanzadas, que ofrecen mayores oportunidades. (Kindelán, 2005)

En sus inicios, la telemedicina se aplicó principalmente en tareas aeronáuticas como es el caso de la “Misión Mercury” desarrollada en Estados Unidos desde 1960 a 1964, utilizando la telemetría fisiológica para realizar una revisión y regulación detallada de parámetros físicos de los astronautas.

Gracias a estos avances se ha conseguido establecer la importancia y empleo de la Telemedicina en el campo de la salud, de esta manera países desarrollados como

Inglaterra, Italia, Canadá, Suecia; Japón y Estados Unidos han fomentado el progreso de esta actividad desde los 70s.

Poco a poco y con ayuda de las Redes Telemáticas acopladas con los servicios de Internet y el desarrollo de vías de comunicación de alta velocidad expandidas por todo el mundo se ha hecho mucho más sencillo el avance y mejora de los sistemas de telemedicina.

Cabe recalcar que la Telemedicina está presente en varios sectores de la Salud en distintos países, siendo así una de las aplicaciones más importantes en los campos tecnológicos de la salud, la cual ofrece totalmente la experiencia médica en un futuro. (Scientific Electronic Library Online, 2011)

1.3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día resulta casi imposible que un país pueda desarrollarse, sin tener una gran tecnología en lo que respecta a la salud, como si la tienen la mayoría de países desarrollados, y esto se debe a la evolución de la tecnología mundial, ya que se vive una verdadera revolución de la misma.

El Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil presta los servicios de consulta externa, hospitalización y emergencia, siendo este un hospital público, tiene una gran afluencia de personas con distintos casos de enfermedades, los cuales necesitan de una atención óptima y de primer nivel. Esto ocasiona que muchas veces los profesionales de la salud que trabajan en dicho hospital se involucren en muchos casos de estudios de enfermedades no comunes y se vean ante la necesidad de comentar y dialogar con otros profesionales de esta rama en otras partes del mundo sobre dichos casos de mucha importancia donde necesitan una segunda opinión. Muchas veces los profesionales de la salud no pueden tener una mejor vigilancia de las funciones fisiológicas de los pacientes, lo que en ocasiones les impide dar un diagnóstico final del problema de dicho paciente. Además muchas veces los pacientes que se realizan radiografías pierden las mismas y es muy complicado para los médicos poder tratar a sus pacientes sin este material que les sirve para poder saber qué problema tienen ellos.

Al recibir muchos pacientes por día, el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil tiene muchos problemas en archivar las imágenes y casos de interés en una base de datos, debido a que la mayoría de datos se quedan en papel archivados en una carpeta, lo cual ocasiona problemas para los médicos al momento de ver el historial de sus pacientes para poder tratarlos de una manera eficaz y óptima.

Ante toda esta problemática surge la Telemedicina como solución ante todos estos problemas debido a que ésta ayuda a que los profesionales de la salud puedan consultar con otros profesionales en cualquier parte del mundo sobre casos de pacientes con enfermedades donde necesiten tener una segunda opinión para la toma de decisiones e incluso debatir sobre temas de gran impacto a nivel mundial sobre nuevas enfermedades y actualizar sus conocimientos mediante una videoconferencia. También se puede implementar la Teleconsulta, la cual ayudará al paciente puesto que no necesitará trasladarse hacia el hospital sino que podrá tener una consulta médica desde la comodidad de su casa a través de una videoconferencia con el médico que podrá tratar el caso de dicha persona.

Otra aplicación posible y de gran ayuda sería el telediagnóstico, el cual brindaría múltiples ventajas porque consiste en que se puede dar una evaluación médica de un paciente que se encuentre distante del hospital, lo que también permitiría llevar un control de las funciones fisiológicas de la persona atendida.

La telemedicina daría solución al problema del archivo de radiografías o imágenes con el servicio de almacenamiento digital o también llamado ficha electrónica, la cual consiste en un respaldo digital de documentos clínicos sean radiografías, exámenes y fichas médicas lo cual disminuiría el problema de almacenamiento de las carpetas con el historial clínico del paciente y sería de mucha ayuda para los diagnósticos que den los médicos hacia los pacientes, lo cual mostraría un beneficio hacia los mismos porque podrían ver dicha ficha electrónica en una página de internet o la misma sea enviada vía correo electrónico.

Además, la telemedicina ofrece el servicio de clases a distancia para los estudiantes de medicina o médicos residentes mediante una videoconferencia donde un profesor puede

dar clases a varios estudiantes viendo cirugías de otros profesionales en la rama que se encuentren en otro país.

1.4. PROBLEMA

La baja calidad de los servicios prestados en la atención para consultas y diagnósticos a los pacientes en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil afecta el bienestar de quienes acuden a ser atendidos en este centro de salud.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Diseñar un proyecto para la implementación de la telemedicina en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil, incluyendo un área para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan la comunicación de manera rápida y eficaz en la medicina acorde con las exigencias actuales de la modernización.

1.5.2. Específicos

1. Establecer la situación actual de las consultas y diagnósticos médicos en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil
2. Determinar los procedimientos de la Telemedicina para poder establecer la existencia de deficiencias en los procedimientos actuales.
3. Diseñar un Modelo de Red de Telemedicina para el mejoramiento de las consultas y diagnósticos de los médicos a partir del uso de tecnologías de información y comunicaciones en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil.

1.6. HIPOTESIS

La implementación de la telemedicina para brindar un servicio de consultas y diagnósticos a distancia permitirá mejorar la calidad de los servicios prestados a los pacientes en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil.

1.7. RESULTADO

Diseño de un proyecto para implementación de la Telemedicina para el servicio de consultas y diagnósticos a distancia para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil.

1.8. METODOLOGIA

Para realizar la investigación se recopilará y se consultará a autores tradicionales sobre el tema, tanto en lo referente a los procedimientos de la telemedicina, como la teleconsulta y el telediagnóstico, buscando la mejora en los servicios que reciben los pacientes. Para la investigación se utilizará los Métodos Teóricos y los Métodos Empíricos.

Dentro de los Métodos Teóricos se utilizará el Método Analítico – Sintético para analizar particularmente el problema de los pacientes al recibir las consultas y los diagnósticos en la actualidad, lo cual no está acorde con los avances tecnológicos que van mejorando con el transcurso de los días, lo cual haría que el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil sea competitivo con el resto de hospitales de Latinoamérica. Se Utilizará también el Método Inductivo – Deductivo, es decir el análisis de los datos particulares para sacar conclusiones generales, para posterior de éstas conclusiones generales llegar a una conclusión de tipo particular, como es elaborar un plan para orientar al sector de la medicina en Guayaquil, en especial al personal médico del Hospital Teodoro Maldonado Carbo, esto traerá como consecuencia poder establecer mejores condiciones de servicio para cada uno de los pacientes que serán atendidos.

Se utilizará también el Método Historico-Logico por que es necesario conocer el comportamiento de la telemedicina y sus derivaciones en periodo de 6 años, para demostrar su comportamiento, esta información va a determinar sacar verdaderas conclusiones en el presente.

Y por último en la investigación se utilizará también el Método Empírico a través de uno de sus instrumentos como es la encuesta que se debe realizar a los doctores y a los

pacientes a los cuales la telemedicina los beneficiaría, estructurando un cuestionario de preguntas relacionadas con la problemática del objeto de la investigación.

CAPITULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. DEFINICIÓN DE LA TELEMEDICINA

La OMS (Organización Mundial de la Salud) y la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) definen a la telemedicina de la siguiente manera:

"La Telemedicina es el suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye en un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención en salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven" (Cabo)

La telemedicina sirve para la atención médica a distancia usando nuevos métodos en tecnología de telecomunicaciones. Ayuda a la educación, a la salud y mejora la calidad en las prestaciones de servicios médicos mediante el traspaso de información por algún tipo de medio de comunicación.

Los beneficios que se pueden obtener gracias a la telemedicina suelen ser en lo relacionado a temas de reducción de tiempos de atención, tratamientos médicos y diagnósticos. También se obtiene la disminución de costo en traslados hacia un hospital, riesgos profesionales por parte de los médicos, y probabilidad de interconsultas.

Las telecomunicaciones sumadas a la medicina son lo que se conoce como telemedicina en donde un médico y su paciente pueden estar en lugares diferentes usando un sistema de tecnología de comunicaciones. No puede ser tomado como telemedicina que un paciente envíe una radiografía a su doctor por correo y después este responda el resultado de la lectura de la misma.

2.2. HISTORIA DE LA TELEMEDICINA

Durante el mes de Abril del año 1924 la revista Radio News mostraba como portada a un profesional de la salud que revisa a un paciente a través de una máquina que contiene una pantalla y un altavoz. Tal como se muestra en la Figura 2.1. Luego de esto en el año

de 1951 en una feria en la ciudad de New York se mostraba un sistema que permitía intercambiar información médica entre dos estados diferentes. En el año de 1967, se establece la primera estación de telemedicina entre el Hospital de Massachusetts y el aeropuerto Logan de Boston, lo que contribuyó a una gran experiencia que logró probar la eficacia del sistema que utilizaba un circuito audiovisual bidireccional a través de las ondas.

Luego de diez años después del experimento antes mencionado, la tecnología logró el primer programa internacional de Telemedicina que se llamó Space Bridge entre la NASA (National Aeronautics & Space Administration) y Armenia. Las conexiones de este programa se realizaron usando un video en una sola dirección, mientras que un fax y voz de forma bidireccional entre cuatro hospitales de Estados Unidos y un centro médico en Armenia.

En el continente Europeo se realizó un servicio de telemedicina en anatomía patológica que lograba obtener información sobre la existencia de tumores y otras patologías, esto fue realizado por el doctor noruego Steinar Pdersen en la ciudad de Tromso.



Figura 2.1: Portada de Radio News (Abril de 1924)

Fuente: (Autor)

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS TELEMÉDICOS

La telemedicina se ha ido desarrollando a través del tiempo, destacando las siguientes áreas que dan más apoyo a la medicina:

- **La consulta en tiempo real:** Esto permite que un doctor pueda ver y debatir los síntomas de un paciente que está siendo revisado por otro doctor a distancia. Esto toma forma como una aplicación futura, cuando aspectos como la acreditación, la responsabilidad y las formas de pago sean normalizadas.
- **El Diagnóstico:** Es un área de la Telemedicina va acompañada de elementos computacionales como los sistemas expertos a distancia, que contribuyen al uso de base de datos en línea o al diagnóstico de un paciente, lo cual ayudará a la toma de decisiones por parte del personal médico.
- **El control a distancia:** Trata de la transmisión de información del paciente para ser revisados a fondo por personas especializadas que se encuentran encargadas del cuidado de dicho paciente. La información del paciente puede ser: ECG (Electrocardiograma), datos clínicos, radiografías, entre otros. Esta aplicación es de mayor uso en la actualidad.

2.3.1. Clasificación general por tipo de servicio

Las aplicaciones Telemédicas han cambiado a medida que se ha desarrollado más tecnología. Actualmente podemos encontrar las siguientes:

2.3.1.1. Teleconsulta

Se trata de Teleconsulta cuando los médicos especialistas de un hospital dan una segunda opinión sobre algún caso de un paciente a otra institución hospitalaria ubicada en otro lugar. Los especialistas de la salud de estos dos hospitales comparten el historial clínico del paciente y discuten las condiciones del paciente de forma interactiva. Luego de esto se realiza un diagnóstico final después de la realización de un debate entre los médicos. La Teleconsulta usa un sistema síncrono de videoconferencia de dos vías, un mecanismo para compartir los documentos que son necesarios para la consulta y para que los médicos puedan participar de una conversación cara a cara.

2.3.1.2. Telediagnóstico

El Telediagnóstico es algo parecido a la Teleconsulta, debido a que el médico realiza un diagnóstico de acuerdo a la información recibida. La gran diferencia entre el Telediagnóstico y la Teleconsulta es que el primero necesita de una alta calidad de datos y de imágenes para obtener un diagnóstico ideal, mientras que el segundo necesita de un entorno interactivo de conferencias. Se puede realizar de forma asíncrona el telediagnóstico, esto quiere decir que el médico puede realizar el diagnóstico de la mejor manera para luego poder enviar un informe del diagnóstico hacia el hospital que envió la información.

2.3.1.3. Teleeducación

En la Teleeducación el especialista de la institución receptora juega el papel de estudiante, respecto a los conocimientos avanzados que tiene el médico de la institución emisora. Estos conocimientos pueden ser transmitidos a través de la teleconferencia, usando el sistema de videoconferencia en tiempo real. Adicionalmente se pueden transmitir materiales médicos de enseñanza de forma de texto digital multimedia presentado en una Web.

2.3.1.4. Telecuidado - Teleatención

Se trata del cuidado de los pacientes en casa que son asistidos por enfermeras pero de forma remota desde otro punto gracias al uso de equipos de videoconferencia o parlantes que son conectados por vía telefónica cuando el paciente activa una alarma inalámbrica de pánico que siempre debe llevarla con él. Esto se realiza para fines de la educación y para prevenir complicaciones con pacientes con cuidado ambulatorio (Betancourth).

2.3.1.5. Telemetría - Teleatención

Permite el monitoreo de los signos vitales: ECG (Electrocardiograma), EEG (Electroencefalograma), EMG (Electromiograma), Temperatura, Presión Arterial, Oximetría, Espirometría y exámenes de laboratorio mediante punción digital para

medición de enfermedades metabólicas que requieren controles frecuentes (Betancourth).

2.3.1.6. Teleadministración

Es aplicada a los sistemas de gestión de salud para realizar a distancia la administración de procesos tales como referencias, control de citas, remisiones, inventarios, facturación, planeación estratégica y orientación al usuario para brindar una mejor calidad en el servicio (ConsultorSalud, 2015).

2.3.1.7. Teleterapia

Se puede utilizar por medio de sistemas de videoconferencia para realizar tratamiento y consulta de pacientes para (ConsultorSalud, 2015):

- Telepsiquiatría
- Teleprescripción
- Teleoncología
- Telefisioterapia

2.3.1.7. Telefarmacia

Es realizada mediante diversos tipos de sistemas de comunicación para procesos de facturación, prescripción, dispensación y seguimiento de fórmulas elaboradas para los pacientes (ConsultorSalud, 2015).

2.3.2. Clasificación en el tiempo

Esta clasificación toma énfasis en el momento en que se tiene una intervención médica a distancia y una comunicación entre el proveedor del servicio y el cliente. Podemos clasificar de la siguiente manera:

2.3.2.1. Tiempo diferido

Se trata cuando el cliente de un servicio de Telemedicina no se encuentra en comunicación directa con el proveedor de dicho servicio, esto quiere decir que el cliente esta off line (fuera de línea). Este tiempo diferido se conoce como la modalidad de

almacenamiento y envío, ya que el proveedor del servicio guarda todas las solicitudes de telemedicina y en un tiempo dado las atiende, luego de terminar el trabajo envía los resultados al cliente.

2.3.2.2. Tiempo real

Se trata de lo contrario al tiempo diferido, en este caso el cliente de un servicio de Telemedicina se encuentra en comunicación directa con el proveedor de servicio a través de un medio de comunicación. Esto requiere un gran ancho de banda. La Telemedicina en tiempo real tiene dos herramientas básicas que son:

- **Aplicación interactiva:** Trata de programas de software que utilizando un protocolo determinado permite sincronizar dos aplicaciones remotas para que los actores de la Telemedicina puedan compartir información.
- **Videoconferencia:** Trata del sistema común de videoconferencia interactiva a través de cámaras de video.

2.3.3. Clasificación por especialidad médica

Esta clasificación divide a la Telemedicina por cada tipo de especialidad en el campo de la Medicina. Podemos clasificar de la siguiente manera:

2.3.3.1. Telecardiología

A través de tipos de mecanismos de comunicación es posible realizar a distancia procedimientos típicos y transmitir sus datos a distancia como los siguientes (Betancourth):

- ECG.
- Ecocardiograma (2D, 3D, fijas, dinámicas), Angiografía.
- Sonidos cardíacos.

2.3.3.2. Teledermatología

Consiste en consultas a distancia. En esta el especialista en el área de Dermatología utiliza el procedimiento de videoconferencia para observar al paciente en tiempo real, además de pueda recibir fotografías de tipo digital en tiempo diferido.

2.3.3.3. Telerradiología

Una de las especialidades que más se utiliza en la Telemedicina es la Telerradiología. Esto debido a que no es indispensable que el radiólogo esté en contacto con el paciente, siendo ideal para trabajar remotamente. El proceso de captura de información se facilita debido a que algunas modalidades de la Telerradiología son digitales. Las especialidades más utilizadas son las siguientes (Betancourth):

- RX – Radiología convencional.
- CT- Escanografía (TAC – Tomografía Axial Computada).
- MR – Resonancia Magnética
- NM – Medicina Nuclear.
- US – Ultrasonido (Ecografía)

2.3.3.4. TeleORL – Teleendoscopia

La especialidad de otorrinolaringología (ORL) realiza exámenes por medio de sistemas de endoscopia por fibra óptica que se encuentran conectados a un sistema de videoconferencia o digitalización de imágenes de video que serviría con fines educativos o de diagnóstico (Betancourth).

2.3.3.5. Telepatología

Esta especialidad trabaja mediante imágenes, de formato digital o de video, que son obtenidas mediante la parte del ocular de un microscopio. Las imágenes pueden salir de estudios de los siguientes tipos:

- Anatómico: Citología, Autopsias, Punciones, Biopsias y Especímenes de cirugía.

- Tipos de exámenes anexos a la historia del paciente y de origen clínico: Análisis de orina, Hematología, Microbiología, Citogenética y Banco de Sangre (Betancourth).

2.3.3.6. Telecirugía

La Telecirugía es una cirugía asistida por sistemas robotizados que dan mayor seguridad al acto quirúrgico como la cirugía de corrección de vicios de refracción ocular como la miopía. Además ya se han realizado cirugías aisladas a distancia, que tienen indicaciones específicas como la cirugía en campo de batalla durante una confrontación bélica (Betancourth).

2.3.3.7. Teleoftalmología

Es posible efectuarla a través de procesos de oftalmoscopios enlazados a un medio de videoconferencia o mediante digitalización de imágenes de video para realizar diagnósticos de fondo de ojo para la prevención y seguimiento de enfermedades metabólicas.

2.4. TIPO DE INFORMACIÓN INTERCAMBIADA

Los servicios de Telemedicina suelen ser de forma multimedia mediante los tipos de datos asociados. Para una buena evaluación se necesita conocer la naturaleza y generación, esta información puede ser de tres tipos: señales de tipo fisiológico o funcional, texto, imágenes de tipo anatómico y video. Un esquema donde se involucra la información que se intercambia y la clasificación de los servicios médicos se muestra en la Figura 2.2.

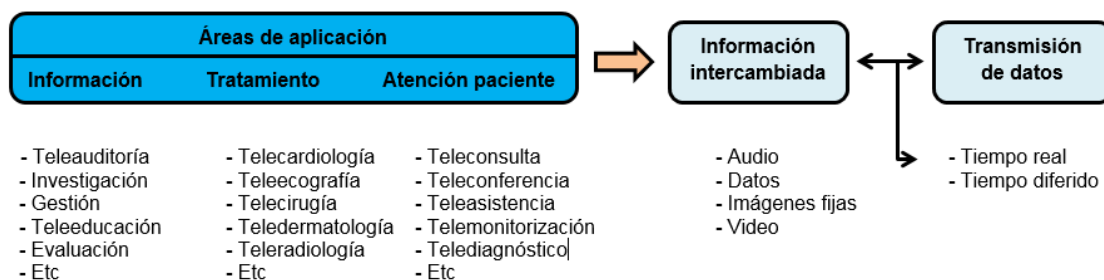


Figura 2.2: Clasificación de los servicios de Telemedicina

Fuente: (Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

2.5. ESCENARIO DE UN ENLACE DE TELEMEDICINA

Dentro de un escenario de telemedicina común, se utiliza un enlace para que los diferentes usuarios puedan hacer uso de las aplicaciones médicas. Tal como se muestra en la Figura 2.3.

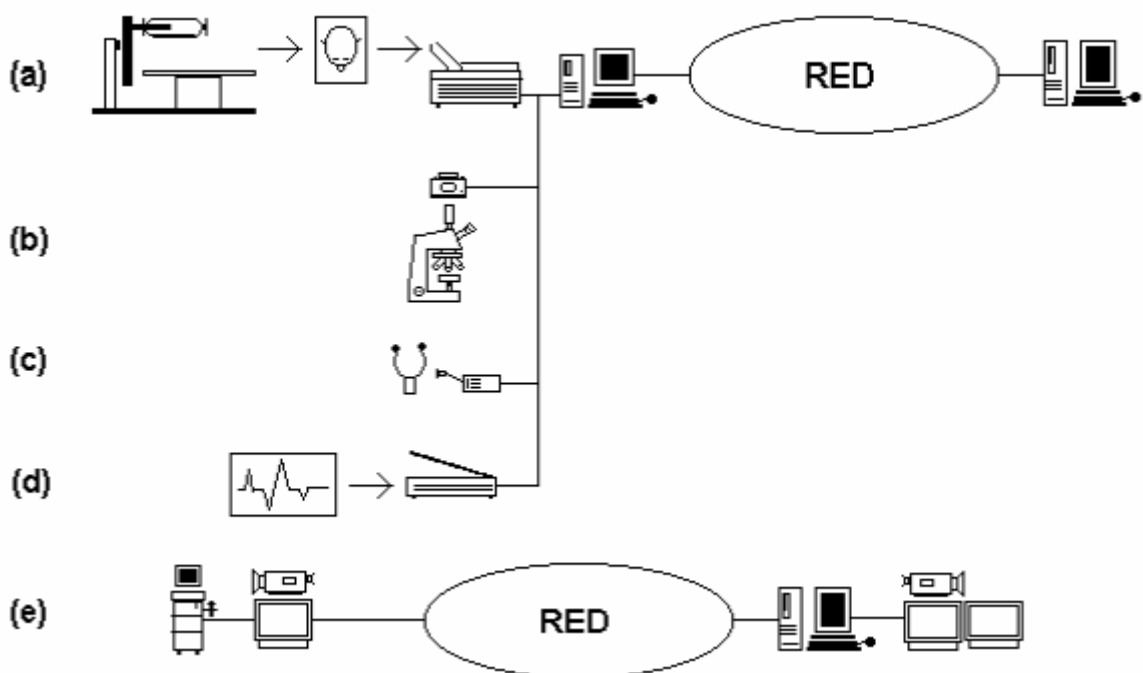


Figura 2.3: Escenario simple de un sistema de Telemedicina

Fuente: (Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

Los equipos ubicados en la parte izquierda pertenecen a la institución remitora, lugar donde está el paciente, los equipos de la parte derecha son del centro de referencia, lugar donde está el especialista que efectuara el diagnóstico. En los casos A al D se asume que se posee un sistema computarizado, donde se puede almacenar los historiales clínicos, además de capturar los estudios de imágenes y señales.

Los resultados médicos almacenados de las pruebas realizadas viajan al centro de referencia, lugar donde se realizará el diagnóstico, dicho diagnóstico puede ser enviado

a través de la red a la institución remitora, la cual puede ser en tiempo diferido y si es necesaria se la remite en tiempo real.

La tecnología usada en la red de comunicación va a depender de la demanda del centro de referencia y la institución remitora, (Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010) a continuación se detalla cada caso:

- “Caso A: Se toma de una radiografía convencional, se revela, se pasa por un digitalizador y de allí a un PC; por medio de la red se manda al centro de referencia.
- Caso B: Se examina una preparación de patología en el microscopio y a medida que se seleccionan las imágenes de interés se fotografían por medio de una cámara digital adaptada al microscopio mediante un triocular (dispositivo óptico que permite tener una derivación óptica de la imagen hace un dispositivo externo); se pasan las imágenes a un PC; y por medio de la red se envía al centro de referencia.
- Caso C: Se conecta el estetoscopio digital al PC y a medida que se realiza el examen el PC va digitalizando la señal que almacena en el disco duro; por medio de la red se envía al punto de referencia; una variante de esta operación es hacerla en tiempo real, conectando el estetoscopio electrónico al canal de comunicación y tener del otro lado la red de un dispositivo de reproducción, esta solución requiere de un ancho de banda de mínimo 128KBps.
- Caso D: En caso de que no se disponga con un electrocardiograma (ECG) con salida digital, se toma el trazado en el papel generado por un ECG convencional y se digitaliza mediante un escáner normal conectado al PC por medio de la red se envía al centro de referencia.
- Caso E: Se realiza una teleconsulta usando un equipo de video conferencia punto a punto del lado remitente; del lado del especialista se puede utilizar otro equipo punto a punto, o un sistema multipunto para conectar varios interlocutores simultáneamente; adicionalmente si el equipo de video conferencia tiene entrada de video y un ancho de banda apropiado, se podrían conectar otros equipos con salida de video (como ecógrafos, dermatoscopios, oftalmoscopios, etc) para transmitir las imágenes en movimiento.”

2.6. BENEFICIOS DE LA TELEMEDICINA

La telemedicina contribuye con múltiples y diferenciados beneficios no solo a los pacientes y a los doctores, que por lo general son los principales actores en la telemedicina, sino también a los doctores remitentes, a las instituciones de la salud y a la comunidad en general. Los beneficios deben estar asociados a la oportunidad o eficiencia con la cual se puede contar con el diagnóstico, la reducción en costos de transporte, mejoramiento de la calidad de servicio, acceso a la información, tanto para comunidades rurales remotas o en áreas metropolitanas con población desprotegida.

2.6.1. Paciente

Los beneficios que puede obtener el paciente con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Se minimiza los tiempos de respuesta: lo cual permite obtener diagnósticos y tratamientos más eficientes que pueden llevar como ejemplo al descubrimiento de forma temprana de una enfermedad catastrófica, sobre todo en aquellos lugares donde el doctor se presenta de forma eventual.
- La posibilidad de una segunda opinión. El paciente puede consultar con varios doctores en caso de no estar completamente seguro de un primer diagnóstico o para simplemente querer confirmarlo (OAS, 2010).
- Atención continua y más personalizada. Con esto se logra realizar un seguimiento periódico a los pacientes ubicados en zonas remotas para poder dar una mejor atención a los casos que lo requieran (OAS, 2010).
- Se obtiene una mejora en la calidad de servicio garantizando reportes y diagnósticos especializados. La atención brindada a los pacientes es de mejorar la calidad ya que se cuenta con el diagnóstico de un especialista con el que no siempre se cuenta en lugares apartados (OAS, 2010).
- Se reduce el número de exámenes adicionales. Contar con un diagnóstico más acertado puede evitar que se elaboren demasiados exámenes que al final logran ser innecesarios.

- Se evita traslados innecesarios. El contar con un diagnóstico apropiado logra decidir en qué ocasiones se justifica o no el desplazamiento de un paciente a un centro médico de mayor nivel (OAS, 2010).
- Disminución del estrés. La acción de poder tratar al paciente en sitio le libra el estrés que puede ocasionar asistir a lugares muy lejanos donde se encuentran con culturas diferentes, donde muchas veces dejan desprotegidas a sus familias.
- Se entrega acceso a los especialistas. El paciente puede tener el diagnóstico de un médico especialista en lugar de tener que conformarse con la opinión de un generalista (OAS, 2010).

2.6.2. Médico Especialista

Los beneficios que puede obtener un médico especialista con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Multiplicidad de pacientes y casos. Los especialistas obtienen casos médicos provenientes de diversas regiones que hacen que el especialista tengan la oportunidad de analizar patologías específicas y variadas.
- Reducción costos de transporte y de tiempo. El hecho de que los estudios lleguen a un especialista sin que él deba acudir a retirarlos a diferentes sitios economiza tiempo y costos de movilización, así mismo es importante cuando debe ir de noche a sitios peligrosos.
- Posibilidad de interconsulta. Lo cual permite a un especialista consultar con sus colegas casos especiales y complejos.
- Probabilidad de Educación Continua y acceso a nuevas técnicas médicas. Es posible acudir a bases de información médicas, acceso remoto de grupos de discusión y seminarios de actualización.
- Mejorar la calidad del servicio. Los servicios de telemedicina agrupados a sistemas de cómputo logran contar con herramientas para mejorar la calidad de imágenes y señales diagnósticas (OAS, 2010).
- Disponibilidad de métodos. Algunos médicos se ven desocupados en sus hospitales de ciertos trabajos que se pueden realizar mediante la telemedicina, lo que permite que ellos puedan realizar procedimientos donde se requiere la

presencia física, por ejemplo un especialista en radiología podría delegar los trámites rutinarios a un técnico y él se dedicaría a procesos de intervención.

2.6.3. Médico Tratante o Remitente

Los beneficios que pueden obtener un médico tratante o remitente con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Cuenta con el apoyo del médico especialista. Al tener este criterio de un médico especialista, el médico tratante obtiene mayor seguridad.
- Reducción de riesgos profesionales. El médico remitente tiene más elementos de juicio al momento de tomar un tratamiento, lo cual reduce el riesgo de poder equivocarse, evitando así demandas por malas prácticas médicas.

2.6.4. Institución

Los beneficios que puede obtener la institución con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Se obtiene una mayor cobertura. Las instituciones pueden ampliar la variedad de servicios que se presta a los clientes.
- Se incrementa la productividad. Las instituciones pueden aumentar los horarios de atención para la mayoría de sus servicios ya que se puede contar con todo el personal médico en toda ocasión.
- Se logra un factor que diferencia contra la competencia. La institución médica que disponga de servicios de telemedicina puede obtener una gran ventaja contra sus competidores al brindar servicios en todo momento.
- Impide o verifica el traslado de pacientes. Un experto decide cuando es necesario o no un traslado y que prioridad se le puede dar, logrando así disminuir los costos interinstitucionales y previniendo la congestión de los mismos.
- Permite la integración de la información con fines administrativos, investigación y científicos. La tecnología informática habitualmente

involucrada con la telemedicina con bases de datos, posibilita la unificación de la información así como su explotación.

- Reducción de costos de transporte. La mayoría de proyectos de telemedicina se han justificado de manera económica gracias a los traslados que se han evitado debido a la disminución en los costos de transporte que muchas veces se deben realizar en helicóptero.

2.6.5. Comunidad

Los beneficios que puede obtener la comunidad ante un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Estímulo a la Medicina Preventiva por la transmisión de conocimiento a una población de alto riesgo.
- Mayor capacidad para realizar análisis científicos y estadísticos. Se puede guardar toda la información médica en bases de datos para que pueda ser utilizada para realizar estudios posteriormente gracias a los sistemas informáticos utilizados en la telemedicina (OAS, 2010).
- Repartición de la ayuda salubre y gestión concentrada de la información.
- Educación sanitaria a parte de la población o a toda ella.
- Recursos adicionales de enseñanza para los estudiantes y para los propios pacientes.
- Crecimiento de redes de salud pública independientes de las redes de atención de salud.
- Creación de empleo y de ingresos. El incremento de productividad de las instituciones de la salud que es generado por la telemedicina implica a la generación de trabajo de especialistas del método y técnicos que efectúan las evaluaciones.
- Atención sanitaria para todos. Esto da cobertura a muchas zonas rurales que se encuentran aisladas o también a zonas urbanas donde se encuentra personas de escasos recursos o desprotegidas.
- Incentivar el movimiento de personal calificado incluyendo el personal médico a las zonas rurales y aisladas, lo cual tendrá consecuencias positivas para las economías locales y nacionales.

2.7. TOPOLOGÍAS POSIBLES EN LA TELEMEDICINA

En los casos que se utiliza la modalidad de almacenamiento y reenvío de la transmisión de la información, el mecanismo de referencia debe poseer una instrucción de inicio de las diferentes alternativas de las interconexiones físicas y lógicas que puedan ser armadas de forma modular, para esto existen las distintas topologías posibles.

Los prototipos de los proyectos de telemedicina generalmente se efectúan entre dos puntos remotos, uno que es el que remite los casos médicos y el otro es el centro de referencia, donde los proveedores que efectúan el servicio interactúan para encontrar una solución al problema, los proyectos principales de gran magnitud se realizan entre diferentes puntos remitentes y varios puntos de referencia.

El primer caso el sistema de referencia, transmisión y almacenamiento de la información, las interconexiones físicas y lógicas son punto a punto. Generalmente se da entre un punto aislado y el hospital importante, además podría existir entre dos puntos que tengan especialistas en áreas diferentes para que sirva de complemento al servicio brindado.

El segundo caso se muestra algunas probabilidades y escenarios, que dependen de la jerarquía establecida en el sistema de referencia.

Los sistemas de salud pueden contener jerarquías para el manejo de las instituciones, estas pueden estar ubicadas respecto a los servicios brindados o infraestructura, la jerarquía también es utilizada para escalar a los pacientes en el proceso de atención. En la telemedicina se utiliza la jerarquía con el fin de saber cuál debe ser el destinatario de un caso médico, existe la posibilidad de que la telemedicina pueda referir al punto de mayor nivel en la red, donde se encuentran los expertos del sistema, es decir de una referencia central.

Para transmitir la información de un punto a otro y almacenarla, ésta puede ser centralizada o jerarquizada. Para jerarquizar la conexión de las telecomunicaciones se realiza entre el punto de remisión y el de referencia, la información es almacenada en un servidor de referencia. En la transmisión centralizada se utiliza un punto remoto y otro

central, ya que el punto central almacena la información de los casos de telemedicina que viajan en la red.

Los sistemas de telemedicina pueden contener barreras, ya sean estas organizacionales en el sistema físico de remisión o barreras que no existen en una organización virtual que no requiere desplazamiento.

Respecto a los criterios de referencia y transmisión existen cuatro topologías como se muestra en la Figura 2.4:

- Centralizada
- Jerarquizada sin actualización
- Referencia Jerarquizada Transmisión centralizada con actualización
- Referencia Jerarquizada Transmisión jerarquizada con actualización

2.7.1. Centralizada

Los remitentes ingresan sus casos al sistema central, donde se efectúa una comunicación directa. Esta topología posee varias ventajas, ya que permite que la información sea unificada y consolidada, esto brinda a que se puedan efectuar estadísticas casi realistas, la información estará disponible en todo momento y para cualquier punto, sin importar la ubicación jerárquica, los médicos, especialistas podrán consultar de forma oportuna, sin tener que esperar a las referencias, esta topología cuenta con desventajas debido a que puede existir recargo de trabajo o tener que contratar a más especialistas para las exigencias que puedan presentarse, esto no puede considerarse una desventaja si centraliza el número de especialistas para 24 horas, ello va a depender de la distancia entre los puntos hacia el sistema central, ya que se puede necesitar comunicaciones de larga distancia, si estas fueran telefónicas resultarían costosas, al utilizar el internet significaría un ahorro en costos.

2.7.2. Jerarquizada sin Actualización

Los remitentes ingresan sus casos solo al punto de la red de nivel superior. La comunicación se realiza directamente con el punto de referencia, cuando un evento no pueda tratado por el punto de referencia, este será remitido a una nivel superior, esta topología tiene como ventaja la utilización de los recursos existentes, sin tener que

realizar consultas a especialistas por casos que no lo necesitan, en este esquema los costos son mejoras, debido a que la comunicación es local sin tener que efectuar llamadas de larga distancia, una de las desventajas de este esquema, es que la información se encuentra en desorden, lo cual resulta dificultoso para la elaboración de estadísticas, esto conlleva a que no se disponga de un historial clínico actualizado, esto provoca un retraso en el tratamiento del paciente.

2.7.3. Referencia Jerarquizada – Transmisión Centralizada con Actualización

La topología utilizada son los puntos de referencia de cada remitente, para tener la información actualizada y consolidada se ingresa el sistema central, el cual recibe y distribuye la información, una de las ventajas, es que utiliza los recursos existentes de acuerdo a la jerarquía proporcionada, sin tener que realizar consultas a especialistas para casos que no son requeridos, la información se mantiene actualizada. La desventaja depende de los puntos remotos hacia el sistema central, ya que podría ser necesario realizar llamadas de larga distancia, lo cual implica un costo mayor.

2.7.4. Referencia Jerarquizada – Transmisión Jerarquizada con Actualización

Esta topología es similar a la jerarquizada sin actualización, lo que la diferencia es que el centro de referencia al receptor una consulta a sus niveles superiores, si posee información de un paciente que tenga que actualizar, este deberá actualizar los resultados antes de realizar un envío al punto remitente, el sistema se mantendrá actualizado, las ventajas de este sistema es que utiliza los recursos existentes, los costos de comunicación son menores, debido a que las comunicaciones son locales; una desventaja es que requiere una consulta obligatoria del nivel superior para la actualización de la información.

Las redes pilotos deben seleccionar la tipología que más se adecue a sus necesidades, por otra parte se recomienda el uso de una red centralizada y una jerarquía como referencia y la transmisión debe ser con actualización, para esto se recomienda tener comunicaciones económicas, como lo es el internet conmutado o satelital, el internet satelital suele contar con un ancho de banda, lo cual influye en las aplicaciones de almacenamiento y reenvío en el tráfico generado.

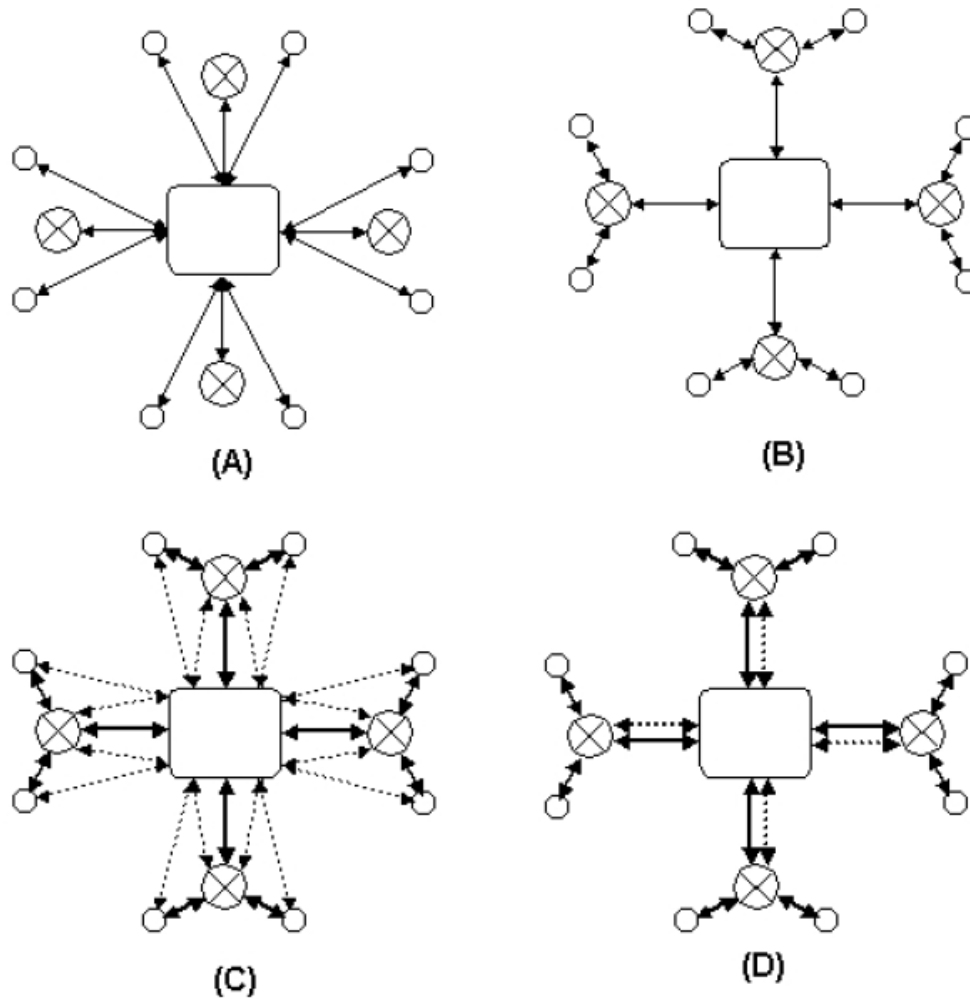


Figura 2.4: Topologías de Redes de Telemedicina

Fuente: (Autor)

2.8. CARACTERÍSTICAS DE UN SERVICIO DE TELEMEDICINA

Para que se pueda efectuar la transmisión de datos de una manera adecuada, se debe considerar varios parámetros, que serían los principales, estos parámetros se enmarcan en las características de los medios de transmisión, tanto como de la información que es intercambiada en la telemedicina.

El modelo de telemedicina desarrollado permite que la experiencia del usuario sea mejor, debido a que se definen adecuadamente los sistemas que son necesarios para el desarrollo de los servicios.

2.8.1. Información

A través de los servicios brindados en la telemedicina se pueden transportar los diferentes tipos de información a los diversos lugares, para lo cual se caracterizan los servicios de acuerdo al tipo de información a ser transportada.

Tabla 2.1: Clasificación por tipo de información.

Tipo	Descripción
Audio	<p>Este tipo de servicio suele ser utilizado en teleasistencias, donde el operador se puede encargar de comprobar con una llamada el estado de un paciente, este servicio brinda seguridad, ya que el paciente está siendo vigilado y atendido constantemente y así poder ofrecer una respuesta a tiempo.</p> <p>Al transmitir un audio en este tipo de red se brinda confidencialidad en la llamada, caso que no ocurre con las redes públicas, la transmisión de audio debe realizarse si cortes y sin que exista interferencias para poder ofrecer a los participantes una comunicación clara.</p>
Video	<p>La transmisión de video presenta problemas en la velocidad, este es uno de los factores principales en el servicio, ya que si se desea realizar una telecirugía o diagnósticos desde el hogar de los pacientes, esto debe tener una buena transmisión de video, adicionalmente no todos los servicios necesitan la misma calidad de video</p>
Datos	<p>La transmisión de datos es el servicio más usado en la telemedicina, este se usa para remitir los diagnósticos interhospitalarios, los historiales de los pacientes, estos pueden incluir correos, imágenes, videos de cirugías.</p> <p>Los servicios que transportan información van a ser diferentes entre ellos, debido a que cada uno requiere un análisis diferente.</p>

Los servicios de telemedicina transmiten diversos tipos de información en el mismo medio, debido a esto las necesidades van a predominar sobre los medios de transmisión, siendo los datos el menos restrictivo y la transmisión de video el más restrictivo.

2.8.2. Velocidad

La velocidad de la telecomunicación no siempre es fundamental en la telemedicina y teleasistencia, esto dependerá del servicio que se va a brindar, es decir que si se desea dar una videoconferencia con un especialista, esta va a requerir de una mayor velocidad en la transmisión de datos, y con el mínimo retardo posible, este servicio seria ofrecido en tiempo real. En sitios rurales donde no exista ADSL o el acceso a tecnologías de

rápido acceso, brindar estos servicios resultaría un reto, ya que no existiría la infraestructura adecuada para proporcionar el servicio.

En los enlaces primarios la tecnología utilizada es el ADSL y fibra óptica, la fibra brinda una mayor velocidad en la transmisión del servicio.

La velocidad y latencia en la red son uno de los factores principales en los servicios de consulta a distancia.

Tabla 2.2: Velocidad por tipo de conexión y posibles usos.

Tecnología	Velocidad estimada	Servicios posibles
Teléfono	14,4 – 56 kbit/s	Señal de auxilio desde un número fijo
GPRS - EDGE	30 – 80 kbit/s, 160-236,8 kbit/s	Geolocalización para extravíos, aviso de pérdida de cobertura, señales de auxilio básicas.
2G	128 – 256 kbit/s	Envío de información básica de parámetros vitales, conversaciones con servicios de teleasistencia, citas telefónicas, etc.
3G	144 kbit/s -1 Mbit/s	Envío de imágenes como puedan ser electrocardiogramas, consultas telefónicas, etc.
ADSL	64 kbit/s – 1,544 Mbit/s	Envío de imágenes como puedan ser electrocardiogramas, consultas de audio, etc.
RDSI	144 Kbit/s – 2 Mbit/s	Videoconferencias, envíos de grandes cantidades de información.
ATM	45 – 155 Mbit/s	Videoconferencias, envíos de grandes cantidades de información.
Dedicadas	154 – 274,17 Mbit/s	Videoconferencias, envíos de grandes cantidades de información.
Fibra óptica	51,84 Mbit/s – 2,84 Gbit/s	Videoconferencias, envíos de grandes cantidades de información, cirugía remota.

El tipo de contenido a ser transmitido puede crear una limitación en la tecnología de transmisión a ser usada, la tabla detallada a continuación establece la información en MB/S para transmitir en tiempo real, ya sea esto una conferencia o imágenes de gran resolución y de alta calidad.

Se debe tener en cuenta el tipo de backup que se va a utilizar en la teleasistencia, existen estándares como DICOM, el cual es el formato de envío y recepción de imágenes que son utilizadas por el personal para dar un diagnóstico.

Tabla 2.3: Tamaño aproximado de archivos médicos.

Modalidad	Muestra por segundo	Bits por muestra	Velocidad necesaria
Monitor de presión arterial	1	X16	< 10 kbps
Audio de estetoscopio	10.000	Dx12	120 kbps
Electrocardiograma	1250	X12	15kbps
Ultrasonidos, cardiología	512x512	X8	> 1 Mbps en servicios en tiempo real (256 KB tamaño de la imagen, descarga en 2 seg)
Rayos x	1024x1250	X12	> 5 Mbps en tiempo real (1.8MB tamaño de la imagen, descarga en 3seg)
Mamografía	4096x4096	X12	> 10 Mbps en tiempo real (24MB tamaño de la imagen, descarga en 20seg)

En las videoconferencias y en las pantallas compartidas se va a requerir de una velocidad determinada, y un equipo que pueda encriptar las sesiones, para ello se suele utilizar el protocolo H.323 y H.324 para videoteléfonos.

Tabla 2.4: Necesidades de velocidad en videoconferencias.

Tipo	Velocidad
Videoconferencia normal	384 Kbit/s
Videoconferencia de calidad	A partir de 1 Mbit/s

En las videoconferencias actualmente se dan desde los hogares y sitios rurales donde funcionan las líneas RDSI a partir de 1 Mbit/s o conexiones 3G.

Para estos datos se puede definir los tipos de servicios de telemedicina detallados a continuación:

Tabla 2.5: Clasificación de servicios de telemedicina por velocidad de línea.

Velocidad	Descripción
Acotado en el tiempo	<p>En estos servicios el ancho de banda no es importante mientras las tareas o archivos que tengan que enviar lo sean en un tiempo razonable, como tampoco la latencia en la red, para ello se lo categoriza en dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prioritarios: Requieren de un ancho de banda mayor de lo normal debido a que necesitan transmitir y recibir gran cantidad de información. • No prioritarios : En este caso la velocidad no es fundamental, por lo que se puede utilizar en la práctica cualquier tipo de red y velocidad de línea
Tiempo real	<p>Estos servicios necesitan cursar gran cantidad de información casi instantánea, se dividen en dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Críticos: Son los servicios en tiempo real en los que se necesitan una baja latencia y además cursar gran cantidad de trafico al instante, ya que de otra forma podría causar algún perjuicio a alguno de los componentes del servicio de telemedicina. • No críticos: Impartir una clase a través de internet, o utilizar un robot a distancia para realizar algún examen médico no intrusivo

2.8.3. Fiabilidad

El servicio de telemedicina que se va a prestar debe tener una conexión fiable, esto va a depender del tipo de servicio, en los casos que son de urgencias cuando se requiere enviar información de un paciente a un especialista, este debe ser altamente fiable en zonas rurales, o en el traslado de una paciente con un cuadro agudo en ambulancia.

Por lo tanto se debe tener una redundancia de enlaces y de equipos de red y terminales para evitar cualquier fallo en el sistema, adicionalmente se debe incluir dos o más conexiones a diversos proveedores de red.

Tabla 2.6: Clasificación de servicios de telemedicina por su fiabilidad.

Nivel	Descripción
Baja	No se necesita realizar un envío fiable de la información, o la aplicación utilizada para la transmisión de la información se encargan de ello
Alta	La información que se transmita se debe recibir sin ningún tipo de error o alteración. Las líneas deben estar plenamente preparadas para ello y el software que se utilice para transmitir debe asegurarlo.

2.8.4. Disponibilidad.

Se pretende tener una máxima disponibilidad, para ello hay que tener en cuenta que no siempre va a ocurrir, porque existirán factores de causa mayor o cortes de energía, donde se ven afectadas las líneas de comunicación, sin estas eventualidades se puede ofrecer una disponibilidad adecuada.

Tabla 2.7: Clasificación de servicios de telemedicina por su disponibilidad.

Disponibilidad	Explicación de servicio
Crítica	En este tipo de servicios de telemedicina, se requiere que la línea esté disponible el 100 por ciento del tiempo debido a que se utilizan para servicios de urgencia o de vigilancia, o que no debe cortarse en ningún momento mientras esté siendo utilizada
No crítica	Sería aquellos servicios que por la información que tienen que transmitir o cuando deben ocurrir no son considerados como críticos

2.8.4. Confidencialidad

Una de las principales preocupaciones de los usuarios de la red de telemedicina es que la información viaje de forma segura, debido a que los pacientes desean tener confidencialidad en sus historiales médicos, y estos no se encuentren circulando en una red insegura debido a que pueda ser interceptada por otros usuarios.

La confidencialidad va a depender del tipo de servicio ofrecido, no siempre la información que circula en la red es confidencial, para ello la información es clasificada en tres niveles detallados a continuación.

Tabla 2.8: Clasificación de un servicio de telemedicina por la confidencialidad de la información.

Nivel	Explicación de servicio
Nula confidencialidad	<p>El servicio de telemedicina no va a transportar ningún tipo de información confidencial.</p> <p>Ejemplo: Un servicio en el que el paciente tenga un pulsar un botón para indicar que ha sufrido algún tipo de percance y simplemente marque un número telefónico de alerta. No existe información transmitida salvo una señal de emergencia que no aporta nada más que eso. El origen de la llamada telefónica aparece en el terminal del proveedor de servicio de salud.</p>
Baja confidencialidad	<p>La información transmitida por el medio de transmisión, si se le quita los datos de la persona a la que pertenecen, no tienen mayores problemas para el paciente. La simple encriptación del número de la seguridad social del paciente valdría, enviando el resto de la información tal cual.</p> <p>Ejemplo: Un paciente que este siendo trasladado al servicio de urgencias de un hospital y se le esté realizando un electrocardiograma, podría ser transmitido en plano el ECG en sí y solo cifrar el nombre del paciente y su número de seguridad social.</p>
Alta confidencialidad	<p>En estos servicios todos los datos son importantes, por lo que se necesita encriptar el 100 por ciento de la información a transmitir.</p> <p>Ejemplo: Una sesión de videoconferencia con un especialista necesitaría ser íntegramente encriptada para asegurar la confidencialidad entre médico y paciente.</p>

No se considera necesario más división de subniveles para una confidencialidad, aunque podrían existir varios niveles de importancia dentro de un mismo nivel. Para ello sería

necesario una confidencialidad alta donde los datos deben circular encriptados y con medidas de seguridad más efectivas.

CAPITULO 3: DISEÑO DE RED DE TELEMEDICINA

3.1. INTRODUCCIÓN

El Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil (**HTMC**) es un centro hospitalario que se encuentra en la Avenida 25 de Julio en el Sur de la Ciudad de Guayaquil. Esta institución médica fue creada el 7 de Octubre de 1970. Actualmente se cuenta con 4 unidades dentro de la misma.

A continuación se presenta el diseño de una Red de Telemedicina que permita dar el servicio de consultas y diagnósticos a distancia para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil.

Para realizar el diseño de la red de telemedicina se analizará aspectos importantes como la capacidad y velocidad de transmisión, equipos.

Además se mostrará la red con la que funciona en la actualidad el hospital para poder analizar los enlaces que se tienen en la misma.

3.2. ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL DEL HOSPITAL

La red actual del HTMC UCSG, está diseñada a través de un backbone conformado por fibra multimodo de 8 hilos y de otros tipos de cableados de 100 Mbps y 1 Gbps. En la Figura 3.1 se muestra un ejemplo de una fibra multimodo.



Figura 3.1: Fibra óptica de 8 hilos

Fuente: (Autor)

Las unidades dentro de esta institución hospitalaria que están conectadas a esta red son las siguientes y que son mostradas en la Figura 3.2:

Hospital Teodoro Maldonado Carbo

Unidad de Diálisis

Nueva Consulta Externa

Bunker – Radioterapia



Figura 3.2: Unidades dentro del Hospital Teodoro Maldonado Carbo

Fuente: (Autor)

3.3. TENDIDO ACTUAL DE LA RED DEL HOSPITAL

Como podemos observar en la Figura 3.3 donde se demuestra el Diagrama de Red actual del Hospital Teodoro Maldonado Carbo tenemos un Switch-Core principal desde donde salen varios enlaces a distintos lugares. Los enlaces de red del Hospital son de 100 Mbps, 1 Gbps y mayores a 1Gbps mediante fibra óptica.

En lo que corresponde al Hospital se encuentran los enlaces de 1Gbps donde se encuentran: Servidor de Correos, Servidor de Internet el cual es proporcionado por la compañía Global Crossing quienes se encargan de brindar el servicio y dar mantenimiento al cableado existente, dos centrales telefónicas: Elastix y Avaya, el sistema AS-400 que es el sistema central para todo lo relacionado en el hospital como citas médicas, resultados de diagnósticos, pruebas de laboratorio, historia clínica y registro de nuevos pacientes. También se tiene dentro de este enlace el Servidor de página web, controladores de dominio HRTMC y HTMC, Servidor de Biométricos y el Servidor del área de Emergencia.

Para el enlace de fibra óptica salen los enlaces hacia la Nueva Unidad de Diálisis, Nueva Consulta Externa (del cual dentro de él sale un enlace de 1Gbps para un Servidor de TV-IP) y al Bunker de RadioTerapia y hacia los diferentes switchs que se encuentran instalados dentro de todos los pisos del Hospital.

Para el enlace de 100 Mbps se encuentra un servidor que brinda el servicio para las cámaras IP que brindan la seguridad a los pacientes que asisten a este centro hospitalario.

El diagrama de red del HTMC está estructurando formando la topología de red estrella, en la cual todos los dispositivos de red, se conectan necesariamente a un punto central y crítico que vendría a ser el switch core, este equipo como lo veremos en un diagrama unifilar se encuentra apilado formando un equipo que tiene gran poder de computo, precisamente porque este equipo es el que va a concentrar todos los requerimientos de las demás áreas y debe manejar estos internamente y dirigirlos al servidor o servicio que necesitan.

Al switch Core todos servidores se conectan a una velocidad de 1 Gbps asegurando que la comunicación de los servidores tenga una correcta velocidad de respuesta y el performance de la red no se vea afectado.

La mayoría de nuestra red realiza accesos al servidor IBM AS400, que a pesar de no tener un entorno grafico amigable, es una plataforma estable y robusta, asegurando que la aplicación no se va a caer y no tener inconvenientes con el servicio que se le quiere dar a la ciudadanía.

Cada dispositivo que entre a la red, debe ingresar usuario y contraseña y esta credencial es validada en el servidor de dominio, creando las políticas de seguridad necesarias para que el usuario solo haga lo que necesite hacer laboralmente.

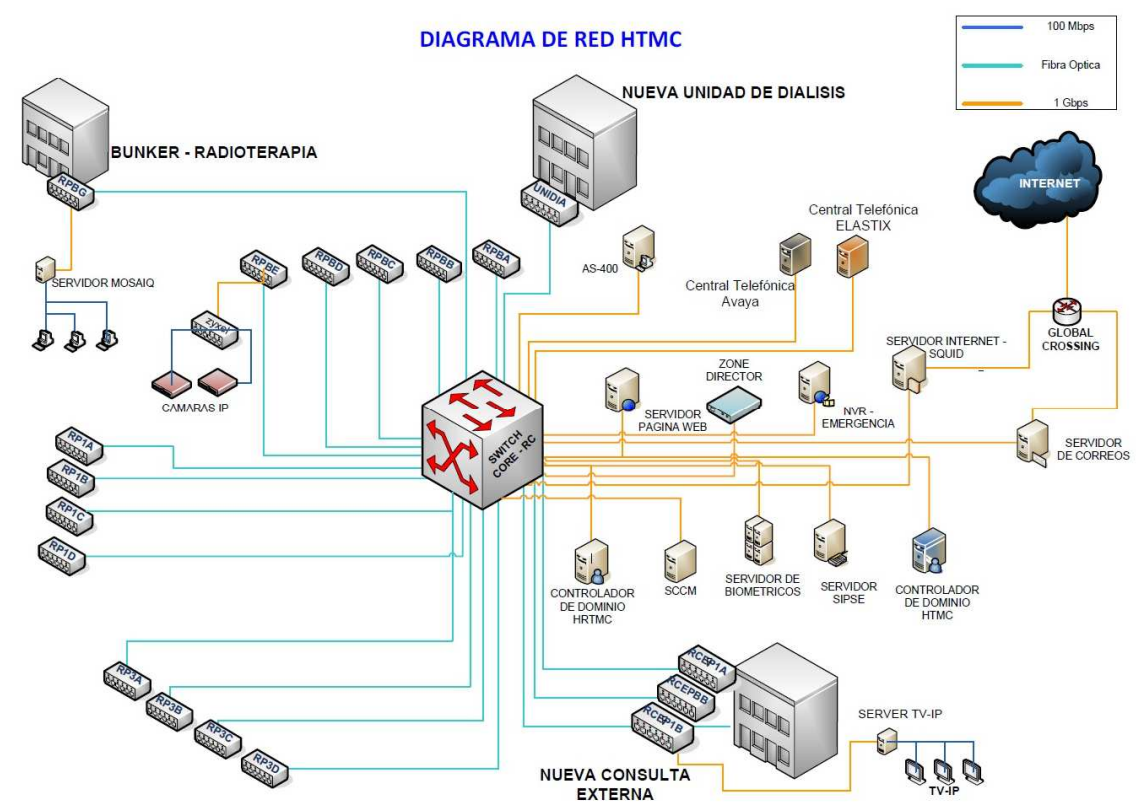


Figura 3.3: Diagrama de Red del Hospital Teodoro Maldonado Carbo

Fuente: (Autor)

En la Figura 3.4 tenemos un diagrama unifilar vertical del Hospital Teodoro Maldonado Carbo donde podemos observar la cantidad de 45 switches distribuidos en todos los

pisos dentro del hospital. Los switches están distribuidos en forma de cascada, y también existe un enlace de redundancia desde el Switch Core principal.

Entre los 45 switches instalados en el Hospital se tienen marcas de estos mismos como 3COM 5500g y otros son marca TPLINK.

La Unidad de Diálisis cuenta con tres switches, Planta Baja cuenta con cuatro switches, Primer piso cuenta con ocho switches mientras que en el Tercer piso se cuenta con once switches.

El enlace de redundancia desde el Switch Core va dirigido hacia seis switches que son de respaldo por alguna emergencia.

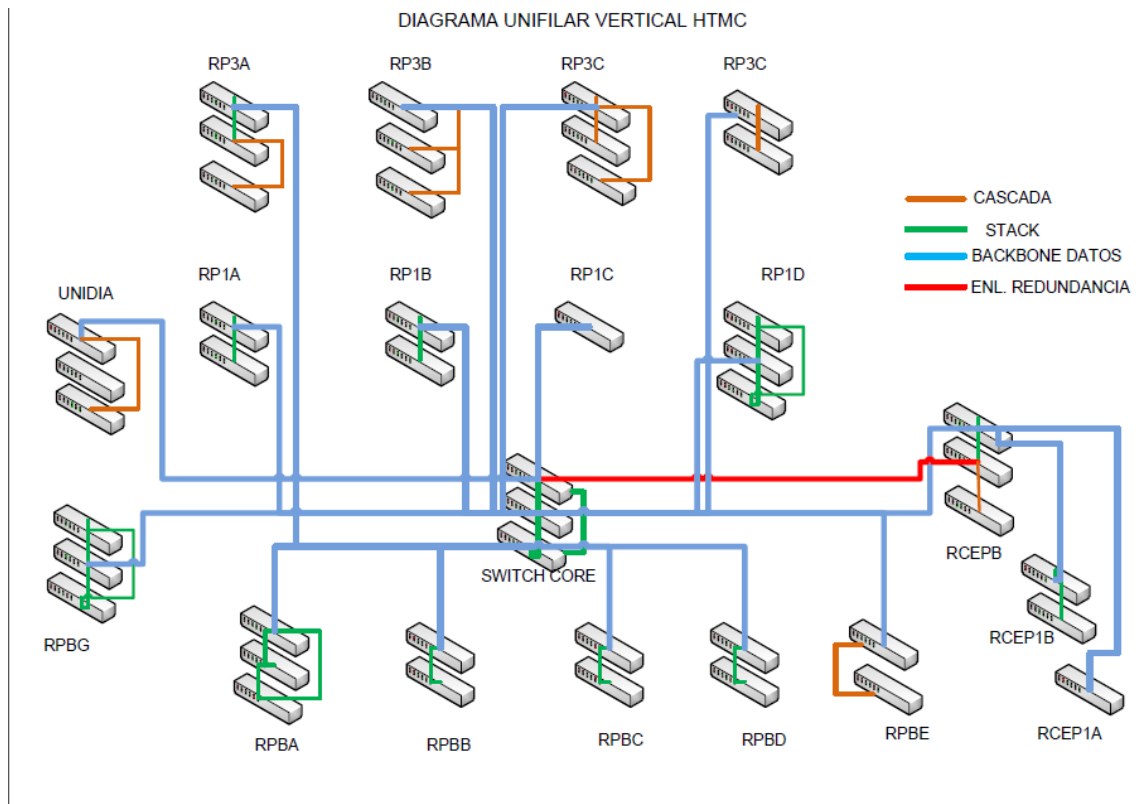


Figura 3.4: Diagrama Unifilar Vertical del Hospital Teodoro Maldonado Carbo

Fuente: (Autor)

En esta figura también se puede identificar los 4 tipos de conectividad entre los dispositivos:

1. Back Bone
2. Cascada
3. Stack
4. Enlace Redundante

Modalidad Back Bone, se conoce como la conexión primaria que se mantiene entre cada una de las unidades del Hospital y el Centro de computo del Hospital. Esta conexión tiene características de ser rápida (gran capacidad de procesamiento), debe estar pasado de manera segura para evitar que sea expuesta a cortes intencionales.

Modalidad Cascada, se utiliza generalmente para extender la cantidad de puertos en un equipo de comunicación que se encuentra corto de recursos o para extender una misma red a una unidad cercana.

Modalidad Stack o apilamiento, se conoce así cuando dos o más equipos de comunicaciones se conectan por medio de un cable especial diseñado en la propia fábrica de la marca del equipo, con el propósito de operacionalmente funcionar como si fuera un solo equipo sumando las capacidades de procesamiento, memoria y puertos libres entre los equipos que la conforman.

Generalmente este procedimiento se hace para dar más capacidad a un equipo crítico, como es nuestro caso hemos realizado esta configuración al equipo principal (Core).

Enlace Redundante, Por cuestiones de alta disponibilidad y para garantizar la continuidad de servicio al ciudadano, se vio necesario contar con un enlace de respaldo desde RCEPB hasta nuestro centro de cómputo.

3.3. ARQUITECTURA DE LA RED DE TELEMEDICINA

La arquitectura a utilizarse en esta red de telemedicina para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil será la usada en la tecnología FSO (Free-Space-Optics), es decir los servicios de telemedicina que serán ofrecidos van a llegar a las otras unidades cercanas al hospital por medio de esta tecnología conectados por

comunicación óptica por medio del espacio libre hacia el Hospital Teodoro Maldonado Carbo.

La tecnología **FSO** consiste en la utilización de haces de luz a través de la atmósfera para la transmisión de datos a altas velocidades.

Los sistemas **FSO** trabajan en la región **IR** (infrarroja) del espectro electromagnético. Usan las longitudes de onda cerca del espectro visible, cuyos valores están alrededor de 850 y 1550 nm, que corresponden a las frecuencias alrededor de 200 **THz**. Debido a la proximidad al espectro visible, las longitudes de onda de **IR** tienen casi las mismas propiedades de propagación como la luz visible. En la Figura 3.5 se muestra un esquema del sistema de transmisión **FSO**.

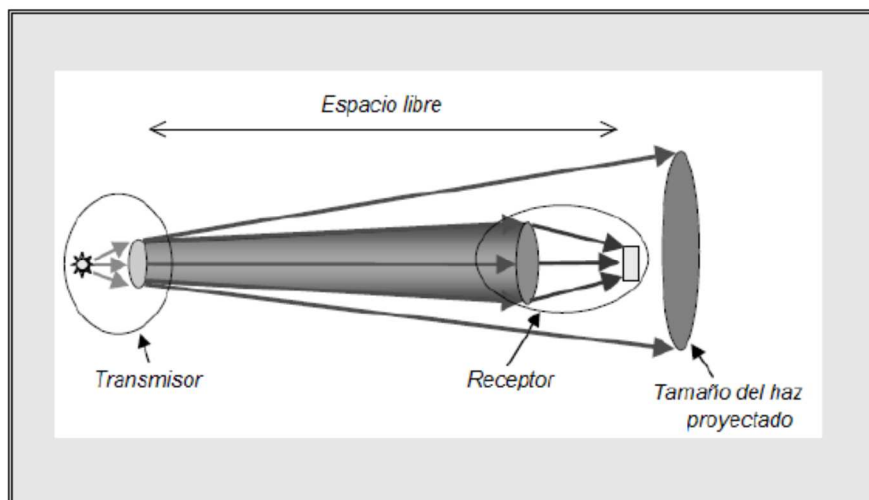


Figura 3.5: Esquema de un sistema de transmisión óptico en el espacio libre.

Fuente: (Willerbrand, 2001)

Un sistema **FSO** consta simplemente de un transmisor y un receptor de luz infrarroja. La parte óptica del transmisor involucra una fuente de luz y un telescopio. El telescopio puede diseñarse usando lentes o un espejo parabólico para enfocar el haz del láser y proyectar dicho haz hacia el receptor. La luz transmitida se recoge al lado del receptor usando una lente o un espejo. Seguidamente la luz recibida es enfocada en un fotodetector siendo el tamaño del haz proyectado al extremo del receptor mucho más grande.

Las señales de información en formato eléctrico llegan al transmisor donde se deben convertir a un formato óptico. La modulación que se utiliza se denomina modulación en potencia debido a que no es exactamente una modulación en amplitud (se varía la potencia de la señal óptica de forma que al transmitir un uno lógico la intensidad de la señal es mayor que si se transmite un cero lógico).

Los sistemas **FSO** no requieren licencia para su operación y es totalmente inmune a interferencias radioeléctricas o electromagnéticas. Un requerimiento principal para la operación del sistema es la línea de vista; los sistemas de **FSO** usan la luz para la comunicación, y la luz no puede viajar a través de los obstáculos sólidos como paredes o árboles. Un sistema **FSO** puede operar en modo full-duplex. Por lo tanto cada enlace **FSO** incluye un transceiver capaz de soportar dicha operación.

3.4. CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO DE LA RED DE TELEMEDICINA

Para establecer el diseño correcto de la red de telemedicina se debe considerar todos los aspectos ya que es muy importante que todos los valores a considerarse estén correctos para que se pueda asegurar un perfecto funcionamiento a largo plazo de que se puedan brindar los servicios necesarios de telemedicina.

El procedimiento a seguir es:

3.4.1. Planificación

La planificación se establecerá con los valores de acuerdo a las necesidades que presente el Hospital Teodoro Maldonado Carbo para el uso de la telemedicina, debido a que de esto depende los equipos que tendremos que usar, velocidades de transmisión, también se debe considerar en la planificación las distancias entre los puntos a interconectar y la línea de vista

3.4.1.1 Estudio del lugar de instalación

Para tener el mejor lugar para la instalación se asistió al Hospital para revisar cada uno de los puntos en los que se colocarían los equipos y se logró determinar el lugar más apropiado tanto por la altura como por línea de vista y se obtuvo la siguiente información:

En la Tabla 3.1 podemos observar el detalle de los 4 puntos que se van a conectar para la red de telemedicina donde se considera la coordenada geográfica exacta. Estas coordenadas fueron tomadas mediante un **GPS** (Gps Garmin GPSmap 76CSx) como se muestra en la Figura 3.6

Tabla 3.1: Coordenadas de los puntos a interconectar.

Unidad	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Unidad de Diálisis	2° 14' 5.65"S	79° 53' 55.79"W
Bunker Radioterapia	2° 13' 56.94"S	79° 53' 56.87"W
Nueva Consulta Externa	2° 13' 50.26"S	79° 53' 53.92"W
Hospital Teodoro Maldonado Carbo	2° 13' 59.10"S	79° 53' 54.49"W

Fuente: (Autor)

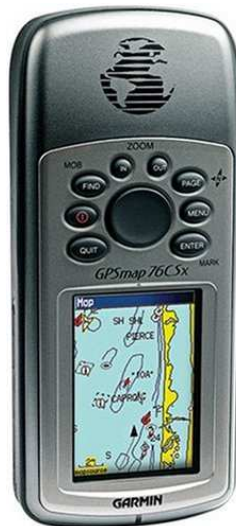


Figura 3.6: Gps Garmin GPSmap 76CSx.

Fuente: (Garmin, 2014)

En cada uno de los sitios donde se instalaran los equipos se deberá construir sobre la terraza una plataforma con un polo firme el cual sujetará el equipo de tal manera que se asegure que sea estable y no se produzcan problemas de alineamiento por cualquier circunstancia. Los equipos **FSO** vienen con un montaje universal, los cuales son diseñados para prevenir la corrosión por ciertos materiales (acero, aluminio, etc.); los cuales también son montajes muy fuertes que proveen una excelente fijación.

3.4.1.2 Línea de vista

Todos los puntos donde se van a realizar la instalación de los equipos para el diseño de FSO para una red de telemedicina existe línea de vista, esto quiere decir que no se presenta obstrucción por parte de árboles o de alguna edificación ya que está es una desventaja por la vulnerabilidad a la posibilidad de obstrucción del enlace. Debido a que este tema es algo que no se puede evitar, como única solución se da es la redundancia en los equipos transmisores y receptores.

En las siguientes figuras se puede comprobar que existe línea de vista para cada uno de los puntos donde se han considerado que exista la ubicación de los equipos.

En la Figura 3.7 podemos observar que existe totalmente una línea de vista en el Link HTMC – Nueva Consulta Externa usando la herramienta Perfil de Elevación mediante el Google Earth.

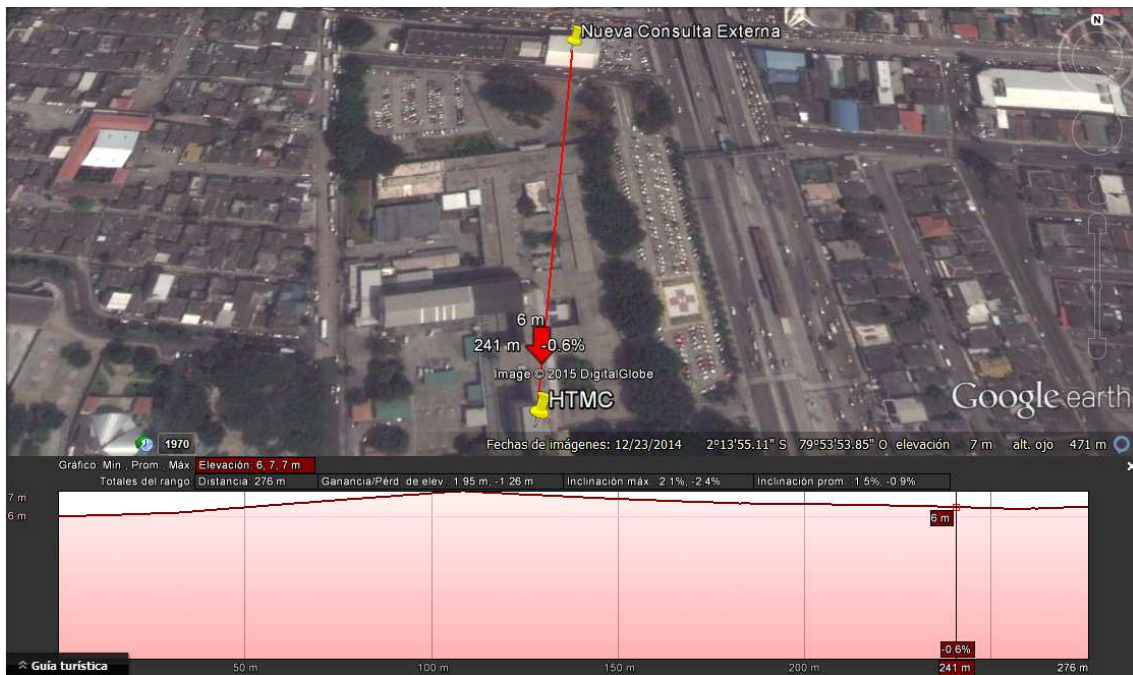


Figura 3.7: Link HTMC – Nueva Consulta Externa

Fuente: (Autor)

En la Figura 3.8 también se puede observar que existe línea de vista entre los puntos del HTMC y el Bunker de Radioterapia usando la herramienta Perfil de Elevación mediante el Google Earth.



Figura 3.8: Link HTMC – Bunker Radioterapia

Fuente: (Autor)

En la Figura 3.9 finalmente tenemos el último Link que es HTMC – Unidad de Diálisis donde también podemos observar mediante la herramienta Perfil de Elevación mediante el Google Earth que existe línea de vista y por ende no tenemos obstrucción de ningún tipo para el enlace.

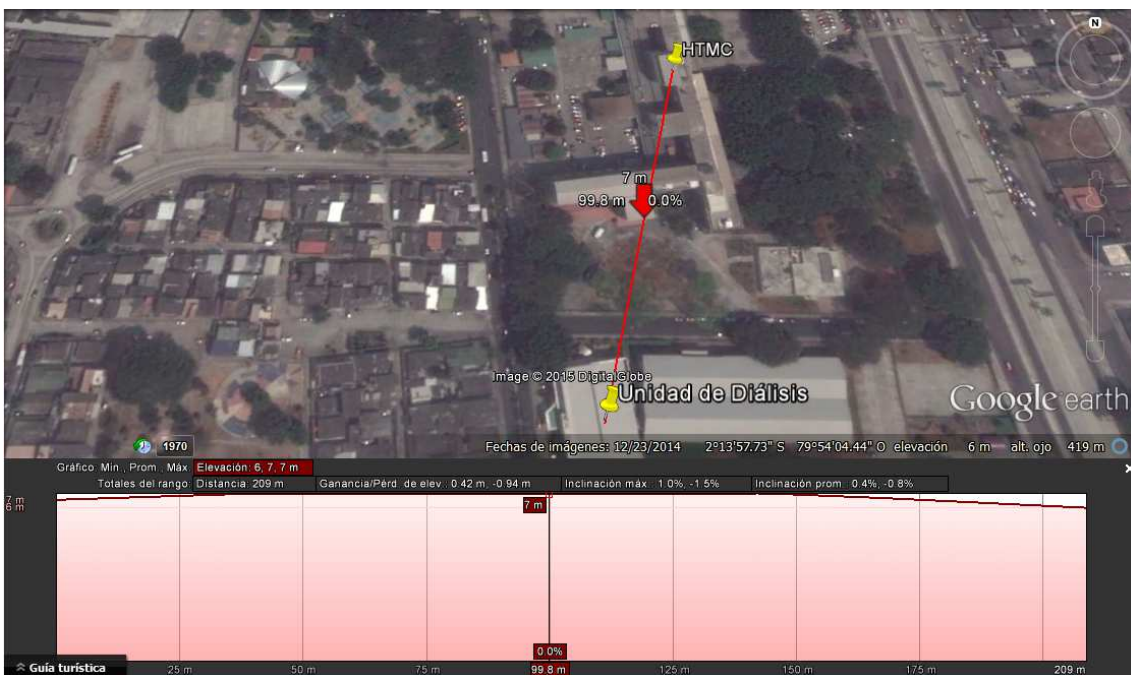


Figura 3.9: Link HTMC – Unidad de Diálisis

Fuente: (Autor)

La red de telemedicina usando **FSO** está compuesta por dispositivos emisores, receptores de luz infrarroja y equipos eléctricos para energizar todos los equipos. Se colocaran un total de 8 equipos cada uno con su respectivo cable de poder y **UPS**.

Para establecer el diseño de la red se han considerado 3 links, la distancia entre cualquiera de los puntos no excede los 300 metros ya que la distancia entre dos equipos terminales es un factor determinante al momento de escoger el equipo apropiado.

En la Tabla 3.2 se observa a quien corresponde el link, la descripción del equipo, distancia del enlace.

Tabla 3.2: Links con su respectivo equipo, distancia y capacidad.

Link	Equipos a instalarse	Distancia del enlace
HTMC - Nueva Consulta Externa	SONABEAM 1250-S	276.00 m.
HTMC - Bunker Radioterapia	SONABEAM 1250-S	97.40 m.
HTMC - Unidad de Diálisis	SONABEAM 1250-S	209.00 m.

Fuente: (Autor)

3.4.1.3 Potencia

Se considera colocar en cada punto un UPS para exteriores que posee tres horas de duración con lo cual se logrará que en el momento de que exista un corte de energía eléctrica de la red no se vea afectada. El UPS más conveniente es el TSi Power, que proporciona de 1 a 24 horas de protección y alimentación mediante una batería de 120 V de CA (para 100 a 1540 watts) el equipo más usado en sistemas de WiFi, WiMax, satélite, microondas, radio, CCTV, detección de movimiento, radar, seguridad infrarroja y vigilancia y control industrial, entre otros. El modelo de UPS que se escogió es el Outdoor XUPS-600B el cual se muestra en la Figura 3.10 con salida de 120 V de CA con 3 horas de duración de batería para una carga de 200 W, estos modelos de UPS incluyen baterías que pueden trabajar en un amplio rango de temperaturas y diversas condiciones climáticas.



Figura 3.10: UPS Outdoor

Fuente: (Autor)

3.4.2. Ancho de banda requerido para la red de telemedicina

En la Tabla 3.3 se muestran los valores que algunos de los servicios que se podrían ofrecer con la telemedicina en medida del volumen de la información que va a ser generada y de los recursos que se necesitarían. Estos servicios pueden ser empleados para la teledermatología y telecardiología.

Tabla 3.3: Clasificación del ancho de banda para el uso de los principales servicios de telemedicina.

Servicio de Telemedicina	Características Técnicas	Tipo de información	Tamaño (Bytes)	BW (KBps)
Audio Conferencia <ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de pacientes Líneas fijas de emergencias Teleconsulta remota telediagnóstico 	Canales de Audio (Voz) <ul style="list-style-type: none"> 1 conexión telefónica convencional 2 Canales digitales de voz 1 canal digital de voz 	Audio <ul style="list-style-type: none"> Analógico Digital Digital comprimido 	<ul style="list-style-type: none"> 8KB 8KB 4KB 	N-64 64 128 32
Monitorización de pacientes <ul style="list-style-type: none"> Presión Sanguínea Electrocardiografía (ECG) Electroencefalografía (EEG) Electrocografía (ECO) 	Adquisición y envío de señales biomédicas con dispositivos médicos digitales o analógicos (con posterior digitalización) de tipo: <ul style="list-style-type: none"> Simple (muestras numéricas 2B) Evento (señal continua N canales) 	Biomédica BP/PsO2 ECG Holter EEG ECO	400B 250B 8B 2B 8B	N-64 3.2 24 8.7 80 384
Acceso a bases de datos médicas: <ul style="list-style-type: none"> Gestión/ Actualización de HCE Información médica online 	Conexiones a internet (acceso web) para consulta remota de hipertexto (audio, datos, imágenes, video)	Web – datos HTTP FTP	10Kb 800Kb	N-128 13 80
Transmisión de imágenes	Adquisición y envío de imágenes:	Imagen fija	1MB	N-256

médicas: <ul style="list-style-type: none"> • Teleradiología • telepatología 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitales (radiografías) • Escaneadas (fotografías corporal) 	B/N Color	9MB	46 285
Video conferencia <ul style="list-style-type: none"> • Telepsiquiatría • Teledermatología • Emergencias, urgencias, UVI móvil • Teleeducación 	Puede usar video digital y analógico. Para video digital, se asume tamaño de 320-280-24B/ptx y tasas entre 5-30fps. El video analógico usa 1 canal TV	Texto – Datos Word PDF	800 KB 80KB	64(*)
Señales biomédicas pre-adquiridas <ul style="list-style-type: none"> • Electrocardiografía (ECG) • Test Holter (ECG continuo) • Electroencefalograma (EEG) • Estudio del sueño • Electroecografía (ECO) 	Adquisición de señales vitales, sin la necesidad de envío instantáneo. A médicos de cabecera es suficiente con pruebas simplificadas junto a informa explicativo. Al especialista, es necesario el archivo completo.	Bio – Datos ECG HOLTER EEG EEG ECO	40 MB 692MB 2MB 664MB 384MB	256 (*)
Imágenes fijas pre-adquiridas <ul style="list-style-type: none"> • Radiografía conmutada (CR) • Mamografía (rayos x) • Tomografía axial computarizada • Resonancia Magnética nuclear • Gammagrafía y cartografía • Angiografía digital por sustracción • Imagen digitalizada 	Imagen digital/ resolución / compres: 2048-2048 pix (x2.5) / 12-16b/20:1 1280-1024 pix (x5) / 24B 15:1 256-256-512 pix (x20) / 8-16b/2:1 512-512 pix (x100) / 16b/4:1 512-512 pix (x50) / 8b/2:1 1024-1024 pix (x100) /8b /2:1 Según tamaño word-PDF /16B/2:1	Imagen – Datos RADIO MAMO TAC RNM GAMMA DIVAS Digital	96MB 267MB 14MB 28MB 28MB 3.5MB 0.7MB	512 (*)

Fuente: (Martínez I. , 2006)

3.4.3. Equipos

Se mostrarán diversos equipos tanto para la tecnología FSO como para los equipos de telemedicina para el diseño de la red para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil.

3.4.3.1 Equipos FSO

Las informaciones presentadas han sido obtenidas de fuentes de información de proveedores que se encuentran en la Web. Los equipos más costosos como se verá son precisamente los de tecnología **FSO** que se requieren para conectar los enlaces.

Los equipos a ser instalados deben tener características para soportar todas las aplicaciones que requiere el Hospital Teodoro Maldonado Carbo para el uso de la

telemedicina, su capacidad y los niveles de tráfico que cada enlace requiere para un buen dimensionamiento de la red y evitar el colapso de la misma.

En el Ecuador no existe un proveedor directo de los equipos, debido a esto se contactó con Fsona cuya empresa tiene años diseñando y fabricando productos **FSO**. Los precios de los equipos **FSO**, son variables en función de los fabricantes y de las características de los mismos. Para el diseño de los enlaces, se han seleccionado los equipos que proporcionen el mejor desempeño y que provean el rango de alcance necesario entre los nodos analizados.

En la Figura 3.11 se ha considerado equipos de la tecnología FSO de una marca comercial con sus características de operación.



Figura 3.11: Equipos FSO de marca comercial

Fuente: (Autor)

SONABEAM

El SONAbeam es un equipo de tecnología **FSO** el cual transmite señales ópticas láser por un medio inalámbrico, full duplex. Para la implementación de estos enlaces no se requiere licencia de operación, únicamente línea de vista y contar con una plataforma estable para el montaje. Este equipo es mostrado en la Figura 3.12

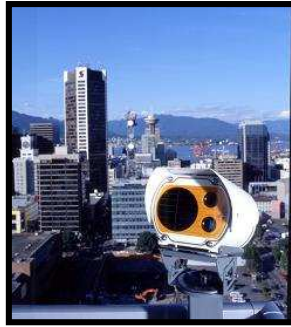


Figura 3.12: Equipo SONABEAM

Fuente: (Autor)

Este es el equipo ideal para interconectar redes Gigabit Ethernet a su máxima capacidad. La familia de equipos Sonabeam cuenta con uno de los desarrollos tecnológicos más adelantados a los sistemas **FSO** tradicionales, gracias a su innovación de poder trabajar en la interfaz aérea con una longitud de onda de 1550 nm le permite transmitir con una potencia hasta 50 veces superior a la de un equipo convencional y de esta forma lograr distancias mayores con un alto desempeño aun en condiciones climatológicas desfavorables.

Modelos SONAbeam

Toda la línea de productos SONAbeam está diseñados para contar con un excelente nivel de disponibilidad ya sea en enlaces cortos (S) medianos (M) o de largo alcance (L). Todos operando bajo la tecnología **FSO** 1550nm logrando así penetrar la neblina y ser inmune a condiciones atmosféricas como las tormentas de lluvia.

Todos los modelos SONAbeam ofrecen una solución de banda ancha económica y de alta confiabilidad. La línea de productos SONAbeam están clasificados en tres grupos:

SONAbeam-E

Excelente solución costo-beneficio para velocidades desde 1 hasta 16 x E1s, Ethernet, FE y 155 Mbits para distancias de hasta 3.4 Kms dependiendo el ancho de banda. Los equipos cuentan con redundancia en los transmisores, gestión completa, y es posible configurarlos con -48 Vdc y 110 Vac.

SONAbeam-S

Este modelo está enfocado para distancias de hasta 2 Kms aproximadamente. Dependiendo de la aplicación puede ser utilizado para longitudes mayores. Los equipos cuentan con dos transmisores láser transmitiendo así una potencia hasta 30 veces mayor que los equipos FSO convencionales. Diseñado para su montaje tanto en exterior como interior, en plataformas estables como mástiles, torres autosoportadas, detrás de ventanas, etc. Su alimentación de 110 Vac pero es posible contar con un adaptador para -48 Vdc.

SONAbeam-M

Este modelo está enfocado para distancias de hasta 4 Kms aproximadamente dependiendo de la velocidad. Puede ser utilizado para longitudes mayores o menores de acuerdo a la aplicación. Los equipos cuentan con cuatro transmisores láser transmitiendo así una potencia hasta 50 veces mayor que los equipos FSO convencionales y cuentan con el receptor más grande en la industria. Se recomienda su montaje en plataformas estables como mástiles, torres autosoportadas, detrás de ventanas, etc. Su alimentación es de -48 Vdc pero es posible contar con un adaptador para 110 Vac.

A continuación se presentan los diferentes modelos de acuerdo a su rango de alcance y ancho de banda.

SONAbeam-1250S

Ventajas

Velocidad de transmisión hasta 1250 Mbps Full Duplex

Independiente del protocolo de transmisión (GE, SDH, SONET, FE, n x E1s, DS-, etc)

Redundancia en el medio de transmisión al contar con 2 láseres

Equipo sumamente robusto, soporta vientos de hasta 120 Kms /hr

Gestión completa del equipo de forma local y remota

Cumple con la norma de láser Clase 1M lo cual lo hace seguro para el ojo humano (eye safe)

No requiere licencia de operación

Características Técnicas

Especificaciones interface aérea

Velocidad de transmisión desde 100 hasta 1,448 Mbps

Distancia de operación recomendada:

Hasta 3.600 Kms con operación en un ambiente despejado (3 dB/Km)

Hasta 1.710 Kms con operación bajo lluvia extrema (10 dB/Km)

Potencia de transmisión total: 280 mW

Longitud de onda FSO: 1550 nm

Apertura del receptor: 10 cm

2 filtros espectrales y 2 solares

Láser Clase 1M

Especificaciones interface física

Interfaz física: 1310 nm Monomodo o Multimodo

Conector SC/PC

Especificaciones gestión

Interfaces RS-232 y Ethernet

Gestión local y remota a través del SW de gestión STC (Windows)

Verificación de errores y alarmas
Generación de loopbacks hacia la red LAN y WAN
Almacenamiento de históricos
Generación de alarmas preventivas

Especificaciones generales

Alimentación: 110 Vac (-48 Vdc opcional)
Consumo de potencia
40 Watts máximo en los transceivers
200Watts máximo en los enfriadores

Aplicaciones

Conectividad de alta velocidad en la última milla
Interconexión de edificios a velocidad Gigabit Ethernet (1250 Mbps totales y Full Duplex)
Repetidor de radiobases celulares
Conexión de enlaces en puntos donde no es posible llegar con fibra óptica
Alternativa a enlaces RF donde solo se cuenta con línea de vista óptica
Generación y cerrar anillos Gigabit Ethernet
Servicios de Voz, Internet y Video Conferencia
Protección de enlaces de microondas, recuperación de desastres, etc.

3.4.3.2 Switch Cisco 3560

Para mejorar la red actual del Hospital Teodoro Maldonado Carbo se necesitará de la instalación de nuevos switches. Se escogerá el modelo Cisco Catalyst 3560 como se puede apreciar en la Figura 3.13.



Figura 3.13: Switch Cisco Catalyst WS-C3560G-24TS-S

Fuente: (Cisco, 2014)

El modelo Catalyst 3560 (WS-C3560G-24TS-S) de Cisco consiste en una serie de conmutadores de diseñados para auxiliar al usuario para migrar de manera simple de una red LAN convencional a otra íntegramente conmutada. Estos dan un gran rango para servicios de usuarios, conmutadores para reducidos equipos de trabajo hasta conmutadores de varias capas para uso empresarial en el centro de cómputo o en el *backbone*. Estos conmutadores brindan rendimiento, gestión y escalabilidad, se tienen dispositivos Ethernet, Fast Ethernet y con opciones modulares para adaptarlos a los requerimientos de cada caso (Ciao, 2015).

Características (Ciao, 2015):

Descripción del producto: Cisco Catalyst 3560G-24PS - conmutador - 24 puertos (Ciao, 2015)

Tipo de dispositivo Conmutador (Ciao, 2015)

Factor de forma Externo - 1U

Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura) 44.5 cm x 37.8 cm x 4.4 cm (e-tuyo, 2015)

Peso 6.1 kg (e-tuyo, 2015)

Memoria RAM 128 MB

Memoria Flash 32 MB

Cantidad de puertos 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 1000Base-T

Velocidad de transferencia de datos 1 Gbps

Protocolo de interconexión de datos Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet (e-tuyo, 2015)

Ranuras vacías 4 x SFP (mini-GBIC) (e-tuyo, 2015)

Protocolo de gestión remota SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, SSH-2 (e-tuyo, 2015)

Modo comunicación Semidúplex, dúplex pleno (e-tuyo, 2015)

Características Capacidad duplex, conmutación Layer 3, conmutación Layer 2, auto-sensor por dispositivo, Encaminamiento IP, soporte de DHCP, alimentación mediante Ethernet (PoE), negociación automática, concentración de enlaces, soporte de MPLS, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, limitación de tráfico, activable, snooping DHCP, soporte de Dynamic Trunking Protocol (DTP), soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), Servidor DHCP, Virtual Route Forwarding-Lite (VRF-Lite), rastreador MLD, Dynamic ARP Inspection (DAI), Time Domain Reflectometry (TDR) (e-tuyo, 2015)

Cumplimiento de normas IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s (e-tuyo, 2015)

Alimentación por Ethernet (PoE) Sí (e-tuyo, 2015)

Alimentación CA 120/230 V (50/60 Hz) (e-tuyo, 2015)

Garantía del fabricante Garantía limitada de por vida

3.4.3.3 Equipo de Telepresencia

Para realizar las videoconferencias se utilizará el equipo Cisco Telepresence MCU 4200 como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14: Cisco TelePresence MCU 4200

Fuente: (Cisco, 2014)

El modelo Cisco MCU 4200 es uno de los de mayor venta en el mercado de la videoconferencia SD. Congrega la unidad multipunto real con un dispositivo selector y un simple ambiente de videoconferencia de sobremesa. Es un MCU de puerto universal

que brinda transcodificación, *Speedmatching* y esquemas particulares para cada usuario. A través del *streaming* integrado, es posible brindar las conferencias a muchos usuarios. Es empleado como *punte* multipunto poderoso para redes tradicionales de videoconferencia SD (Dekom, 2015).

3.4.3.4 Equipo de Teleradiología

Para realizar el proceso de Teleradiología se utilizará la impresora de Rayos X de marca Drystar 5503 Imager como se lo puede observar en la Figura 3.15.



Figura 3.15: Drystar 5503 Imager

Fuente: (Autor)

El equipo Drystar 5503 es una impresora digital directa con películas de varios formatos, de elevado rendimiento y alta resolución, que se puede conectar fácilmente a una red para una productividad óptima.

Características:

Calidad excepcional de la imagen en todas las aplicaciones.

Multimodalidad

Multiformato y tres formatos de película en línea

Impresiones con niveles de gris para diagnósticos de la más elevada calidad.

Exclusiva función de clasificación.

Opción de impresión para mamografía.

3.4.3.5 Equipo de Telecardiología

Para realizar el proceso de Telecardiología se utilizará un electrocardiógrafo de 12 canales como lo es el equipo Cardiocid D200 como se muestra en la Figura 3.16.



Figura 3.16: Cardiocid D200

Fuente: (Autor)

Este equipo es un dispositivo de uso médico liviano y compacto, para toma del electrocardiograma básico con 12 canales en situaciones de reposo. Todos los datos del examen electrocardiográfico del paciente se guarda en la memoria interna del dispositivo, para su ulterior estudio o envío hacia periféricos y estaciones de trabajo tradicionales (Combiomed, 2015).

Características:

Impresión de 12 derivaciones en una página.

Pantalla a color de alta resolución

Conectividad por USB, LAN, RS232

Envío del ECG por e-mail.

3.5. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Los costos de implementación del diseño de red de telemedicina para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo se muestran a continuación en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4: Presupuesto de implementación de la red de Telemedicina.

#	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
1	Cabecera FSO	Fsona	Sonabeam 1250-S	8	3214,40	25715,20
2	Switch	Cisco	Catalyst WS-C3560G-24TS-S	10	2504,00	25040,00
3	Telepresence	Cisco	MCU 4200	2	2340,00	4680,00
4	Impresora	Agfa	Drystar 5503 Dry Imager	2	2000,00	4000,00
5	Electrocardiógrafo	Cardiocid	D200	1	3000,00	3000,00
6	Trabajos de obra civil e implementación.			1	9000,00	9000,00
TOTAL						71435,20

Fuente: (Autor)

3.6. DISEÑO DE LA RED DE TELEMEDICINA MEDIANTE FSO

En la Figura 3.16 se muestra como se establecerá la red de telemedicina mediante la tecnología **FSO** para el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil. De cada uno de los puntos escogidos se deberá cablear dependiendo de las interfaces de la red, el cableado hacia los switches que puede ser cobre **UTP**, con conectores **RJ45**, cable de fibra óptica con conectores **SC** o **ST** para fibra multimodo o monomodo.

La red diseñada tiene una duración de alrededor de 20 años antes de que se necesiten cambiar equipos ya que esta es la garantía de fábrica de los equipos. Los mantenimientos se deben realizar anualmente, para evitar que ocurra algún daño y en ese momento se trate de solucionar algún inconveniente.

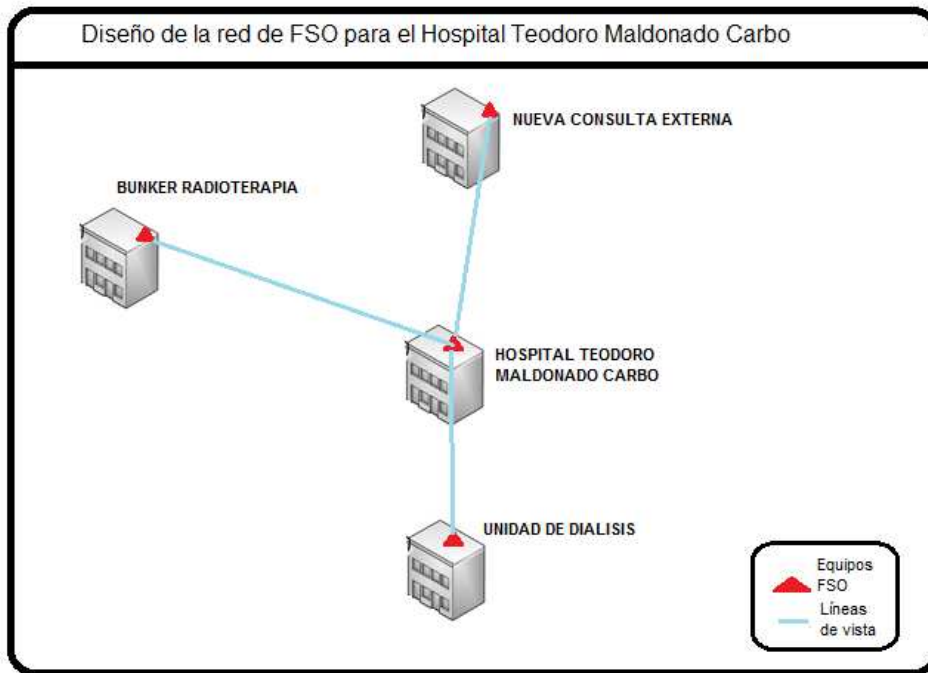


Figura 3.17: Diseño de la red de telemedicina mediante FSO

Fuente: (Autor)

CONCLUSIONES

1. La tecnología **FSO** es útil y práctica ya que al transmitir luz a través de la atmósfera alcanzando altas velocidades ya que su único limitante las pérdidas producidas por las condiciones climáticas extremas. Más los esfuerzos por conseguir los equipos indicados por parte de los fabricantes han sido satisfactorios ya que actualmente estos equipos tienen un alto grado de confiabilidad.
2. La telemedicina sirve para la atención médica a distancia usando nuevos métodos en tecnología de telecomunicaciones. Ayuda a la educación, a la salud y mejora la calidad en las prestaciones de servicios médicos mediante el traspaso de información por algún tipo de medio de comunicación.
3. La tecnología **FSO** cuenta con muchas ventajas para quienes proveen servicios y aplicaciones en redes **LAN**, pero aún no tiene mucha trascendencia debido a que requiere de línea de vista para operar. Todas las ventajas brindadas por la tecnología **FSO** como la velocidad de transmisión que puede conseguir a pesar de la distancia puede permitir realizar un diseño de una red con distancias bastantes lejanas.
4. A medida que las empresas hospitalarias en el Ecuador conozcan las ventajas de esta tecnología para el uso de redes de telemedicina empezarán desplegando **FSO** en sus redes, desarrollando una infraestructura de apoyo global que asegure interoperabilidad e integración con sus sistemas.
5. Una ventaja bastante notable de la comunicación óptica inalámbrica es que su banda de frecuencia no se encuentra regulada ni requiere de licencias para su uso. Así mismo, dado que las emisiones ópticas no pueden atravesar paredes, los transmisores ubicados en habitaciones distintas no pueden interferir entre sí. Por las mismas razones, las transmisiones de corto alcance resultan bastante seguras ante intrusiones.

6. Entre las ventajas que un sistema **FSO** nos ofrece destacan su capacidad, seguridad en la transmisión y su alta disponibilidad. Desde el punto de vista de la capacidad de transmisión, un enlace óptico es la solución ideal para aplicaciones de banda ancha (voz, datos y video) ya que en la actualidad existen equipos capaces de transmitir 1,25 Gbps a 1180 metros con total garantía o 155 Mbps a 2700 mts. para una atenuación de 10 db/Km. Los sistema **FSO** son Full Duplex (Tx / Rx simultáneamente) frente a los sistemas WiFi que son Half-Duplex. Al tratarse realmente de un cambio de medio en la transmisión (continuidad de fibra) un sistema **FSO** no introduce ningún tipo de código y su throughput es el 100% de la velocidad transmitida en el aire.

7. La telemedicina posee varias clasificaciones dependiendo por el tipo de servicio que se vaya a ofrecer entre los que se encuentran: Teleconsulta, Telediagnóstico, Teleeducación, Telecuidado, Telemetría, Teleadministración, Teleterapia, Telefarmacia, Telecardiología, Teledermatología, Telerradiología, Teleendoscopia, Telepatología, Telecirugía, Teleoftalmología.

8. En el Ecuador aún no existe mucho conocimiento total sobre el diseño de una red de telemedicina debido a sus altos costos de implementación por lo cual los hospitales privados son los que mayormente invierten en mucha tecnología para la mejora de sus servicios telemédicos. El Hospital Teodoro Maldonado Carbo al ser el hospital público en donde asisten la mayor cantidad de personas de Guayaquil y de otras ciudades cercanas se espera que con el implemento de esta red brinde mayor tecnología al ofrecer los servicios médicos a sus pacientes.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda cambiar los switches actuales que posee el Hospital Teodoro Maldonado Carbo que son 3COM 5500g y TPLINK por unos switches marca Cisco los cuales brindan mayor seguridad y confiabilidad a redes tan importantes como la de un hospital de gran desarrollo nacional.
2. Se debe considerar el cambio del sistema actual del registro de pacientes el sistema de IBM AS400 por un sistema de más actualidad donde se puedan guardar mayor cantidad de información de los pacientes como imágenes de laboratorio, pruebas cardíacas, etc.
3. Se requiere el desarrollo de pruebas de campo de manera que se pueda determinar con mayor precisión la operabilidad de los sistemas **FSO** para la red de telemedicina en un ambiente climático tan particular como el que presenta nuestro país.
4. La tecnología **FSO** para una red de telemedicina se debe considerar como una manera eficiente para desarrollar aplicaciones empresariales que requieran de alto ancho de banda, permitiendo así la diversificación del mercado nacional emergente.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila Gómez, C. E., & Loaiza Osorio, M. J. (2010). Diseño de un enlace de telemedicina para el hospital universitario San Juan De Dios Del Quindío.

Assistance International. (05 de Junio de 2012). Recuperado el 05 de Junio de 2012, de

http://www.assistanceinternational.org/telemedicina_quees.php

Betancourth, L. (s.f.). *Telemedicina*. Obtenido de Conceptos telemedicina: 0: <http://telemedicinalizbetancourth.weebly.com/conceptos.html>

Borja, F. (Agosto de 2011). *Las tecnologías de telemedicina de próxima generación para consultas y diagnósticos a distancia ya se utilizan en 19 instituciones de Japón*. Obtenido de www.gruponeva.es:

<http://www.gruponeva.es/blog/noticia/4555/las-tecnologias-de-telemedicina-para-consultas-y-diagnosticos-a-distancia-ya-se-utilizan-en-japon.html>

Cabo, J. (s.f.). *Telemedicina*. Obtenido de Gestión Sanitaria: <http://www.gestion-sanitaria.com/3-telemedicina.html>

Ciao. (2015). *Cisco Catalyst 3560-48PS 48*. Obtenido de <http://www.ciao.es/>:
http://www.ciao.es/Cisco_Catalyst_3560_48PS_SMI_48__639300

Combiomed. (2015). *Cardiocid D200. Electrocardiógrafo de 12 canales*. Obtenido de www.combiomed.sld.cu:
<http://www.combiomed.sld.cu/descargas/sueltos/es/CARDIOCID%20D200%20Catalogo%20ESPANOL.pdf>

ConsultorSalud. (2015). *Manual de Estandares Telemedicina*. Obtenido de www.consultorsalud.com:
<http://www.consultorsalud.com/biblioteca/documentos/Manual%20de%20Estandares%20de%20Telemedicina.pdf>

Darkins, A., & Cary, M. (2000). *Telemedicine and Telehealth: Principles, Policies, Performances and Pitfalls*. New York: Springer Publishing Company Inc.

Dekom. (2015). *Cisco MCU 4200*. Obtenido de <http://www.dekom.com/>:
<http://www.dekom.com/es-es/videoconferencia/productos/cisco-mcu-4200/>

e-tuyo. (2015). *Cisco Catalyst 3560-8PC*. Obtenido de <http://www.etuyo.com/>: <http://www.etuyo.com/cisco-catalyst-3560-8pc.html>

Ferrer, O. (2001). *La telemedicina: situación actual y perspectivas*. Fundación Retevisión.

Ferrer-Roca, O. (2001). *Telemedicina*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.

Galvan, P. (Septiembre de 2007). *Implementación del Sistema de telesalud y telemedicina en el IICS*. Obtenido de Telesalud I.I.C.S. - U.N.A.: paraguay.oer.bvsalud.org/downloads/94/Telesalud_IBI07.ppt

Gonzalez, M., & Herrera, O. (Marzo de 2007). *Bioética y nuevas tecnologías: Telemedicina*. Obtenido de Revista Cubana de Enfermería: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03192007000100008&script=sci_arttext

iTelemedicina. (26 de Octubre de 2011). *Introducción a la Telemedicina*. Obtenido de www.itelemedicina.com:

<http://www.itelemedicina.com/index.asp?p=intro/intro.asp#3>

Kindelán, M. (junio de 2005). *La Telemedicina, su estructura, objetivo y ventajas*. Obtenido de

<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEElkypulpeUbxCoz.php>

Latifi, R. (2010). *Telemedicine for Trauma, Emergencies, and Disaster Management*. Norwood, MA: Artech House.

Martínez, A. (2001). *Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de telemedicina*. Madrid: Pan American Health Org..

Martinez, I. (Julio de 2006). Contribuciones a modelos a tráfico y control QoS en los nuevos servicios sanitarios basados en telemedicina. zaragoza.

Martinez, V. (Mayo de 2012). Recuperado el 11 de Agosto de 2012, de http://teleprospero.blogspot.com/2012_05_01_archive.html

Medina, G. (2011). *Redes para la Telemedicina*. Obtenido de www.cenetec.salud.gob.mx: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/telemedicina/taller_directrices/RED-ES-TELEMEDICINA.pdf

OAS. (Junio de 2010). *¿Que es Telemedicina?* Obtenido de Comisión Interamericana de Telecomunicaciones:

http://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/junio/salud-1_e.asp

Redalyc. TELEMEDICINA. (Enero de 2007). Recuperado el 20 de Febrero de 2012, de

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/2611/261120984009.pdf>

Revistas Científicas Universidad CES. (Enero de 2007). Recuperado el 22 de Marzo de 2012, de

revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/download/91/78

Ruiz, C. (2007). *TELEMEDICINA: Introducción, aplicación y principios de desarrollo.* Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de

<http://es.scribd.com/doc/49139217/TELEMEDICINA>

Scientific Electronic Library Online. (25 de octubre de 2011). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-192007000100008&script=sci_arttext)

[192007000100008&script=sci_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-192007000100008&script=sci_arttext)

Telesalud I.I.C.S. - U.N.A. (25 de 01 de 2012). Recuperado el 18 de 03 de 2012, de

http://www.telemedicina.iics.una.py/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=117

Willerbrand, H. (Diciembre de 2001). Free Space Optics Enable optical connectivity in today's networks.

GLOSARIO

- ATM: Modo de Transferencia Asíncrona, *Asynchronous Transfer Mode*
- DHCP: *Dynamic Host Configuration Protocol*, Protocolo de Configuración Dinámica de Host
- DSL: *Digital Subscriber Line*, Línea de Suscripción Digital
- FSO: *Free Space Optics*. Comunicación Óptica por el Espacio Libre.
- FTP: *File Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia de Archivos
- HTMC: Hospital Teodoro Maldonado Carbo.
- IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- IP: *Internet Protocol*, Protocolo de Internet
- MPLS: *Multiprotocol Label Switching*,
- QoS: *Quality of Service*, Calidad de Servicio
- RF: Radiofrecuencia.
- SDH: *Synchronous Digital Hierarchy*, Jerarquía Digital Síncrona
- SFP: *Small Form-factor Pluggable*, Transceptor de Factor de Forma Pequeño Conectable
- SNMP: *Simple Network Management Protocol*, Protocolo Simple de Administración de Red
- UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones
- WIMAX: *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas