

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad en Ingeniería en Electricidad y Computación

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA INTERPRETACIÓN DE
IMÁGENES MÉDICAS (TELERADIOLOGÍA), EN LOS HOSPITALES
PÚBLICOS DEL PAÍS”

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previo a la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

MARIUXI ELIZABETH FLORES DUARTE

Guayaquil – Ecuador

Año 2016

AGRADECIMIENTO

La gratitud es un valor importante en los seres humanos y definitivamente existen personas o instituciones con las cuales resulta insuficiente un GRACIAS, por el aporte y representación en nuestras vidas.

En la culminación de esta nueva etapa, donde he podido adquirir y desarrollar nuevos conocimientos, habilidades y destrezas; el apoyo incondicional de mi familia ha sido sin lugar a duda la plataforma principal para la obtención de este nuevo logro.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral y sus experimentados catedráticos, fueron la sociedad perfecta que me permitieron

incrementar mis cogniciones a través de sus enseñanzas y experiencias, participación que ha servido de mucho en mi vida personal y laboral.

A todas las personas que directa o indirectamente, me apoyaron en esta etapa de superación, mediante sus consejos, sugerencias, tiempo y demás.

Y por último, y sin lugar a duda mi agradecimiento más importante es a DIOS, por ser el amigo incondicional que nunca abandona aunque a veces las fuerzas se debiliten, su amor absoluto es el motor que permite seguir día a día, luchando por cada uno de los objetivos propuestos.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a tres personas esenciales en mi vida:

Mi guerrera MARÍA ISABEL TAPIA ALDAZ, mujer que con su amor, dedicación, esfuerzo, lucha, responsabilidad, entre otras cualidades y valores que posee, ha sido mi principal ejemplo a seguir.

Y es que mi amada abuelita, mi Titi como cariñosamente la llamamos, inculca día a día a través de su perseverancia y ganas de vivir, esa energía que me impulsa a seguir buscando nuevos retos, y convertirlos en logros. Gracias por tanto, y por todo.

Mis padres MARITZA ELIZABETH DUARTE TAPIA y FLAVIO JOSÉ FLORES LUQUE, quienes no solo me dieron la vida, sino que en el desarrollo de la misma me han dotado de las herramientas principales para saber defenderme, y poder superarme en los ámbitos en los cuales he incursionado a través de las diferentes etapas de mi existencia. Sin su apoyo, esto sinceramente hoy no fuera posible. Los amo

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Lenin Freire
DIRECTOR DEL MSIG

Ing. Juan Carlos García
PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

RESUMEN

El objetivo fundamental de este documento, es dar a conocer como la intervención de la tecnología y sus continuos avances están modificando las diferentes actividades de nuestras vidas, en diferentes ámbitos incluso el sanitario.

Los cuidados sanitarios informatizados o telemedicina, han posibilitado poner en práctica procedimientos que años atrás, no se hubiesen sido considerados como factibles o viables. Siendo la teleradiología, probablemente el de mayor auge o aplicación en la última década.

En el desarrollo de la presente propuesta, se podrán conocer aspectos básicos referentes a la implementación de esta Tecnología en un Centro Médico de la ciudad de Guayaquil, exponiendo así, sus características principales, ventajas, desventajas, etc.

Sin duda alguna, la Teleradiología pone en jaque a los auxiliares de diagnóstico por Imagen, considerando que existe una expectativa progresiva, en los facultativos clínicos que ven cada vez más dependencia de su práctica médica, en el soporte de los nuevos sistemas de imagen. Requiriendo así los nosocomios, una mayor inversión que permitan fortalecer su infraestructura tecnológica, para el departamento de Imagenología.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN	VII
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 Objetivos General.....	1
1.2 Objetivos Específicos	1
1.3 Descripción del problema	2
1.4 Solución propuesta.....	3
CAPÍTULO 2	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Definición de teleradiología	4
2.1.1 Beneficios de la teleradiología	5
2.1.2 Desventajas de la teleradiología	7
2.2 Componentes del sistema de teleradiología.....	8
2.3 Definición de PACS	8
2.4 Componentes del PACS.....	10
2.4.1 Componentes físicos:.....	11
2.4.2 Componentes lógicos:.....	11

2.5	Radiología convencional VS. Radiología digital	13
2.5.1	Radiología convencional	13
2.5.2	Radiología digital.....	16
CAPÍTULO 3		21
Especificaciones técnicas e implementación de la solución.....		21
3.1	Diseño y arquitectura de la solución.....	21
3.2	Especificaciones técnicas.....	24
3.2.1	Especificaciones técnicas mínimas generales	24
3.2.2	Especificaciones de Teleradiología.....	24
3.2.3	Especificaciones de PACS integrado.....	25
3.2.4	Especificaciones de Sistema de Diagnóstico.....	27
3.2.5	Especificaciones de estaciones de trabajo	28
3.2.6	Especificaciones del digitalizador FLAT PANEL	33
3.3	Análisis de la implementación	35
3.3.1	Beneficios	35
3.3.2	Costos.....	36
3.3.3	Ahorro	37
3.3.4	Impacto de los usuarios internos	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		40
BIBLIOGRAFÍA		43
GLOSARIO.....		44

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Beneficios de la teleradiología	6
Figura 2.2 Desventajas de la teleradiología	7
Figura 2.3 Esquema PACS	10
Figura 2.4 Radiología Convencional	14
Figura 2.5 Radiología digital	16
Figura 2.6 Radiología digital - Flujo de Trabajo	20
Figura 3.7 Modelo del sistema en funcionamiento.....	23

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Método de trabajo con placas radiológicas	15
Tabla 2 Método de trabajo con teleradiología	17
Tabla 3 Diferencias entre RX Convencional & RX Digital	19

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

DICOM:	Imagen digital y de comunicación en medicina.
GRID:	Base de datos de información regulatoria
HL7:	Conjunto de estándares para comunicar información clínica
PACS:	Sistema de archivo y comunicación de imágenes
RIS:	Sistema de información radiológica
TCP/IP:	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet
TIC:	Tecnología de la información y Comunicación
WADO:	Web Access to DICOM Persistent Objects

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), ha evidenciado un crecimiento significativo en diferentes aspectos cotidianos de un individuo, y obviamente el sistema sanitario, no han sido la excepción de esta revolución tecnológica, generando cambios en la forma de instaurar y dotar servicios de salud, despejando enigmas que parecían imposibles de superar.

Sin duda alguna, el ámbito sanitario genera gran interés en el aspecto tecnológico, razón que evidencia su creciente intervención en este sistema; mostrando claramente su propósito, el mismo que ambiciona generar opciones efectivas y eficientes que permitan mejorar el actual esquema y superar la saturación de los servicios médicos, mediante la incorporación de nuevos modelos que excedan las alternativas de atención convencional, priorizando básicamente las necesidades de los pacientes y profesionales de la salud.

Como parte de esta intervención, surge la propuesta de optimizar los servicios de atención en salud, mediante el uso de la Telemedicina, pero ¿Qué es la TeleMedicina? Las definiciones de este término son diversas, pero la Organización Mundial de la salud, la determina textualmente como *"es el suministro de servicios de atención sanitaria, en los casos en que la distancia es un factor crítico, llevado a cabo por profesionales sanitarios que utilizan tecnologías de la información y la comunicación para el intercambio de información válida para hacer diagnósticos, prevención y tratamiento de enfermedades, formación continuada de profesionales en atención a la salud, así como para actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de sus comunidades, sin embargo en la actualidad, el área de este proceso que muestra mayores avances y desarrollo, es sin duda alguna la Teleradiología. [1]*

La transmisión de imágenes radiológicas de los pacientes, tales como radiografías, ecografías, mamografías, densitometrías, tomografías, resonancias magnéticas, entre otros exámenes diagnósticos; con la finalidad de acceder a ellas, y así permitir su consulta o interpretación entre diferentes profesionales de la salud, se define como Teleradiología; este sistema está transformando los departamentos de radiología, y los esquemas de trabajo.

Este avance de la radiología y el desarrollo de las TIC, permiten en la actualidad disminuir el impacto de ciertas carencias, tales como: la falta de profesionales de radiología que permitan atender oportunamente la creciente demanda de usuarios, que ameritan un examen diagnóstico por imagen; la accesibilidad de los servicios de salud, permitiendo realizar diagnósticos desde lugares remotos de manera instantánea, optimizando los recursos disponibles.

La implementación de esta propuesta, está permitiendo a las entidades sanitarias un replanteamiento en la prestación de sus servicios, reduciendo costos de operatividad, incrementando la prestación de servicios, potencializando la eficiencia de la atención especializada entre otros factores.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Objetivos General

Optimizar la funcionalidad del Servicio de Radiología e Imágenes de un Centro Médico, mediante el diseño, implementación y validación de un sistema de soporte a la interpretación y diagnóstico radiológico, de manera oportuna y que cumpla con los estándares de calidad.

1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar la arquitectura de la solución, teniendo en cuenta el crecimiento futuro y el mantenimiento de la aplicación.
- ✓ Implementar un PACS que soporte la arquitectura GRID.

- ✓ Mejorar la atención al asegurado, brindando la oportunidad de realizarse estudios especializados sin necesidad de desplazarse largas distancias.
- ✓ Innovar la calidad diagnóstica, mediante la obtención oportuna de imágenes, que permitan la intervención del personal de salud en el momento justo, con los estudios radiológicos previos y sus respectivos informe

1.3 Descripción del problema

La excesiva demanda de exámenes diagnósticos, y la falta en el mercado laboral del Ecuador de médicos radiólogos, ha provocado sin duda alguna la congestión de los auxiliares de diagnóstico por Imagen, situación que imposibilita en algunos casos la intervención oportuna de los profesionales médicos, que deben atender, diagnosticar y tratar a los pacientes; sin contar en algunos casos, con las pruebas diagnósticas necesarias que permitan validar su proceder, limitación que trastorna la administración y operatividad de las establecimientos de salud.

Es inevitable, aceptar que nuestro actual sistema sanitario está saturado, por lo que la intervención de la tecnología, vislumbra nuevas alternativas y posibles soluciones, que permitan resolver esta problemática.

1.4 Solución propuesta

Dotar a las entidades prestadoras de servicios de salud del sistema de teleradiología, renovando la metodología actual, y permitiendo así otorgar servicios radiológicos de manera oportuna, que conlleven a una mejor atención de los pacientes; mediante el acceso e interpretación de exámenes diagnósticos, que admitan una conducta terapéutica idónea y eficiente por parte de los profesionales de la salud.

Esta herramienta permitirá descongestionar el servicio de Imágenes, mediante la ampliación de la cobertura de atención, optimización de los recursos contratados, eliminación de la barrera del tiempo, mejora en el uso de la infraestructura; obteniendo una mejorada prestación de este tipo de servicios.

Las normativas sanitarias, establecen una atención eficiente de los servicios de salud, en sus diferentes intromisiones, por lo que la intervención de nuevas herramientas, serán una oportunidad que permita mermar la falta de especialistas médicos, y por ende el impacto que esto conlleva, acordes al estilo de vida actual, el mismo que precisa soluciones médicas inmediatas y de calidad.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de teleradiología

Este sistema es un recurso que en los últimos años, ha incrementado su uso en varias entidades sanitarias a nivel mundial y nuestro país no ha sido la excepción, y aunque aún las expectativas en cuanto a desarrollo y capacidad de poder dar solución a múltiples inconvenientes, continua siendo una incógnita; en la actualidad su aplicación ha permitido optimizar prácticas y disminuir las consecuencias al carecer de profesionales en radiología. [2]

Y es que definitivamente, la posibilidad de evitar traslados innecesarios de pacientes, placas radiológicas o personal de salud, en búsqueda de solventar la necesidad de un criterio o diagnóstico por imágenes, se va mermando con la posibilidad transferir de un lugar a otro imágenes radiológicas digitales, teniendo como objetivo fundamental el diagnóstico e interpretación oportuno de este tipo de procedimientos, y, entre otras características.

La teleradiología, nos brinda la oportunidad de acceder y compartir la información médica entre instituciones y profesionales de la salud, en tiempo real; permitiendo prevenir, diagnosticar y tratar con prontitud, a desarrollada en la actualidad.

2.1.1 Beneficios de la teleradiología

Entre los principales beneficios que esta herramienta, puede significar detallo los siguientes:

- ✓ Disminución de los costos de operatividad
- ✓ Disminución de traslados innecesarios
- ✓ Mejor distribución del recurso intrahospitalario
- ✓ Mejora en los tiempos de prestación del servicio (24*7*52)

- ✓ Eficiencia en los tratamientos, por identificación de patologías oportunas
- ✓ Control del acceso y consulta a las imágenes radiológicas
- ✓ Mejora de la calidad asistencial
- ✓ Mejora la equidad y accesibilidad a los servicios sanitarios
- ✓ Elimina duplicidad de pruebas diagnósticas
- ✓ Cooperación entre personal sanitario [3]

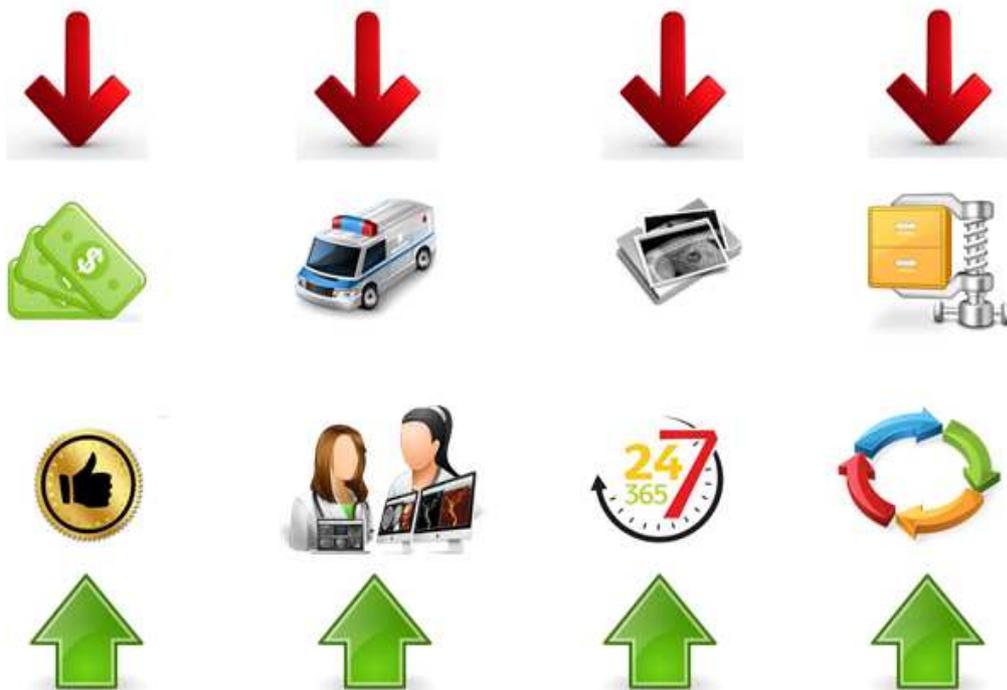


Figura 2.1 Beneficios de la teleradiología

2.1.2 Desventajas de la teleradiología

Siendo también sus principales desventajas, las siguientes:

- ✓ Alta inversión inicial para su implementación (hardware y software)
- ✓ Confidencialidad de los pacientes
- ✓ Adaptación a la tecnología, de los profesionales sanitarios
- ✓ Variación en la forma de trabajo



Figura 2.2 Desventajas de la teleradiología

2.2 Componentes del sistema de teleradiología

El escenario para la implementación de este sistema, dependerá básicamente del condicionamiento y servicio que se desee proporcionar, por lo que debe ser probado durante sus diferentes etapas (inicio- implementación-ejecución) de desarrollo.

Para la transferencia de imágenes radiológicas digitalizadas, se necesita esencialmente, los componentes estructurales de un sistema de Telemedicina, siendo estos, los que detallo a continuación:

- ✓ Sistema de captura y envío de imágenes
- ✓ Redes – transmisión
- ✓ Sistema de recepción e interpretación de imágenes

2.3 Definición de PACS

El Sistema de almacenamiento y distribución de imágenes, según a la traducción de sus siglas en inglés, es un término asociado al sistema de radiología, debido a que constituye el principal generador de imagen y el de más alto consumo.

Por lo que podría definirse, como un sistema de almacenamiento de imágenes radiológicas recibidas de diversas modalidades. La palabra modalidad, es utilizada para indicar las técnicas utilizadas para la obtención de imágenes en sus diferentes procedimientos, entre los que voy a referir tomografías, resonancias magnéticas, ecografías, mamografías, etc.

DICOM (Digital Imaging Communication on Medicine), es el protocolo específico que utilizan los sistemas PACS, aunque también se pueden usar otros protocolos para capturar las imágenes. Este estándar permite intercambiar imágenes médicas e información de los pacientes, fijando normas que deben ser obedecidas por todos los proveedores. [4]

Entre los diferentes servicios, que dispone el protocolo DICOM, detallo los siguientes:

- ✓ Servicio de almacenamiento o archivo (storage)
- ✓ Servicio de Consulta y Recuperación. (Query/Retrieve).
- ✓ Servicio de Impresión. (Print Management).
- ✓ Servicio de gestión de Lista de Trabajo. (Basic Worklist Management).

¿Cómo es físicamente un PACS?

Un servidor PACS, está conformado por uno o varios servidores, y además posee dispositivos de almacenamiento secundario. Lo antes mencionado, se gestiona mediante el uso de un software, que comprende varios módulos funcionales que operan como un conjunto.

Estos servidores son los que suministran la información a los usuarios de PACS, establecidos por un computador con su programa cliente y monitores de alta gama. [6]

2.4 Componentes del PACS

El Sistema de almacenamiento y distribución de imágenes, está estructurado por componentes físicos y lógicos.

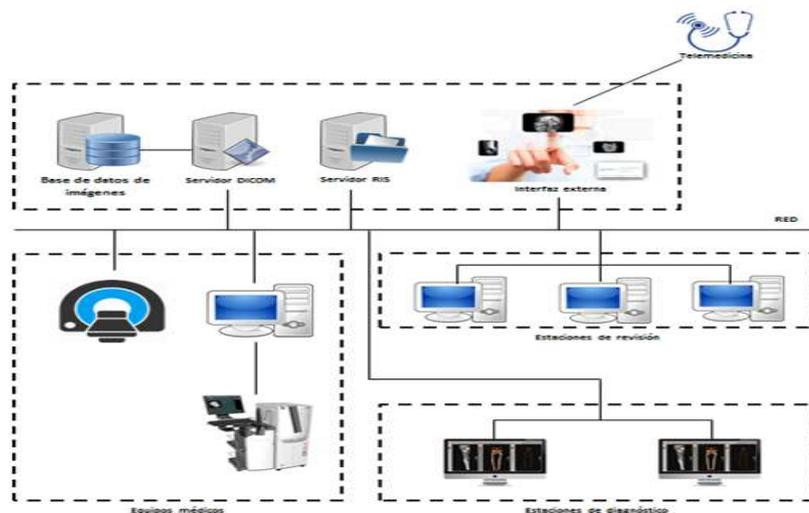


Figura 2.3 Esquema PACS

2.4.1 Componentes físicos:

- ✓ **Servidor Central PACS:** comprende el hardware principal del sistema
- ✓ **Servidor DICOM:** tiene como principal función, la comunicación DICOM con las diferentes modalidades de imagen, además de otros servidores PACS y estaciones de trabajo DICOM.
- ✓ **SAI:** Sistemas de alimentación ininterrumpida
- ✓ **Estaciones de trabajo PACS:** Ordenadores de gama media o alta con monitores de óptima resolución, que permita a los profesionales de radiología la visualización y análisis de las imágenes digitales.
- ✓ **Red Informática:** componente que permite la interconexión de todos los elementos del PACS, así como el enlace con el resto del Hospital.

2.4.2 Componentes lógicos:

- ✓ **Sistema de Base de Datos:** es la base de un PACS, se encarga de gestionar el almacén de toda la información e imágenes del sistema.

- ✓ **Gestión de Imágenes:** usualmente las imágenes se guardan en la BD, pero existen otro módulo, que se encarga de guardarlas, recuperarlas o distribuirlas. Además, cuando una imagen necesita ser comprimida para su almacenamiento, utiliza una tecnología denominada "compresión sin pérdidas", que permite mantener toda la información diagnóstica, ocupando menor espacio.
- ✓ **Módulo cliente del PACS:** aplicación donde el especialista trabaja con las imágenes almacenadas en el PACS
- ✓ **Sistema de almacenamiento:** Es el soporte físico requerido para almacenar las imágenes DICOM del sistema PACS.
- ✓ **Interfaces a RIS/HIS:** módulo que se encarga de consolidar la información del paciente, y facilitar el flujo de trabajo.
- ✓ **Servidor Web para Acceso Remoto:** mediante el uso del acceso Web, se puede distribuir al resto de facultativos de un centro sanitario, las imágenes no diagnósticas. Permitiendo así, la accesibilidad desde cualquier PC del centro médico, que disponga de un navegador.

El visor web inicialmente recibe la imagen en formato DICOM y la convierte a otro formato de menor tamaño, reduciendo obviamente la calidad, considerándola no apta para establecer un diagnóstico.

2.5 Radiología convencional VS. Radiología digital

La radiología, ha evolucionado de manera continua en las últimas décadas, representando un avance de gran importancia para el diagnóstico por imagen digital, permitiendo examinar zonas del cuerpo humano, donde antes no era posible acceder, y que hoy en día es realizable mediante la aplicación de la radiología digital.

Y es que, el sistema de radiología tradicional enganchado a películas, revelados fotográficos, etc. es cada vez es menos utilizados, por las entidades sanitarias, conservando solamente como fases fijas del proceso, la fuente de exposición de rayos X y la obtención de la imagen; y, enmarcando la renovación entre ambas alternativas, básicamente en los procesos de adquisición, elaboración y reproducción. [5]

Pero, para establecer una diferencia entre ambas propuestas, es pertinente definir conceptualmente, de que se trata cada una.

2.5.1 Radiología convencional

Constituye una técnica de la Imagenología, donde se observan estructuras del cuerpo humano. Para su ejecución, se utiliza un equipo de radiología convencional, el mismo que funciona

mediante la emisión de ondas electromagnéticas. El producto de este proceso, se plasma en una placa radiográfica, similar a la de una película de cámara de fotos.



Figura 2.4 Radiología Convencional

Ejemplo de Rutina de trabajo - Método de placas

- ✓ Se obtiene las imágenes del examen (600 imágenes)
- ✓ Se grafica por parte del tecnólogo (dimensiones, rol). El mismo profesional decide que imágenes enviar al radiólogo, se considera un promedio de 4 placas para imprimir, con 20 imágenes cada una.
- ✓ Total de placas enviadas al radiólogo 4, es decir sólo 80 imágenes de 600 disponibles.
- ✓ El tiempo de envío de imágenes al médico, depende si trabaja dentro de la institución, y si es fuera lo que tarde el envío de acuerdo al transporte a utilizar.

- ✓ El radiólogo revisa el examen, si necesita más información solicita al tecnólogo más imágenes de interés o a realizar mediciones adicionales, puesto que con las placas no puede realizar mediciones.
- ✓ El médico radiólogo está limitado a la lectura únicamente de las placas, no puede realizar reconstrucciones ya sean: 3d, MRP entre otras.
- ✓ Se requiere tiempo adicional para solicitar otras placas

Tabla 1 Método de trabajo con placas radiológicas

# de pasos	Descripción	# de imágenes que genera el estudio	# de placas	# de imágenes que el radiólogo tiene para su diagnóstico	Costo x placa a \$2.50	Tiempos	Beneficios
1	Obtención de imágenes	300 imágenes + 300 reconstrucciones = total de 600 imágenes	Mínimo 4 placas, sino necesita más?	A razón de 20 imágenes x placa puede divisar solo 80 imágenes, si requiere más imágenes generan más placas y genera más gastos (dinero)	\$ 10		Revisa imágenes en menos de 5 minutos en forma rápida Puede revisar todas las imágenes Puede realizar 3D, Mpr, MIP Puede tener opiniones de otros consultas Enviar informes en forma inmediata Centralización de un sólo médico de Radiología Respaldo de los
2	Graficar placas					30 min.	
3	Envío de placas					1 a 2 horas	
4	Revisión del radiólogo					30 min.	
5	Solicita nueva información					2 horas	
6	Radiólogo diagnostica exámenes					30 min.	
7	Envía placas al hospital					1 a 2 horas	

8	Institución envía placas al cliente e informe					Espera el tiempo que el cliente vaya a la institución a referir	diagnósticos Notificación vía mail de los exámenes a diagnosticar Almacenamiento de imágenes médicas y respaldo de las mismas por un año Respaldo de imágenes médicas
---	---	--	--	--	--	---	--

2.5.2 Radiología digital

Se denomina radiología digital, a la obtención de imágenes en formato digital sin la utilización previa de una película fotográfica. Constituyéndose en el método más utilizado en la actualidad, al permitir márgenes de mejor calidad.



Figura 2.5 Radiología digital

Ejemplo de Rutina de trabajo - Método de placas

- ✓ Se obtiene las imágenes del examen (600 imágenes)

- ✓ El tecnólogo envía todas las imágenes a través de teleradiología
- ✓ Entre 10 a 15 minutos, el radiólogo ya tiene las imágenes en su estación de trabajo (sin importar donde se encuentre el médico), teniendo la opción de hacer reconstrucciones 3d, MPR, MPI, ROI, además de realizar mediciones, ajustes de ventanas, entre otras funciones
- ✓ El médico radiólogo informa con un tiempo prudencial de una hora, dependiendo de la predisposición del mismo, pudiendo acceder a esta información desde cualquier consulta de la institución/clínica/hospital, ya que se registra en la base de datos.
- ✓ Respaldo de imágenes al cliente en el nosocomio.

Tabla 2 Método de trabajo con teleradiología

# de pasos	Descripción	# de imágenes que genera el estudio	# de imágenes que el radiólogo tiene para su diagnóstico	Tiempos	Beneficios
1	Obtención de imágenes	300 imágenes + 300 reconstrucciones = total de 600 imágenes	Observa todas las imágenes y puede realizar reconstrucciones e incorporarlas a	1 minuto en sitio 6 minutos internet	Revisa imágenes en menos de 5 minutos en forma rápida Puede revisar todas las imágenes

			<p>las bases de datos del almacenamiento del sistema PACS</p>	<p>de 5Mb. Cable 10 minutos WIFI 15 minutos internet de celular</p>	<p>Puede realizar 3D, Mpr, MIP Puede tener opiniones de otros consultas Enviar informes en forma inmediata Centralización de un sólo médico de Radiología Respaldo de los diagnósticos Notificación vía mail de los exámenes a diagnosticar Almacenamiento de imágenes médicas y respaldo de las mismas por un año Respaldo de imágenes médicas</p>
--	--	--	---	---	---

En la siguiente tabla, se establece las diferencias principales entre ambos sistemas:

Tabla 3 Diferencias entre RX Convencional & RX Digital

	RX Convencional	RX Digital
Costo económico	No amerita si ya se cuenta con los equipos	Inversión inicial alta, para adquirir el equipamiento necesario
Dosis de exposición	Alta	Baja
Procesamiento químico	Alto	⊖
Disponibilidad de la imagen	Mediante el revelado de la película	Accesibilidad en cualquier lugar
Almacenamiento	Áreas de grandes dimensiones	No necesita espacios físicos de grandes dimensiones
Transferencia a otros nosocomios	Copia de la película	Por medio de plataformas estandarizadas o el internet

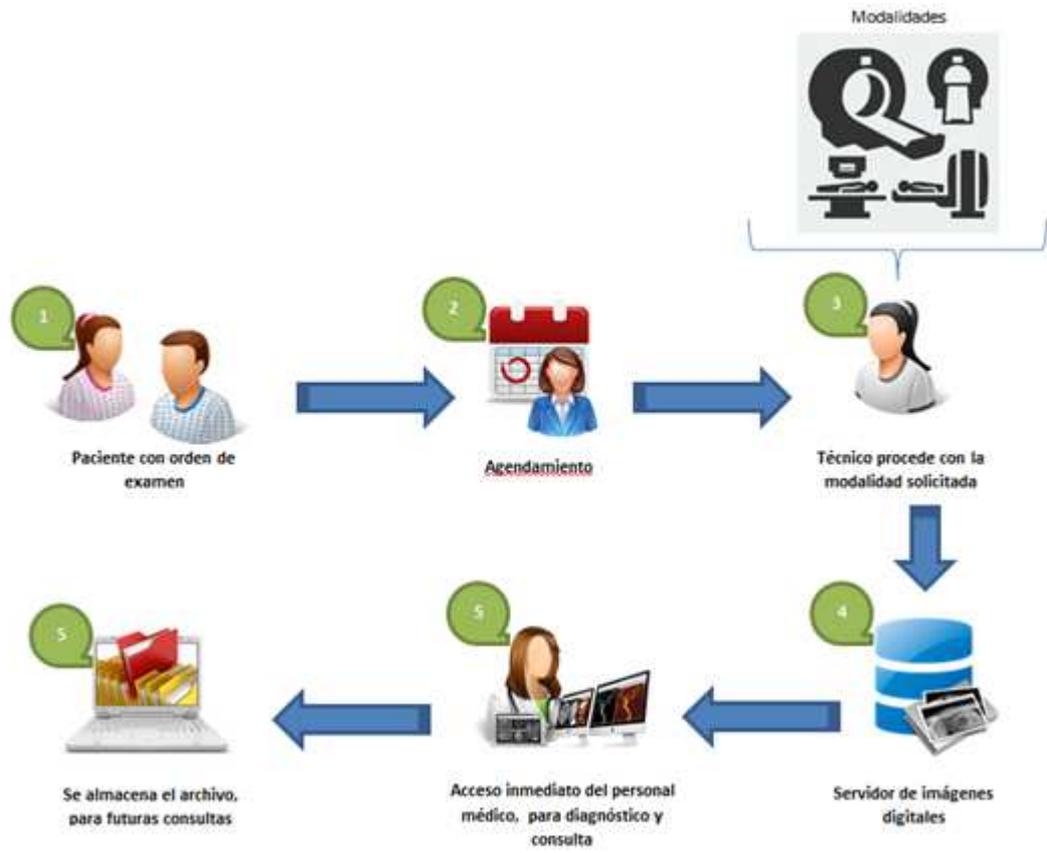


Figura 2.6 Radiología digital - Flujo de Trabajo

CAPÍTULO 3

Especificaciones técnicas e implementación de la solución

3.1 Diseño y arquitectura de la solución

Es importante para una implementación adecuada del sistema de teleradiología, se realice un estudio pormenorizado de la infraestructura tecnológica (redes, equipos, etc.) que posee cada entidad sanitaria, que se vaya incorporando al proyecto.

Posterior a la visita técnica pertinente, se podrá determinar la necesidad de cada nosocomio, definiendo los requerimientos que

deberán ser considerados, para en lo posterior proceder con la instalación del servicio.

En la visita técnica, es decisivo involucrar aspectos que permitan analizar la mejor solución a utilizar, por lo que es importante definir puntos tales como:

- ✓ Qué tipo de cableado estructurado posee
- ✓ Que equipos activos conforman la red
- ✓ Profesionales a cargo de la parte operativa (licenciados en imágenes)
- ✓ Profesionales a cargo de la parte diagnóstica (médicos radiólogos)
- ✓ Tipos de modalidades con las que cuenta el hospital
- ✓ Número promedio de exámenes realizados a diario en el Servicio de Imágenes

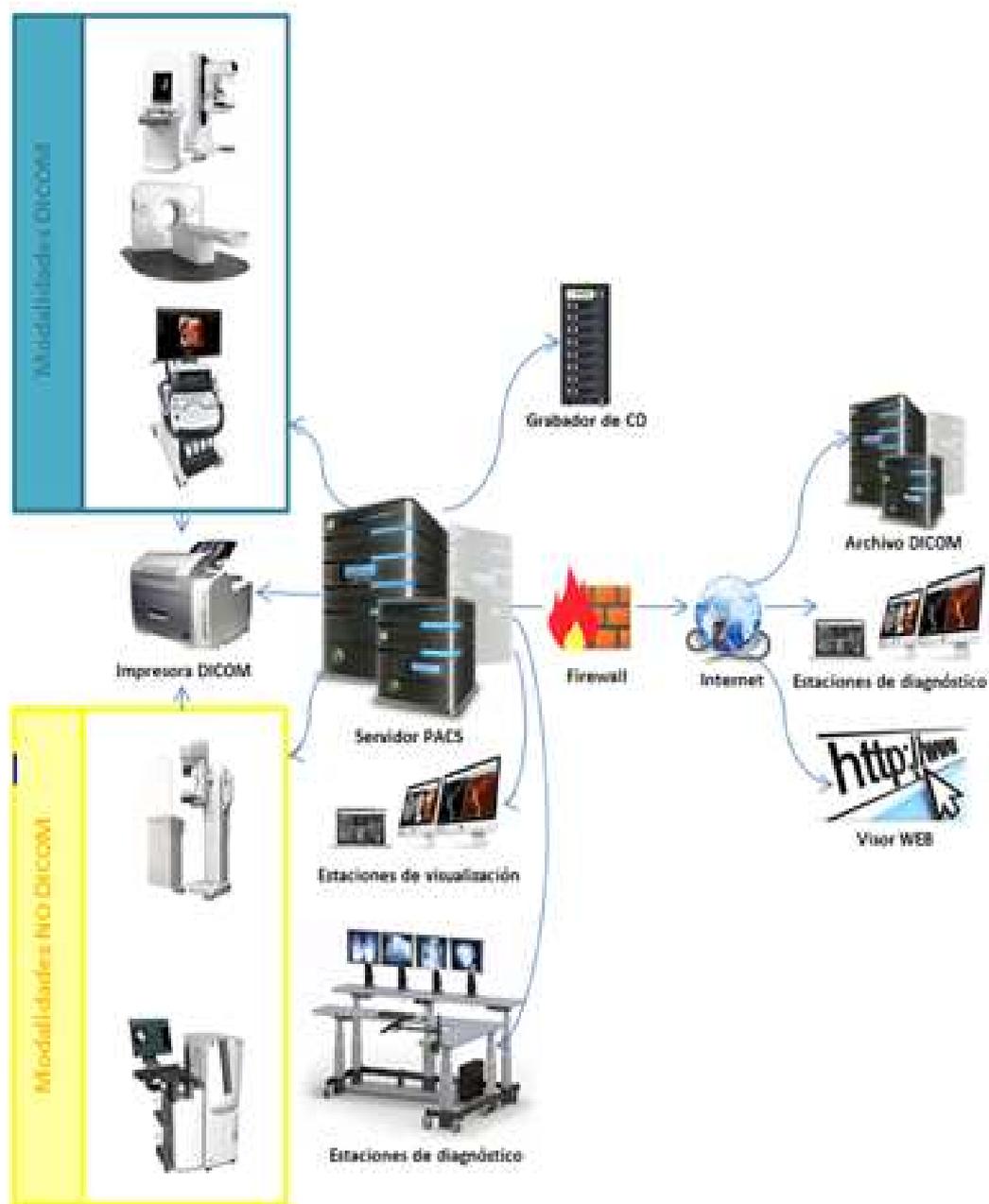


Figura 3.7 Modelo del sistema en funcionamiento

3.2 Especificaciones técnicas

3.2.1 Especificaciones técnicas mínimas generales

Debe suministrar todos los elementos, sistemas o kits que sean necesarios para realizar la integración y adecuaciones técnicas en el equipo de rayos x, con el que cuente el nosocomio, permitiendo el trabajo eficiente del flat panel a instalar.

3.2.2 Especificaciones de Teleradiología

- ✓ Sistema de servicio de teleradiología envío de imagines tipo Dicom.
- ✓ La empresa que va a ofertar suministre el internet independiente del instituto
- ✓ Visualización vía web con cualquier explorador
- ✓ Compatibilidad con cualquier sistema operativo.
- ✓ Integración de los diferentes equipos de visualización digitales que posee el nosocomio
- ✓ Que se pueda revisar y descargar las imágenes digitales que posee el dispensario en una estación de visualización, sin ningún tipo de problema ni tiempos excesivos.
- ✓ Visualización en los diferentes centros que conforman la red de salud pública, que estén integrados a la red teleradiología.

- ✓ Filtros de búsqueda de pacientes por nombre, Modalidad, fechas
- ✓ Compatibilidad con los diferentes sistemas de teleradiología en las diferentes entidades de salud pública.
- ✓ Protocolos de búsqueda para diferentes fechas de visualización de estudios.
- ✓ Notificación de estudios realizados a través de correo electrónico a los doctores radiólogos.
- ✓ Debe incluir el hardware para almacenar los pacientes durante todo el tiempo que dure el contrato.
- ✓ Debe proporcionar Internet mínimo 2Mn dedicadas, con servicio de 24/7 de monitoreo para fallas y servicio técnico del internet

3.2.3 Especificaciones de PACS integrado

- ✓ Capacidad de almacenar las imágenes digitales (DICOM) creadas en el nosocomio.
- ✓ No ligado a un hardware específico; es decir, debe tener la posibilidad de expandirse con cualquier hardware.
- ✓ Posibilidad de visualizar las imágenes mientras se realizan descargas simultaneas, cargado de imágenes por capas en tiempo iguales o menores a 3 seg.

- ✓ Posibilidad de interconexión DICOM con cualquier marca.
- ✓ Que permita la creación de CD/DVDs autoejecutables para médicos referentes.
- ✓ Posibilidad de compresión de imágenes para optimizar espacio en disco.
- ✓ Capacidad de ver las imágenes digitales de los diferentes equipos que tenemos en el dispensario.
- ✓ Licencia ilimitada para múltiples usuarios del dispensario.
- ✓ Que permita compartir información entre los sitios considerados y a la vez mantenga la independencia de los mismos.
- ✓ Que cuente con herramientas de administración de base de datos configurables y automatizadas que permitan mantener la integridad de la base de datos.
- ✓ Debe poseer diseño modular que asegure fácil expansión de almacenamiento.
- ✓ Que soporte los estándares abiertos TCP/IP, DICOM, HL7, XDS, WADO.
- ✓ Administración centralizada de usuarios incluyendo herramienta de seguridad basada en permisos.
- ✓ Capacidad de soportar el flujo de trabajo que genera la institución.

- ✓ Que permita la asignación de estudios de acuerdo a las necesidades del área de radiología.
- ✓ El sistema debe incluir una herramienta de visualización de acceso web.
- ✓ Las preferencias de visualización y herramientas se deberá adaptar a las preferencias deseadas por los médicos radiólogos de la institución.
- ✓ Sistema de open source personalizado.
- ✓ Sistema de 64 Bits en procesamiento.
- ✓ Sistema totalmente compatible con Tablets Tipo PC, para visualización remota.
- ✓ Capacidad ilimitada de estudios, durante lo que dure el servicio.
- ✓ Debe incluirse todo el hardware: PC, servidores, discos duros, etc., que sean requeridos para almacenar la información digital de todos los afiliados que atienda el hospital durante el tiempo que dure el servicio.

3.2.4 Especificaciones de Sistema de Diagnóstico

- ✓ El sistema debe incluir plantillas de diagnóstico, que se configuren de acuerdo al requerimiento de los radiólogos.

- ✓ El sistema debe permitir la creación de reportes en formato dicom y en pdf.
- ✓ El sistema debe permitir ingresar usuarios autorizados a la base de realizar el diagnóstico.
- ✓ Tener firma de validación de un informe médico.
- ✓ Permitir total seguridad informática en informes médicos.
- ✓ Configuración de usuarios de acuerdo a los privilegios establecidos por la entidad contratante.
- ✓ Servicio de aplicaciones: Durante el servicio de teleradiología, se debe capacitar a los médicos radiólogos, médicos tratantes, y personas afines que utilicen el servicio.
- ✓ Servicio de mantenimiento: se debe contar con personal que pueda estar en menos de 2 horas por algún problema y contar con servicio remoto de atención inmediata las 24 horas.

3.2.5 Especificaciones de estaciones de trabajo

- ✓ Servicio DICOM Query&Retrieve: que permita consultar objetos DICOM y recuperarlos.
- ✓ Sistema de backup tan sencillo como copiar las carpetas
- ✓ Grabación a CD/DVD con DICOMDIR en un solo clic y visor ligero multiplataforma que permite visionar las imágenes y su manipulación.

- ✓ Otros servicios DICOM como: MPPS, GPWL, MWL, hangingprotocols, servicios WADO y RID: acceso web (cada imagen posee una única URL) a las imágenes
- ✓ Visor ligero multiplataforma on-line, que permite el visionado de las imágenes y algunas manipulaciones interesantes (volumen, ROI, control de ventana, esquemas de color, etc) y el mismo con acceso web.
- ✓ Fusión multimodal: CR-CR, MR-MR, CT-PET,CT-MR
- ✓ Estudio de calcificaciones
- ✓ Reconstrucción multiplanar, multiplanar curva y 2D ortogonal, endoscopia virtual.
- ✓ Reconstrucción de volumen, de superficie y endoscopia virtual
- ✓ Exportación automática a formatos gráficos estáticos (como JPEG, TIFF, etc.), vídeos (como MPEG2, QuickTime, etc.) y correo electrónico
- ✓ Importación de datos DICOM, jpeg, tiff, video, raw, lsm (microscopíaconfocal) y convertir en dicom.
- ✓ Consulta y recuperación de estudios a otras estaciones DICOM de manera simultánea
- ✓ Múltiples criterios de búsqueda (nombre, ID paciente, edad, modalidad) Conexión a múltiples PACS

- ✓ Herramientas para mediciones (ángulos, distancias, volúmenes, áreas, densidad de tejido)
- ✓ Herramientas de eliminación de volúmenes y huesos
- ✓ Herramientas avanzadas para ortopedia e implantes
- ✓ Visualizar diferentes estudios para su comparación, mostrando diferentes vistas y presentaciones de cada estudio según necesidad, en uno o varios monitores según la configuración del usuario
- ✓ Que permita el cambio de vista (axial, coronal y sagital) en un solo clic
- ✓ Que permita cambios geométricos en la vista de la imagen
- ✓ Que incorpore “suma de cortes” (traslación al mismo plano de varios cortes), permitiendo visualizar la suma en modo MIP (Máxima Intensidad de proyección), MinIP (Mínima Intensidad de Proyección), Media, y traslación de cortes hacia arriba o hacia abajo desde el eje
- ✓ Previsualización de 3D en ventana flotante
- ✓ Reconstrucciones 2D (permiten igualmente la suma de cortes indicada más arriba, mostrando visualización de Media, MIP o MinIP): MPR (multiplanar), MPR curva, MPR ortogonal
- ✓ Herramientas específicas Traumatología y Ortopedia

- ✓ Medidas de articulación: Aplicado al hombro, cadera y rodilla permite medir de manera muy exacta todo lo relativo a la articulación y sus posibles prótesis. Las medidas que aporta son: Longitud axial del eje principal del hueso o del vástago, Ancho de la cánula, Offset o distancia de la cabeza al eje, Ángulo con respecto al eje principal, Radio de la cabeza, Ángulo del radio con respecto al eje principal mediante Cobb.
- ✓ Medidas ilíacas: Permite realizar un completo y sencillo estudio de cadera, obteniendo ángulos y distancias para la perfecta obtención de los datos antropométricos del paciente.
- ✓ Ofrece reconstrucción 3D de los archivos DICOM, permitiendo los siguientes tipos:
 - ✓ MIP (Máxima Intensidad de Proyección)
 - ✓ Reconstrucción de volumen
 - ✓ Reconstrucción de superficie (hasta 2 ISOsuperficies)
 - ✓ Endoscopia virtual (Reconstrucción MPR Ortogonal con vista 3D de la posición de la cámara)
 - ✓ Permite aplicar diferentes tablas de opacidad y añadir nuevas
 - ✓ Ofrece la posibilidad de aplicar diferentes CLUTs a diferentes densidades de tejido, para una mejor visualización
 - ✓ Permite aplicar filtros de convolución a las imágenes 3D

- ✓ Que permita exportación de las reconstrucción de superficie a mallas para su utilización en otros programas 3D (por ejemplo, para cirugía reconstructiva)
- ✓ Que permita la creación de películas animadas y la generación de endoscopias virtuales.
- ✓ Que permita además reconstrucciones 4D (3D + serie temporal) y 5D (fusión de dos estudios, uno de ellos con corte temporal).
- ✓ Soporta la conexión a múltiples servidores.
- ✓ La base de datos permite la creación de carpetas y carpetas inteligentes (cuyo contenido se actualiza de manera automática según múltiples criterios definidos por el usuario).
- ✓ La base de datos puede reordenarse y mostrarse según las diferentes necesidades de los diferentes usuarios.
- ✓ Que permita anonimización de datos de los estudios, de acuerdo con la legislación vigente en materia de datos personales (además, de manera selectiva y con plantillas) o automatización de la anonimización desde la importación de los mismos.
- ✓ Que permita el acceso a los meta datos y la edición mediante plantillas.
- ✓ Que permita autolimpieza de estudios altamente configurable, para evitar la saturación del disco por almacenamiento.

- ✓ Que Permita exportar e importar estudios a/desde discos externos y/o en red.
- ✓ Que Lea y grabe CDs y DVDs en formato DICOM, con navegador.
- ✓ Que permita Videoconferencia y colaboración online integradas para recabar segundas opiniones o compartir información.
- ✓ DICOM Print e impresión estándar.
- ✓ Procesador mayor de 2.5 Ghz
- ✓ Memoria Ram igual o superior 6GB RAM,
- ✓ Hard disk igual o mayor a 1 TB
- ✓ Sistema Operativo Original Licenciado.
- ✓ Explorador de internet
- ✓ Monitor mayor a 20 “
- ✓ Resolución de Monitor mayor a 2 MP

3.2.6 Especificaciones del digitalizador FLAT PANEL

- ✓ Que el detector tenga centellador de Ioduro de Cesio o de Oxido de Gadolineo.
- ✓ Tamaño del pixel pitch menor o igual a 125 um.
- ✓ Que el número total de pixeles sea mayor a 9 millones de pixeles.

- ✓ Que el tamaño de campo efectivo sea de: 14 X 17 pulgadas.
Que la imagen éste disponible en la pantalla aproximadamente en 4 segundos o menos, después de la exposición de rayos x.
- ✓ Debe de tener un voltaje de alimentación de: 120V/ 60Hz.
- ✓ Que cuente con Certificados internacionales de Calidad FDA o CE.
- ✓ Que el Flat Panel pueda desconectarse de su cable, para facilitar el intercambio de este Flat Panel entre mesa y bucky de pared.
- ✓ Dicom sent, print, wl
- ✓ Estación de trabajo:
 - ✦ Pantalla retroiluminada por LED /tecnología IPS; resolución de 2560 por 1440 con soporte para millones de colores.
 - ✦ Que cuente con procesador Intel Core i5 quad core de 3.4 GHz (Turbo Boost de hasta 3.8 GHz) con 6 MB de caché L3 o mejor.
 - ✦ Que tenga aproximadamente 8 GB de memoria DDR3 de 1600 MHz; cuatro ranuras SO-DIMM accesibles para el usuario.
 - ✦ Con Disco duro de 1 TB o mejor.

- ↳ Procesador gráfico NVIDIA GeForce GTX 775M con 2 GB de memoria GDDR5.
- ↳ Ranura para tarjeta SDXC
- ↳ Cuatro puertos USB 3 (compatibles con USB 2)
- ↳ Dos puertos Thunderbolt
- ↳ Salida mini DisplayPort compatible con DVI, VGA y DVI de doble enlace (adaptadores se venden por separado)
- ↳ Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T (conector RJ-45)
- ↳ Teclado y Mouse.
- ↳ Red wireless Wi-Fi 802.11ac2, compatible con IEEE 802.11a/b/g/n
- ↳ Tecnología wireless Bluetooth 4.0

3.3 Análisis de la implementación

3.3.1 Beneficios

La evolución del proceso permite además de eliminar el uso de las películas, optimizar el número de etapas que comprendía el proceso para su culminación, permitiendo en la actualidad mayor celeridad en la disponibilidad de las imágenes para la interpretación del radiólogo.

Lo antes mencionado, conlleva un ahorro de tiempo significativo para los intereses institucionales, optimizando el proceso de obtención de la imagen, y su interpretación.

Otros de los beneficios económicos, que acarrea la implementación de este sistema, refiero los siguientes:

- ✓ Se elimina el uso de películas radiológicas
- ✓ Mejora en los tiempos para la obtención de resultados (tiempo hora/hombre)
- ✓ Mayor satisfacción de nuestros clientes (pacientes).

3.3.2 Costos

Los costos de la implementación de esta tecnología, comprende básicamente el contrato por el servicio y la depreciación de los equipos necesarios para su funcionamiento. Teniendo en cuenta, que se deberá contemplar rubros tales como: mantenimiento, actualizaciones, cambio de ciertos dispositivos, etc. que faculten la operatividad y rendimiento óptimo de la metodología.

3.3.3 Ahorro

Sin duda alguna, el eliminar el uso de las películas radiológicas, se constituye en el principal ahorro de la implementación de la Teleradiología, ya que significa indirectamente que no se deberá imprimir imágenes innecesarias, papelería para el traslado de placas, insumos químicos necesarios para el revelado.

Otros aspectos relacionados al ahorro en la aplicación de este método, es la utilización de menos espacio físico para el almacenamiento de las placas, y, la exclusión de personal auxiliar del servicio para traslado de las radiografías

3.3.4 Impacto de los usuarios internos

Es incuestionable la aceptación de este sistema en los actores principales de interactuar con el sistema de teleradiología, por lo que fueron consultados para conocer la incidencia de esta aplicación, en sus actividades laborales cotidianas:

“Es un sistema innovador en el cual obtenemos imágenes digitales de alta calidad al instante de haberlas realizado, gracias a la utilización de monitores especiales y software con diversas herramientas de procesamiento que permiten tomar medidas en

las propias imágenes, realizar anotaciones, variar el brillo y contraste, emplear el zoom, realizar copias

Las ventajas de la Telerradiología son muy extensas entre estas tenemos la rapidez en la obtención de imágenes, la practicidad y la posibilidad de envío inmediato de las mismas mediante redes intranet hospitalarias. Al quedar almacenadas las imágenes en el soporte informático están disponibles para toda la institución, evitando de esta forma la repetición de pruebas por pérdida o por cambiar de médico u hospital. Por lo tanto, evita la duplicidad de pruebas, reduciendo la cantidad de dosis de radiación innecesarias a los pacientes.

Otra de las ventajas es el ahorro económico ya que no es necesaria la compra de placas radiográficas, líquidos reveladores y fijadores, además de no tener que preocuparse por el control de calidad de equipos procesador y revelador de placas”

Flor María Ascencio – Licenciada en Imagenología

“Definitivamente la puesta en marcha del sistema de radiología, ha permitido acortar el tiempo de respuesta para nuestros usuarios, brindando un servicio más eficiente y eficaz, además

su implementación optimiza recursos del área de Imagenología, de manera significaba.

La eliminación de las placas radiográficas, sin lugar a duda resulta un ahorro considerable de esta metodología, y el tener acceso inmediato a las imágenes un beneficio de gran impacto, para quienes ameritan este tipo de procedimientos”

Mariela González - Médico radióloga

“En lo personal este nuevo método de tecnologías y recursos hace que nuestra labor sea más independiente como parte del equipo de salud, ya que permite ser más responsable con los pacientes y obtener imágenes con técnicas adecuadas, que sean nítidas a la hora de elaborar el informe diagnóstico permitiendo acelerar la atención de los usuarios, sin duplicar el número de atenciones y a la vez obtener el diagnóstico de una manera más oportuna. Además, con este sistema las imágenes pueden ser enviadas a distintos profesionales imagenólogos para su consultoría de casos clínicos raros y de esta forma ser consciente de la gran utilidad de la teleradiología”

Edison Villegas – Licenciado en Imagenología

Conclusiones y Recomendaciones

1. La transformación de la tecnología, definitivamente está modificando el dinamismo de las organizaciones, mediante la innovación de procesos, que conlleva una alteración en la asignación de tareas y responsabilidades en los equipos de trabajo. Estas modificaciones, donde intervienen las TIC'S y la ciencia médica, ha permitido en la actualidad mejorar la capacidad resolutive de las entidades sanitarias. Generando el beneplácito de los usuarios tanto internos como externos.
2. Y es que sin lugar a dudas, los servicios de Imagenología con la vertiginosa y creciente implantación de sistemas de teleradiología y PACS, constituye un nuevo escenario que permitirá a los especialistas

de este auxiliar de diagnóstico, indagar y aplicar en un futuro cercano, nuevos modelos de práctica clínica, dificultosamente imaginables en la actualidad.

3. Se están realizando esfuerzos que permitan optimizar nuestro actual modelo sanitario, ofreciendo una atención con calidad y calidez, y así que la salud, sea un derecho equitativo para nuestra sociedad.

Recomendaciones

1. Se sugiere la implementación del sistema de Teleradiología, de todas las entidades que conforman la red de salud pública, mejorando así la calidad del servicio para los pacientes.
2. Que el Ministerio de Salud, entidad reguladora del aspecto sanitario del país; defina estándares para la implementación de este tipo de sistema, y asigne los montos presupuestarios que permitan mejorar la infraestructura tecnológica, que faculte la posibilidad de este tipo de mecanismos.
3. Que los profesionales del servicio de imágenes, complementen su instrucción académica en lo que concierne a temas tecnológicos,

además de lo inherente a su actividad profesional, facilitando el manejo de este tipo de herramientas especializadas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Francisco Sánchez Cascos, La teleradiología en el ámbito sanitario Catalán ¿En qué punto nos encontramos?, http://www.forumcis.cat/sites/default/files/debats/TRABAJO%20FINAL%20ODE%20M%C3%81STER_Fran%20Sanchez%20Cascos.pdf, fecha de consulta julio 2013
- [2] Grupo Medico Drs. Contreras, Teleradiologia soluciones en radiología a distancia, <http://www.rxcontreras.com/paginas/teleradiologia.html>, fecha de consulta s/f
- [3] Lluís Donoso Bach, De la teleradiologia al trabajo radiológico en red: nuevas perspectivas, <http://www.telessaude.uerj.br/resource/goldbook/pdf/33.pdf>, fecha de consulta 2015
- [4] Grupo de estudio de enfermedades cerebrovasculares de la SEN, DICOM, <http://www.ictussen.org/?q=node/113>, fecha de consulta 2012
- [5] Grupo Dream Stime, Radiología Convencional y Digital o Computada, <http://emilyradiologiaconvdig.blogspot.com/2011/12/radiologia-convencional-y-digital-o.html>, fecha de consulta diciembre 2011
- [6] Francisco Bordils I Rovira y Miguel Chavarría Díaz, Almacenamiento y transmisión de imágenes. PACS, http://www.conganat.org/seis/is/is45/IS45_54.pdf, fecha de consulta s/f

GLOSARIO

Dicom: es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas.

Pacs: es un sistema de almacenamiento digital, transmisión y descarga de imágenes radiológicas

Telemedicina: es la utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como un medio de proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial”

Teleradiología: Un medio de transmisión electrónica de imágenes radiográficas de los pacientes y el texto de consulta de un lugar a otro.