

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA**

---

**“PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN DEL  
ÁREA DE IMAGENOLÓGÍA”**

**INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:  
ESTANCIA INDUSTRIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO BIOMÉDICO**

**PRESENTA:  
GRISELDA ESPINOZA GUTIÉRREZ**

**DIRECTOR INTERNO: ING. BIOMÉDICO NÉSTOR NAVA MONTIEL**

**DIRECTOR EXTERNO: ING. FÍSICO GABRIEL RAMÍREZ RODRÍGUEZ**

**México, D. F. Junio 2008**



SECRETARÍA  
DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA



México., D. F., a 31 de octubre de 2008.  
Of. No. SA-UPIBI-1433/08

**GRISELDA ESPINOZA GUTIÉRREZ**  
**7º SEMESTRE DE LA CARRERA DE**  
**INGENIERÍA BIOMÉDICA**  
**Presente.**

Comunico a usted, que como resultado de la evaluación del Comité de Proyecto Terminal, con esta fecha queda registrado su proyecto terminal en la modalidad de **"ESTANCIA INDUSTRIAL"** denominada **HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO "PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN DEL ÁREA DE IMAGENOLÓGIA"** bajo la dirección externa Ing. Fis. Gabriel Rodríguez Ramírez y la dirección interna Ing. Néstor Antonio Nava Montiel.

De cumplir con las condiciones que abajo se indican, será acreditada la opción curricular de titulación. Asimismo me permito recordarle que el trabajo experimental deberá concluir en el octavo semestre y entregar el informe técnico final, de conformidad con los lineamientos que para tal fin establezca el Comité mencionado.

**CONDICIONES**

1. Permanecer en la misma opción y actividad en el Proyecto Terminal I, II, III.
2. Obtener una calificación igual o superior a 8.0 en Proyecto Terminal I, Proyecto Terminal II y Proyecto Terminal III.
3. Cumplir con el 90% de asistencia a las actividades asignadas.
4. Cumplir con los demás requisitos que se fijan en el programa de estudios de la asignatura.

**ATENTAMENTE.**  
**"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"**

**ING. YESICA MA. DOMÍNGUEZ GALICIA,**  
**SUBDIRECTORA ACADÉMICA.**



c.c.p. Departamento de Control Escolar.



## *AGRADECIMIENTOS*

*Primero que nada, agradezco a Dios por darme la oportunidad de comenzar un día más cada día, y por darme la fortaleza para ser persistente en mis metas y sueños.*

*A mis padres Alicia Gutiérrez Montoya y Marcelino Espinoza Gutiérrez, por cuidarme y apoyarme estos 21 años, en las buenas y las malas, por educarme, por brindarme su amor, cariño y comprensión... Siempre estaré sumamente agradecida, los quiero mucho.*

*A mi hermanito adorado Rafael Espinoza Gutiérrez, que siempre me brindó su cariño y protección incondicional, desde siempre, y por soportarme tal cual yo.*

*A mis tíos:*

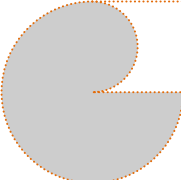
*Irma por ser mi hermana mayor, por su cariño y por cuidarme en su momento.*

*Rafael y Artemio, por sus consejos y su apoyo desde siempre.*

*Mario, porque a pesar de la distancia, siempre estuviste cerca.*

*A mis amigos Antonio, Elvia y Fernando, simplemente por estar ahí! las caídas no hubiesen sido lo mismo sin ustedes, Gracias!*

*A mis profesores por instruirme y educarme estos últimos 18 años!*



## CONTENIDO

<b>Resumen Técnico .....</b>	<b>5</b>
<b>Hospital Juárez de México .....</b>	<b>6</b>
Misión, Visión, Valores .....	6
Mapa de Ubicación .....	7
Mapa de las Instalaciones.....	7
Antecedentes Históricos .....	8
Organigrama General .....	10
<b>Introducción .....</b>	<b>11</b>
<b>Marco Teórico .....</b>	<b>12</b>
Radiología Digital .....	12
PACS, Componentes .....	13
DICOM .....	15
Partes de DICOM.....	17
Clases de Servicio DICOM.....	18
RIS.....	18
HIS.....	19
Flujo de Trabajo con la Digitalización .....	19
<b>Justificación.....</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>23</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>24</b>
Diagnostico .....	24
Documentación .....	24
Evaluación de Alternativas .....	25
Ejecución.....	25
<b>Capítulo1. “Diagnostico” .....</b>	<b>26</b>
Sistemas de Impresión Actual en el Área.....	27
Estadística anual de estudios realizados en el 2008 .....	29
Encuesta al personal .....	31
Encuesta a pacientes.....	33
Red del Hospital Juárez de México .....	34
Consumibles del Área.....	36

<b>Capítulo2. “Evaluación de Alternativas”</b> .....	<b>39</b>
¿Porqué una solución Integral? .....	39
<b>Capítulo3. “Propuesta Técnica”</b> .....	<b>40</b>
Ubicación de los equipos y sistemas solicitados .....	42
Solicitud de Equipamiento.....	43
Unidad Radiográfica con detector de Estado Sólido Digital (DR) .....	44
Sistema Digitalizador de Imágenes de Alta Productividad (CR) .....	44
Sistema Digitalizador de Imágenes para Mastografía .....	45
Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco .....	45
Sistema de Almacenamiento y Comunicación para Imágenes Medicas (PACS) .....	46
Sistema de Información Radiológica (RIS).....	46
Estaciones de Trabajo de Visualización .....	46
Servidores para PACS-RIS .....	47
Sistema de Distribución de Imágenes para Intranet o Extranet .....	47
Estaciones de Trabajo de Diagnosticas .....	47
Angiografo arco monoplanar .....	48
Sistema de Ultrasonografía Doppler Avanzado a Color con Aplicaciones en Elstografía.....	49
Ultrasonido de propósito general con Doppler color y power .....	50
<b>Capítulo 4. “ Optimización de Recursos”</b> .....	<b>51</b>
<b>Capítulo 5. “Alcances del Proyecto”</b> .....	<b>52</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>55</b>
<b>Sugerencias para estancias futuras</b> .....	<b>56</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>57</b>
<b>Glosario</b> .....	<b>58</b>
<b>Índice de siglas y abreviaturas</b> .....	<b>60</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>62</b>
Anexo 1. Inventario del Área de Imagenología .....	62
Anexo 2. Instalaciones del Área de Rx del HJM .....	63
Anexo 3. Lista de Direcciones IP del HJM .....	64
Anexo 4. Estadística de Imagenología 2008.....	65
Anexo 5. Consumibles de cada servicio, detallando cada estudio de cada servicio .....	70

# PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN DEL ÁREA DE IMAGENOLÓGÍA

Griselda Espinoza Gutiérrez, \*Ing. Físico Gabriel Ramírez Rodríguez

Tel. 57477560 email: [grrhjm@yahoo.com.mx](mailto:grrhjm@yahoo.com.mx)

Palabras clave: Digitalización, PACS, RIS, DICOM

**Introducción.** El hospital Juárez de México es un Hospital del 3er nivel de alta especialidad, además cuenta con un área de imagenología equipada con tecnología avanzada en su mayoría, sin embargo aun cuenta con equipos de radiología convencional que han demostrado ciertas desventajas ante los beneficios que ofrecen los sistemas digitales. Actualmente el 95% de los estudios realizados en el área son impresos en placas para después ser diagnosticados por los médicos. En ocasiones los estudios impresos en placas no logran mostrar el detalle diagnóstico deseado, razón por la cual los estudios se vuelven a realizar, lo cual implica costos extras por desperdicio de placas impresas, pérdidas de tiempo tanto para el paciente como para el médico, sobreexposición a radiación ionizante para el paciente y el personal del hospital, etc. Actualmente, existe tecnología moderna como sistemas con software PACS, RIS y HIS, comunicados a través del protocolo DICOM, que ofrece sistemas de almacenamiento y administración de información e imágenes digitales, con herramientas que facilitan el diagnóstico de los médicos y la gestión de informes diagnósticos, registros, entre otros datos demográficos de los pacientes.

**Metodología.** El proyecto presentado se desarrollo en 4 etapas: *Diagnostico*, en esta etapa se identifico la situación actual del área de imagenología del hospital, tanto la tecnología con que cuenta, la demanda de cada servicio, el modo de operación de la red actual de informática y las necesidades del área. *Documentación*, en esta etapa se estudio información acerca de PACS, RIS y DICOM, debido a que estos conceptos proponen la tecnología actual al proyecto. *Evaluación de alternativas*, en esta etapa se realizo un análisis integral con el diagnostico inicial, en la cual se diseño una propuesta técnica. Posteriormente se buscaron opciones actuales con los proveedores de esta tecnología, se evaluó las opciones de compra, arrendamiento o solución integral y un análisis costo beneficio para elegir la mejor alternativa disponible. *Ejecución*, involucra la licitación, las adecuaciones del área para la instalación, la instalación y la puesta en marcha para evaluar la aceptación y productividad el departamento.

**Resultados y Discusión.** Actualmente el área dio de baja el revelado húmedo, cuenta con un sistema de digitalización media (equipos análogos y CR), 3 impresoras láser en seco, 2 CR, todos los equipos se encuentran conectados a una red DICOM con 22 nodos. Además se identifico a través de una estadística, datos como el número de estudios por cada servicio del área, en el 2008; con ello se calculo la cantidad de consumibles del área y el número de estudios para el que requerimos el sistema PACS-RIS. El número de estudios anuales en el área es aproximadamente de

30,000. Con este dato se evaluó la necesidad de almacenamiento anual tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. *Calculo de la necesidad de almacenamiento anual.*

TAMAÑOS DE IMAGEN POR ESTUDIO			
Modalidad	No. Estudios	(MB)/Estudio	(MB)/ Año
MAM	2373	70	166110
RM	2234	80	178720
TAC	5245	75	393375
US/Color	1366	40	54640
US/BN	5887	18	105966
RX CR	12111	15	181665
<b>Total</b>	<b>29216</b>	<b>298</b>	<b>1,080,476</b>

Tomando en cuenta que el servicio incrementara su productividad el primer año 20% y los 4 años subsecuentes 5%, la necesidad de almacenamiento será de 1.6 TB para el año 5. Sin embargo, los sistemas PCAS y RIS que manejan las compañías actualmente el que más se ajusta al proyecto, es para 50, 000 estudios. Por lo tanto, la proyección para el año 5 es d2 2.63 TB de almacenamiento. Con todo el análisis integral, se realizo una propuesta técnica que incluye: 1 PACS-RIS, 2 Servidores con UPS, 1 Red de distribución de imágenes, 2 CR, 2 Impresoras digitales directa en seco, 1 DR, 2, WS diagnostico, 12 WS de visualización, el remplazo de un Angiografo y 2 Ultrasonidos.

**Conclusiones y perspectivas.** Con la implementación de un conjunto de sistemas PACS Y RIS, el Hospital Juárez de México lo optimizará el flujo de trabajo para el área de imagenología, facilitando a los médicos radiólogos realizar su diagnóstico. Gracias al análisis integral realizado, existe ya una propuesta técnica, con la cual el hospital puede buscar proveedores que oferten la tecnología que más se ajuste al departamento de radiología, haciendo así de este proyecto, un proyecto llave en mano.

**Agradecimientos.** Al Ing. Marcelino Villegas por presentarme el proyecto y por haberme guiado en el desarrollo del mismo. Al Ing. Gabriel Ramírez por apoyarme a lo largo del proyecto. Al Ing. Enrique Rojas Chávez, por su disponibilidad y atenciones en los últimos tiempos.

## Referencias

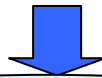
1. Berman,P. 1998. Radiología Digital: PACS, Teleradiología y Estrategias en Radiología, Informática Médica Integral S.L., Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica. Tomos I, II y III. España 2000
2. [www.cenetec.gob.mx](http://www.cenetec.gob.mx), México Marzo 2009



## HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

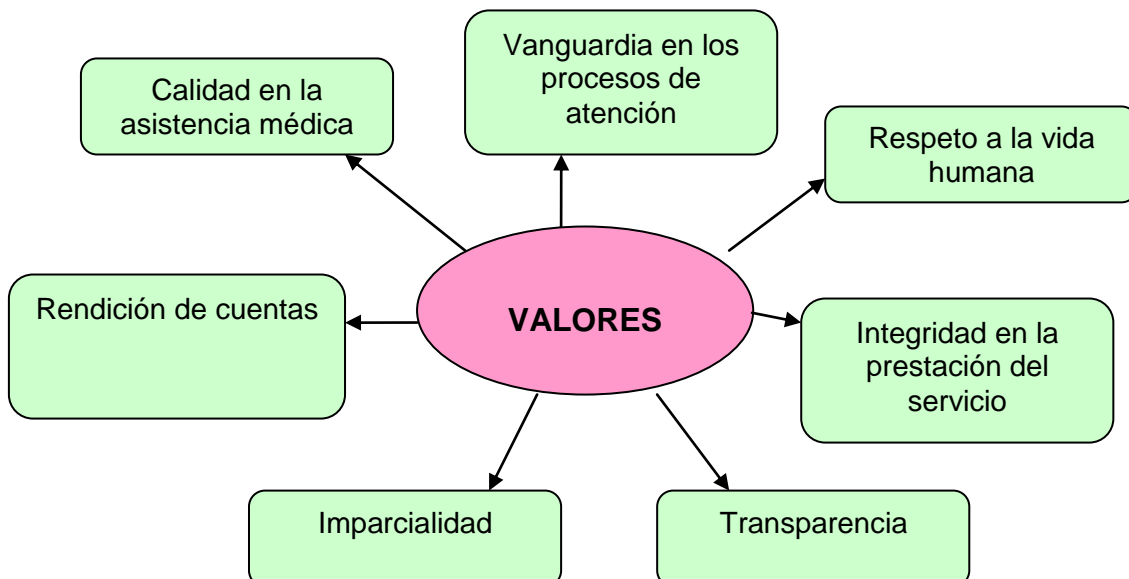
### MISIÓN

Proveer asistencia médico-quirúrgica de alta especialidad con calidad y seguridad, que promueva la formación de recursos humanos especializados y el desarrollo de investigación científica que contribuyan a mejorar la salud de la población mexicana.

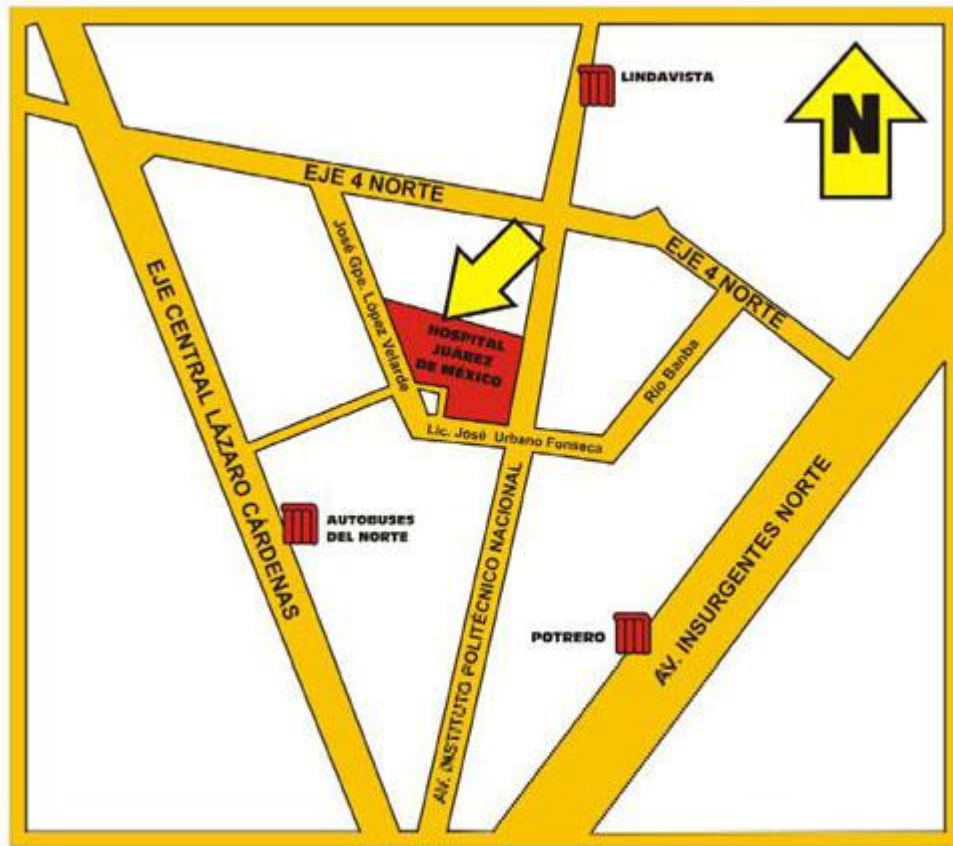


### VISIÓN

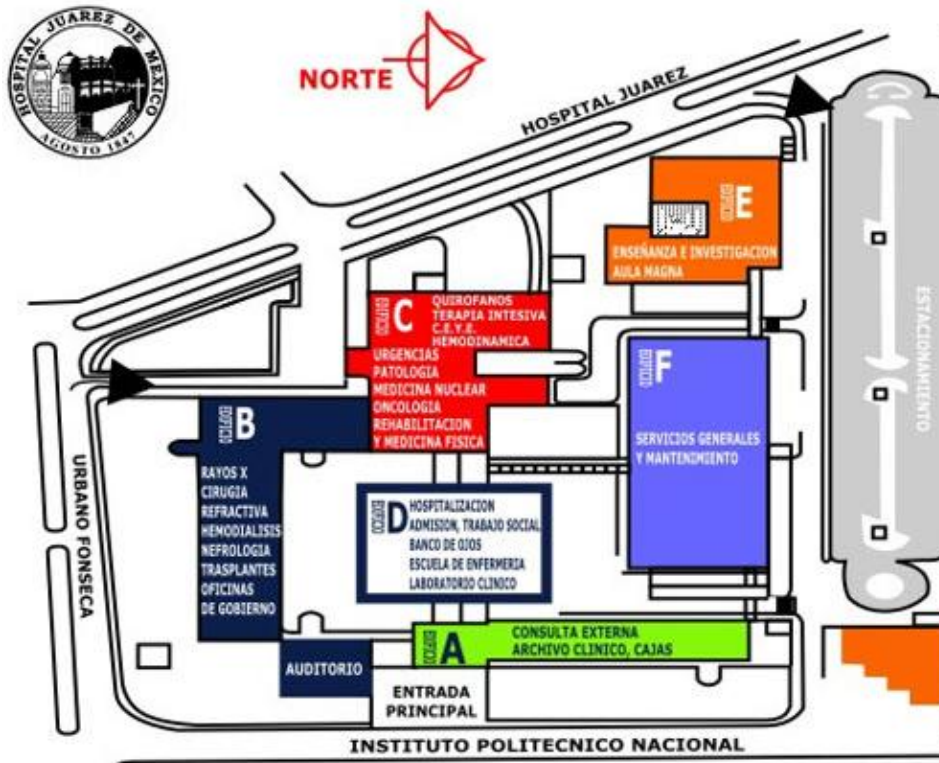
Seremos el modelo de los hospitales Federales de Referencia con reconocimiento nacional e internacional, por integrar la enseñanza y la investigación científica a la asistencia médica, para ser un polo de atención del recurso humano en formación dirigido a la alta especialidad, primordialmente quirúrgica.



### MAPA DE UBICACIÓN



### MAPA DE LAS INSTALACIONES





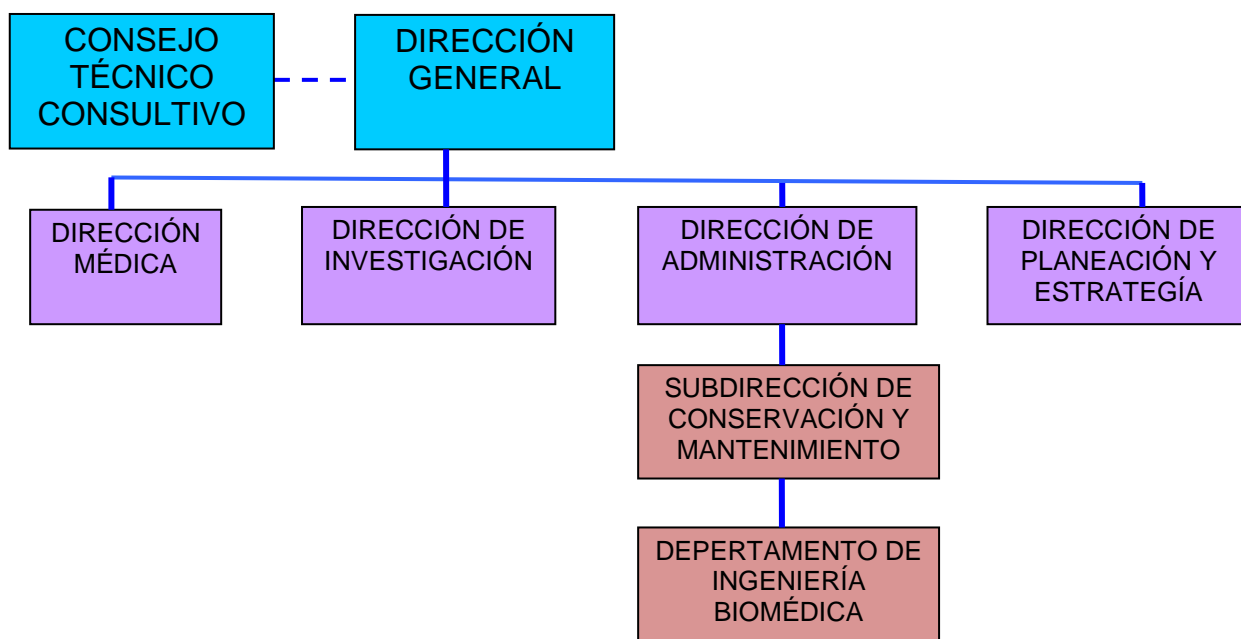
## ANTECEDENTES HISTORICOS

FECHA	DESCRIPCIÓN
<b>1847</b>	El 16 de agosto el Gral. Manuel María Lombardini dispone del edificio del Colegio de los agustinos de San Pablo (ubicado en la calle de San Pablo) para convertirlo en un hospital de sangre durante la invasión norteamericana.
	Las Hermanas de la Caridad son asignadas para la dirección del establecimiento con el objetivo de atender a los heridos más graves.
	El 23 de agosto llegan los primeros heridos al establecimiento, por lo que se considera fecha de fundación.
	El hospital comienza sus funciones con el cura y el médico de la Iglesia de San Pablo y 60 camas.
<b>Mediados del siglo XIX</b>	El Hospital de San Pablo fue designado como campo clínico para la enseñanza (proporcionaba cadáveres a la escuela).
<b>1860</b>	Se fundó el primer banco de sangre y huesos.
<b>1863</b>	El hospital atiende a los heridos mexicanos y franceses durante la Intervención Francesa.
	Para entonces, el número de camas era de 213.
<b>1869</b>	El 6 de mayo el Dr. Ignacio Alvarado es asignado como el primer Director General del Hospital de San Pablo.
	Durante esta época el Hospital contó con una sala para la beneficencia Francesa, Suiza, Belga y Española.
	Con el transcurso de los años, se le ha considerado como la cuna de la cirugía en México, pues en éste se han realizado intervenciones quirúrgicas de gran importancia, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La construcción de un ano artificial en la ingle izquierda.</li> <li>• La primera recesión de hombro en América Latina.</li> <li>• La primera desarticulación coxo-femoral.</li> <li>• La segunda transfusión sanguínea en América Latina.</li> </ul>
	Se llevo a cabo en el hospital la primera radiografía en México, la cual fue tomada por el Dr. Barceló.
	Al deceso del Benemérito de las Américas, el Lic. Benito Juárez se cambió el nombre del hospital, quedando como es conocido actualmente "Hospital Juárez".

<b>1970</b>	<p>El 20 de noviembre se realizó la restauración del centenario Claustro del Colegio de los Agustinos de San Pablo, restituyéndole al viejo Convento su aspecto original; quedando integrado por los siguientes edificios:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Consulta Externa</li><li>• Servicios Generales</li><li>• Torre de Hospitalización</li><li>• Unidad de Enseñanza Cuerpo de Gobierno (en el Claustro)</li><li>• Servicio de Cirugía Experimental e Investigación Clínica</li><li>• Residencia de Médicos</li></ul>
<b>1881</b>	<p>El hospital es remodelado, siendo dotado de nuevas salas y reacondicionando las ya existentes, con la finalidad de brindar un mejor servicio a la comunidad.</p>
<b>1985</b>	<p>Debido a las catástrofes naturales el hospital sufre una nueva transformación, ya que la Torre de Hospitalización se derribó, convirtiéndose en la tumba de estudiantes de medicina, enfermeras y enfermos.</p> <p>Se construyeron 4 edificios después del acontecimiento, a los cuales se les conoció como Juárez I, II, III y IV. Los cuales se dividieron de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Juárez I: Medicina Interna y Cirugía General</li><li>• Juárez II: Ortopedia</li><li>• Juárez III: Ginecología</li><li>• Juárez IV: Neurocirugía</li></ul>
<b>1989</b>	<p>El Gobierno de la República ante esta tragedia, destinó fondos para que la Secretaría de Salud construyera una nueva casa para la familia juarista, por lo cual en el mes de septiembre de ese año abrió sus puertas el nuevo Hospital Juárez de México, al que se le dotó de todos los adelantos de la medicina moderna.</p>

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y OPERATIVA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

### ORGANIGRAMA GENERAL



El Hospital Juárez de México está conformado por 4 direcciones, tales como la Dirección Médica, Dirección de Investigación, la Dirección de Administración y por último la Dirección de Planeación y Estrategia. Cabe señalar que el Departamento de Ingeniería Biomédica opera dentro de la Dirección de Administración bajo la coordinación de la Subdirección de Conservación y Mantenimiento.

## **INTRODUCCIÓN**

El Hospital Juárez de México cuenta con un área de imagenología, que comprende:

- 2 salas de rayos X convencionales
- 3 salas de ultrasonido, de las cuales una tiene un doppler
- 2 salas de tomografía axial computarizada
- 1 sala de angiografía con área blanca
- 1 sala de mastografía y ultrasonido de mama
- 1 sala de endoscopia que incluye 2 arcos en "C"
- 1 sala de resonancia magnética nuclear
- 1 archivo de placas
- 1 sala para interpretación

En esta área el 95% de los estudios son impresos en placas para después ser diagnosticados por los médicos. En ocasiones los estudios impresos (mediante las placas) no logran mostrar el detalle diagnóstico deseado, razón por la cual estos estudios se vuelven a realizar, lo cual implica costos extras debido al desperdicio de placas impresas, pérdidas de tiempo tanto para el paciente como para el médico, sobreexposición a radiación ionizante para el paciente y el personal del hospital, etc. Por ello en un hospital donde se utilicen sistemas de almacenamiento y administración de información e imágenes digitales, el trabajo del equipo médico, administrativo y la atención a los pacientes, son completamente diferentes de lo que sucede en instituciones que no cuenten con esas herramientas. Con la tecnología moderna, los procesos son expeditos gracias a equipos que utilicen el estándar DICOM y sistemas con software PACS, RIS y HIS.

## **MARCO TEORICO**

### **RADIOLOGÍA DIGITAL**

Desde el surgimiento del registro de imágenes por fluoroscopia con exposiciones únicas o secuenciales en tiempo real, las cuales fueron llevadas a un ordenador para su posterior análisis, se dio paso a lo que todos hoy denominamos “Radiología Digital (RD)”.

El sucesivo e imparable avance de las tecnologías de la información, en especial la electrónica y la informática, han dado lugar a que la RD conviva ya con el “Diagnóstico por la Imagen (DI)” como si de placas se tratase. La introducción de modalidades radiológicas con adquisición digital como Tomografía Computada (TC), Ultrasonidos (US), y Medicina Nuclear (MN), ganaron gran aceptación en los 70’s. Posteriormente en los 80’s la Angiografía de Substracción Digital (DSA), la Resonancia Magnética (RM), y finalmente, con la Radiografía Computada (CR), ha facilitado obtener un vasto campo de experiencias en la gestión directa de las imágenes en formato digital. . Aun así, la radiología convencional con película constituía entre el 65% al 70% de todos los exámenes de diagnóstico que se realizaban.

No es hasta la década de los años 90, que todo el esfuerzo por integrar la radiología en un ambiente digital lleva a los tecnólogos a pensar en medios que requieran compromisos satisfactorios para la conversión de la radiología convencional. Un primer paso fue la utilización de los sistemas de digitalización de películas mediante escáneres, el segundo con la aparición de los primeros sistemas de películas de fósforo y, finalmente, los sistemas de captura directa.

El cuidado de la salud cambiante requiere de un sistema de diagnóstico veloz con imágenes digitales de alta calidad, visualización apropiada, recuperación eficaz y comunicación con sistemas alternativos.

Se debe tomar en cuenta la renovación tecnológica en los años subsecuentes, para evitar la futura obsolescencia tecnológica. Para reducir los riesgos se recomienda:

- El sistema debe ser configurado sobre una plataforma abierta, de forma tal que se puedan agregar y/o anular segmentos sin que ello altere su funcionalidad. Debe ser posible acrecentar su funcionalidad.

- La integración de todo el sistema debe estar basada en módulos que funcionen independientes, pero cada uno como bloques íntegros.
- Adhesión a las normativas de la industria y estándares que anulen la dependencia de los propietarios.

### **PACS (Picture Archiving and Communication System).**

Es un sistema de almacenamiento y gestión de imágenes. En los hospitales viejos, después de tomadas las radiografías iban a un archivo. Esto requería tiempo, espacio y personal, y era muy costoso e ineficiente, por lo que esos archivos se fueron acabando y se trasladó la responsabilidad de la conservación de las imágenes al paciente, pero usualmente las personas terminan botándolas, y eso es crítico. En todas las exploraciones es importante contar con las imágenes previas. Los estudios anteriores orientan, y el primer beneficiado es el paciente, porque indica si se deben hacer o no otras exploraciones.

#### **Componentes de un PACS**

- ✓ Modalidad  
El examen proveniente de cada modalidad crea las imágenes que necesitan compartir entre las modalidades de los radiólogos.
- ✓ Base de datos/ Servidor  
Mientras la base de datos maneja la transferencia, recupera y almacena las imágenes e información relevante, el archivo provee permanentes imágenes almacenadas.
- ✓ Un Servidor PACS:  
Una computadora con gran espacio en disco duro y un software servidor de PACS, el cual debe ser robusto, trabajar sin fallos las 24hr/7 días, con una base de datos de gran alcance, capaz de almacenar millones de imágenes DICOM recibidas desde las diferentes modalidades (CT,US, MR, RX). Además debe permitir la interconexión de diagnóstico y visualización en red, así como la distribución programada de las imágenes.
- ✓ Clientes PACS  
Una computadora con software visor DICOM. Estos Clientes PACS pueden consultar y recuperar las imágenes DICOM de los servidores PACS, usando los protocolos de la red DICOM (DICOM C-Move, C-Store, C-find).
- ✓ Unidades de almacenamiento masivo

Actualmente se usan Raids, (arreglos de discos duros) en línea y los llamados

Juke-Box (rocola de discos duros) cerca de la línea.

✓ Estaciones de visualización diagnósticas

El diagnóstico es mostrado en las estaciones permitiendo leer a los radiólogos el acceso a las imágenes por una fácil copia instantáneamente después de la adquisición acelerando el reporte diagnóstico, a lo que se llama “post proceso de imagen”. En ellas se pueden realizar mediciones de área, distancias, etc. (diagnóstico), así como ajustes de brillo, ventana, etc.

✓ Estaciones de visualización clínicas

Imágenes clínicas son mostradas en estaciones permitiendo a los médicos desde algún lugar o en la red del hospital acceder a los estudios recientes compartiendo oportunamente el diagnóstico al paciente.

✓ Servidor Web

A través del internet, servidores web permiten mayor rentabilidad compartiendo imágenes a través de su empresa.

✓ Copia impresa o respaldo (Backup).

Imprimir o tener una copia impresa cuando es necesario para el archivo tradicional de imágenes de otros departamentos.

✓ RIS

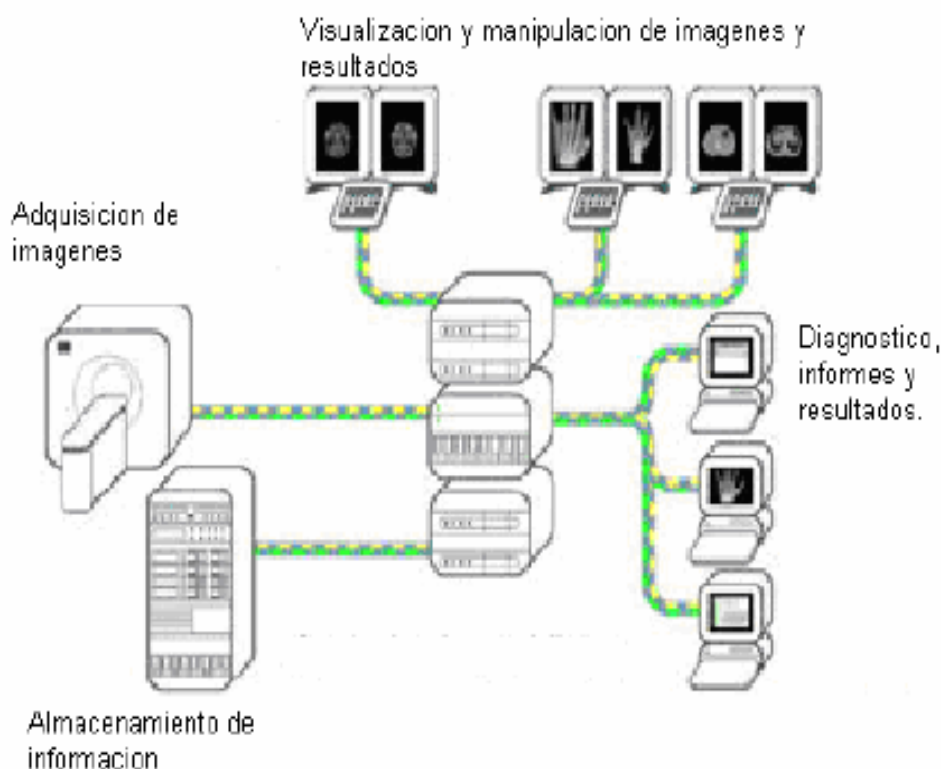
Usando el estándar DICOM, la modalidad puede ser desplegada en estaciones y permite calendarizar estudios, el envío automático de datos demográficos a la modalidad requerida.

Un PACS debe ofrecer todos los elementos operacionales demandados por el área de imagenología y las áreas dependientes, tales como:

- ✓ Adquisición de imágenes
- ✓ Almacenamiento de información
- ✓ Transferencia local de imágenes
- ✓ Transferencia remota de imágenes
- ✓ Facilitar la interpretación y diagnóstico de los estudios realizados (Post proceso de imágenes).
- ✓ Administración de la historia clínica e información del paciente
- ✓ Interface con otros sistemas como el HIS y el RIS.

- ✓ Mostrar imágenes médicas
- ✓ Imprimir estudios
- ✓ Consultar estudios
- ✓ Editar reportes de los pacientes
- ✓ Grabar voz (opcional).
- ✓ Facilitar la admisión y registro de los pacientes, así como la calendarización de sus estudios (a través del RIS).
- ✓ Visualizar imágenes simultáneamente en diferentes estaciones de trabajo.

**Diagrama 1. Sistema Básico de PACS**



En este diagrama se muestran los principales componentes de un PACS, como son la adquisición de imágenes (modalidades), su almacenamiento y finalmente la visualización y manipulación de imágenes para su posterior diagnóstico.

### **DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*)**

DICOM 3.0 fue creado en 1985 a partir de la investigación del ARC (American Collage of Radiology) y la NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Esta primera



versión tuvo bastantes errores por lo que en 1988 se desarrollo la 2.0, en la cual aun no se podía establecer comunicación por red con este sistema.

La última versión que está en constante innovación es la 3.0, que salió al mercado desde 1991, la cual cuenta con las siguientes características:

1. Posibilidad de intercambiar objetos en redes de comunicaron y en medios de almacenamiento a través de protocolos y servicios, manteniendo la independencia de la red y del almacenamiento físico. Todo esto a través de comandos definidos por una sintaxis y lenguaje, a los que se les asocian datos. Las versiones anteriores solo ofrecían comunicaron punto a punto.
2. Especificación de diferentes niveles de compatibilidad. Explícitamente se describe como definir un determinado nivel de compatibilidad, para escoger solo opciones específicas de DICOM. En las versiones anteriores se especifica un nivel mínimo únicamente.
3. Información explícita de Objetos a través de estructuras de datos, que facilitan su manipulación como entidades autocontenidas. Los Objetos no son únicamente imágenes digitales y graficas, sino también estudios, reportes, etc.
4. Identidad de objetos en forma única, como instancias con operaciones permitidas definidas a través de clases.
5. Flexibilidad al definir nuevos servicios.
6. Interoperabilidad entre servicios y aplicaciones a través de una configuración definida por el estándar, manteniendo una comunicación eficiente entre el usuario de servicios y el proveedor de los mismos.

En DICOM, las imágenes en escala de gris tienen 16 bits por pixel (o 2 Bytes por pixel), y las imágenes color tienen 24 bits por pixel más 8 bits por pixel de información de intensidad (o la impresionante cantidad de 4 Bytes por pixel).

La resolución espacial, o tamaño de una imagen digital, está definida como una matriz con cierto número de pixeles (o puntos de información) a lo ancho y a lo largo de la imagen. Cuanto más pixeles, mejor resolución. Esta matriz también tiene "profundidad". La profundidad, generalmente es medida en bits y comúnmente es conocida como escala de gris: las imágenes de 6 bits tienen 64 niveles de gris, las imágenes de 7 bits tienen 128

niveles de gris, las imágenes de 8 bits tienen 256 niveles de gris y las imágenes de 12 bits tienen 4.096 niveles de gris.

DICOM, se basa en la arquitectura Cliente-Servidor, la cual define una relación entre el usuario de una estación de trabajo (el cliente frontal) y un servidor posterior de archivos, impresión, comunicaciones, u otro tipo de sistema proveedor de servicios.

Con este estándar se pueden entrelazar la información de un hospital (HIS Hospital Information Systems) y un departamento de radiología (RIS Radiology Information Systems) a través de un sistema de PACS. El objetivo principal de este estándar es evitar problemas de comunicación originados por errores de interpretación en la información.

### **Partes de DICOM**

1. Overview
2. Conformance
3. Information Objects
4. Service Class
5. Data Structures and Semantics
6. Data Dictionary
7. Message Exchange
8. Network Support
9. Point to Point (Retired)
10. Media Storage/File Format
11. Media Storage application profiles
12. Physical Media
13. Print Management (Retired)
14. Grayscale Standard Display Function
15. Security Profiles and Management
16. Content Mapping Resource
17. Explanatory Info
18. Web Access to DICOM Persistent Objects

Una licencia DICOM ofrece diferentes servicios, y no todos de una vez. Estos permiten mandar imágenes a la red o a una estación de trabajo (*Store*), almacenarlas permanentemente en un dispositivo (*Storage*), enviarlas y recibirlas (*Send*), imprimirlas

(*Print*), buscarlas y recuperarlas (*Retrieve*), asociarlas a una lista de trabajo (*Worklist*) o a otra información (*Query*), entre otras funciones.

### **Clases de Servicio DICOM**

- Work List  
Envío de datos demográficos de pacientes a las modalidades diagnóstico
- Modality Performed Procedure Step  
Notifica status de procedimientos
- Query/Retrieve  
Buscar y recuperar imágenes
- DICOM Storage Commitment  
Comprobación de almacenamiento
- Storage  
Transferir/Almacenar imágenes en servidores.
- Print  
Imprimir imágenes.

### **RIS (*Radiology Information System*)**

Es el sistema de información de radiología. Básicamente, es un sistema de gestión de departamentos de imágenes diagnósticas con diversos módulos, como agenda, ficheros de identificación, registro y codificación de pacientes y exploraciones; códigos, informes, facturación, estadística, control de costos, docencia, casos en seguimiento, agenda telefónica, bloc de notas, correo electrónico instantáneo, exportación de informes a página *web* y gestión de bibliografía.

Lo primero que hace el RIS es que la información demográfica sea una, y solo una, a lo largo de todos los pasos de la atención del paciente. Recordemos que en el proceso de atención participan varias personas: el tecnólogo, el radiólogo que lee el estudio y dicta a la secretaria que transcribe el dictado, y la persona encargada de recepción, y en cada uno de estos puntos se puede, con una sola tecla, cambiar la información y perderla toda. El RIS se encarga de que eso no suceda.

Por medio del módulo de agenda, el RIS permite determinar el radiólogo que hace las imágenes de tejidos blandos, por ejemplo, y si este especialista estará la semana entrante en un congreso, el sistema no permitirá que se le asignen citas, e informa inmediatamente si hay pacientes citados para esos días, para que se les cambie la fecha. Fuera de eso, el RIS solicita que los elementos necesarios estén listos, se encarga de pedirle al PACS los estudios previos, hace el ingreso del paciente e indica a facturación el costo de los servicios, permite que el radiólogo dicte su informe a una secretaria o a un reconocido de voz, y luego lo apruebe; también, que un médico desde su consultorio pueda acceder al estudio, revisar el informe y comentarlo en tiempo real con el radiólogo.

### **HIS (Hospital Information Systems)**

El RIS es como la ficha del rompecabezas que integra las otras. Se comunica con el HIS (Hospital Information Systems) o el sistema de información hospitalario, y con todas las modalidades de exploración: tomografía computarizada, rayos X, resonancia magnética, ecografía, que están produciendo imágenes en formato DICOM, para mandarle a cada imagen información que la identifique y no se pierda. Así, cuando se le pregunte al PACS por esa imagen, sepa que esta le corresponde a ese paciente y no a otro.

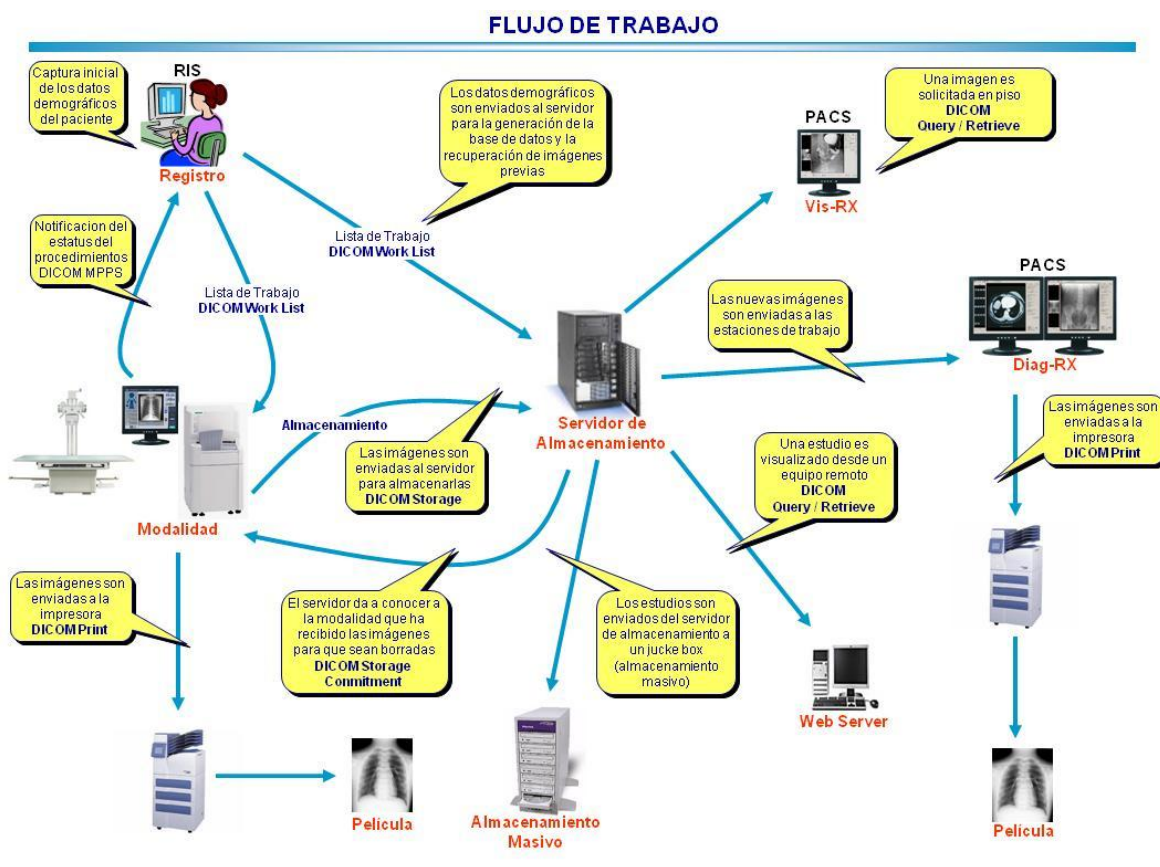
### **FLUJO DE TRABAJO CON LA DIGITALIZACIÓN**

Una red PACS consiste en un servidor central PACS con almacenamiento y una base de datos que contiene imágenes, múltiples clientes que pueden recuperar y mostrar dichas imágenes con software para imágenes médicas. Las imágenes son almacenadas en Formato DICOM. Las modalidades (RM, CT, US, RX) envían las imágenes al servidor PACS usando un “push” DICOM (DICOM C-Storage). El servidor y los clientes se comunican a través del protocolo DICOM (DICOM C-Storage o Query Retrieve). Los clientes muestran las imágenes utilizando un software de imágenes médicas: un Visor DICOM.

Cada computadora en una red de PACS es identificada por su dirección de red (IP address), una comunicación a través del protocolo de comunicación TCP/IP y un nombre (AETitle): cada computadora es un nodo DICOM en la red PACS. IP address, TCP/IP y AETitle son la información necesaria para conectar cada nodo DICOM a la red PACS.

En la siguiente imagen se describe como opera un departamento de radiología con la implementación de PACS, RIS y DICOM en conjunto.

Diagrama 2. Integración de PACS, RIS



1. El estudio es programado en la estación de registro de pacientes (recepción del departamento de imágenes) donde los datos demográficos son ingresados (RIS).
2. Los datos demográficos del paciente son enviados desde la estación de registro (RIS) a la modalidad: CT, MR, RX. (Mediante DICOM work list).
3. La modalidad efectúa el estudio y notifica al RIS el estatus del procedimiento. (Mediante DICOM MPPS).
4. Simultáneamente al paso anterior el RIS envía los datos demográficos del paciente al servidor de almacenamiento para la creación de la base de datos y la modalidad envía las imágenes del estudio realizado al servidor.
5. Mediante DICOM commiment el servidor confirma a la modalidad que recibió las imágenes para que éstas puedan ser borradas de la misma.

## JUSTIFICACIÓN

El Hospital Juárez de México, tiene gran prestigio ya que es un hospital de 3er nivel de alta especialidad, reconocido por el Sistema Federal de Hospitales de Referencia, que lo diferencia de otros hospitales de 3er nivel al ser más específico en sus especialidades, además cuenta con un área de imagenología equipada en su mayoría con tecnología avanzada. Sin embargo, aun cuenta con equipos de radiología convencional, los cuales han demostrado ciertas desventajas ante los beneficios que ofrecen los sistemas digitales.

En la siguiente tabla, se muestran las ventajas que ofrece la digitalización contra el sistema de radiología convencional:

**Tabla 1. Comparación Digitalización VS Radiología Convencional**

DIGITALIZACIÓN	RADIOLOGÍA CONVENCIONAL
La imagen no impresa puede visualizarse desde cualquier PC del hospital, siempre y cuando está, tenga el mismo protocolo.	La imagen no impresa solo se puede visualizar en un solo lugar (en el caso de que el equipo posea estación de trabajo).
Ahorro del tiempo de revelado húmedo.	Tiempo para revelado húmedo.
El tiempo de procesamiento y adquisición de imágenes se reduce con la utilización del sistema de Radiología computarizada (CR).	El tiempo de adquisición de imágenes puede incluir repeticiones del estudio, (si en éste, no se logra observar el diagnóstico buscado).
Disminución del tiempo de espera en la entrega de estudios y diagnóstico al paciente.	Demora en la entrega de estudios y diagnóstico al paciente.
Mayor flujo de trabajo en el área	Flujo de trabajo lento en el área
Con el almacenamiento electrónico de estudios, disminuye la posibilidad de pérdida de los mismos y ahorra espacio en el área de archivo.	Almacenamiento físico de los estudios en un expediente, es más fácil extraviar estudios, además implica un área en archivo.
Disminuye la sobreexposición tanto en pacientes como en POE	Sobreexposición tanto en pacientes como en POE, en caso de repetición de estudios.
No es necesario imprimir todos los estudios, a menos que el médico lo requiera.	Impresiones innecesarias (en algunas ocasiones el médico puede proporcionar un diagnóstico médico al observar el estudio digital sin imprimirlo).
Reducción de costos al disminuir el número de impresiones.	Costos por placas.
Compatibilidad entre diferentes equipos mediante la utilización de una red de digitalización.	La mayoría de las veces, no existe compatibilidad, o no existe una red.
Incremento en el grado de satisfacción del paciente y del médico.	Pacientes cansados de esperar por la realización de sus estudios y la demora en la entrega de su diagnóstico.

Conforme a los puntos antes mencionados, se propone un sistema de digitalización en el área de imagenología del Hospital Juárez de México que ofrezca promover la comunicación entre los equipos de adquisición de imagen independientemente del fabricante; así como facilitar el almacenamiento, consulta, y edición de imágenes, facilitando así el diagnóstico oportuno en diferentes áreas del hospital.

## **OBJETIVO GENERAL**

Planear y desarrollar la aplicación de un sistema de digitalización del área de imagenología.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Comprender los factores que inciden en el proceso de digitalización a través de un análisis integral.
2. Proponer las estrategias que permitan el desarrollo del presente proyecto.
3. Aplicar las estrategias para hacer de este, un proyecto “llave en mano”.



## METODOLOGIA

El proyecto presentado se desarrolla mediante un proceso que se resume en 4 etapas, descritas a continuación:

### **1. Diagnostico**

En esta etapa se pretende identificar la situación actual y la problemática de la infraestructura y los equipos del área de imagenología dentro del Hospital Juárez de México, a través de una estancia de mínimo 1 mes dentro del área. Durante esta estancia se identificarán las siguientes cuestiones:

- Los equipos con los que cuenta el área
- La vida útil de cada equipo para reconocer los que están próximos a ser obsoletos
- Estado funcional del Equipo (funciona, no funciona)
- Numero de estudios por día por equipo
- Estado y modo de operación de la Red de informática con que cuenta el hospital.
- Identificar las necesidades y problemáticas, entrevistando médicos y técnicos que laboran dentro del área.

### **2. Documentación**

Una vez realizado el diagnostico del área, se buscare información que proponga solución a las necesidades halladas.

Esto se realizara mediante la búsqueda de información de PACS, RIS y del estándar de comunicación para imágenes médicas, DICOM, debido a que ya está siendo utilizado en algunos equipos del área de imagenología. Dichos conceptos serán desarrollados a detalle en el marco teórico.

### **3. Evaluación de alternativas**

En esta etapa se buscara información que proponga solución a las necesidades halladas, consultando proveedores que nos ofrezcan diversas opciones de solución.

También se evaluarán las opciones de arrendamiento, compra o solución integral.

Los aspectos a considerar, son los siguientes:

- Ventajas y desventajas respecto a las versiones del mismo, y otros protocolos
- Aplicaciones en la radiología
- Los requerimientos tanto en el sistema de informática como de los equipos existentes y por adquirir del área.
- Propuestas de los proveedores, destacando las necesidades primordiales del Hospital y las garantías que ofrecen en cuanto a costos y vida útil.
- Análisis costo-beneficio, que implica además el crédito de la institución proveedora así como el financiamiento que proporcionara el hospital.

Con los puntos mencionados, se compararan los costos entre las alternativas propuestas, de este modo se descartaran los no viables y finalmente se elegirá la mejor alternativa disponible.

### **4. Ejecución**

En esta etapa se evaluara si la infraestructura actual es suficiente para soportar el sistema o cuáles serán las adecuaciones más factibles para su implementación.

También habrá una valoración financiera (evaluación de costos), debido a que involucra la licitación de equipos del área de Rx y la adquisición de la solución integral.

Finalmente la puesta en marcha del proyecto para evaluar la productividad del departamento.

# *CAPÍTULO 1. “DIAGNÓSTICO”*

---

En esta etapa se realizó un inventario de los equipos con los que cuenta el área y un mapa de las instalaciones que conforman el área de imagenología, los cuales son mostrados en los anexos 1 al 3.

En el inventario se obtuvieron datos como:

- Equipo
- Marca
- Forma de ingreso
- Ubicación
- Modelo
- No. de serie
- Cuenta con DICOM
- Observaciones
- Dirección IP (si la tiene)

Al realizar este inventario, se detecto que el hospital cuenta con una sala de revelado húmedo, la cual se encuentra fuera de servicio. Igualmente, la sala de angiografía cuenta con un equipo obsoleto, razón por la que también se encuentra fuera de servicio. Además se realizo una evaluación de los del tiempo en el que han estado operando los equipos dentro del área de imagenología.

A continuación se muestra una tabla con el periodo de operación de los equipos del área de imagenología.

**Tabla 2. Periodo de Operación de los equipos del Área de Imagenología**

Equipo	Años de operación al 2009
FLUOROSCOPIO	2.5
DIGITALIZADOR	2.5
TOMOGRAFO GE	3
DENSITOMETRO	3
RESONANCIA MAGNETICA	3
MASTOGRAFO	4
RX Sala 4	4
TOMOGRAFO SHIMADZU	6
PORTATILES	6
ULTRA MAMA	6
DOPLER	7
ANGIO	23
Rx Sala 3	23

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayoría de los equipos tienen un periodo corto estar operando en el hospital, excepto la sala de RX y el Angiografo, el cual ya se encuentra fuera de servicio.

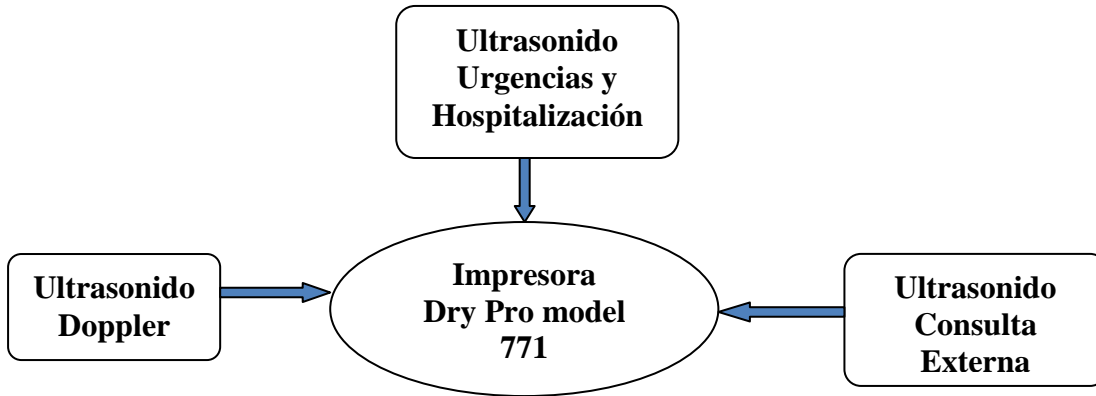
Finalmente se comprobó que todos los equipos excepto el Ultrasonido Aloka del servicio de hospitalización y consulta externa, y el Angiografo no cuentan con el estándar DICOM.

Se detecto además que el Digitalizador Regius 190 ubicado en el servicio de mastografía y el Densitómetro son prestados. El resto de los equipos son propiedad del hospital.

### **Sistemas de impresión Actual en el Área**

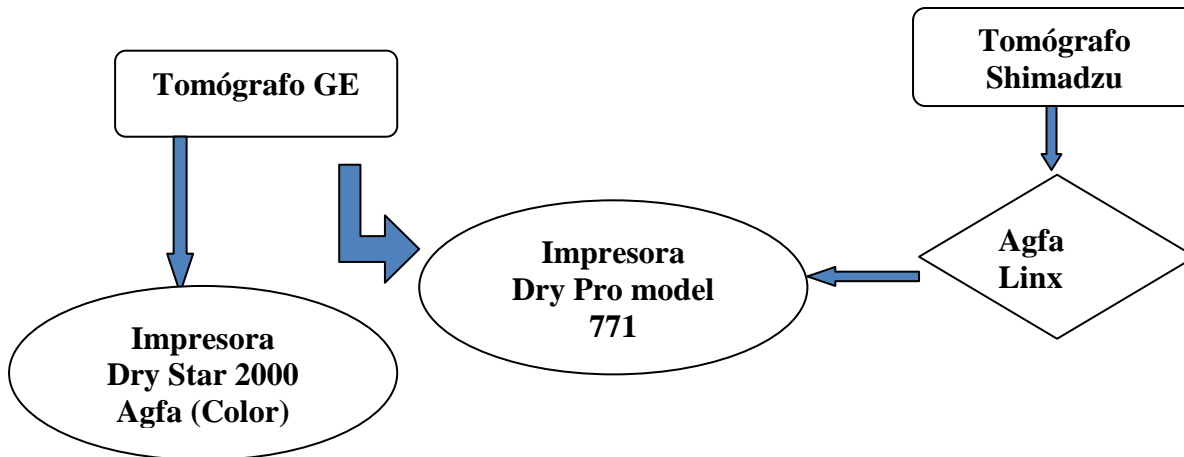
En el área de imagenología se cuenta con 3 impresoras y 2 digitalizadores que abastecen las impresiones de todos los servicios del área. En los siguientes esquemas se describe el proceso de impresión de imágenes en cada servicio.

**Diagrama 3. Sistema de impresión en ultrasonidos**



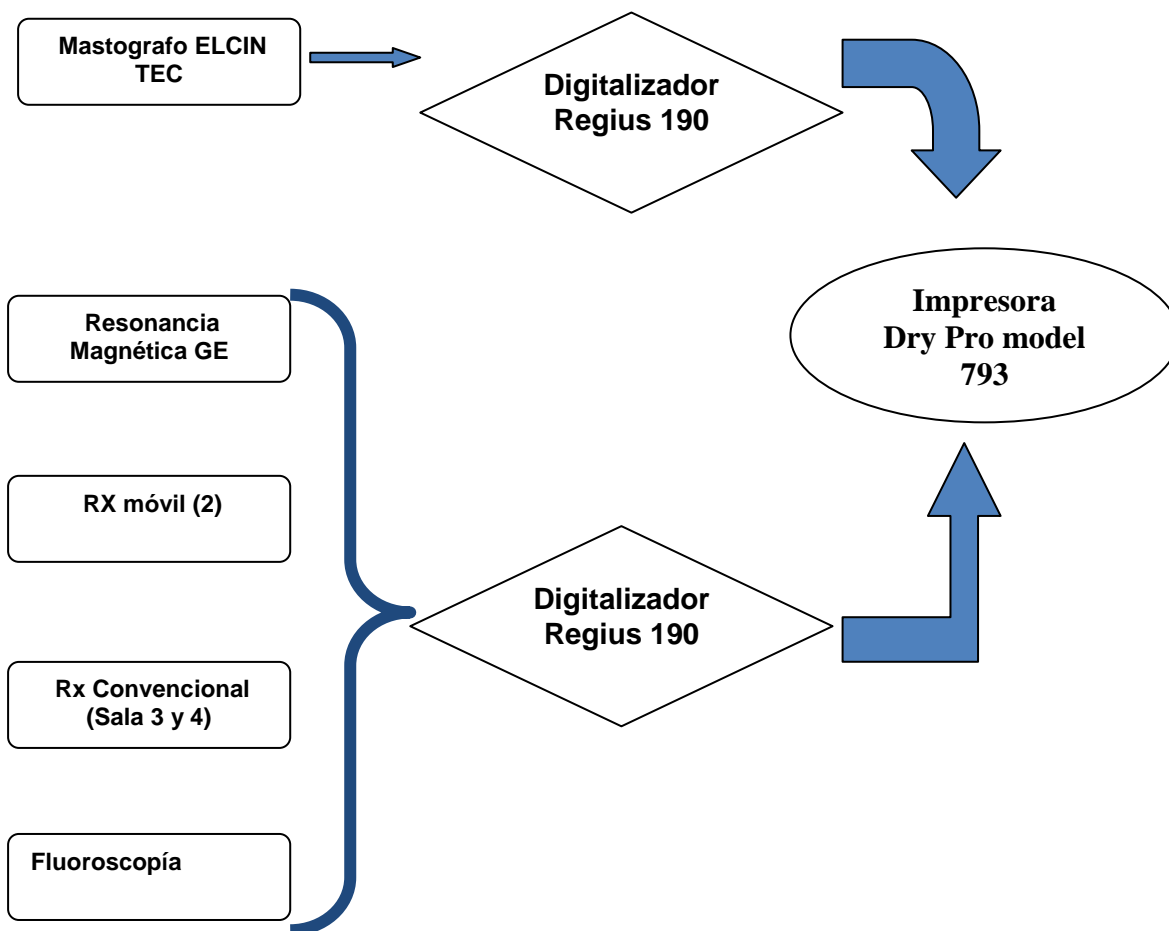
Este diagrama representa la impresión de los estudios de los 3 servicios de ultrasonido, la cual se realiza en forma directa a la impresora Dry Pro model 771, ubicada en la sala de Ultrasonido Urgencias y Hospitalización.

**Diagrama 4. Sistema de impresión de Tomografía**



En este diagrama se representa la impresión de los estudios del servicio de Tomografía, la cual se realiza en forma directa para el Tomógrafo GE y a través de un link para el Tomógrafo Shimadzu. Cabe señalar que el Tomógrafo GE, en ocasiones también imprime directamente en la Impresora Dry Star 2000 Agfa Color, sin embargo, el 95% de sus estudios son impresos en la Impresora Dry Pro model 771.

**Diagrama 5. Sistema de impresión de Rx convencional**



En este diagrama se representa proceso de impresión del resto de los servicios, los cuales primero son procesados (en caso de ser necesario) en los Digitalizadores Regius 190, para después ser impresos en la Impresora Multiformato Dry Pro model 793. Cabe señalar que cada Digitalizador cuenta con una estación de trabajo (Work Station), la cual cuenta con monitores de 5 Mpx de resolución el servicio de mastografía y 2 Mpx para el resto de los servicios. Por tal razón, el servicio de mastografía cuenta con un Digitalizador exclusivo.

### **Estadística anual de estudios realizados en el 2008**

Con el propósito de conocer la demanda del servicio de imagenología se realizó una estadística anual del área de imagenología del año 2008, mostrada en el anexo 4, la cual describe el número de estudios por cada servicio, así como el detalle de los estudios de cada servicio.

En la siguiente tabla se describe un promedio de los estudios diarios de cada servicio del área de imagenología.

**Tabla 3. Estudios diarios en cada servicio del área de imagenología**

EQUIPO O ESTUDIO	PROMEDIO DE ESTUDIOS POR DIA
FLUOROSCOPIA	6
RX PORTÁTILES	20
MASTOGRAFÍA	10
RX CONVENCIONAL	37
ULTRASONIDO	23
DOPPLER	6
TOMOGRAFÍA	20
DENSITOMETRO	3
RESONANCIA MAGNÉTICA	9

El promedio de estudios presentados en esta tabla fue extraído de la estadística anual de los estudios del servicio de imagenología en el año 2008. (Anexo 4).

Es muy importante tomar en cuenta el personal con el que cuenta el área, debido a que el presente proyecto tiene el objetivo de hacer más productivo y eficiente su trabajo, por ello se realizó una valoración acerca del personal que labora dentro del área.

**Tabla 4. Recursos Humanos**

Descripción	No. De Personas
Técnico Radiólogo	24
Médico Residente	15
Enfermera General	2
Enfermera Especialista	2
Personal Administrativo	9
Médico Adscrito	9
Jefe de Área	1
Camillero	6
Personal Aseo	6
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>

Cabe mencionar que esta tabla incluye personal matutino, vespertino y fin de semana.

## ENCUESTA AL PERSONAL DEL ÁREA DE IMAGENOLOGÍA

Para identificar las necesidades del área, se entrevistó al personal para evaluar si el servicio está cumpliendo con las expectativas del personal. En dicha entrevista se evaluaron 3 puntos fundamentales: *Calidad, Tiempo y Eficiencia*

La encuesta fue realizada en el turno matutino debido a que es el turno con el 60% de la productividad del servicio. El número de encuestados fue de 41 personas; en la siguiente tabla se describe la función de cada uno de ellos.

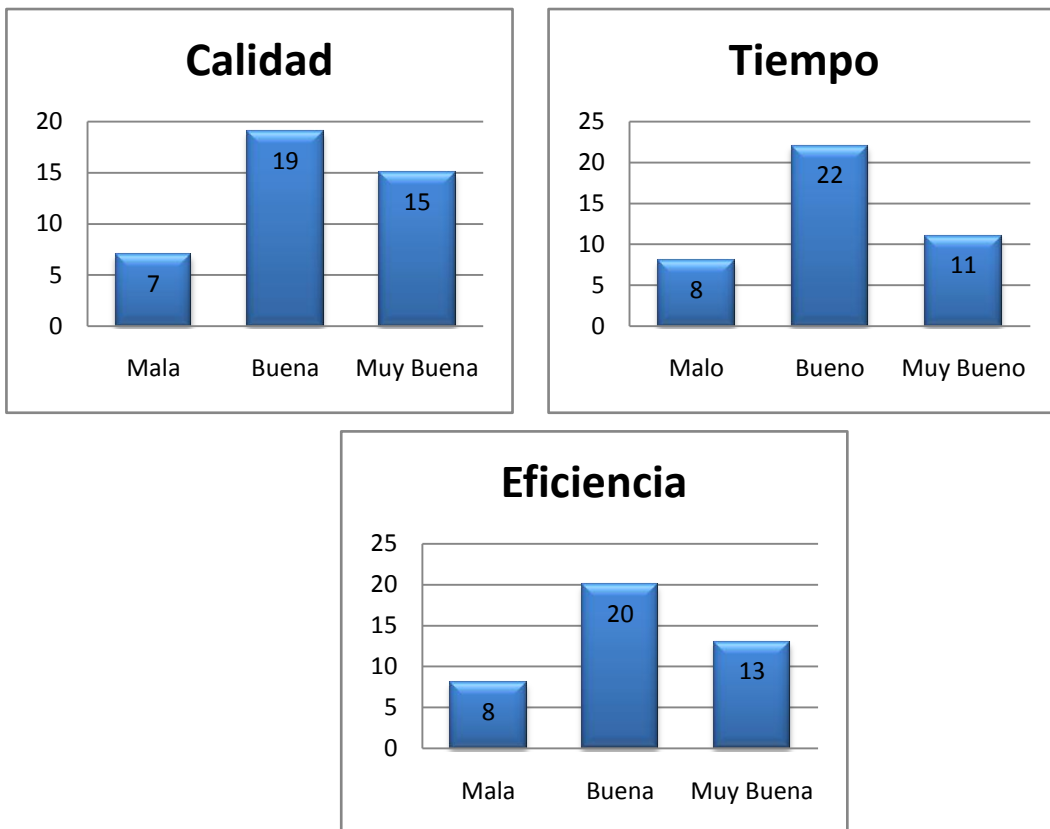
**Tabla 5. Personal Encuestado en el área de Imagenología**

<b>Descripción</b>	<b>N°</b>
Recepción	3
Técnico Radiólogo	11
Médico Residente	10
Médico Adscrito	7
Servicio Social	7
Enfermera	2
Camillero	1
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>

Como ya se mencionó, los aspectos a evaluar en la presente encuesta fueron calidad, tiempo y finalmente eficiencia. La encuesta se cerró en 3 respuestas: *Malo, Bueno y Muy Bueno*.



Los resultados a la encuesta fueron los siguientes:



En los resultados de la presente encuesta se puede observar que el servicio es bueno, pero desde luego con una tendencia a la mejora. Las respuestas malo y bueno, fueron justificadas al argumentar que la eficiencia del servicio podría mejorar al reemplazar algunos equipos que aunque sirven, están a un paso de ser equipos obsoletos, como es el caso de los ultrasonidos de los servicios de hospitalización y consulta externa.

Por otro lado, la respuesta de los pacientes también es importante porque finalmente ellos son los beneficiados con este servicio. Esto motivo a realizar la siguiente encuesta a los pacientes, con el propósito de evaluar los tiempos por los que transita el paciente en cada etapa al realizarse un estudio en imagenología.

## ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS DE IMAGENOLOGIA

Pacientes Encuestados: 46

<b>FECHA DE LA CITA</b>	<b>1 día</b>	<b>1 semana</b>	<b>15 días</b>	<b>1 mes</b>	
	6	12	14	14	
<b>TIEMPO DE ESPERA EL DIA DEL ESTUDIO</b>	<b>10 min</b>	<b>20 min</b>	<b>30 min</b>	<b>1 hora</b>	
	16	5	6	19	
<b>TIEMPO DE REALIZACION DEL ESTUDIO</b>	<b>5 min</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>		
	15	10	21		
<b>ESTUDIO</b>	<b>TAC</b>	<b>US</b>	<b>RM</b>	<b>RX</b>	<b>MAS</b>
	3	8	7	20	8
<b>¿SE REPITIO EL ESTUDIO?</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		
	2		44		
<b>ATENCION DEL MEDICO O TECNICO</b>	<b>Mala</b>	<b>Buena</b>	<b>Excelente</b>		
	3	27	16		
<b>FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS</b>	<b>1 día</b>	<b>1 semana</b>	<b>1 mes</b>		
	10	33	3		
<b>DIAGNOSTICO OPORTUNO</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		
	40		6		

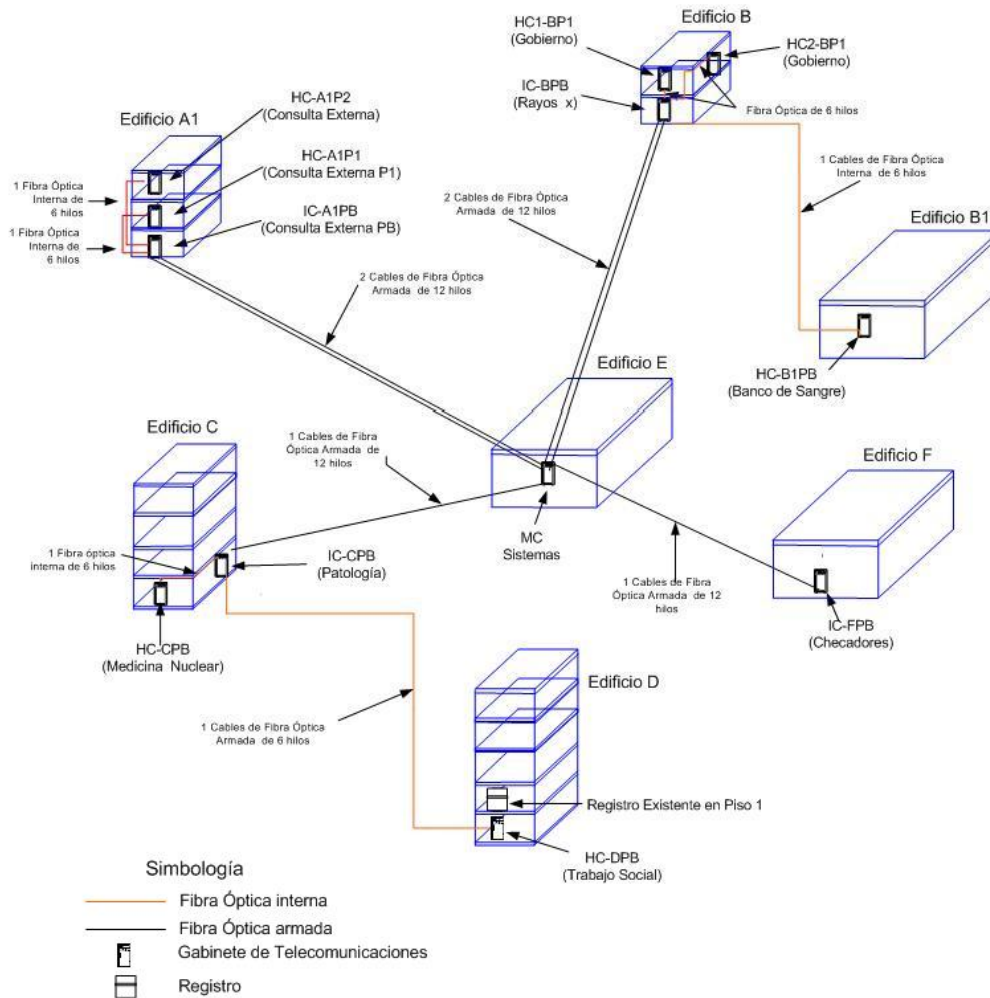
Entre los resultados de esta encuesta se destaca que la calendarización de las citas a los pacientes es en promedio de 15 días a un mes. También se observa que la mayoría de las veces, los pacientes esperan más de 1 hora. Otro aspecto relevante, es que se han repetido estudios debido a que no mostraban el detalle diagnóstico deseado. Y finalmente, un dato muy importante en este proyecto, es que la entrega de resultados es aproximadamente en 1 semana; puesto que uno de los beneficios del sistema propuesto en este proyecto, es el agilizar la entrega de diagnósticos y la optimización de la calendarización de las citas de los pacientes.

## RED DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

Debido a la importancia que tiene para la EL HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO, la comunicación entre sus diferentes departamentos de trabajo y dando importancia a la estructura por la cual va a fluir su información, se implemento un Sistema de Cableado que contempla el suministro e instalación de una Red de Cableado Estructurado para 278 servicios de datos, 04 enlaces de fibra óptica de 6 hilos y 06 de 12 hilos, partiendo del cuarto de equipos “MC”(SITE de comunicaciones) a cada “TC” Cuarto de Telecomunicaciones de los diferentes edificios del Hospital, tal como se muestra en el siguiente esquema:

### RED DE INFORMATICA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

**Diagrama 6. Back Bone de Fibra Óptica**



En este diagrama se representa la red del Hospital Juárez de México. En él, se puede apreciar que se trata de una topología estrella, donde el servidor “MC” se encuentra en el

centro y B planta baja, se encuentra el “TC” del área de Imagenología. Como se puede observar, el SITE se comunica con el TC de Rx a través de un enlace de 2 enlaces de fibra óptica armada de 12 hilos cada uno. Cabe mencionar que el área de imagenología cuenta con 22 nodos en la red.

La distribución restante de la red, está conformada de la siguiente manera:

- “MC” Cuarto principal de equipos (Sistemas) son 7 nodos.
- IC-F Edificio F (Checadores), son 17 nodos.
- IC-C-PB Edificio C Planta Baja, son 25 nodos de Patología.
- IC-C-P1 Edificio C Planta Piso 1, son 4 nodos de Patología ha Quirófanos.
- HC-C-PB Edificio C Planta Baja, son 27 nodos de Medicina Nuclear.
- IC-B-PB Edificio B Planta Baja, son 22 nodos de Radiología.
- HC1-B-P1 Edificio B Piso 1, son 21 nodos de Gobierno área “oeste”
- HC2-B-P1 Edificio B Piso 1, son 57 nodos de Gobierno área “este” y Auditorio
- IC-A1-PB Edificio A1 Planta Baja, son 25 nodos de archivo.
- HC-A1-P1 Edificio A1 Piso 1, son 31 nodos de consulta externa Piso 1.
- HC-A1-P2 Edificio A1 Piso 2, son 31 nodos de consulta externa Piso 2.
- ANT-D-P1 Edificio D Piso 1, son 2 nodos
- ANT-D-P2 Edificio D Piso 2, son 2 nodos
- ANT-D-P3 Edificio D Piso 3, son 2 nodos

## CONSUMIBLES DEL ÁREA

Gracias a la estadística anual realizada, se calcularon los consumibles de cada servicio, como son placas, medios de contraste iónico y no iónico, inyectores, papel térmico y gel, mostrados a detalle por cada servicio y tipo de estudio en el ANEXO 5.

Actualmente en el servicio de imagenología se está consumiendo 10,750 placas al mes, marca kodak para todos los servicios como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Consumo de Placas**

Tamaño de Placa (in)	Cajas/Mes	Placas/caja	TOTAL/MES	TOTAL/ANUAL
14x17	70	125	8750	105000
10x12	12	125	1500	18000
10x8	4	125	500	6000
		<b>TOTAL</b>	<b>10750</b>	<b>129000</b>

En la tabla anterior se muestra el consumo actual de placas en el área de imagenología, mensualmente y el total por año.

Sin embargo, de acuerdo a la estadística mostrada en el ANEXO 4 y el consumo real de placas por cada tipo de estudio mostradas en el ANEXO 5, revelan que existe una merma del 22.21%, debido a la calibración de impresoras en la colocación de nuevas placas, repetición y reimpresión de estudios en caso de ser necesario.

**Tabla 7. Impresiones anuales por cada servicio**

Modalidad	No. Estudios	Impresiones / estudio	IMPRESIONES ANUAL
MASTOGRAFÍA DIGITAL	2373	4	9492
RESONANCIA MAGNÉTICA	2234	6	13404
TOMOGRFÍA	5245	6	31470
ULTRASONIDO COLOR	1366	3	4098
ULTRASONIDO B/N	5887	3	17661
RX CR	12111	2	24222
		<b>TOTAL</b>	100347
		<b>MERMA</b>	<b>22.21%</b>

En esta tabla se muestra el consumo real de placas en el servicio de radiología.

Como se menciona en el marco teórico, las imágenes digitales tienen una resolución especial, la cual le da el peso a cada tipo de estudio.

El Hospital Juárez de México contempla alrededor de 30,000 estudios anuales, de acuerdo a la estadística del 2008. En la siguiente tabla se muestra la necesidad de almacenamiento anual en cada servicio:

**Tabla 8. Tamaño de Imagen por Estudio**

TAMAÑOS DE IMAGEN POR ESTUDIO			
Modalidad	No. Estudios	Tamaño (MB)	Tamaño Anual (MB)
MASTOGRAFÍA DIGITAL	2373	70	166110
RESONANCIA MAGNÉTICA	2234	80	178720
TOMOGRFÍA	5245	75	393375
ULTRASONIDO COLOR	1366	40	54640
ULTRASONIDO B/N	5887	18	105966
RX CR	12111	15	181665
		<b>Total</b>	<b>1,080,476</b>

Tomando en cuenta que la productividad del servicio incrementara en un 20% el primer año y subsecuentemente 5% los siguientes 4, la necesidad de almacenamiento en TB (sin comprensión), se describe a continuación:

**Tabla 9. Necesidad de almacenamiento proyectado a 5 años**

No. de Estudios Anuales	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>Crecimiento</b>	<b>20%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
30,000	1.3	1.36	1.43	1.5	1.6
50,000	2.16	2.27	2.38	2.5	2.63

En la presente tabla es importante hacer la proyección 50, 000 estudios debido a que el paquete de PACS que más cercano a los 30,000 estudios, es el de 50,000 estudios.

De acuerdo con la proyección anterior, la necesidad mínima de almacenamiento en caso de que la productividad de los servicios se comporte conforme a la estadística del 2008 y con los incrementos mencionados del 20% en el primer año y 5% para los años subsecuentes es de 3 TB.

#### Otros consumibles

Conforme al ANEXO 5, el resto de los consumibles mínimos requeridos por el servicio de imagenología son los siguientes:

**Tabla 10. Consumibles por mes y por año.**

Descripción	MES	AÑO
Contraste iónico	240 frascos	2880 frascos
Contraste no iónico	40 frascos	480 frascos
GEL	8 kg	96 kg
Papel Térmico	5 paquetes	60 paquetes
jeringas duales	40	480
Jeringas		6500
Agujas para biopsia		280

# CAPÍTULO 2. “EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS”

---

## **¿POR QUÉ UNA SOLUCIÓN INTEGRAL?**

El propósito del presente proyecto es crear una Red Digital con los equipos actualmente instalados en el área de imagenología, instalando además una Unidad Radiográfica con Detector de Estado Sólido Digital (opción digital total), que combinado con la adquisición de imágenes de sus otros equipos de Rx análogos con el sistema de Radiografía Computada (opción digital media) ya existente dentro del departamento, brindar una solución integral.

La solución integral en este proyecto, se considero más factible que la compra o el arrendamiento por que la compra con una sola empresa, establece una mejor compatibilidad entre todos los equipos de la red, evitando así problemas de comunicación en la red y que un solo proveedor, que además se ofrezca equipamiento que permita facilitar la implementación del proyecto.

Arrendamiento fue descartada, porque a pesar de ser una inversión fuerte, el beneficio está comprobado en otros Hospitales tal es el caso de Grupo Angeles, Grupo ABC, San José en Monterrey, Instituto de Cancerología, entre otros. El costo de un arrendamiento a la larga, pudo haber pagado el costo de la adquisición del sistema.

La opción compra individual, fue descartada debido a que el PACS y el RIS no trabajan solos, necesitan e las modalidades de adquisición de imágenes, es por esta razón que al comprar el equipamiento propuesto debe ser compatible con los requerimientos de la red, por eso es muy importante hacer la planeación del proyecto tomando en cuenta la adquisición de nuevos equipos.



# CAPÍTULO 3. “PROPUESTA TÉCNICA”

---

Se propone una Red DICOM que conecte todos los equipos independientemente del fabricante, en una topología estrella, a través del protocolo DICOM. Dicha red, incluirá los equipos ya existentes dentro del departamento, así como los que describe la solicitud de equipamiento.

La propuesta incluye la adquisición de un equipo DR (Radiografía con Detector de Estado Sólido Digital), para la digitalización directa. La digitalización para los equipos análogos como las salas de RX y los equipos móviles ya existentes en el área de imagenología seguirá siendo mediante chasis de fosforo obteniendo imágenes DICOM a través de CR, para posteriormente ser enviadas al servidor PACS, donde podrán ser llamadas desde las estaciones de trabajo e imprimirlas si así se requiere.

El RIS, es un elemento muy importante de la propuesta, pues permite la administración de los estudios radiológicos, que incluye además la gestión de citas, admisión y alta de pacientes, reportes de diagnóstico, ubicación y seguimiento, así como la información general de los pacientes. Al ingresar un paciente al área de imagen en la fecha que se le citó, ya se tiene previamente capturada su información general en la agenda de citas y los datos del paciente se transmiten automáticamente al equipo para que el técnico o médico evite tener que capturar nuevamente la información. Una vez finalizado el estudio el equipo envía una señal a la agenda electrónica para avisar a la computadora de la recepción que ha finalizado y la persona de recepción envíe al siguiente paciente. Las imágenes adquiridas son recibidas en el servidor donde podrán ser llamadas a las estaciones de trabajo o bien imprimir si así se desea.

El elemento más importante que integra la propuesta es el PACS, el cual permitirá almacenar las imágenes de forma permanente de forma electrónica, proporcionar estaciones de visualización para facilitar el diagnóstico y elaboración del reporte.

La propuesta incluye además 2 Servidores para los sistemas RIS-PACS, y un Servidor de 8 TB para almacenamiento a largo plazo. Estos servidores serán ubicados en el área de Informática.

Se incluyen además, 12 estaciones de trabajo para visualización, con monitores planos grado médico de al menos 2MPx de resolución, para las áreas de urgencias, hospitalización, quirófanos, terapias intensivas y consulta externa.

Tomando en cuenta el reemplazo de equipos, se proponen un Angiografo, un ultrasonido doppler de alta resolución doppler y otro con aplicaciones para elastografía.

**TODOS LOS EQUIPOS SOLICITADOS DEBERAN CUMPLIR CON CERTIFICADOS ISO, REGISTRO SANITARIO SSA Y NOM.**

Se incluyen además, el suministro de insumos como son película, medios de contraste, papel térmico para US, jeringas, jeringas duales, gel; de acuerdo al número máximo de estudios del área, mostrados en la Tabla 10.

Previendo la obsolescencia de los equipos, así como la compatibilidad en cuanto a resolución entre CR e impresoras, se propone un CR de alta productividad Multiformato y Multimodalidad para el área de Interpretación, igualmente un CR de mediana productividad para Mastografía. Cada CR, deberá contar con su estación de diagnostica con los requerimientos descritos en las siguientes paginas, además deberá contar con 1 monitor de al menos 2 Mpx para la primera y 2 monitores de 5Mpx para la estación de trabajo de mastografía. Cada CR contará con su impresora, un Sistema de Impresión Directa en Seco Multiformato, Multimodalidad y Alta Resolución para el área de Interpretación y un Sistema de Impresión Directa en Seco de Alta Resolución para mastografía.

En la siguiente tabla, se resume la ubicación de los equipos y sistemas descritos en la solicitud de equipamiento.

**Tabla 11. Ubicación de los equipos y sistemas solicitados**

Ubicación	Descripción
Sala de Interpretación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Digitalizador de Imágenes de Alta Productividad para Radiología Computada</li> <li>• Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco Multiformato y Multimodalidad, de Alta Productividad.</li> <li>• Estaciones de Trabajo Diagnósticas con 1 monitor de 2Mpx</li> </ul>
Sala de Mastografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Digitalizador de Imágenes de Mediana Productividad para Mastografía</li> <li>• Estación de Trabajo Diagnóstica para Mastografía con 2 monitores de 5Mpx</li> </ul>
Sala de Ultrasonido de Hospitalización	Ultrasonido de propósito general con doppler color y power
Sala 5	Unidad Radiográfica con Detector de Estado Sólido Digital
Sala de Angiografía	Angiógrafo arco monoplanar
Sala de Ultrasonido de la Consulta Externa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Impresión Digital Directa en Seco para Ultrasonidos</li> <li>• Sistema de Ultrasonografía Doppler Avanzado a Color con aplicaciones en Elastografía y generales.</li> </ul>
Centro de Cómputo del Área de Informática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes Médicas (PACS)</li> <li>• Sistema de Información Radiológica (RIS)</li> <li>• 2 Servidores para sistemas PACS-RIS</li> <li>• Servidor de Almacenamiento a largo plazo de 8 TB</li> </ul>
Consulta Externa Hospitalización Quirófano Terapias Intensivas Urgencias	12 Estaciones de Visualización de 2Mpx.

## SOLICITUD DE EQUIPAMIENTO

Cantidad	Descripción
1	Unidad Radiográfica con Detector de Estado Sólido Digital
1	Sistema Digitalizador de Imágenes de Alta Productividad para Radiología Computada
1	Sistema Digitalizador de Imágenes de Mediana Productividad para Mastografía
1	Sistema de Impresión Digital Directa en Seco para Ultrasonidos
1	Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco Multiformato y Multimodalidad, de Alta Productividad.
1	Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco de Alta Resolución para Mastografía
1	Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes Médicas (PACS)
1	Sistema de Información Radiológica (RIS)
2	Servidor para sistemas PACS-RIS
1	Servidor de Almacenamiento a largo plazo de 8 TB
1	Sistema para Distribución de Imágenes para Intranet o Extranet
2	Estaciones de Trabajo Diagnósticas con 1 monitor de 2Mpx
1	Estación de Trabajo Diagnóstica para Mastografía con 2 monitores de 5Mpx
12	Estaciones de Visualización de 2Mpx.
1	Angiógrafo arco monoplanar
1	Sistema de Ultrasonografía Doppler Avanzado a Color con aplicaciones en Elastografía y generales.
1	Ultrasonido de propósito general con doppler color y power

Los requerimientos técnicos de cada equipo se describen en las siguientes páginas.

### Unidad Radiográfica con Detector de Estado Sólido Digital (DR).

<b>Descripción</b>	<p>Equipo que permite realizar radiografías (DR) de tipo general.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generador de alta frecuencia y trifásico con Potencia kW 50 ó mayor. kVp de 40 – 150. Control automático de exposición con 3 campos ó mayor.</li> <li>2. Tubo de rayos X Punto focal fino en mm de 0.6 ó menor. Punto focal grueso en mm de 1.2 ó menor.</li> <li>3. Detector digital Adquisición ó profundidad de imagen de 12 bits ó mayor. Matriz de 2000 x 2000 pixeles ó mayor. Plano con silicio ó selenio amorfo (a-Si). Tamaño de 35 x 43 cm ó mayor.</li> <li>4. Mesa: Tablero de la mesa con recorrido longitudinal y recorrido lateral. Con altura ajustable. Con desplazamiento longitudinal y transversal. Con sistema de frenado.</li> <li>5. Estación de adquisición con post-procesamiento Conectividad DICOM print y send al menos. Almacenamiento de imágenes 2000 ó más. Monitor LCD ó TFT de 15 ó mayor.</li> <li>6. Deberá realizar estudios de tele de tórax.</li> <li>7. Colimador manual y motorizado ó automático.</li> <li>8. Programas anatómicos ó APR ó protocolos de procedimientos 80 ó mayor.</li> <li>9. Normas: ISO 9001-2000 ó NMX-CC-9001-IMNC-2000, para productos de origen extranjero deberá cumplir con las normas: FDA, CE o JIS</li> </ol>
--------------------	--

### Sistema Digitalizador de Imágenes de Alta Productividad para Radiología Computada (CR).

<b>Descripción</b>	<p>Equipo que digitaliza imágenes radiológicas para visualizar, almacenar e imprimir a partir de la lectura de cassettes con pantalla de fósforo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolución Espacial desde 5 píxeles/mm o mayor o de 200 micrones o menor.</li> <li>2. Resolución en escala de grises o conversión analógica – digital de información de 12 Bits.</li> <li>3. Procesamiento o post-procesamiento de imágenes.</li> <li>4. Capacidad de almacenamiento de al menos 2000 imágenes o 500 estudios.</li> <li>5. Acceso al sistema mediante nombre de usuario y contraseña a diferentes niveles: técnico radiólogo, administrador y servicio.</li> <li>6. DICOM storage y DICOM print.</li> <li>7. Los chasis deben tener pantallas de fósforo.</li> <li>8. Chasis para propósito general : 18 x 24 cm. (8" x 10"), 24 x 30 cm. (10" x 12"), 35 x 35 cm. (14" x 14"), 35 x 43 cm. (14" x 17")</li> <li>9. Envío de imágenes a diferentes destinos (impresora, estaciones de trabajo).</li> <li>10. Que incluya UPS para respaldo de lector y estación de control.</li> <li>11. Estación de visualización o de control Monitor de pantalla plana o LCD de 15" o mayor</li> <li>12. Software para eliminar artefactos en la imagen o artefactos producidos por rejilla.</li> <li>13. Dispensador o charola de entrada/salida de acuerdo al flujo de trabajo de la unidad médica.</li> <li>14. Software para composición de Imágenes (ortopedia).</li> <li>15. Normas: ISO 9001-2000 y ISO 13485, FDA o CE o JIS en caso de que el equipo sea extranjero.</li> </ol>
--------------------	---

### Sistema Digitalizador de Imágenes de Mediana Productividad para Mastografía

<b>Descripción</b>	<p>Equipo que digitaliza imágenes radiológicas para visualizar, almacenar e imprimir a partir de la lectura de cassettes con pantalla de fósforo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolución Espacial desde 5 píxeles/mm o mayor o de 200 micrones o menor.</li> <li>2. Resolución en escala de grises o conversión analógica – digital de información de 12 Bits.</li> <li>3. Procesamiento o post-procesamiento de imágenes.</li> <li>4. Capacidad de almacenamiento de al menos 2000 imágenes o 500 estudios.</li> <li>5. Acceso al sistema mediante nombre de usuario y contraseña a diferentes niveles: técnico radiólogo, administrador y servicio.</li> <li>6. DICOM storage y DICOM print.</li> <li>7. Los chasis deben tener pantallas de fósforo.</li> <li>8. Chasis para mastografía : 18 x 24 cm. (8" x 10"), 24 x 30 cm. (10" x 12</li> <li>9. Envío de imágenes a diferentes destinos (impresora, estaciones de trabajo).</li> <li>10. Que incluya UPS para respaldo de lector y estación de control.</li> <li>11. Estación de visualización o de control con 2 monitores de pantalla plana o LCD de 15" o mayor.</li> <li>12. Resolución Espacial desde 20 píxeles/mm o mayor o de 50 micrones o menor.</li> <li>13. Chasis para mastografía de 20 píxeles/mm o superior o 50 micrones o menor (8"x10")</li> <li>14. Software para eliminar artefactos en la imagen o artefactos producidos por rejilla.</li> <li>15. Dispensador o charola de entrada/salida de acuerdo al flujo de trabajo de la unidad médica.</li> <li>16. Normas: ISO 9001-2000 y ISO 13485, FDA o CE o JIS en caso de que el equipo sea extranjero.</li> </ol>
--------------------	---

### Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco Multiformato y Multimodalidad de Alta Productividad

<b>Descripción</b>	<p>Equipo que imprima en seco por sublimación térmica directa o láser.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolución Espacial desde 20 píxeles/mm o mayor o de 50 micrones o menor.</li> <li>2. Con capacidad para imprimir algunos de los siguientes tamaños de película: 8" x 10", 10" x 12", 11" x 14", 14" x 17"</li> <li>3. Resolución DPI o PPI de 500 o mayor.</li> <li>4. Conectividad TCP/IP y soportar el Protocolo DICOM.</li> <li>5. Pantalla que despliegue el estatus del equipo.</li> <li>6. Niveles de grises de mínimo 12 bits.</li> </ol>
--------------------	--

### Sistema de Impresión Térmica Directa en Seco de Alta Resolución para Mastografía

<b>Descripción</b>	<p>Equipo que imprima en seco por sublimación térmica directa o láser, para mastografía.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolución Espacial desde 20 píxeles/mm o mayor o de 50 micrones o menor.</li> <li>2. Resolución DPI o PPI de 500 o mayor.</li> <li>3. Impresión en placas de 18 x 24 ó 24 x 30</li> <li>4. Conectividad TCP/IP y soportar el Protocolo DICOM.</li> <li>5. Pantalla que despliegue el estatus del equipo.</li> <li>6. Niveles de grises de mínimo 12 bits.</li> </ol>
--------------------	--

### Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes Médicas (PACS)

<b>Descripción</b>	<p>Sistema de almacenamiento y gestión de imágenes medicas que permita la Adquisición de Imágenes, Almacenamiento de Información, Distribución de Imágenes, Visualización de Imágenes (consulta, interpretación o diagnóstico), Registro de Resultados, Interfaz con Otros Sistemas, Comunicación Remota, Seguridad del Sistema. Deberá cubrir lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deberá utilizar la arquitectura cliente-servidor, con una interface amigable para los usuarios, que permita la visualización, análisis y exploración de los datos clínicos.</li> <li>✓ Catalogación del equipamiento y estructuración de turnos por áreas y salas de atención. Programación de turnos para estudios de pacientes.</li> <li>✓ Mecanismo de petición de estudios al servicio de radiología.</li> <li>✓ Admisión y registro de pacientes que se atenderán en el servicio de radiología.</li> <li>✓ Información relacionada con el paciente, considerada como relevante.</li> <li>✓ Definición de las modalidades de imágenes médicas que se manejan en cada área.</li> <li>✓ Mecanismo de interpretación y diagnóstico de estudios realizados. Ubicación física de las áreas del hospital que requieran de los estudios, la interpretación y el diagnóstico.</li> <li>✓ Manejo y archivo de la información requerida.</li> <li>✓ Localización final de la información para ser utilizada. Organización de la información al ser almacenada. Consultas posteriores a la información.</li> <li>✓ Intercambio de información con otros centros de salud, a través de http o TCP/IP.</li> </ul>
--------------------	--

### Sistema de Información Radiológica (RIS)

<b>Descripción</b>	<p>1. Sistema de manejo de citas y agenda para programación de estudios. El sistema deberá ser dimensionado y parametrizado de acuerdo a las características siguientes: médicos radiólogos, número de recepciones, personal involucrado (repcionistas, transcripcionistas, almacenistas, técnicos, enfermeras, camilleros), administradores de sistema, número y tipo de modalidades, número de estudios por modalidad, crecimiento anual, tiempo de almacenamiento de corto plazo, con o sin compresión de imágenes, tiempo de almacenamiento de largo plazo, con o sin compresión de imágenes, usuarios clínicos remotos, que permita la integración a sistemas del registro electrónico del paciente Deberá incluir además:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá proveer</li> <li>2. Envío de lista de trabajo a las diferentes modalidades.</li> <li>3. Administración de datos de pacientes, médicos de referencia, listas de precios y compañías.</li> <li>4. Generación e impresión de reportes de estudios y estadísticos.</li> <li>5. Modulo de facturación y estados de cuenta por paciente y/o compañía.</li> <li>6. Control de accesos</li> <li>7. Seguridad física y seguridad lógica</li> <li>8. Encriptación</li> </ol>
--------------------	---

### Estaciones de Trabajo de Visualización

<b>Descripción</b>	<p>Estación de trabajo diagnóstica para recepción en formato DICOM 3.0</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debe provea capacidad de manejo multimodal de imágenes (TAC, US, RM, DR, etc.).</li> <li>2. Debe proveer funciones de manipulación de imagen que incluyen: Brillo, contraste, zoom, inversión y rotación.</li> <li>3. Envío e impresión de imágenes en formato Windows.</li> <li>4. Almacenamiento local de al menos 80 Mb.</li> <li>5. 1 monitor plano de al menos 2MPX grado médico por cada estación.</li> </ol>
--------------------	--

## Servidores para PACS-RIS

<b>Descripción</b>	<p>Hardware que garantice las funciones de los sistemas descritos. Además, deberá permitir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Envío de lista de trabajo a las diferentes modalidades, sin comprensión.</li> <li>2. Tarjeta de red 1GB Ethernet 100/1000 Mbps, la arquitectura deberá facilitar la migración hacia los 10 Gbps de velocidad en la red.</li> <li>3. Almacenamiento a corto plazo ("on line"), con espacio suficiente para acceder a las imágenes al menos de 15 días.</li> <li>4. Almacenamiento con discos duros con redundancia Raid 5 y cache de disco duro (buffer de memoria), necesarios para el rendimiento del sistema.</li> <li>5. La capacidad de transferencia de más de 30 estudio por minuto.</li> <li>6. Memoria RAM de 8 GB</li> <li>7. Deberá ser un sistema flexible que garantice el crecimiento futuro, sin perder sus capacidades originales.</li> <li>8. Deberá incluir teclado, mouse y un monitor plano de 17", con resolución de 1.3 Mpx mínimo.</li> </ol>
--------------------	---

## Sistema para Distribución de Imágenes para Intranet o Extranet

<b>Descripción</b>	<p>Sistema de distribución web optimizado para proveer a los clínicos, médicos referentes, administradores de servidores de imágenes y radiólogos de revisión clínica de imágenes e información vía intranet y/o internet. Donde las imágenes del paciente puedan ser accesadas desde cualquier explorador (netscape, fire fox o internet explorer) o algún cliente con sistema operativo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al menos 30 licencias concurrentes con multiples privilegios, los cuales serán controlados por el servidor.</li> <li>2. Compatible con DICOM Query/Retrieve</li> <li>3. Seguridad del sistema, passwords únicos por usuario</li> <li>4. Permitirá el filtrado de listas de trabajo según varios criterios, tales como. nombre del paciente, identificación y fecha del estudio</li> </ol>
--------------------	--

## Estaciones de Trabajo Diagnósticas con 1 monitor de 2mpx

<b>Descripción</b>	<p>Estación de trabajo diagnóstica para recepción y proceso de imágenes radiográficas en formato DICOM 3.0</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debe proveer capacidad de manejo multimodal de imágenes (TAC, US, RM, DR, etc.).</li> <li>2. Debe proveer funciones de manipulación de imagen que incluyen: Brillo, contraste, zoom, rotación, anotaciones de texto, señaladores, medición de distancias, áreas, ángulos, entre otras herramientas de diagnostico.</li> <li>3. DICOM print,</li> <li>4. 2 Pantallas táctil de al menos 2MPX grado médico para un manejo ágil de las imágenes diagnosticas.</li> </ol>
--------------------	--



## Angiógrafo arco monoplanar

<b>Descripción</b>	<p>Arco monoplanar para diagnóstico y procedimientos intervencionistas en aplicaciones vasculares en general.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arco Arco o estativo con soporte al piso o techo, con rotación con proyección RAO en grados de 120° o mayor con velocidad de 25°/s o mayor y rotación con proyección LAO en grados de 120° o mayor con velocidad de 25°/s o mayor. Angulación craneal en grados +/- 45°.</li> <li>2. Distancia entre el foco y el intensificador de imagen o SID de 95cm o menor a 115 cm o mayor.</li> <li>3. Generador de RX Potencia en kW de 100 o mayor, corriente para radiografía en mA de 1 a 1,250, voltaje para radiografía en kV de 40 a 125. Fluoroscopia pulsada en pulsos/segundo de 30 o mayor.</li> <li>4. Tubo de RX Tubo de rayos X con 2 o 3 puntos focales en mm, uno de ellos de 0.5 o menor, 0.8 o menor y en caso de un tercer punto 1.0 o menor. Capacidad térmica de almacenamiento del ánodo en HU de 1.800,000 o mayor.</li> <li>5. Protección para evitar colisiones</li> <li>6. Mesa Deberá contar con tablero de fibra de carbón. Movimiento flotante del tablero longitudinal de 100 cm o mayor. Movimiento flotante del tablero longitudinal de 100 cm o mayor. Movimiento vertical de 80 cm o menor a 100 cm o mayor. Carga máxima de mesa 320kg o mayor.</li> <li>7. Intensificador de imagen de 12"</li> <li>8. Sistema de procesamiento de imagen Cámaras CCD con matriz de 1024 x 1024 de 12 bits o mayor. Programa de análisis vascular, coronario y ventrículo izquierdo. Zoom. Sustracción digital en tiempo real. Velocidad de adquisición variable de hasta 30 cuadros o imágenes por segundo.</li> <li>9. Filtros de contorno o de compensación o de cuña</li> <li>10. Tres monitores monocromático TFT o LCD de 18" o mayor, uno para sala de control y dos para la sala de examen con soporte de techo.</li> <li>11. Dicom Send y Dicom Print al menos</li> <li>12. Unidad para almacenamiento de imágenes en CDR o DVD</li> <li>13. Sistema de Poligrafía integrado e interfaseado al equipo: Cuatro entradas de presión invasiva y con manejo en la misma consola del equipo. Medición integrada de signos vitales de SpO2 y presión sanguínea no invasiva. Respiración/CO2. Medición y cálculos integrados del gasto cardíaco. ECG de 12 derivaciones. Con 3 monitores a color de 17" o mayor con tecnología LCD de matriz activa o TFT, 2 en el área de control y 1 en la sala de exploración. Impresora de papel láser.</li> <li>14. Accesorios Inyector de medios de contraste controlado por microprocesador. Sujetadores, banda de compresión y empuñaduras. Unidad de almacenamiento de imágenes en CDR o DVD. Con unidad de energía ininterrumpible con respaldo de 10 min. UPS para sistema de imágenes y para polígrafo.</li> <li>15. Normas ISO 9001-2000 o NMX-CC-9001-IMNC-2000, para productos de origen extranjero deberá cumplir con las normas: FDA, CE o JIS</li> </ol>
--------------------	--

**Sistema de Ultrasonografía Doppler Avanzado a Color con aplicaciones en Elastografía y generales.**

<b>Descripción</b>	<p>Equipo utilizado con fines diagnósticos para exploración ultrasonográfica con Doppler color para abdomen, gineco-obstetricia, partes pequeñas, vascular periférico y músculo esquelético, con aplicaciones para elastografía.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de ganancia y ajuste de la curva TGC por medio de por lo menos ocho controles independientes.</li> <li>2. Con 8000 canales de procesamiento digital, simultáneos o independientes como mínimo.</li> <li>3. Rango dinámico del sistema de mínimo 160 dB.</li> <li>4. Modos: Bidimensional, modo M, B/m simultaneo, Doppler continuo y pulsado, Doppler color y sistema de mapeo a color o angio, power Doppler. Imágenes armónicas en modo B y color. Triplex en tiempo real.</li> <li>5. Con memoria de imagen cuadro por cuadro o cine loop en color y cine espectral.</li> <li>6. Monitor LCD a color de 17 pulgadas o mayor.</li> <li>7. Con 256 niveles de gris y 256 tonos de color como mínimo.</li> <li>8. Programa completo de mediciones, reportes y cálculos: cardíacos, vasculares, ginecológicos, pediátricos y obstétricos; tales como distancias, área, volumen, ángulos, velocidades y aceleración/desaceleración, capacidad para medir pendientes.</li> <li>9. Trazo automático del espectro Doppler con cálculos de índice de pulsatilidad, resistividad como mínimo.</li> <li>10. Capacidad de escalamiento de hardware y software.</li> <li>11. Imagen de campo extendida o panorámica.</li> <li>12. Imagen compuesta o su equivalente comercial con múltiples líneas de vista.</li> <li>13. DICOM storage, DICOM send y/o print, DICOM worklist y DICOM query/retrieve.</li> <li>14. Unidad de almacenamiento por medio de CD-RW o DVD.</li> <li>15. Impresora térmica B/N e impresora a color, integradas al gabinete.</li> <li>16. Transductores electrónicos de banda ancha o multifrecuencia:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Lineal con el rango de 5 MHz o menor a 13 MHz. o mayor con frecuencias armónicas para estudios vasculares. Con imagen trapezoidal. Convexo con el rango de 2 MHz o menor a 5 MHz o mayor con selección de frecuencias armónicas. Intracavitario con el rango de 4 MHz o menor a 8 MHz o mayor, con o sin armónicas. Sectorial, vectorial o arreglo en fase con el rango de 2 MHz o menor a 4 MHz o mayor, con frecuencias armónicas. Microconvexo o sectorial o arreglo en fase o convexo con el rango de 5 MHz o menor a 8 MHz o mayor para aplicaciones transfontanelares. Transductor de arreglo lineal de al menos 192 elementos con el rango de 4.0 MHz o menor a 9.0 Mhz o mayor con frecuencias armónicas, para aplicaciones de imagen elastografica de mama, con apertura de imagen en formato virtual.</li> </ul> </li> <li>17. Disco duro con capacidad de almacenamiento de 80 GB o mayor.</li> <li>18. UPS de doble conversión con supresor de picos.</li> <li>19. Guías de biopsia para transductor intracavitario y lineal.</li> <li>20. Adquisición de imágenes 3D en tiempo real (4D) con postprocesamiento.</li> <li>21. Normas: Equipos extranjeros deberán contar con FDA o CE o JIS, Nacionales con certificado de buenas prácticas de fabricación expedido por COFEPRIS.</li> </ol>
--------------------	--

## Ultrasonido de propósito general con doppler color y power

<b>Descripción</b>	<p>Equipo utilizado con fines diagnósticos para exploración ultrasonográfica con Doppler color para abdomen, gineco-obstetricia, partes pequeñas, vascular periférico y músculo esquelético. Control de ganancia y ajuste de la curva TGC por medio de por lo menos ocho controles independientes.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de ganancia y ajuste de la curva TGC por medio de por lo menos ocho controles independientes.</li> <li>2. Con 1024 canales de procesamiento digital, simultáneos o independientes como mínimo.</li> <li>3. Rango dinámico del sistema de mínimo 150 dB.</li> <li>4. Modos: Bidimensional con modo M, B/m simultaneo, Doppler continuo y pulsado, Doppler color y sistema de mapeo a color o angio, power Doppler. Imágenes armónicas en modo B y color. Triplex en tiempo real.</li> <li>5. Zoom en tiempo real con al menos 6 niveles.</li> <li>6. Con memoria de imagen cuadro por cuadro o cine loop en color y cine espectral.</li> <li>7. Monitor LCD a color de 17 pulgadas o mayor.</li> <li>8. Con memoria de imagen cuadro por cuadro o cine loop de 500 cuadros o mayor en color como mínimo.</li> <li>9. Monitor a color de 15 pulgadas o mayor.</li> <li>10. Con 256 niveles de gris y 256 tonos de color como mínimo.</li> <li>11. Con trackball integrado al tablero de control.</li> <li>12. Teclado alfanumérico integrado al tablero de control con interfase en español.</li> <li>13. Programa completo de mediciones, reportes y cálculos: cardíacos, vasculares, ginecológicos, pediátricos y obstétricos; tales como distancias, área, volumen, ángulos, velocidades y aceleración/desaceleración, capacidad para medir pendientes.</li> <li>14. Que permita la inclusión de protocolos por el usuario con un mínimo de 15 pre-establecidos.</li> <li>15. Trazo automático del espectro Doppler con cálculos de índice de pulsatilidad, resistividad como mínimo.</li> <li>16. Capacidad de escalamiento de hardware y software.</li> <li>17. Imagen de campo extendida o panorámica.</li> <li>18. Imagen compuesta o su equivalente comercial con múltiples líneas de vista.</li> <li>19. DICOM storage, DICOM send y/o print, DICOM worklist y DICOM query/retrieve.</li> <li>20. Unidad de almacenamiento por medio de CD-RW o DVD.</li> <li>21. Impresora térmica B/N e impresora a color, integradas al gabinete.</li> <li>22. Transductores electrónicos de banda ancha o multifrecuencia:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Lineal con el rango de 5 MHz o menor a 12 MHz. o mayor con frecuencias armónicas para estudios vasculares, partes pequeñas, músculo esquelético.. Convexo con el rango de 2 MHz o menor a 5 MHz o mayor con selección de frecuencias armónicas como mínimo. Intracavitario con el rango de 5 MHz o menor a 7 MHz o mayor, con o sin armónicas.</li> </ul> </li> <li>23. Disco duro con capacidad de almacenamiento de 80 GB o mayor.</li> <li>24. UPS de doble conversión con supresor de picos.</li> <li>25. Guías de biopsia para transductor intracavitario y lineal.</li> </ol>
--------------------	---

# CAPÍTULO 4. “OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS”

---

Al tener acceso a la información en línea, se brinda al área médica la posibilidad de agilizar su trabajo y poner más énfasis en el diagnóstico.

Con la implementación de PACS, el ahorro en las placas radiográficas disminuirá considerablemente, lo cual implica un ahorro para el departamento de radiología.

Uno de los beneficios de la digitalización del área de imagenología, es que se pueden optimizar áreas como las destinadas a archivo de placas radiográficas y el área destinada a revelado húmedo.

A pesar de la inversión inicial en estos sistemas, resulta mayor que la de los equipos convencionales, (un factor de 3 a 4 aproximadamente), el ahorro a lo largo de 3 a 4 años se justifica tanto en placas y químicos, como espacio para revelado y almacenamiento de los estudios.

El sistema de PACS cuenta con un sistema de prebúsqueda (prefetch) para agilizar la recuperación y evitar tiempos de espera al médico radiólogo cuando el examen del paciente haya sido programado para un nuevo estudio.

Al reducir las retomas en cada paciente por errores de técnica radiográfica, se reducen las dosis de radiación en pacientes y POE, gracias a las correcciones en brillo y contraste en las estaciones de diagnóstico primario.

La conexión en red de todos los equipos en formato DICOM 3.0, permite un intercambio rápido de información de los estudios y la posibilidad de hacer transferencias y consultas vía intranet y remotas vía internet a otros especialistas.

En consecuencia, los pacientes recibirán una atención más ágil y de excelencia.

# CAPÍTULO 5. “ALCANCES DEL PROYECTO”

---

Al contar con el análisis integral del área de imagenología presentado en este proyecto, el paso siguiente es buscar proveedores que ofrezcan soluciones al sistema propuesto, para su posterior cotización.

Dicha cotización deberá incluir la infraestructura a suministrar, los insumos, costos de preinstalación e instalación así como capacitaciones al personal involucrado. Además determinará las condiciones para la solución integral. Además, la empresa se compromete a prestar el personal especializado para la ejecución de los servicios contratados, materiales, refacciones, herramientas y equipo a utilizar durante la instalación. Así mismo, dicha cotización deberá tomar en cuenta el periodo de duración del proyecto, la amortización de los equipos y los mantenimientos preventivos y correctivos del proyecto.

Conforme a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, Título Tercero, CAPÍTULO Primero, Artículos 26 y 28, se optó por la modalidad para incorporación de bienes Licitación Pública (Nacional o Internacional) para la presentación de propuestas de los proveedores del sistema, así como la evaluación costo-beneficio de cada propuesta.

Al elegir al proveedor se deben tomar en cuenta:

- Identificación de al menos 3 proveedores que oferten la tecnología en cuestión. Se recomienda que los proveedores tengan instalaciones en el país, de esta manera evaluar la capacidad de la empresa. Es razonable pedir una demostración del equipo crítico en un proyecto, y una simulación de un sistema completo bajo tareas reales.
- Origen de los bienes que ofrezca el proveedor, de la misma manera, exigir que sus equipos se apeguen a la normatividad vigente que corresponda (NOM, ISO, FDA, NEMA, SSA, etc.).
- El tiempo de entrega de los bienes, así como el tiempo de respuesta en caso de fallos.

De manera adicional es fundamental, antes de adquirir cualquier equipamiento médico tener la certeza de que se dispondrá de:

- Programa de capacitación para todo el personal de la Unidad Médica involucrado en el manejo del equipo, por parte del proveedor. Se deberán contemplar la capacitación por parte del proveedor para todos los turnos de personal vinculados a la operación.
- Personal de salud y/o técnico dentro de la Unidad, debidamente capacitado para operar el equipo, en caso de que la tecnología en cuestión así lo requiera
- Programa de abasto de insumos suficiente para la operación del equipo, en base a:
  - ✓ Caducidad de los insumos
  - ✓ Disponibilidad de recursos para compras de los mismos
  - ✓ Demanda de la unidad y por tanto nivel de consumo de los insumos
  - ✓ Ubicación de la Unidad, capacidad de almacenaje y volumen de los insumos a almacenar, en base a lo cual se determinará la periodicidad de las compras y/o entregas por parte del proveedor.
- Negociación de términos de garantía y posterior establecimiento de contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, así como suministro de refacciones, sobretodo en el caso de alta tecnología.

La evaluación costo beneficio de las propuestas preferentemente deberá descartar a los proveedores que no reúnan las características técnicas requeridas para el presente proyecto. A continuación, la elección del proveedor se basará en la propuesta económica, formas de pago y la potencialidad de alianza a largo plazo.

La propuesta más viable será aquella en la que los beneficios sean mayores a los costos.

Finalmente, en la fase de ejecución, se realizarán las adecuaciones necesarias al área para la instalación del sistema y equipos. Esta etapa involucra además la puesta en marcha del proyecto, en la cual se capacitará al personal para instruirles acerca del funcionamiento del sistema, así como su familiarización con el mismo.

Durante la fase de instalación, la prueba de aceptación puede ser la llave al éxito. El pago final o todo el pago, están atados a la aceptación del sistema. En este caso, el vendedor

puede que tenga establecidos criterios de aceptación y pago para los subsistemas. Los pagos progresivos, o algún mecanismo similar, pueden usarse para fomentar resolución de problemas.

En la prueba de aceptación, debe mantenerse en la mente que la fiabilidad es el criterio más importante para el éxito de un sistema. Una base para evaluar los períodos de fallos es estableciendo jornadas de 24 ó 16 horas. Un requerimiento típico es uno de 98-99% de operación sin tiempo de avería, lo cual significa que el sistema estaría averiado 1 ó 2 horas cada 4 días.

## **CONCLUSIONES**

Con la implementación de la digitalización a través de la tecnología de digitalización directa, así como la optimización de flujo de trabajo para el área de imagenología gracias a un conjunto de sistemas PACS Y RIS, el Hospital Juárez de México podrá incrementar la productividad en un porcentaje importante, facilitando a los médicos radiólogos realizar su diagnóstico.

Gracias al análisis integral realizado, existe ya una propuesta técnica, con la cual el hospital puede buscar proveedores que oferten la tecnología que más se ajuste al departamento de radiología, haciendo así de este proyecto, un proyecto llave en mano.

Es de vital importancia la planeación de un proyecto de esta magnitud implica la participación en conjunto de personas (desde técnicos radiólogos, médicos, ingenieros, asesor financiero, proveedores) dirigido por un gerente, en este caso el Ing. Biomédico; pues los resultados afectan a la efectividad clínica y productividad en varias formas, influyendo en la satisfacción de médicos y pacientes. Por tal motivo es primordial que el ingeniero a cargo del proyecto, se auxilie del todo el grupo de trabajo, y no dejar todo en manos del proveedor, debido a que los efectos que pueda tener el proyecto, serán responsabilidad directa del Ing. Biomédico a cargo.



## **SUGERENCIAS PARA ESTANCIAS FUTURAS**

- Identificar las áreas con las que cuenta el hospital, esencialmente las áreas con directa intervención con el Departamento de Ingeniería Biomédica.
- Averiguar los antecedentes de la Institución, de ser posible la evolución del departamento de Ingeniería Biomédica o en su defecto, el área de interés.
- Trabajar en conjunto con los proveedores de equipo médico, así como prestadores de servicios a fin, con el propósito de conocer mejor los el modo de operación de los equipos, así como sus respectivos mantenimientos.
- Interactuar con los médicos, enfermeras y personal a fines dentro del hospital para conocer las necesidades del hospital, así como su experiencia con los equipos médicos, con el propósito de identificar áreas de acción para el Departamento de Ingeniería Biomédica.
- Averiguar si el departamento de Ingeniería Biomédica cuenta con manuales de procedimientos del área, así como de los equipos médicos y estudiarlos para conocer el principio de operación y funcionamiento de los equipos.
- Estar informado acerca de los procesos administrativos en los que participa el Departamento y de ser posible, involucrarse en ellos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. H. K. Huang, **PACS AND IMAGING INFORMATICS,BASIC PRINCIPLES AND APPLICATIONS**, Ed. Wiley-Liss, Unit States of América 2004
2. Ley de adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero del 2000.
3. Berman Philip, **Radiología Digital: PACS, Teleradiología y Estrategias en Radiología**, Informática Médica Integral S.L., Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica.

## Referencias Electrónicas

1. [www.cenetec.gob.mx](http://www.cenetec.gob.mx) México Marzo 2009
2. <http://www.asesoriainformatica.com> México mayo 2009
3. [www.nema.org/stds](http://www.nema.org/stds) México, Septiembre 2008

**GLOSARIO**

<b>Termino</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ancho de banda</b>	El ancho de banda es la cantidad de información que puede transmitirse por un canal, su medida es bits por segundo.
<b>Archivo Backup</b>	Archivo con una copia extra, preferentemente en ese lugar, es necesario asegurar la integridad de la información. Si ocurre un desastre, el controlador puede recuperar inmediatamente imágenes del archivo backup para mantener la operación clínica.
<b>Bridge (puente)</b>	Un bridge conecta dos redes LAN con el mismo protocolo de acceso; por ejemplo, Ethernet con Ethernet o Token Ring con Token Ring. La velocidad máxima dependerá del ancho de banda, pero el concepto básico es el mismo.
<b>Cluster</b>	Conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora.
<b>Digitalización</b>	Es el proceso de captura de imagen que puede llevarse a cabo por medio de Radiografía computada (CR), Scanner o interfaces. Generalmente nos referimos a digitalización como la captura de las imágenes convencionales de rayos x, siendo esto incorrecto.
<b>Dirección IP.</b>	Dirección de 32 bits del protocolo Internet asignada a un ordenador conectado a Internet. La dirección IP tiene un componente del propio ordenador y un componente de la red. Este número tiene el formato de cuatro grupos de hasta tres dígitos, separados por un punto, por ejemplo 172.16.253.90.s
<b>Dot pitch</b>	Distancia entre dos píxeles del mismo color o entre dos celdas de monitores LCD. Es usado para medir la nitidez de una pantalla. Se mide en milímetros y la calidad comienza a ser aceptable a partir de 0.28 mm.
<b>Gateway</b>	Los Gateways son dispositivos que realizan el trabajo bruto de traducir de un protocolo de red a otro. En este proyecto se utilizan gateways para comunicar un equipo análogo a la red DICOM.
<b>Hostname</b>	Es el programa que se utiliza para mostrar o establecer el nombre actual del sistema (nombre de equipo).
<b>HUB (concentrador)</b>	Es un dispositivo que interconecta varios PC entre sí en una LAN. En esencia, es un conmutador dinámico.
<b>Imagen latente</b>	Aquella imagen que se forma en las emulsiones después de haber sido impresionada por la luz y que no es visible hasta que es sometida a los diversos baños de revelado.
<b>Jukebox</b>	Sistema de almacenamiento que agrupa un gran número de discos ópticos o magnéticos a los que el ordenador accede en función de sus necesidades. Suelen utilizarse en grandes instalaciones que manejan bases de datos muy grandes. Su nombre proviene de las máquinas para escuchar discos en bares y restaurantes, ya que su funcionamiento (seleccionar uno de los discos de la pila para leer la información contenida en él) recuerda a estas máquinas.

<b>Termino</b>	<b>Descripción</b>
<b>Licencia Concurrente</b>	En informática, es una licencia que permite a varios usuarios entrar a una red al mismo tiempo.
<b>Luminiscencia</b>	Es toda luz cuyo origen no radica exclusivamente en las altas temperaturas, por el contrario, es una forma de "luz fría" en la que la emisión de radiación lumínica es provocada en condiciones de temperatura ambiente o baja.
<b>Monocromático</b>	En el caso de los monitores, que solo maneja escalas de gris (blanco y negro).
<b>Opción Digital Media</b>	Sistemas de digitalización a partir de chasis especiales que son leídos por una máquina que se encarga de digitalizar la imagen y reactivar el chasis para su uso nuevamente (Computed Radiography CR).
<b>Opción Digital Total</b>	Equipos radiológicos con sistemas de captura digital (Direct Radiography DR),
<b>RAID</b>	Originalmente proviene de Redundant Array of Inexpensive Disks - conjunto redundante de discos baratos. Actualmente de Redundant Array of Independent Disks - conjunto redundante de discos independientes)  Sistema de almacenamiento de información que utiliza múltiples discos duros en donde se distribuyen y/o duplican datos. En términos generales, crear un espejo de la información en dos o más discos duros produce un gran aumento en la velocidad de lectura, pues permite leer múltiples sectores de datos de cada disco duro al mismo tiempo utilizando canales de transferencia de datos distintos. También es una gran ventaja en la seguridad de la información. Al romperse un disco duro la información sigue estando duplicada en otro disco duro de forma correcta.
<b>Router (enrutador)</b>	Interconecta LAN utilizando protocolos, tales como TCP/IP, IPX/SPX, según cómo se deba encaminar la información. Los Routers pueden ser Routers multiprotocolo, los cuales soportan diferentes combinaciones de protocolos de capa de red.
<b>Tráfico web</b>	En internet, el tráfico hace referencia a la cantidad de visitantes, visitantes únicos, hits, megabytes transferidos o cualquier otra forma de medida, que se produce en un servidor web o en un sitio web específicos en un determinado período de tiempo.

## INDÍCE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS







ABD: Abdomen  
ANB: Antebrazo  
ANGIO: Angiografía  
ART MPS: Articulaciones Miembros Pélvicos  
ART MSLS: Articulaciones Miembros Superiores  
ART TX: Articulaciones Miembros Tórax  
BX: Biopsia  
CC: Columna Cervical  
CD: Columna Dorsal  
CE: Consulta Externa  
CISTO: Cistograma  
CL: Columna Lumbar  
CLAV: Clavícula  
CLG: Colangeo  
CLGT: Colangeo Transversal  
CR: Cráneo  
EF: Esofaringeo  
END: Endocrino  
ENDV: Endovaginal  
FLEBO: Flebografía  
FLEU: Fleurografía  
FISTG: Fistulograma  
GIT: Gastrointestinal  
H. : Hospitalización  
HIP: Hipófisis  
HOM: Hombro  
HTSG: Histerosalpingografía  
HUM: Húmero  
HVB: Hepático y Vías Biliares  
ING: Inguinal  
MAM: Mamografía, mastografía.  
MAT: Matutino  
MAX: Maxilofacial  
MC: Medio de Contraste  
MUÑ: Muñeca  
MUSC: Muscular  
OBS: Obstetricia  
PIELG: Pielografía  
POE: Personal Ocupacionalmente Expuesto  
PROST: Próstata  
RIS: Sistema de Información Radiológica

RM: Resonancia Magnética  
ROD-ESC: Rodilla-Escanometría  
RX: Rayos X  
SEGD: Serie Esófago Gastroduodenal  
SHT: Sonohisterografía  
SOM: Serie Ósea Metastásica  
SPN: Senos Paranasales  
TAC: Tomografía Axial Computarizada  
TEST: Testículos  
TI: Tránsito Intestinal  
TIRO: Tiroides  
TRAS.V.: Transvaginal  
TRF: Transfontanelar  
URETG: Uretrograma  
URO: Urografía  
UROG: Urograma  
US: Ultrasonido  
VEN MSLS: Venoso Miembros Superiores  
VEN MTX: Venoso Miembros Tórax  
VES: Vespertino

**ANEXO 1  
INVENTARIO DE EQUIPOS EN EL AREA DE IMAGENOLOGIA**

EQUIPO	MARCA	FORMA DE INGRESO	UBICACIÓN	MODELO	NO. SERIE	DICOM	OBSERVACIONES
ANGIOGRAFO	GE	PROPIO	ANGIOGRAFIA RX	ADVANTX	751383	NO	Fuera de servicio
ULTRASONIDO	ALOKA		CONSULTA EXTERNA RX	SSD-1700	M01076	SI	
DENSITOMETRO		PRESTADO	DENSITOMETRIA RX			SI	
DIGITALIZADOR	REGIUS		DIGITALIZACION RX	REGIUS 190	6760721	SI	
IMPRESORA	KONICA MINOLTA		INTERPRETACION RX	DRYPRO 793	7920085	SI	
ULTRASONIDO	GE	PROPIO	MASTOGRAFIA RX	LOGIQ BOOK XP	3145WX5	SI	
MASTOGRAFO	ELCIN TEC	PROPIO	MASTOGRAFIA RX	GLORY		SI	
DIGITALIZADOR		PRESTADO	MASTOGRAFIA RX	REGIUS 190		SI	
RAYOS X	GE	PROPIO	MOVIL RX	AMX4 PLUS	1000649WK2	SI	
RAYOS X	GE	PROPIO	MOVIL RX	AMX4 PLUS	1001246WK6	SI	
ARCO EN C			ONCOLOGIA			SI	
ARCO EN C		PRESTADO	QUIROFANO			SI	
RESONANCIA	GE	PROPIO	RESONANCIA RX	SIGNA EXITE MR	57MRHD1178	SI	
REVELADOR			REVELADO RX	XP 1000		NO	Fuera de servicio
ULTRASONIDO	ALOKA		SALA 1 RX	SSD-1400	M02062	NO	
IMPRESORA	KONICA MINOLTA		SALA 1 RX	DRYPRO 771	5820342	SI	
ULTRASONIDO	GE		SALA 2 RX	LOGIC 9	88819US8	SI	
RAYOS X	GE	PROPIO	SALA 3 RX	RTI	5752RTI2	SI	
RAYOS X	GE	PROPIO	SALA 4 RX	SILHOUTTE VR	5752RTI2	SI	
ARCO EN C	MTH/R	PROPIO	SALA 6A RX		24572	SI	Graba en disco
ARCO EN C	MTH/R	PROPIO	SALA 6B RX		23976	SI	Graba en disco
FLUOROSCOPIO	CMR	PROPIO	SALA 7 RX	MRF 90T $\alpha$	23312	SI	
TOMOGRAFO	GE	PROPIO	TOMOGRAFIA RX	LIGHT SPEED 16	57CTLS16	SI	
TOMOGRAFO	SHIMADZU	PROPIO	TOMOGRAFIA RX	AX-100G	16726230	SI	
IMPRESORA COLOR	AGFA		TOMOGRAFIA RX	DRYSTAR 2000		SI	
IMPRESORA	KONICA MINOLTA		TOMOGRAFIA RX	DRYPRO 771	5820340	SI	
FLUOROSCOPIO	SIEMENS	PROPIO	HEMODINAMIA	AXIOM ARTIS DATA	55319	SI	Graba en disco

## ANEXO 2 Instalaciones del área de RX en el Hospital Juárez de México

		ARCHIVO HACER	
			BODEGA
G A L A  D E  E L E C T R I C A	SANITARIOS	 FLUOROSCOPIA	SANTAROS SANTARIOS SANTARIOS SANTAROS
		ARCO EN C 2	
		ARCO EN C 2	
		DOPLER COLOR	
	SANITARIOS	 DOPLER COLOR	
	SANITARIOS	TOMA DE ESTUDIOS RADIOGRAFICOS CONTRASTADOS GALV 4	
	SANITARIOS	TOMA DE ESTUDIOS RADIOGRAFICOS CON CONTRASTOS GAL 2 Y 3	
	SANITARIOS	DOPLER COLOR	
	SANITARIOS	II TRANSUNDO HOSPITALIZACION Y URGENCIAS	
	BODEGA	SANITARIOS	SANITARIOS
R E C E P T I O N	JEFATURA DE SERVICIO		SANTAROS SANTARIOS SANTARIOS SANTARIOS SANTAROS SANTARIOS SANTAROS SANTARIOS SANTAROS SANTARIOS
	III TRANSUNDO CONSULTA EXTERNA		
	 TOMOGRAFIA SHIMADZU		
	 INTERPRETACION TOMOGRAFIA		
	IMPRESORA COLORATICA	IMPRESORA KURICA MINOLTA	
	 TOMOGRAFIA 4 GE		
	ARCHIVO DE ENSEÑANZA		
	MASTOGRAFIA	UNIDAD EDUCATIVA	
	RESERVA DE FILMS	JEFATURA DE TECNICOS	
	BODEGA		
	BODEGA	BODEGA	RESERVA DE FILMS MASTOGRAFIA
RECEPCION			
REVELADO HUMEDO	BIOMEDICA		
ANGIOGRAFIA			



**ANEXO 3**  
**LISTA DE DIRECCIONES IP DEL HOSPITAL JUAREZ DE MÉXICO**

IP ADDRES		
IP ADDRES	EQUIPO	HOSTINAME
192.168.4.2	LAPTOP	
192.168.4.3	DRYPRO 793 RX	
192.168.4.4	REGIUS 190 RX	DIGITALIZADOR
192.168.4.5	JOB MANAGER RX	
192.168.4.6	BACKUP JM RX	
192.168.4.7	REGIUS 190 MG	MASTOGRFIA
192.168.4.8	JOB MANAGER MG	
192.168.4.9	RESONANCIA	RESONANCIA
192.168.4.10	WS RM	RESONANCIA
192.168.4.11	ARIX FLURO	SALA7
192.168.4.12	NO USADO	
192.168.4.13	NO USADO	
192.168.4.14	NO USADO	
192.168.4.15	NO USADO	
192.168.4.16	NO USADO	
192.168.4.17	NO USADO	
192.168.4.18	NO USADO	
192.168.4.19	NO USADO	
192.168.4.20	NO USADO	
192.168.4.21	NO USADO	
192.168.4.22	DRYPRO 771 TAC	TOMOGRFIA
192.168.4.23	TOMO GE	TOMOGRFIA
192.168.4.24	WS TOMO GE	TOMOGRFIA
192.168.4.25	PAXPORT SHIMADZU	TOMOGRFIA
192.168.4.26	NO USADO	
192.168.4.27	DRYPRO 771 US	ULTRASONIDOS
192.168.4.28	CONVEX1	
192.168.4.29	CONVEX2	
192.168.4.30	US	ULTRASONIDOS
192.168.4.31	NO USADO	
192.168.4.32	DRYSTAR3K	
192.168.4.33	ARCO1	ENDOSCOPIA
192.168.4.34	ARCO2	ENDOSCOPIA
	⋮	
192.168.4.50		

**ANEXO 4  
ESTADÍSTICA DE IMAGENOLOGÍA 2008**

**Tabla general de los estudios realizados en el 2008**

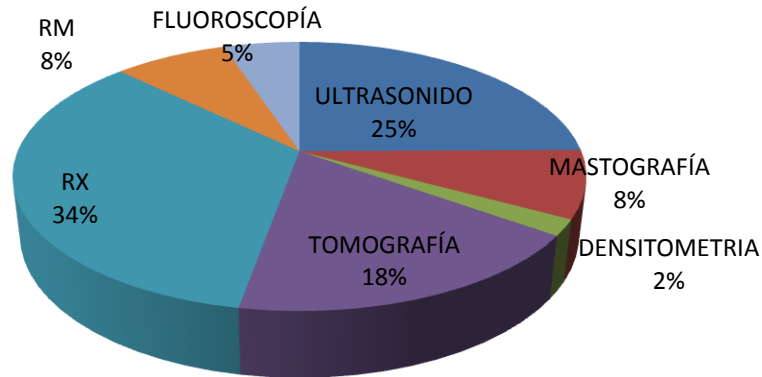
<b>IMAGENOLOGÍA 2008</b>	
<b>SERVICIOS</b>	<b>TOTAL</b>
ULTRASONIDO	7253
MASTOGRAFÍA	2373
DENSITOMETRIA	561
TOMOGRFÍA	5245
RX	10050
RM	2234
FLUOROSCOPIA	1500
<b>TOTAL</b>	<b>29216</b>

Tablas generales de los estudios realizados en el 2008 para turno matutino y vespertino

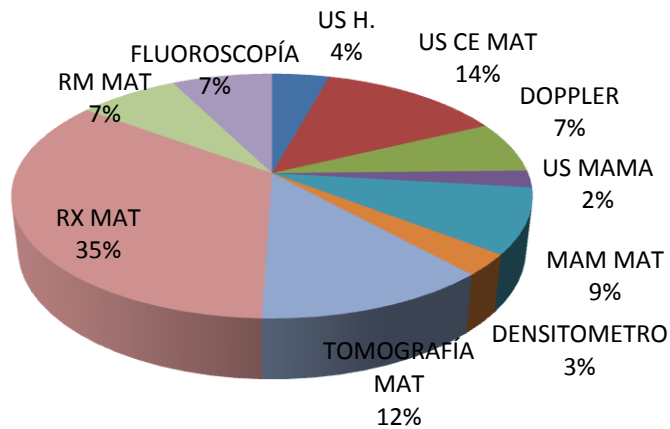
<b>MATUTINO</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Estudios</b>
US H.	859
US CE MAT	2734
DOPPLER	1366
US MAMA	447
MAM MAT	1730
DENSITOMETRO	561
TOMOGRFÍA MAT	2463
RX MAT	6959
RM MAT	1494
FLUOROSCOPIA	1500
<b>TOTAL</b>	<b>20113</b>

<b>VESPERTINO</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Estudios</b>
US CE VES	1847
MAM VESP	643
TOMOGRFÍA VES	2782
RX VES Y FIN	3091
RM VES	740
<b>TOTAL</b>	<b>9103</b>

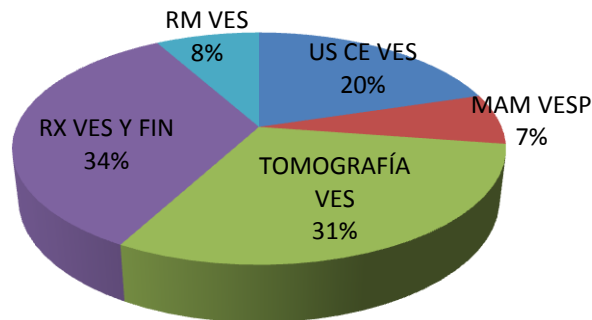
### SERVICIO DE IMAGENOLOGÍA 2008



### SERVICIO DE IMAGENOLOGÍA MATUTINO 2008



### SERVICIO DE IMAGENOLOGÍA VESPERTINO 2008



**ESTADÍSTICA DE IMAGENOLOGÍA 2008 DETALLADA POR TIPO DE ESTUDIO EN CADA SERVICIO**

ULTRASONIDO HOSPITALIZACIÓN												
	RENAL	ABD	PELVIS	HVB	PROST	TEST	OBS	TRAS.V.	TRF	VESICAL	ING	TOTAL
TOTAL	151	73	61	55	39	3	18	416	40	1	2	859
PROM./DÍA	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4

ULTRASONIDO CONSULTA EXTERNA MATUTINO												
	RENAL	ABD	PELVIS	HVB	PROST	OBS	VESICAL	TIRO	TEST	ING	CUELLO	TOTAL
TOTAL	550	419	490	676	263	135	14	79	73	19	16	2734
PROM./DÍA	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	11

ULTRASONIDO CONSULTA EXTERNA VESPERTINO												
	RENAL	ABD	PELVIS	HVB	PROST	OBS	VESICAL	TIRO	TEST	ING	CUELLO	TOTAL
TOTAL	386	175	551	215	265	188	12	20	26	7	2	1847
PROM./DÍA	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	8

ULTRASONIDO DOPPLER																								
	MPVD	RENAL	HVP	PROST	SHT	CARDIO	TEST	VEN MSLS	VEN MTX	PARED ABD	GIT	ANGIO	ART TX	ART MSLS	ART MPS	END	BX/PROST	BX TIRO	AXILA-HOM	BX RENAL	OBS/ENDV	MUSC	MANO	TOTAL
TOTAL	313	67	230	51	14	186	143	9	1	9	18	1	11	4	28	64	92	74	27	5	10	7	2	1366
PROM./DÍA	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6

ULTRASONIDO MAMA	
TOTAL	447
PROM./DÍA	2

MASTOGRAFÍA				
	MATUTINO	BX/MARCAJE	VESPERTINO	TOTAL
TOTAL	1634	96	643	2373
PROM./DÍA	7	1	3	10

DENSITOMETRO	
TOTAL	561
PROM./DÍA	3

TOMOGRAFÍA MATUTINO																							
	CR/MC	CR	ABD	ABD/MC	BX	ABD TX/MC	ANG TAC	ANG TAC/MC	CUELLO/MC	URO TAC	Tx	MAX	OIDOS	PIE	BRAZO	HT TAC	FLEBO TAC	SIALO.TAC	RENAL	PULMON	FLEU/ MC	CADERA	TOTAL
TOTAL	304	804	153	940	17	240	36	16	37	19	94	10	19	6	2	11	13	13	16	1	1	15	2463
PROM./DÍA	2	3	2	6	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	9

TOMOGRAFÍA VESPERTINO														
	CR/MC	CR	ABD	ABD/MC	ABD TX/MC	CUELLO/MC	URO TAC	TX	MAX	OIDOS	PIE	BRAZO	CADERA	TOTAL
TOTAL	215	1080	80	220	166	200	5	359	139	284	19	11	4	2782
PROM./DÍA	2	5	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	11

RX CONVENCIONALES MATUTINO																						
	TX	PELVI S	TOBILL O	SP N	C R	ROD-ESC	CL	C C	MANO-MUÑ	SO M	COD O	PIERN A	UR O	PS A	HU M	HO M	FEMU R	CADER A	AN B	CLA V	PI E	TOTA L
TOTAL	3856	288	115	334	43	241	281	95	274	6	105	70	557	313	7	140	36	34	81	5	78	6959
PROM./DÍA	16	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	28

RX CONVENCIONALES VESPERTINO Y FIN DE SEMANA																					
	TX	PELVIS	TOBILLO	SPN	CR	ROD-ESC	CL	CC	MANO-MUÑ	SOM	CODO	PIERNA	PSA	HUM	HOM	FEMUR	CADERA	ANB	CLAV	PIE	TOTAL
TOTAL	1096	258	137	105	29	262	290	75	191	30	96	75	77	13	109	41	17	114	4	72	3091
PROM./DÍA	4	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

RESONANCIA MAGNETICA MATUTINO																											
	CR	CR/MC	CC	CL	CL/MC	ANGIO	ANGIO/MC	HIP/MC	ROD	ROD/MC	MANO	HOM/MC	HOM	TOBILLO	CODO	CUELLO	MAMA/MC	TX/MC	ABD	ABD/MC	CADERA	PIERNA	CLG	MANO	PELVIS	FEMUR	TOTAL
TOTAL	17	630	74	153	47	13	26	42	161	8	12	9	27	16	7	16	9	10	8	16	1	19	9	4	11	2	1494
PROM./DÍA	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6

RESONANCIA MAGNETICA VESPERTINO																
DIA	CR	CR/MC	CC	CL	CL/MC	ANGIO	ANGIO/MC	HIP/MC	ROD	HOM/MC	TOBILLO	TX G	CADERA	PIERNA	PELVIS	TOTAL
TOTAL	102	356	60	152	35	2	3	14	6	2	1	2	1	3	1	740
PROM./DÍA	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3

FLUOROSCOPIA												
	SEGD	CISTO	CLGT	PIELG	UROG	URETG	COLÓN	HTSG	EF	TI	FISTG	TOTAL
TOTAL	492	140	32	51	52	291	219	121	13	55	34	1500
PROM./DÍA	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	6

**ANEXO 5  
CONSUMIBLES DE CADA SERVICIO, DETALLANDO CADA ESTUDIO DEL SERVICIO**

**TOMOGRAFÍA**

Contraste	Frascos/día	Volumen(ml)	Placa
Xenetix	12	150	14 x 17

Consumo por estudio	
Estudio	Contraste (ml)
Cráneo	50
Abdomen	80
AngioTac	100

Estudio	Shimadzu (min)	GE (min)	No. Placas
Cr	5	1	1
Abd	25	10	4
Bx	NO	30	1
AngioTac	NO	10	5
Cuello	20	15	3
UroTac	NO	15	4
Tx	15	7	5
Max	12	7	6
Oídos	25	8	5
Tobillo	NO	7	3
Brazo	20	12	5
Histe. Tac	NO	20	7
Flebo. Tac	NO	5	6
Sialo. Tac	NO	20	4
Renal	25	12	7
Pelvis	25	15	6
Articulaciones	NO	10	2

\* \*Los estudios con medio de contraste duplican el No. de placas

\*\*Tumores usan hasta 10 placas

**Otros:** Inyectores (jeringa y espiral), aproximadamente 15 diarios.

## ULTRASONIDO

GEL 4 KG/15 días

Papel Térmico 5 paquetes/mes

\*\*Cada caja contiene 4 paquetes

ULTRASONIDO HOSPITALIZACIÓN		
Tiempo en minutos	Placas/Estudio	Tamaño de Placa(in)
15-40	1	14 x 17

ULTRASONIDO DOPPLER			
Estudio	Tiempo (min)	No. de Placas	Tamaño (in)
Pierna	15	1	14 x 17
MPAV	30	3	14 x 17
MPAV/2 regiones	60	4	14 x 17
Renal	30	1	14 x 17
Hepato Portal	20	1	14 x 17
Bx Próstata	30	1	14 x 17
Sonohisterografía	30	1	14 x 17
Testículos	20	1	14 x 17
VMTx	35	1	14 x 17
Pared Abd	20	1	14 x 17
Axila-Hombro	30	2	14 x 17
Obs/Endovaginal	90	1	14 x 17
Gemelos	40	1	14 x 17
Otros	20	1	14 x 17

ULTRASONIDO MAMA			
Estudio	Tiempo (min)	No. Placas	Tamaño de Placa (in)
Ultrasonido mama	10	3	10x8
Bx	30	0	10x8

\*\*En caso de que la impresión sea térmica, se realizan 2 impresiones

## MASTOGRAFÍA

MASTOGRAFÍA			
Estudio	Tiempo (min)	No. Placas	Tamaño de Placa (in)
Mastografía(rutina)	20	4	10 X 8
Marcaje	30	4	10 X 8
BX	40	8	10 X 8



## RESONANCIA MAGNÉTICA

Contraste	Frascos/día	Frascos/mes	Volumen (ml)	Placa (in)
Magnitrax y/o Gadolino	2	40	10 ml	14 x 17

Consumo por estudio	
Estudio	Contraste (ml)
Angio	20
Otros	5 -10

RESONANCIA MAGNÉTICA			
Estudio	Tiempo (min)	No. Placas	Tamaño de Placa (in)
Cr	25	5	14 x 17
CC	20	4	14 x 17
CL	20	4	14 x 17
Angio	40	5	14 x 17
Hipófisis	30	6	14 x 17
Rodilla	30	8	14 x 17
Mano/Muñeca	35	8	14 x 17
Hombro	35	8	14 x 17
Tobillo	35	8	14 x 17
Codo	35	8	14 x 17
Cuello	30	7	14 x 17
Mama	30	7	14 x 17
Tx	40	7	14 x 17
Abd	30	4	14 x 17
Cadera	35	8	14 x 17
Pierna	40	8	14 x 17
Colangeo	25	4	14 x 17
Pelvis	35	8	14 x 17

\* Los estudios con medio de contraste aumentan 2 placas

## FLUOROSCOPIA

FLUOROSCOPIA				
Contraste	Frascos/Mes	Volumen (ml)	Cajas mensuales	Estudios
Variteras 454			20	Colón
Xenetix	30	50		Pielograma, Histerograma, Uretrograma
Yoditrax	15	150		Uretrograma, Cistograma, Cistoretrografía
Sulfato de Bario Oral		5kg/Mes		SEGD

Consumo por estudio: 5 ml

FLUOROSCOPIA			
Estudio	Tiempo (min)	No. Placas	Tamaño de Placa (in)
SEGD	30	1	14 x 17
Cistograma	30	1	14 x 17
Colangeo Transversal	15	1	14 x 17
Pielografía	20	2	14 x 17
Urografía	80	5	14 x 17
Uretrograma	10	1	14 x 17
Colón	40	6	14 x 17
Histerosalpingografía	40	6	14 x 17
Esofagograma	20	2	14 x 17
Tranasisito Intestinal	80	6	14 x 17
Fistulograma	15	6	14 x 17

## RAYOS X CONVENCIONALES

Rx Convencionales				
Estudio	Tiempo (min)	No. de Chasis	Tamaño de Chasis (in)	Tamaño de Placa Impresa
Tx	5	2	14 x 17	14 x 17
Pelvis	8	3	14 x 14	14 x 17
Tobillo	2	2	10 x 12	10 x 12
SPN	5	3	10 x 12	10 x 12
Cr	3	2	10 x 12	10 x 12
Rodilla	3	2	10 x 12	10 x 12
Escanometría	3	1	14 x 17	14 x 17
CL	7	3	14 x 17	14 x 17
CC	7	3	10 x 12	10 x 12
Mano/Muñeca	3	3	10 x 12	10 x 12
Codo	2	2	10 x 12	10 x 12
Pierna	2	2	14 x 14	14 x 17
Urografía	35	5	14 x 17	14 x 17
Abd	30	5	14 x 17	14 x 17
Humero	3	2	14 x 17	14 x 17
Hombro	3	2	10 x 12	10 x 12
Fémur	2	2	14 x 17	14 x 17
Cadera	1	1	14 x 14	14 x 17
Antebrazo	2	2	14 x 14	14 x 17
Clavícula	1	1	10 x 12	10 x 12
Pie	3	3	10 x 12	10 x 12

DENSITOMETRO			
Estudio	Tiempo (min)	No. Placas	Tamaño de Placa (in)
Densitometría	20	1	14 x 17