

### IMPACTO DEL SISTEMA INTEGRADO PACS/RIS EN ESSALUD

#### Introducción

El presente Boletín tiene por objetivo explicar los componentes básicos que conforman un sistema integrado PACS/RIS y el impacto que tendrá la implementación en los centros asistenciales de ESSALUD.

El término PACS se debe a las siglas en inglés: *Picture Archiving and Communications System* (Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes).

El RIS es un Sistema de Información en Radiología (Radiology Information System).

#### Identificación del problema

Los centros asistenciales de EsSalud producen imágenes médicas en grandes cantidades, las cuales pasan por varios procesos en el periodo de vida útil: adquisición de la imagen, revelado o impresión, distribución a los usuarios finales, visualización para el diagnóstico y almacenamiento físico.

La gestión de estos procesos en la mayoría de casos se realiza de forma tradicional, es decir de forma manual, sin automatización para el acceso a las imágenes, lo que trae consigo problemas para administrar los Servicios de Diagnóstico por Imágenes, tales como:

**a)** Las películas radiográficas ocupan demasiado espacio en los almacenes, deteriorándose por la humedad y en algunos casos se pierden por el desorden.

#### Ambientes de almacenamiento de películas (placas) radiográficas

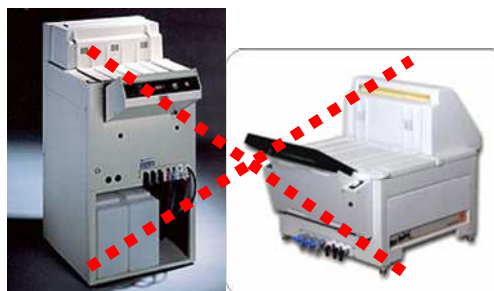


Es necesario el almacenamiento de las películas radiográficas durante cinco (05) años, ya que así lo exige la normatividad en salud.

**b)** El costo de revelado e impresión de películas radiográficas es elevado, gastándose varios millones de soles utilizando estos insumos (películas y químicos para revelar las películas).

Por ejemplo, el año 2007 los centros asistenciales de EsSalud consumieron en total 2'607,463 películas radiográficas convencionales, producidas principalmente por los Equipos de Rayos X convencionales. Estimando un costo de \$1.00 (S/. 3.00) por placa que incluye el revelado convencional, resulta más de S/. 7.5 millones por año para este rubro.

#### Costo elevado del revelado e impresión de películas radiográficas



### Alternativas de solución al problema

Actualmente, todos los equipos radiológicos son fabricados con formato digital DICOM 3.0, es la tendencia mundial. Los equipos de Tomografía, Resonancia Magnética, Cámara Gamma, etc. que posee EsSalud tienen formato DICOM.

Sin embargo, los Equipos de Rayos X Estacionarios y Rodables que posee EsSalud, al igual que los Equipos de Mamografía, en su mayoría son convencionales, es decir no almacenan la imagen en formato digital, sino que la imagen se plasma en la película radiográfica (placa), luego la placa se lleva al Procesador Automático de Películas para su revelado respectivo.

El sistema PACS permitirá optimizar los procesos relacionados al manejo de las imágenes médicas, ya que el funcionamiento del sistema PACS integra y automatiza estos procesos: almacenamien-

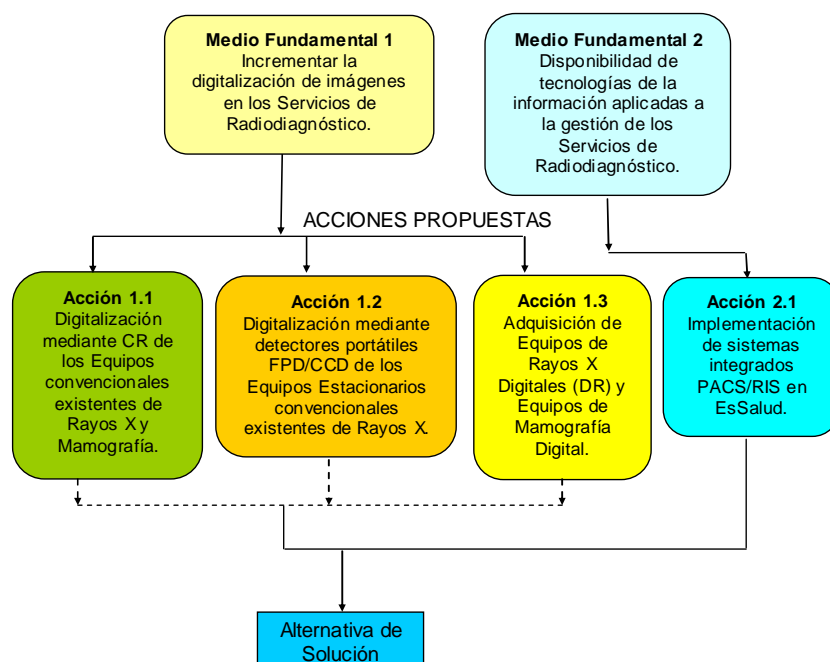
to, distribución y visualización de las imágenes médicas.

El sistema RIS manejará la información clínica del paciente proveniente de múltiples fuentes: datos demográficos provenientes de bases de datos hospitalarias, solicitudes y órdenes médicas provenientes de otros servicios, roles de citas y atención, informes radiológicos y resultados, recursos físicos a nivel de equipamiento y personal, etc.

En tal sentido, para implementar el sistema PACS/RIS, se requiere como fase previa o paralela la digitalización de imágenes médicas, según las acciones que a continuación se proponen, las cuales no son mutuamente excluyentes, sino que pueden ser complementarias, dependiendo del equipamiento radiológico existente y la demanda de servicio de radiodiagnóstico en los centros asistenciales de EsSalud.

### Medios de Solución

#### MEDIO FUNDAMENTAL Y ACCIONES PROPUESTAS



### Fase previa al sistema PACS/RIS: estandarización de imágenes

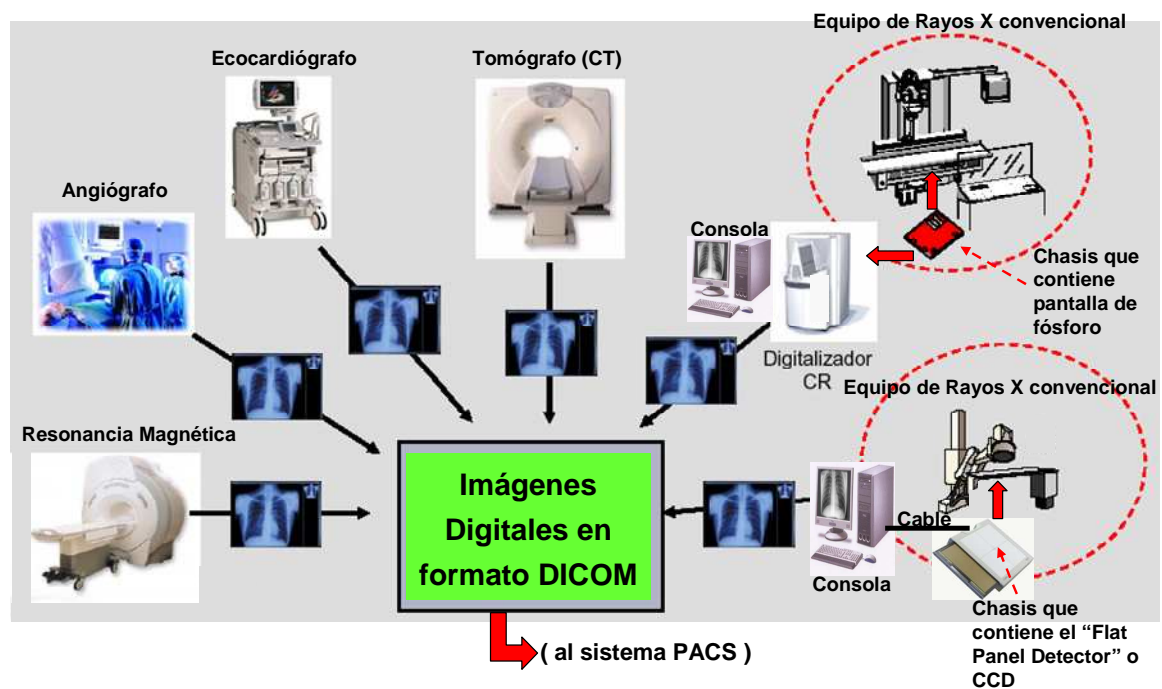
El primer paso para manejar la información es normalizar las imágenes a formato digital DICOM. Este proceso se denomina "dicomización".

El sistema PACS procesa la información en formato digital bajo el estándar DICOM 3.0 (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), por tal motivo es imprescindible

que toda la información de ingreso al sistema PACS sea convertida previamente al formato digital DICOM.

Para este caso, se utilizan las tecnologías explicadas en el Boletín Tecnológico N° 26: Digitalizador CR, detectores portátiles (Flat Panel Detector) o adquisición de equipos DR..

### ESTANDARIZACIÓN DE LAS IMÁGENES: DICOMIZACIÓN



### Componentes del sistema PACS

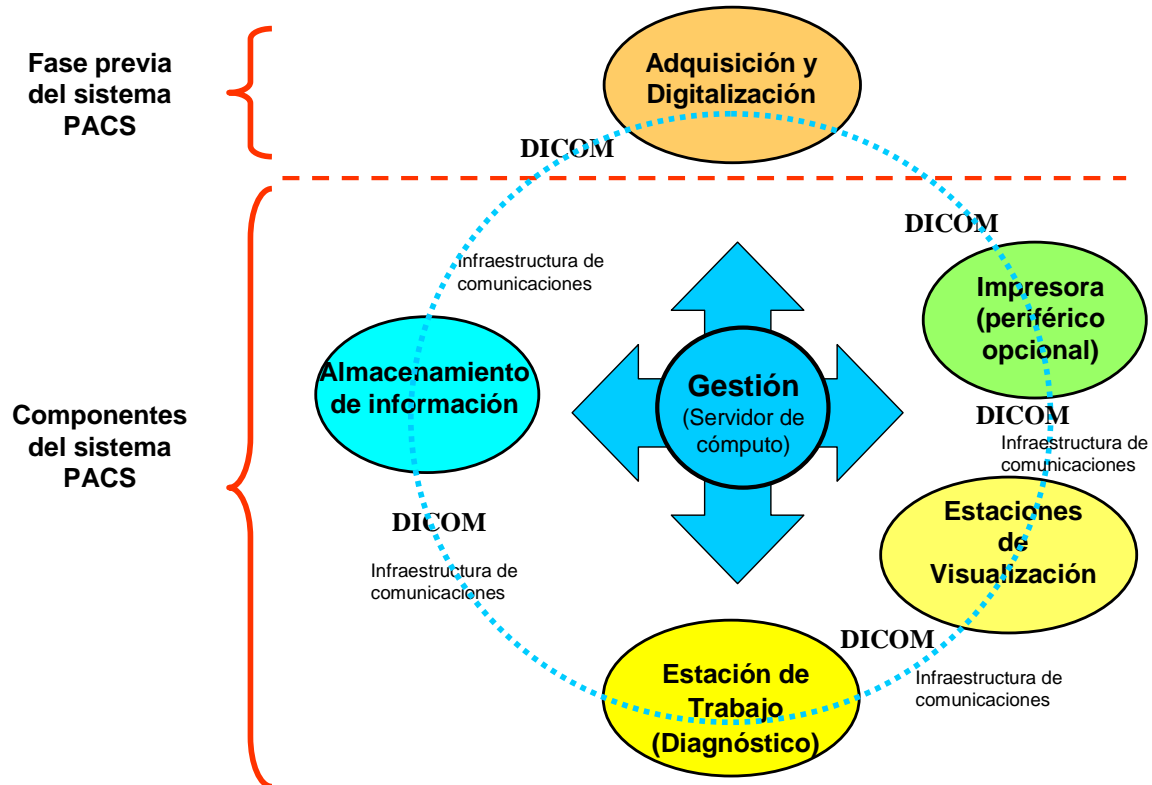
Todos los componentes del sistema PACS tienen interface para conectarse en red.

Los componentes se pueden agrupar en los siguientes módulos o sub-sistemas:

- 1) Servidor o Servidores de cómputo.
- 2) Almacenamiento de información.

- 3) Estaciones de Trabajo de Diagnóstico.
- 4) Estaciones de Visualización.
- 5) Impresora (opcional).
- 6) Infraestructura (Red) de comunicaciones
- 7) Software del sistema

### COMPONENTES DEL SISTEMA PACS



La cantidad de los componentes depende de:

- Cantidad anual de estudios producidos por las distintas modalidades conectadas al PACS (nº de estudios por año).
- Volumen de información anual producida por las distintas modalidades (en terabytes por año).
- Cantidad de modalidades DICOM conectadas al PACS, tanto para adquisición (Digitalizadores, Tomógrafos, Resonadores, etc), como para salida (impresoras secas, estaciones de trabajo y visualización, etc.).
- Cantidad de clientes (Estaciones de Diagnóstico y de Visualización) conectadas al PACS de manera concurrente (simultánea).
- Volumen de información pico producida por el Sistema (en Gigabytes/hora).

#### 1. Servidores de cómputo

El Servidor es una computadora de mayor capacidad que las comunes, tiene las funciones de atender a una red de computadoras y dispositivos periféricos, se encarga de administrar las comunicaciones entre ellos.

El Servidor de cómputo debe incluir tecnología redundante para evitar que el sistema se cuelgue cuando un componente falla. Si la red local está conectada a internet, se debe incluir dispositivo o Servidor adicional de seguridad denominado Firewall para evitar el ingreso de personas no autorizadas o virus informático.

La cantidad de Servidores de cómputo depende del volumen de información que manejará el sistema PACS, puede haber

un solo Servidor que cumpla varias funciones o configurarse Servidores dedicados a funciones específicas, tales como Servidor de Archivos, Servidor de Base de datos, Servidor Web, entre otros .

Asimismo, existen dos tecnologías que suministran mayor confiabilidad a los Servidores de cómputo: Hot Swap y Clustering.

### a) Tecnología Hot Swap:

Es la capacidad para sustituir un dispositivo o componente defectuoso de un sistema y reemplazarlo por otro sin apagar el sistema y sin interferir en las funciones de otros dispositivos. También llamado "cambio en caliente" (Hot plug).

Ejemplos típico de Hot Swap son las fuentes de alimentación y ventiladores redundantes.

### b) Tecnología Clustering o Agrupación Cluster:

La agrupación en clúster es el proceso mediante el cual se unen varios Servidores de cómputo para obtener una mayor tolerancia a fallas o un mayor rendimiento.

Actualmente, existen tecnologías para crear clústeres estándar, lo que permite aprovechar la disponibilidad y escalabilidad de la agrupación, sin costos elevados.

## 2. Almacenamiento de Información

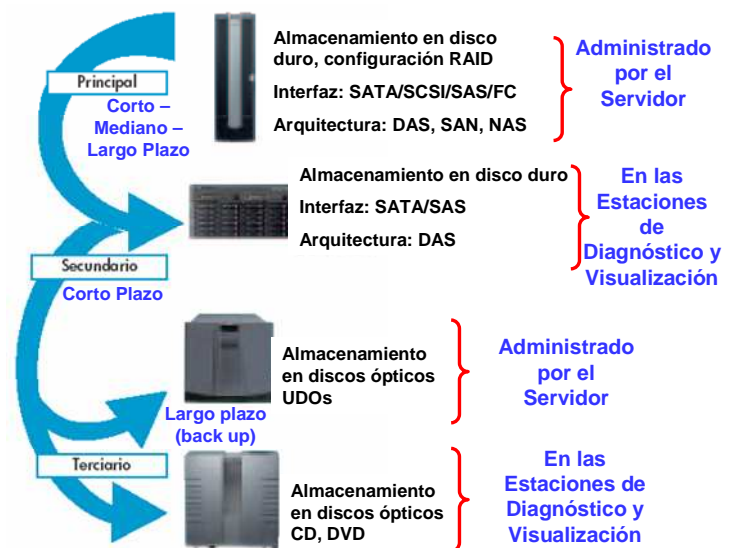
El almacenamiento para el corto, mediano y largo plazo se realiza principalmente en un arreglo de discos duros tipo RAID, que puede ser parte de una arquitectura tipo DAS (Direct Attached Storage), NAS (Network Attached Storage) o SAN (Storage Area Network), dependiendo de las capacidades de almacenamiento y performance requeridas.

El almacenamiento principal es controlado por el Servidor.

Para backup (respaldo) se puede utilizar discos ópticos de alta capacidad (por ejemplo UDO), controlado por el Servidor de cómputo. Opcionalmente se utilizan discos ópticos (CD, DVD) de forma descentralizada en las estaciones de visualización y diagnóstico.

UDO significa Ultra Density Optical (UDO), se ha lanzado como sustituto de los discos magnético-ópticos (MO) de la primera generación y como soporte para el video de alta definición.

### Jerarquía de Almacenamiento



Debido a la magnitud de la información que se almacena, y que se incrementa con el tiempo, lo que trae consigo el aumento del tiempo de transmisión de las imágenes, se emplean algoritmos de compresión de la información.

Existe compresión con pérdidas (por ejemplo en formato JPEG) y sin pérdidas. Para los sistemas PACS, se recomienda no utilizar compresión o utilizar compresión sin pérdidas, con tasas máximas de 2:1 ó 3:1.

### Arquitecturas de Almacenamiento:

Seguidamente explicaremos brevemente las arquitecturas utilizadas en los sistemas PACS.

#### a) RAID

RAID (**R**edundant **A**rray of **I**ndependent **D**isks) significa matriz redundante de discos duros independientes.

Es la arquitectura más común para almacenamiento principal de corto, mediano y largo plazo.

RAID es un método de combinación de varios discos duros para formar una única unidad lógica en la que se almacenan los datos de forma redundante. Ofrece mayor tolerancia a fallas y más altos niveles de rendimiento que un sólo disco duro o un grupo de discos duros independientes.

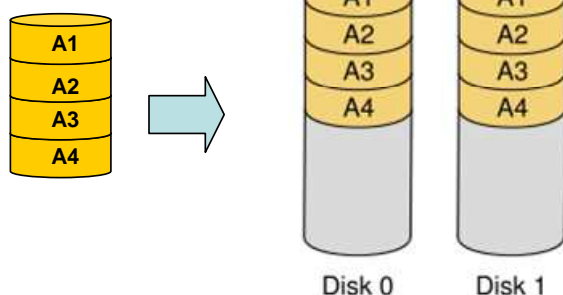
Oficialmente existen siete niveles diferentes de RAID (0-6), los cuales se combinan para formar otros niveles. Para el sistema PACS, los niveles RAID 1 y RAID 5 son los más usados.

#### RAID 1:

RAID 1 ofrece una excelente disponibilidad de los datos mediante la redundancia total de los mismos. Para ello, se duplican todos los datos de una unidad o matriz en otra.

#### Configuración RAID 1

##### Información



De esta manera se asegura la integridad de los datos y la tolerancia a fallas, pues en caso de avería, la controladora sigue trabajando con los discos no dañados sin detener el sistema.

La desventaja de RAID 1 es que al duplicarse la información tipo espejo, solo se utiliza el 50% del arreglo. Es útil cuando se emplean solo dos discos duros.

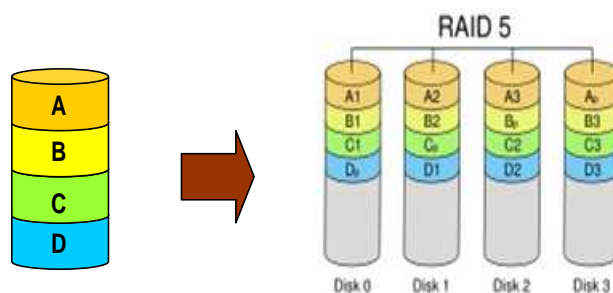
#### RAID 5:

Significa "Acceso independiente con paridad distribuida." Este arreglo de discos duros ofrece gran tolerancia a fallas, pero además, optimiza la capacidad del sistema permitiendo una utilización de hasta el 80% de la capacidad del conjunto de discos.

Esto lo consigue mediante el cálculo de información de paridad y su almacenamiento alternativo por bloques en todos los discos del conjunto.

#### Configuración RAID 5

##### Información



De esta manera, si cualquiera de las unidades de disco falla, se puede recuperar la información en tiempo real, sobre la marcha, mediante una operación de lógica de O exclusivo sobre los otros discos duros, sin que el Servidor deje de funcionar.

Se necesita un mínimo de tres unidades de disco duro para implementar una solución RAID 5, aunque su resultado óptimo de capacidad se obtiene con siete o más unidades de disco duro.

### b) DAS (Direct Attached Storage)

Tradicionalmente una computadora posee discos duros, lectora-grabadoras de CDs y DVDs, disketteras, para grabar y almacenar esta información. Estos dispositivos conectados directamente a la computadora se conocen como dispositivos DAS y pueden estar integrados a la computadora de modo interno, como un disco duro, o bien ser unidades externas, como una unidad de cinta externa o una memoria USB.

### c) SAN (Storage Area Network)

Una SAN está conformada por un Area de Almacenamiento en Red, que agrupa varios dispositivos, tales como gabinetes de arreglo de discos duros y bibliotecas automatizadas de discos óptico que están conectados entre sí y con múltiples Servidores.

Una SAN utiliza la tecnología Fibre Channel y/o la tecnología iSCSI para crear una red propia dedicada exclusivamente a dispositivos de almacenamiento.

El concepto Fibre Channel (FC) asocia la fibra óptica con el cobre.

### Arquitectura SAN

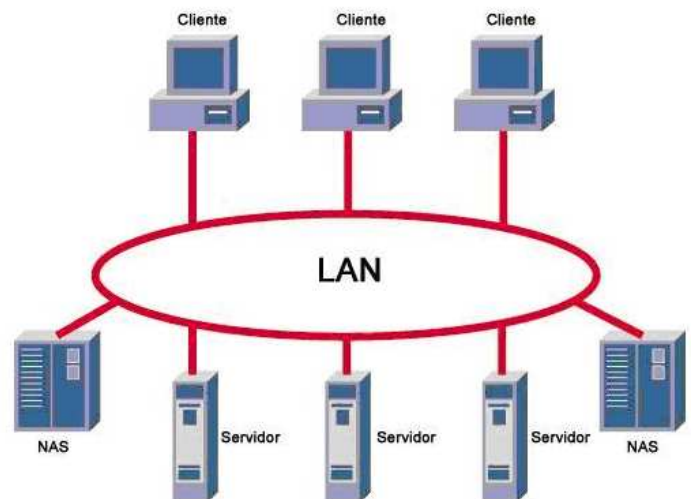


### d) NAS (Network Attached Storage)

El sistema NAS está compuesto por un Servidor de archivos dedicado que se conecta a una red IP/Ethernet y al que pueden acceder varios clientes y servidores en una red.

Muchos sistemas NAS cuentan con uno o más dispositivos de almacenamiento para incrementar su capacidad total. Normalmente, estos dispositivos están dispuestos en RAIDs o contenedores de almacenamiento redundante.

### Arquitectura NAS



### 3. Estación de Trabajo de Diagnóstico

Las Estaciones de Trabajo (Workstation) se emplean para que el médico Radiólogo realice el diagnóstico visualizando las imágenes en los Monitores.

Se trata de workstations con características de hardware superiores a las de una PC de escritorio (desktop), tanto a nivel de procesador, memoria, tarjeta de video y fuentes de poder, como sobre todo en cuanto a los monitores utilizados.

Los monitores utilizados para el diagnóstico radiológico deben ser de al menos 2 megapíxeles de resolución (1600x1200), permitir calibración DICOM, estar aprobados para uso médico por organismos como la FDA o equivalentes, y contar con características de luminosidad y contraste superiores a los de un monitor de uso comercial.

Para el caso de diagnóstico de estudios de mamografía digital, los monitores utilizados deben ser de 5 megapíxeles como mínimo.

Las estaciones de trabajo diagnóstico se ubican generalmente en las Salas de Informes y son utilizadas casi exclusivamente por los médicos radiólogos.

#### Ejemplo de Estación de Trabajo de Diagnóstico



#### 4. Estaciones de Visualización

Son computadoras (PCs) que se ubican en distintos servicios del centro asistencial: Consulta Externa, Emergencia, UCI, Hospitalización, etc. Permite al médico consultante verificar la imagen para tener una segunda opinión del diagnóstico.

#### Ejemplo de Estación de Visualización



#### 5. Impresora

Son impresoras de tecnología seca (no utilizan insumos químicos), existen dos tipos: láser y térmica.

##### a) Impresora Láser

El funcionamiento está basado en la variación de la intensidad del rayo láser, que es emitido por un modulador de rayos láser controlado por microprocesador y software. Un rodillo hace avanzar lentamente la película, el haz de rayos láser hace un barrido horizontal y línea por línea sobre la película, conformando los pixels de la imagen radiológica.

##### b) Impresora Térmica

El calor es producido por un cabezal térmico, constituido por una matriz de micro- transistores resistivos controlados por microprocesador y software, cada uno de ellos representa un píxel, tienen contacto directo con la película radiográfica sensible al calor.

##### Impresoras de tecnología seca





### 6. Red de Comunicaciones

El sistema PACS utiliza la arquitectura Ethernet en las redes de área local (LAN).

El cable físico por el que se transmite la señal de comunicaciones es tipo UTP categoría 6 (4 pares de hilos) y/o fibra óptica, conformando el “cableado estructurado”.

La velocidad con cable UTP llega actualmente a 1Gbps, con fibra óptica llega a 10Gbps.

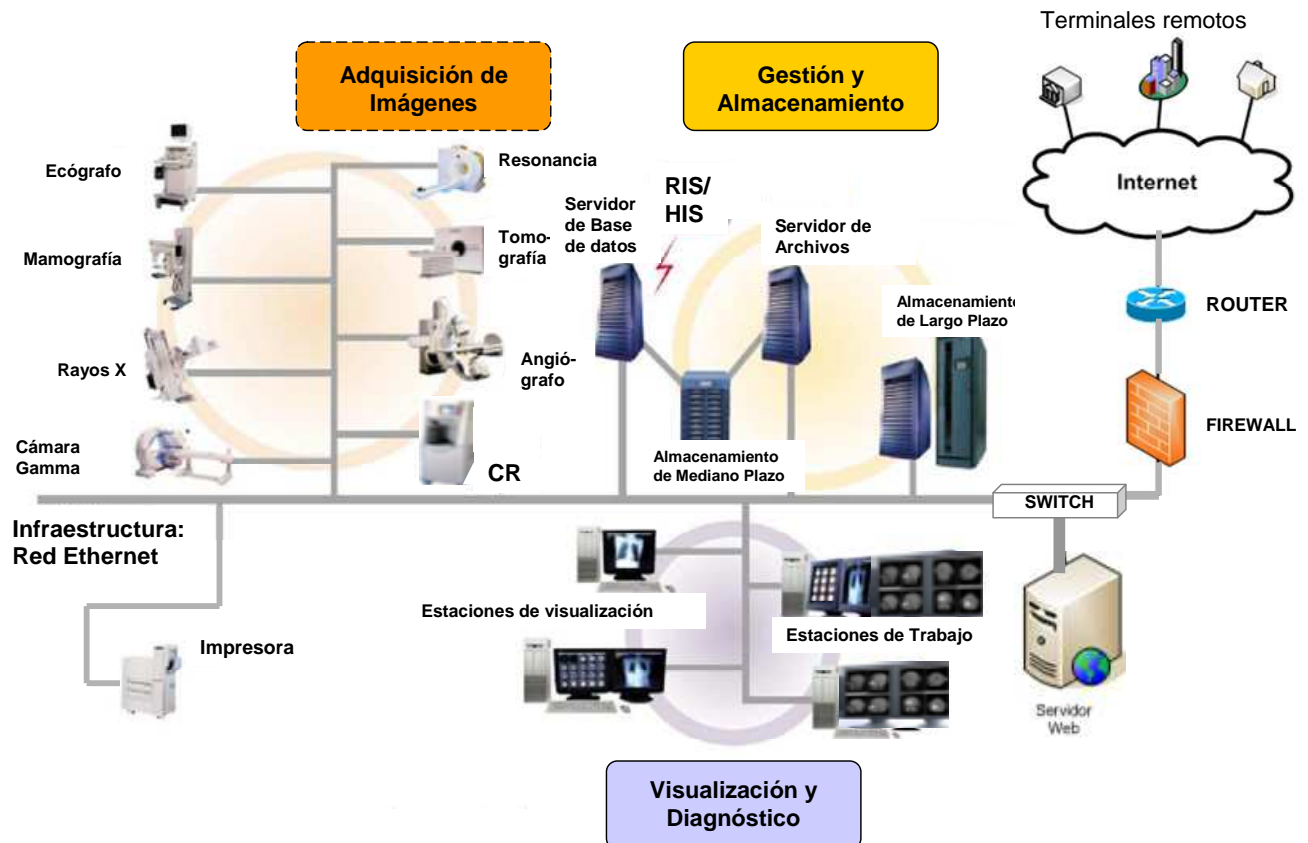
Entre los equipos de comunicación que forman parte de la red, tenemos: Conmutadores (Switch), Concentradores (Hub) y Ruteadores (Router).

Cada componente del sistema PACS (Servidor, Estación de Trabajo, Estación de Visualización, etc) debe tener tarjeta de red con salida RJ45 para conectarse a la red Ethernet.

Se utiliza el Firewall (cortafuegos) para la seguridad de la red, es un elemento de hardware y/o software de la red que actúa como filtro ante el exterior (Internet), configura niveles de acceso a la red, protegiendo de intrusos no autorizados. Dependiendo de la complejidad del filtro, el Firewall puede ser un Servidor de cómputo.

El siguiente esquema configura una red típica de área local, enlazada con los dispositivos remotos vía internet.

Esquema del sistema PACS



### 7. Software del sistema PACS

El software del PACS está presente en todos los componentes del sistema: sistema operativo, base de datos, aplicativos para procesar las imágenes, administración del sistema, gestión del almacenamiento, protocolos de comunicación (DICOM), comunicación Web, protocolos de seguridad en la comunicación (SSL, TSL o HIPAA), entre otros.

#### **Sistema Operativo:**

El Servidor de cómputo tiene sistema operativo basado en uno de los siguientes sistemas: Windows Server, Unix, Sun Solaris, Novell o Linux Red Hat Enterprise, entre otros.

#### **Base de Datos:**

La base de datos del Servidor de cómputo debe ser una herramienta que soporte gran volumen de información, tales como Oracle, SQL, Sybase, entre otras.

EsSalud trabaja a nivel institucional con la base de datos Oracle; por lo tanto, para facilitar la compatibilidad cuando el sistema PACS interactúe con otros sistemas institucionales, lo recomendable es que el PACS incluya la misma base de datos, en versión actual.

#### **Aplicativos para procesar las imágenes:**

El software permite procesar las imágenes en las estaciones de trabajo, tiene funciones como: contraste, brillo, zoom, mediciones, etc.

#### **Gestión del almacenamiento:**

Gestiona el Archivamiento de estudios en las distintas plataformas de storage. El software puede gestionar almacenamiento y distribución con compresión reversible, es decir "sin pérdidas".

El sistema debe garantizar la característica "on-demand system" (sistema basado en la demanda), para que los médicos autorizados con password puedan visualizar las imágenes desde cualquier estación de trabajo, estación de visualización o a través de Internet.

#### **Protocolo de comunicación DICOM:**

DICOM significa **D**igital **I**maging and **C**ommunications in **M**edicine (Visualización digital y comunicación en Medicina), es el estándar para intercambio de imágenes médicas. La versión actual es 3.0

#### **Protocolos de Seguridad:**

El software debe garantizar la seguridad electrónica y la confidencialidad de la información.

SSL (*Secure Sockets Layer*) es un protocolo de encriptación para seguridad de la información cuando viaja a través de la red de comunicaciones.

TSL (*Transport Layer Security*) es un protocolo de comunicación similar al SSL.

HIPAAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) es un conjunto de normas para brindar seguridad a la información.

#### **Licencias**

Las licencias del software deben ser por tiempo indefinido, la cantidad dependerá del hardware solicitado y el número de usuarios.

Por ejemplo, para solicitar la licencia de la base de datos, se debe especificar la cantidad de exámenes que manejará el sistema PACS.

Para solicitar la licencia de usuarios que ingresan al sistema PACS, se deberá indicar la cantidad de usuarios concurrentes (simultáneos).

### El sistema RIS

El RIS es un sistema de gestión de departamentos de imágenes diagnósticas con diversos módulos, trabaja con el protocolo HL7.

El RIS es el sistema que permite escribir texto en pantalla para que el radiólogo escriba el diagnóstico médico. Además, incluye un software para “reconocimiento de voz”, a fin de transcribir automáticamente el diagnóstico cuando está dictando el médico especialista.

El sistema RIS consta de los siguientes componentes o sub-sistemas mínimos:

- Servidor o Servidores
- Sistema de almacenamiento
- Computadoras personales
- Red de comunicaciones
- Software del sistema

El software está compuesto por: sistema operativo, base de datos, aplicativos para procesar la información, administración del sistema, administración de archivos.

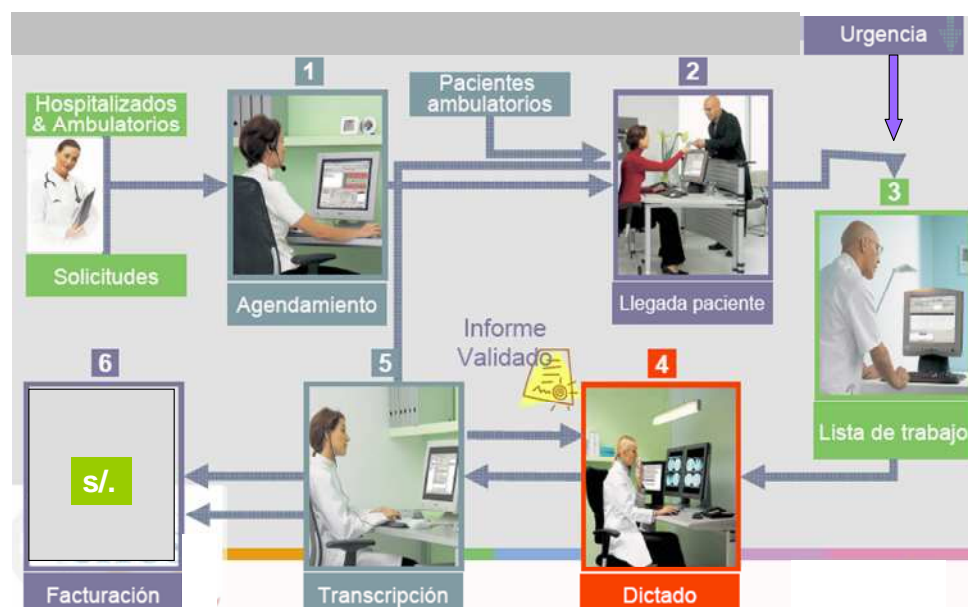
Asimismo, el sistema tiene protocolo de comunicación (HL7), comunicación Web, protocolos de seguridad en la comunicación (SSL, TSL o HIPAA), entre otros.

La cantidad de componentes del sistema y licencias de software depende del volumen y flujo de información que manejará.

El sistema RIS debe tener las siguientes funcionalidades mínimas:

- Entrada y registro de peticiones y datos del paciente de forma manual (operador tecleando en el Servicio asistencial) y automática (descarga del HIS del centro asistencial)
- Gestión de exámenes: estado de un estudio, datos de los exámenes.
- Gestión de informes.
- Gestión del archivo de estudios radiológicos.
- Generación de Listados: de trabajo, exámenes, pacientes, etc.

### El RIS maneja el flujo de pacientes en el Servicio de radiodiagnóstico



### Integración PACS/RIS

Debe existir completa integración entre los sistemas PACS y RIS, pudiendo compartir ambos los mismos recursos, asimismo debe existir integración con las modalidades DICOM. Mencionamos otras características de la integración PACS/RIS:

- El sistema integrado debe tener arquitectura cliente/servidor y conectividad web.
- El sistema integrado debe cumplir los protocolos DICOM, HL7 e IHE (Integrating the Healthcare Enterprise).
- El sistema integrado PACS/RIS debe tener conectividad con el sistema HIS del centro asistencial.
- La base de datos del sistema PACS/RIS debe ser única, compatible con la base de datos que emplea EsSalud en su sistema HIS.
- El sistema de almacenamiento total del PACS/RIS debe tener una capacidad mínima para 05 años de almacenamiento.

### Integración PACS/RIS con otros sistemas hospitalarios

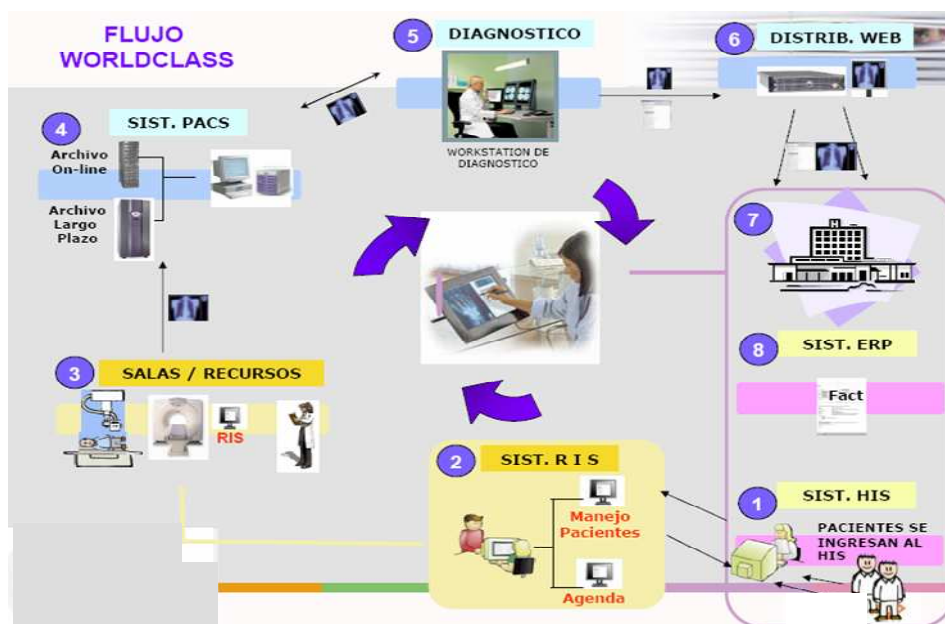
El sistema PACS/RIS debe integrarse también con el sistema HIS y ERP de los centros asistenciales de EsSalud.

El HIS (Sistema de Información Hospitalaria) es el sistema informático mucho más amplio que el RIS, ya que incorpora la historia clínica digital única de cada paciente, interconectando además la gestión de citas, admisión, farmacia, laboratorio y todos los demás servicios hospitalarios.

El ERP (Planeamiento de Recursos Empresariales) es un sistema integrado de procesos de negocios que combina tecnología (hardware, software, redes de comunicación), procesos y personas, para posibilitar un flujo de información único, continuo y consistente para toda la empresa, a través de sus diferentes procesos, funciones y divisiones organizacionales.

En EsSalud, el ERP implementado es el SAP R/3, para los módulos administrativos de Finanzas, Logística y Costos y Presupuestos.

### Flujo de integración PACS/RIS con otros sistemas hospitalarios



### Normativas para la gestión de implementación

El equipamiento de digitalización de imágenes médicas y los sistemas integrados PACS/RIS se consideran equipamiento médico, correspondiente al rubro de bienes de capital.

Para solicitar el requerimiento y llevar a cabo la implementación, las Redes Asistenciales deben solicitar el requerimiento a la Gerencia Central de Prestaciones de Salud para llevar a cabo la implementación de la digitalización de imágenes médicas y los sistemas PACS/RIS en sus centros asistenciales, esta Gerencia es la encargada de la selección, asignación y ubicación del equipamiento de digitalización y los sistemas integrados PACS/RIS. Asimismo, se aplican las siguientes normas:

- a) Directiva N° 011-GG-ESSALUD-2008 “Sistema de Inversión Institucional de EsSalud”, aprobada mediante Resolución de Gerencia General N° 510 – GG – ESSALUD- 2008.
- b) Directiva N° 001 – OCPD – ESSALUD – 2008 “Normas para la Formulación, Seguimiento y Aprobación de los Estudios de Preinversión”, aprobada mediante Resolución de la Oficina Central de Planificación y Desarrollo N° 050 – OCPD-ESSALUD-2008.
- c) Directiva N° 006 – OCPD-ESSALUD-2008 “Normas Sobre Digitalización de Imágenes Médicas y Sistemas PACS/RIS en EsSalud.

### Conclusiones

La implementación de la digitalización de imágenes y del sistema integrado PACS/RIS en los centros asistenciales de EsSalud, tendrá el siguiente impacto:

- a) Contribuyen al cumplimiento de los objetivos del plan estratégico institucional, referidos a la mejora de la atención al asegurado y el acceso a los servicios de salud y mejora en los sistemas de información.
- b) Permitirá lograr un ahorro económico en los exámenes radiológicos que realiza EsSalud, al disminuir significativamente el uso de películas radiográficas (placas).
- c) Disminuye el espacio físico para el almacenamiento de las imágenes médicas en los centros asistenciales de EsSalud, evitándose pérdidas y deterioro de la información.
- d) Al integrarse el PACS/RIS con otros sistemas (HIS, ERP/SAP), contribuirá a disminuir el tiempo de espera de pacientes para conocer los resultados de los exámenes radiológicos.

En resumen, la implementación del sistema integrado PACS/RIS con su fase previa de digitalización de imágenes, significará un salto cualitativo hacia la modernidad en la gestión de los servicios de diagnóstico por imágenes médicas de los servicios asistenciales de ESSALUD.

## Boletín Tecnológico Evaluación de Tecnologías en Salud

### Boletín N° 28

#### Edición :

Sub Gerencia de Evaluación Tecnológica  
Gerencia de Planeamiento y Evaluación de  
Inversiones  
Oficina Central de Planificación y Desarrollo

#### Comité Editorial :

- Dr. Victor Espada Yuffra
  - Ing. Max Bonilla Ruiz
  - Ing. Carlos Ordoñez Crespo
  - Ing. Luis Roca Maza
  - Ing. Edgar Vilca Gray
- Telefono : 265-6000 / Anexo 2405  
Email: [luroca@essalud.gob.pe](mailto:luroca@essalud.gob.pe)

*Se invita a las personas interesadas  
en difundir artículos tecnológicos,  
tenga a bien remitirlo a la siguiente  
dirección electrónica:  
[luroca@essalud.gob.pe](mailto:luroca@essalud.gob.pe)*