

Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República Oriental del Uruguay



# **SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA RESULTADOS DE EXAMENES IMAGENOLÓGICOS**

## **Proyecto de Grado**

**Tutor:**

Ing. Raúl Ruggia

**Integrantes:**

Rafael Mártony 1.996.685-3  
María Noel Tamayo 1.943.718-7

# INDICE

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>                                        | <b>1</b>  |
| <u>1.1 Realidad Actual</u>                                           | 2         |
| <u>1.2 Contexto del Sistema</u>                                      | 2         |
| <b><u>2. CONOCIMIENTO EXISTENTE</u></b>                              | <b>4</b>  |
| <u>2.1 Diseño arquitectónico del Sistema anterior</u>                | 4         |
| <u>2.2 Normas y Estándares utilizados en el sistema</u>              | 5         |
| <u>2.2.1 DICOM</u>                                                   | 5         |
| <u>2.2.2 ACR</u>                                                     | 5         |
| <u>2.2.3 HL7</u>                                                     | 5         |
| <u>2.2.4 Sistemas de Imágenes</u>                                    | 5         |
| <b><u>3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA</u></b>                     | <b>6</b>  |
| <u>3.1 Funcionalidades</u>                                           | 6         |
| <u>3.1.1 Requerimientos del Software</u>                             | 6         |
| <u>3.1.2 Casos de Uso</u>                                            | 7         |
| <u>3.1.3 Modelo de Análisis</u>                                      | 8         |
| <u>3.2 Arquitectura y Diseño General</u>                             | 8         |
| <u>3.2.1 Diseño Conceptual de la Base de Datos</u>                   | 8         |
| <u>3.2.2 Diseño arquitectónico del Sistema</u>                       | 10        |
| <u>Esquema Cliente Sirei</u>                                         | 12        |
| <u>Esquema Servidor Sirei</u>                                        | 13        |
| <u>CORBA</u>                                                         | 14        |
| <u>DICOM</u>                                                         | 14        |
| <u>ACR</u>                                                           | 14        |
| <u>Modularidad: División interfase Corba, núcleo y BD</u>            | 15        |
| <u>Diseño de la Base de Datos</u>                                    | 17        |
| <u>Manejo de Imágenes</u>                                            | 18        |
| <u>Interfase con los Equipos Médicos</u>                             | 18        |
| <b><u>4. IMPLEMENTACIÓN</u></b>                                      | <b>20</b> |
| <u>4.1 Introducción</u>                                              | 20        |
| <u>4.2 Correcciones y modificaciones a la versión original SIREI</u> | 21        |
| <u>4.3 Lenguajes utilizados</u>                                      | 22        |
| <u>4.3.1 Lenguaje Visual C++</u>                                     | 22        |
| <u>4.3.2 Lenguaje Java</u>                                           | 22        |
| <u>4.4 Implementación Cliente y Servidor SIREI</u>                   | 23        |
| <u>4.5 Implementación Cliente Web</u>                                | 23        |
| <b><u>5. FUTURO Y POSIBLES MEJORAS</u></b>                           | <b>25</b> |
| <b><u>6. CONCLUSIONES</u></b>                                        | <b>26</b> |
| <b><u>7. GLOSARIO</u></b>                                            | <b>27</b> |
| <b><u>8. REFERENCIAS</u></b>                                         | <b>31</b> |
| <b><u>9. APÉNDICES</u></b>                                           | <b>33</b> |

## Proyecto de Grado

### 1. Introducción

Este proyecto apunta a desarrollar una segunda versión del Sistema de Información de Resultados de Exámenes Imagenológicos (SIREI), en el cual se integran datos textuales e imágenes.

La idea inicial surgió a partir de la necesidad planteada por un grupo de técnicos del Hospital de Clínicas de contar con un sistema de información para los resultados de análisis Imagenológicos y afines.

El proyecto propuesto por el INCO (Instituto de Computación) consistió en realizar un Sistema de Información para resultados de exámenes Imagenológicos cliente-servidor con interfase Web. Abarca el desarrollo de un sistema que permite la realización de Altas, Bajas y Modificaciones de registros de análisis Imagenológicos. La información involucrada en dichos resultados consta de datos textuales e imágenes (referencias a ellas). El sistema a desarrollar deberá permitir al personal encargado (médicos, técnicos) ingresar pacientes, realizar, consultar y diagnosticar estudios. Cada estudio puede tener asociado una series de imágenes capturadas a través de interfaces especializadas desde los equipos médicos (tomógrafo, angiografos, ecógrafos, etc.).

La idea del sistema propuesto es que se pueda acceder a un servidor, que se encarga de manejar la información, desde varios clientes independientemente de los sistemas operativos que corran en ellos.

Una posible configuración del sistema desarrollado se muestra en la siguiente figura:

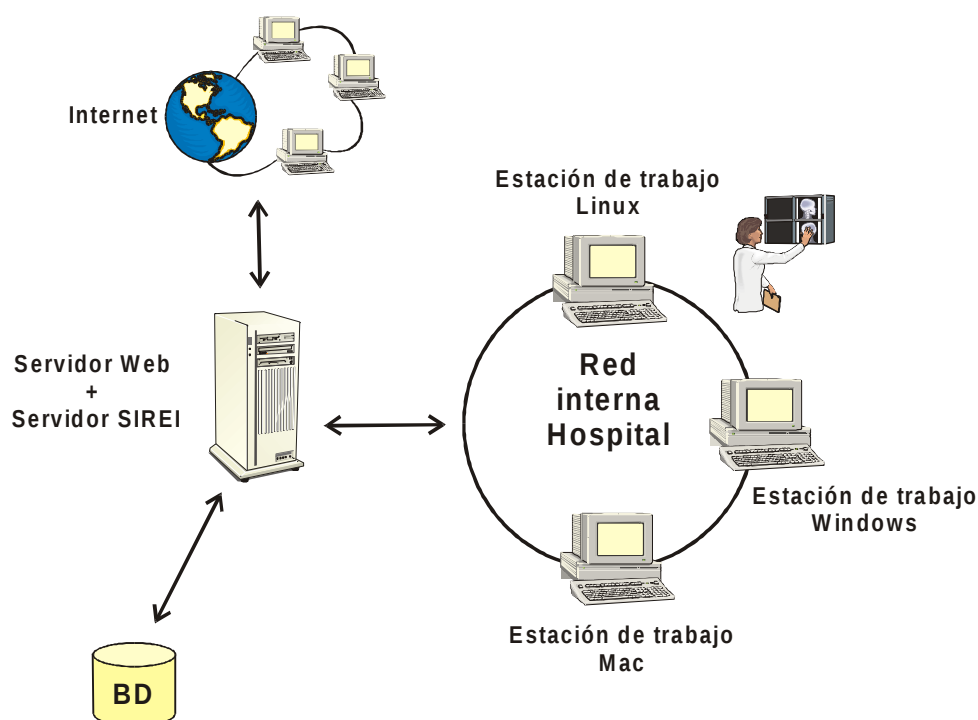


Fig. 1 Esquema del sistema

El sistema cuenta con un servidor, un cliente Windows y un cliente Web. El servidor y el cliente Windows deben ser usados dentro del Hospital, el cliente Web fue pensado para el uso del sistema en forma remota.

En este informe se describen las etapas por las que pasó el sistema SIREI desde la versión original monousuario hasta la versión cliente-servidor con interfase web, detallando las herramientas utilizadas para llevar a cabo dichas etapas.

## **1.1 Realidad Actual**

Al comienzo del proyecto el Hospital de Clínicas contaba con la primer versión del sistema Sirei presentada por los estudiantes del proyecto anterior.

Esta primera versión fue de gran ayuda para el hospital ya que antes los resultados de los exámenes eran almacenados en documentos físicos (papeles, placas, etc.). Esto implicaba que fuera muy difícil o imposible tener un histórico de los estudios realizados a los pacientes, así como poder obtener datos estadísticos a partir de los mismos. A su vez a todo esto se le suma el posible deterioro y/o pérdida de dicha información.

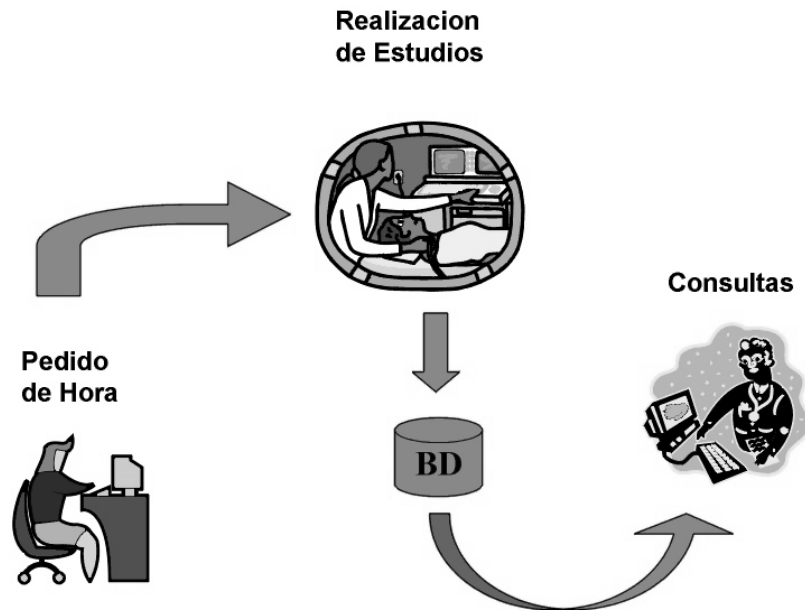
Luego de varias interacciones con un grupo de médicos del Hospital de Clínicas, se instaló una segunda versión con mejor rendimiento y mayores funcionalidades.

La versión final cliente-servidor de este proyecto, apunta a la realización de un software escalable y extensible, de utilización dentro del hospital y también remotamente.

## **1.2 Contexto del Sistema**

La realidad que se pudo recavar en el hospital sobre el proceso de realización de estudios imagenológicos consta de 3 grandes aspectos.

Primeramente el paciente llega al hospital para realizar un pedido de hora para ser atendido. En segunda instancia el paciente es atendido por el médico en la fecha correspondiente al pedido de hora y se procede a lo que llamamos la realización del estudio. Los datos e imágenes recabados durante el estudio se almacenan en una base de datos. El tercer componente de esta realidad se refiere a que en cualquier momento los médicos pueden acceder al sistema de información para realizar consultas sobre la información recabada.

**Fig. 2 Contexto planteado**

La primera versión de Sirei desarrollada anteriormente contemplaba la mayoría de estos aspectos pero estaba basada en una arquitectura en dos capas (monousuario) y ésta no era adecuada ya que no era escalable a una gran cantidad de usuarios. En la versión presentada, el enfoque está puesto en desarrollar un servidor al cual se pueda acceder desde muchas máquinas clientes independientemente de los sistemas operativos que corrieran en ellas. Además cabe la posibilidad de poder acceder al servidor desde dentro como también desde fuera del Hospital a través de una eventual conexión a Internet. Antes esto no era posible ya que un usuario debía acceder directamente a la base de datos (Microsoft Access) y esto hacía que el rendimiento fuera inaceptable.

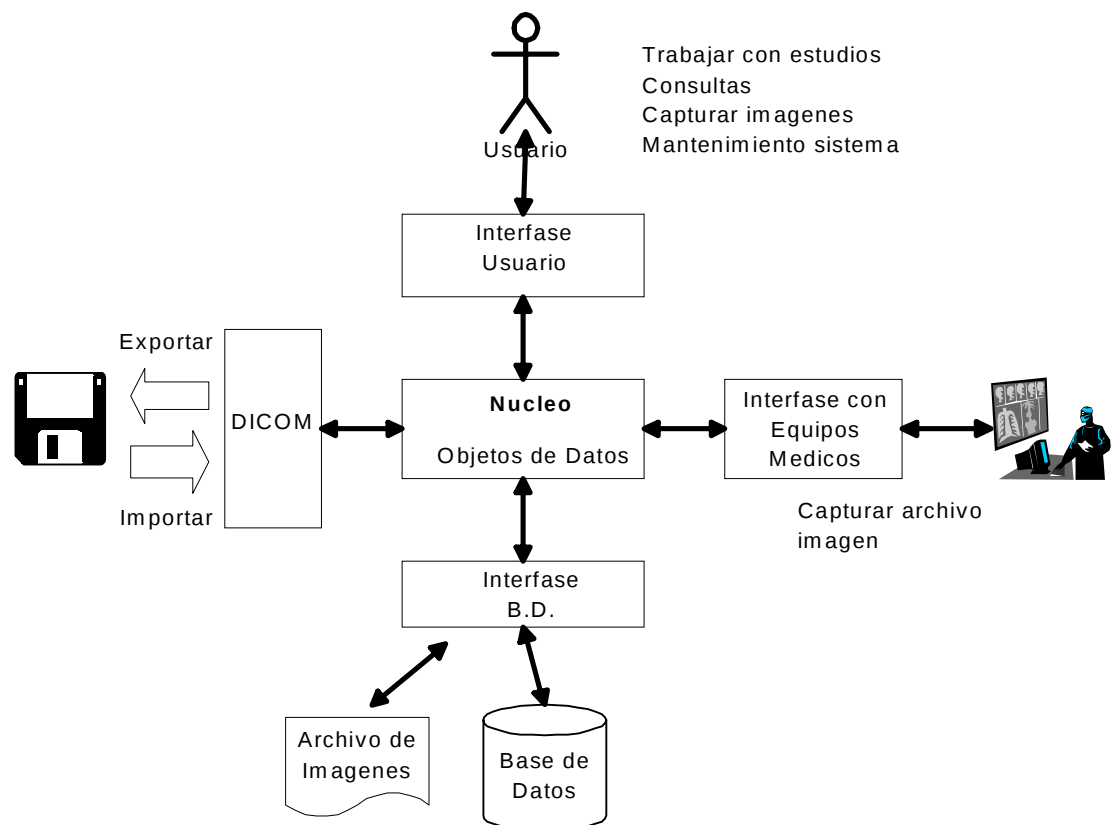
De los puntos que se vieron anteriormente, cuando se delimitó el alcance del proyecto, se decidió no incluir las funcionalidades relacionadas con el pedido de hora.

## 2. Conocimiento Existente

Se puede encontrar información detallada y completa acerca del sistema original en la documentación de SIREI Mayo 2001.

### 2.1 Diseño arquitectónico del Sistema anterior

El sistema desarrollado anteriormente estaba dividido en 5 grandes bloques como se muestra en la siguiente figura.



**Fig. 3 Contexto planteado**

Estos bloques son: Núcleo, DICOM, Interfase con Usuario, Interfase con BD, Interfase con Equipos Médicos. En el núcleo se encuentran los objetos de datos principales que conforman el sistema y las funcionalidades relacionadas con estos.

En DICOM se agrupan las funcionalidades de exportación e importación de archivos con dicho formato.

La interfase de usuario se encarga de proveer las interfaces gráficas necesarias para que los usuarios puedan acceder a las funcionalidades del sistema.

La interfase BD realiza la conexión a la BD permitiendo la actualización de los objetos de datos en la BD del sistema así como el acceso a los archivos de imágenes.

Los encargados de la primera versión del proyecto vieron la necesidad de investigar los

diferentes estándares utilizados actualmente en sistemas médicos y en particular los que involucran imágenes.

En esta segunda versión del proyecto, se decidieron conservar dichos estándares.

En la [Sección 8 - Referencias](#) se puede encontrar información acerca de los estándares utilizados en el sistema original y en el nuevo sistema.

## **2.2 Normas y Estándares utilizados en el sistema**

### **2.2.1 DICOM**

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) es un estándar que fue desarrollado en conjunto por The American College of Radiology (ACR) y The National Electrical Manufacturers Association (NEMA) en 1983. Ver información Básica de DICOM [\[1\]](#).

Este estándar define protocolos que permiten la comunicación de imágenes digitales e información asociada, así como para su almacenamiento. Una introducción al mismo se puede encontrar en [\[2\]](#) y el estándar completo en [\[3\]](#)

Se puede encontrar información adicional sobre el estándar en paginas de FAQs y universitarias en [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#), [\[7\]](#) y [\[8\]](#).

### **2.2.2 ACR**

Codificación de patologías radiológicas según la American College of Radiology. Esta codificación permite clasificar los diferentes diagnósticos radiológicos según un estándar utilizado mundialmente.

La clasificación completa se puede encontrar en [\[9\]](#).

### **2.2.3 HL7**

El propósito de HL7 es facilitar la comunicación en entornos médicos. El objetivo principal es proveer estándares para el intercambio de datos entre aplicaciones informáticas en el área de la salud que eliminan o reducen sustancialmente las interfases de programación propias y mantenimiento de los programas.

Para obtener información adicional de este estándar y su implementación ver [\[10\]](#) y [\[11\]](#).

### **2.2.4 Sistemas de Imágenes**

En la versión anterior, se investigó el rol de las imágenes en sistemas médicos basándose principalmente en el libro Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine, en particular en su capítulo 14. Se puede encontrar dicho libro en [\[12\]](#).

### 3. Descripción General del Sistema

A continuación se presenta en forma resumida una descripción general del sistema presentando las principales decisiones tomadas a lo largo del proyecto y los motivos que la fundamentan. Dentro de esta descripción se pueden encontrar referencias al conjunto de documentos anexos de forma que se pueda profundizar en los temas de interés.

#### 3.1 Funcionalidades

Primeramente se intentó adquirir un conocimiento general de la realidad y los objetivos que tendría el programa a desarrollar. En un principio, se contó con el apoyo y documentación del grupo responsable de la versión anterior de Sirei. De este modo pudimos entender tanto la realidad planteada por el Hospital de Clínicas como el programa ya desarrollado. Una vez que se obtuvo una visión global, se pasó a revisar el Análisis de Requerimientos, mediante el apoyo de los médicos de dicho hospital.

A través de la comunicación con ellos, se determinó que el programa no era adecuado en algunos aspectos. El sistema anterior presentaba problemas de rendimiento así como errores en la programación que no permitían a veces operarlo normalmente.

A partir de este momento, se estuvo en condiciones de definir en forma más precisa lo que debía realizar el sistema.

##### 3.1.1 Requerimientos del Software

Los principales requisitos que el software provee son:

- El producto permitirá la realización de Altas, Bajas y Modificaciones de registros de resultados de análisis Imagenológicos.
- El sistema será una aplicación multiusuario basada en una arquitectura cliente-servidor en tres capas.
- Será capaz de interactuar con el usuario, brindando una interfase web que permita la fácil manipulación de la información, así como su visualización.
- El producto contará con una Base de Datos que contendrá datos textuales e imágenes (referencias a ellas), en la cual se almacenarán los resultados de los exámenes.
- El sistema permitirá realizar consultas de manera sencilla y flexible, permitiendo acceder al análisis de todos los datos significativos deseados.
- El sistema contará con seguridad para poder controlar el acceso de los usuarios a los datos.
- El sistema permitirá realizar la impresión de estudios y diagnósticos en una hoja membretada del Hospital de Clínicas.

En la primera versión de Sirei, se identificaron los principales objetos que conforman el sistema y las actividades que realizan.

Se pueden destacar como las entidades principales que interactúan con el sistema a los médicos, técnicos y administrativos quienes son los encargados de realizar los estudios, actividad fundamental del sistema.

Los pacientes son las personas a las que son atendidos en el hospital, o sea a las que se les realizan los estudios, recabándose la información correspondiente.

Los estudios son parte fundamental del sistema y constan de un conjunto de imágenes que son obtenidas a partir de los equipos médicos y que se agrupan en series. Incluyen además diagnósticos asociados con su posible codificación ACR e informes que pueden ser obtenidos a partir de preinformes existentes.

Además se tienen entidades auxiliares como los tipos de estudios, los servicios a los que pertenece el estudio, equipos médicos en los que se realizaron, los insumos utilizados, etc.

También se definieron las estructuras auxiliares a utilizar para el manejo de la seguridad del sistema que constan de la definición de usuarios, funciones y perfiles asociados.

El Análisis realizado se puede consultar de manera más detallada en el documento anexo Software Requirements Specifications (Anexo 1 – Análisis de Requerimientos - SRS).

### 3.1.2 Casos de Uso

En la versión anterior de Sirei, se especificaron las funcionalidades que el sistema debía proveer a los usuarios. En esta segunda versión se conservaron las mismas.

Los actores principales identificados en el sistema son las personas involucradas con el mismo: Médicos, Técnicos, Paciente y Administrativos.

Cada uno de ellos cumplen distintas funciones en el sistema que constituyen los distintos casos de usos, entre los cuales podemos destacar los siguientes:

Los Médicos son los encargados de la realización y diagnóstico de estudios, permitiéndose el alta, modificación y baja de los mismos. Los estudios se dividen en generales y ecográficos, pues su manera de realización es diferente.

Los estudios generales se pueden ingresar en etapas llenando los datos clínicos en una primera instancia y luego diagnosticando el estudio. Esto permite que la primera etapa pueda ser realizada también por un Técnico o Administrativo, ya que no se necesitan conocimientos médicos para realizarla. Se debe tener en cuenta que son solo los médicos los que realizan los diagnósticos de los mismos.

Los estudios ecográficos son diferentes en su ingreso, pues son realizados y diagnosticados en el mismo momento por parte del médico tratante, por lo tanto conforman un caso de uso diferente cuyo único actor es el médico.

En ambos casos se puede proceder a la obtención de la/s imagen/s del estudio, esta acción se realiza en el momento de ingreso del estudio y por su complejidad se identificó como un caso de uso mas, donde es fundamental la interacción con los equipos médicos.

Las tareas de mantenimiento y actualización que debe proveer el sistema conforman otros casos de uso identificados. Estos casos de uso describen las distintas altas, bajas y modificaciones de los objetos identificados en el sistema: médicos, pacientes, tipos de estudio, insumos, etc.

Los casos de uso encontrados se pueden consultar en el documento anexo de Casos de Uso (Anexo 2 – Casos de Uso).

### 3.1.3 Modelo de Análisis

En la versión anterior se especificó el Modelo de Análisis del sistema, en el cual se identificaron las distintas partes del mismo y las principales funcionalidades que proveerían.

Los subsistemas principales identificados fueron: Personas, Estudios, Consultas y obtener Imágenes.

En cada uno de estos se agrupan las entidades y funciones identificadas en las partes anteriores. En personas se tienen los diferentes grupos de individuos que interactúan con el sistema (médicos, pacientes, técnicos, etc.), en estudios se encuentran los datos relacionados a los mismos y las funciones para su realización y diagnósticos, consultas engloba la generación de informes para la obtención de datos almacenados en la BD y obtener imágenes agrupa las funcionalidades para dicha acción.

El Modelo de Análisis puede encontrarse en el anexo correspondiente (Anexo 4 – Modelo de Análisis y Diseño – Sistema.mdl).

## 3.2 Arquitectura y Diseño General

En la versión anterior de Sirei se diseñaron las estructuras que representan la realidad allí planteada.

Este diseño se realizó siguiendo una metodología Top-Down, identificando primero los subsistemas más importantes, para más tarde refinarlos hasta llegar a un nivel de detalle que fuera posible implementar.

Primeramente se definieron las estructuras de los datos a almacenar y se realizó el Modelo Entidad - Relación ( MER ).

### 3.2.1 Diseño Conceptual de la Base de Datos

Se realizó el diseño de la base de Datos utilizando como lenguaje de representación el Modelo Entidad Relación (MER) que especifica la realidad identificada y se adecua al análisis realizado.

Las principales Entidades que se identificaron fueron:

- Estudio: Entidad encargada de contener toda la información relativa a un estudio.
- Imagen: Esta entidad contiene la información necesaria acerca de las Imágenes, en particular, la referencia al archivo de la imagen. A cada estudio se le asocian una o más imágenes.
- Diagnóstico: Contiene la información asociada a los diagnósticos, realizados por los médicos para un estudio. Un Estudio tiene asociados uno o más diagnósticos.
- Paciente: Datos de la persona a la que se le realizan estudios.
- Médico: Datos del médico que realiza y/o diagnostica el estudio. Un estudio puede tener asociados uno o más médicos.

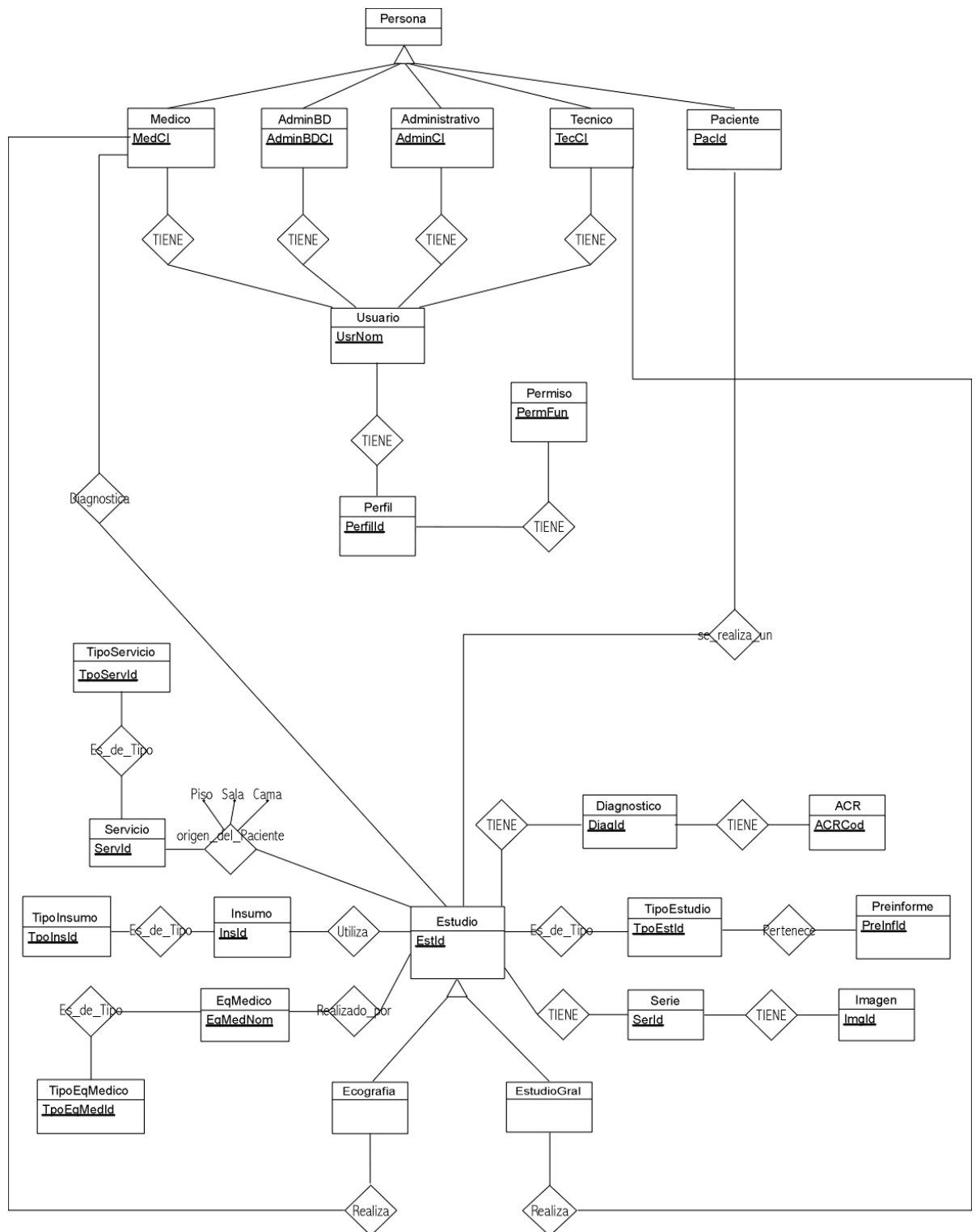
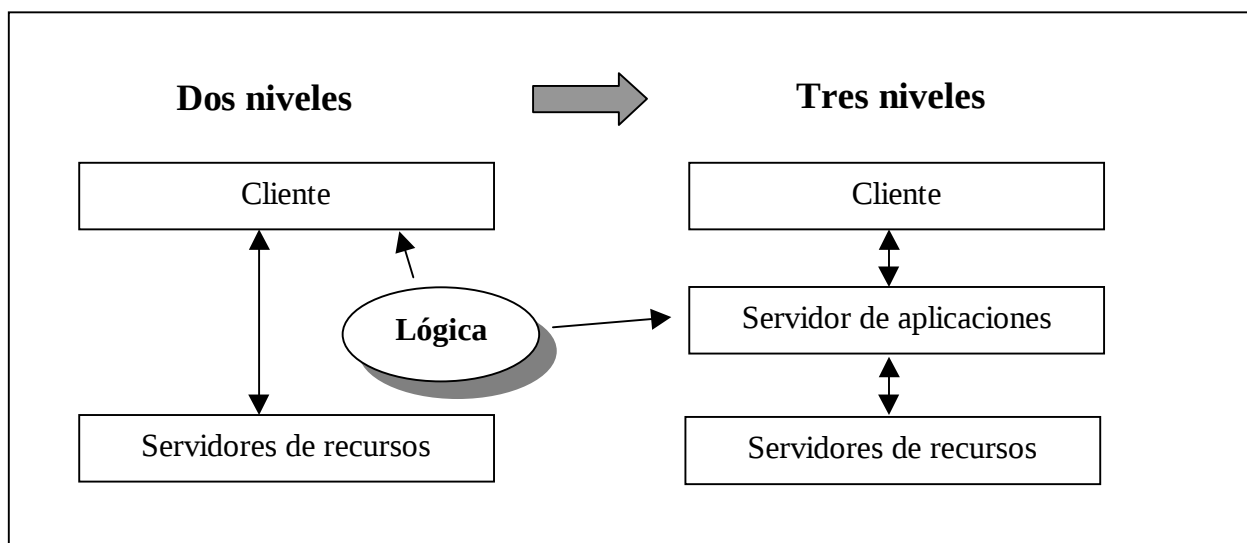


Fig. 4 Modelo Entidad Relación (MER)

### 3.2.2 Diseño arquitectónico del Sistema

El sistema se basa en una arquitectura de tres capas, que son las siguientes: interfase de usuario (cliente), servidor de aplicaciones y servidor de recursos. En el servidor de aplicaciones se concentra mayormente la lógica del sistema. En la versión anterior de Sirei sólo teníamos dos niveles, es decir, el programa de aplicación y el servidor de recursos, en donde la lógica estaba centrada exclusivamente en el programa de aplicación.



**Fig. 5 Pasaje a modelo tres capas.**

Con un servidor de aplicaciones (como el servidor Sirei), la aplicación cliente/servidor pasa a ser un conjunto de objetos de comunicación distribuidos entre el cliente y el servidor. Los objetos del cliente se comunican con los del servidor a través de CORBA invocando a sus métodos, es decir invocando al método de un objeto remoto.

La comunicación se realiza mediante un *corredor de solicitudes de objetos* (ORB). El ORB es lo que se conoce como el Bus de Objetos, y funciona sobre el protocolo IIOP. Se encarga de poner en contacto a los clientes y objetos de forma transparente.

La elección de una arquitectura cliente/servidor de dos niveles para la construcción de una aplicación, facilita la creación de la misma, pero a su vez la hace poco escalable. Bajo esta arquitectura, en la aplicación cliente se debe incluir lógica y especificaciones tales como SQL o comandos que acceden a la base de datos, que no se presenta encapsulada.

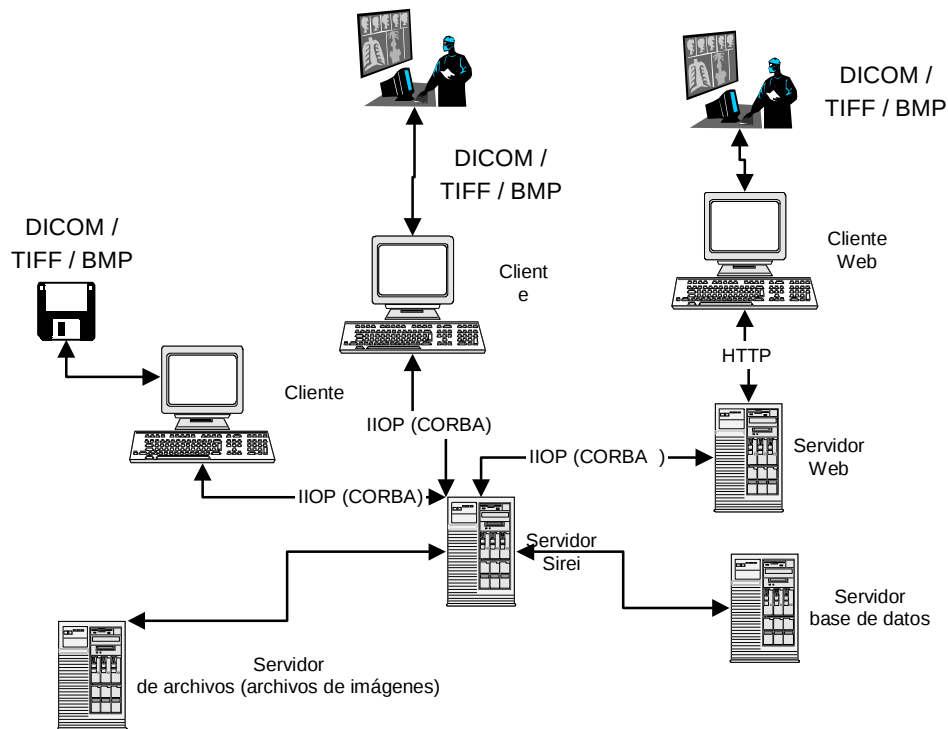
Las aplicaciones basadas en esta arquitectura funcionan relativamente bien en instalaciones menores, más concretamente en aquellos entornos donde el volumen de procesamiento y de datos se mantiene estable y medianamente pequeño.

La arquitectura cliente-servidor de tres niveles, se puede ver como una respuesta a la creciente necesidad de atender miles de clientes en un entorno empresarial, mediante un mecanismo abierto, flexible y escalable. ORF98 [16]

Cabe destacar que pueden convivir tanto la antigua versión como la nueva versión de Sirei,

sin la necesidad de cambios específicos.

El diseño y la implementación del nuevo sistema apuntan a una arquitectura cliente-servidor que se muestra a continuación:

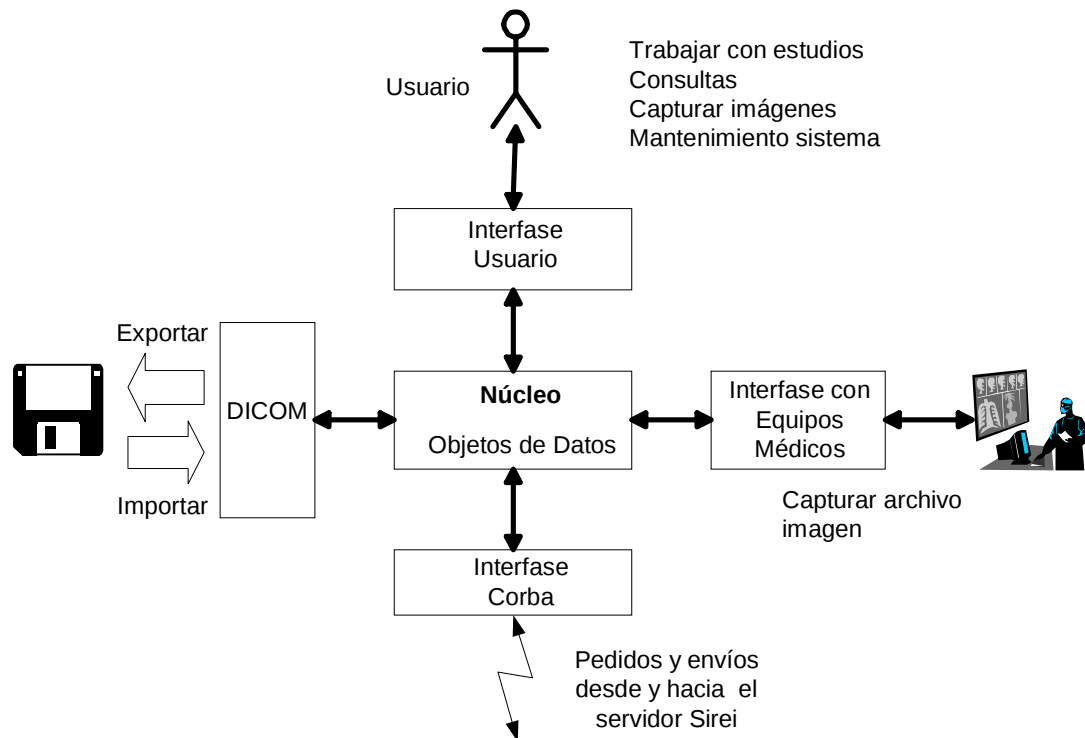


**Fig. 6 Arquitectura cliente-servidor**

En la arquitectura de la figura se muestra un equipo que es el servidor de aplicaciones (Servidor Sirei), un servidor de archivos, un servidor de base de datos y un servidor web. Es posible sin embargo que tanto el cliente, el servidor de base de datos, el servidor de archivos, el servidor de aplicaciones y el servidor web corran en un mismo equipo. Las máquinas clientes son las que realizan la conexión con los correspondientes equipos médicos a través de interfaces adecuadas. Esta será seguramente la arquitectura de la solución en un futuro.

## Esquema Cliente Sirei

El cliente desarrollado se dividió en 5 grandes bloques, que se muestran en la siguiente figura.



**Fig. 7 Diseño arquitectónico Cliente Sirei**

Los bloques son: Núcleo, DICOM, Interfase con Usuario, Interfase Corba, Interfase con Equipos Médicos. Cada uno de estos bloques nos permite encapsular las funcionalidades relacionadas y separar las que no lo están, permitiendo un diseño modular e independiente, facilitando de esta manera el desarrollo y mantenimiento del sistema.

En el núcleo se encuentran los objetos de datos principales que conforman el sistema y las funcionalidades relacionadas con estos.

En DICOM se agrupan las funcionalidades de exportación e importación de archivos con dicho formato.

La interfase de usuario se encarga de proveer las interfases gráficas necesarias para que los usuarios puedan acceder a las funcionalidades del sistema. Allí se permiten las consultas y actualizaciones de los datos del sistema.

La interfase CORBA realiza la conexión al servidor y éste posteriormente actualizará los objetos de datos en la BD del sistema así como los archivos de imágenes. El cliente Sirei no

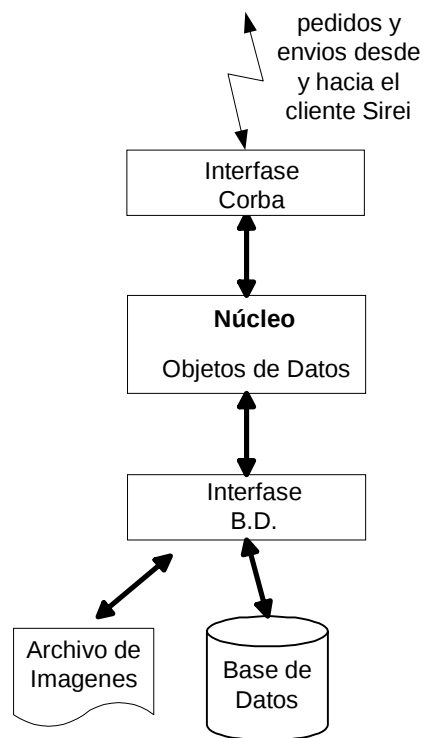
interactúa directamente con la base de datos sino que lo hace exclusivamente a través del servidor Sirei mediante CORBA.

La interfase con equipo médico se utiliza para la captura imágenes a partir de los distintos equipos a los que se tenga acceso.

### **Esquema Servidor Sirei**

El servidor es una aplicación que crea objetos CORBA y hace que los servicios provistos por estos objetos estén disponibles para otras aplicaciones.

El servidor arquitectónicamente se puede dividir en 3 grandes bloques: interfase CORBA, núcleo e interfase BD como se muestra a continuación:



**Fig. 8 Diseño arquitectónico Servidor Sirei**

El servidor Sirei cuenta con una interfase gráfica mínima que permite ver el estado del mismo. La configuración del servidor se hace mediante archivos de configuración.

La interfase BD se encarga de realizar la actualización de los objetos de datos en la BD del sistema así como a los archivos de imágenes.

El Diseño se puede ver en mayor detalle en el anexo de Documento de Diseño del Sistema (Anexo 5 – Diseño del Sistema) y en el Modelo del Sistema (Anexo 4 – Modelo de Análisis y Diseño – sistema.mdl).

## **CORBA**

CORBA es el elemento central de comunicación entre las piezas que conforman la Arquitectura de Gestión de Objetos (OMA) de la OMG[15]. Proporciona la infraestructura que permite la 'conversación' entre objetos, independientemente de la plataforma específica y de las técnicas utilizadas en la implementación de los objetos. La conformidad con el estándar CORBA garantiza la portabilidad e interoperabilidad de objetos en una red de sistemas heterogéneos.

CORBA y en general la arquitectura OMA del Object Management Group constituyen una de las soluciones más extendidas al problema del desarrollo e implementación de aplicaciones en entornos distribuidos heterogéneos. OMG ha crecido enormemente desde su fundación en 1989 y ahora es probablemente el consorcio de software mayor del mundo, con más de 700 miembros de derecho, formados por desarrolladores, fabricantes y también usuarios finales, que lo hacen un grupo muy activo y con capacidad para abordar asuntos de normalización en casi todos los ámbitos de la informática distribuida.

## **DICOM**

El grupo responsable de la versión original de Sirei eligió el formato estándar DICOM para el intercambio de imágenes (exportación e importación) con otros sistemas.

Para realizar el módulo DICOM, se utilizó una biblioteca, llamada `ctn_lib` desarrollada por el Mallinckrodt Institute of Radiology de Washington University School of Medicine, que fue una de las primeras implementadas.

La mayoría de los equipos médicos son compatibles con dicho formato, permitiendo obtener y manipular imágenes en ese formato.

Este estándar, almacena en la Imagen además de los píxeles de la misma, información acerca del estudio realizado, como puede ser, fecha del estudio, paciente, tipo de estudio, médicos que intervienen, etc. Los datos textuales son separados de los píxeles de la imagen la cual se almacena como una imagen TIFF o BMP, mientras que los datos textuales se guardan en las tablas apropiadas de la BD.

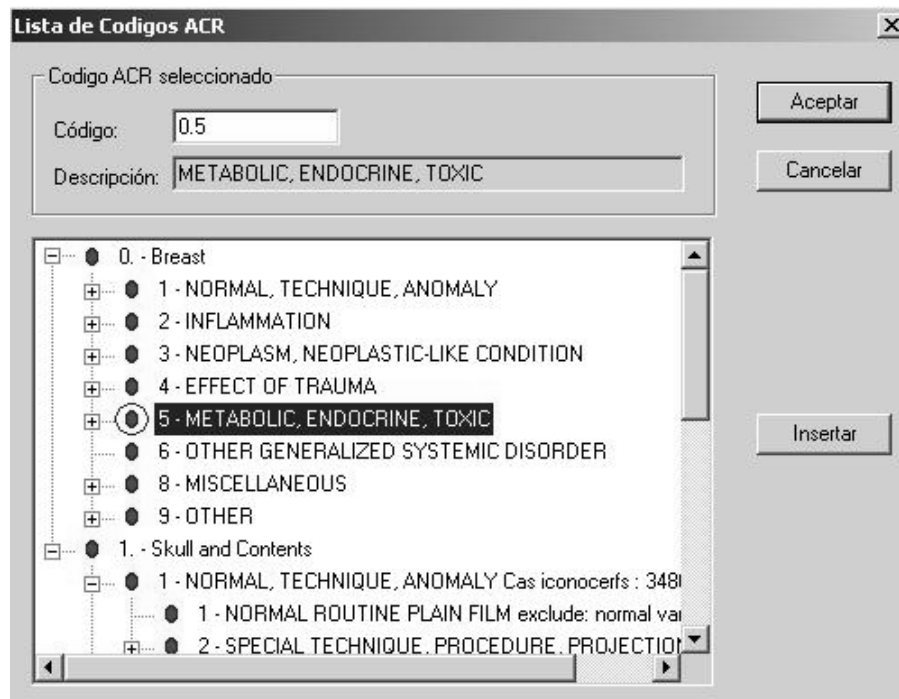
## **ACR**

Como se menciona en el punto [2.1.2](#), la codificación ACR es un estándar utilizado mundialmente y es de utilidad contar con una codificación de este estilo para poder especificar con mas precisión el resultado de los diagnósticos.

En la nueva versión se cuenta con todos los códigos ACR existentes ya que la primera solo contaba con algunos de ellos.

De esta manera se pueden clasificar los estudios según sus diagnósticos de forma precisa y clara, permitiendo especificar de manera estándar las patologías a la hora de la realización de consultas y estadísticas.

Dado que la codificación existente era en ocasiones demasiado detallada y no se aplicaba a la realidad del hospital, se previó la posibilidad de insertar, modificar o eliminar códigos.



**Fig. 9 Selección de Códigos ACR**

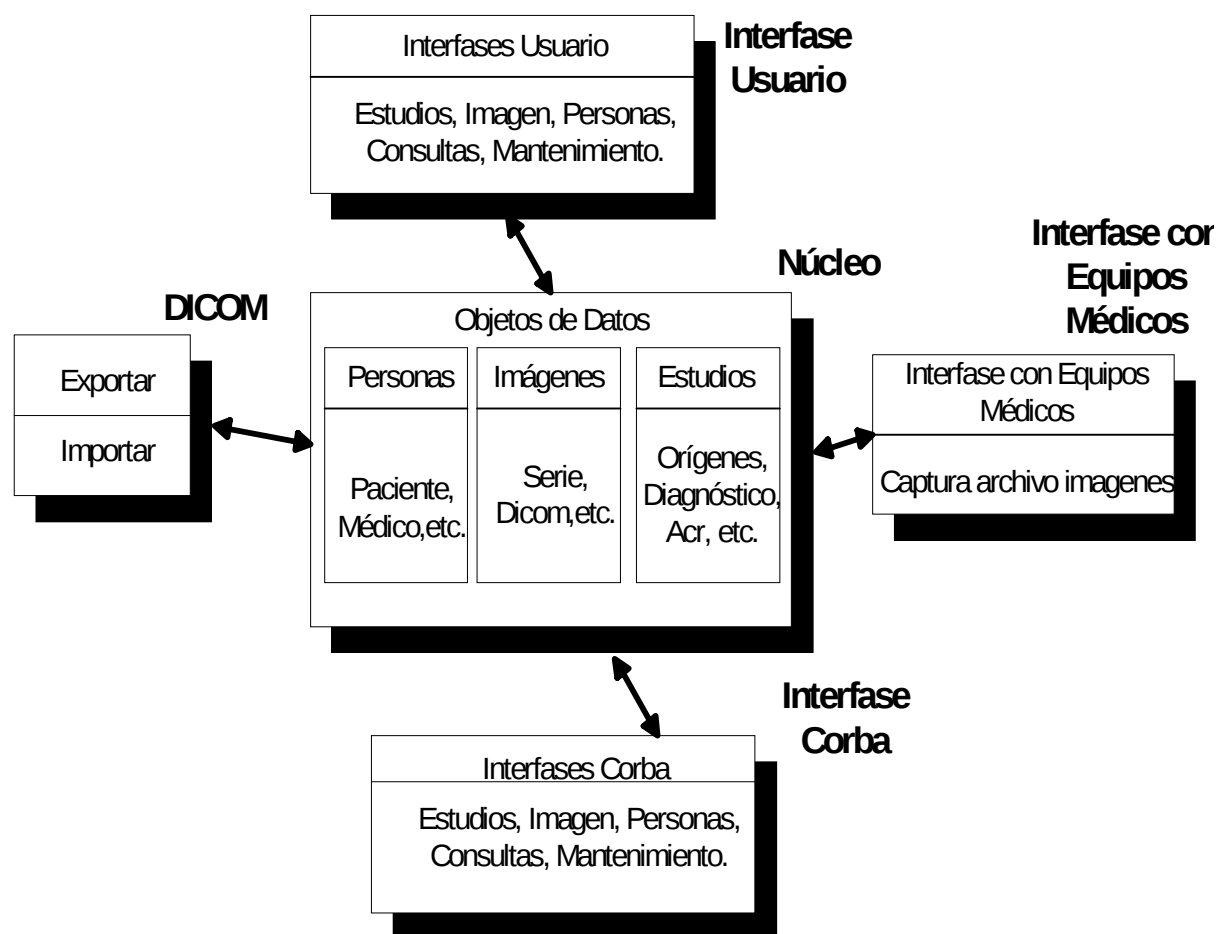
Para permitir una rápida y sencilla selección de códigos ACR por parte de los usuarios dichos códigos se presentan en forma de árbol, lo que permite visualizar las jerarquías existentes entre ellos.

### ***Modularidad: División interfase Corba, núcleo y BD***

Se entendió conveniente separar en el diseño las diferentes funcionalidades que provee el sistema de forma tal que se agruparan aquellas que se comportan de manera similar.

De esta manera se logró una división modular del sistema, lo que beneficia el desarrollo y el futuro mantenimiento del mismo. Esta división fue observada en el punto [3.2.2](#) y aquí se puede ver con mayor detalle.

## Cliente SIREI



**Fig. 10 Diseño detallado del cliente**

Cada bloque contiene módulos similares y relacionados entre sí, de esta manera se agruparon los objetos en subconjuntos con funcionalidades afines y lo más independientes posibles de los otros grupos.

La interfase de usuario se compone de los objetos para realizar las consultas y actualizaciones sobre los datos del sistema. Está formado por objetos de interfase para realizar altas, bajas y modificaciones de entidades como médicos, estudios, imágenes, etc. Además se tienen las interfaces que permiten realizar consultas.

En el núcleo se encuentran los objetos de datos que conforman el sistema. Se pueden agrupar en tres grandes bloques: Personas, Imágenes, Estudios.

En personas se encuentran representados todos aquellos individuos que interactúan con el sistema, por ejemplo: paciente, médico, técnico, administrativos, etc.

Imágenes esta formada por los objetos de datos de las series de imágenes, las imágenes en su formato DICOM y en su estructura de la BD.

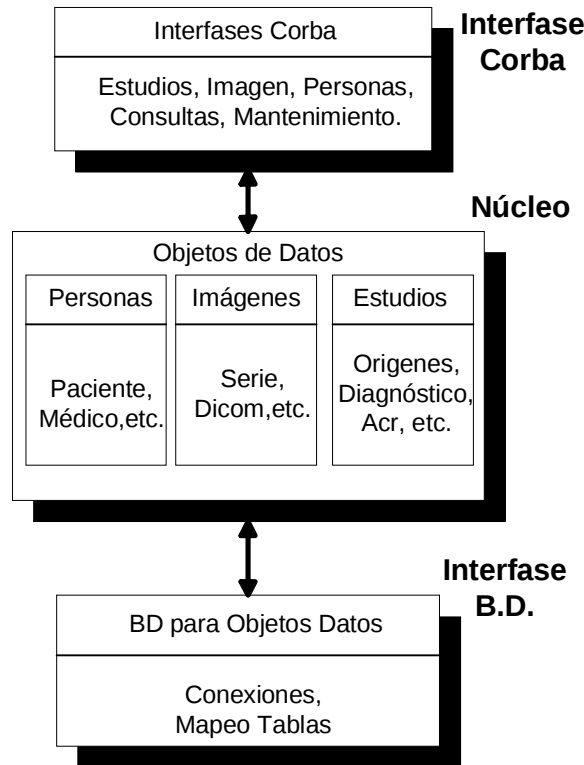
Dentro del bloque Estudios se encuentran los objetos relacionados con la realización de un estudio. Por ejemplo: Diagnóstico, ACR, Tipo de Estudio, etc.

La interfase Corba permite comunicarse con el servidor y de esta manera acceder a métodos de objetos remotos. Por ejemplo se puede obtener la lista de pacientes mediante el

simple llamado a una función selListPaciente.

El servidor tiene el siguiente esquema:

### Servidor SIREI



**Fig. 11 Diseño detallado del servidor**

La interfase BD permite realizar la conexión con la BD y la actualización de los distintos objetos en la BD.

### *Diseño de la Base de Datos*

Para que no se genere un duplicado de información, provocando la desnormalización de la BD, se toman los datos asociados al archivo DICOM y se distribuyen en las tablas correspondientes en la BD. Por ejemplo el nombre del Paciente, que viene en el archivo, se guarda en la tabla de paciente si este no existe en el sistema. En caso contrario no es necesario ingresar nuevamente dicha información. Si se hubiera guardado el archivo DICOM tal cual es obtenido se almacenaría esta información repetida en la BD por cada uno de estos archivos.

El sistema permite utilizar cualquier manejador de base de datos compatible con ODBC. Por la falta de recursos económicos se utilizó Microsoft Access 2000, hasta que sea posible la adquisición de MS SQL Server. También cabe la posibilidad de utilizar servidores de base de datos gratuitos como ser MySQL o PostgreSQL ([www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)) que están disponibles en diferentes plataformas (Windows, Linux, Solaris).

El diseño final de la BD se puede consultar en el documento anexo de Documento de Diseño del Sistema (Anexo 5 – Diseño del Sistema).

## ***Manejo de Imágenes***

En cuanto al manejo de las imágenes, el grupo responsable de la primera versión, optó por guardar referencias a ellas en la base de datos y tener los archivos físicos en un Servidor de Archivos.

El hecho de tener las imágenes en archivos facilita el poder sacar de línea (tener un respaldo fuera del sistema) las imágenes que no se estén usando actualmente para no saturar el espacio disponible en el Servidor de Archivos, pero de todos modos tenerlas accesibles de forma sencilla cuando se desean recuperar.

En el Servidor de archivos se tiene un directorio, que se utiliza para almacenar los archivos de imágenes.

Las imágenes se almacenan en formato TIFF dado que es un formato muy conocido y permite almacenar imágenes con compresión sin pérdida, característica que no poseen otros formatos como por ejemplo JPG. Además se tiene la posibilidad de cambiar el formato en que se desea almacenar la imagen mediante un parámetro del sistema, pudiéndose almacenar si se desea en BMP o en JPG (no recomendado por la característica explicada anteriormente).

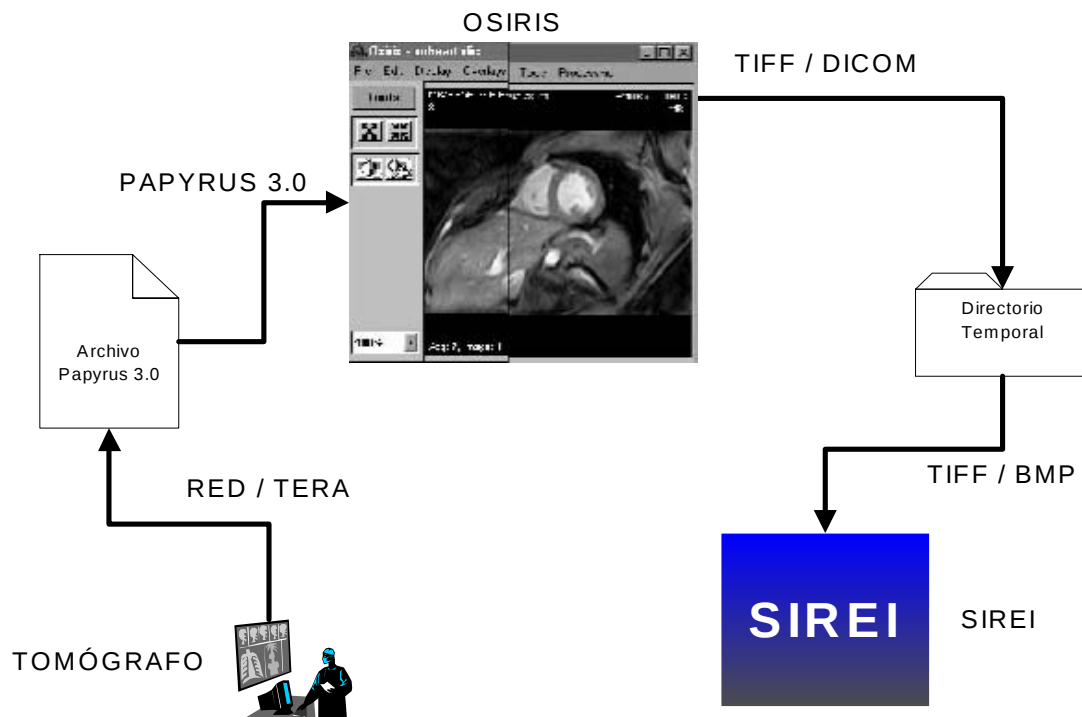
Se ofrece además la posibilidad de exportar imágenes de estudios en formato DICOM, agregándose en las mismas los datos correspondientes almacenados en la BD. También se puede ingresar al sistema estudios y/o imágenes a partir de imágenes en formato DICOM.

## ***Interfase con los Equipos Médicos***

La conexión se realiza a través de dos equipos existentes en el Clínicas: un Tomógrafo y un Ecógrafo.

Los dos casos son diferentes y se explican a continuación.

En el caso del Tomógrafo se conectó el mismo a un PC en red y se transmite desde allí los archivos de imágenes que se desean conservar. Un grupo de ingenieros de TERA se encargó de proveer el software y hardware para obtener las imágenes desde el equipo. El software provisto permite grabar las imágenes como PAPYRUS (formato de imágenes similar a DICOM) y luego estas se convierten a un formato manejable por nuestro sistema. Este proceso se realiza a través de un software obtenido en Internet (Osiris [\[14\]](#)) que permite el pasaje de PAPYRUS a TIFF o DICOM, luego estos archivos pueden ser adquiridos por nuestro sistema.

**Fig. 12 Conexión del Tomógrafo**

El Ecógrafo en cambio posee salida de video analógica, por lo que para realizar la interfase es necesario contar con una tarjeta digitalizadora para capturar las imágenes. La tarjeta a utilizar depende del ecógrafo y se está en proceso de realizar la compra e instalación de dicha tarjeta con ayuda de la empresa distribuidora del equipo.

## 4. Implementación

### 4.1 Introducción

Para la implementación se utilizó una metodología de desarrollo incremental, ya que el proceso se realizó mediante aproximaciones sucesivas.

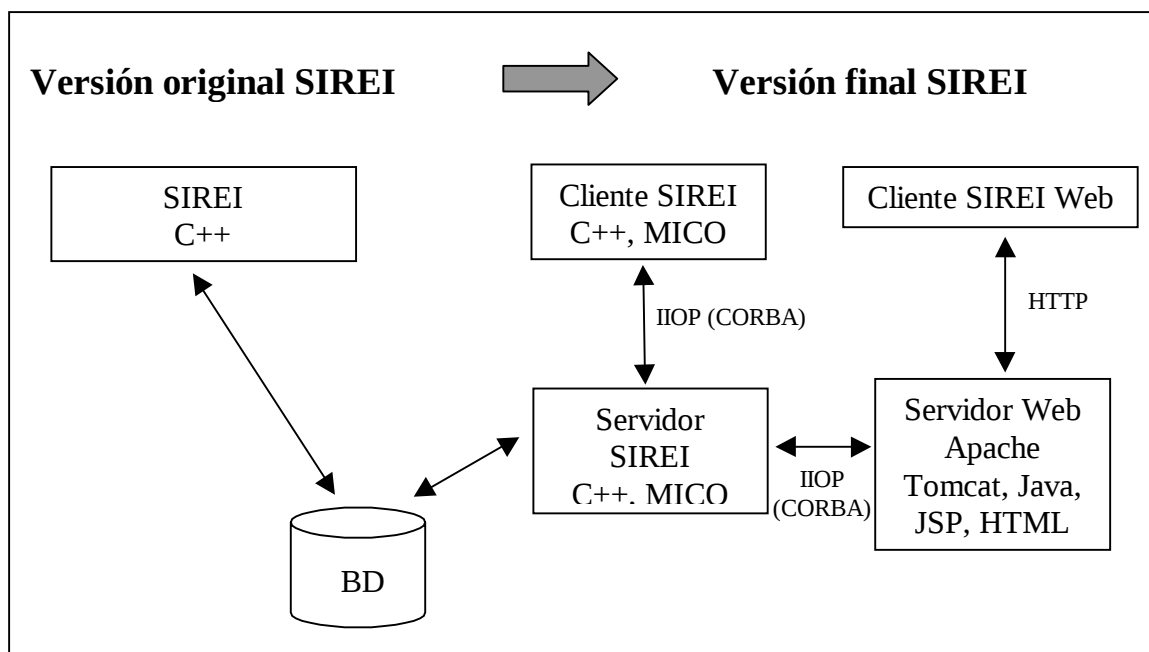
Para la implementación de la interfase Corba, se utilizó MICO 2.3.7 (Mico Is CORba) que es una implementación estándar de CORBA 2.3 de código abierto. Existe abundante información general acerca de CORBA pero no es así para MICO ya que no es una versión comercial y no existe mucho soporte. Además MICO en sí contenía errores en las distintas versiones. En particular en la versión 2.3.6 había goteo de memoria (memory leaks) y otros problemas que hicieron que se tuviera que esperar a la próxima versión para que fueran corregidos.

En CORBA, generalmente las invocaciones a servicios que realizan los clientes, se hacen mediante la especificación de un *nombre de servicio* (nsd en MICO), el cual es capturado por la infraestructura de la capa intermedia y transformado en una dirección física, adjuntando los parámetros indicados en la solicitud. La capa intermedia asegura que el mensaje solicitante llegue a destino, informando en caso contrario.

Es posible utilizar réplicas de servidores –varias instancias ejecutando–, para salvaguardar la aplicación en casos de fallas y caídas y para balancear la carga. El balanceo de carga es posible hacerlo gracias a que MICO lo resuelve.

El cliente y el servidor SIREI fueron desarrollados para la plataforma Windows.

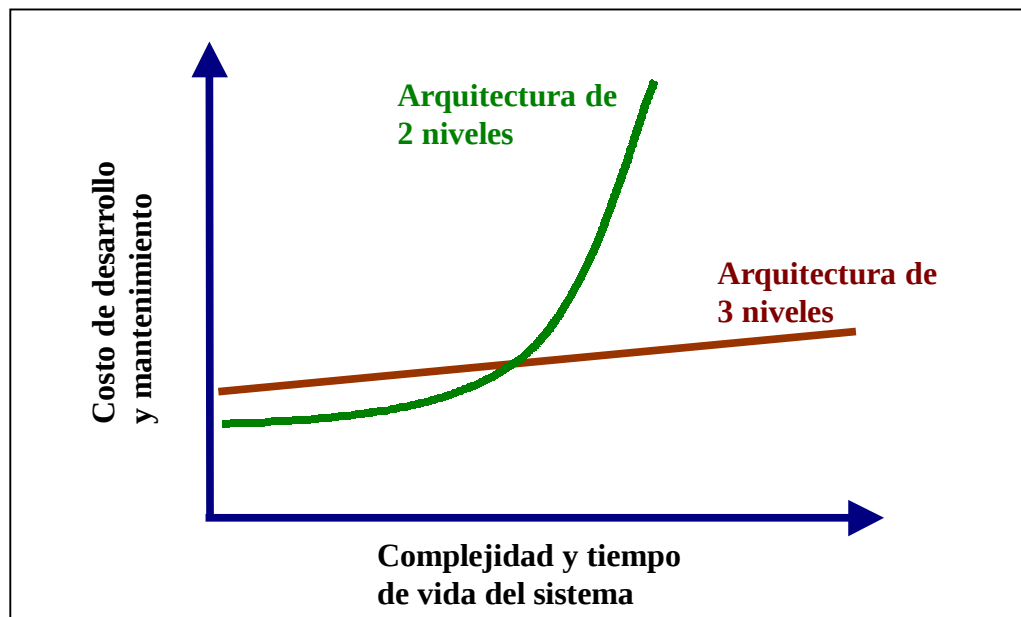
En la siguiente figura se muestra la transformación de la implementación del sistema original a la nueva versión donde aparecen los lenguajes y herramientas utilizadas.



**Fig. 13 Herramientas utilizadas en la implementación**

La arquitectura cliente/servidor de tres niveles aparte de brindar una infraestructura más sólida tiene varias características que la convierten en la mejor opción. Aspectos de escalabilidad, administración, rendimiento y seguridad la destacan considerablemente de la arquitectura cliente/servidor de dos niveles.

Para todos los proyectos, el costo de desarrollo y mantenimiento son aspectos importantes que no se deberían ignorar. Como se puede apreciar en la siguiente figura, las aplicaciones en dos niveles elevan considerablemente su costo cuando la complejidad aumenta a lo largo del tiempo.



**Fig. 14 Comparación de arquitecturas de dos y tres capas  
(Fuente: Gartner Group)**

**4.2 Correcciones y modificaciones a la versión original SIREI**

Algunas de las correcciones/modificaciones que se realizaron a la versión original de Sirei fueron las siguientes:

- En la versión anterior, los códigos ACR se cargaban todos al inicio del programa, en la actual versión se van cargando a medida que se necesitan. Esto mejoró el rendimiento notablemente al cargar el programa.
- Se agregó manejo de excepciones para permitir la detección de errores en caso de fallas.
- Se usaron dos estructuras de HASH para mejorar el rendimiento, una para el acceso rápido a estructuras de tablas y nombres de campos que se utilizan para obtener los encabezados de las listas de por ej.: pacientes, médicos, etc. También se utiliza para filtrar dichas listas por algún campo. La otra estructura se utiliza para acceder rápidamente a los permisos que tiene un usuario.

- Se agregó el menú para salir del sistema e ingresar con otro usuario.
- Se agregó la opción de impresión de los estudios y diagnósticos. Ahora es posible previsualizar la misma antes de imprimir mediante un navegador (Internet Explorer por ejemplo). Además se podrá imprimir en una hoja membretada del Hospital de Clínicas.
- En “Trabajar con Médicos” y “Trabajar con Técnicos”, se corrigió el error que ocurría al agregar un médico ya existente.
- Se realizaron ajustes en la interfaz gráfica.
- En la ventana “Otros datos del Equipo Médico” (en Trabajar con equipos médicos/Equipo Médico) se agregó la opción cancelar y se corrigió la lógica en el botón aceptar dado que no funcionaba correctamente.
- Se cargaron todos los códigos ACR ya que en un principio no estaban todos cargados.
- Se cargó la lista de médicos en la base de datos para que puedan ingresar al sistema escribiendo una contraseña.
- Se realizó un nuevo manual de usuario.

### **4.3 Lenguajes utilizados**

#### **4.3.1 Lenguaje Visual C++**

Parecía razonable utilizar este lenguaje ya que podíamos reutilizar el código existente y porque el rendimiento de aplicaciones en este lenguaje es muy bueno.

Otro factor a tener en cuenta para la elección del lenguaje fue la utilización de la biblioteca de DICOM mencionada en el punto [3.2.2.1](#), que esta implementada en C++.

Se decidió además utilizar MICO[14] que es una implementación en C++ de CORBA. MICO es una implementación completamente compatible y totalmente libre del estándar CORBA.

En conclusión se logra realizar el proyecto en un lenguaje muy conocido y utilizado, que provee facilidades de programación y diseño modular.

#### **4.3.2 Lenguaje Java**

Se decidió utilizar este lenguaje para la implementación de la interfase web por las siguientes razones:

- Se puede acceder al servidor Sirei a través de CORBA.
- Utilizado en páginas JSP[17] en el cliente Web.
- Es un lenguaje portable, multi-plataforma, orientado a objetos.
- Es sintácticamente parecido a C++ y bastante conocido.
- Amigable para el trabajo en red.

#### **4.4 Implementación Cliente y Servidor SIREI**

La interfase CORBA de cada objeto se especificó mediante el lenguaje declarativo IDL (Interface Definition Language), definido como estándar por la OMG[15].

El lenguaje IDL es usado para escribir interfaces de llamadas a objetos por parte del cliente. Una definición de interfase escrita en OMG-IDL define completamente la interfase y especifica íntegramente todos los parámetros de cada operación (métodos).

En particular, para la implementación del cliente y servidor Sirei, se definieron interfaces IDL para cada entidad (médico, técnico, paciente, etc) para manipular información de las mismas. Además se definieron las principales operaciones para dichas entidades: actualización (alta, baja, modificación), recuperación y listado.

Una vez definidas las interfaces IDL, se ejecutó un comando para hacer la correspondencia entre las interfaces IDL y el lenguaje elegido para la implementación. Este comando lo provee cada implementación de CORBA y en particular para MICO es “idl.exe”.

Luego que se ejecutó este comando para cada archivo .idl, se procedió a implementar las interfaces en C++.

Luego de implementar todas las interfaces, se dio por finalizada la implementación del servidor.

Como las interfaces definidas en IDL se pueden mapear a cualquier lenguaje de programación, las aplicaciones y componentes CORBA son independientes de los lenguajes usados para implementarlas.

Para la implementación del cliente solo es necesario invocar a los objetos que fueron implementados en el servidor.

#### **4.5 Implementación Cliente Web**

Se llevó a cabo la realización de una interfase Web para que los médicos tengan la posibilidad de acceder al sistema en forma remota a través de Internet.

El servidor web elegido fue Apache[18] con la inclusión del módulo Tomcat[19] que es un contenedor de “servlets”. Estos “servlets” son la tecnología de plataforma Java que permite la extensión y realce de servidores web. Proveen un método basado en componentes, independiente de la plataforma para construir aplicaciones web.

Para la implementación de dicha interfase se eligió la tecnología de JSP (Java Server Pages). Las principales causas de esta elección fueron las siguientes:

- Las páginas JSP corren correctamente sobre un servidor web Apache con Tomcat.
- “Escribir una vez, ejecutar en cualquier lugar”. JSP es una tecnología independiente de la plataforma para realizar páginas web dinámicas que corren en servidores web. Las páginas JSP pueden ser accedidas desde cualquier navegador.
- JSP soporta la separación de roles: diseñadores gráficos y programadores. Los programadores escriben componentes que interactúan con objetos del lado del servidor y los diseñadores gráficos se dedican a la parte artística de las páginas

web.

- Acceso web para arquitectura de aplicaciones de N capas. Permite desarrollar poderosas aplicaciones web que acceden a la capa de aplicación del sistema.

Otra opción para la implementación de la interfase web hubiera sido la utilización de páginas ASP. Las páginas ASP corren sobre servidores web de Microsoft (Internet Information Server) que no son de dominio público como Apache.

Al igual que el cliente Sirei desarrollado en C++, el cliente web realizado con JSP se conecta al servidor Sirei a través de CORBA. Se ejecutó el comando “idlj” para cada archivo .idl definido para poder hacer la correspondencia de IDL a Java.

Para la implementación de las páginas web se invocan a métodos de objetos remotos CORBA para realizar las distintas operaciones.

---

## 5. Futuro y posibles mejoras

---

El sistema de información de resultados de exámenes imagenológicos desarrollado contiene las funcionalidades previstas, dejando abierto varios caminos en los que se puede continuar avanzando.

El manejo de las imágenes provisto por el sistema se puede mejorar al vincular Sirei con programas accesorios para el manejo de imágenes en 3D y también para sacar datos a partir de éstas o realizar modificaciones en las mismas.

La utilización del sistema adaptado e integrado a otros sistemas dentro del hospital es otro paso que se puede dar en próximas versiones, permitiendo el intercambio de información entre los sistemas existentes.

El intercambio de los datos almacenados con otras instituciones o profesionales también nos parece fundamental. En este aspecto se dio un primer paso con la exportación e importación DICOM.

Quedó pendiente la función administrativa “pedido de hora”, que no se implementó en esta versión por las razones vistas en el punto [3.1.1.1](#).

Se puede continuar el desarrollo del cliente web completando todas las funcionalidades que quedaron pendientes y mejorando el diseño gráfico.

También se pueden realizar más consultas con respecto a los estudios, diagnósticos, insumos, etc.

## 6. Conclusiones

Se dio un paso más en la mejora del sistema de información de resultados de exámenes imagenológicos, que combina datos textuales e imágenes en un mismo sistema de información.

La información es ahora accesible para la realización de consultas estadísticas y el conocimiento del hospital, información que anteriormente era imposible de manejar.

El sistema se entregó acompañado de una documentación completa del diseño e implementación del mismo, incluyendo documentación técnica exhaustiva para facilitar su mantenimiento por parte de futuros desarrolladores. Los documentos realizados a lo largo del proyecto se pueden consultar en la sección [9 - Apéndices](#) . En cuanto al Manual del Usuario, se puso principal énfasis en el hecho de que los posibles usuarios del sistema no tuvieran conocimientos adecuados en el área de la informática, explicándose las funcionalidades del mismo en un lenguaje lo más entendible y claro posible.

En cuanto al diseño se entendió que era importante realizarlo de una manera modular y clara facilitando el mantenimiento y adición de funcionalidades al sistema. Se logró obtener un diseño que separara con claridad los diferentes bloques del sistema: Interfaz de Usuario, Interfase Corba, Interfase con la BD, Interfase con los Equipos Médicos, Exportación/Importación DICOM y el Núcleo del mismo.

La implementación se realizó en etapas sucesivas evaluados en conjunto con los usuarios, lo que nos permitió ir evolucionando hasta llegar al producto final, al mismo tiempo que se veía qué aspectos del producto debían mejorarse.

Este proyecto también planteó sus dificultades, entre las cuales debemos mencionar que la utilización de MICO (implementación de Corba) fue más complicada de lo prevista. Nunca habíamos trabajado con CORBA y no estábamos seguros que MICO fuera a funcionar bien.

CORBA compite en el mercado con otra especificación, DCOM, propiedad de Microsoft. La ventaja mayor de CORBA reside en su carácter de especificación abierta, que cuenta con un interfaz común que facilita el desarrollo de aplicaciones y la posibilidad de reutilización de los objetos, ofrece protección frente a la dependencia de un único proveedor y soporta un buen número de plataformas diferentes. Entre las desventajas hay que citar que se suele considerar de difícil implementación y con complicaciones para el desarrollo de aplicaciones, que se traducen en mayor inversión de tiempo y dinero.

Cabe destacar que se lograron los objetivos propuestos en este proyecto que apuntaban a la realización de una aplicación eficiente, escalable y que fuera fácil incorporarle mejoras. Quedaron temas abiertos para mejorar, como se pudo ver en el punto anterior.

## 7. Glosario

Se definen abreviaciones y definiciones utilizadas en el documento.

### ✓ A

#### **ACR**

La sigla ACR es utilizada en dos casos:

Para identificar la institución:

American College of Radiology. Autor del estándar DICOM en conjunto con NEMA.

Para identificar la codificación de patologías:

Codificación de patologías radiológicas según la American College of Radiology. Esta codificación permite clasificar los diferentes diagnósticos radiológicos según un estándar utilizado mundialmente.

Ver referencias por mas información.

#### **Administrativo**

Individuo que realiza trabajos administrativos en el sistema, tales como ingreso de datos de pacientes, de servicios, etc.

#### **Administrador de la Base de Datos**

Individuo que tiene por cometido el mantenimiento del sistema, manejo de permisos y usuarios, realización de respaldos de la base de datos, etc.

### ✓ B

#### **Base de Datos**

Colección de información organizada de modo tal que un programa de computación pueda acceder y recuperar rápidamente los datos almacenados en dicha información.

#### **Bitmap**

Mapa de bits. Es un gráfico creado con un programa de dibujo y almacenado como un

mapa de píxeles que forman la imagen. Los bitmaps de Windows tienen generalmente la extensión .BMP.

✓ **C**

**Corba (Common object request broker architecture)**

Especificación técnica de un consorcio industrial. CORBA es el elemento central de comunicación entre las piezas que conforman la Arquitectura de Gestión de Objetos (OMA) de la OMG. Proporciona la infraestructura que permite la 'conversación' entre objetos, independientemente de la plataforma específica y de las técnicas utilizadas en la implementación de los objetos. La conformidad con el estándar CORBA garantiza la portabilidad e interoperabilidad de objetos en una red de sistemas heterogéneos.

✓ **D**

**Diagnóstico**

Informe realizado por el medico a partir de un preinforme que se almacena en el estudio. Además el diagnostico se clasifica según las codificaciones ACR seleccionadas.

**DICOM**

Digital Imaging and Communications in Medicine. El estándar fue desarrollado en conjunto por The American College of Radiology (ACR) y The National Electrical Manufacturers Association (NEMA) en 1983.

Este estándar permite la comunicación de imágenes digitales e información asociada así como su almacenamiento e interfase con otros sistemas mediante un protocolo y la especificación de los datos a guardar en los archivos Imagenológicos.

Ver referencias por mas información.

✓ **E**

**Equipo Médico**

Aparato utilizado para realizar los estudios. Ejemplo: Ecógrafo, Tomógrafo, etc.

**Estudio**

Se llama estudio al conjunto de datos que se le asocia a la realización de un examen de un determinado paciente. En el se encuentran los datos del paciente, las imágenes, los diagnósticos e insumos utilizados.

Se divide en estudio general y ecográfico según el equipo medico en que se realiza el estudio y que resultados provee. Para el ecográfico se usan los ecógrafos y el resto de los aparatos entran en la categoría de estudio general.

**✓ H****HTML**

Hiper Text Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto). Un lenguaje de marcado simple usado para crear documentos de hipertexto que pueden transportarse de una plataforma a otra.

**✓ I****Internet**

Un conjunto de redes de equipos diferentes conectadas para la transferencia de datos mediante protocolos TCP/IP.

**IIOP**

Internet Inter ORB Protocol. Se diseño para proveer interoperabilidad entre distintos ORBs siendo TCP/IP el medio de transporte.

**✓ J****JPG / JPEG**

Joint Photographic Experts Group (Grupo de expertos en fotografía). Es un estándar usado para compresión de imágenes fotográficas. Se utiliza la transformada discreta del coseno (DCT: Discreet Cosine Transformation) para almacenar la información del color y el brillo, así como la codificación de Huffman (los valores que ocurren seguido reciben un código corto mientras que los valores que ocurren muy poco reciben una codificación más larga).

Este método también elimina información irrelevante que el ojo humano no es capaz de reconocer que falta.

**✓ M****Medico**

Individuo que realiza y diagnostica el estudio en las ecografías. En el caso del estudio general solo lo diagnostica.

**✓ N****NEMA**

National Electronic Manufacturers Association. Autores del estándar DICOM en conjunto con ACR.

✓ **O**

### **ORB**

Es lo que se conoce como el Bus de Objetos y funciona sobre el protocolo IIOP. Se encarga de poner en contacto a los clientes y objetos de forma transparente.

✓ **P**

### **Paciente**

Individuo que concurre al hospital para realizarse un estudio.

### **Preinforme**

Informe prefabricado que puede ser utilizado como plantilla en el momento de realizar el informe de un estudio. De esta manera los médicos parten de un informe ya elaborado y le realizan las modificaciones necesarias.

✓ **S**

### **Servicio**

Origen del paciente que se realiza el estudio. Por Ejemplo: Clínicas, Policlínicas, Odontología, DUS(División Universitaria de la Salud), etc.

### **Servidor de Archivos**

Equipo de una red que almacena archivos, brindando funcionalidades para el almacenamiento, administración y acceso a los mismos desde otras máquinas de la red.

### **Sistema Operativo**

Capa de software que permite a los usuarios de la computadora y a los programas que en ella se ejecutan abstraerse del hardware que la misma posee, simplificando su manejo. De esta manera es posible ejecutar el mismo programa sobre máquinas distintas sin tener que preocuparnos por las diferencias, solo basta con que estas máquinas tengan instalado el mismo Sistema Operativo.

✓ **T**

### **Técnico**

Individuo que realiza el estudio general manipulando los equipos médicos, excepto el ecógrafo.

## TIFF

Tag Image File Format, es un formato muy usado para guardar datos de imágenes.

## 8. Referencias

- [1] **Basic DICOM Information**  
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/basicinfo.html>
- [2] **DICOM: An Introduction to the Standard**  
[http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom\\_intro/index.html](http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom_intro/index.html)
- [3] **DICOM 3.0 Standard**  
[http://www.xray.hmc.psu.edu/cgi\\_bin/ex\\_link.cgi?name=NEMA&url=http://www.nema.org](http://www.xray.hmc.psu.edu/cgi_bin/ex_link.cgi?name=NEMA&url=http://www.nema.org)
- [4] **ACR-NEMA Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM v3.0) FAQ**  
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/faq.html#Intro>
- [5] **Medical Image Format FAQ - Part 8. DICOM Information Sources**  
<http://idt.net/~dclunie/medical-image-faq/html/part8.html>
- [6] **User Conformance Profile: DICOM Version 3.0 Compliance**  
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/UCP.html#1>
- [7] **DICOM 3.0 Home Page (ACR/NEMA)**  
<http://imsdd.meb.uni-bonn.de/standars/dicom/index.html>
- [8] **Estándares para Desarrollo. DICOM (Duke University)**  
<http://www.mcis.duke.edu/standards/developer.htm>  
<http://www.mcis.duke.edu/standardsDICOM/dicom.htm>
- [9] **ACR – Clasificación de Patologías**  
<http://www.med.univ-rennes1.fr/acr/>
- [10] **Health Level – 7 Standards Page**  
<http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/hl7.htm>
- [11] **Health Level – 7 Implementations**

<http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/implementations/implementation.html>

[12] **Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine**  
<http://smi-web.stanford.edu/textbook/Contents.html>

[13] **Osiris**  
<http://www.expasy.ch/www/UIN/html1/projects/osiris/osiris.html>

[14] **MICO**  
<http://www.mico.org>

[15] **OMG**  
<http://www.omg.org>

[16] **ORF 98 -- Clente-Servidor, Guía de supervivencia**  
**Orfali Robert, Harkey Dan, Edwards Jeri**  
**McGraw Hill 1998**

[17] **JSP**  
<http://java.sun.com/products/jsp>

[18] **Apache**  
<http://apache.org>

[19] **Tomcat**  
<http://jakarta.apache.org>

[20] **IDL**  
<http://omg.org/>

---

## 9. Apéndices

---

Se describen a continuación los documentos anexos al presente que se pueden consultar como apoyo.

- ✓ **Anexo 1 \_ Análisis de Requerimientos SRS.**
- ✓ **Anexo 2 \_ Casos de Uso.**
- ✓ **Anexo 3 \_ Diagramas de Interacción.**
- ✓ **Anexo 4 \_ Modelo de Análisis y Diseño (Sistema.mdl).**
- ✓ **Anexo 5 \_ Diseño del Sistema.**
- ✓ **Anexo 6 \_ Documentación Técnica de Módulos.**
- ✓ **Anexo 7 \_ Manual de Usuario del Sistema.**
- ✓ **Anexo 8 \_ Estándares.**