

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 7



Arquitectura para el sistema de almacenamiento de informes de estudios imagenológicos

Trabajo de Diploma para optar por el Título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores: Daniel García González

Jacqueline Socias Pardo

Tutores: Ing. Leodan Vega Izaguirre

Ing. Rafael Fernández Peñalver

Ciudad de La Habana, Junio de 2010

“Año 52 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores del presente trabajo y cedemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los 25 días del mes de Junio del año 2010.

Daniel García González

Autor

Jacqueline Socias Pardo

Autora

Ing. Leodan Vega Izaguirre

Tutor

Ing. Rafael Fernández Peñalver

Tutor

DATOS DE CONTACTO

Tutores:

Ing. Leodan Vega Izaguirre (lizaguirre@uci.cu)

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2008. Ha impartido las asignaturas de Matemática 1, Álgebra Lineal, Práctica Profesional, Gestión de Software y Sistemas de Base de Datos. Es profesor de la Facultad 7 y se desempeña actualmente como Especialista de Sistemas Bases de Datos en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Miembro de la Sociedad Cubana de Informática Médica.

Ing. Rafael Fernández Peñalver (rpenalver@uci.cu)

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2009. Ha impartido clases de Introducción a la Programación, Programación 1 y Estándar DICOM. Es profesor de la Facultad 7 y se desempeña actualmente como Administrador de la configuración en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

RESUMEN

En el presente trabajo de diploma se realiza el diseño de la arquitectura para un sistema informático que permita el almacenamiento de informes imagenológicos. Éste permitirá la gestión y el almacenamiento de los informes de los departamentos de diagnósticos por imágenes de la institución hospitalaria; garantizará además, la escalabilidad ante el incremento del flujo de datos y la comunicación con otros sistemas informáticos.

Para el análisis, diseño y desarrollo de la arquitectura se realizó un estudio del estado del arte del proceso en cuestión y se investigaron los diferentes flujos de trabajo presentes en los departamentos de diagnósticos por imágenes. Se efectuó un estudio de las principales funcionalidades de los sistemas de almacenamiento de informes y un estudio de los estándares DICOM SR, HL7 CDA y los perfiles de integración de IHE.

Para la generación de los artefactos de ingeniería se utilizó la herramienta Enterprise Architect, haciendo uso de BPMN y UML para el modelado del negocio, análisis y diseño. Además se emplearon las guías y prácticas de CMMI establecidas en el proceso de mejoras que se lleva a cabo en la universidad.

Su establecimiento en una institución hospitalaria, permitirá brindar una atención más rápida y eficaz a los pacientes que asisten a los departamentos de diagnósticos por imágenes, pues el médico contará con mayor cantidad de información de los estudios realizados. Además los informes podrán ser almacenados de forma segura y consistente por largos períodos de tiempo, permitiendo llevar un historial imagenológico del paciente.

Palabras claves: Almacenamiento de informe, diagnóstico por imágenes, arquitectura, DICOM SR, HL7 CDA, PACS, RIS.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1.1. Estándar DICOM	7
1.2. Estándar HL7.....	9
1.3. IHE	11
1.4. Sistemas para el Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Médicas	12
1.5. Sistemas de Información Radiológica	13
1.6. Interacción entre los sistemas HIS-RIS-PACS.....	14
1.7. Sistemas informáticos existentes.....	14
1.8. Tecnologías, herramientas y proceso de mejoras.....	18
1.9. Justificación de la selección.....	22
1.10. Conclusiones parciales	23
CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	24
2.1. Generación y almacenamiento de informes imagenológicos.....	24
2.2. Modelo de procesos del negocio	25
2.3. Especificación de requisitos de software.....	26
2.4. Sistema propuesto.....	32
2.5. Definición de Actores del sistema	33
2.6. Casos de Usos del sistema.....	33
2.7. Conclusiones parciales	36
CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	37
3.1. Estilos y Patrones arquitectónicos.	37
3.2. Patrones de Diseño	38
3.3. Definición de la Interfaz de comunicación.....	39
3.4. Modelo 4+1 vistas.....	42
3.5. Estrategia de transformación de DICOM SR a HL7 CDA R2	48
3.6. Conclusiones parciales	50

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISEÑO	51
4.1. Análisis	51
4.2. Diseño	54
4.3. Conclusiones parciales	59
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
BIBLIOGRAFÍA	67

INTRODUCCIÓN

Con la creación de las primeras computadoras electrónicas en la década de 1940, surge un nuevo campo dentro de la ciencia: la Informática. Esta ciencia aplicada abarca el estudio y aplicación del tratamiento automático de la información por medio de computadoras y se encuentra fuertemente atada al desarrollo de las tecnologías. Con el cursar de los años ha encontrado aplicaciones en numerosas áreas de la sociedad como las telecomunicaciones, la educación, el comercio, la medicina, entre otras. [1]

La aplicación de la informática y las comunicaciones al área de la salud, mediante el uso del software médico formando parte de las tecnologías sanitarias, es conocida como Informática Médica. Su objetivo principal es prestar servicio a los profesionales de la salud para mejorar la calidad y la eficacia de los servicios prestados a la sociedad. [2]

Tiene aplicación en todas las áreas de la medicina, como en laboratorios de análisis clínicos, dispositivos electrónicos para hacer mediciones, archivos de imágenes, software de gestión hospitalaria, manejo de turnos, historias clínicas, bases de datos de pacientes, entre otros. Por tales motivos, la informática médica es un campo multidisciplinario que acoge a profesionales de áreas como la Biomedicina, diversas ingenierías como la Informática y Sistemas, Telecomunicaciones, Electrónica, Administración y Gestión, entre otras. [3]

Algunas de las aplicaciones más conocidas de este campo de la informática se encuentran en la telemedicina, los sistemas de gestión hospitalaria, los registros clínico-electrónicos y el diagnóstico por imagen.

El desarrollo de los Sistemas de Información en Salud, las diversas arquitecturas y estilos que tomaron estos sistemas y la necesidad de su especialización para cubrir las necesidades crecientes de procesamiento de la información, provocaron el surgimiento de los llamados Sistemas Departamentales. Uno de los ejemplos más conocidos, son los Sistemas de Información Radiológica o RIS –*Radiology Information System*, por sus siglas en inglés—. Un RIS administra todo el flujo de trabajo del departamento de diagnóstico por imágenes, así como la gestión demográfica y clínica de los pacientes atendidos en el departamento.

La evolución de las técnicas de adquisición y diagnósticos por imágenes y el avance tecnológico de la informática, conllevó a la idea de crear un departamento de diagnóstico por imágenes prácticamente digital.

Aparejado al surgimiento y evolución de la radiología digital, surgen los Sistemas para el Almacenamiento y la Transmisión de Imágenes Médicas o PACS –*Picture Archiving and Communication System*, por sus siglas en inglés–, dedicados a la adquisición, almacenamiento, visualización y transmisión de imágenes médicas. El empleo de estos sistemas trae mejoras significativas en el funcionamiento de los departamentos de diagnóstico por imágenes, aumentando la eficiencia y la calidad en la atención médica brindada a los pacientes. La unidad central de información para el PACS, es el estudio imagenológico realizado, esto limita la posibilidad de seguimiento clínico de los pacientes, así como el acceso a los resultados de dichos estudios. [4]

Por ello, debido a la complejidad que encierra el flujo de trabajo de un departamento de diagnóstico por imágenes y con el objetivo de maximizar las posibilidades que brindan los PACS, se impuso la necesidad de su integración con un sistema. Este debe garantizar la gestión de toda la información que se maneja en los departamentos de diagnóstico por imágenes. Así los RIS se convirtieron en la solución informática que por excelencia acompaña a los PACS. [5]

Durante años, los RIS estuvieron desligados de los PACS; sin embargo, el incremento de la información y la necesidad del procesamiento y análisis de la misma, obligó a los fabricantes de Sistemas de Información para la Salud, a concebir una amplia gama de sistemas integrados con la capacidad de existir por separados, pero que a su vez concibieran en su flujo todos los procesos de los departamentos de diagnóstico por imágenes.

La existencia de un gran número de fabricantes de equipos de adquisición de imágenes médicas, provocó la diversidad en los protocolos de comunicación de equipos de un mismo tipo, haciendo necesaria la estandarización del manejo y la transmisión de las imágenes médicas entre los diferentes departamento de diagnóstico por imágenes. [6]

En el año 1983 la Asociación de Radiólogos Americanos o ACR –*American College of Radiologist*, por sus siglas en inglés–, conjuntamente con la Asociación Nacional de Empresas Eléctricas o NEMA –*National Electrical Manufacturers Association*, por sus siglas en inglés–, ambas de Estados Unidos, comienzan el desarrollo de un estándar, el cual sale a la luz 3 años más tarde, denominado *Digital Imaging and Communications in Medicine* –DICOM, por sus siglas en inglés–, actualmente en su versión 3.0.

Con el incremento de la infraestructura hospitalaria y las comunicaciones entre instituciones, se hizo evidente la necesidad de estandarizar la comunicación en todos los servicios médicos y garantizar, al igual

que lo hace DICOM, la comunicación e interoperabilidad entre sistemas informáticos de diferentes fabricantes. Esto conllevó a la implantación del estándar *Health Level 7* –HL7, por sus siglas en inglés–, para garantizar la comunicación a través de mensajes entre los diferentes sistemas que participan en la gestión hospitalaria. [7]

Cuba cuenta con equipos médicos de alta tecnología que permiten la obtención de imágenes de alto valor para el diagnóstico y con varios sistemas que implementan las funcionalidades de un PACS y un RIS. Entre estos se encuentran los sistemas: *alas PACS* (Sistema para el Almacenamiento, Transmisión y Visualización de Imágenes Médicas) y *alas RIS* (Sistema de gestión de información radiológica). Estos fueron desarrollados en la Universidad de las Ciencias Informáticas, por estudiantes y profesores del Grupo de Procesamiento Digital de Imágenes y Señales (GPI). Que actualmente es el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica. Estos sistemas se encuentran instalados en varios hospitales de Ciudad de la Habana y de la hermana República Bolivariana de Venezuela, así como en 26 Centros de Alta Tecnología de dicha nación.

En aras de solucionar las dificultades que subsistían a raíz de la implantación del sistema *alas PACS*, pues no se contaba inicialmente con un RIS que lo complementara y gestionara de esta forma toda la información referente a los pacientes, se desarrollaron algunos componentes que de forma independiente, resolvían parte de las problemáticas.

El sistema *CassandraClinic* “Sistema de gestión de información para clínicas imagenológicas”, permitía el manejo de la información general de los pacientes y el otorgamiento de citas. Su principal limitante era que estaba diseñado para una clínica esencialmente imagenológica y era una solución particular para el Hospital Cardiológico Infantil Latinoamericano “Dr. Gilberto Rodríguez Ochoa” de Caracas, Venezuela. Además poseía características de un sistema de gestión de información radiológica y de un sistema de gestión hospitalaria, sin llegar a cumplir totalmente con los requerimientos básicos de ninguno de ellos. [8]

Con la segunda versión del sistema *alas PACS* sale a la luz el sistema *CassandraXWeb* (actualmente discontinuado), que permitía el almacenamiento y acceso a los reportes radiológicos emitidos por los especialistas en los diferentes servicios diagnósticos que generan imágenes DICOM compatibles. A través de su interfaz web era posible realizar búsquedas de estudios realizados a pacientes por diversas vías, visualizar los reportes, permitiendo también su descarga en formatos imprimibles. [9]

Además de las funcionalidades descritas, el sistema era capaz de generar un informe estadístico sobre la cantidad de estudios realizados y pacientes atendidos. Era utilizado como herramienta para la investigación y docencia, pues permitía realizar búsquedas por codificadores de enfermedades y brindaba al especialista una hoja de cargo única por servicio. Aún con todas estas posibilidades, el sistema *CassandraXWeb* no era capaz de gestionar completamente el flujo de trabajo del departamento de diagnósticos por imágenes. Además, no permitía el registro de pacientes en el sistema, realizar un seguimiento clínico eficiente de los mismos, ni era posible manejar las citas. Ocasionando que la inserción de los datos de los pacientes en los equipos médicos continuara siendo manual. [10]

De esta forma surge la idea de un sistema que integrara todas las funcionalidades de los sistemas *CassandraClinic* y *CassandraXWeb* e incluyera las funcionalidades básicas propias de un RIS. Siendo esto el punto de partida para el desarrollo del sistema *alas RIS*.

Al tenerse instalado los sistemas *alas PACS* y *alas RIS* en un centro hospitalario, se garantiza la informatización de los procesos que se ejecutan en el departamento de radiología con la visualización, transmisión y almacenamiento de los estudios médicos realizados, así como la gestión de la información radiológica de los pacientes con la creación de una historia clínica imagenológica. Estos sistemas se comunican a través del envío de un informe con un formato único y general para todos los servicios de la institución. Este informe es creado en el sistema *alas PACS* y almacenado en el repositorio de reportes del sistema *alas RIS*. El repositorio es el responsable del almacenamiento de todos los informes radiológicos que se emitan en el centro hospitalario. Cada informe almacenado pasa a ser una hoja clínica dentro de la Historia Clínica Imagenológica del paciente.

El repositorio de reportes en sus inicios fue concebido como un complemento del sistema *alas RIS*, encargado del almacenamiento de los informes. Fue creciendo en funcionalidades e interoperabilidad y aunque no presentaba una arquitectura lo suficientemente extensible, se le siguieron adicionando funcionalidades, según las necesidades encontradas en las instituciones donde se realizaban las instalaciones.

Debido a que este repositorio no fue diseñado para permitir la gestión de informes especializados de cada servicio de la institución hospitalaria, no es posible la recepción, transcripción, dictofonía y almacenamiento de informes de este tipo. Esto provoca que los radiólogos no puedan incorporar un número importante de datos que son decisivos para lograr un diagnóstico eficaz en cada una de las especialidades.

Además, carece de mecanismos que garanticen su escalabilidad ante el incremento del flujo de información; esto potencia las probabilidades de que su rendimiento a largo plazo disminuya, algo que no debe suceder en sistemas como este, que son desarrollados para brindar un servicio ininterrumpido.

A esto se le suma que la información de configuración se encuentra fuertemente relacionada a la información médica almacenada, lo cual atenta contra la consistencia de los datos cuando se desean realizar operaciones de gestión de la configuración. Dicho sistema no tiene definida una interfaz de comunicación que le permita a otras aplicaciones, ya sean internas o externas a dicha institución hospitalaria, realizarle consultas y obtener así información que le sea útil.

La situación planteada anteriormente trae consigo el siguiente **problema científico**: ¿Cómo viabilizar la gestión y almacenamiento de los informes de estudios imagenológicos, en los departamentos de diagnósticos por imágenes de los centros hospitalarios?

Para darle solución a dicho problema se define como **objeto de estudio de la investigación**: El proceso de gestión y almacenamiento de los informes de estudios imagenológicos y como **campo de acción**: La gestión y almacenamiento de los informes de estudios imagenológicos, generados en los departamentos de diagnósticos por imágenes de los centros hospitalarios.

De ahí que el **objetivo general** de la presente investigación sea: Diseñar una Arquitectura que garantice la eficiente gestión y almacenamiento de los informes de estudios imagenológicos.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se trazaron las siguientes **tareas de la investigación**:

- Valorar las tendencias actuales y estándares de almacenamiento de informes imagenológicos, tomando posición al respecto.
- Modelar el flujo de trabajo relacionado con el almacenamiento de informes imagenológicos.
- Describir la especificación de los requerimientos funcionales del servidor de almacenamiento de informes imagenológicos.
- Definir la arquitectura para el servidor de almacenamiento de informes imagenológicos.
- Realizar análisis y diseño del servidor de almacenamiento de informes imagenológicos.

El trabajo está estructurado en cuatro capítulos que se describen a continuación:

- **Capítulo 1. Fundamentación teórica:** Se aborda lo relacionado con la fundamentación teórica que respalda este trabajo. Se plasman los resultados obtenidos del estudio de las principales tendencias actuales, estándares internacionales y funcionalidades básicas que utilizan los sistemas de gestión de información radiológica y los sistemas de almacenamiento y transmisión de imágenes digitales respectivamente, en el ámbito nacional e internacional.
- **Capítulo 2. Características del sistema:** Se exponen las características del sistema que se propone. Se incluye el modelado de los procesos del negocio, dependencias y relaciones con otros sistemas, se especifican los requisitos funcionales y no funcionales, así como la definición de los casos de usos.
- **Capítulo 3. Arquitectura del sistema:** Se detallan los patrones y estilos arquitectónicos que se usarán, se exponen las características de los patrones de diseño escogidos; se detallan los elementos que componen la interfaz de comunicación, así como la seguridad del sistema.
- **Capítulo 4. Análisis y diseño del sistema:** Se muestran y describen los diagramas de clases del análisis y del diseño, diagramas de interacción de los casos de uso para flujo principal y flujos alternativos, así como el modelo de datos.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente capítulo refleja los resultados del estudio de los estándares DICOM y HL7, una breve introducción de los diferentes perfiles IHE y se caracterizan los Sistemas para el Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Digitales, así como los Sistemas de Información Radiológica. Se presenta el estudio del arte de los sistemas que poseen características semejantes al propuesto, analizándose a nivel nacional, internacional y en la UCI. Son expuestas las tecnologías, herramientas, metodologías y lenguajes de modelado que se utilizarán en la elaboración de la solución propuesta.

1.1. Estándar DICOM

DICOM es el estándar industrial para la transmisión, tratamiento e impresión de las imágenes médicas digitales. Este estándar permite que distintos sistemas puedan interactuar en conjunto, mediante la especificación de normas para la manipulación, el almacenamiento, la impresión y la transmisión de información digital en la Imagenología Médica.

Los equipos médicos, en conformidad con DICOM, podrán generar imágenes con la capacidad de ser archivadas y visualizadas en un mismo PACS, sin importar la modalidad o el fabricante al cual pertenezcan. DICOM proporciona además una interfaz para la interacción de los PACS con los sistemas de información médica, a través de su integración con el estándar HL7. [11]

Actualmente el estándar se encuentra en la versión 3.0, aplicable en todas las esferas de las imágenes médicas. Este estándar pretende abarcar no solo la Radiología, sino también todos los *objetos imágenes* del campo de la medicina.

1.1.1. DICOM SR

DICOM Structured Report (DICOM SR) es una extensión del estándar DICOM, que especifica el almacenamiento de un reporte clínico en un documento estructurado de la siguiente forma:

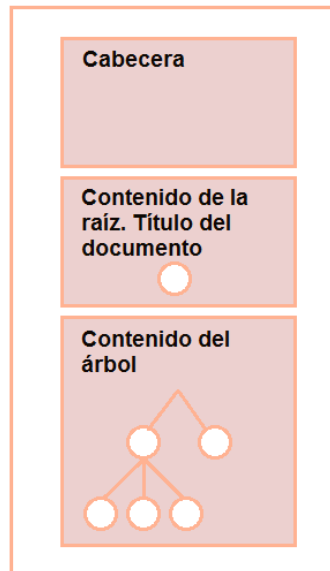


Figura 1. Estructura del DICOM SR.

La cabecera de un documento DICOM SR está compuesta por módulos que contienen fundamentalmente información del paciente, del estudio y propia del documento, algunos de estos datos son:

- ✓ Identidad del paciente.
- ✓ Identidad del médico que dicta el documento.
- ✓ Identidad de la persona que transcribe el informe.
- ✓ Identidad del médico que aprueba el informe.
- ✓ Fecha de aprobación del informe.
- ✓ Identidad de la institución propietaria del informe.
- ✓ Lista de imágenes del estudio médico.

El cuerpo del documento DICOM SR está contenido en el módulo SR Document Content. Este a su vez almacena las observaciones clínicas del especialista acerca del estudio realizado al paciente, así como el diagnóstico.

En el cuerpo del documento la información se encuentra organizada jerárquicamente mediante relaciones, formando un árbol de contenido. En el nodo raíz se ubica el título del documento, así como atributos que brindan información específica sobre el estudio y facilitan la comprensión del título.

El documento DICOM SR se encuentra abierto a cualquier tipo de información clínica que se desee almacenar y puede ser estructurado mediante plantillas o Definiciones de Información del Objeto –IODs, por sus siglas en inglés–, lo cual es evidencia del alto grado de flexibilidad que aceptan los SR. Un SR es identificado mediante un UID¹.

El SR no acepta texto plano, ya que puede contener errores, traer problemas de ambigüedad o simplemente no ser entendible. Para ello utiliza un Designador de Esquema de Código, que es un diccionario donde se encuentran cada una de las terminologías con su correspondiente código.

En el reporte estructurado la información se representa mediante una tripleta compuesta por:

- Código: Especifica el valor del término.
- Designador de Esquema de Código: Especifica el diccionario del cual proviene el valor del código.
- Significado del Código: Descripción entendible por cualquier persona del significado de la tripleta.

Además de la información clínica, DICOM SR alberga información que es útil para su gestión y mantenimiento como: su estado, por quién o quiénes fue aprobado, dónde y cuándo fue creado, desde dónde fue enviado, qué versión del documento se encuentra en uso, entre otros.

1.2. Estándar HL7

HL7 es una organización acreditada por la ANSI desde el año 1994, en la que participan prestadores de servicios de salud, desarrolladores de software, consultores, usuarios finales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. HL7 desarrolla estándares para minimizar las incompatibilidades entre sistemas de información en salud, permitiendo la interacción y el intercambio productivo de datos entre aplicaciones heterogéneas, independientemente de su plataforma tecnológica o de su lenguaje de desarrollo. [12]

HL7 define y publica especificaciones y protocolos para comunicar sistemas de información sanitarios, dispersos, diferentes y heterogéneos.

¹Unique IDentifiers (UID) lo que traducido al español significa identificador único.

²Join: Sentencia SQL que permite combinar registros de dos o más tablas en una base de datos relacional.

El estándar de mensajería HL7 –conocido también como estándar HL7–, es uno de los estándares desarrollados por esta organización. HL7 se ha convertido en el estándar de facto para el intercambio electrónico de datos clínicos y administrativos en los servicios de salud.

Actualmente se cuenta con la tercera versión de dicho estándar; en la misma se ha desarrollado un Modelo de Información de Referencia (RIM), que es la base del intercambio de información del nuevo estándar. En dicha versión, la estructura de mensajes se deriva estrictamente de la estructura de información expresada en el RIM y ciertos tipos de datos predefinidos, que conjuntamente conforman las semánticas necesarias. Esto permite una descripción semántica más rigurosa de los campos de datos, reduciendo la necesidad de análisis específicos por sitio y por lo tanto, disminuyendo los costes de implementación. [13]

1.2.1. HL7 CDA

Arquitectura Clínica de Documentos o CDA– *Clinical Document Architecture*, por sus siglas en inglés– fue desarrollada por la organización HL7 y forma parte de la versión 3 del estándar. CDA es un estándar de marcaje para definir la estructura y semántica de un documento clínico que se requiere intercambiar entre distintos sistemas.

Es además un objeto de información que puede existir fuera de un mensaje y contener textos, imágenes, contenidos multimedia y ser leído e interpretado por personas y sistemas. Los documentos CDA son codificados o basados en XML, derivan su significado de la RIM de HL7 y usan los tipos de datos de la versión 3 de HL7.

El principal objetivo de CDA es poder acceder y archivar toda la información médica incluyendo toda la información conocida como texto libre.

Este estándar define un documento clínico con las siguientes características:

- Persistencia.
- Administración.
- Potencial para la autenticación.
- Contexto.
- Integridad.
- Legibilidad.

Típicamente CDA utiliza formato XML, pero permite otros formatos como PDF, Word, entre otros, para implementaciones simples.

En mayo de 2005 es lanzado el CDA Release 2 (CDA R2). Este modelo es ricamente expresivo, lo que permite la representación formal de los estados clínicos como observaciones, la administración de medicamentos y los eventos adversos, de manera que puedan ser interpretados por un equipo. Por otra parte, CDA R2 ofrece una serie de opciones para su adopción, proporcionando un mecanismo para crear un documento no XML con el encabezado CDA o para crear un documento con un encabezado, estructura y secciones con contenido narrativo solamente. La intención es facilitar la adopción generalizada, proporcionando un mecanismo para la interoperabilidad semántica.

Un documento CDA R2 se estructura de la siguiente forma:

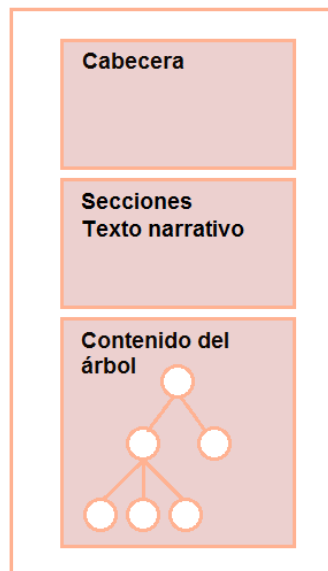


Figura 2. Estructura del HL7 CDA R2.

Un documento CDA tiene un encabezado y un cuerpo. El encabezado identifica, clasifica el documento y proporciona información sobre la autenticación, el paciente y los proveedores involucrados. El cuerpo contiene el informe clínico organizado en secciones y cada una de ellas tiene un texto narrativo que describe su contenido. La información almacenada se encuentra organizada jerárquicamente, formando un árbol de contenido.

1.3. IHE

Integrando las Empresas de Salud o IHE –*Integrating the Healthcare Enterprise*, por sus siglas en inglés– es una iniciativa de profesionales de la salud. Incluye colegios profesionales de médicos como el *American College of Cardiology* –ACC, por sus siglas en inglés–, sociedades científicas como la *Healthcare Information and Management Systems Society* –HIMSS, por sus siglas en inglés–, la *Radiological Society of North America* –RSNA, por sus siglas en inglés– y empresas proveedoras, entre otros. Fue creado con el objetivo de mejorar la comunicación entre los sistemas de información que se utilizan en la atención al paciente.

IHE no es un estándar ni una autoridad de certificación, es una definición de un lenguaje común para realizar la integración de sistemas de información sanitarios, de forma que se asegure la interoperabilidad entre ellos. [14]

IHE define perfiles de integración que utilizan estándares ya existentes para la integración de los sistemas, de manera que proporcionen una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente. IHE permite alcanzar el nivel de integración exigible en la era de la historia clínica electrónica. [15]

Los perfiles de integración IHE permiten gestionar de un modo efectivo el conjunto integrado de sistemas de información necesario para proporcionar una atención sanitaria eficaz y definen claramente cómo deben encajar todas las piezas, basándose en estándares aceptados globalmente. Cada perfil de integración IHE describe una necesidad clínica de integración de sistemas y la solución para llevarla a cabo. Define también los componentes funcionales (actores IHE), especificando con el mayor grado de detalle posible las transacciones que cada actor deberá llevar a cabo, basadas siempre en estándares como DICOM y HL7.

IHE pone al alcance del personal de la salud el uso de las últimas tecnologías sanitarias como medio para mejorar la calidad y la eficiencia de la atención médica. Aumenta la seguridad del paciente al garantizar la integridad de la información médica y reduce el tiempo empleado en la solución de problemas tales como la pérdida de datos y la aparición de estudios incongruentes. Esto optimiza el aprovechamiento de tiempo y proporciona al personal sanitario información bien estructurada sobre el paciente, de modo que la toma de decisiones médicas sea basada en la mejor información posible. [16]

1.4. Sistemas para el Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Médicas

El surgimiento del estándar DICOM propició el incremento de los PACS, que no son más que un conjunto de equipos, redes y sistemas informáticos dedicados a la transmisión, almacenamiento y visualización de las imágenes médicas.

Un PACS incluye entre sus componentes dispositivos para la adquisición de imágenes, unidades de almacenamiento, estaciones de visualización, computadoras y bases de datos, integrados a través de una red de comunicación, imponiendo a los productores de software nuevos retos en temas de velocidad de transmisión de la información y capacidad de almacenamiento. [17]

Gracias al estándar DICOM, los PACS pueden manipular imágenes de diversos tipos de equipos médicos, incluyendo ultrasonido, resonancia magnética, tomografía axial computarizada, densitometría ósea y rayos X.

La tarea fundamental de un PACS es mantener el flujo de las imágenes adquiridas en las diferentes modalidades. El PACS es el responsable de la adquisición de imágenes con alta resolución, vela por tener una gran capacidad de almacenamiento para dar soporte a la actividad imagenológica, brinda una red con un amplio ancho de banda, así como pantallas de alta definición para las estaciones de diagnóstico, entre otras capacidades como la posibilidad de centralizar el almacenamiento y diagnosticar en cualquier computadora que se encuentre conectada a la red de imágenes estudios de distintas modalidades, siempre y cuando posea un visor de imágenes médicas. [18]

El desarrollo de los PACS trajo consigo transformaciones en el esquema de funcionamiento de los departamentos de diagnósticos por imágenes, tales como el reemplazo de las llamadas placas radiológicas por el almacenamiento de las imágenes en discos duros, introdujo la tele consulta y permitió la inserción de la educación a distancia en el área imagenológica, mejorando significativamente la eficiencia y calidad de la atención que se les brinda a los pacientes.

1.5. Sistemas de Información Radiológica

La información radiológica proveniente de los equipos médicos, creó la necesidad de desarrollar sistemas informáticos que fueran capaces de gestionarla. Estos inicialmente eran muy simples, pero fueron evolucionando en funcionalidades, constituyéndose así los que hoy se conoce como RIS.

Un RIS administra todo el flujo de trabajo del departamento de diagnósticos por imágenes. Incluyendo la programación de citas, el registro de pacientes, el control y mantenimiento del estado de los equipos, la creación y distribución de informes y la gestión de las listas de trabajo de los especialistas y equipos médicos. Estos componentes se integran mediante una red de comunicaciones y un sistema de administración de datos. Además un RIS informatiza toda la actividad radiológica de un paciente, desde la

petición del estudio hasta el informe del mismo, pasando por la recogida de las incidencias y consumos que conlleva la realización de dicha exploración. [19]

Un RIS es un depósito de los datos del paciente y los informes y contribuye a la historia clínica electrónica del mismo.

1.6. Interacción entre los sistemas HIS-RIS-PACS

El PACS no es un ente aislado que recibe y distribuye imágenes. La interacción con el RIS es fundamental para el mejor aprovechamiento de las capacidades del PACS. El RIS proporcionará al PACS toda la información sobre las citaciones existentes. A su vez el PACS notificará al RIS que el estudio ha sido realizado y completado, para posteriormente proporcionar al radiólogo las imágenes de la exploración realizada, de forma que éste pueda elaborar el informe correspondiente en el RIS. Una vez finalizado este, el RIS envía una copia al PACS y la notificación de que el informe ha sido realizado. [20]

Un RIS es como la ficha del rompecabezas que integra las otras dentro de la gestión hospitalaria. Se comunica con el Sistema de Información Hospitalaria (HIS), y con todas las modalidades de exploración que están produciendo imágenes en formato DICOM, para mandarle a cada imagen información que la identifique, garantizando la unicidad del paciente y de los exámenes del mismo. [21]

1.7. Sistemas informáticos existentes

En la actualidad, el desarrollo de las tecnologías en el campo de la salud, específicamente en el área de la imagenología, ha conllevado al aumento del flujo de información en los departamentos de diagnósticos por imágenes. Muchos son los Sistemas de Información Radiológica desarrollados a nivel mundial que gestionan este proceso. Estas herramientas son muy recomendadas, pues su uso optimiza el trabajo en los servicios de radiología, así como la atención a los pacientes que acuden a los mismos.

1.7.1. En el Mundo

Uno de los sistemas más conocidos es **Kodak Carestream RIS**, que forma parte de la suite *Kodak Carestream Radiology Solutions*, desarrollada por la compañía *Carestream Health, Inc.* Esta compañía utiliza tecnologías de sistemas de información de Kodak diseñados para reducir la complejidad de las operaciones administrativas de radiología.

Algunas de sus principales características son:

- Alta flexibilidad para personalizar el sistema en función de los requisitos, para aprovechar las eficiencias de flujo de trabajo existentes.
- Funcionalidad DICOM y HL7 para la integración HIS-RIS.
- Repositorio para el almacenamiento de estudios e informes imagenológicos.
- Integración total con una amplia variedad de aplicaciones, herramientas, accesorios y periféricos de red que reducen las demandas del personal de las tecnologías de la información.

Kodak Carestream RIS tiene la desventaja de ejecutarse sólo sobre plataforma Windows y su licencia es privativa. [22]

Amicas RIS:

La compañía Amicas, especializada en el desarrollo de soluciones para la gestión de imágenes e información médica, presenta entre sus soluciones el sistema Amicas RIS. Esta solución presenta una capacidad extensiva de integración mediante HL7 con soluciones ya sean PACS, HIS, Historias clínicas electrónicas –EMR, por sus siglas en inglés– o aplicaciones de gestión de estadísticas.

Contiene un repositorio de reportes que gestiona la programación de todo el camino a través de flujos de trabajo de transmisión y aprobación de informes imagenológicos. Sólo se ejecuta sobre sistema operativo Windows y tiene licencia privativa. [23]

RISynergy:

La solución RISynergy fue desarrollada por *Swearingen Software, Inc.* con el objetivo de gestionar la información de los departamentos de diagnósticos por imágenes, más específicamente para mamografías. Se puede integrar mediante estándares como DICOM o HL7 con soluciones médicas como PACS y HIS, además de poder integrarse con software de reconocimiento de voz. Contiene un sistema de reportes que permite la gestión de procesos de informes personalizables en tiempo real y servicios de transcripción.

Presenta un sistema de autenticación por contraseña y reconocimiento biométrico. Tiene una arquitectura cliente-servidor y fue desarrollado en ASP.NET y lenguaje de programación Visual Basic.NET. Sólo se ejecuta sobre sistema operativo Windows y su licencia es privativa. [24]

7i Teleradiology Suite:

La empresa *7 Medical Systems, LLC* encargada de brindar servicios y soluciones médicas para la industria de la salud, desarrolló la suite de servicios *7i Teleradiology Suite*, que dentro de sus disímiles componentes especializados contiene el *7i OrderEntry RIS* y el *7i VoiceDictation*.

El *7i OrderEntry RIS* permite la entrada de pedidos enviados desde un HIS o EMR. Presenta un repositorio de reportes que utiliza formato DICOM para el envío y recepción de los mismos y combinado con el sistema *7i VoiceDictation*, especializada en el dictado y transcripción de informes, conforman una solución sólida y completa. [25] La principal desventaja es que sólo se ejecuta sobre plataforma Windows y su licencia es privativa.

ADS' RIS:

ADS' RIS fue desarrollado por *Advanced Data Systems Corporation*, corporación proveedora de soluciones electrónicas y servicios para la salud.

Este RIS presenta una serie de funcionalidades centradas en la gestión y almacenamiento de los informes radiológicos mediante la utilización de los estándares DICOM y HL7. Entre sus características más significativas se encuentra el servicio de reconocimiento de voz y transcripción automática, lo que permite un rápido informe de los estudios. Los informes presentan firma digital, lo que elimina cualquier intento de atentar contra la seguridad de los mismos. ADS' RIS sólo se ejecuta sobre sistema operativo Windows y presenta licencia privativa. [26]

CalsoftLabs RIS:

La solución *CalsoftLabs RIS* desarrollada por la empresa *CalsoftLabs*, con sede en Bangalore, India, se encarga de gestionar toda la información de los departamentos de diagnósticos por imágenes y entre sus principales características se encuentra la transcripción de los informes radiológicos, así como la gestión mediante estados *check-in* y *check-out* de los informes almacenados en el repositorio de reportes.

El repositorio presenta un sistema de firma digital para la recepción de los informes radiológicos, lo que elimina cualquier intento de atentar contra la seguridad de los mismos. Posibilita la integración con otras aplicaciones HIS mediante estándares DICOM y HL7. CalsoftLabs RIS sólo ejecuta sobre sistema operativo Windows y presenta licencia privativa. [27]

ClearCanvas RIS:

La empresa canadiense ClearCanvas desarrolla sus soluciones médicas de código abierto. Dentro de ellas se encuentra ClearCanvas RIS, que se distribuye bajo la licencia BSD. Es desarrollada bajo el *Clear Canvas Application Framework*, siguiendo los perfiles de integración IHE y se encuentra estrechamente relacionada con el ClearCanvas PACS, mediante la transmisión de DICOM SR del PACS hacia el repositorio de reportes del RIS. Este sistema es desarrollado en Visual Studio 2005 con el lenguaje de programación Visual C++.

Además brinda conectividad HL7 con otras aplicaciones. Algo curioso de esta solución es que no sigue la arquitectura típica de RIS y PACS, sino que busca la simplicidad y mejor experiencia de los radiólogos, con una aplicación de escritorio que fusiona las funcionalidades de ambos. [28]

Amrita RIS:

Amrita Healthcare Informatics Suite, es una plataforma multinivel implementada en Java por la empresa india *Amrita Technologies*, dedicada al desarrollo de soluciones empresariales para la salud. Esta suite incluye un HIS, un PACS y un RIS.

Este último, conocido como Amrita RIS, presenta una interfaz HL7 para la comunicación con sistemas externos e integración con PACS y EMR, además posee un repositorio de reportes imagenológicos. Tiene la ventaja de poder ejecutarse sobre sistemas operativos que soporten la plataforma Java, como Windows y Linux, aunque su licencia es privativa. [29]

1.7.2. En Cuba

En el ámbito nacional existen sistemas de información en salud altamente difundidos, como GalenLab y GalenHospital, desarrollados por la empresa Softel. Estos sistemas son los encargados de la gestión de la información generada en laboratorios médicos y servicios hospitalarios respectivamente. Pero ninguno de estos posee un repositorio para el almacenamiento de los informes de estudios imagenológicos.

La Universidad de las Ciencias Informáticas, cuenta con el Centro de Informática Medica (CESIM), integrado fundamentalmente por estudiantes y profesores de la facultad 7, dedicado al desarrollo de software para la salud, el cual ha tenido avances significativos en este sector.

Un ejemplo de esto es el sistema *CassandraXWeb*—actualmente discontinuado—, que se encargaba de gestionar los reportes radiológicos emitidos por los especialistas en los diferentes servicios radiológicos. A través de su interfaz web era posible realizar búsquedas de estudios por diversas vías, visualizar los reportes y descargar los mismos en formatos imprimibles.

Los sistemas foráneos mencionados, son altamente eficientes; esto se debe en gran medida a que poseen un repositorio de reportes bien definido, robusto y especializado, pero tienen la desventaja de que son propietarios y esto implicaría gastos considerables por concepto de adquisición del software y servicios técnicos. Además la mayoría de estos no son multiplataforma, ya que sólo se ejecutan sobre el sistema operativo Windows.

En el caso de los sistemas nacionales mencionados pertenecientes a la empresa Softel, ninguno cuenta con un repositorio de informes de estudios imagenológicos, por lo cual no cubren las necesidades de los departamentos de diagnósticos por imágenes de los servicios de salud. El sistema *CassandraXWeb* sí almacena informes de estudios imagenológico, pero no cuenta con la capacidad de gestionar la información radiológica de los departamentos de diagnósticos por imágenes, ni con la gestión de informes especializados de cada servicio de la institución hospitalaria, además este sistema actualmente se encuentra discontinuado.

Por las razones expuestas el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico de la Universidad de las Ciencias Informáticas en Cuba, desarrolló el primer RIS cubano, denominado *alas RIS*, que actualmente se encuentra en su versión 1.2.

El repositorio de informes imagenológicos de este sistema RIS, en sus inicios fue concebido como un repositorio de reportes encargado solamente del almacenamiento de los informes imagenológicos, pero dicho repositorio no cuenta con una arquitectura bien definida, no posee mecanismos que garanticen su escalabilidad ante el incremento del flujo de información, existe una alta dependencia entre la información de configuración y la información médica, además el repositorio no concibe la gestión de informes especializados, lo cual implica ineficiencias en el proceso de atención a los pacientes en los servicios radiológicos.

Para solucionar las deficiencias que tiene actualmente el repositorio de reportes imagenológicos del sistema *alas RIS*, la presente investigación se centrará en la definición de su arquitectura y en mejoras que permitan la gestión de informes especializados.

1.8. Tecnologías, herramientas y proceso de mejoras

En este apartado se detallan las tecnologías y herramientas a utilizar y se explica además el proceso de mejoras por el cual se rige el desarrollo del sistema.

1.8.1. Microsoft .Net Framework 2.0

.NET Framework es un proyecto de Microsoft para crear una plataforma de desarrollo de software con énfasis en transparencia de redes, con independencia de plataforma de hardware y sistema operativo y que permita un rápido desarrollo de aplicaciones. Éste ofrece una manera rápida, segura y robusta, de desarrollar aplicaciones, permitiendo una integración más rápida y ágil entre empresas y un acceso más simple y universal a todo tipo de información desde cualquier tipo de dispositivo. [30]

El marco de trabajo .NET soporta ya más de 20 lenguajes de programación. Esto hace posible desarrollar cualquiera de los tipos de aplicaciones soportados en la plataforma con cualquiera de los lenguajes soportados. Lo que elimina las diferencias que existían entre lo que era posible hacer con uno u otro lenguaje. [31]

1.8.2. Mono 2.6

Mono es el nombre de un proyecto de código abierto actualmente impulsado por Novell, como una implementación del .NET Framework de Microsoft y del estándar *European Computer Manufacturers Association* –ECMA, por sus siglas en inglés—. Tiene licencia GPL y actualmente funciona en GNU/Linux, FreeBSD, UNIX, Mac OS X, Solaris y plataformas Windows. Los paquetes que componen la distribución de la plataforma Mono tienen un compilador C#, un entorno virtual de ejecución (Mono Runtime) y un conjunto de librerías de clases que proporcionan diferentes funciones. [32]

1.8.3. C# 2.0

C# es un lenguaje de programación diseñado por Microsoft para crear una amplia gama de aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework.

Este combina los mejores elementos de múltiples lenguajes de amplia difusión como C++, Java o Visual Basic, manteniendo la expresividad y elegancia de estos. Su objetivo principal es combinar la potencia de lenguajes como C++ con la sencillez de lenguajes como Visual Basic y que además la migración a este lenguaje por los programadores de C/C++/Java sea lo más inmediata posible. Es simple, moderno, fuertemente tipado y orientado a objetos. [33]

1.8.4. Visual Studio 2008 Team System

Visual Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado –IDE, por sus siglas en inglés– desarrollado por Microsoft. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J# y Visual Basic.NET, así como tecnologías, dentro de las que se encuentran ASP.NET, *Windows Presentation Foundation* (WPF), *Windows Communication Foundation* (WCF) y *Windows Workflow Foundation* (WWF). Este permite a los desarrolladores crear aplicaciones de escritorio, aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. [34]

Visual Studio Team System es una variante de este popular IDE, está dirigida a grupos de desarrolladores, programadores y arquitectos de sistemas que trabajen de forma conjunta en un mismo entorno.

1.8.5. PostgreSQL 8.4

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientado a objetos (ORDBMS); publicado bajo la licencia BSD –esta licencia permite el uso del código fuente en software no libre–. Este sistema es desarrollado por la comunidad *PostgreSQL Global Development Group* (PGDG).

PostgreSQL tiene más de 15 años de desarrollo activo y se ha ganado la reputación de ser confiable y mantener la integridad de los datos. Se puede ejecutar en los sistemas operativos más utilizados incluyendo Linux, varias versiones de UNIX y Windows. Cumple la prueba ACID (Atomicidad, Consistencia, Integridad, Durabilidad) y tiene soporte completo para llaves foráneas, joins², vistas, subconsultas (incluyendo subconsultas en la cláusula FROM), triggers³, y procedimientos almacenados (en varios lenguajes). Incluye la mayoría de los tipos de datos de los estándares SQL92 y SQL99. También soporta almacenamiento de objetos grandes (imágenes, sonido y video). [35]

Tiene un consumo de recursos y una carga del sistema elevados. En cambio, debido a su arquitectura, consigue escalar muy bien al aumentar el volumen de información, ya que fue diseñada para soportar bases de datos de gran tamaño.

² *Join*: Sentencia SQL que permite combinar registros de dos o más tablas en una base de datos relacional.

³ *Triggers*: Procedimiento que se ejecuta cuando se cumple una condición establecida al realizar una operación de inserción, actualización o borrado en una base de datos relacional.

1.8.6. Modelo de calidad

CMMI

Capability Maturity Model Integration (CMMI) es un modelo de aseguramiento de la calidad que busca la mejora continua de las organizaciones mediante el análisis y re-diseño de los procesos que subyacen en la organización. Fue creado por el *Software Engineering Institute* (SEI) de la Universidad de Carnegie-Mellon y patrocinado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos. [36]

Proceso de mejoras

Actualmente la UCI está acometiendo un proyecto de mejora de sus procesos basado en el modelo CMMI. El proceso de mejora está encaminado a que la universidad alcance una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI. Este nivel es muchas veces el más difícil de alcanzar debido a que implica generalmente un cambio organizativo importante.

El Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica, teniendo en cuenta sus características, las experiencias acumuladas en los proyectos desarrollados y unido al proceso de mejora que se lleva a cabo en la universidad, centra sus objetivos para certificarse en el Nivel de Madurez Gestionado (nivel 2 de CMMI), específicamente en el área gestión de requisitos (área de REQM). Para ello toma como guía los libros:

- 0505 CICLO DE VIDA DE PROYECTOS PILOTOS DEL PROGRAMA DE MEJORA: Define el ciclo de vida que siguen los proyectos que están involucrados en el proceso de mejora.
- IPP-3510_2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos: Describe las actividades a realizar para obtener los requisitos del producto.

Ambos materiales tuvieron como base lo que define CMMI en su nivel 2 para el área REQM y el criterio de expertos, los cuales en su mayoría habían utilizado RUP como metodología de desarrollo.

1.8.7. Lenguaje de modelado

UML 2.1

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML), es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y

documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un plano del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. [37]

BPMN

La notación para el Modelado de Procesos de Negocio –BPMN, por sus siglas en inglés–, es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo (*Workflow*). Actualmente es mantenida por el *Object Management Group* (OMG). BPMN proporciona a los negocios la capacidad de entender sus procedimientos internos en una notación gráfica, facilitando a las organizaciones la habilidad para comunicar esos procedimientos de una manera estándar. [38]

Sus principales objetivos son:

- Proveer una notación que sea fácilmente entendida por todos los usuarios.
- Comunicar una amplia variedad de información a una amplia variedad de audiencias.

1.8.8. Enterprise Architect 7.5

Enterprise Architect es una herramienta creada por *Sparx Systems Pty Ltd.* para modelar y gestionar información compleja, diseñar y visualizar software, o construir y desplegar diversos sistemas. Abarca por completo el ciclo de vida de desarrollo de software, con herramientas que le proporcionan la modelización de negocio, diseño de software, ingeniería de sistemas, arquitectura corporativa, gestión de requerimientos, pruebas, entre otros. [39]

1.9. Justificación de la selección

Las tecnologías y herramientas a utilizar serán las mencionadas anteriormente, teniendo en cuenta que se encuentran especificadas en el Documento de Arquitectura del Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica y que fueron utilizadas en el desarrollo del sistema *alas PACS-RIS*, con el cuál debe integrarse el servidor de informes imagenológicos.

En cuanto a las versiones, se utilizará como plataforma de desarrollo el .NET Framework 2.0, ya que las soluciones desarrolladas en él son soportadas completamente por la última versión de la plataforma Mono

(versión 2.6). Como entorno de desarrollo se utilizará el Visual Studio 2008 Team System con lenguaje de programación C# 2.0. El gestor de bases de datos a utilizar será el PostgreSQL 8.4.

Como herramienta de modelado el Enterprise Architect 7.5 Corporate Edition, con lenguaje de modelado BPMN para el modelado del negocio y UML 2.1 para el modelado de las restantes etapas de desarrollo del software.

1.10. Conclusiones parciales

En este capítulo se abordó acerca de los RIS existentes a nivel mundial y específicamente en Cuba y su integración con los PACS para lograr un mejor funcionamiento de los departamentos médicos. Se evidenció en los RIS el uso de estándares como DICOM y HL7 y de perfiles de integración IHE. Según las restricciones de la aplicación y la política tecnológica de la Universidad, se definieron las herramientas, lenguaje de programación y tecnologías a utilizar en la implementación.

CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

En este capítulo se exponen las características del sistema que se propone. Se muestra el modelado de los procesos del negocio, dependencias y relaciones con otros sistemas, se especifican los requisitos funcionales y no funcionales y se definen los casos de usos del sistema.

2.1. Generación y almacenamiento de informes imagenológicos.

El proceso de emisión de informes imagenológicos consta de varios pasos. Para iniciar el proceso, un paciente debe haberse realizado un estudio imagenológico con anterioridad, este estudio puede llegar al especialista por varias vías; el cual procede a interpretarlo con el objetivo de emitir un diagnóstico concluyente de los hallazgos encontrados como resultado de la observación.

Comienza así el proceso de emisión de informes, que puede ocurrir de diversas maneras dependiendo de las tecnologías con que se cuenta. El especialista puede escribir personalmente el informe (en papel o digital), imprimirlo (en caso que sea digital) y firmarlo.

Es posible que se cuente con un servicio de transcripción, si es así el especialista solo escribiría una breve descripción de los hallazgos y los datos del paciente –en el reverso de la orden del complementario o en cualquier otro documento en formato digital o papel–. Posteriormente una transcriptor elaboraría un informe basándose en la descripción del especialista para que el mismo tenga la estructura definida por la institución. El especialista vuelve a revisar el informe, si está correcto lo aprueba, imprime –si es necesario – y lo firma. En caso contrario se lo entrega nuevamente a la transcriptor para que esta lo corrija según sus recomendaciones.

Puede darse el caso de que el especialista a medida que va interpretando el estudio –puede ser en el mismo momento que está realizando el complementario– dicta los hallazgos encontrados y al mismo tiempo la transcriptor escribe lo dictado para luego completar el informe. Posteriormente el especialista procede a revisar el informe transcrito, lo aprueba si es correcto, se imprime si es digital y lo firma. En caso contrario el especialista lo corrige o se lo entrega nuevamente a la transcriptor para que esta lo corrija según sus recomendaciones.

Puede ocurrir que el especialista dicte los hallazgos durante la interpretación del estudio a un dispositivo de grabación. Esta grabación es escuchada en otro momento para ser transcrita por el propio especialista o por

una secretaria transcriptor. En este último caso el especialista procede a revisar el informe transcrito, lo aprueba si es correcto, se imprime si es digital y firma el informe. En caso contrario el especialista corrige los errores o se lo entrega nuevamente a la transcriptor para que esta lo corrija según sus recomendaciones.

Una vez aprobado el informe por el especialista, es llevado por la secretaria al Departamento de Archivo, donde se almacenan las Historias Clínicas de los pacientes que se han atendido en dicho centro. El informe debe ser archivado en la Historia Clínica del paciente, pero antes de ello debe ser sometido a un riguroso chequeo y codificación para garantizar que no contenga errores, que todos los campos estén llenos y que tenga el formato correcto. Los formatos son predefinidos por la institución hospitalaria.

El informe es evaluado por una serie de parámetros donde cada uno equivale a una puntuación, para ser aprobado el informe debe tener un acumulado mínimo de puntos. Si es aprobado pasa al departamento de Codificación, en caso contrario se entrega nuevamente al servicio que lo emitió para que el especialista o la secretaria corrijan los errores. Este proceso ocurre tantas veces como sea necesario hasta que el informe quede aprobado.

El proceso de codificación se lleva a cabo en el Departamento de Codificación y se realiza en dependencia de la(s) patología(s) presente(s) en el informe. En este proceso la secretaria con ayuda del CIE-10 (Manual que contiene todas las codificaciones de las patologías conocidas) revisa cada informe y verifica que el especialista le haya asignado una codificación a la patología reportada en el informe. Si no la contiene la secretaria le asigna la codificación, en caso contrario, esta verifica contra el CIE-10 (codificador de enfermedades) que la codificación asignada por el especialista sea correcta; si no, la corrige.

Concluidos los procesos de chequeo y codificación el informe imagenológico pasa nuevamente al Departamento de Archivo, donde es archivado junto a la Historia Clínica del paciente. Estas se organizan en estantes por los últimos dos números del Carnet de Identidad del paciente y luego se organizan por meses y fecha de nacimiento.

2.2. Modelo de procesos del negocio

Un proceso de negocio es un grupo de tareas relacionadas lógicamente que se llevan a cabo en una determinada secuencia y manera y que emplean los recursos de la organización para dar resultados en apoyo a sus objetivos.

Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas y es usualmente el resultado de una reingeniería de procesos. El modelado de procesos es usado para capturar, documentar y rediseñar procesos de negocio.

A continuación se describen los principales procesos del negocio que fueron identificados y modelados, teniendo en cuenta las características del proceso de generación y almacenamiento de informes imagenológicos anteriormente descritas.

2.2.1. Proceso Almacenar Informes Imagenológicos

El proceso Almacenar Informes Imagenológicos inicia cuando una secretaria entrega un informe al Departamento de Archivo para almacenar el mismo. El informe es chequeado y enviado al Departamento de Codificación, donde es codificado y remitido nuevamente al Departamento de Archivo, pasando a formar parte de la Ficha Clínica Imagenológica del paciente.

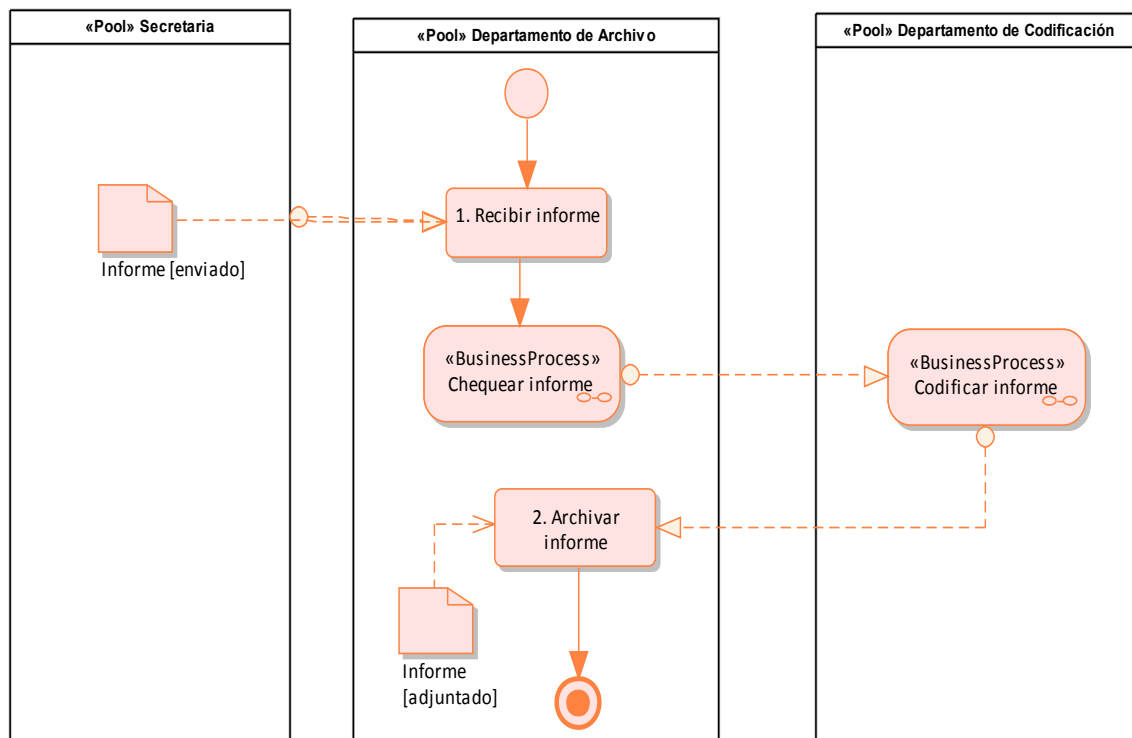


Figura 3. Diagrama del proceso Almacenar Informes Imagenológicos.

2.3. Especificación de requisitos de software

Un requisito de software es una condición o capacidad que necesita un usuario para resolver un problema o lograr un objetivo. Una condición o capacidad que tiene que ser alcanzada o poseída por un sistema o componente de un sistema para satisfacer un contrato, estándar, u otro documento impuesto formalmente. Puede ser además una representación documentada de una condición o capacidad. [40] Todas las ideas que los clientes, usuarios y miembros del equipo de proyecto tengan acerca de lo que debe hacer el sistema, deben ser analizadas como candidatas a requisitos.

Los requisitos se pueden clasificar en funcionales y no funcionales. Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir y los requisitos no funcionales son las propiedades o cualidades que el producto debe tener.

2.3.1. Requisitos Funcionales

Requerimiento	Descripción
Gestión de Informes	
RF 1.1 Realizar comprobación de estado.	Brindar servicio C-ECHO definido por el estándar DICOM 3.0, el cual permite comprobar la asociación entre los clientes reportadores y el servidor.
RF 1.2 Recepcionar informe.	Mediante el servicio C-STORE definido por el estándar DICOM 3.0, recepcionar los informes enviados por los clientes reportadores.
RF 1.3 Buscar informes.	Mediante el servicio C-FIND definido por el estándar DICOM 3.0, realizar búsquedas dinámicas en la base de datos del servidor, para localizar rápidamente los informes que están en el repositorio.
RF 1.4 Proveer informes al cliente reportador.	Mediante el servicio C-MOVE definido por el estándar DICOM 3.0, enviar informes al cliente reportador en formato DICOM SR a partir de una solicitud realizada, teniendo en cuenta los criterios de selección.
RF 1.5 Proveer informes al sistema RIS.	Enviar informes al sistema RIS en formato HL7 CDA una vez el informe sea aprobado.
RF 1.6 Validar archivo DICOM SR recibido.	Chequear que el archivo recibido sea de modalidad SR, su estado esté definido y contenga un título que lo identifique.

RF 1.7 Almacenar el informe en directorios físicos.	Almacenar físicamente en una estructura jerárquica de directorios los componentes (DICOM SR y audio) del informe recibido y chequeado.
RF 1.8 Indexar en la base de datos la información básica del informe.	Almacenar en la base de datos la información útil para la realización de búsquedas y gestión de los informes almacenados físicamente en el repositorio.
RF 1.9 Eliminar informe.	Tipo de acción de mantenimiento, que elimina una determinada cantidad de informes (los más antiguos, más grandes) almacenados en el servidor y su referencia en la base de datos.
RF 1.10 Notificar al sistema RIS.	Enviar una notificación al sistema RIS ante la ocurrencia de un evento sobre los informes recepcionados, ya sea su almacenamiento o eliminación.
Aseguramiento y Autonomía	
RF 2.1 Administrar servicio.	Permitir iniciar, detener y reiniciar el servicio.
RF 2.2 Conocer el nivel de carga del CPU.	Obtener datos sobre el nivel de carga del CPU, para tomar decisión con respecto al número de recepciones simultáneas que se pueden realizar.
RF 2.3 Monitorear por el espacio del repositorio de informes.	Se hace necesario monitorear el espacio disponible del repositorio de imágenes o bandeja de entrada del servidor, para poder advertir o notificar situaciones críticas.
RF 2.4 Emitir alerta ante situación crítica de poco espacio disponible.	Notificar mediante alertas que el espacio disponible del repositorio de informes es menor que determinado valor.
RF 2.5 Ejecutar respuesta de situación crítica.	Ejecutar la acción que se haya configurado como respuesta a la situación crítica que ha tenido lugar.
RF 2.6 Registrar en log suceso ocurrido.	Cada evento sucedido o acción ejecutada se debe guardar en un archivo <i>log</i> . Estos sucesos deben ofrecer los datos suficientes para su entendimiento y reconstrucción de las condiciones bajo las cuales

	ocurrió.
Gestión de Configuración	
RF 3.1 Gestionar ruta de almacenamiento de los informes.	Gestionar la ruta física donde se almacenarán de forma jerárquica los informes (archivos DICOM SR y audio).
RF 3.2 Gestionar la información de los clientes reportadores.	Gestionar la información de los clientes reportadores que tienen acceso para comunicarse con el servidor, siguiendo la norma del estándar DICOM 3.0, donde se define la forma en que los clientes pueden hacer Query/Retrieve. La información que se gestionará será el ApplicationEntityTitle del cliente, así como el IP, dirección MAC, puerto por el que se comunicará, grupo al que pertenece y rol que desempeña.
RF 3.3 Salvar configuración del sistema.	Los datos de configuración son salvados y cargados al sistema.
RF 3.4 Especificar situaciones críticas y sus respuestas.	Configurar el espacio límite, la respuesta a ejecutar cuando se llegue a este valor y el criterio de selección de los informes sobre los cuales tendrá lugar la respuesta.
RF 3.5 Gestionar grupos de clientes reportadores.	Gestionar los diferentes grupos a los cuales pertenecerán los clientes reportadores.

Tabla 1. Requisitos Funcionales.

2.3.2. Requisitos no Funcionales

Requerimiento	Descripción
RNE 1 El tiempo de respuesta de las búsquedas debe ser breve. Igual o inferior a 0.1 segundos.	El sistema debe de estar diseñado de forma tal que sea capaz de responder rápidamente cualquier solicitud de búsqueda.
RNE 2 El tiempo de obtención de informes debe ser breve. Igual o superior a 2 informes por segundo en informes de tamaño medio de 512	El sistema debe tener un diseño y arquitectura que le permita enviar a los clientes reportadores la mayor cantidad de informes en el menor tiempo posible.

KB.	
RNE 3 El tiempo de almacenamiento de informes debe ser breve. Igual o superior a 2 informes por segundo en informes de tamaño medio de 512 KB.	El sistema debe tener un diseño y arquitectura que le permita almacenar la mayor cantidad de informes en el menor tiempo posible.
RNE 4 El sistema debe ser escalable.	El sistema debe conservar su eficiencia sin importar la cantidad de datos que gestione.
RNE 5 Soportar al menos 10 clientes simultáneamente.	El sistema debe ser capaz de soportar como mínimo 10 clientes realizando peticiones simultáneamente.
RNFO: 1 Sistema operativo Windows Server 2003 SP2; GNU/Linux Debian 5 o GNU/Linux OpenSuse.	Se recomienda el uso del sistema operativo Windows Server 2003 SP2, aunque como requerimiento mínimo se puede tomar Windows XP SP2. Si se desea utilizar un sistema operativo libre, se recomiendan Debian 5 u OpenSuse de GNU/Linux.
RNFO 2 .NET Framework 2.0 o Mono 2.6.	Si el sistema operativo del ordenador que vaya a fungir como servidor de ficheros es Windows, instalar Framework.Net 2.0. Si el sistema operativo es Linux instalar Mono 2.6.
RNFO 3 Gestor de bases de datos PostgreSQL 8.4.	Instalar PostgreSQL 8.4 en el ordenador que vaya a fungir como servidor de base de datos.
RNFO 4 Memoria RAM de 1GB mínimo.	Memoria RAM mínima requerida para que el sistema funcione correctamente.
RNFO 5 Procesador: Intel Pentium Dual Core a 2.2GHz.	Procesadores con mínimo de frecuencia requerida para que el sistema funcione correctamente.
RNFO 6 Disco Duro: 500GB.	Dispositivo de almacenamiento donde los informes serán guardados, con capacidad variable en dependencia de las necesidades de la institución.
RNFO 7 Tarjeta de red.	Cualquier tarjeta de red que permita al equipo conectarse

	a la red de la institución hospitalaria.
RNS 1 Servicio escuchando por el puerto 104.	Puerto definido para la escucha de las solicitudes de los clientes reportadores.
RNS 2 Enviar los informes a los clientes por los puertos especificados en la configuración.	El sistema debe enviar los informes a los clientes reportadores por los puertos definidos por el Administrador.
RNS 3 Implementar el estándar DICOM 3.0 soportando el protocolo TCP/IP.	El sistema debe establecer la comunicación DICOM mediante los protocolos TCP/IP.
RNS 4 Deberán registrarse todos los sucesos y errores de forma persistente y detallada.	El sistema debe registrar en un archivo <i>log</i> , cualquier suceso o error que ocurra en la comunicación, almacenamiento o notificación al sistema RIS.
RNS 5 Deben estar especificados los roles de los clientes reportadores, así como los niveles de acceso de estos en la base de datos.	Debe lograrse la seguridad en la base de datos, definiendo los roles de los clientes reportadores y niveles de acceso a las tablas.
RNDI 1 Utilizar para el desarrollo del sistema el lenguaje de programación C# 2.0.	El sistema debe ser desarrollado con el lenguaje de programación C# 2.0, el cual permite obtener como resultado productos robustos, estables y seguros.
RNDI 2 Utilizar como lenguaje de consultas en la base de datos PL/pgSQL.	Las consultas de la base de datos deben estar implementadas con el lenguaje PL/pgSQL, el cual brinda una alta eficiencia en las consultas y seguridad a la base de datos.
RNIU 1 Poseer interfaz gráfica para la configuración.	El sistema debe permitir la configuración del mismo a través de una interfaz gráfica, independientemente del sistema operativo en el que esté instalado.
RNIU 2 La interfaz de configuración debe tener un diseño sencillo.	La interfaz de configuración debe tener un diseño minimalista y aprovechar todos los espacios disponibles.
RNI 1 El sistema debe proveer un servicio para que otros sistemas puedan comunicarse con él.	El sistema debe proveer un servicio ejecutándose continuamente para atender las solicitudes de los clientes

	reportadores.
RNF 1 El sistema debe estar ejecutándose continuamente.	El sistema debe estar ejecutándose continuamente, ya que debe garantizar la disponibilidad de los informes a los especialistas cuando ellos lo necesiten.
RNU 1 La configuración debe poder preservarse de una instalación a otra.	El sistema debe poder guardar la configuración de forma que esta pueda ser portable y así aplicarse a otras instalaciones.
RNU 2 Facilidad de configuración del servidor.	La interfaz debe estar diseñada de forma tal que exista un mínimo de pasos para configurar cualquier parámetro del servidor.
RNL 1 El sistema debe tener la licencia del Departamento de Software Médico Imagenológico instalada.	Para poder ejecutar el sistema, este debe tener la licencia del Departamento de Software Médico Imagenológico.
RNL 2 El sistema debe tener instalada la licencia de MyDICOM.Net 5.x.	Para que el sistema pueda comunicarse con los clientes reportadores, este debe utilizar la librería MyDICOM.NET, la cual exige tener instalada su correspondiente licencia.

Tabla 2. Requisitos No Funcionales.

2.4. Sistema propuesto

Se propone el diseño de un servidor de ficheros, el cual será un componente del sistema *alas PACS* y tiene como objetivo la gestión y el almacenamiento de los informes en formato DICOM SR.

Este servidor recepcionará los informes en formato DICOM SR provenientes de los clientes reportadores, verificará la integridad de dichos informes para posteriormente almacenarlos en el disco duro. En caso de que el sistema *alas PACS* se integre con un sistema RIS y se habilite la comunicación con el mismo, el servidor notificará la ocurrencia de eventos como la recepción del nuevo informe y cambios en el estado del mismo. Si el informe almacenado tiene el estado “Aprobado”, el servidor debe convertir este fichero a formato HL7 CDA y enviarlo al RIS.

El servidor debe permitir a los clientes reportadores la búsqueda dinámica de los informes y su obtención.

Además debe brindar un servicio ininterrumpido y lograr un buen desempeño ante situaciones críticas como alta concurrencia de peticiones y mínimo espacio en disco duro. Para garantizar la seguridad, se asignarán permisos de envío o búsqueda a los clientes reportadores que se comunicarán con el sistema.

2.5. Definición de Actores del sistema

Luego de descritos los requisitos funcionales y no funcionales del software, es posible definir los actores que interactuarán con el sistema.

Actor	Acción del Actor
Cliente reportador	Sistema cliente reportador que puede hacer peticiones al sistema.
Administrador	Responsable de configurar y velar por el buen funcionamiento del servidor.
Sistema RIS	Sistema de Información Radiológica que se encuentra complementando al Sistema de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Médicas.

Tabla 3. Actores del Sistema.

2.6. Casos de Usos del sistema

Un caso de uso es un artefacto narrativo que describe, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Los diagramas de casos de uso representan gráficamente las funcionalidades del sistema y su interacción con los actores.

Un caso de uso puede ser definido como una secuencia de acciones, incluyendo variaciones, que el sistema puede ejecutar y que produce un resultado observable de valor para un actor que interactúa con el sistema.

[41]

2.6.1. Diagrama de Casos de Uso del sistema

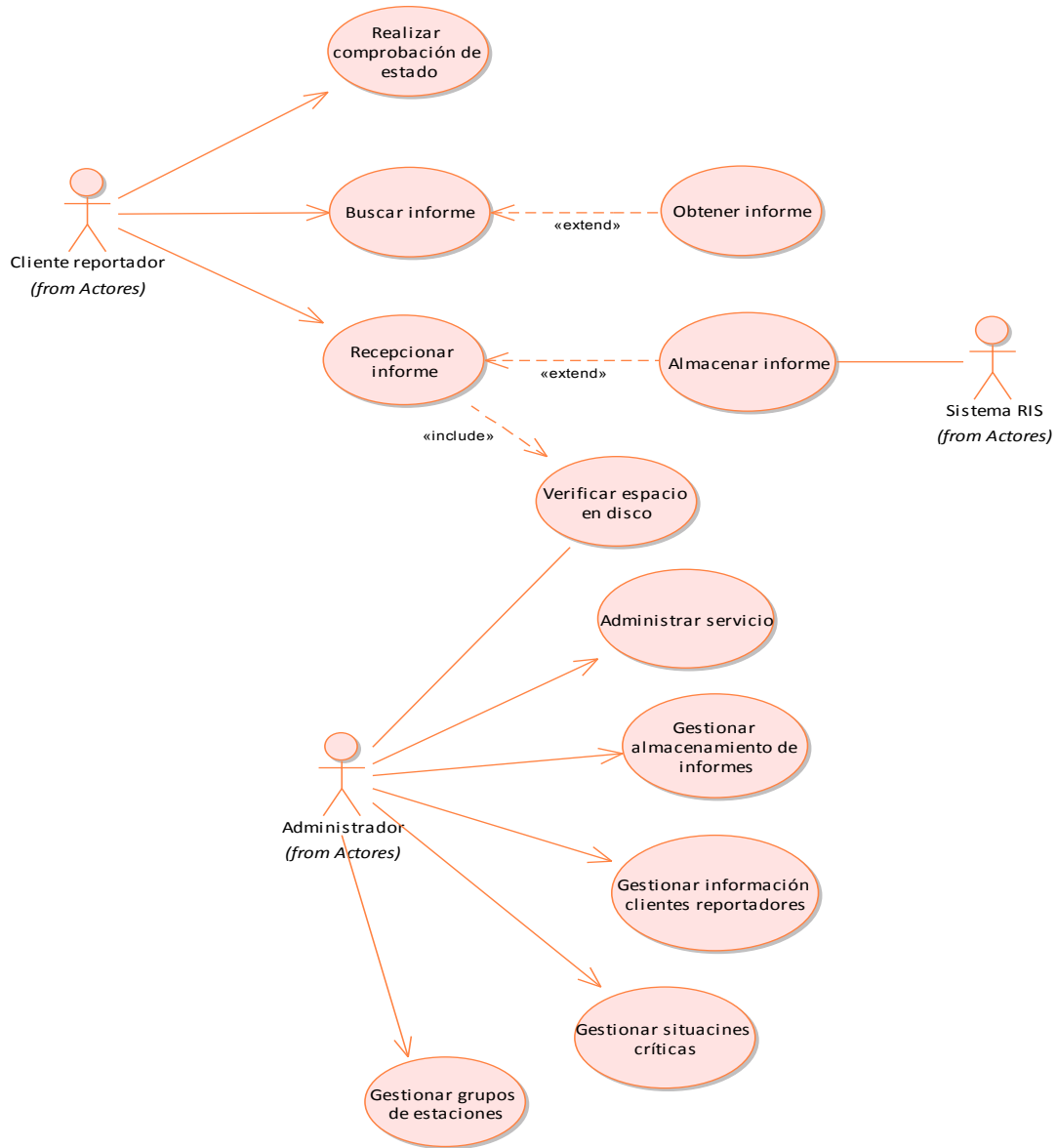


Figura 4. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

2.6.2. Descripción de los casos de uso del sistema

Las tablas a continuación muestran una breve descripción de los casos de uso presentes en el sistema.

CU-2	Buscar informe.
Actor	Cliente reportador.
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el cliente reportador envía una solicitud de búsqueda al servidor, agregando un criterio de selección, para que este busque los datos de los informes correspondientes y se los devuelva. Se registra el evento ocurrido.
Referencia	RF 1.3, RF 2.6
Prioridad	Crítico.

Tabla 4. Resumen del CU Buscar Informe.

CU-3	Obtener informe.
Actor	Cliente reportador.
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el cliente reportador envía una solicitud de obtención de informes, a partir de los resultados de la búsqueda. El sistema localiza los informes y se los envía al cliente reportador y al finalizar, notifica al mismo que han sido enviados. Se registra el evento ocurrido.
Referencia	RF 1.4, RF 2.6
Prioridad	Crítico.

Tabla 5. Resumen del CU Obtener Informe.

CU-4	Recepcionar informe.
Actor	Cliente reportador.
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el cliente reportador envía un informe al sistema para que lo almacene. Una vez recepcionado el informe se valida que tenga modalidad SR, su estado esté definido y contenga un título que lo identifique. Se registra el evento ocurrido.

Referencia	RF 1.2, RF 1.6, RF 2.2, RF 2.3, RF 2.6
Prioridad	Crítico.

Tabla 6. Resumen del CU Recepcionar Informe.

CU-5	Almacenar informe.
Actor	Cliente reportador. Sistema RIS.
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando se ha validado el informe y se comprueba que hay espacio en disco para almacenarlo. El sistema almacena físicamente el informe (archivo DICOM SR y archivo DICOM WAVEFORM) en una estructura jerárquica de directorios definidos en la configuración del sistema y posteriormente almacena en la base de datos la información útil de este informe para la realización de búsquedas y gestión del mismo en el repositorio. Una vez almacenado el informe se notifica al sistema RIS la recepción del mismo. Si el informe tiene estado aprobado se convierte a formato HL7 CDA y se envía al sistema RIS.
Referencia	RF 1.7, RF 1.8, RF 1.10
Prioridad	Crítico.

Tabla 7. Resumen del CU Almacenar Informe.

2.7. Conclusiones parciales

En este capítulo fueron especificados los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Se obtuvo el diagrama de casos de uso del sistema, lo que permitió determinar donde se debían concentrar los mayores esfuerzos del trabajo. Una vez generados estos artefactos, se está en condiciones de determinar la arquitectura del sistema.

CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La arquitectura del software trata de abstracciones, de descomposición y composición de estilos y estética. También tiene relación con el diseño y la implementación de la estructura de alto nivel del software.

Los diseñadores construyen la arquitectura usando varios elementos arquitectónicos elegidos apropiadamente. Estos elementos satisfacen la mayor parte de los requisitos de funcionalidad y rendimiento del sistema, así como otros requisitos no funcionales tales como confiabilidad, escalabilidad, portabilidad y disponibilidad del sistema. [42]

En este capítulo se proponen los estilos y patrones arquitectónicos que se utilizarán en la arquitectura del sistema, se definen además las interfaces de comunicación y se detalla el modelo 4+1 vistas.

3.1. Estilos y Patrones arquitectónicos.

3.1.1. *Estilos Arquitectónicos*

Un estilo hace referencia al diseño, la forma y el aspecto que ostentan determinadas cosas.

Muchos son los estilos arquitectónicos en el ámbito de la informática difundidos actualmente, entre ellos vale destacar el estilo:

Arquitectura en Capas

Garlan y Shaw definen el estilo en capas como una organización jerárquica donde cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior. [43]

En un estilo en capas, los conectores se definen mediante los protocolos que determinan las formas de la interacción.

Muchas son las ventajas del estilo en capas. Primero que todo, el estilo soporta un diseño basado en niveles de abstracción crecientes, lo cual a su vez permite a los implementadores la partición de un problema complejo en una secuencia de pasos incrementales. En segundo lugar, el estilo admite muy naturalmente optimizaciones y refinamientos. En tercer lugar, proporciona amplia reutilización. Al igual que los tipos de datos abstractos, se pueden utilizar diferentes implementaciones o versiones de una misma capa en la medida que soporten las mismas interfaces de cara a las capas adyacentes. Esto da la posibilidad de definir

interfaces de capa estándar, a partir de las cuales se pueden construir extensiones o prestaciones específicas.

Por definición, los niveles de abajo no pueden usar funcionalidad ofrecida por los de arriba.

3.2. Patrones de Diseño

Un patrón es una descripción de un problema y su solución que recibe un nombre y que puede emplearse en otros contextos; en teoría, indica la manera de utilizarlo en circunstancias diversas. [44]

Un patrón de diseño expresa esquemas para definir estructuras de diseño (o sus relaciones) con las que construir sistemas de software.

A continuación se describirán brevemente los patrones de diseño que serán utilizados en la concepción del servidor de informes imagenológicos:

Patrones generales de software para asignación de responsabilidades (GRASP)

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, por lo que su utilización es la clave para un diseño exitoso.

A continuación se muestran las principales características de los patrones de asignación de responsabilidades GRASP.

- **Experto**

Con la utilización de este patrón se conserva el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. El comportamiento se distribuye entre las clases que cuentan con la información requerida, alentando con ello definiciones de clases sencillas y más cohesivas, que son más fáciles de comprender y mantener.

- **Creador**

El patrón Creador guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento. Brinda un soporte a un bajo acoplamiento –patrón que será descrito más adelante–lo que supone menos dependencias respecto al mantenimiento y mejores oportunidades de reutilización.

- **Bajo Acoplamiento**

El bajo acoplamiento es un principio que se debe tener siempre en cuenta durante las decisiones de diseño. Es un patrón evaluativo que el diseñador aplica al juzgar sus decisiones de diseño. Este patrón estimula asignar una responsabilidad de modo que no se incremente el acoplamiento. Soporta el diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios, y también más reutilizables, que acrecientan la oportunidad de una mayor productividad.

- **Alta Cohesión**

Con el uso de este patrón mejoran la claridad y la facilidad con que se entiende el diseño. Se simplifican el mantenimiento y las mejoras en funcionalidad. A menudo se genera un bajo acoplamiento. La ventaja de una alta cohesión es que soporta una mayor capacidad de reutilización, porque una clase muy cohesiva puede destinarse a un propósito muy específico.

- **Controlador**

Garantiza que la empresa o los procesos de dominio sean manejados por la capa de los objetos del dominio y no por la de la interfaz. Al delegar a un controlador la responsabilidad de la operación de un sistema entre las clases del dominio favorece la reutilización de la lógica para manejar los procesos afines del negocio en aplicaciones futuras.

3.3. Definición de la Interfaz de comunicación.

El servidor de informes imagenológicos contendrá como componente principal un servicio, el cual permitirá la comunicación con los clientes reportadores. Este puede variar su tipo en dependencia de la plataforma en que sea instalado el sistema. En el caso de un sistema operativo Windows, el servicio se ejecutará como un servicio de escritorio, mientras que en el caso de un sistema operativo Linux, el servicio se ejecutará como un *daemon* Linux.

En el campo de la imagenología, la mayoría de los sistemas informáticos exponen interfaces de comunicación DICOM, basados en los respectivos perfiles de integración IHE. Para lograr la comunicación del servidor de informes de estudios imagenológicos con los sistemas anteriormente mencionados, este deberá exponer una interfaz de comunicación DICOM, para ello, dadas las funcionalidades del sistema, se

deben implementar una serie de servicios definidos en el estándar DICOM 3.0. Dichos servicios se describen a continuación:

- C-ECHO: Permite la comprobación del estado del servidor.
- C-FIND: Permite la solicitud de búsquedas de informes imagenológicos y obtención de resultados al servidor de informes imagenológicos.
- C-MOVE: Permite solicitar al servidor la obtención de informes imagenológicos.
- C-STORE: Permite la solicitud de almacenamiento de informes imagenológicos al servidor.

Para realizar la comunicación entre los Clientes reportadores y el Servidor de informes imagenológicos, se deben ejecutar una serie de operaciones, las cuales son definidas en el capítulo 7 del estándar DICOM 3.0. Dichas operaciones se describen a continuación:

1. El cliente debe realizar una solicitud del servicio DICOM que quiere consumir.
2. El servidor envía una indicación al cliente para que consuma el servicio (se realiza la asociación entre el cliente y el servidor).
3. El cliente envía al servidor una respuesta para consumir el servicio (inicio de la transacción entre cliente-servidor).
4. El servidor recibe la respuesta y ejecuta las respectivas operaciones del servicio DICOM consumido.
5. Una vez completadas las operaciones, el servidor envía al cliente una respuesta de confirmación.
6. Se completa el servicio y finaliza la asociación entre el cliente y el servidor.

Para garantizar una mejor integración con los sistemas que podrán interactuar con el servidor de informes a través de los servicios antes mencionados, el diseño de la interfaz de comunicación DICOM será realizado bajo las normas de los perfiles de integración de IHE: *Simple Image and Numeric Report Integration Profile* (SINR) y *Reporting Workflow* (RWF). Estos perfiles definen escenarios y el flujo de operaciones que debe ejecutarse para cada uno de estos entre los Clientes Reportadores y el Servidor de Informes Imagenológicos. A continuación se ilustran dichos escenarios y sus correspondientes operaciones:

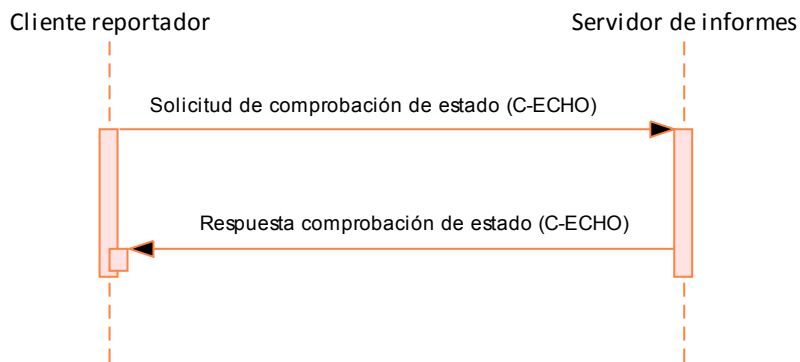


Figura 5. Escenario de comprobación del estado del servidor.

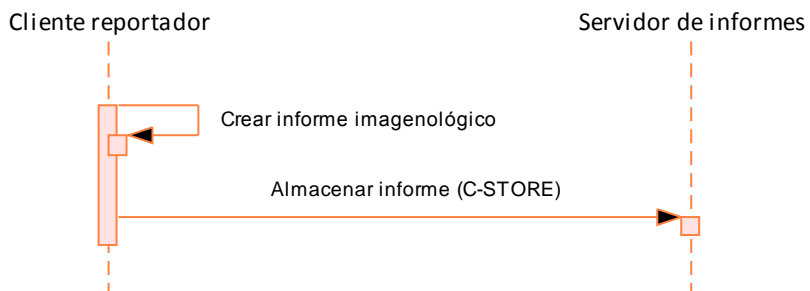


Figura 6. Escenario de almacenamiento de informes imagenológicos en el servidor.

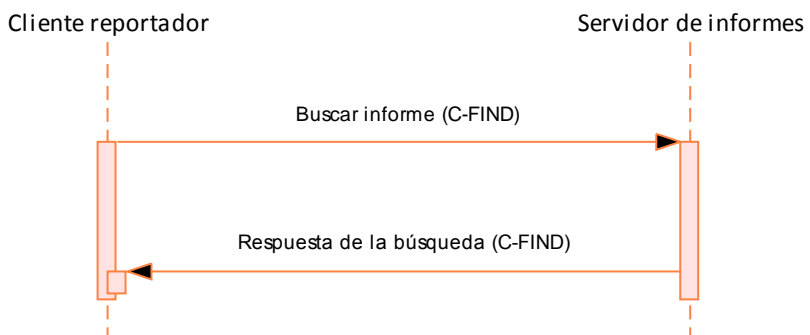


Figura 7. Escenario de búsquedas de informes imagenológicos y obtención de resultados.

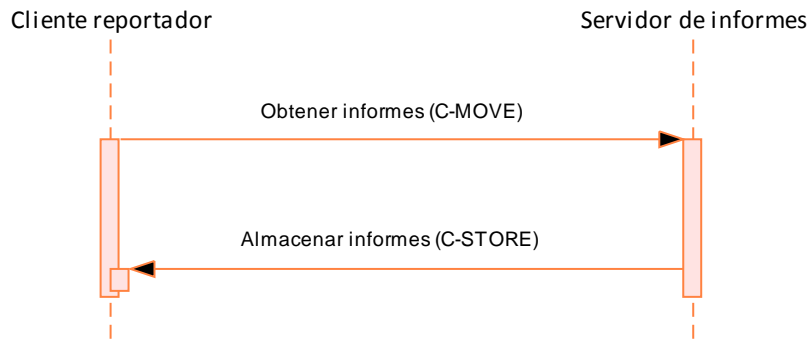


Figura 8. Escenario de obtención de informes imagenológicos.

Este servicio debe estar ejecutándose a tiempo completo para garantizar la disponibilidad de los informes siempre que se requiera.

Al realizarse la comunicación mediante servicios DICOM, se garantiza que la misma sea segura, ya que el estándar DICOM 3.0 define una serie de pasos, parámetros, protocolos y transacciones que deben ejecutarse a la hora de la comunicación entre los clientes reportadores y el servidor de informes imagenológicos. Además se establecerá un sistema de roles y grupos, a los cuales pertenecerá cada cliente reportador, donde se define qué informes serán visibles a estos y las operaciones que los mismos pueden realizar.

Para garantizar la concurrencia, el sistema al recibir una solicitud de asociación, verificará si el nivel de carga del CPU es adecuado para atenderla, en caso contrario guardará dicha solicitud en una cola de peticiones para atenderla una vez las condiciones sean las necesarias. De esta forma se garantiza la óptima estabilidad y rendimiento del sistema, evitando que el sistema colapse, algo que afectaría la disponibilidad de los informes imagenológicos.

3.4. Modelo 4+1 vistas.

El modelo 4+1 describe la arquitectura del software usando cinco vistas concurrentes. Tal como muestra la figura 2, cada vista se refiere a un conjunto de intereses de diferentes *stakeholders* del sistema.

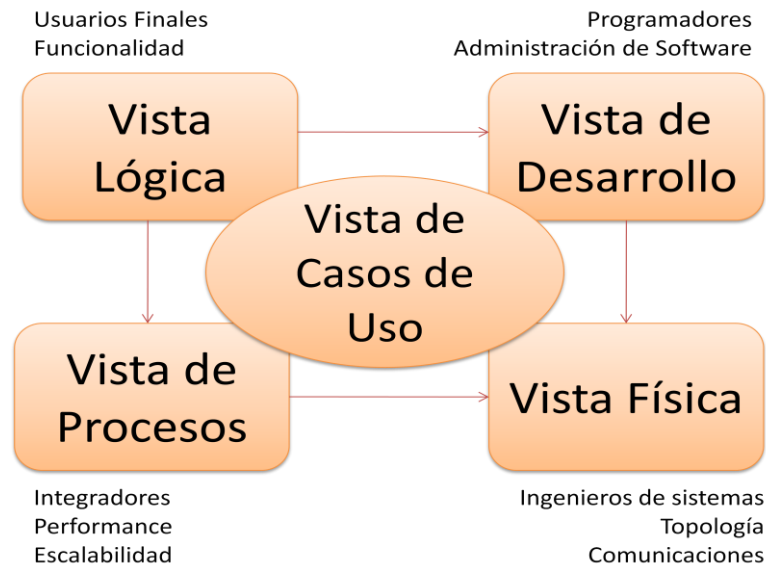


Figura 9. Modelo 4+1 vistas.

- La vista lógica describe el modelo de objetos del diseño, así como clases, diagramas de entidad-relación, entre otros.
- La vista de procesos describe los aspectos de concurrencia y sincronización del diseño.
- La vista física describe el mapeo del software en el hardware y refleja los aspectos de distribución.
- La vista de desarrollo describe la organización estática del software en su ambiente de desarrollo (librerías, componentes, entre otros).

Y una vista más, la "+1", que se muestra y traza en cada una de las anteriores y que está formada por las necesidades funcionales que cubre el sistema, y que en ocasiones se identifica como vista de Casos de Uso. [45]

La siguiente tabla detalla la relación entre las vistas y el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

VISTAS	UML
Casos de Uso	Diagrama de casos de uso
Lógica	Diagramas de clases, de estados y de colaboración
Desarrollo	Diagrama de componentes

Física	Diagrama de despliegue
Procesos	Diagramas de actividad, de estados y de secuencia

Tabla 8. Relación entre las Vistas y UML.

3.4.1. Vista de Casos de Uso

Esta vista representa un subconjunto del artefacto Modelo de casos de uso y lista los casos de usos o escenarios más significativos, con las funcionalidades centrales del sistema. Si el sistema se hace extenso entonces se debería organizar en paquetes, lo cual facilitaría la comprensión de la vista de casos de uso.

A continuación se muestra el diagrama de Casos de Uso arquitectónicamente significativos.

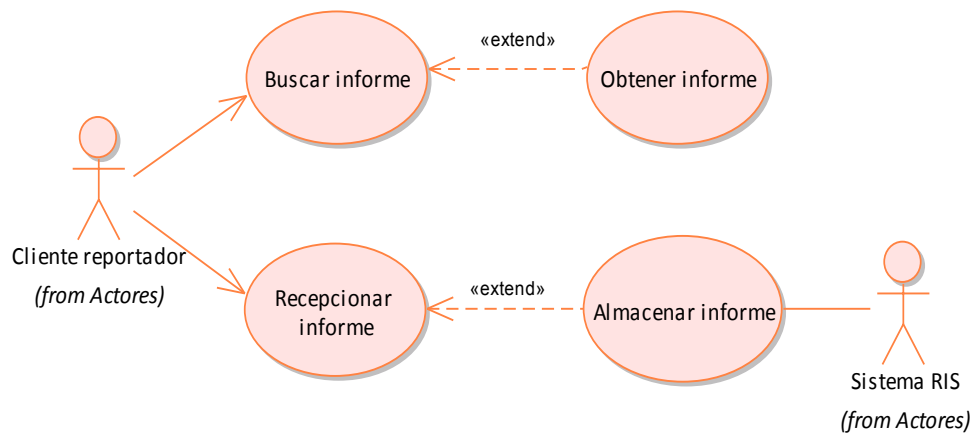


Figura 10. Diagrama CU arquitectónicamente significativos.

3.4.2. Vista Lógica

Esta vista representa un subconjunto del Modelo de diseño y presenta los elementos de diseño arquitectónicamente significativos. Describe las clases más importantes, su organización en paquetes y subsistemas y la organización de estos paquetes y subsistemas en capas. También describe los aspectos dinámicos de la arquitectura.

A continuación se muestran los paquetes y subsistemas identificados, distribuidos en las capas que se proponen para la aplicación.

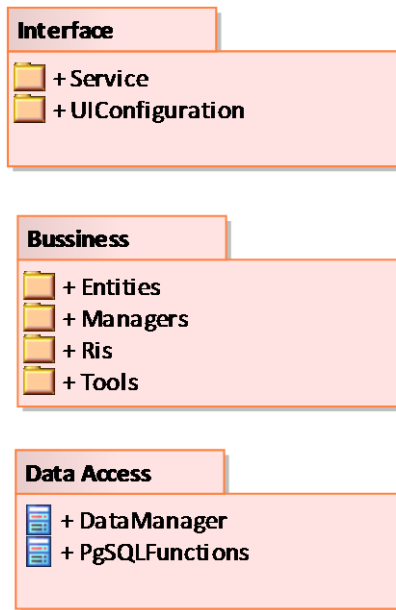


Figura 11. Capas de la vista lógica.

3.4.3. Vista de Desarrollo

El objetivo de la vista de desarrollo es capturar las decisiones arquitectónicas tomadas para la implementación. Esta contiene Diagramas de componentes que ilustran cómo se organizan los subsistemas en capas y jerarquías, lo cual es útil para asignar tareas de implementación a desarrolladores y equipos de desarrollo, evaluar la cantidad de código que se debe desarrollar, modificar o suprimir y tener en cuenta la reutilización a gran escala.

A continuación se presenta el Diagrama de componentes, donde se muestran los diferentes componentes que integran al sistema.

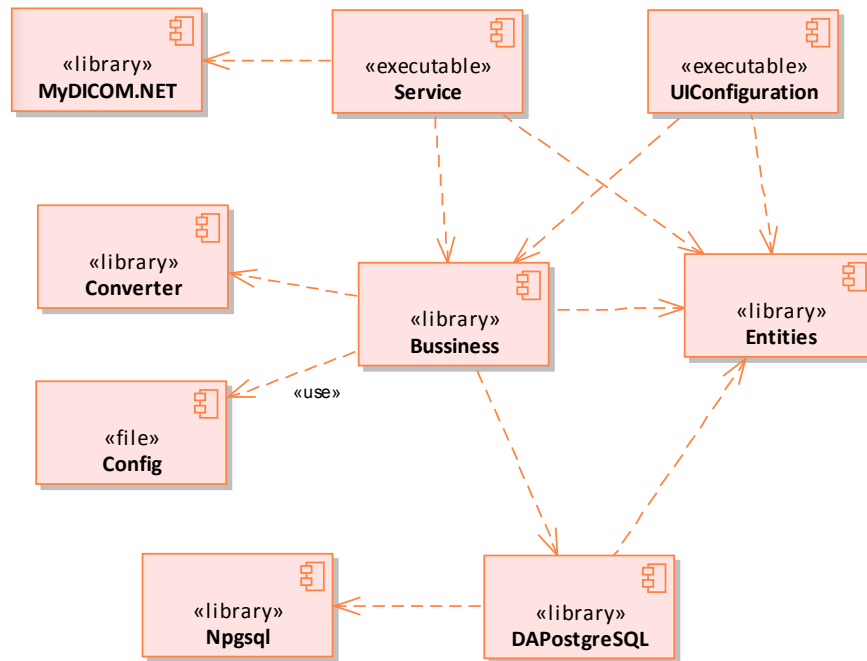


Figura 12. Diagrama de componentes.

Los principales componentes propuestos en los distintos subsistemas de implementación tienen las siguientes responsabilidades:

No.	Componente	Descripción
1.	Service	Servicio que se mantiene en escucha continuamente para atender peticiones de tipo C-ECHO, C-MOVE, C-FIND y C-STORE de los clientes reportadores.
2.	MyDICOM.NET	Componente que se encarga de realizar las operaciones de los servicios DICOM: C-ECHO, C-MOVE, C-FIND y C-STORE.
3.	Converter	Componente encargado de la conversión de los informes en formato DICOM SR a formato HL7 CDA R2.
4.	Bussiness	Componente que maneja el negocio de la aplicación.
5.	Entities	Contiene todas las entidades de la aplicación.

6.	DAPostgreSQL	Se encarga de la comunicación con el SGBD PostgreSQL 8.4
7.	Npgsql	Se encarga de las llamadas a funciones y transacciones definidas en la base de datos.
8.	UIConfiguration	Interfaz de usuario que le permitirá al Administrador configurar el sistema.
9.	Config	Archivo que almacena algunos elementos de la configuración del servidor de informes.

Tabla 9. Descripción de los componentes.

La estrategia de conversión de los informes en formato DICOM SR a formato HL7 CDA es un elemento que no deberá dejarse a un lado. El componente responsable de dicha conversión necesitará de mucho trabajo, para garantizar la compatibilidad con las diferentes versiones de los estándares relacionados. Deberá, además asegurar la extensibilidad y el fácil trabajo con los documentos.

3.4.4. Vista Física

Esta vista describe una o más configuraciones de redes físicas (hardware) donde el software está desplegado y ejecutándose.

A continuación se presenta el Diagrama de despliegue para el sistema que se propone.

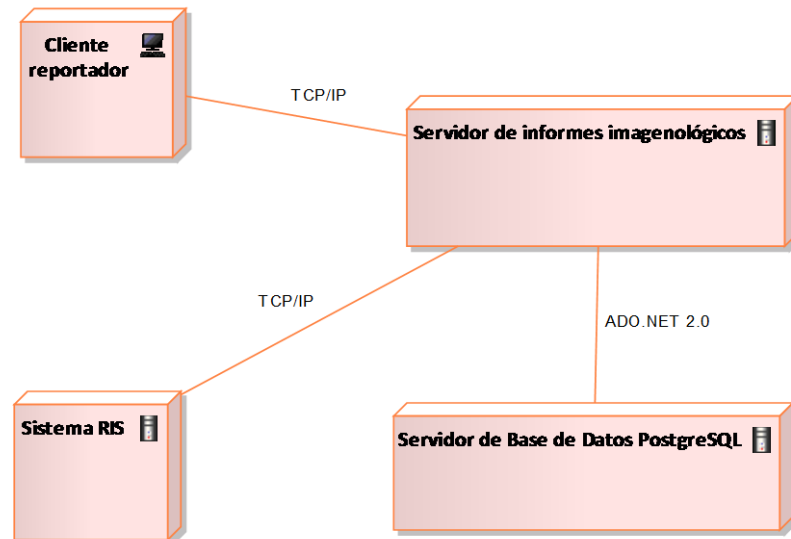


Figura 13. Diagrama de despliegue.

Nodo Cliente reportador: En estos nodos se desplegarán los Clientes reportadores que enviarán u obtendrán los informes, mediante peticiones al Servidor de informes imagenológicos.

Nodo Sistema RIS: Representa el sistema RIS integrado al sistema *alas PACS*, donde el Servidor de informes imagenológicos le notificará la recepción de un nuevo informe o le enviará un informe con estado aprobado.

Nodo Servidor de informes imagenológicos: Nodo donde se encuentra instalado el Servidor de informes imagenológicos. En este se almacenan de forma física dichos informes.

Nodo Servidor de Base de Datos PostgreSQL: Nodo donde se encuentra instalado el SGBD PostgreSQL 8.4. En este se almacenan los datos para la gestión de los informes imagenológicos.

3.5. Estrategia de transformación de DICOM SR a HL7 CDA R2

Con el lanzamiento de CDA R2, es más sencilla la exportación de formato SR a CDA. Se adicionaron suplementos al estándar DICOM 3.0 para la exportación de documentos DICOM SR a documentos CDA R2. Entre ellos se encuentran:

- Supplement 114: DICOM Encapsulation of CDA Documents (Encapsulación DICOM de Documentos CDA). [46]
- Supplement 135: SR Diagnostic Imaging Report Transformation Guide (Guía de Transformación de Informes de Diagnóstico Imagenológico del Reporte Estructurado). [47]

Además se definió en el Anexo X del capítulo 17 del estándar DICOM, la traducción por partes de un documento SR a uno CDA R2.

HL7 como organización que rige el estándar también provee esquemas CDA (plantillas XSD) como parte de su documentación.

En general los esquemas XML definen documentos XML y aportan un robusto mecanismo de validación de los mismos. A partir de su surgimiento se empezaron a desarrollar herramientas para traducir las definiciones dadas en los esquemas en sus equivalentes clases de la programación orientada a objetos. Bajo esta transformación es posible crear bibliotecas de clases que permitan la creación de mensajes a nivel de lenguajes de programación mediante la instanciación de las clases. [48]

En la tesis de maestría titulada “Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS” [49], se hace un exhaustivo análisis de estos elementos, sus ventajas y desventajas.

Una vez analizados estos elementos, se propone la siguiente estrategia para realizar la transformación de un documento DICOM SR a un documento HL7 CDA R2:

Utilizar los esquemas provistos por la organización HL7 en su documentación, para traducir las definiciones dadas en estos en sus equivalentes clases de la programación orientada a objetos. Mediante esta vía es posible crear bibliotecas de clases que permitan el mapeo de documentos DICOM SR y su transformación a documentos CDA R2, rigiéndose por lo especificado en el anexo y los suplementos mencionados.

Este proceso trae consigo los siguientes aspectos positivos:

- Permite la creación y validación de documentos CDA R2 mediante la instanciación de clases.
- Las clases al ser definidas a partir de los esquemas provistos por el estándar HL7, garantizan 100% de compatibilidad con el mismo.

- El proceso de desarrollo y definición del código fuente de las clases, da la posibilidad al servidor de incorporar y soportar otras formas de codificación y estándares.
- Supone un ahorro por concepto de importación de tecnologías.

A su vez, es importante señalar que la creación de documentos CDA R2 puede exigir una gran cantidad de código, debido al anidamiento de estructuras necesarias para proveer un mayor grado de robustez.

3.6. Conclusiones parciales

Las capas en las cuales será dividido el sistema fueron definidas gracias a los estilos y patrones arquitectónicos utilizados. La arquitectura del sistema fue definida en términos de componentes, subsistemas y clases que serán implementadas en cada nodo físico y las responsabilidades de las mismas.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISEÑO

En este capítulo se exponen los diagramas de clases del análisis y diseño que participan en la realización de los casos de usos arquitectónicamente significativos. Además se representa los distintos diagramas de colaboración y secuencia de dichos casos de usos. Se da una breve descripción de las clases Entidades y Controladoras empleadas y de las tablas de la Base de Datos.

4.1. Análisis

Durante el análisis, se analizan los requisitos que fueron descritos en la captura de requisitos, refinándolos y estructurándolos.

Aunque en el modelo de análisis hay un refinamiento de los requisitos, no se tiene en cuenta el lenguaje de programación a usar en la construcción, la plataforma en la que se ejecutará la aplicación, los componentes prefabricados o reusables de otras aplicaciones, entre otras características que afectan al sistema, ya que el objetivo del análisis es comprender perfectamente los requisitos del software y no precisar cómo se implementará la solución.

En la construcción del modelo de análisis se identifican las clases que describen la realización de los casos de uso, los atributos y las relaciones entre ellas. Con todo esto se construyen los Diagramas de Clases del Análisis que no son más que un artefacto en el que se representan los conceptos en un dominio del problema. Representa el funcionamiento del mundo real, no de la implementación automatizada del mismo.

Los diagramas de interacción también se desarrollan durante la fase de análisis, estos muestran gráficamente como los objetos se comunican entre ellos con el objetivo de dar cumplimiento a los requerimientos, y se dividen en diagramas de colaboración y diagramas de secuencia.

A continuación se muestran el diagrama de clases del análisis (figura 14) y el diagrama de colaboración (figura 15) correspondientes al Escenario: Recepcionar y almacenar informe de los CU Recepcionar informe y Almacenar informe.

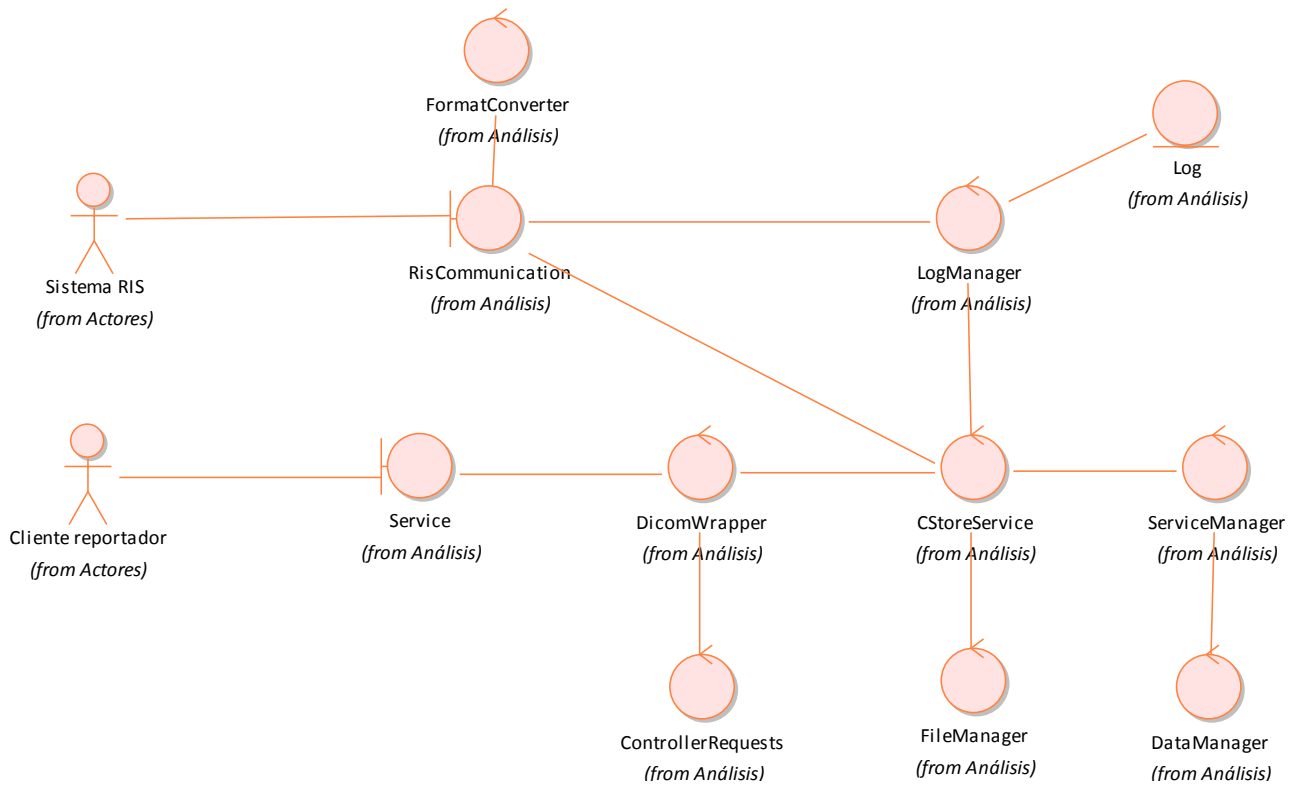


Figura 14. Diagrama de clases del análisis de los CU Recepcionar informe y Almacenar informe.

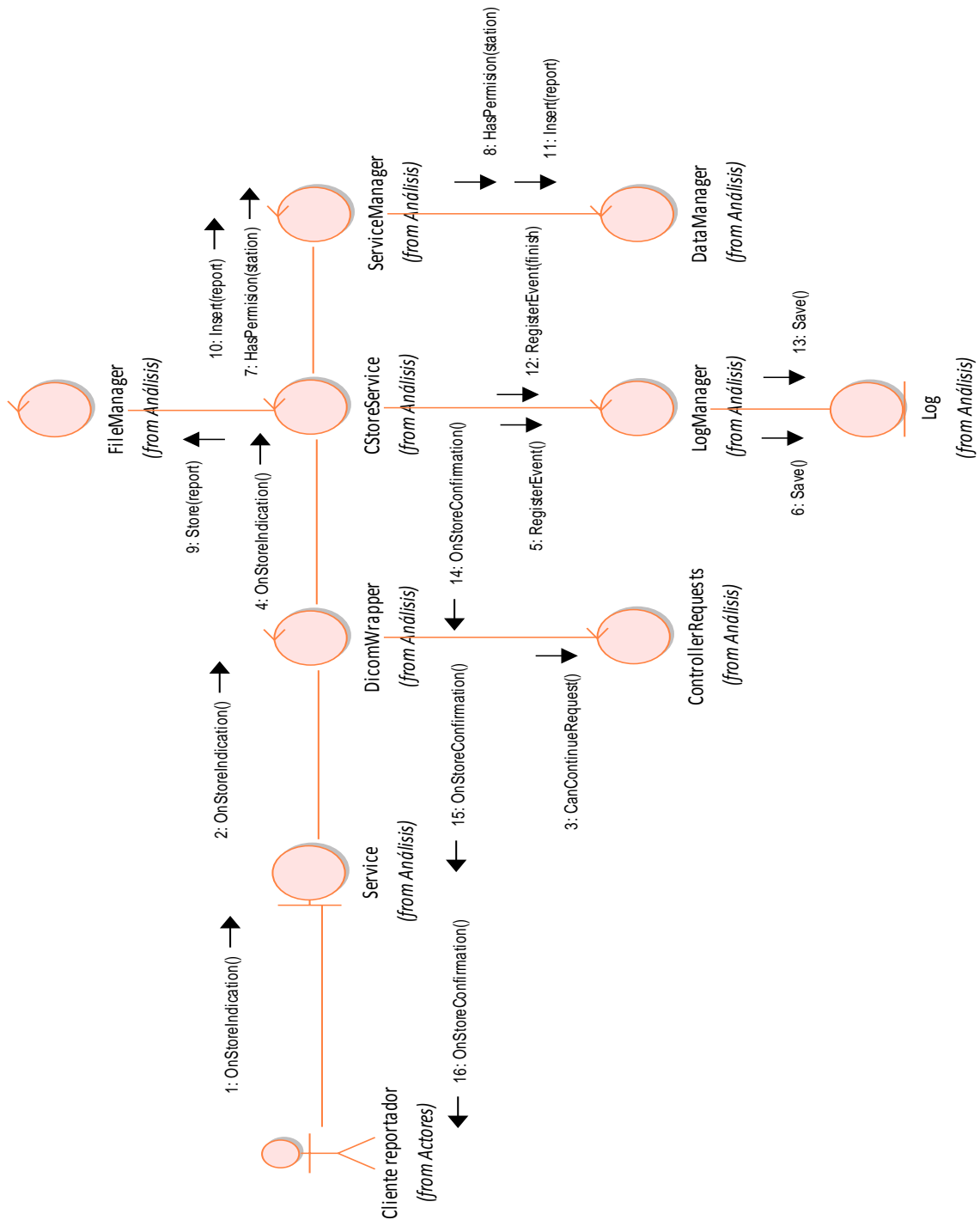


Figura 15. Diagrama colaboración de los CU Recepcionar informe y Almacenar informe (Escenario: Recepción y almacenamiento de informes).

4.2. Diseño

El diseño es un refinamiento del análisis que tiene en cuenta los requisitos no funcionales y cómo cumple el sistema sus objetivos. El artefacto más importante que se obtiene en la fase de diseño es el Diagrama de clases del diseño, el cual muestra las clases participantes en la realización de los casos de uso y sus atributos.

A continuación se muestran el diagrama de clases del diseño (figura 16) y el diagrama de secuencia (figura 17) correspondientes al Escenario: Recepcionar y almacenar informe de los CU Recepcionar informe y Almacenar informe.

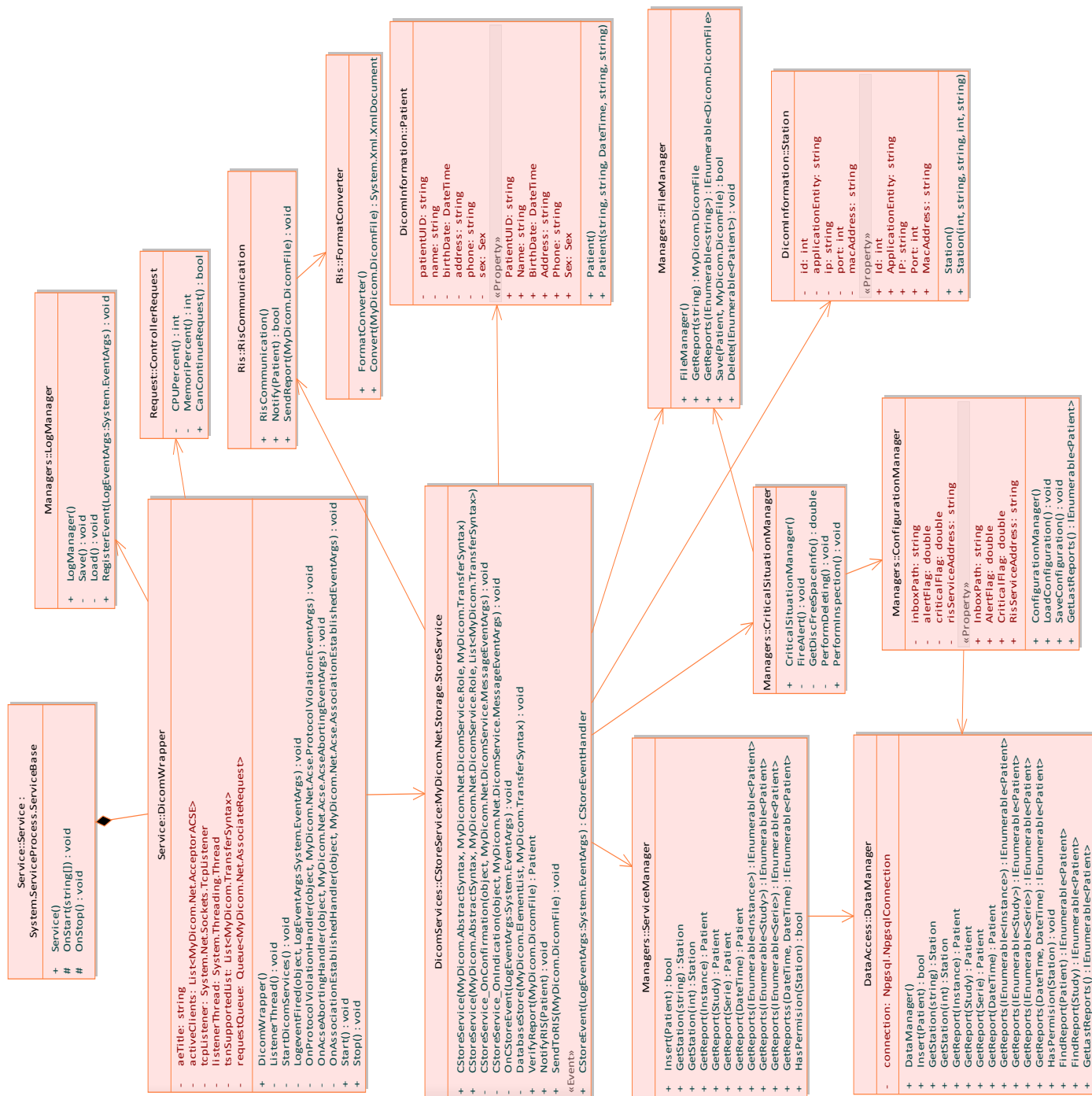


Figura 16. Diagrama de clases del diseño de los CU Receptor informe y Almacenar informe.

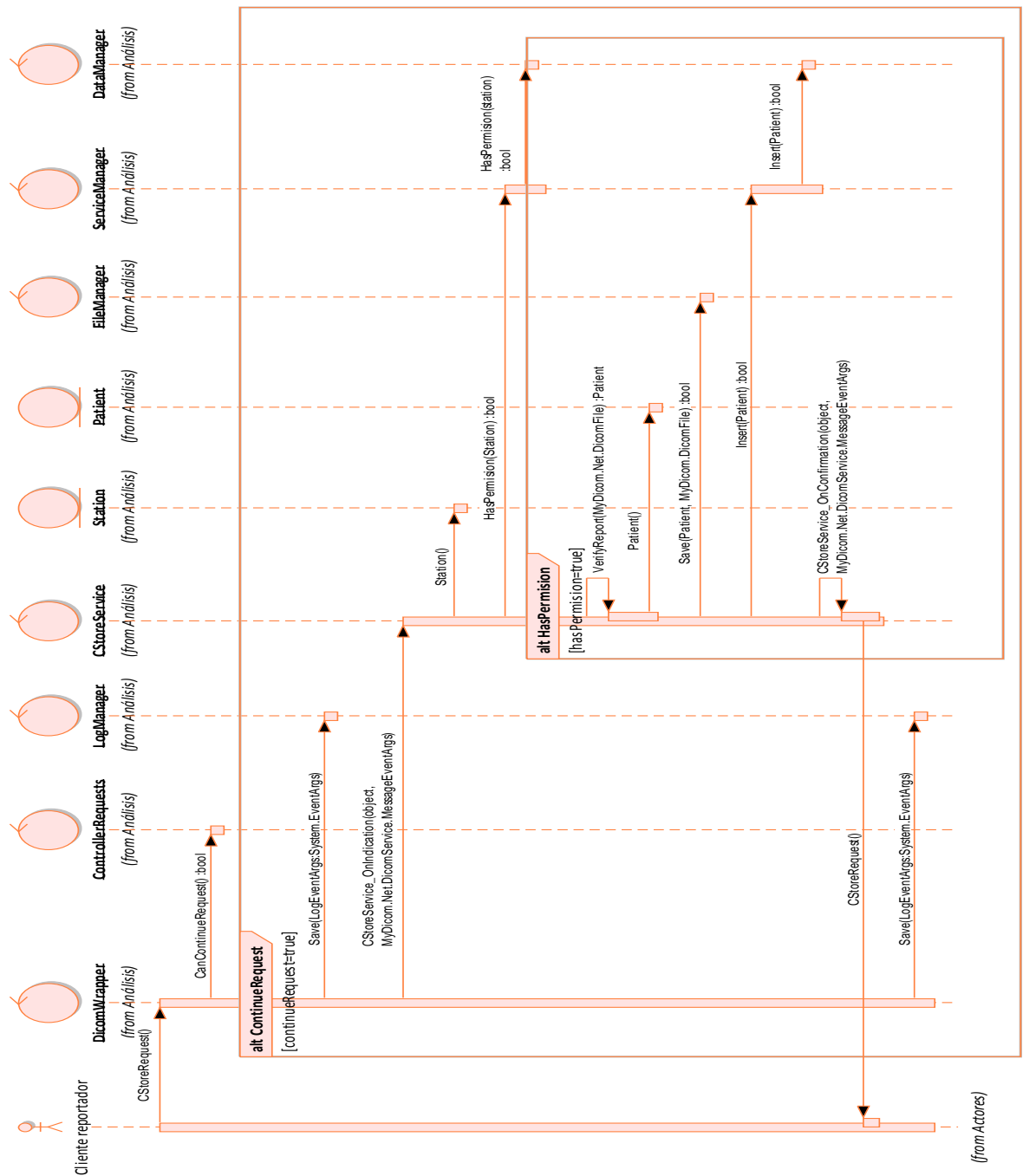


Figura 17. Diagrama de secuencia de los CU Recepcionar informe y Almacenar informe (Escenario: Recepcionar y almacenar informe).

4.2.1. Diseño de la Base de Datos

Durante el flujo de trabajo de diseño, concebir e implementar la base de datos, es uno de los hitos fundamentales de la elaboración de todo sistema que gestione grandes volúmenes de información.

Aprovechando las potencialidades del gestor de bases de datos PostgreSQL 8.4, las tablas de la base de datos fueron separadas en esquemas, siguiendo un principio de organización de las mismas basado en las funcionalidades. Esta división lógica en esquemas garantiza una mayor comprensión de la estructura de la base de datos.

Los esquemas definidos son:

public: el cual contiene la información básica de un informe DICOM SR, dividida en niveles como Paciente, Estudio, Serie e Instancia.

sch_security: Contiene información referente a la seguridad del sistema.

La figura 11 representa el Modelo de datos correspondiente al sistema diseñado.

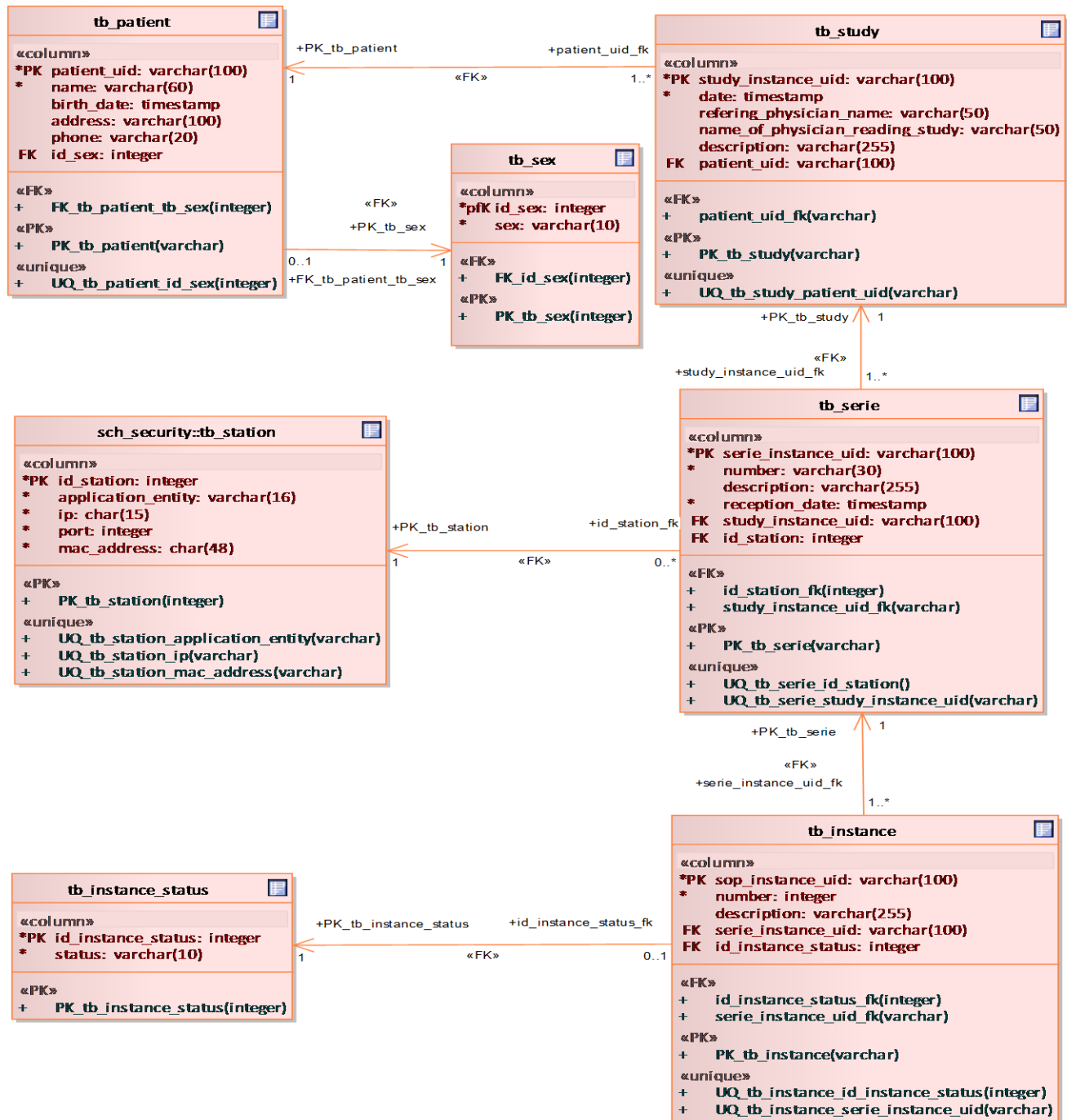


Figura 18. Modelo de datos.

4.3. Conclusiones parciales

En este capítulo se obtuvieron los diagramas de clases del análisis y los diagramas de clases del diseño, así como la descripción de estas últimas, se obtuvieron además los diagramas de interacción y fue modelada la base de datos del sistema.

CONCLUSIONES

Al culminar la presente investigación se han cumplido el objetivo y las tareas planteadas, se obtuvieron como principales resultados:

- ✓ El uso del estándar DICOM 3.0 en el diseño del servidor de informes, hace que el mismo se alinee con la forma de comunicación y almacenamiento del resto de los sistemas que componen el *alas PACS*.
- ✓ La gestión de informes en formato DICOM SR, posibilita la internacionalización y codificación de la información generada durante el proceso; así como el almacenamiento de mediciones, marcas o transformaciones que el especialista le haya realizado a las imágenes del estudio durante la emisión del informe, sin alterar las imágenes originales.
- ✓ La utilización de los perfiles de integración de IHE: SINR y RWF, como guía para el diseño de los servicios DICOM, garantiza la compatibilidad e interoperabilidad entre el servidor de informes y cualquier sistema que implemente los actores definidos en los perfiles de IHE: Report Creator (Creador del informe) y Report Reader (Lector del informe).
- ✓ El análisis y diseño del servidor de informes, facilitará su próxima implementación.
- ✓ La implementación del diseño realizado aportará valor agregado al sistema *alas PACS-RIS*, lo que se traducirá en mayores ingresos para el país por concepto de exportaciones y ahorro de divisas por sustitución de importaciones.
- ✓ Una vez desplegado el servidor de informes en una institución hospitalaria, este garantizará:
 - Agilidad en el flujo de trabajo de los departamentos de diagnósticos por imágenes.
 - La gestión de informes especializados por servicio, lo que posibilita a los especialistas emitir un diagnóstico más exacto.
 - El almacenamiento seguro de informes imagenológicos por largos períodos de tiempo.
 - La conversión de informes DICOM SR a formato HL7 CDA, permitiendo que soluciones que gestionen Historias Clínicas Electrónicas se beneficien del sistema.

RECOMENDACIONES

Como resultado de la experiencia adquirida durante el trabajo, los autores proponen:

- ✓ Realizar la implementación del diseño propuesto.
- ✓ Integrar el servidor de informes imagenológicos con el sistema alas PACSServer, para obtener una única aplicación que almacene y gestione todos los estudios imagenológicos y sus correspondientes informes de forma óptima.
- ✓ Otorgar a un único usuario los privilegios de lectura y escritura de los archivos almacenados, el mismo debe ser creado con este fin durante el proceso de instalación del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Marques, Dr. Perez., Introducción a la informática. *www.pangea.org*. [En línea] <http://www.pangea.org/peremarques/INFMULTI.htm>.
- [2] Endrizzi Sabbatini, Renato Marcos., INFORMATICA MEDICA - HISTORIA. *INFORMATICA MEDICA*. [En línea] [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] http://www.informaticamedica.org.ar/muestra_material2.asp?id_nota=159.
- [3] Collen, Morris F., "A History of Medical Informatics in the United States: 1950 to 1990." *www.ncbi.nlm.nih.gov*. [En línea] octubre de 1997. [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC226307/>.
- [4] Bruce, Robert., RIS/PACS integration -- what is it and what are its benefits? [En línea] <http://www.openmedtech.com/images/RIS.htm>.
- [5] Chávarri Díaz, Miguel y Lloret Lloréis, R. Maximiliano., *Diagnóstico por la imagen*. Universidad de Valencia: Servicio de Radiodiagnóstico de Adultos. Hospital Universitario La Fe. Departamento de Informática. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- [6] Font Hernández, Andro y Gómez Suarez, Yasmay., *Alas PACS Client. Sistema para la gestión de estudios imagenológicos*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana, Cuba, 2008. Tesis de grado.
- [7] HL7 Spain., Health Level Seven Spain. *www.hl7spain.org*. [En línea] [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] <http://www.hl7spain.org/VerPagina.asp?IDPage=0>.
- [8] Tamayo Peña, Karel, Vega Izaguirre, Leodan y Otros., "ALAS RIS. Sistema de informacion radiológica." Ciudad de la Habana, Cuba: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008. IV Conferencia Científica de la UCI. ISBN 978-959-286-007-0.
- [9] Vega Izaguirre, Ing. Leodan y Planos, Ing. Alejandro., *Alas RIS. Sistema de Gestión de Información Radiológica*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana, Cuba, 2008. Tesis de grado.
- [10] Ídem a 9.

- [11] National Electrical Manufacturers Association., *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Rosslyn, Virginia 22209 USA , National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- [12] Ídem a 7.
- [13] Dalhousie University., HL7 and the Reference Information Model (RIM). *healthinfo.med.dal.ca*. [En línea] Dalhousie University. [Citado el: 12 de Enero de 2010.] <http://healthinfo.med.dal.ca/hl7intro/963/1007/1007.html>.
- [14] Infomed., *IHE-E. Cuba* : s.n., 2004.
- [15] ACC, HIMSS,RSNA., *Manual de Usuario de IHE-Radiología*. España, IHE España, 2006.
- [16] Ídem a 14.
- [17] Ídem a 8.
- [18] Ídem a 8.
- [19] Ídem a 8.
- [20] NxtBook., Health Imaging. *HealthImaging&IT. Images, information & knowledge across the enterprise*. [En línea] <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/trimed/hiit1107/index.php>.
- [21] Ídem a 8.
- [22] Carestream Health, Inc., *Kodak Carestream PACS*. [www.carestreamhealth.com] Rochester, Nueva York 14608 (EE. UU.) : Carestream Health, Inc., 2007.
- [23] Amicas Inc., AMICAS RIS. *www.amicas.com*. [En línea] Amicas. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amicas.com/products/ris.asp>.
- [24] Swearingen Software Inc., Swearingen - RISynergy:. *www.swearingensoftware.com*. [En línea] Swearingen Software, Inc. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] http://www.swearingensoftware.com/risynergy_1.html.
- [25] 7 Medical Systems LLC., 7i Teleradiology Suite. *www.7medical.com*. [En línea] 7 Medical Systems , LLC. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.7medical.com/solutions/7iteleradiology/index.html>.

- [26] Advanced Data Systems Corp., Radiology Information System (RIS/PACS) Software, Radiology Billing Services, PACS and DICOM Medical Imaging Software. *www.adsc.com*. [En línea] Advanced Data Systems Corporation. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.adsc.com/ris.asp>.
- [27] Calsoft Labs., Radiology Information System (RIS) - Radiology Software Application Development - PACS Systems. *www.calsoftlabs.com*. [En línea] Calsoft Labs. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.calsoftlabs.com/resources/Cs-radiology-information-system.html>.
- [28] ClearCanvas ., ClearCanvas > Creations > RIS. *www.clearcanvas.ca*. [En línea] ClearCanvas. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.clearcanvas.ca/dnn/Creations/RIS/tabid/65/Default.aspx>.
- [29] Amrita Technologies., Amrita Technologies - Amrita Healthcare Informatics Suite. *www.amritatech.com*. [En línea] Amrita Technologies. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amritatech.com/healthcareinformatics.html>.
- [30] Microsoft Corporation, .NET Framework Conceptual Overview. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w.aspx>.
- [31] Ídem a 30.
- [32] Mono Project., What is Mono - Mono. *www.mono-project.com*. [En línea] Mono Project, 12 de febrero de 2009. [Citado el: 20 de enero de 2010.] http://mono-project.com/What_is_Mono.
- [33] Microsoft Corporation, Why Use C# (C#). *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 20 de enero de 2010.] [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa664274\(VS.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa664274(VS.71).aspx).
- [34] —. Microsoft Visual Studio Team System 2008. *www.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.microsoft.com/spain/visualstudio/products/teamsystem/default.msp>.
- [35] PostgreSQL Global Development Group., PostgreSQL: Documentation: Manuals: PostgreSQL 8.3: What is PostgreSQL?. *www.postgresql.org*. [En línea] [Citado el: 22 de enero de 2010.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/interactive/preface.html>.
- [36] Carnegie Mellon University., SEI Training | CMMI Version 1.2 Upgrade Training. *www.sei.cmu.edu*. [En línea] Software Engineering Institute. [Citado el: 10 de febrero de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/training/p57.cfm>.

- [37] Object Management Group Inc., UML 2.1.2. *www.uml.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/>.
- [38] Object Management Group Inc., BPMN Information Home. *www.bpmn.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 17 de febrero de 2010.] <http://www.bpmn.org/>.
- [39] Sparx Systems Pty Ltd., Enterprise Architect - UML® para Negocio, Software y Sistemas. *www.sparxsystems.es*. [En línea] Sparx Systems. [Citado el: 22 de enero de 2010.] http://www.sparxsystems.es/New/products/ea_sysreq.html.
- [40] IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology., Glossary of Software Engineering Terminology. *Standard Glossary of Software*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2010.] <http://www.apl.jhu.edu/Notes/Hausler/web/glossary.html>.
- [41] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., "El Lenguaje unificado de modelado." 1999.
- [42] Kruchten, Philippe., Planos Arquitectonicos:El modelo de 4+1 Vistas de Arquitectura de software. [En línea] [Citado el: 15 de Abril de 2010.] <http://synergix.wordpress.com/2008/07/31/las-4-mas-1-vistas/>.
- [43] Mary Shaw, David Garlan., *Software Architecture: Perspectives on an emerging discipline*. Upper Saddle River, 1996.
- [44] Larman, Craig., *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development*. s.l. Addison Wesley Professional, 2004. SBN 0-13-148906-2.
- [45] Ídem a 42.
- [46] Medical Imaging & Technology Alliance., "FTP Directory: <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/>." *medical.nema.org*. [En línea] [Citado el: 16 de abril de 2010.] ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/sup114_ft.pdf.
- [47] Medical Imaging & Technology Alliance., "FTP Directory: <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/>." *medical.nema.org*. [En línea] [Citado el: 18 de abril de 2010.] ftp://medical.nema.org/medical/dicom/supps/sup135_lb.pdf.
- [48] Sánchez Romero, Lic. Maykell., *Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana., 2010. págs. 45-50, Tesis de maestría.

[49] —. *Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana , 2010. Tesis de maestria.

BIBLIOGRAFÍA

7 Medical Systems LLC., 7i Voice Dictation. *www.7medical.com*. [En línea] 7 Medical Systems , LLC. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.7medical.com/solutions/7iteleradiology/dictation.html>.

—. 7i Teleradiology Suite. *www.7medical.com*. [En línea] 7 Medical Systems , LLC. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.7medical.com/solutions/7iteleradiology/index.html>.

—. 7i Order Entry RIS. *www.7medical.com*. [En línea] 7 Medical Systems , LLC. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.7medical.com/solutions/7iteleradiology/ris.html>.

—. 7i Order Entry RIS. *7 Medical Systems: On-demand IT services, EMR, PACS, and HIPAA solutions for the healthcare industry*. [En línea] 7 Medical Systems. [Citado el: 12 de noviembre de 2009.] <http://www.7medical.com/solutions/7iteleradiology/ris.html>.

ACC, HIMSS,RSNA., *Manual de Usuario de IHE-Radiología*. España : IHE España, 2006.

Advanced Data Systems Corp., Radiology Information System (RIS/PACS) Software, Radiology Billing Services, PACS and DICOM Medical Imaging Software. *www.adsc.com*. [En línea] Advanced Data Systems Corporation. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.adsc.com/ris.asp>.

Amicas Inc., AMICAS RIS. *www.amicas.com*. [En línea] Amicas. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amicas.com/products/ris.asp>.

—. AMICAS Reach | radiology PACS | radiology business. *www.amicas.com*. [En línea] Amicas. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amicas.com/products/reach.asp>.

Amrita Technologies., Amrita Technologies - Amrita Radiology Information System. *www.amritatech.com*. [En línea] Amrita Technologies. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amritatech.com/amritaris.html>.

—. Amrita Technologies - Amrita Healthcare Informatics Suite. *www.amritatech.com*. [En línea] Amrita Technologies. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.amritatech.com/healthcareinformatics.html>.

B2Bportales, Inc., El Hospital. *Conceptos claves en digitalización*. [En línea] http://www.elhospital.com/eh/secciones/EH/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/doc_53974_HTML.html?idDocumento=53974..

Ballestero Fernández, Carlos Rafael., *Arquitectura de Software del Sistema de Gestión de Información Intranet 2*. Habana,Cuba : s.n., 2007.

Barco, Antonio., Elementos Esenciales de una Arquitectura Orientada a Servicio. *Arquitectura Orientada a Servicio(SOA)*. [En línea] 9 de Mayo de 2006. [Citado el: 20 de Abril de 2010.] <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/05/elementos-esenciales-de-una.html>.

Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., "El Lenguaje unificado de modelado." 1999.

Bruce, Robert., RIS/PACS integration -- what is it and what are its benefits? [En línea] <http://www.openmedtech.com/images/RIS.htm>.

Calsoft Labs., Radiology Information System (RIS) - Radiology Software Application Development - PACS Systems. *www.calsoftlabs.com*. [En línea] Calsoft Labs. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.calsoftlabs.com/resources/Cs-radiology-information-system.html>.

—. Radiology Information System (RIS) - Radiology Software Application Development - PACS Systems. *Calsoft Labs Web Site*. [En línea] Calsoft Labs. [Citado el: 12 de noviembre de 2009.] <http://www.calsoftlabs.com/resources/Cs-radiology-information-system.html>.

Carestream Health Inc., The all new CARESTREAM RIS. *www.carestreamhealth.com*. [En línea] Carestream Health, Inc. [Citado el: 15 de febrero de 2010.] <http://www.carestreamhealth.com/carestream-ris.html>.

—. *Kodak Carestream PACS*. [www.carestreamhealth.com] Rochester, Nueva York 14608 (EE. UU.): Carestream Health, Inc., 2007.

—. Carestream Health: CARESTREAM RIS. *pw.carestreamhealth.com*. [En línea] Carestream Health, Inc. [Citado el: 15 de febrero de 2010.] <http://pw.carestreamhealth.com/es/global/es/health/productsByType/pacs/cs-risProduct.jhtml-pq-path=10457.htm>.

Carnegie Mellon University., SEI Training | CMMI Version 1.2 Upgrade Training:. *www.sei.cmu.edu*. [En línea] Software Engineering Institute. [Citado el: 10 de febrero de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/training/p57.cfm>.

Chávarri Díaz, Miguel y Lloret Lloréis, R. Maximiliano., *Diagnóstico por la imagen*. Universidad de Valencia : Servicio de Radiodiagnóstico de Adultos. Hospital Universitario La Fe. Departamento de Informática. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

ClearCanvas ., ClearCanvas > Creations > RIS. *www.clearcanvas.ca*. [En línea] ClearCanvas. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.clearcanvas.ca/dnn/Creations/RIS/tabid/65/Default.aspx>.

—. ClearCanvas > About Us > Licensing:. *www.clearcanvas.ca*. [En línea] ClearCanvas . [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.clearcanvas.ca/dnn/AboutUs/Licensing/tabid/105/Default.aspx>.

Collen, Morris F., "A History of Medical Informatics in the United States: 1950 to 1990." *www.ncbi.nlm.nih.gov*. [En línea] octubre de 1997. [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC226307/>.

Costaisa., *Sem HL7 Otros Estandares*. 2004.

Clunie, David A., *DICOM Structured Reporting*. Bangor, Pennsylvania : PixelMed Publishing, 2000.

Dalhousie University., HL7 and the Reference Information Model (RIM). *healthinfo.med.dal.ca*. [En línea] Dalhousie University. [Citado el: 12 de Enero de 2010.] <http://healthinfo.med.dal.ca/hl7intro/963/1007/1007.html>.

DICOM Standards Committee, Working Group 20 and HL7 Imaging Integration Work Group., *Supplements 135: SR Diagnostic Imaging Report Transformation Guide*. Rosslyn, Virginia, 22209 USA, 27 de enero de 2010.

—. Working Group 6., *Supplement 114: DICOM Encapsulation of CDA Documents*. Rosslyn, Virginia, 22209 USA, 22 de enero de 2007.

Endrizzi Sabbatini, Renato Marcos., INFORMATICA MEDICA - HISTORIA. *INFORMATICA MEDICA*:. [En línea] [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] http://www.informaticamedica.org.ar/muestra_material2.asp?id_nota=159.

Font Hernández, Andro y Gómez Suarez, Yasmay., *Alas PACS Client. Sistema para la gestión de estudios imagenológicos*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana, Cuba, 2008. Tesis de grado.

HL7 Spain., Health Level Seven Spain. *www.hl7spain.org*. [En línea] [Citado el: 16 de diciembre de 2009.] <http://www.hl7spain.org/VerPagina.asp?IDPage=0>.

Hunt, Lance., *Coding Standards for .NET*. s.l. : March 2007, 2007.

IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology., Glossary of Software Engineering Terminology. *Standard Glossary of Software*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2010.] <http://www.apl.jhu.edu/Notes/Hausler/web/glossary.html>.

IHE International., *IHE Technical Framework, vol. III: Transactions (continued)*. s.l. : IHE International, 2008.

—. *IHE Technical Framework, vol. II: Transactions*. s.l. : IHE International, 2008.

—. *IHE Technical Framework, vol. I: Integration Profiles*. s.l. : IHE International, 2008.

Infomed., *IHE-E. Cuba* : s.n., 2004.

Kruchten, Philippe., *The 4+1 View Model of Software Architecture*. *IEEE Software*. Noviembre 1995.

—. Planos Arquitectonicos:El modelo de 4+1 Vistas de Arquitectura de software. [En línea] [Citado el: 15 de Abril de 2010.] <http://synergix.wordpress.com/2008/07/31/las-4-mas-1-vistas/>.

Larman, Craig 2004., *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development*. Addison Wesley Professional, 2004. 0-13-148906-2.

Marques, Dr. Perez., Introducción a la informática. *www.pangea.org*. [En línea] <http://www.pangea.org/peremarques/INFMULTI.htm>.

Mary Shaw, David Garlan., *Software Architecture: Perspectives on an emerging discipline*. Upper Saddle River, 1996.

—. "FTP Directory: <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/>." *medical.nema.org*. [En línea] [Citado el: 16 de abril de 2010.] ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/sup114_ft.pdf.

Medical Imaging & Technology Alliance., "FTP Directory: <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/>." *medical.nema.org*. [En línea] [Citado el: 18 de abril de 2010.] ftp://medical.nema.org/medical/dicom/supps/sup135_lb.pdf.

Microsoft Corporation., .NET Framework Conceptual Overview. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w.aspx>.

- . Acerca de Visual Studio. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/vstudio/products/bb931214.aspx>.
- . Capítulo 7: Función de servidor de archivos. *technet.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 20 de enero de 2010.] <http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc163127.aspx>.
- . Centro de información de productos de Microsoft: Microsoft® Visual Studio® Team System 2008 Team Suite : Descripción general. *www.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.microsoft.com/products/info/product.aspx?view=45&pcid=ef08ccd2-8cd8-44ae-81a4-f7bc63f007d4&type=ovr>.
- . Common Language Runtime Overview. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ddk909ch.aspx>.
- . Detalles de la descarga: .NET Framework, versión 2.0, Redistributable Package (x86). *www.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=es&FamilyID=0856eachb-4362-4b0d-8edd-aab15c5e04f5>.
- . Información general de Visual Studio 2008. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/vstudio/products/bb931331.aspx>.
- . Lo nuevo en el lenguaje y el compilador de C# 2.0. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 20 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/7cz8t42e%28VS.80%29.aspx>.
- . Microsoft Visual Studio Team System 2008. *www.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.microsoft.com/spain/visualstudio/products/teamsystem/default.mspix>.
- . Visual C#. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 20 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/kx37x362%28VS.80%29.aspx>.
- . What's New in the .NET Framework Version 3.0. *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb822048.aspx>.
- . Why Use C# (C#). *msdn.microsoft.com*. [En línea] Microsoft Corporation. [Citado el: 20 de enero de 2010.] [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa664274\(VS.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa664274(VS.71).aspx).

Mono Project., What is Mono - Mono. *www.mono-project.com*. [En línea] Mono Project, 12 de febrero de 2009. [Citado el: 20 de enero de 2010.] http://mono-project.com/What_is_Mono.

—. Release Notes Mono 2.6 - Mono. *www.mono-project.com*. [En línea] Mono Project, 16 de diciembre de 2009. [Citado el: 20 de enero de 2010.] http://www.mono-project.com/Release_Notes_Mono_2.6.

—. CSharp Compiler - Mono. *www.mono-project.com*. [En línea] Mono Project, 10 de diciembre de 2009. [Citado el: 20 de enero de 2010.] http://www.mono-project.com/CSharp_Compiler.

National Electrical Manufacturers Association., *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 17: Explanatory Information*. Rosslyn, Virginia, 22209 USA : s.n., 2009.

—. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Rosslyn, Virginia 22209 : National Electrical Manufacturers Association, 2003.

NxtBook., Health Imaging. *HealthImaging&IT. Images, information & knowledge across the enterprise*. [En línea] <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/trimed/hiit1107/index.php>.

Object Management Group Inc., BPMN 1.2. *www.omg.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 17 de febrero de 2010.] <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2/>.

—. BPMN Core Elements. *www.bpmn.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 17 de febrero de 2010.] http://www.bpmn.org/Samples/Elements/Core_BPMN_Elements.htm.

—. BPMN Information Home. *www.bpmn.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 17 de febrero de 2010.] <http://www.bpmn.org/>.

—. Introduction to OMG UML. *www.uml.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 21 de enero de 2010.] http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm.

—. Object Management Group - UML. *www.uml.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.uml.org/>.

—. UML 2.1.2. *www.uml.org*. [En línea] Object Management Group. [Citado el: 21 de enero de 2010.] <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/>.

Open Source., Open Source Initiative OSI - The BSD License:Licensing | Open Source Initiative. *www.opensource.org*. [En línea] [Citado el: 10 de febrero de 2010.] <http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.php>.

Pascau, Javier, Rodríguez-Maniega, José A. y Desco, Manuel., *REQUISITOS PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA RIS-PACS: CASO DEL HOSPITAL MANTERNO INFANTIL GREGORIO MARAÑÓN*. Mérida : Gestión de sistemas de Información. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, 2003.

PostgreSQL Global Development Group., PostgreSQL: Documentation: Manuals: PostgreSQL 8.3: Overview. *www.postgresql.org*. [En línea] [Citado el: 22 de enero de 2010.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/interactive/plpgsql-overview.html>.

—. PostgreSQL: Documentation: Manuals: PostgreSQL 8.3: Procedural Languages:.. *www.postgresql.org*. [En línea] [Citado el: 22 de enero de 2010.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/interactive/xplang.html>.

—. PostgreSQL: Documentation: Manuals: PostgreSQL 8.3: The SQL Language:.. *www.postgresql.org*. [En línea] [Citado el: 22 de enero de 2010.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/interactive/sql.html>.

—. PostgreSQL: Documentation: Manuals: PostgreSQL 8.3: What is PostgreSQL?:. *www.postgresql.org*. [En línea] [Citado el: 22 de enero de 2010.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/interactive/preface.html>.

Proyecto GNU., El problema de la licencia BSD - Proyecto GNU - Fundación para el Software Libre (FSF). *www.gnu.org*. [En línea] [Citado el: 10 de febrero de 2010.] <http://www.gnu.org/philosophy/bsd.es.html>.

Powers, Lars y Snell, Mike., "Chapter 1: A Quick Tour of Visual Studio 2008: The Visual Studio Product Line." *Microsoft® Visual Studio 2008 Unleashed*. Indianapolis, Indiana, USA : Pearson Education, Inc, 2008.

Sánchez Romero, Lic. Maykell., *Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana., 2010. págs. 45-50, Tesis de maestría.

—. *Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana , 2010. Tesis de maestria.

Software Engineering Institute., CMMI | Overview. *www.sei.cmu.edu*. [En línea] Software Engineering Institute. [Citado el: 10 de febrero de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>.

Sparx Systems Pty Ltd., Enterprise Architect - UML® para Negocio, Software y Sistemas. www.sparxsystems.es. [En línea] Sparx Systems. [Citado el: 22 de enero de 2010.] http://www.sparxsystems.es/New/products/ea_editions.html.

—. Enterprise Architect - UML® para Negocio, Software y Sistemas.: www.sparxsystems.es. [En línea] Sparx Systems. [Citado el: 22 de enero de 2010.] http://www.sparxsystems.es/New/products/ea_features.html.

—. Enterprise Architect - UML® para Negocio, Software y Sistemas.: www.sparxsystems.es. [En línea] Sparx Systems. [Citado el: 22 de enero de 2010.] http://www.sparxsystems.es/New/products/ea_purchase.html.

—. Enterprise Architect - UML® para Negocio, Software y Sistemas. www.sparxsystems.es. [En línea] Sparx Systems. [Citado el: 22 de enero de 2010.] http://www.sparxsystems.es/New/products/ea_sysreq.html.

Swearingen Software Inc., Swearingen - RISynergy. www.swearingensoftware.com. [En línea] Swearingen Software, Inc. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] http://www.swearingensoftware.com/risynergy_1.html.

—. Swearingen - New Features. www.swearingensoftware.com. [En línea] Swearingen Software, Inc. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] http://www.swearingensoftware.com/risynergy_2.html.

—. Swearingen - Management Reports. www.swearingensoftware.com. [En línea] Swearingen Software, Inc. [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] http://www.swearingensoftware.com/risynergy_3_12.html.

Tamayo Peña, Karel, Vega Izaguirre, Leodan y Otros., "ALAS RIS. Sistema de informacion radiológica." Ciudad de la Habana, Cuba : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008. IV Conferencia Científica de la UCI. ISBN 978-959-286-007-0.

Universidad de Valencia., Proyecto de Desarrollo Software. users.dsic.upv.es. [En línea] [Citado el: 4 de febrero de 2010.] <http://users.dsic.upv.es/asignaturas/facultad/lsi/ejemplorup/>.

Vega Izaguirre, Ing. Leodan y Planos, Ing. Alejandro., *Alas RIS. Sistema de Gestión de Información Radiológica*. Facultad 7, Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana, Cuba, 2008. Tesis de grado.