

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 7**



**Título: Servidor de Imágenes Médicas  
(Cassandra Server).**

Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**Autor(es):** Yanoksy Durañona Yero.

Lázaro González Rodríguez.

**Tutor(es):** Lic. Rolando Bonal Cáceres.

Lic. Héctor Raúl González Díez.

Ciudad de la Habana, Mayo del 2007.

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos al Grupo de Procesamiento de Imágenes de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_\_ días del mes de mayo del año 2007.

Lázaro González Rodríguez.

---

Lic. Rolando Bonal Cáceres.

---

Yanoksy Durañona Yero.

---

Lic. Héctor R. González Díez.

---

## DATOS DE CONTACTO

Lic. Rolando Bonal Cáceres (email: [bonal@uci.cu](mailto:bonal@uci.cu)).

Profesor graduado de Licenciatura en Física. Ha impartido la asignatura Física I y Física II. Posee categoría docente de Asistente. Es especialista de la Dirección de Software para la Salud. Actualmente se desempeña como Jefe del Grupo de Procesamiento de Imágenes (GPI) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Lic. Héctor Raúl González Díez (email: [hglez@uci.cu](mailto:hglez@uci.cu)).

Profesor graduado de Licenciatura en Física Nuclear. Ha impartido las asignaturas de Física I, Física II, Matemática 3, Matemática 4. Es profesor de la facultad 7 y se desempeña actualmente como Jefe de Proyecto dentro del Grupo de Procesamiento de Imágenes (GPI) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

## AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad de las Ciencias Informáticas y la Batalla de Ideas que nos dieron la oportunidad de desarrollar este trabajo y cursar la carrera de ingeniería informática. A nuestros compañeros del Grupo de Proyectos GPI por su apoyo y colaboración. A los participantes en la implementación de Cassandra Server.

## DEDICATORIA

A nuestras madres, nuestros familiares y amigos.

## RESUMEN.

El objetivo fundamental del presente trabajo, es desarrollar un servidor de almacenamiento y transmisión de imágenes médicas. Estos sistemas desempeñan un rol esencial dentro de los PACS<sup>1</sup>. Son grandes sistemas, orientados a las áreas de radiología de las instituciones médicas, con el fin de gestionar el flujo de imágenes médicas generadas en los equipos de adquisición.

Los procesos de almacenamiento y transmisión de las imágenes médicas están estandarizados por DICOM<sup>2</sup> 3.0. De ahí que se imponga la necesidad de implantar sistemas que automaticen los procesos mencionados, garantizando la centralización, integridad y disponibilidad de este tipo de información.

En la actualidad, el producto de software desarrollado, Cassandra Server, se encuentra instalado en el hospital Hermanos Almeijeiras como parte de la prueba piloto para su inserción en el Sistema Nacional de Salud. Además, se encuentra en funcionamiento en el CMDAT<sup>3</sup> Dr. Salvador Allende de Chuao en la República Bolivariana de Venezuela. Donde se han almacenado hasta el momento imágenes de cuatro modalidades (Resonancia, Tomografía, Ultrasonido 3D y Desintometría) correspondientes a 12740 estudios pertenecientes a 9570 pacientes atendidos, para arribar a un total de 1171580 imágenes en una capacidad de 597Gb hasta el día 18/5/2007.

---

<sup>1</sup> Picture Archiving and Communication System

<sup>2</sup> Digital Imaging and Communication in Medicine

<sup>3</sup> Centro Médico de Diagnóstico de Alta Tecnología

## PALABRAS CLAVES.

Cassandra, DICOM, ACR, NEMA, PACS, servidor, imágenes, radiología, informática médica.

# Tabla de Contenidos

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	I
DATOS DE CONTACTO .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA .....	IV
RESUMEN.....	V
PALABRAS CLAVES.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1 EL ESTÁNDAR DICOM 3.0.....	6
1.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIÓN DE IMÁGENES (PACS).....	7
1.2.1 Componentes de un PACS.....	8
1.2.2 Beneficios de los PACS.....	9
1.3 SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES MÉDICAS.....	10
1.4 ACTUALIDAD.....	11
1.5 SERVIDORES DE IMÁGENES UTILIZADOS COMO REFERENCIA.....	12
1.5.1 MediStore (ALGOTEC).....	12
1.5.2 DICOM Mini-Server (Brit Systems).....	13
1.5.3 Roentgen Files Archive (Brit Systems).....	13
1.5.4 I-Store (Cedara Software).....	13
1.5.5 Synapse Server (Fujifilm Medical Systems).....	13
1.5.6 PacsOne Server.....	13
1.5.7 Imagis (Centro de Biofísica Médica).....	14
1.6 PRINCIPALES HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS.....	14
1.6.1 Visual C# .NET 2.0.....	14
1.6.2 Microsoft Visual Studio Team Suite 2005.....	14
1.6.3 MyDicom.NET SDK.....	15
1.6.4 Microsoft Visual Source Safe 2005.....	16
1.6.5 RUP.....	16
1.6.6 Enterprise Architect 6.5.....	16
1.6.7 PostgreSQL 8.2.....	17
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	19
2.1 OBJETO DE AUTOMATIZACIÓN.....	19
2.2 PROPUESTA DE SISTEMA.....	20
2.3 MODELO DE DOMINIO.....	20
2.4 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SISTEMA.....	21
2.4.1 Requerimientos Funcionales.....	21
2.4.2 Requerimientos no Funcionales.....	24
2.5 CASOS DE USO DEL CASSANDRA SERVER.....	26



2.5.1 Actores del sistema a automatizar.....	26
2.5.2 Casos de Uso.....	27
2.5.3 Diagrama de Casos de Uso.....	30
2.5.4 Planificación de los casos de uso por ciclos de desarrollo.....	30
2.5.5 Descripción extendida de los Casos de Uso.....	32
<b>CAPÍTULO 3: ARQUITECTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA.....</b>	<b>44</b>
3.1 MODELO ARQUITECTÓNICO.....	44
3.2 MODELO DE DISEÑO.....	46
3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE DISEÑO .....	46
3.4 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS. ....	47
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS TABLAS. ....	47
3.5.1 Descripción de la tabla patient.....	47
3.5.2 Descripción de la tabla study.....	48
3.5.3 Descripción de la tabla series.....	48
3.5.4 Descripción de la tabla image.....	49
<b>CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>50</b>
4.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES. ....	50
4.2 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE. ....	52
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 1: DIAGRAMAS DE REQUERIMIENTOS .....</b>	<b>58</b>
A.1.1 REQUERIMIENTOS DE CONFIGURACIÓN .....	58
A.1.2 REQUERIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO Y AUTONOMÍA .....	59
A.1.3 REQUERIMIENTOS DE GESTIÓN DE IMÁGENES.....	60
<b>ANEXO 2: REALIZACIÓN DE CASOS DE USO DEL DISEÑO.....</b>	<b>61</b>
A.2.1 CASO DE USO REALIZAR C-ECHO .....	61
A.2.2 CASO DE USO REALIZAR C-FIND .....	63
A.2.3 CASO DE USO REALIZAR C-STORE SCP .....	65
A.2.4 CASO DE USO REALIZAR C-GET .....	66
A.2.5 CASO DE USO REALIZAR C-MOVE. ....	69
A.2.6 CASO DE USO REALIZAR C-STORE SCU. ....	72
A.2.7 CASO DE USO CONFIGURAR EL SISTEMA.....	73
A.2.8 CASO DE USO CONFIGURAR SITUACIONES CRITICAS. ....	75
A.2.9 CASO DE USO EJECUTAR RESPUESTA DE SITUACIÓN CRÍTICA. ....	78
<b>ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DEL DISEÑO .....</b>	<b>80</b>
A.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE VERIFICATIONSERVICE .....	80
A.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE MYFINDPATIENROOT .....	80

A.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE MYSTORESERVICE .....	81
A.3.4 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE STORESERVICE .....	82
A.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE MYGETPATIENROOT .....	83
A.3.6 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE MYMOVEPATIENTSERVICE .....	84
A.3.7 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE POSTGRESQL .....	85
A.3.8 DESCRIPCIÓN DE LA CLASE LOGFILE .....	87
<b>ANEXO 4: MANUAL DE USUARIO DE CASSANDRA SERVER .....</b>	<b>88</b>
A.4.1 RENDIMIENTO DE LA MÁQUINA .....	88
A.4.2 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR:.....	89
A.4.2.1 Servidor .....	90
A.4.2.2 Límites de espacio y reacción cuando se ha alcanzado el límite.....	91
A.4.2.3 Servidor de Bases de Datos.....	92
A.4.2.4 Administrar Estaciones Clientes.....	92
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>93</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Arquitectura de Red del modelo DICOM .....	7
Figura 2 - Componentes de un PACS. ....	9
Figura 3 – Relación entre los componentes de un PACS.....	10
Figura 4 - Modelo de Objetos.....	21
Figura 5 - Actores del Sistema .....	26
Figura 6 - Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	30
Figura 7 - Interacción de los elementos de Cassandra Server .....	45
Figura 8 - Capas del sistema .....	46
Figura 9 - Diagrama de al Base de Datos .....	47
Figura 10 - Diagrama de Componentes .....	51
Figura 11 - Diagrama de Despliegue.....	52
Figura 12 – Requerimientos Funcionales de Configuración. ....	58
Figura 13 – Requerimientos Funcionales de Aseguramiento y Autonomía.....	59
Figura 14 – Requerimientos Funcionales de Gestión de Imágenes. ....	60
Figura 15 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-ECHO.....	61
Figura 16 - Diagrama de Clases - Realizar C-ECHO .....	62
Figura 17 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-FIND.....	63
Figura 18 - Diagrama de Clases- Realizar C-FIND .....	64
Figura 19 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-STORE SCP.....	65
Figura 20 - Diagrama de Clases - Realizar C-STORE SCP .....	66
Figura 21 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-GET.....	67
Figura 22 - Diagrama de Clases - Realizar C-GET .....	68
Figura 23 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-MOVE.....	70
Figura 24 - Diagrama de Clases - Realizar C-MOVE .....	71
Figura 25 - Diagrama de Clases - Realizar C-STORE SCU .....	72
Figura 26 - Diagrama de Secuencia – Configurar el Sistema.....	73
Figura 27 - Diagrama de Clases – Configurar el Sistema.....	74
Figura 28 - Diagrama de Secuencia - Configurar Situaciones Criticas (Comprimir).....	75
Figura 29 - Diagrama de Secuencia - Configurar Situaciones Criticas (Eliminar) .....	76
Figura 30 - Diagrama de Clases - Configurar Situaciones Criticas.....	77
Figura 31 - Diagrama de Secuencia - Ejecutar respuesta de situación crítica .....	78
Figura 32 - Diagrama de Clases - Ejecutar respuesta de situación crítica.....	79
Figura 33 – Vista de Rendimiento de la Máquina .....	89
Figura 34 - Vista de Configuración del Cassandra Server.....	90
Figura 35 - Configurar el Servidor .....	91
Figura 36 - Configuración de Límites de Espacio y Reacción.....	91
Figura 37 - Configurar Base de Datos.....	92
Figura 38 - Administrar Estaciones Clientes.....	92

## INTRODUCCIÓN.

A principio de la década de los setenta surgió el término radiología digital. Este concepto evolucionó la tecnología de los equipos de adquisición de imágenes médicas. Modalidades como la Tomografía Computarizada (CT) comenzaron a desarrollarse con muy buenos resultados. En los ochenta surgieron otras de gran impacto como la Resonancia Magnética de Imágenes (MRI). Por el carácter no invasivo de las radiaciones que emite y las ventajas que desde el punto de vista clínico ofrece, se convirtió rápidamente en una de las más fiables y flexibles.

A partir de estas y otras tecnologías como el ultrasonido (US), la medicina nuclear (NM), las redes de comunicación, las computadoras personales y los medios de almacenamiento, se hizo factible la transmisión de imágenes a distancia; por otra parte el almacenamiento de estudios imagenológicos en formato electrónico y las técnicas y algoritmos para el procesamiento de imágenes digitales dan comienzo a la carrera de los Sistemas de Transmisión y Almacenamiento de Imágenes<sup>4</sup>. Estos sistemas están formados por las modalidades o equipos de adquisición de imágenes, la infraestructura de comunicaciones, servidores de bases de datos y de archivos, y las estaciones de visualización y procesamiento de la información. Todos esos elementos se integran de forma coherente a través de aplicaciones de software que son la interfaz entre los usuarios y la infraestructura tecnológica.

La Asociación de Radiólogos Americanos<sup>5</sup> y la Asociación Nacional de Empresas Eléctricas<sup>6</sup> de EEUU desarrollaron, después de varios años de trabajo (desde 1983), el estándar DICOM<sup>7</sup> cuya versión actual es la 3.0, difundida y perfeccionada desde 1993. Este estándar surge con el objetivo de favorecer el desarrollo y expansión de los PACS. DICOM es el estándar industrial para transferencia y visualización de imágenes médicas digitales y la información asociada entre equipos y computadoras; facilita la comunicación entre equipos de diagnóstico, terapéuticos y sistemas de diferentes fabricantes y/o desarrolladores de software.

Es notable la gran importancia de este estándar, dadas las ventajas de interoperabilidad entre sistemas que brinda, posibilitando la comunicación entre estos; sobre todo en una institución donde los equipos

---

<sup>4</sup> Picture Archiving and Communication System (PACS)

<sup>5</sup> American College of Radiologist (ACR)

<sup>6</sup> National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

<sup>7</sup> Digital Imaging and Communication in Medicine

médicos son de diferentes marcas, debido a la especialización o en el caso de nuestro país debido a la imposibilidad de adquirir todos los equipos de un mismo fabricante ya sea por la falta de presupuesto o por las restricciones económicas impuestas por el embargo del gobierno de los EEUU. La estandarización de las imágenes médicas hace posible que, mediante una transmisión segura, los datos de los pacientes puedan viajar de departamento en departamento y de hospital en hospital, garantizando que toda la información pueda ser vista fuera del equipo de adquisición que le dio origen sin costo adicional al paciente.

Como consecuencia de los beneficios que traen consigo estas nuevas tecnologías para el diagnóstico médico, nuestro país está llevando a cabo un gran esfuerzo por modernizar los servicios de la salud. Se están adquiriendo modernos equipos médicos que garantizan diagnósticos rápidos y confiables; de los cuales la mayoría genera la información en forma de imágenes médicas, siendo estas de gran valor para el diagnóstico. Por lo que resulta de vital importancia garantizar su transmisión de un lugar a otro; el almacenamiento de forma persistente atendiendo a la capacidad limitada de almacenamiento de los equipos; así como la disponibilidad y seguridad de las mismas.

En cualquier lugar del mundo, un PACS para una clínica radiológica o un hospital incluye un gran despliegue de tecnología. Cubrir desde las instalaciones de red hasta las estaciones de visualización costaría millones de dólares (producto a que el dominio casi absoluto del tema está en mano de grandes compañías como Philips, Siemens, General Electric, Kodak y otras); aún más en nuestro país debido al bloqueo económico del gobierno de los Estados Unidos.

En la actualidad existen equipos médicos capaces de adquirir y reproducir imágenes en movimiento; de los cuales el país ha adquirido varios con el objetivo de mejorar el servicio de salud en los hospitales cubanos. El Imagis, sistema actualmente utilizado en algunos hospitales del país, fue desarrollado por el Centro de Biofísica Médica, de Santiago de Cuba hace varios años. Presenta dificultades al procesar algunas imágenes. Sumado a esto, no soporta múltiples asociaciones concurrentes; ni la capacidad de mover imágenes desde el servidor hacia los equipos o estaciones asistentes y de post-procesamiento. Estas funcionalidades no deberían faltar nunca en un Servidor de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Médicas debido al inmenso valor diagnóstico que poseen.

Resulta fácil percatarse de que por sí solos los elementos existentes en el país, tales como: el moderno equipamiento de adquisición de imágenes médicas, la red nacional de fibra óptica y las estaciones de visualización o de post-procesamiento en las instituciones médicas no son suficientes para ofrecer estas funcionalidades; de ahí que el análisis de la problemática expuesta afluya al planteamiento del siguiente **problema**: ¿Cómo solucionar el problema de la transmisión, el almacenamiento, la disponibilidad y la seguridad de las imágenes médicas en los hospitales del país, conforme al estándar DICOM 3.0?

Con vistas a dar solución al problema planteado quedan definidos como **objeto de estudio** los procesos transmisión, almacenamiento, disponibilidad y seguridad de las imágenes médicas en el sistema de salud cubano; a raíz de lo cual el **campo de acción** se enmarca en, la automatización mediante el uso de las TIC<sup>8</sup> de los procesos mencionados, actuando de modo acorde al estándar DICOM 3.0 y brindando altas prestaciones de configurabilidad, escalabilidad, rendimiento, autonomía e interacción con los sistemas afines existentes en Cuba y el Mundo.

El **objetivo general de la investigación** es desarrollar una solución de software para la gestión de la transmisión y el almacenamiento en forma segura de las imágenes médicas, que cubra las necesidades del sistema de salud cubano.

El Grupo de Procesamiento de Imágenes<sup>9</sup> de la Universidad de las Ciencias Informáticas<sup>10</sup> se dio a la tarea de desarrollar Cassandra PACS. Este es un sistema de software que integra varias aplicaciones con el objetivo de facilitar la realización de múltiples funciones enfocadas a mejorar los servicios de diagnóstico radiológico. Algunos componentes de Cassandra PACS son:

- Cassandra Viewer: estación de diagnóstico general, es el encargado de la visualización y el procesamiento de las imágenes médicas.
- Cassandra DICOM Mail: software a cargo del envío global de imágenes simulando la interfaz de un cliente de correo electrónico.
- Cassandra XWeb: aplicación web que facilita la visualización remota de los reportes radiológicos emitidos en los diagnósticos a través de la aplicación Web.

---

<sup>8</sup> Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones

<sup>9</sup> GPI

<sup>10</sup> UCI

- Cassandra Server: sistema para la gestión de la transmisión y el almacenamiento de las imágenes. Este último es el sistema propuesto como solución a la problemática planteada con anterioridad.

Camino al estudio y desarrollo del sistema quedan definidas una serie de **tareas** a realizar.

- Estudiar el estado del arte con vistas a obtener referencias para ampliar la gama de servicios a prestar mediante Cassandra Server.
- Seleccionar un estilo arquitectónico adecuado a seguir.
- Diseñar el software utilizando patrones de diseño que mejoren la reusabilidad y extensibilidad.
- Diseñar una base de datos acorde al estándar DICOM 3.0 para almacenar la información relevante de las imágenes médicas.
- Implementar los servicios de transmisión, búsqueda y obtención de imágenes.
- Implementar el sistema de alertas y reacciones que garanticen la autonomía y la disponibilidad.
- Implementar el módulo que realiza el seguimiento de los eventos del servidor.

El trabajo consta de una estructura en capítulos donde se pueden encontrar los detalles de la investigación así como la propuesta del sistema y el diseño del sistema propuesto:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica. Constituye el respaldo teórico de la investigación; aporta un punto de partida para adentrarse en el conocimiento y la comprensión de los PACS y dentro de éstos más específicamente de los Servidores de Almacenamiento de Imágenes Médicas.

Capítulo 2: Características del sistema. Debido a la inexistencia de procesos del negocio bien identificados, aquí se exponen los conceptos fundamentales encontrados en el sistema; así como se detallan los requerimientos y se modela la propuesta mediante los casos de uso del sistema.

Capítulo 3: Diseño del sistema. Aquí se modela en detalle el sistema mediante las clases del diseño, describiendo también las interacciones entre éstas y se especifica el flujo de eventos entre las mismas a través de los diagramas de secuencia.

Capítulo 4: Implementación. Representación de los componentes finales resultantes del sistema y la interacción entre estos; así como el modelo de despliegue, el cual define la forma en que debe realizarse la implantación del sistema.

Dadas las características de la investigación, donde un producto de software será la forma de conocimiento aportado o adquirido. En medio, de los dilemas y análisis filosóficos que en la actualidad existen respecto a esta nueva forma de conocimiento y teniendo en cuenta las características de los procesos de desarrollo de software, las tecnologías y herramientas utilizadas en su confección y contando con la presencia de otros sistemas de software con muchas de las características deseadas. Ha sido posible realizar un análisis histórico lógico como parte de la investigación.

Además se hacen uso los métodos sistémico y dialéctico con el objetivo de alcanzar un mayor entendimiento de los procesos involucrados en la investigación. Se utiliza la observación externa como método para determinar si los resultados obtenidos son los esperados; la medición con el objeto de comprobar el rendimiento del software y la experimentación como medio de realización de pruebas y para demostrar el funcionamiento del software.

El sistema ha sido desarrollado en el lenguaje de programación Visual C# .NET 2.0, lenguaje estrella de la plataforma .NET de Microsoft. El entorno integrado de desarrollo utilizado es Visual Studio .Net 2005. Como sistema de gestión de bases de datos se utiliza PostgreSQL 8.2.



## CAPITULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En este capítulo se describe el estándar DICOM 3.0, su importancia y necesidad. Se abordan los temas relacionados con los PACS, sus principales componentes y características, destacando el papel de los Servidores de Almacenamiento de Imágenes Médicas como componente esencial dentro del PACS. Se exponen algunos de los sistemas utilizados en la actualidad en el ámbito nacional e internacional. También se analizarán las principales técnicas, tecnologías, herramientas y metodologías utilizadas para desarrollar el sistema.

### 1.1 El estándar DICOM 3.0.

La versión más significativa del estándar DICOM ha sido la versión 3.0, en la cual obtuvo la denominación actual (Digital Imaging and Communications in Medicine) y que fue desarrollada en el año 1993 a partir de un rediseño de la publicación No 300-1988 de ACR-NEMA correspondiente a la versión 2.0 del estándar; siendo desarrollada esta vez de acuerdo a los procedimientos de NEMA, incluyendo como principales modificaciones el soporte para entornos de Red basados en TCP/IP (antes P2P) y la especificación de formatos de ficheros, de dispositivos físicos y de sistemas de ficheros [1].

Como parte del campo de la informática médica, el estándar direcciona el intercambio de información entre los equipos de imágenes médicas y otros sistemas. El hecho de que estos equipos sean capaces de actuar conjuntamente con otros dispositivos médicos implica la necesidad de que el estándar se superponga con otras áreas de la informática médica aumentando en complejidad el estándar; pero sin llegar a regir toda la amplitud de este campo [1].

Las publicaciones de este estándar especifican interfaces de hardware, un conjunto mínimo de instrucciones de software y un conjunto consistente de formatos de datos que permiten realizar la transmisión, el tratamiento e impresión de archivos DICOM (estos son imágenes médicas con un informe incluido del estudio realizado). El estándar incluye entre otras cosas la definición del formato de esos archivos y los protocolos de comunicación de red, los que están soportados sobre el protocolo TCP/IP para la comunicación entre los distintos sistemas, ver (Figura 1). Este tipo de imágenes pueden ser intercambiadas entre entidades diferentes que sean capaces de recibir y enviar información de pacientes en dicho formato. De este modo DICOM permite la integración de diferentes dispositivos, equipos

imagenológicos, servidores, estaciones de trabajo, impresoras, hardware de diferentes manufacturas, etc. dentro de un PACS.



Figura 1 - Arquitectura de Red del modelo DICOM

## 1.2 Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes (PACS).

El desarrollo de la informática, la imagenología y las comunicaciones han hecho posible adquirir imágenes médicas en formato digital, almacenarlas en computadoras y visualizarlas en calidad docente y de diagnóstico. Las imágenes pueden ser visualizadas en un lugar adyacente o muy lejano al sitio original de adquisición de éstas. Pueden ser vistas en varias estaciones de visualización desde diferentes lugares simultáneamente, pues la imagen original se almacena en un repositorio centralizado y se transmite una copia de esta para la visualización.

Esto es posible gracias a los PACS; costosos sistemas que utilizan un servidor para el almacenamiento persistente y el intercambio de imágenes médicas en una red soportando todas las modalidades existentes y documentos de reportes; también definidos como computadoras o redes dedicadas al almacenamiento, obtención, distribución y visualización de imágenes [2]. En el caso de redes especializadas en una o dos modalidades de imágenes médicas específicas, especialmente en ultrasonido se denominaban Mini-PACS; término que ha quedado en la actualidad para los casos de

aquellos departamentos imagenológicos que poseen un limitado número de modalidades (ej. una TAC<sup>11</sup> y una RM<sup>12</sup>) y pocas estaciones de visualización [3].

Un PACS está constituido por una serie de elementos que tienen la capacidad de interactuar entre sí (ver Figura 2). Además es capaz de interactuar con otros sistemas de información como el Sistema de Información Hospitalaria (HIS<sup>13</sup>) o el Sistema de Información Radiológica (RIS<sup>14</sup>). Típicamente la red de un PACS consiste en un servidor central que almacena las imágenes, uno o más clientes conectados vía LAN o WAN que proveen y/o utilizan las imágenes y los equipos de adquisición [2].

### 1.2.1 Componentes de un PACS.

- **Adquisición de Imágenes:** Los equipos de adquisición de imágenes, su tecnología e interfaz de acceso a las modalidades digitales tales como TAC, RM, medicina nuclear y ultrasonido. Los modelos actuales de estas modalidades, soportan interfaces digitales basadas en el estándar DICOM, lo que hace más simple y menos costosa su conexión a un PACS; al contrario de equipos analógicos de ultrasonido, endoscopía, y otros existentes que requieren de una puerta de enlace de adquisición de video para la conexión al PACS.
- **Servidor de Base de Datos y Archivos:** El Servidor de base de datos y archivos almacena la información del paciente, el estudio y los datos con los cuales el PACS puede localizar las imágenes almacenadas. Se utiliza una arquitectura cliente servidor para lograr una comunicación rápida. El almacenamiento de las imágenes debe realizarse utilizando RAID<sup>15</sup> para garantizar la integridad física de los datos en casos de fallas de algún tipo en los discos duros y para el archivado permanente o de largo plazo de las imágenes deben utilizarse CD, DVD o Dispositivos de Almacenamiento en Cinta Magnética.
- **Visualización:** Las estaciones de visualización de los radiólogos y algunos clínicos son estaciones de trabajo o PC con monitores de alta resolución exclusivamente dedicadas a este fin. Aunque también se utilizan para estos efectos las estaciones de post-procesamiento o las asistentes (wizards) que forman parte del equipo de adquisición de imágenes.

---

<sup>11</sup> Tomografía Asistida por Computadora

<sup>12</sup> Resonancia Magnética

<sup>13</sup> Health Information System

<sup>14</sup> Radiological Information System

<sup>15</sup> Redundant Array of Independent Disks

- **Infraestructura de Red:** Red LAN o WAN y los dispositivos utilizados, ya sean tarjetas de interfaz de red (NIC) en las estaciones de visualización o en los equipos de adquisición de imágenes o dispositivos de interconexión (switches, hubs, routers, etc.).

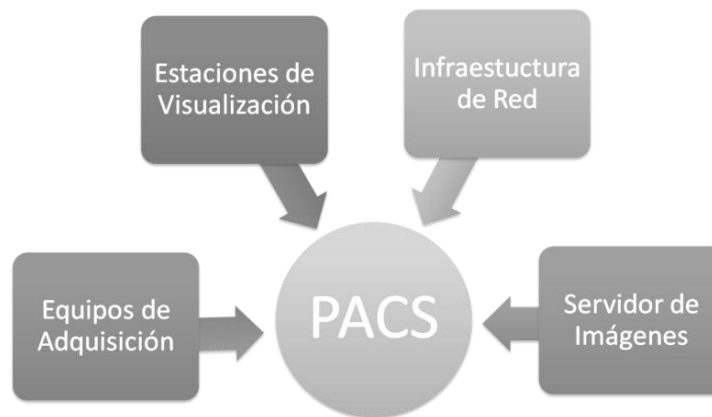


Figura 2 - Componentes de un PACS.

### 1.2.2 Beneficios de los PACS.

Un PACS no es sólo un sistema departamental que posibilita ahorrar dinero simplemente reemplazando las películas de video; es el comienzo de la utilización de la tecnología para cambiar la forma en que se imparte la asistencia médica y es parte de un proceso continuo de innovación y desarrollo [4].

Los PACS son diseñados para reducir y/o eliminar del todo, el uso de películas de video; pero no todos conllevan a esto de la misma forma o arriban a los mismos resultados. La película de video no es solamente un medio de almacenamiento o visualización; sino que frecuentemente se convierte en la base del flujo de trabajo en el área de radiología, determinando quién lee los estudios, cómo son leídos y cuándo son obtenidos los estudios a leer. El PACS brinda la oportunidad de no sólo reemplazar las películas de video y el papel, sino también de mejorar el flujo de trabajo [4].

Algunos de las consecuencias de la utilización de un PACS pueden ser:

- Eliminación de las películas (secuencias analógicas de video) y los costos asociados a estas.
- Reducción total o parcial del número de estudios perdidos.
- Posibilidad de almacenar imágenes en formato digital reduciendo los costos y los riesgos de pérdidas o daño de la información.

- Acceso rápido y simple a las imágenes desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Reducción del tiempo de emisión de los reportes a las diferentes áreas de la institución.
- Mejor comunicación entre radiólogos y clínicos.
- Mayor eficiencia en la planificación de los radiólogos y las instituciones.
- Posibilidad de proveer imágenes médicas como parte de la historia clínica del paciente.

### 1.3 Servidor de Almacenamiento de Imágenes Médicas

Un servidor de imágenes no constituye un PACS; pero dentro de este es un componente esencial. Podría verse como la médula espinal del PACS, facilitando la integración de los componentes del mismo (ver Figura 3) y la integración con otros sistemas de gestión de la institución como un RIS o un HIS. Sin un servidor no existe la posibilidad de centralizar el almacenamiento de las imágenes en formato digital en un medio de fácil y rápido acceso; sino que es preciso tenerlas distribuidas por toda la entidad donde se generan, agrupadas en los departamentos de cada modalidad o almacenadas en un repositorio central de CD, cintas magnéticas<sup>16</sup> o películas de video<sup>17</sup>.

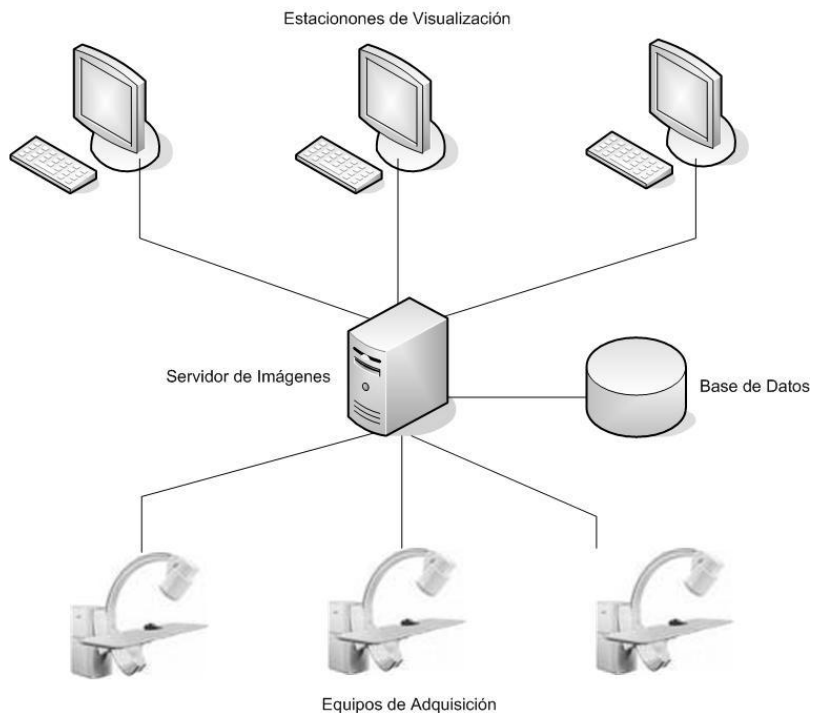


Figura 3 – Relación entre los componentes de un PACS

<sup>16</sup> Cinta magnética para dispositivo de almacenamiento masivo en cinta.

<sup>17</sup> Video (VHS o Beta) en formato analógico; imágenes no digitales.

Es posible percatarse de que ninguno de los modos de almacenamiento tradicionales facilita el rápido acceso a las imágenes, sino que lo complejiza y ralentiza. Además de no garantizar que personal no autorizado acceda a las imágenes y ser proclive a la pérdida de estudios; ya sea por fallas de los medios de almacenamiento externo o por error humano. En tanto que un servidor de almacenamiento y transmisión de imágenes médicas define requerimientos de hardware para garantizar la protección de la información almacenada. La seguridad de las imágenes queda a manos del(los) administrador(es), el sistema operativo utilizado, software de seguridad adicional utilizado (ej. firewalls<sup>18</sup>) y las políticas de seguridad de la institución. Minimizando así la cantidad de personas involucradas y consecuentemente la posibilidad de accesos indebidos a la información.

#### **1.4 Actualidad.**

A nivel internacional la comercialización de Servidores de imágenes se encuentra fundamentalmente en manos de las divisiones de la tecnología y la informática médica de grandes compañías como General Electric, Siemens AG, Philips, Kodak, Agfa, Digital Imaging, Fujifilm y algunas otras. Estas compañías comercializan soluciones PACS completas tanto como solución de software, o como alternativa de valor agregado en la comercialización de equipos de adquisición de imágenes; y en algunos casos comercializan también los componentes del PACS de forma independiente. De igual forma también existen pequeñas y medianas compañías a nivel mundial que comercializan este tipo de soluciones de software que pueden ser OEM<sup>19</sup> o de producción propia. Por lo general se comercializa el PACS completo (incluyendo el servidor) o servidores de imágenes como elementos independientes.

En todos los casos las soluciones se caracterizan por altos costos, los que si no están reflejados en el software son apreciables en el hardware específico de la solución. También presentan limitaciones como la atadura a plataformas específicas (ej. Windows o UNIX) o a gestores de bases de datos relacionales determinados. Los que en los casos de servidores de elevado rendimiento utilizan gestores de bases de datos comerciales como SQL Server y Oracle, cuyas licencias son sumamente costosas. Mientras que aquellos que utilizan gestores libres se adhieren a opciones como MySQL, el cual no resulta conveniente

---

<sup>18</sup> Cortafuegos.

<sup>19</sup> Original Equipment Manufacturer: empresa que produce su producto utilizando componentes de otras firmas y luego comercializándolo a su nombre.

para manejar los inmensos niveles de información generada por los equipos en hospitales o clínicas radiológicas.

En nuestro país el único centro que se había sumergido en el mundo del estándar DICOM y los servidores de almacenamiento de imágenes hasta el año 2005 era el Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba. Este desarrolló una solución denominada Imagis hace varios años y se dedicaba a darle soporte y comercializarla en el área de América Central y el Caribe. En el año 2005 que se planteó la idea de desarrollar una nueva solución por parte la Universidad de las Ciencias Informáticas que remplazara al Imagis, abarcando las funcionalidades ya cubiertas por este y acercándose más a las tendencias del mundo actual en lo que respecta a tema. Evitar de esta forma la necesidad de importar soluciones extranjeras como el SAVIM<sup>20</sup>, sistema actualmente utilizado en algunos hospitales y clínicas de país.

Actualmente se desarrolla en la UCI<sup>21</sup> la nueva solución denominada Cassandra PACS por parte del grupo de proyectos GPI<sup>22</sup> perteneciente a la Facultad 7, en el seno la infraestructura productiva.

### **1.5 Servidores de imágenes utilizados como referencia.**

Los servidores de imágenes médicas son comercializados por lo general como parte de un PACS. Solo en algunos casos son comercializados de forma independiente. Algunos de los servidores utilizados como referencia en la investigación son mencionados a continuación.

#### **1.5.1 MediStore (ALGOTEC).**

Soporte DICOM 3.0 para las modalidades de adquisición de imágenes. Proveedor de servicios de almacenamiento y búsqueda/obtención de imágenes. Utiliza RAID<sup>23</sup> para el almacenamiento en línea veloz y a prueba de fallos. Soporta compresión sin pérdida para las imágenes. Utiliza un servidor principal SUN y Oracle 8 como gestor de bases de datos [5].

---

<sup>20</sup> PACS de producción española

<sup>21</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas

<sup>22</sup> Grupo de Procesamiento de Imágenes

<sup>23</sup> Redundant Array of Independent Disks

### 1.5.2 DICOM Mini-Server (Brit Systems).

Provee de servicios de almacenamiento tanto cliente como servidor. Soporta imágenes con compresión JPEG para PACS y aplicaciones de tele-radiología [6].

### 1.5.3 Roentgen Files Archive (Brit Systems).

Soporta una amplia gama de modalidades y objetos. Una base de datos relacional almacena la información del estudio. El estudio (imagen médica) se almacena en un RAID exactamente como se recibe de la modalidad. El almacenamiento de largo término sucede inmediatamente o una vez al día de acuerdo a la configuración. Los estudios pueden ser obtenidos mediante diferentes servicios (búsqueda/obtención y mover). Las sintaxis de transferencia JPEG están soportadas para aquellos visores que requieran la transmisión con compresión [7].

### 1.5.4 I-Store (Cedara Software).

La solución de almacenamiento Cedara I-Store™ está disponible para los sistemas operativos Windows y Linux. Soporta el almacenamiento de una amplia variedad de modalidades. Soporta compresión JPEG 2000 para las imágenes [8].

### 1.5.5 Synapse Server (Fujifilm Medical Systems).

Diseñado para Windows 2000 Server [9]. Recibe estudios directamente de modalidades DICOM sin la necesidad de interfaces intermedias. Todas las modalidades se conectan directamente a la red TPI/IP. También provee administración de listas de trabajo en las modalidades que soportan esta funcionalidad y soporta todas las asociaciones de tipo Query/Retrieve, Modality Performed Procedure Step y Storage Commitment [10].

### 1.5.6 PacsOne Server.

Pequeño PACS en dos versiones, una libre otra comercial, equipado con un servidor que soporta almacenamiento y asociaciones de tipo Query/Retrieve (solo versión Premium). La versión libre solo



soporta algunas sintaxis de transferencia (TSN), mientras que la versión Premium soporta la mayoría de éstas, además de importación y exportación de imágenes hacia y desde medios de almacenamiento externo. Utiliza una base de datos MySQL [11].

#### 1.5.7 Imagis (Centro de Biofísica Médica).

Sistema para recibir y almacenar imágenes en formato DICOM provenientes de los equipos médicos que las generan. Posibilita igualmente buscar y recuperar imágenes con acceso a una red. Utiliza una base de datos en Access. El servidor está basado en una arquitectura cliente servidor en la misma aplicación, por lo que existe la posibilidad de replicar la información. No soporta múltiples conexiones. No funciona como servicio. No soporta el servicio C-MOVE [12].

### **1.6 Principales herramientas y tecnologías utilizadas.**

#### 1.6.1 Visual C# .NET 2.0.

Hoy en día, es un lenguaje conocido por todos, que posee una constante actualización, sobre el cual se pueden implementar diversas tecnologías muy modernas y utilizadas en la actualidad. Es el denominado lenguaje estrella de la plataforma .NET; brinda gran poder al desarrollador facilitándole un conjunto de clases que le permiten hacer prácticamente cualquier cosa que se proponga, un marco de ejecución administrada que permite la optimización y la ejecución segura del código. Además es un lenguaje excelente para llevar a cabo diseños orientados a objetos, utilización de patrones de diseño y metodologías ágiles. Permite la utilización de muy buenas herramientas para el control de versiones como Visual Source Safe, cuando se programa con el Entorno Integrado de Desarrollo (IDE<sup>24</sup>) Microsoft Visual Studio 2005 Team Suite; el cual es muy popular en la comunidad de desarrolladores.

#### 1.6.2 Microsoft Visual Studio Team Suite 2005.

Sin lugar a dudas hoy en día unos de los mejores IDE, sumado a esto utiliza como marco de trabajo el .NET Framework 2.0 el cual brinda muchas mejoras como el manejo de datos genéricos y conjuntos de

---

<sup>24</sup> Integrated Development Environment

datos, la sincronización de hilos, tecnologías de clientes inteligentes<sup>25</sup>, acceso a datos y muchas otras funcionalidades novedosas. El manejo de los errores se hace muchísimo más fácil y eficiente puesto que existen opciones de depuración más enriquecidas que brindan la información sobre los errores de forma intuitiva.

El compilador de C# es muy potente en la localización de errores y ofrece descripciones detalladas de los mismos. La flexibilidad que ofrece el CLR<sup>26</sup> de poder reutilizar componentes desarrollados en diferentes lenguajes de la plataforma; así como la facilidad con que se logra esto en Visual Studio. Además de brindar una total integración con el sistema de control de versiones. En el momento de escribir programas, Visual Studio cuenta con recursos de inteligencia y fragmentos de código que ayudan a agilizar la labor del desarrollador.

### 1.6.3 MyDicom.NET SDK.

MyDicom.NET son librerías que implementan el estándar DICOM 3.0 y facilitan las tareas informáticas fundamentales como la transmisión, la utilización y almacenamiento de las imágenes médicas. Aunque en la actualidad existen varias librerías de este tipo (Java DICOM Toolkit, CTN), algunas de ellas incluso gratis (DCMTK). Se escogieron las MyDicom debido a su facilidad de uso y que están implementadas en C#. Esto constituye un gran paso de avance por ser el mismo lenguaje de programación a utilizar en el proyecto.

Entre otras funcionalidades: permiten trabajar las asociaciones múltiples lo cual confiere al servidor un poder de respuesta importante; brindan la posibilidad de la migración a la plataforma UNIX utilizando la alternativa a .NET MONO. Adicionalmente estas librerías ofrecen buenos resultados en rendimiento, estabilidad y confiabilidad.

---

<sup>25</sup> Smart Clients (Update Application Blocks)

<sup>26</sup> Common Language Runtime

#### 1.6.4 Microsoft Visual Source Safe 2005.

Sencillo y fácil de usar Sistema de Control de Versiones caracterizado sobre todo por la integración con Visual Studio 2005; simplificando en gran medida la complejidad de uso de este tipo de herramientas. Resulta una herramienta invaluable para el desarrollo en equipo que registra un historial de los cambios en cada fichero, brinda la posibilidad de codificar concurrente en el mismo proyecto e incluso en el mismo fichero, así como la administración de los ficheros de código fuente. Adicionalmente soporta archivos XML, acceso remoto sobre HTTP, compatibilidad con versiones anteriores, y mayor soporte de capacidad llegando hasta 4Gb.

#### 1.6.5 RUP.

La metodología de desarrollo de software RUP es muy generalizada y estudiada; brinda una información detallada de las etapas, ciclos, flujos de trabajo y artefactos en el desarrollo de un software. Esta metodología se ajusta muy bien a los modelos orientados a objetos, y posibilita el modelado de software siguiendo este paradigma. RUP enfrenta el problema desde sus inicios y hace un seguimiento a través de las distintas vistas hasta que se logra una estabilización en el software desarrollado.

También norma que artefactos se generan durante el proceso y define qué, cuándo y quién debe realizar una tarea especificada. Organiza el desarrollo para poder hacer planificaciones y definir hitos que posibiliten controlar el progreso del proceso de desarrollo.

#### 1.6.6 Enterprise Architect 6.5.

Enterprise Architect ofrece las herramientas de modelado UML más potentes y flexibles para la plataforma de Windows. Es una herramienta de análisis de negocio y UML orientada a objetos para el desarrollo completo del ciclo de vida del software. Enterprise Architect provee el límite competitivo para el desarrollo de software, administración de proyecto, administración de requerimientos y análisis de negocio a un precio muy conveniente.

Entre sus características fundamentales se destacan: el soporte de la última especificación UML 2.1, la capacidad de Importación/Exportación XMI 2.1, motor de Reporte HTML, transformaciones MDA, perfiles y soporte de tecnologías, pruebas y rastreo de recursos y mantenimiento.

### 1.6.7 PostgreSQL 8.2.

PostgreSQL es un poderoso sistema de bases de datos relacional que cuenta ya con más de 15 años de desarrollo activo y una arquitectura probada, la cual ha ganado una fuerte reputación en cuanto a confiabilidad, integridad de los datos y precisión.

Funciona en la mayoría de los sistemas operativos (Linux, UNIX y Windows). Es completamente conforme al estándar de Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad (ACID<sup>27</sup>). Este estándar es considerado la propiedad clave de los sistemas de gestión de bases de datos de procesamiento de transacciones. Posee soporte pleno de llaves foráneas, uniones, vistas, triggers y funciones en varios lenguajes. Incluye la mayoría de los tipos de datos de SQL92 y SQL99 y soporta el almacenamiento de objetos binarios de gran tamaño, incluyendo imágenes, sonido y video. Posee interfaces de programación nativas para C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, entre otras y muy buena documentación.

PostgreSQL posee características sofisticadas como Control de Concurrencia Multi-Versiones (MVCC<sup>28</sup>), recuperación en puntos de tiempo, espacios de tablas, replicación asíncrona, transacciones anidadas, copias de respaldo en caliente, planificador-optimizador de consultas, entre otras. Es altamente escalable, tanto en la cantidad de datos que puede manipular como la cantidad de usuarios concurrentes que soporta. Algunos límites generales se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Límite	Valor
Tamaño Máximo de la Base de Datos	Ilimitado
Tamaño Máximo de las Tablas	32 TB
Tamaño Máximo de las Filas	1.6 TB
Tamaño Máximo de un campo (atributo)	1 GB

<sup>27</sup> Atomicity, Consistency, Isolation and Durability

<sup>28</sup> Multi-version Concurrency Control

Límite	Valor
Máximo de Filas por Tabla	Ilimitado
Máximo de Columnas por Tabla	250-1600 depende del tipo.
Máximo de Índices por Tabla	Ilimitado

Después de realizar la investigación de los principales elementos teóricos relacionados con los PACS y sus características, así como las principales tecnologías asociadas, se han establecido las bases teóricas de la investigación; que aporta un punto de partida para adentrarse en el conocimiento y la comprensión de los PACS y dentro de éstos más específicamente de los Servidores de Almacenamiento de Imágenes Médicas.

## CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.

El desarrollo de Cassandra Server impone un gran reto tecnológico; pues, los procesos a automatizar están regulados por el estándar DICOM 3.0 implicando los protocolos de comunicación, los formatos de datos e incluso la manera de codificar los mensajes. Además, el colocar al administrador del sistema en un plano superior, donde tenga opciones a escoger o tareas de administración que se realicen de forma automática, hacen que no esté atado como un usuario al sistema. Estos son aspectos que se tienen en cuenta a la hora de desarrollar el sistema; convirtiéndolo en único en su tipo.

Este capítulo define los principales requisitos y características que debe cumplir el sistema y una breve descripción de cada una, así como se muestran los elementos que intervienen en la solución del problema y la relación entre ellos. Además se definen los actores y los casos de uso, se justifican los actores como futuros usuarios y se da una descripción detallada de los casos de uso.

### **2.1 Objeto de automatización.**

Debido a la inexistencia de una correspondencia en las acciones, procesos y políticas a seguir en los hospitales para enfrentar la automatización del almacenamiento, la búsqueda o clasificación y la transmisión no es posible encontrar procesos definidos de negocio. Pero, estudiando el estándar DICOM 3.0 que rige estas funcionalidades en el mundo de la medicina imagenológica a nivel internacional.

Observando otros sistemas muy difundidos y patentados por las empresas comercializadoras de equipos médicos, utilizados en casi todos los hospitales del mundo que utilizan las tecnologías de diagnóstico. Es posible identificar el proceso de Transmisión y Almacenamiento de las imágenes médicas. Por esta razón se propone automatizar el Proceso de Transmisión y Almacenamiento de las Imágenes Médicas generadas por los equipos de adquisición acorde al estándar DICOM 3.0. De modo que, sea posible en los hospitales donde esté instalado el sistema, que cualquier equipo médico, que posea al menos una estación de post-procesamiento o de visualización, pueda realizar tareas de: visualización, envío de imágenes al sistema, búsqueda de pacientes en el sistema u obtención de las imágenes de un determinado paciente.

## **2.2 Propuesta de Sistema.**

Observando las funcionalidades existentes en otros sistemas, para lograr dar solución al problema existente en el país y crear a la vez un sistema poco costoso y fácil de administrar y mantener. Cassandra Server debe: poder brindar servicios a diversos clientes, de diferentes compañías o países, siempre que sean DICOM 3.0 compatibles; gestionar la transmisión y el almacenamiento de imágenes médicas y garantizar la disponibilidad de las imágenes. Los clientes, que pueden ser estaciones de visualización de imágenes o equipos de adquisición de éstas deben poder almacenar imágenes en el servidor, hacer búsquedas entre las imágenes almacenadas, obtener imágenes del servidor o mover imágenes del servidor a otro destino.

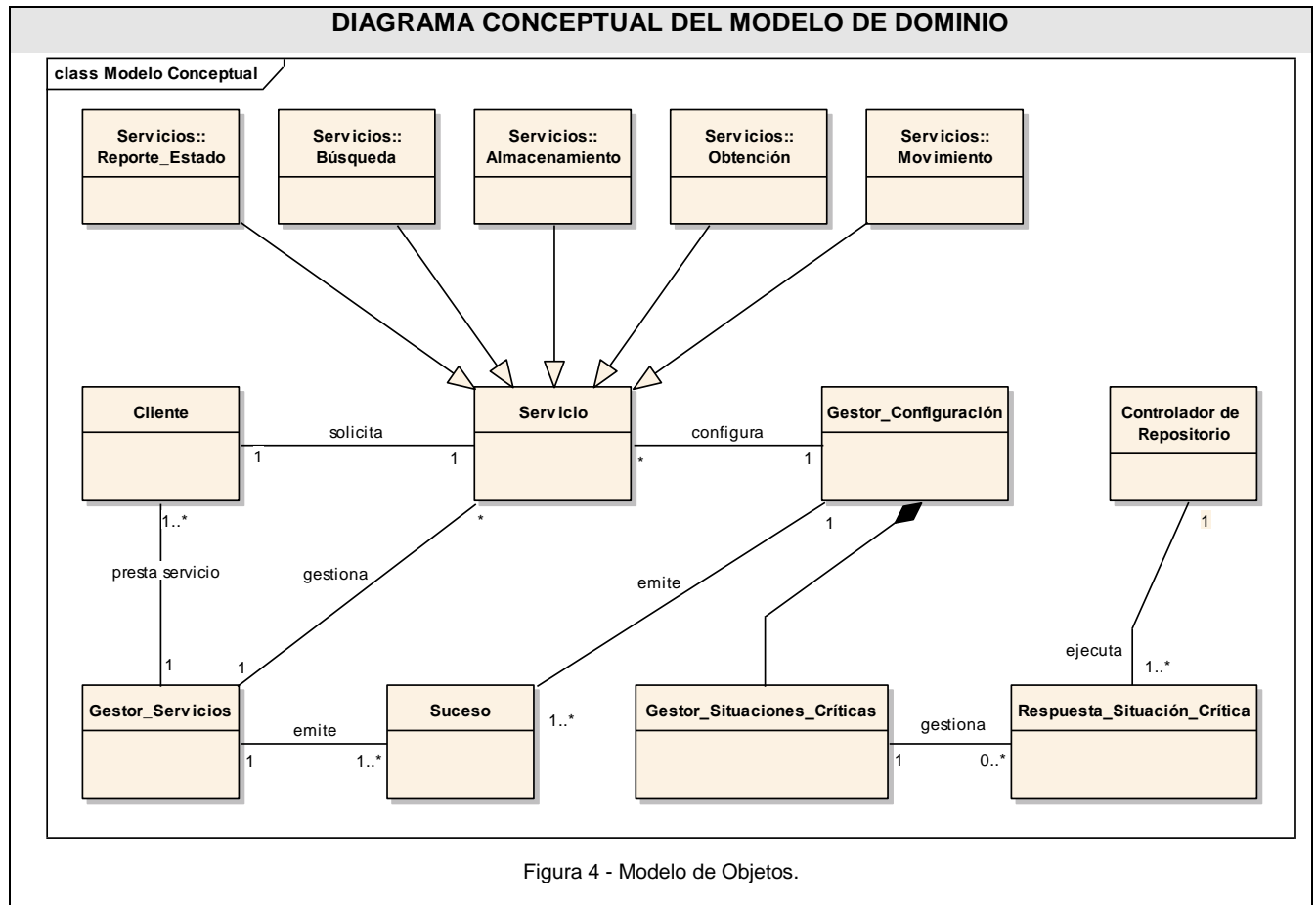
Además, entre las tareas de administración en el servidor el administrador podrá modificar la configuración, guardar los cambios efectuados y actualizar el sistema con la nueva configuración. También puede, en aras de garantizar la autonomía, configurar respuestas a límites de capacidad en el repositorio de imágenes, como comprimir archivos (sin pérdida<sup>29</sup>) o eliminarlos. Estas respuestas deben ejecutarse de forma automática.

## **2.3 Modelo de Dominio.**

Como ya se ha comentado no es posible definir procesos de negocio, es por eso que se realiza un modelo de dominio (ver Figura 4).

---

<sup>29</sup> Formato de Compresión sin pérdida: Run Length Encoding (RLE).



## 2.4 Especificación de los Requisitos del sistema.

### 2.4.1 Requerimientos Funcionales.

Los requerimientos funcionales del sistema, dadas las funcionalidades que exponen, se encuentran agrupados en tres paquetes fundamentales:

- a) Configuración.
  - Requerimientos asociados a la configuración del sistema.
- b) Aseguramiento y Autonomía.
  - Requerimientos asociados a configuración de las respuestas a situaciones críticas y límites de capacidad.
- c) Gestión de imágenes



- Requerimientos asociados a los servicios DICOM, y la gestión de las imágenes en el repositorio.

A continuación se listan los requerimientos funcionales por sus paquetes correspondientes. Es posible ver las relaciones entre éstos para su mejor comprensión en el ANEXO 1: DIAGRAMAS DE REQUERIMIENTOS.

a) Configuración.

Requisito	Descripción
REQ: 1.01 Configurar quiénes pueden obtener imágenes.	El estándar DICOM 3.0 norma la manera en que los clientes hacen Query/Retrieve definiendo que se deben especificar quienes serán los clientes a los que se les podrá enviar imágenes.
REQ: 1.02 Salvar la configuración del sistema	Los datos de configuración son salvados y cargados al sistema.
REQ: 1.03 Registrar el suceso ocurrido	Para cada evento sucedido o acción ejecutada se debe guardar en una bitácora el suceso. Estos sucesos deben ofrecer los datos suficientes para su entendimiento y reconstrucción de las condiciones bajo las cuales ocurrió.

Para mayor comprensión del Diagrama de Requerimientos del paquete Configuración (ver A.1.1 Requerimientos de Configuración).

b) Aseguramiento y Autonomía.

Requisito	Descripción
REQ: 2.01 Hacer salvadas en el servidor de BackUp.	Tipo de acción de mantenimiento que crea una salva de respaldo de una cantidad determinada de archivos DICOM (los más antiguos, más grandes) en otro servidor de Backup.
REQ:2.02 Comprimir archivos DICOM	Tipo de acción de mantenimiento que comprime, una

	cantidad determinada de archivos DICOM (los más antiguos, más grandes), para economizar espacio en el repositorio.
REQ:2.03 Eliminar archivos DICOM	Tipo de acción de mantenimiento que elimina una determinada cantidad de archivos DICOM (los más antiguos, más grandes) almacenados en el servidor y la referencia en la base de datos si existe.
REQ: 2.04 Emitir alertas ante situaciones críticas de poco espacio disponible en el repositorio de imágenes.	Notificar mediante alertas que el espacio disponible del repositorio de imágenes es menor que determinados valores.
REQ: 2.05 Especificar situaciones crítica	Configurar el espacio limite, la respuesta a ejecutar cuando se llegue al límite, la cantidad de ficheros a tratar y criterio de selección de estos ficheros.
REQ: 2.06 Monitorear por el espacio ocupado del repositorio de imágenes.	Como el repositorio de imágenes o inbox del servidor es un recurso que está a su disposición se hace necesario monitorear por su espacio disponible para poder advertir o notificar situaciones críticas.
REQ: 2.07 Ejecutar respuesta de situación crítica.	Ejecutar las distintas acciones ya sea comprimir, mover a servidor de Backup o eliminar.

Para mayor comprensión del Diagrama de Requerimientos del paquete Aseguramiento y Autonomía (ver A.1.2 Requerimientos de Aseguramiento y Autonomía).

c) Gestión de Imágenes.

<b>Requisito</b>	<b>Descripción</b>
REQ: 3.01 Prestar servicios DICOM	Prestar servicios tipo C-ECHO, C-FIND, C-GET, C-MOVE, C-STORE y C-CANCEL definidos en el estándar DICOM3.0 a los clientes.
REQ: 3.02 Realizar Comprobación de Estado.	Brindar servicio C-ECHO, el cual permite comprobar la asociación entre los clientes y el servidor.

REQ: 3.03 Proveer de archivos DICOM	Brindar servicio C-GET el cual permite a los clientes obtener imágenes según criterios de selección.
REQ: 3.04 Almacenar archivos DICOM	Brindar servicio C-STORE que permite a los usuarios almacenar las imágenes en el servidor.
REQ: 3.05 Mover Archivo DICOM	Brindar servicio C-MOVE para mover imágenes del servidor a cualquier otro destino.
REQ: 3.06 Proveer de resultados de búsquedas	Brindar servicio C-FIND. A la hora de hacer búsquedas buscar en la base de datos para una rápida respuesta y luego con los datos obtenidos se puede localizar la imagen.
REQ: 3.07 Soportar los distintos niveles de Información DICOM	Las operaciones que se realizan en los servicios deben soportar los niveles de información que establece el estándar: PatientRoot, StudyRoot y PatientStudyOnly
REQ: 3.08 Almacenar en base de datos	Almacenar datos del C-STORE en una base de datos de acuerdo al modelo definido por el estándar DICOM
REQ: 3.09 Buscar en la base de datos.	Cuando se realicen búsquedas en el servidor, se busca en la base de datos del sistema para localizar rápidamente las imágenes, que están en el repositorio.
REQ: 3.10 Organizar las imágenes en el repositorio.	El repositorio de imágenes o inbox debe tener una estructura de directorios de manera tal que sea comprensible para los seres humanos y se puedan localizar ficheros dentro del manualmente. Esto puede ser muy útil en la administración y mantenimiento del sistema.

Para mayor comprensión del Diagrama de Requerimientos del paquete Gestión de Imágenes (ver A.1.3 Requerimientos de Gestión de Imágenes).

#### 2.4.2 Requerimientos no Funcionales.

REQ: 4.01 Permitir múltiples asociaciones con los clientes.

REQ: 4.02 Soportar al menos 20 clientes simultáneamente.

REQ: 5.01 El tiempo de respuesta de las búsquedas debe ser rápido.

REQ: 5.02 El tiempo de respuesta de obtención debe ser rápido. Igual o superior a 2 imágenes por segundo en imágenes de tamaño medio de 512Kb.

REQ: 5.03 El tiempo de respuesta de almacenamiento debe ser rápido. Igual o superior a 2 imágenes por segundo en imágenes de tamaño medio de 512Kb.

REQ: 6.01 .NET Framework 2.0 o superior.

REQ: 6.02 Windows 2003 Server.

REQ: 7.01 La configuración debe poderse preservar de una instalación a otra.

REQ: 7.02 La información de las imágenes que esté en la Base de Datos es la principal fuente realizar búsquedas.

REQ: 7.03 El motor de base de datos debe poder ser configurable.

REQ: 7.04 Utilizar un motor de base de datos PostgreSQL 8.2.

REQ: 8.01 Debe existir un registro y control de errores detallados.

REQ: 8.02 Registrar todos los sucesos y errores de forma persistente.

REQ: 8.03 Si existen problemas con el espacio disponible en el repositorio tomar medidas al respecto para mitigar la crisis.

REQ: 9.01 Facilidad de configuración del servidor.

REQ: 10.01 Escucha por el puerto 104.

REQ: 10.02 Enviar a los clientes por los puertos especificados por estos.

REQ: 10.03 Implementar DICOM 3.0 soportando el protocolo TCP/IP.

REQ: 11.01 1Gb de memoria RAM (mínimo)

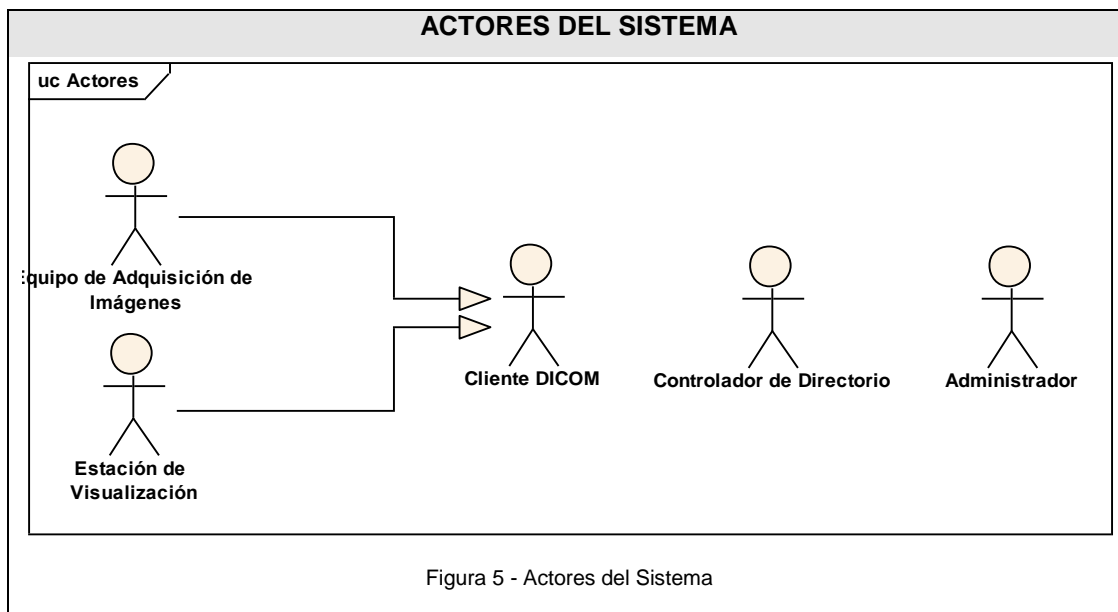
REQ: 11.02 CPU Dual Pentium IV 2.8GHz (recomendado)

REQ: 11.03 RAID 5 o 10 por 1.2Tb HDD SCSI (recomendado)

REQ: 11.04 Gigabit Ethernet NIC (recomendado)

## 2.5 Casos de Uso del Cassandra Server.

### 2.5.1 Actores del sistema a automatizar.



Actores	Justificación
Cliente DICOM	Actor general que agrupa a todos los clientes que puedan hacer peticiones DICOM 3.0 estándar al sistema.
Equipo de Adquisición de imágenes.	Es el software, DICOM compatible, de los equipos de diagnóstico.
Estación de Visualización.	Es el software para la visualización, procesamiento, diagnóstico y reporte de las imágenes médicas.
Administrador	Es el responsable de velar por el funcionamiento apropiado del servidor, configurarlo, etc.
Controlador de Directorio	Es el software controlador que vela por el estado

	del repositorio de imágenes para notificar cualquier situación crítica.
--	---

## 2.5.2 Casos de Uso.

CU1	Realizar C-ECHO
Actor	Cliente DICOM
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el cliente envía una indicación de comprobación de estado al servidor para probar la conectividad y el servidor le responde.
Referencia	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.02

CU2	Realizar C-FIND
Actor	Cliente DICOM
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía una solicitud de búsqueda al servidor, agregando un criterio de selección, para que este busque los datos de las imágenes correspondientes y se los devuelva.
Referencia	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.06, REQ:3.07, REQ:3.09

CU3	Realizar C-STORE SCP
Actor	Cliente DICOM
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía una solicitud de almacenamiento al sistema, enviándole un fichero. El sistema almacena el fichero en el repositorio de imágenes e inserta las imágenes en la base de datos.
Referencia	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.04, REQ:3.08, REQ:3.10

CU4	Realizar C-STORE SCU
Actor	
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el sistema necesita almacenar un fichero en un destino determinado.

Referencia	REQ:3.04
------------	----------

CU5	Realizar C-GET
Actor	Cliente DICOM
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía una solicitud de obtención mandando el criterio de búsquedas de las imágenes a enviar. El sistema toma las imágenes según el criterio de búsqueda y se las envía al cliente y al finalizar notifica al cliente que se le han enviado las imágenes.
Referencia	REQ:1.03, REQ:3..01, REQ:3.03, REQ:3.05, REQ:3.07, REQ:3.09

CU6	Realizar C-MOVE
Actor	Cliente DICOM
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía una solicitud de movimiento mandando el criterio de búsquedas de las imágenes a enviar y el destino. El sistema toma las imágenes según el criterio de búsqueda y las envía hacia el destino y notifica al cliente que ha enviado las imágenes a su destino.
Referencia	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.03, REQ:3.05, REQ:3.07, REQ:3.09

CU7	Configurar el Sistema
Actor	Administrador
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Administrador desea configurar algún aspecto del sistema. De este modo puede cambiar los destinos de las imágenes, la base de datos, los clientes autorizados a hacer GET y MOVE.
Referencia	REQ:1.01, REQ:1.02, REQ:1.03, REQ:7.01

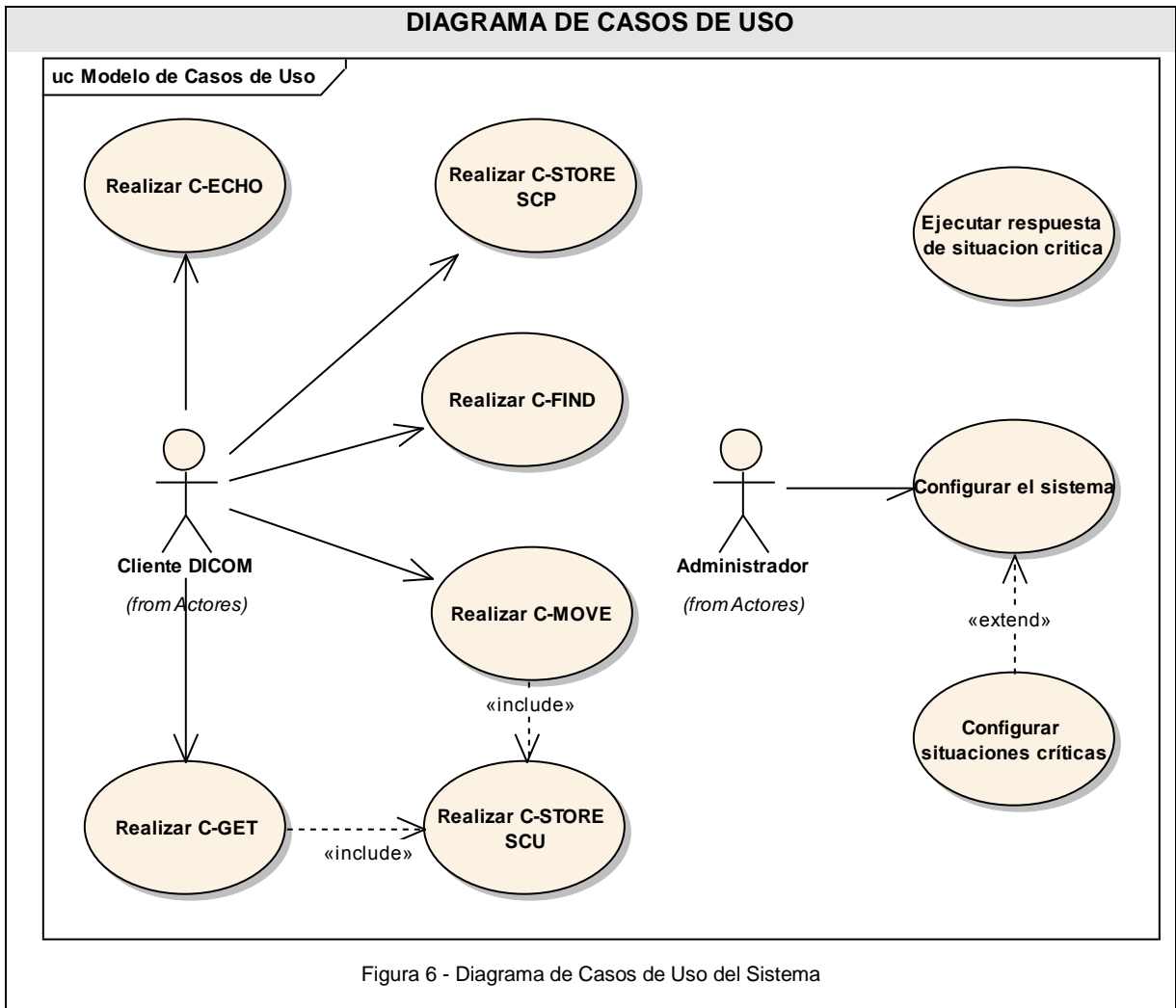
CU8	Configurar el Situaciones Críticas
Actor	
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Administrador desea configurar las situaciones críticas del repositorio a las que el sistema va a responder. Configura el espacio ocupado límite, cantidad de imágenes a procesar en la respuesta, la acción a realizar

	como respuesta y el criterio de selección de las imágenes a procesar (más viejas, más grandes).
Referencia	REQ:1.03, REQ:1.02, REQ:2.01, REQ:2.02, REQ:2.03, REQ:2.05, REQ:7.01

CU9	Ejecutar respuesta de situación crítica
Actor	Controlador de Repositorio
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el Controlador de Repositorio detecta que el espacio ocupado en repositorio es mayor que algún límite definido por el Administrador como situación crítica y procede a ejecutar la acción asociada a la ocurrencia de este límite.
Referencia	REQ:1.03, REQ:2.01, REQ:2.02, REQ:2.03, REQ:2.04, REQ:2.06, REQ:2.07



### 2.5.3 Diagrama de Casos de Uso.



### 2.5.4 Planificación de los casos de uso por ciclos de desarrollo.

Ciclo 1:

Cód.	Nombre de caso de uso	Paquete	Justificación de la selección.
CU1	Realizar C-ECHO	Gestión de Imágenes.	Caso de uso necesario para realizar cualquier operación pues comprueba la conectividad entre el cliente y el servidor.

<b>CU2</b>	Realizar C-FIND	Gestión de Imágenes.	Caso de uso con una gran importancia en la interacción de los usuarios con el sistema puesto que a través de él pueden hacer todas las preguntas que necesitan para localizar las imágenes.
<b>CU3</b>	Realizar C-STORE SCP	Gestión de Imágenes.	Caso de uso más usado por los clientes porque brinda la funcionalidad más elemental del servidor el almacenamiento de las imágenes.

Ciclo 2:

<b>Cód.</b>	<b>Nombre de caso de uso</b>	<b>Paquete</b>	<b>Justificación de la selección.</b>
<b>CU2</b>	Realizar C-FIND	Gestión de Imágenes.	Se le agregaran los otros niveles de la información.
<b>CU4</b>	Realizar C-STORE SCU	Gestión de Imágenes.	Es necesario para poder realizar el <b>CU5</b> y el <b>CU6</b> .
<b>CU5</b>	Realizar C-GET	Gestión de Imágenes.	Caso de uso funcionalmente significativo, es parte del conocido conjunto de servicios de Query/Retrieve. Aborda el proceso de obtención de imágenes, lo cual es vital para los actores. Ayuda en la toma de decisiones de arquitectura del sistema.
<b>CU6</b>	Realizar C-MOVE	Gestión de Imágenes.	Caso de uso funcionalmente significativo, es parte del conocido conjunto de servicios de Query/Retrieve. Aborda el proceso de mover imágenes desde el sistema hacia un destino especificado. Ayuda en la toma de decisiones de arquitectura del sistema.

<b>CU7</b>	Configurar el Sistema	Administración	Los <b>CU1</b> y <b>CU2</b> necesitan datos de configuración.
<b>CU8</b>	Configurar Situaciones Críticas.	Aseguramiento y Autonomía.	Brinda un aseguramiento básico al sistema. Acción de eliminar y comprimir.
<b>CU9</b>	Ejecutar respuesta de situación crítica.	Aseguramiento y Autonomía.	Ejecuta la respuesta a las acciones críticas

Ciclo 3:

<b>Cód.</b>	<b>Nombre de caso de uso</b>	<b>Paquete</b>	<b>Justificación de la selección.</b>
<b>CU6</b>	Realizar C-MOVE	Gestión de Imágenes.	Se agrega soporte para otros niveles de información.
<b>CU8</b>	Configurar Situaciones Críticas.	Aseguramiento y Autonomía.	Brinda un aseguramiento básico al sistema. Acción de mover a servidor de Backup.
<b>CU9</b>	Ejecutar respuesta de situación crítica.	Aseguramiento y Autonomía.	Ejecuta la respuesta a las acciones críticas

### 2.5.5 Descripción extendida de los Casos de Uso.

Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-ECHO
Actores:	Cliente DICOM (Inicia)
Propósito:	Determinar el estado del servidor (si está disponible)
Resumen:	El Cliente Dicom envía una petición C-ECHO hacia el servidor, quien debe enviar una respuesta en caso de estar disponible. Se registra el evento ocurrido (logs)
Referencias:	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.02
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	Se deben haber acordado los servicios y formatos soportados entre el Cliente DICOM y el servidor, quedando la asociación establecida.
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema

1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía una solicitud de verificación de estado.	2- Recibe la indicación de verificación de estado.
	3- Notifica al Cliente DICOM que se encuentra funcional.
	4- Registra el suceso.
5- Recibe la notificación del servidor.	
Curso Alternativo de los eventos	
Línea 2: a) Si el servidor no se encuentra funcional no emite respuesta alguna.	
Poscondiciones:	

Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-FIND
Actores:	Cliente DICOM (Inicia)
Propósito:	Permitir al Cliente DICOM hacer búsquedas de pacientes y/o estudios en el servidor.
Resumen:	El Cliente DICOM realiza una petición de búsqueda en el servidor, este recibe los parámetros para realizar la búsqueda, busca las coincidencias en la base de datos y retorna los datos encontrados al Cliente DICOM de acuerdo al modelo de información solicitado. Se registra el evento sucedido.
Referencias:	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.06, REQ:3.07, REQ:3.09
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	Se deben haber acordado los servicios y formatos soportados entre el Cliente DICOM y el servidor, quedando la asociación establecida.
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía los parámetros de búsqueda al servidor.	2- Recibe la indicación de búsqueda.
	3- Identifica el modelo de información

	solicitado.
	4- Extrae los parámetros recibidos para realizar la búsqueda.
	5- Busca las coincidencias en la Base de Datos.
	6- Envía los resultados de la búsqueda al Cliente DICOM.
	7- Notifica al Cliente DICOM que las imágenes han sido enviadas con éxito.
	8- Registra el suceso.
9- Recibe la notificación del servidor.	
Poscondiciones:	

Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-STORE SCP
Actores:	Cliente DICOM (Inicia)
Propósito:	Permitir al Cliente DICOM almacenar imágenes en el servidor
Resumen:	El Cliente DICOM realiza una petición de almacenamiento al servidor, este recibe las imágenes copiándolas en el disco duro y almacenando los campos mandatorios para las búsquedas en la base de datos. Se guarda el evento sucedido (logs)
Referencias:	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.04, REQ:3.08, REQ:3.10
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	Se deben haber acordado los servicios y formatos soportados entre el Cliente DICOM y el servidor, quedando la asociación establecida.
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía imágenes al servidor.	2- Recibe la indicación de almacenamiento.

	3- Almacena el archivo recibido en el disco duro organizado de manera comprensible.
	4- Extrae los datos mandatorios del archivo recibido.
	5- Inserta los datos en la Base de Datos.
	6- Notifica al Cliente DICOM que el archivo fue recibido con éxito.
	7- Notifica al RIS la que el archivo fue recibido.
	8- Inserta una referencia en el SNR de las imágenes recibidas.
	9- Registra el suceso.
10- Recibe la notificación del servidor.	
Curso Alterno de los eventos	
Línea 3: a) Si el archivo ya existe entonces sobrescribirlo. b) Si no hay espacio en disco duro se le notifica al cliente que la operación no puede ser realizada enviándole el mensaje correspondiente y se procede al paso 8.	
Línea 5: Si no se pueden insertar los datos en la Base de Datos entonces se elimina la imagen guardada anteriormente y se procede al paso 8.	
Poscondiciones:	La imagen debe quedar almacenada en el disco duro. Los datos de la imagen deben estar almacenados en la BD.

Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-STORE SCU
Actores:	
Propósito:	Permitir al servidor enviar imágenes a otro lugar.
Resumen:	El sistema realiza una petición de almacenamiento, envía las imágenes y espera por la confirmación. Se registra el evento sucedido.

Referencias:	REQ:3.04
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Necesita almacenar imágenes fuera del servidor.	2- El servidor hace una solicitud de almacenamiento de imágenes.
	3- Negocia los servicios y formatos soportados.
	4- Establece la asociación.
	5- Envía la imagen.
	6- Recibe la confirmación del almacenamiento de la imagen.
	7- Registra el suceso.
	8- Cierra la asociación.
Poscondiciones:	

Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-GET
Actores:	Cliente DICOM (Inicia)
Propósito:	Permitir al Cliente DICOM obtener imágenes del servidor.
Resumen:	El Cliente DICOM realiza una petición para obtener del servidor, imágenes según un criterio de localización de las mismas. El servidor comienza a almacenar las imágenes obtenidas del criterio en el Cliente DICOM. Se guarda el evento sucedido (logs)
Referencias:	REQ:1.03, REQ:3..01, REQ:3.03, REQ:3.05, REQ:3.07, REQ:3.09
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	Se deben haber acordado los servicios y formatos soportados entre el Cliente DICOM y el servidor, quedando la asociación establecida.

Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía el criterio para identificar las imágenes a obtener.	2- Recibe la indicación de obtención.
	3- Verifica que el destino es apropiado.
	4- Obtiene las imágenes a enviar según el criterio dado.
	5- Inicia una nueva asociación con el destino.
	6- Almacena las imágenes en el Cliente DICOM. Incluir Caso de Uso Realizar C-STORE SCU. Para cada imagen enviada al Cliente DICOM se envía al mismo una notificación de que la operación está en transcurso.
	7- Termina la asociación con el Cliente DICOM.
	8- Notifica al Cliente DICOM que las imágenes fueron enviadas con éxito.
	9- Registra el suceso.
10- Recibe la notificación del servidor de terminación de la operación.	
Curso Alternativo de los eventos	
Línea 3: Si el Cliente DICOM no es el apropiado entonces el sistema le notifica que es inalcanzable y prosigue con el paso 9.	
Línea 5: Si no se puede establecer la asociación porque las partes no son capaces de negociar los servicios entonces se notifica al Cliente DICOM que no se soporta el envío (almacenamiento) y prosigue con el paso 9.	
Poscondiciones:	Las imágenes deben quedar almacenadas en el Cliente DICOM.



Nombre del Caso de Uso:	Realizar C-MOVE
Actores:	Cliente DICOM (Inicia)
Propósito:	Permitir al Cliente DICOM mover imágenes del servidor a un destino especificado.
Resumen:	El Cliente DICOM realiza una petición para mover del servidor, este recibe el destino de las imágenes y el criterio de localización de las mismas y comienza a almacenar las imágenes obtenidas del criterio en el destino. Se guarda el evento sucedido (logs)
Referencias:	REQ:1.03, REQ:3.01, REQ:3.03, REQ:3.05, REQ:3.07, REQ:3.09
Tipo:	Crítico
Precondiciones:	Se deben haber acordado los servicios y formatos soportados entre el Cliente DICOM y el servidor, quedando la asociación establecida.
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Cliente DICOM envía el criterio para identificar las imágenes a mover y el destino de las mismas.	2- Recibe la indicación de mover.
	3- Verifica que el destino es apropiado.
	4- Obtiene las imágenes a enviar según el criterio dado.
	5- Inicia una nueva asociación con el destino.
	6- Almacena las imágenes en el destino. Incluir Caso de Uso Realizar C-STORE SCU. Para cada imagen enviada al destino se envía al Cliente DICOM una notificación de que la operación está en transcurso.
	7- Termina la asociación con el destino.
	8- Notifica al Cliente DICOM que las imágenes fueron enviadas con éxito.

	9- Registra el suceso.
10- Recibe la notificación del servidor de terminación de la operación.	
Curso Alternativo de los eventos	
Línea 3: Si el destino no es el apropiado entonces el sistema notifica al Cliente DICOM que el destino es inalcanzable y prosigue con el paso 9.	
Línea 5: Si no se puede establecer la asociación porque las partes no son capaces de negociar los servicios entonces se notifica al Cliente DICOM que el destino no soporta el envío (almacenamiento) y prosigue con el paso 9.	
Poscondiciones:	- Las imágenes deben quedar almacenadas en el destino.

Nombre del Caso de Uso:	Configurar el sistema
Actores:	Administrador (Inicia)
Propósito:	Permitir al Administrador configurar el sistema.
Resumen:	El Administrador puede acceder a la configuración del sistema, modificarla y salvar los cambios. Se guarda el evento sucedido (logs)
Referencias:	REQ:1.01, REQ:1.02, REQ:1.03, REQ:7.01
Tipo:	Primario
Precondiciones:	
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este Caso de Uso se inicia cuando el Administrador selecciona modificar la configuración del sistema.	2- Muestra los datos de configuración del sistema.
3- El Administrador procede a modificar la configuración de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Base de datos. Ver Sección A.</li> <li>- Las Estaciones Clientes que pueden obtener</li> </ul>	

<p>imágenes. Ver Sección B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los datos primarios del sistema (entidad de aplicación, puerto y dirección del repositorio). Ver Sección C.</li> <li>- Las situaciones críticas. Ver CU Configurar situaciones críticas.</li> </ul>	
4- El Administrador procede a salvar la configuración.	5- Salva los datos de la configuración.
	6- Actualiza todos los datos del sistema con la nueva configuración.
	7- Reporta el suceso.
<b>Sección A</b>	
1- Introduce la dirección IP del servidor de base de datos.	
2- Introduce el nombre de la base de datos.	
3- Introduce en nombre del usuario de la base de datos.	
4- Introduce la contraseña del usuario de la base de datos.	
5- Comprueba la conexión a la base de datos.	6- Verifica la conexión a la base de datos.
	7- Notifica el resultado de la verificación.
<b>Curso Alternativo de los eventos</b>	
Línea 5: Si la comprobación no es satisfactoria repite los pasos del 1 al 5.	
<b>Sección B</b>	
1- Selecciona agregar una nueva estación.	2- Solicita los datos de la nueva estación.
3- Introduce la entidad de aplicación.	
4- Introduce la dirección IP del cliente.	
5- Introduce el puerto de escucha del cliente.	
6- Adiciona la nueva estación.	7- Agrega la nueva estación a la lista de estaciones autorizadas.

Curso Alternativo de los eventos	
<p>Línea 1: a) El Administrador selecciona modificar la configuración de una estación determinada: Ejecuta los pasos del 3 al 6 y el sistema actualiza la estación a la lista de estaciones autorizadas.</p> <p>b) El Administrador selecciona eliminar una estación determinada y el sistema retira la estación de la lista de estaciones autorizadas.</p>	
Sección C	
1- Introduce la entidad de aplicación del servidor.	
2- Introduce el puerto de escucha del servidor.	
3- Introduce la dirección del repositorio de imágenes	
Poscondiciones:	

Nombre del Caso de Uso:	Configurar situaciones críticas.
Actores:	
Propósito:	Permitir configurar las situaciones críticas del sistema.
Resumen:	Se configuran los espacios límite ocupado por el repositorio, ficheros a tratar, criterio de selección y acción a realizar.
Referencias:	REQ:1.03, REQ:1.02, REQ:2.01, REQ:2.02, REQ:2.03, REQ:2.05, REQ:7.01
Tipo:	primario
Precondiciones:	
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Selecciona agregar una nueva configuración de situación crítica.	2- Solicita los datos de la nueva estación.
3- Introduce el límite de espacio ocupado de interés.	
4- Introduce la cantidad imágenes a procesar.	
5- Selecciona la acción a realizar (Comprimir o	

Eliminar).	
6- Selecciona el criterio de selección de las imágenes a procesar. (mas grandes, más viejas)	
7- Adiciona la nueva configuración de situación crítica.	8- Adiciona la nueva configuración de situación crítica.
Curso Alternativo de los eventos	
<p>Línea 1: a) El Administrador selecciona modificar una configuración de situación crítica: Ejecuta los pasos del 3 al 6 y el sistema actualiza la configuración de situación crítica.</p> <p>b) El Administrador selecciona eliminar una configuración de situación crítica y el sistema retira la configuración de situación crítica.</p>	
Poscondiciones:	

Nombre del Caso de Uso:	Ejecutar respuesta de situaciones críticas.
Actores:	Controlador de Repositorio
Propósito:	Atender el espacio ocupado del repositorio de imágenes para notificar cualquier situación crítica y ejecutar las acciones correspondientes.
Resumen:	Atiende el repositorio de imágenes y cualquier ocurrencia de alguna situación crítica configurada ejecutando las acciones correspondientes a estas cuando sea necesario.
Referencias:	REQ:1.03, REQ:2.01, REQ:2.02, REQ:2.03, REQ:2.04, REQ:2.06, REQ:2.07
Tipo:	primario
Precondiciones:	Tiene que haber configurada alguna situación crítica y el espacio ocupado del repositorio de imágenes es mayor que alguno de los límites de alguna de estas situaciones críticas.
Curso Normal de los eventos	
Acciones de los Actores	Respuesta del Sistema
1- Este caso de uso se inicia cuando el Controlador de	2- De la situación se toma su acción de

Repositorio detecta que el espacio ocupado del repositorio de imágenes es mayor que algunos de los límites definidos en las situaciones críticas y notifica la situación crítica actual del sistema.	respuesta y los datos asociados a esta acción como son la cantidad de ficheros a tratar y criterio de selección (tamaño y fecha de creación).creación).
	3- Se ejecuta dicha acción con sus atributos.
	7- Registra el suceso.
Poscondiciones:	El espacio ocupado del repositorio de imágenes es menor que el límite de las situaciones críticas que se ha procesado.

Después de de exponer los conceptos fundamentales encontrados en el sistema; han quedado detallados los requerimientos de configuración, aseguramiento y autonomía; así como de gestión de imágenes. Se modelan y describen los casos de uso del sistema

## CAPÍTULO 3: ARQUITECTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA.

En este capítulo se definen las clases de diseño del software, así como sus atributos y responsabilidades. Se expone la arquitectura que tiene el sistema para que se cumplan sus requerimientos funcionales y no funcionales. Se podrán observar los distintos diagramas de clases de diseño y secuencia desarrollados así como los modelos de datos.

### 3.1 Modelo arquitectónico.

Una de las formas en que se expresan los estilos arquitectónicos es mediante las cuatro C<sup>30</sup>: los componentes o elementos que forman el sistema; las conexiones que existen entre estos elementos ya sean dispositivos de redes, protocolos de comunicación u otros; las restricciones tanto de comportamiento o como de características y finalmente la configuración que rige la unión de los elementos.

Cassandra Server es un software con una arquitectura cliente servidor como se puede observar en la Figura 7. Los elementos presentes responden a decisiones arquitectónicas para hacer cumplir requerimientos funcionales y no funcionales. Tal es el caso de la base de datos que almacena los datos principales de las imágenes para que se puedan realizar búsquedas más rápidas de ellas. También se puede observar como los clientes están separados del servidor, como lo define el estilo arquitectónico predominante, ya que esto permite que exista una alta cohesión y un bajo acoplamiento de los elementos y así puedan interactuar entre si y coexistir uno en ausencia de otro.

Las comunicaciones normadas de manera que los servidores utilizan el puerto 104 para escuchar y las estaciones clientes deben definir sus puertos de escucha, constituye una restricción. Así mismo, las estaciones cliente deben tener registradas en el servidor su Entidad de Aplicación (AE<sup>31</sup>), dirección IP y puerto utilizado para que puedan recibir imágenes del servidor. También existen restricciones a la hora de asociarse dos partes, pues para hacerlo, ambas partes tienen que negociar los servicios y los formatos de imágenes o modalidades que soportan. Después de realizar las negociaciones es que están en condiciones de asociarse, aceptando un conjunto de servicios que serán los que se podrán realizar sobre esa asociación.

---

<sup>30</sup> Components, Connections, Communications and Constraints

<sup>31</sup> Application Entity: Nombre que identifica una estación (cliente o servidor) según el estándar DICOM 3.0

## Diagrama de interacción entre los componentes del sistema Cassandra PACS.

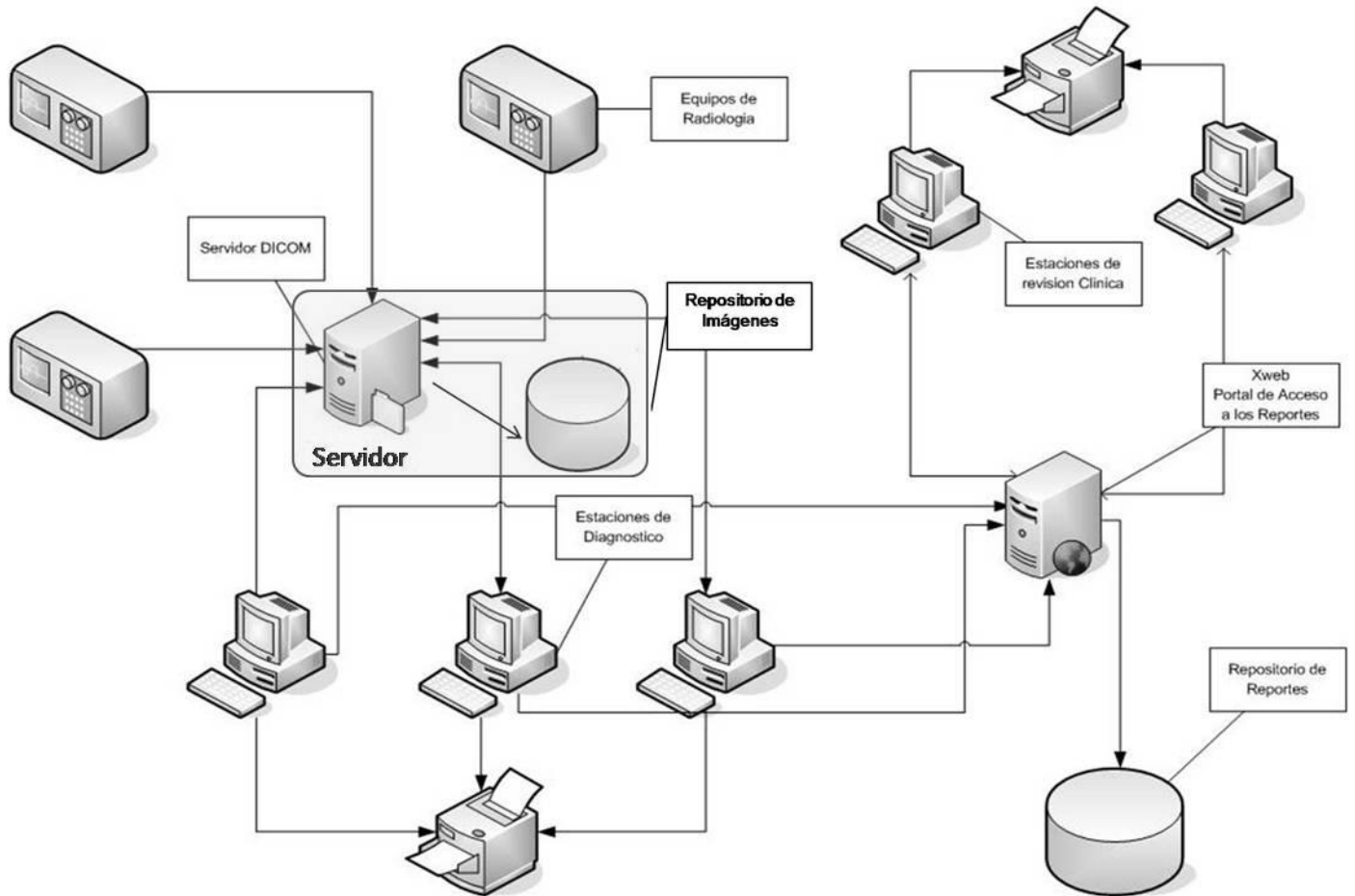


Figura 7 - Interacción de los elementos de Cassandra Server

Internamente el sistema está distribuido en capas (ver Figura 8). Una capa de datos que contiene todos los elementos persistentes, ya sean de la Base de Datos o los sucesos (log) registrados. También existe una capa de servicios donde están agrupadas otras diferentes subcapas como son las de Acceso a Datos (CAD), de Servicios DICOM, de Configuración y Control y finalmente la subcapa de registro de eventos. Adicionalmente está la capa de negocio que contiene las funcionalidades de negocio fundamentales.



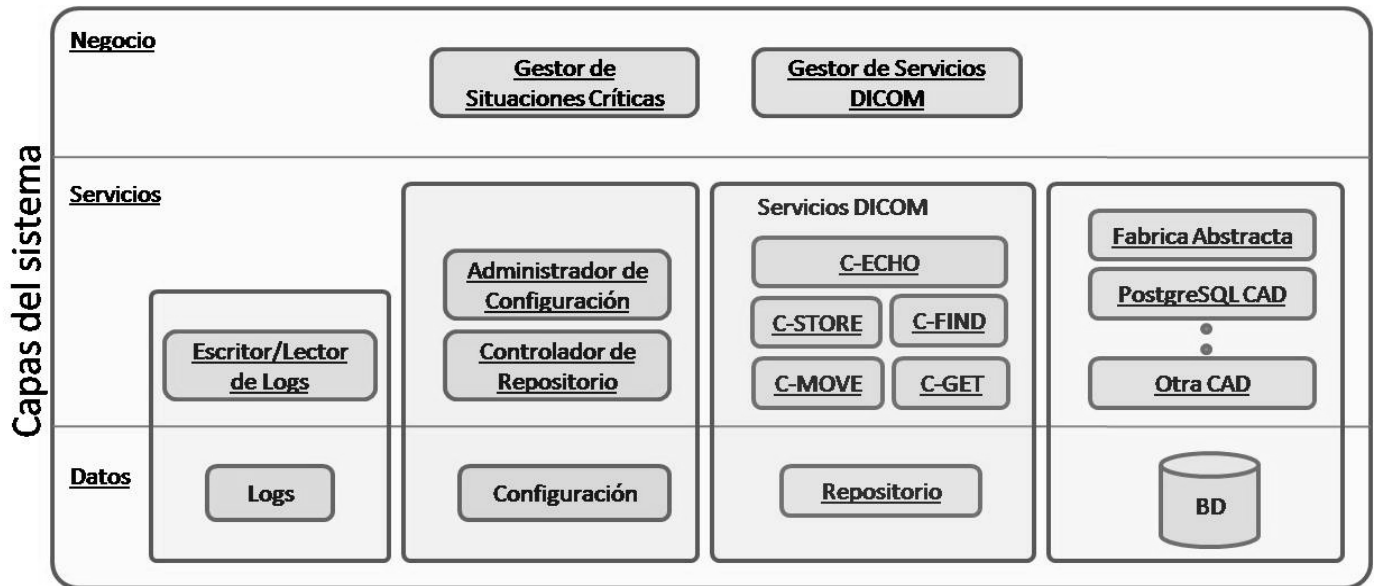


Figura 8 - Capas del sistema

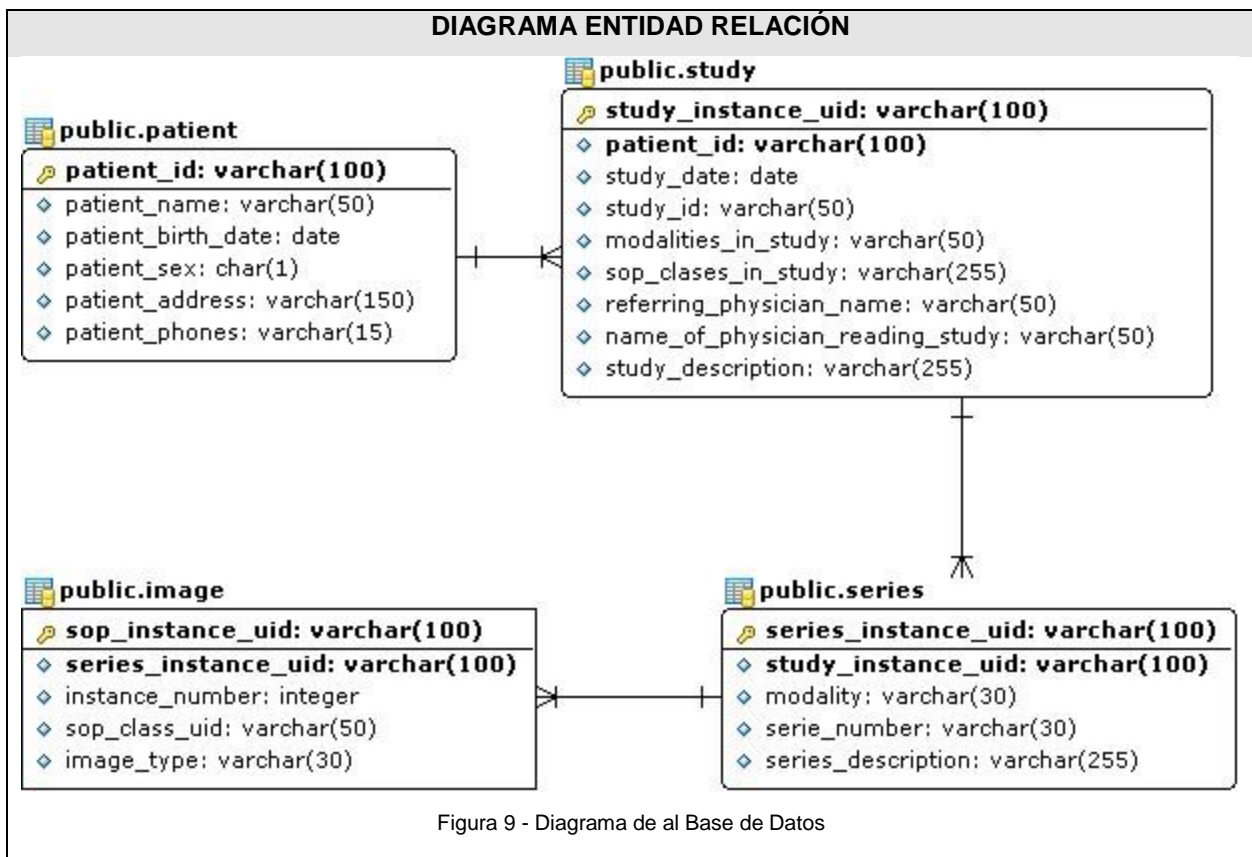
### 3.2 Modelo de Diseño

La realización de los casos de uso en el diseño brinda una vista estructural y dinámica del sistema. El mismo se representa en clases de software que están ligadas al lenguaje de programación C#. Para poder ver la realización de los Casos de Uso del Diseño (ver ANEXO 2: Realización de Casos de Uso del Diseño).

### 3.3 Descripción de las clases de diseño

Para entender mejor los detalles de las clases de diseño se puede ver la descripción de estas en (ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES del Diseño)

### 3.4 Diseño de la Base de Datos.



### 3.5 Descripción de las tablas.

#### 3.5.1 Descripción de la tabla patient

Nombre: patient		
Descripción: Contiene los datos básicos para la identificación inequívoca del paciente.		
Atributo	Tipo	Descripción
patient_id	varchar	Identificador del paciente (ej. No de Historia Clínica)
patient_name	varchar	Nombre(s) del paciente
patient_birth_date	date	Fecha de nacimiento del paciente
patient_sex	char	Sexo del paciente
patient_address	varchar	Dirección del paciente

patient_phones	varchar	Teléfono(s) del paciente
----------------	---------	--------------------------

### 3.5.2 Descripción de la tabla study

<b>Nombre: study</b>		
<b>Descripción:</b> Información correspondiente al nivel de información estudio necesaria para su identificación y realizar búsquedas al respecto.		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
study_instance_uid	varchar	Identificador universal de estudio
patient_id	varchar	Id del paciente
study_date	date	Fecha del estudio
study_id	varchar	Id del estudio
modalities_in_study	varchar	Modalidades en el estudio
sop_clases_in_study	varchar	Pares de servicio - objeto en el estudio
referring_physician_name	varchar	Nombre del médico referidor
name_of_physician_reading_study	varchar	Nombre del médico lector
study_description	varchar	Descripción del estudio

### 3.5.3 Descripción de la tabla series

<b>Nombre: series</b>		
<b>Descripción:</b> Información correspondiente al nivel de información series necesaria para su identificación y realizar búsquedas al respecto.		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
series_instance_uid	varchar	Identificador universal de series
study_instance_uid	varchar	Identificador universal de estudio
modality	varchar	Modalidad
serie_number	varchar	Número de la serie
series_description	varchar	Descripción de la serie

### 3.5.4 Descripción de la tabla image

<b>Nombre: image</b>		
<b>Descripción:</b> Información correspondiente al nivel de información imagen necesaria para su identificación.		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
sop_instance_uid	varchar	Identificador universal de par servicio - objeto
series_instance_uid	varchar	Identificador universal de series
instance_number	integer	Número de la imagen
sop_class_uid	varchar	Identificador de clase del par servicio objeto
image_type	varchar	Tipo de imagen

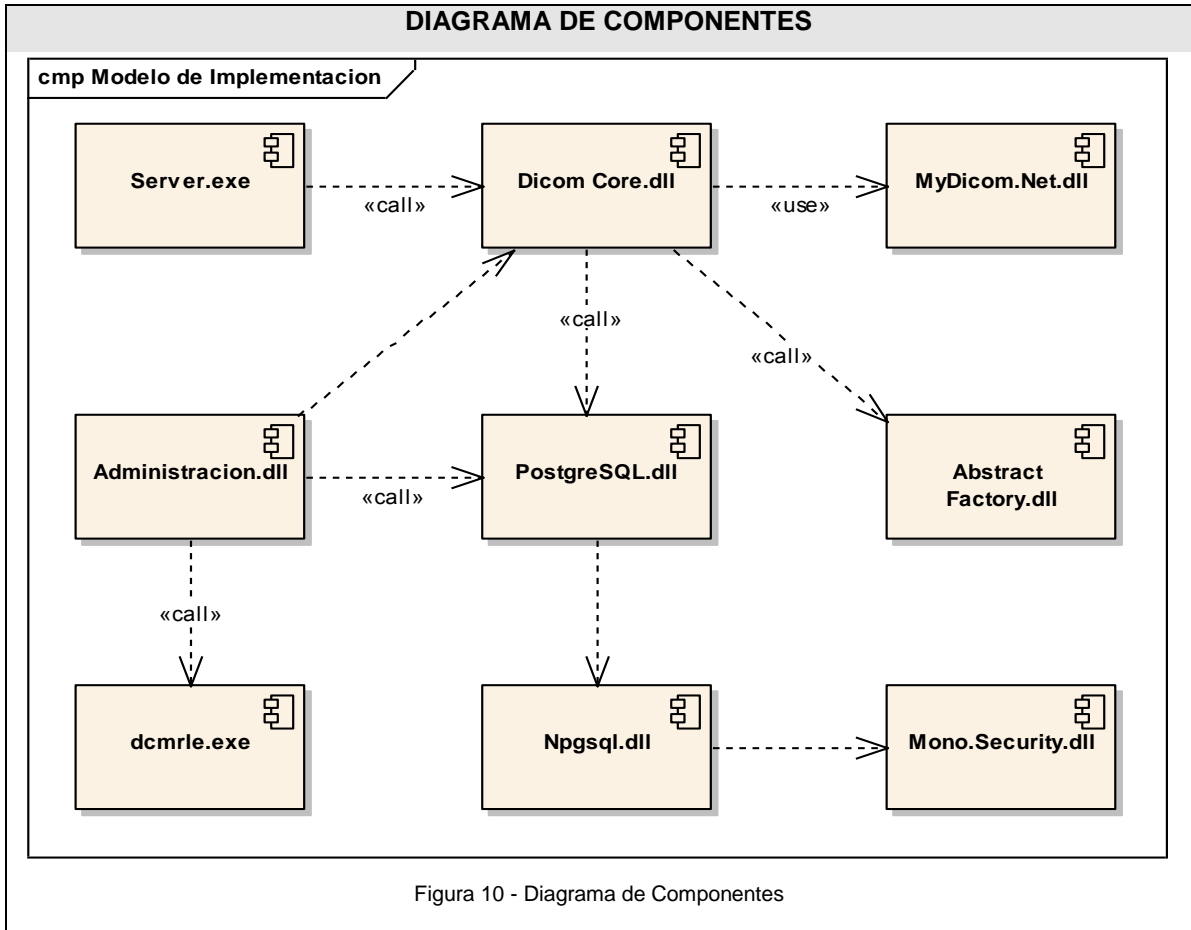
En este capítulo se modela en detalle el sistema mediante las realizaciones de casos de uso del diseño, especificando los flujos de eventos e interacciones entre las clases mediante los diagramas de clases y secuencia.

## CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN.

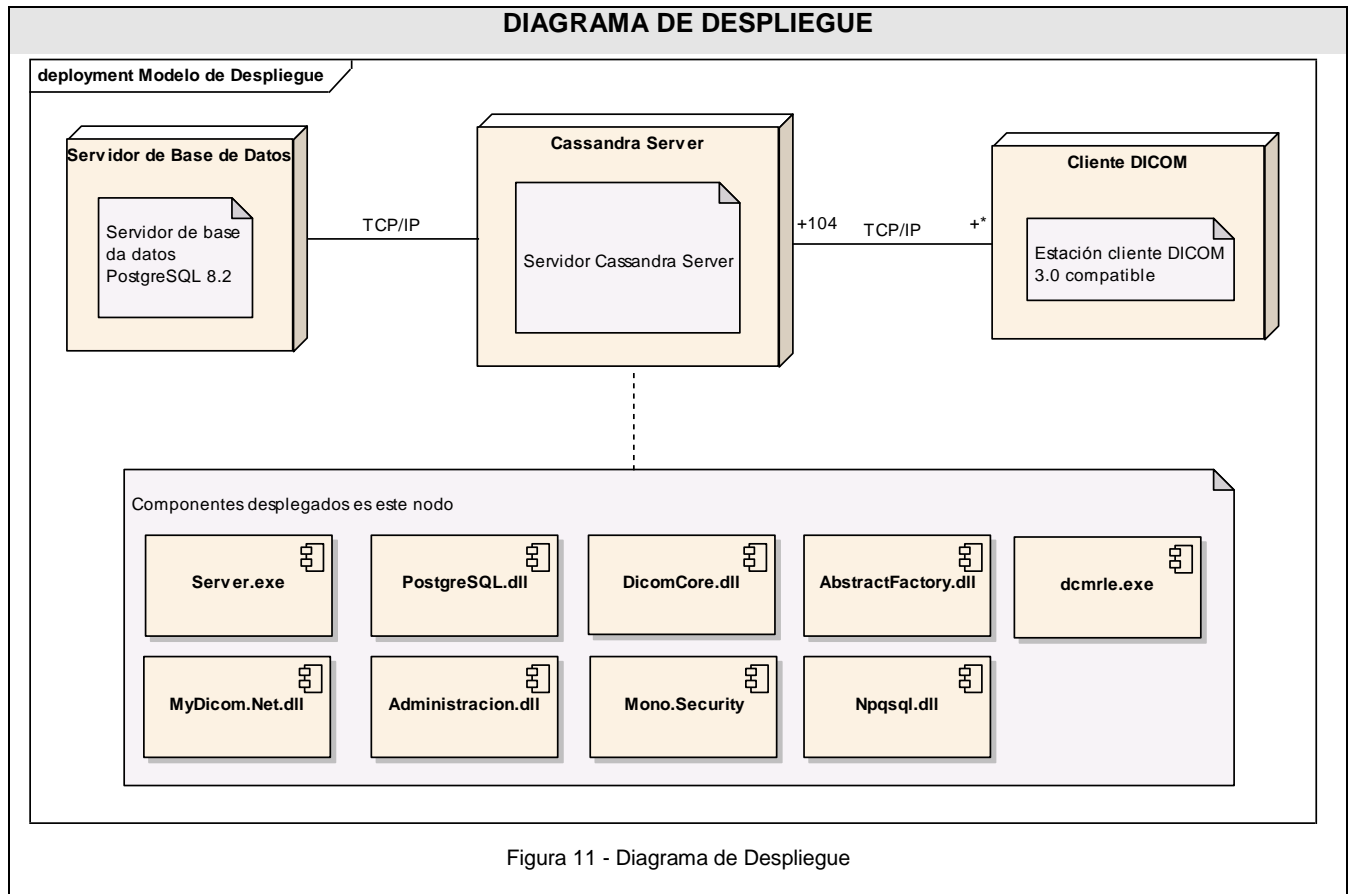
En este capítulo quedan expuestos los componentes del sistema Cassandra Server así como la forma en que estos interactúan entre sí para brindar al cliente DICOM las funcionalidades del sistema (ver Figura 10). De igual forma puede ser vista la propuesta para el despliegue del sistema Cassandra Server en un hospital o una clínica radiológica (ver Figura 11).

### **4.1 Diagrama de Componentes.**

El núcleo del servidor, quien provee de los servicios DICOM se abstrae de los elementos propios del protocolo de comunicaciones mediante el componente MyDicom.Net.dll. A la vez el componente Dicom Core.dll es controlado por un servicio de Windows: Server.exe, además de interactuar con los componentes Abstract Factory.dll y PostgreSQL.dll para realizar el acceso a datos; y con Administración.dll, quien se encarga de la configuración del sistema y de controlar las respuestas a las situaciones críticas.



## 4.2 Diagrama de Despliegue.



En este capítulo se realizaron los diagramas de componentes y despliegue. Estos reflejan el resultado final del desarrollo del software, permitiendo apreciar el estilo arquitectónico predominante, los elementos que componen el sistema, la interacción entre ellos y su distribución física.

## CONCLUSIONES.

Con la realización de este trabajo ha sido posible implementar un sistema capaz de gestionar el almacenamiento, la transmisión y la disponibilidad de las imágenes médicas en los hospitales; Cassandra Server el cual forma parte de la solución Cassandra PACS, desarrollada por el Grupo de Procesamiento de Imágenes (GPI) en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

La instalación y utilización de Cassandra Server en instituciones médicas ha permitido corroborar su capacidad para gestionar el almacenamiento, la transmisión y la disponibilidad de las imágenes médicas en las instituciones cubanas mediante los siguientes resultados:

- Los equipos de adquisición de imágenes son capaces de almacenar, hacer búsquedas y obtener imágenes de acuerdo al estándar DICOM 3.0.
- Otros componentes Cassandra PACS (Cassandra Viewer y Cassandra XWeb) pueden interactuar con el sistema almacenando, haciendo búsquedas y obtenciones de imágenes, así como obteniendo información para la creación de reportes.
- El administrador puede configurar y mantener el servidor sin poseer grandes conocimientos del tema gracias a la simplicidad de la interfaz de configuración del mismo.
- El administrador puede hacer revisiones del funcionamiento del servidor a través de la bitácora de eventos.
- El servidor reacciona automáticamente en respuesta a crisis de capacidad en el repositorio.



## RECOMENDACIONES

Para darle continuidad a este trabajo en aras de mejorar la calidad de los servicios de salud en nuestro país se recomienda:

- Desarrollar nuevas herramientas para facilitar la administración del sistema.
- Continuar la instalación del sistema en otros hospitales.
- Mantener un sistema de atención al cliente para obtener una retroalimentación que facilite la captación de nuevos requerimientos.
- Mantenerse al tanto del estado del arte del estándar DICOM 3.0 para conocer los cambios que se realicen y conservar actualizado el sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NEMA, "DICOM Standard," in *Introduction and Overview*, vol. PS 3.1, 2007
- [2] Stryker Imaging, "PACS Components," vol. 2007.  
[\[http://imaging.stryker.com/officepacs/shopping\\_pacsbasics.asp\]](http://imaging.stryker.com/officepacs/shopping_pacsbasics.asp)
- [3] J. K. Bucsko, "Navigating Mini-PACS Options," in *Radiology Today*, 2004
- [4] A. Gropper and S. Blanchette, "No PACS is an Island," *JJWild: Newsletter*
- [5] ALGOTEC, "ALGOTEC MediStore," vol. 2007.  
[\[http://www.algotec.com/web/products/medistore.htm\]](http://www.algotec.com/web/products/medistore.htm)
- [6] BRIT Systems, "DICOM Mini-Server," vol. 2007. [\[http://www.brit.com/html/roentgen\\_files\\_.html\]](http://www.brit.com/html/roentgen_files_.html)
- [7] BRIT Systems, "Roentgen Files Archive," vol. 2007.  
[\[http://www.brit.com/html/the\\_roentgen\\_files\\_web\\_server1.html\]](http://www.brit.com/html/the_roentgen_files_web_server1.html)  
[\[http://www.brit.com/html/the\\_roentgen\\_files\\_web\\_server2.html\]](http://www.brit.com/html/the_roentgen_files_web_server2.html)
- [8] CEDARA Software, "I-Store." [\[http://www.cedara.com/products/i\\_store/index.htm\]](http://www.cedara.com/products/i_store/index.htm)  
[\[http://www.cedara.com/products/i\\_store/productsheet\\_windows.htm\]](http://www.cedara.com/products/i_store/productsheet_windows.htm)
- [9] Fujifilm Medical Systems, "Synapse Server," vol. 2007 [\[http://www.fujimed.com/products-services/network-systems/synapse/technical-data.asp?location=1&area=5&id=15&subid=0\]](http://www.fujimed.com/products-services/network-systems/synapse/technical-data.asp?location=1&area=5&id=15&subid=0)
- [10] Fujifilm Medical Systems, "Synapse Server,"
- [11] PacsOne, "PacsOne Server," vol. 2007. [\[http://www.pacsone.net/solutions.htm?\]](http://www.pacsone.net/solutions.htm?)
- [12] Biofísica Médica, "Software Imágis," vol. 2007. [\[http://www.biofiscamedica.sld.cu/\]](http://www.biofiscamedica.sld.cu/)

## BIBLIOGRAFÍA

ALGOTEC. ALGOTEC MediStore, 2007]. Disponible en:

<http://www.algotec.com/web/products/medistore.htm>

BIOFÍSICA MÉDICA. Software Imagis, 2007]. Disponible en: <http://www.biofiscamedica.sld.cu/>

BIOMEDICAL IMAGE CUANTIFICATION. DICOM Data Base Server, PMOD Technologies. Disponible en:

<http://www.pmod.com/technologies/products/dicom/dicom.php>

BRIT SYSTEMS. DICOM Mini-Server, 2007]. Disponible en: [http://www.brit.com/html/roentgen\\_files\\_.html](http://www.brit.com/html/roentgen_files_.html)

---. Roentgen Files Archive, 2007]. Disponible en:

[http://www.brit.com/html/the\\_roentgen\\_files\\_web\\_server1.html](http://www.brit.com/html/the_roentgen_files_web_server1.html)

[http://www.brit.com/html/the\\_roentgen\\_files\\_web\\_server2.html](http://www.brit.com/html/the_roentgen_files_web_server2.html)

BUCSKO, J. K. Navigating Mini-PACS Options. Radiology Today, 2004

CEDARA SOFTWARE. I-Store. Disponible en: [http://www.cedara.com/products/i\\_store/index.htm](http://www.cedara.com/products/i_store/index.htm)

[http://www.cedara.com/products/i\\_store/productsheet\\_windows.htm](http://www.cedara.com/products/i_store/productsheet_windows.htm)

\

CHAPPLE, M. The ACID Model, About.com: Databases, 2007]. Disponible en:

<http://databases.about.com/od/specificproducts/a/acid.htm>

CLUNIE, D. DICOM Information Sources. Disponible en: <http://www.dclunie.com/medical-image-faq/html/part8.html>

[faq/html/part8.html](http://www.dclunie.com/medical-image-faq/html/part8.html)

DICOM@OFFIS. Introduction to the DICOM Standard, 2007]. Disponible en:

<http://dicom.offis.de/dcmintro.php.en>

FUJIFILM MEDICAL SYSTEMS. Synapse Server, 2007]. Disponible en: <http://www.fujimed.com/products-services/network-systems/synapse/technical-data.asp?location=1&area=5&id=15&subid=0>

---. Synapse Server.

GROPPER, A. and S. BLANCHETTE No PACS is an Island JJWild: Newsletter.

MSDN WEBCAST. Arquitectura de Software – Introducción.

NATIONAL HEALTH SERVICE. UK. NHS Conecting for Health. Disponible en:

<http://www.connectingforhealth.nhs.uk/systemsandservices/pacs>

<http://www.connectingforhealth.nhs.uk/systemsandservices/pacs/whatispacs>

NEMA. DICOM Standard. Introduction and Overview, 2007. PS 3.1.

---. DICOM Standard. Conformance, 2007. PS 3.2.

---. DICOM Standard. Information Objects Definitions, 2007. PS 3.3.

---. DICOM Standard. Service Class Specifications, 2007. PS 3.4.

---. DICOM Standard. Data Structures and Encoding, 2007. PS 3.5.

---. DICOM Standard. Data Dictionary, 2007. PS 3.6.

---. DICOM Standard. Message Exchange, 2007. PS 3.7.

---. DICOM Standard. Network Communication Support for Message Exchange, 2007. PS 3.8.

PACSONE. PacsOne Server, 2007]. Disponible en: <http://www.pacsone.net/solutions.htm?>

PHILIPS MEDICAL SYSTEMS. iSite PACS, 2007]. Disponible en:

<http://www.isitepacs.medical.philips.com/pacs/>

POSTGRESQL.ORG. About, 2007]. Disponible en: <http://www.postgresql.org/about/>

---. PostgreSQL 8.2.4 Documentation, 2007]. Disponible en:

<http://www.postgresql.org/docs/current/static/release-8-2.html>

STRYKER IMAGING. PACS Components, 2007]. Disponible en:

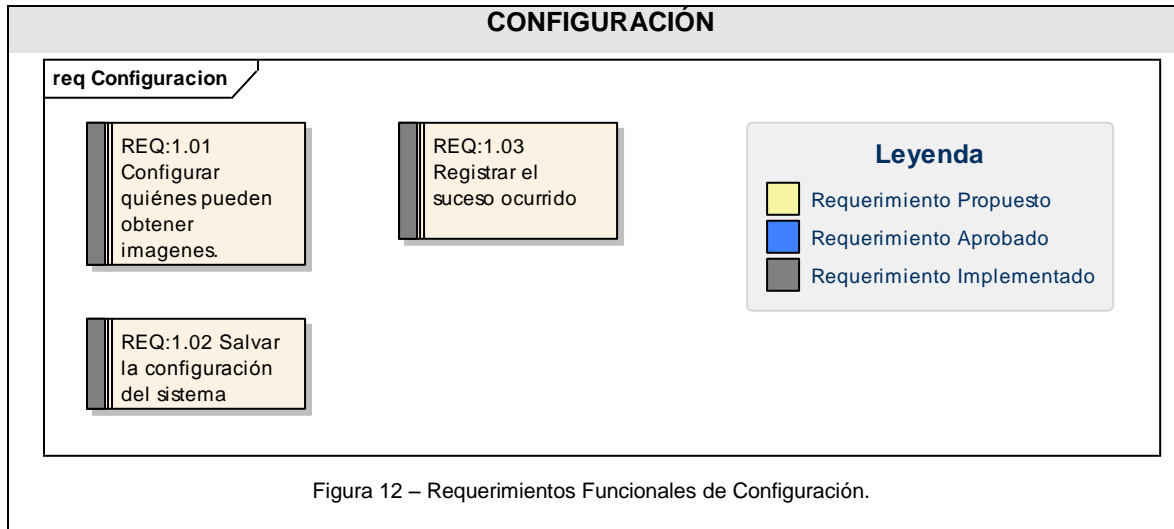
[http://imaging.stryker.com/officepacs/shopping\\_pacsbasics.asp](http://imaging.stryker.com/officepacs/shopping_pacsbasics.asp)

WIKIPEDIA. DICOM. Wikipedia, 2007.

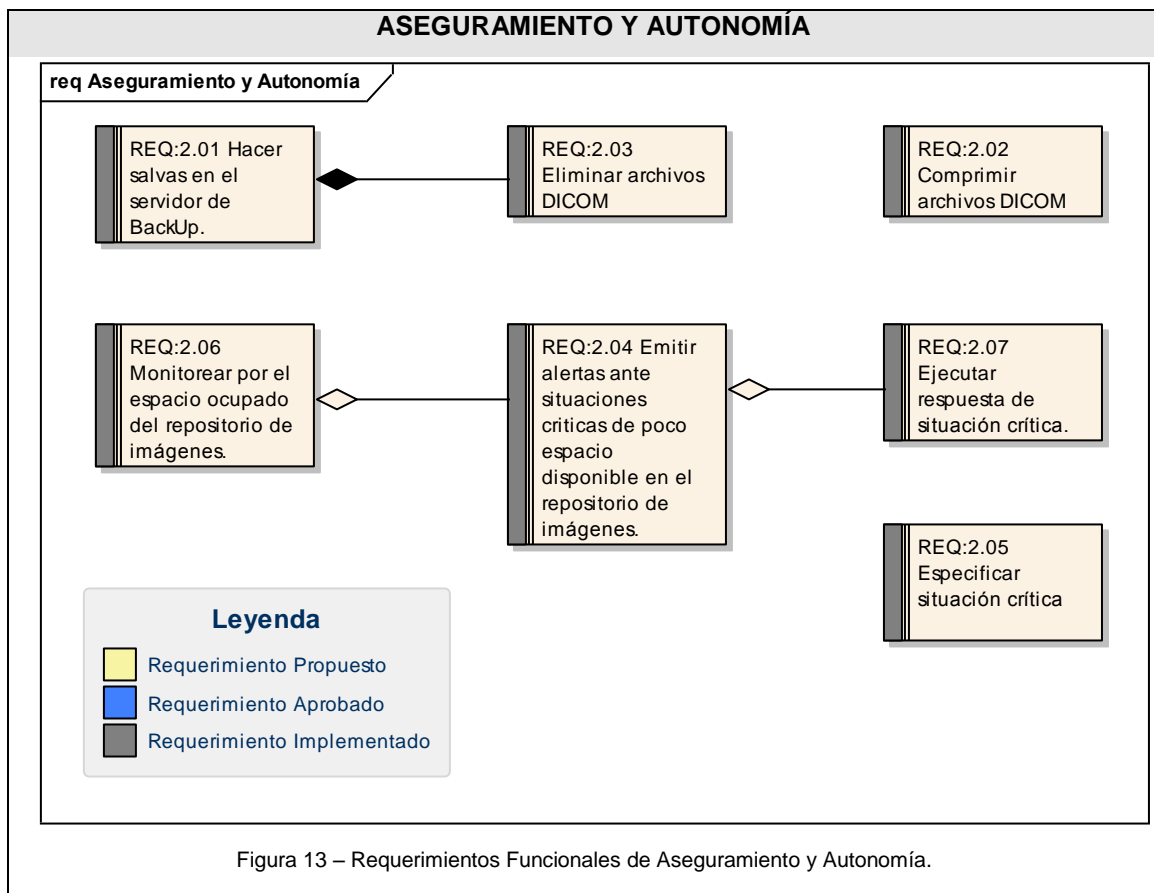
---. Picture archiving and communication system. Wikipedia, 2007.

# ANEXO 1: DIAGRAMAS DE REQUERIMIENTOS

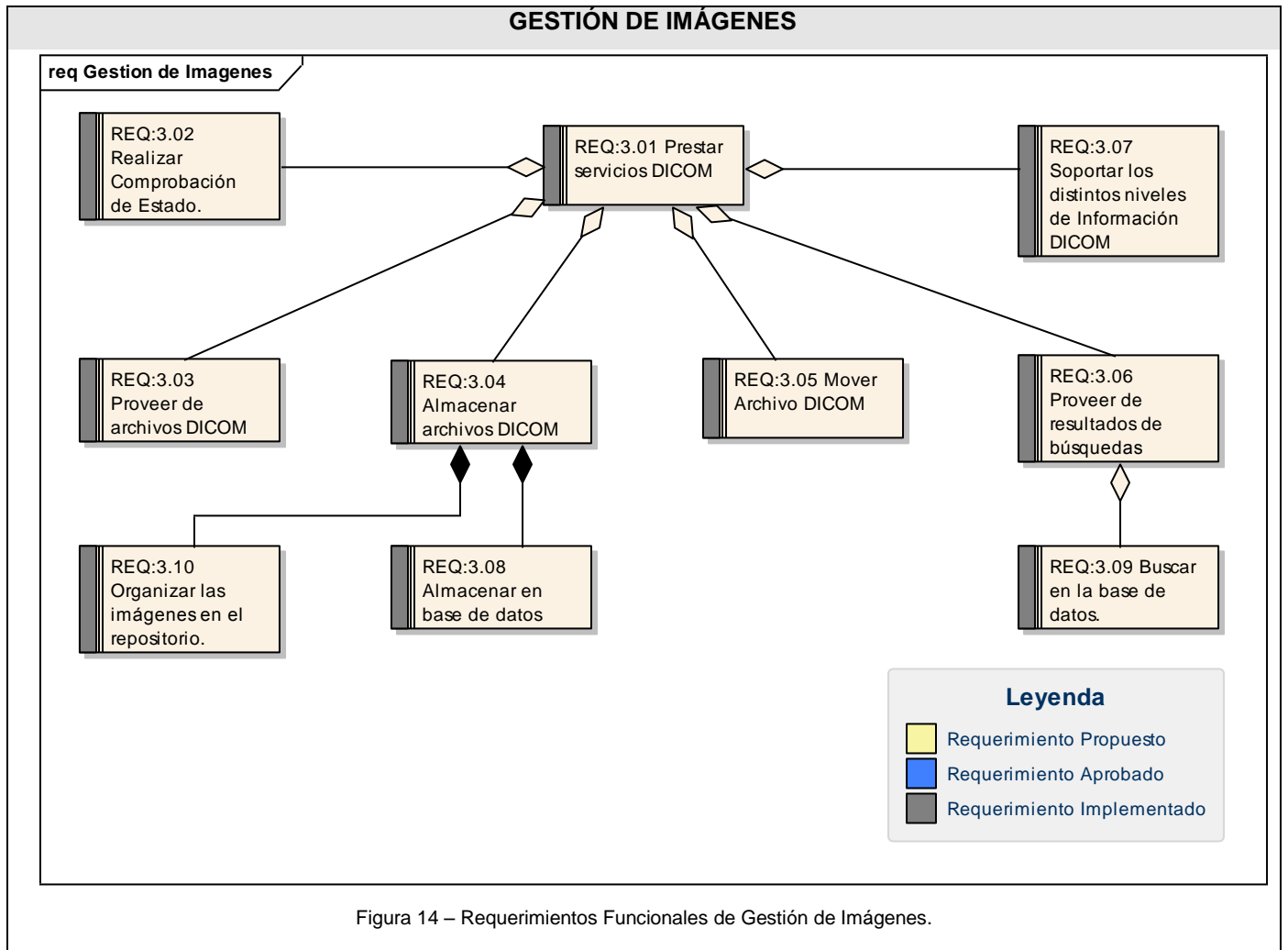
## A.1.1 Requerimientos de Configuración



## A.1.2 Requerimientos de Aseguramiento y Autonomía

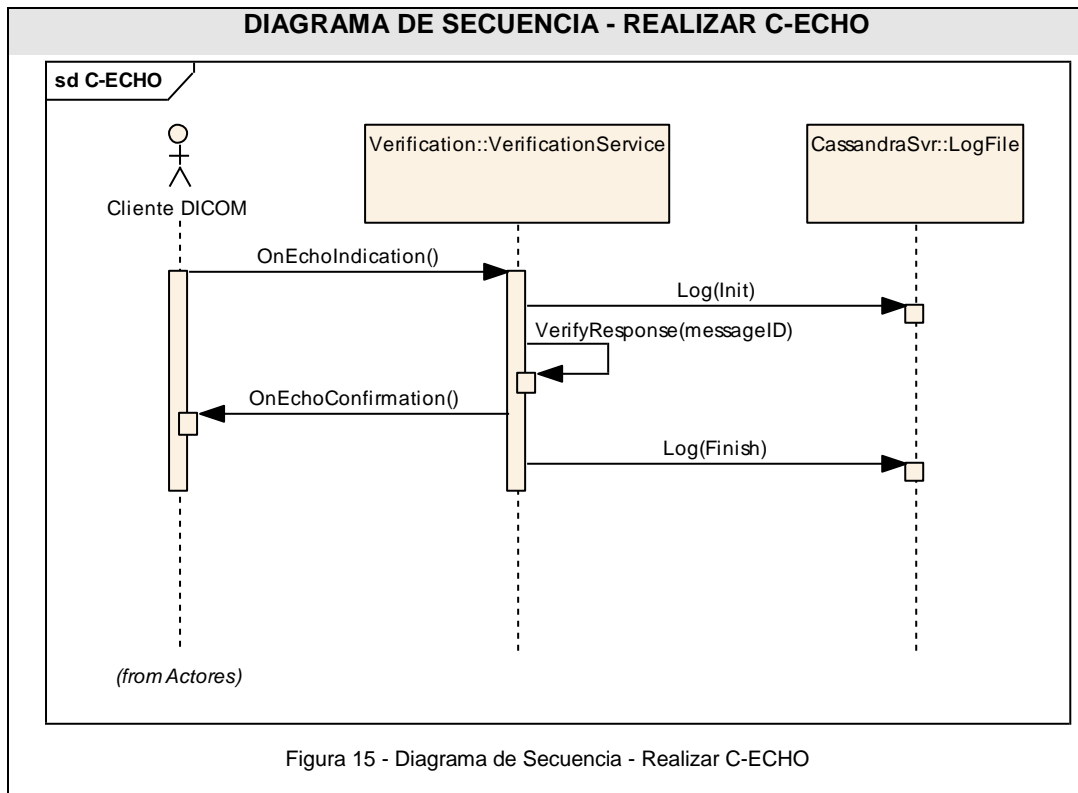


### A.1.3 Requerimientos de Gestión de Imágenes



## ANEXO 2: REALIZACIÓN DE CASOS DE USO DEL DISEÑO

### A.2.1 Caso de Uso Realizar C-ECHO





## DIAGRAMA DE CLASES - REALIZAR C-ECHO

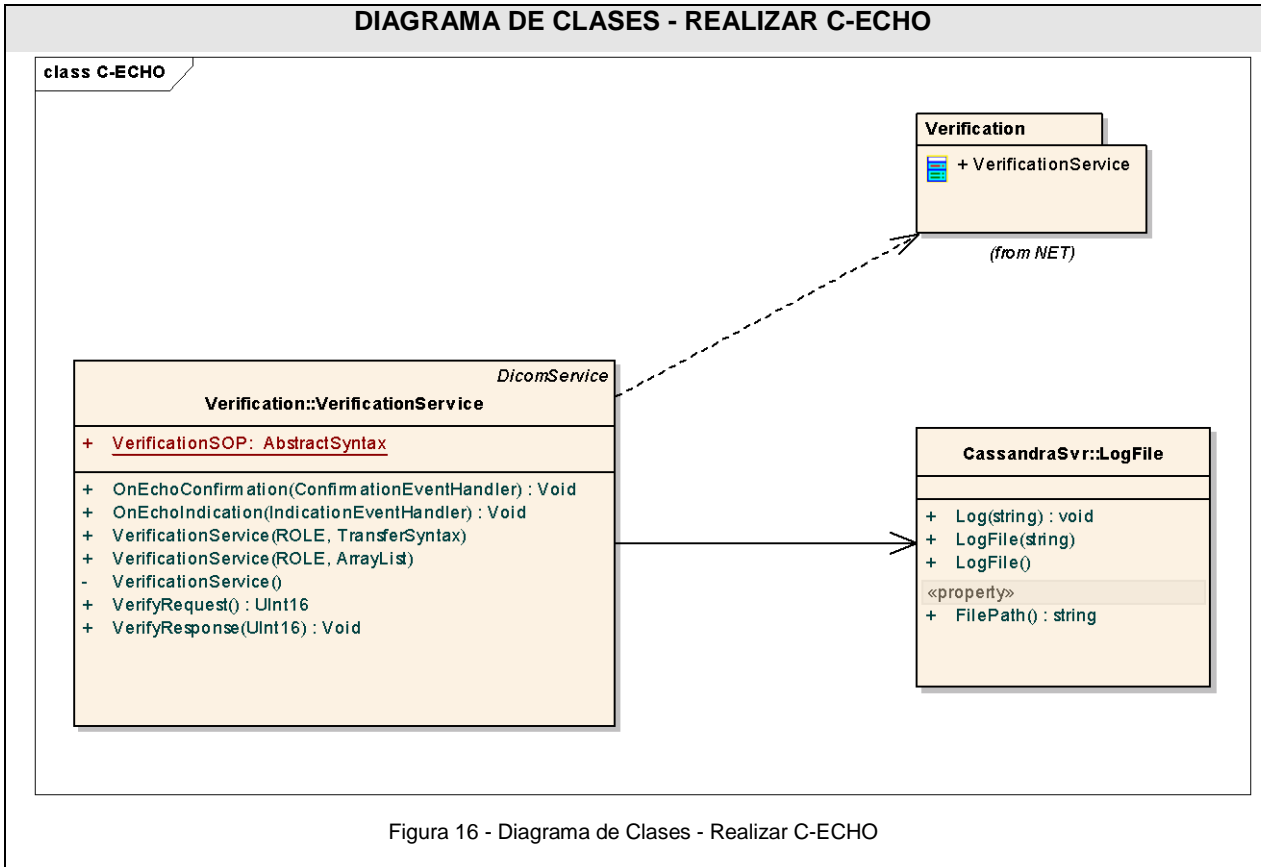
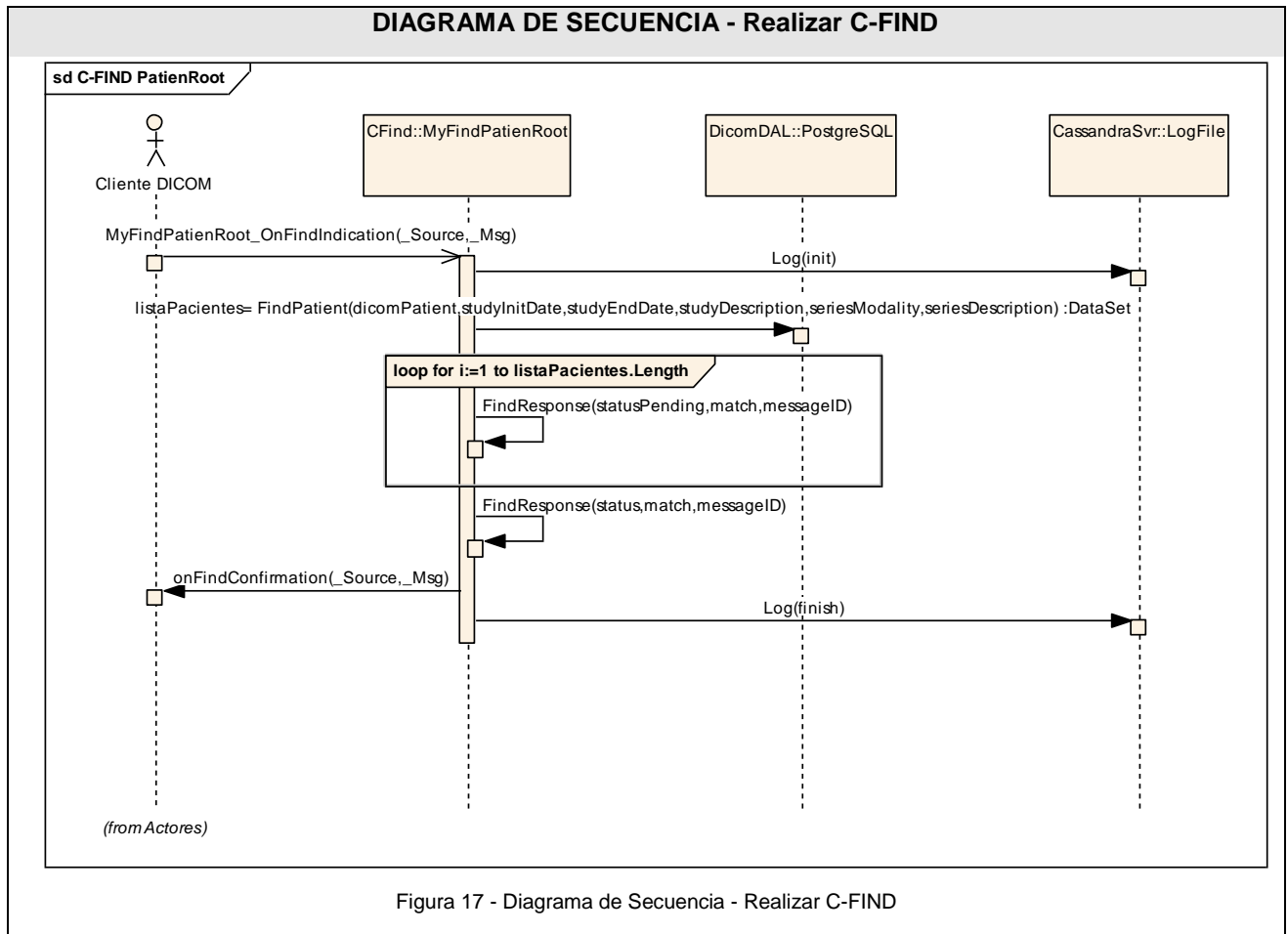


Figura 16 - Diagrama de Clases - Realizar C-ECHO

## A.2.2 Caso de Uso Realizar C-FIND



## DIAGRAMA DE CLASES- Realizar C-FIND

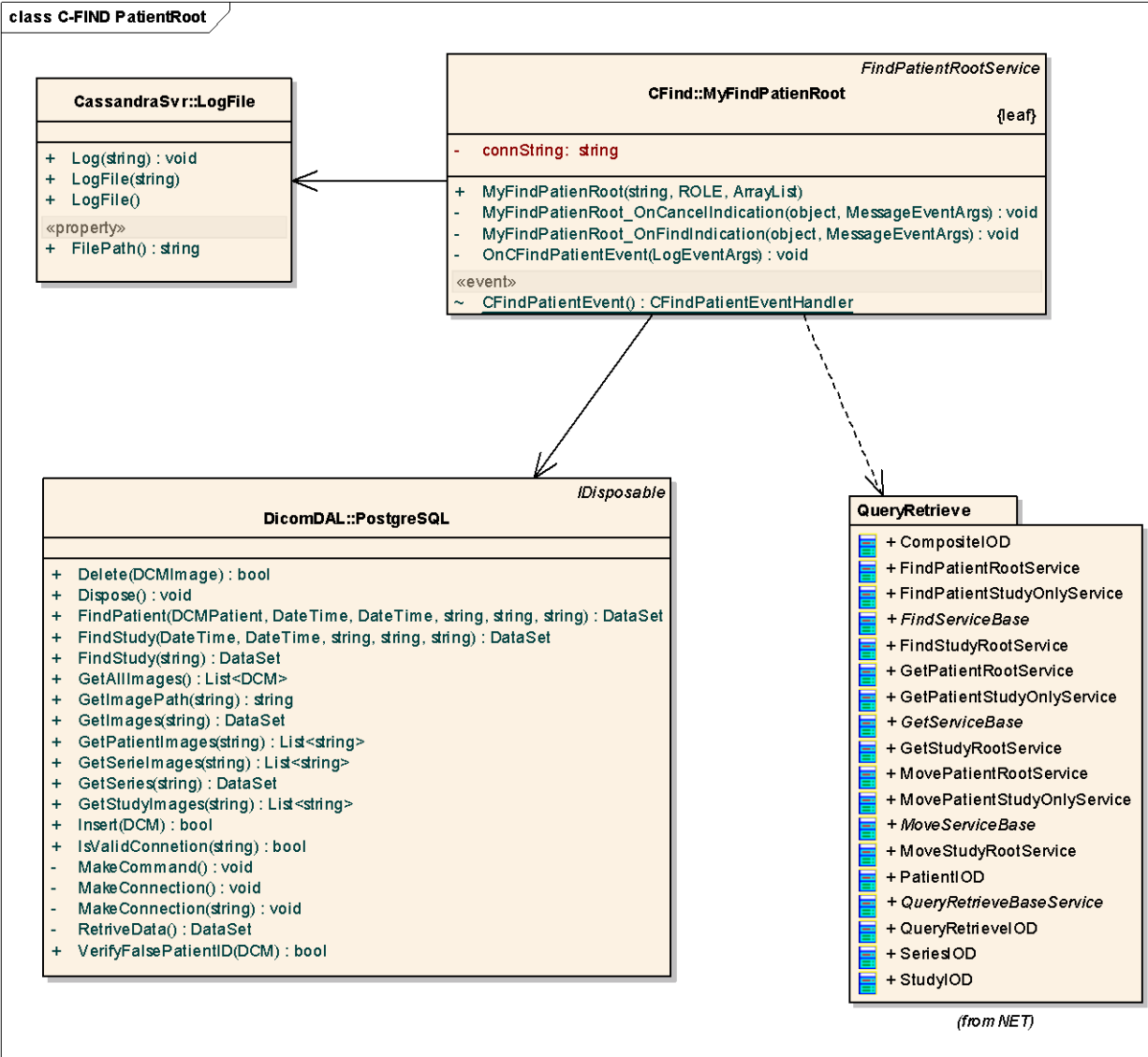
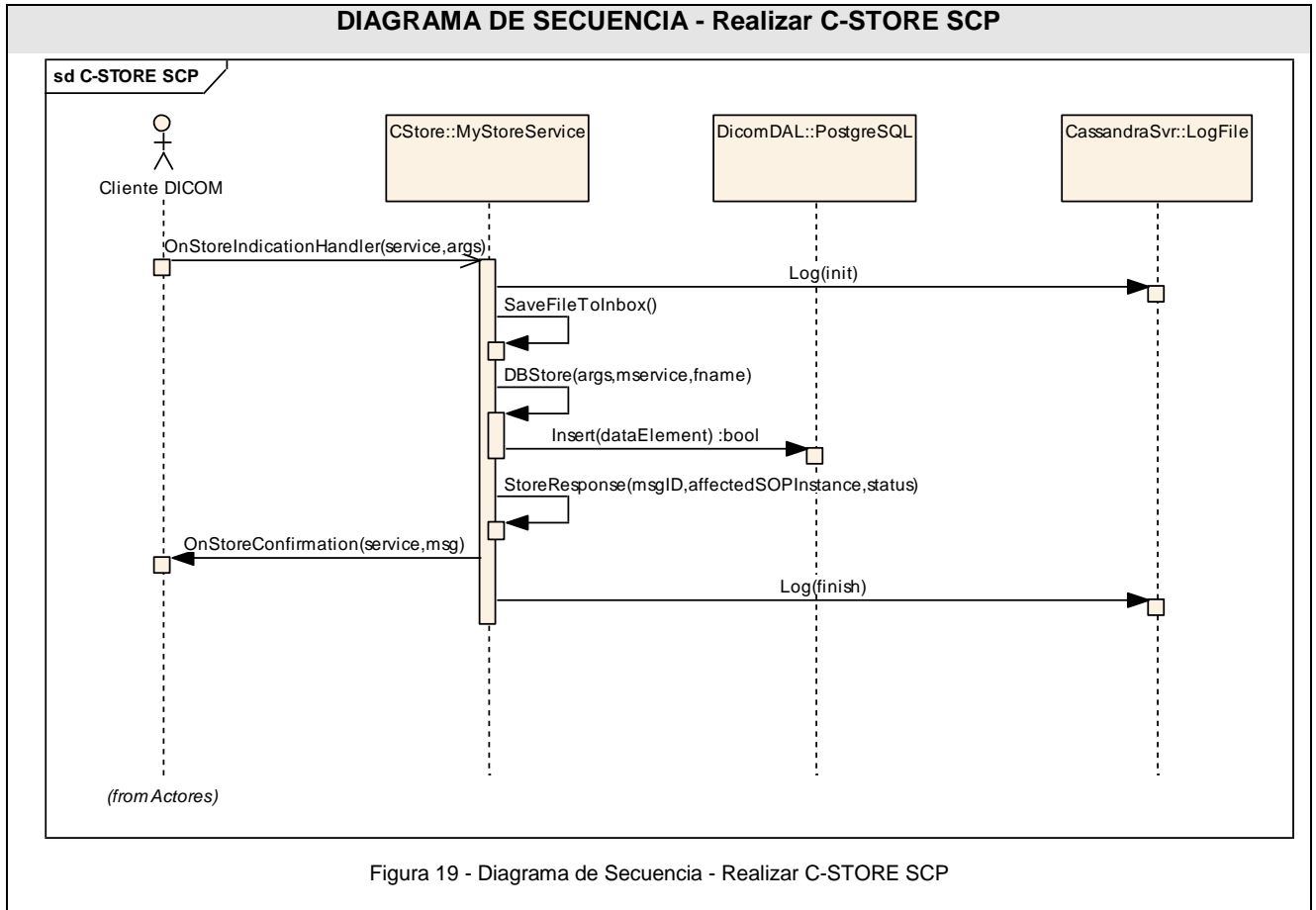
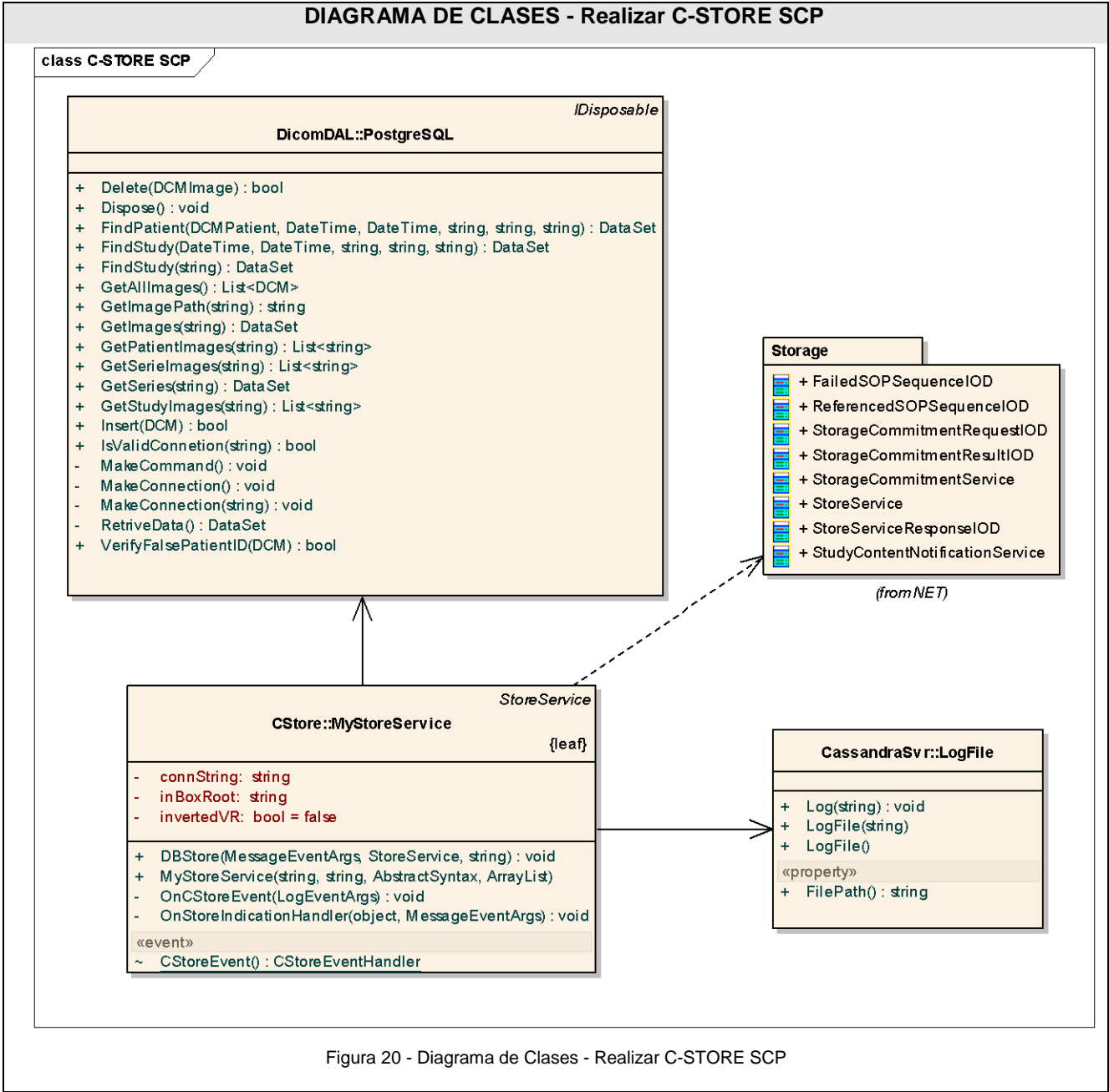


Figura 18 - Diagrama de Clases- Realizar C-FIND

### A.2.3 Caso de Uso Realizar C-STORE SCP

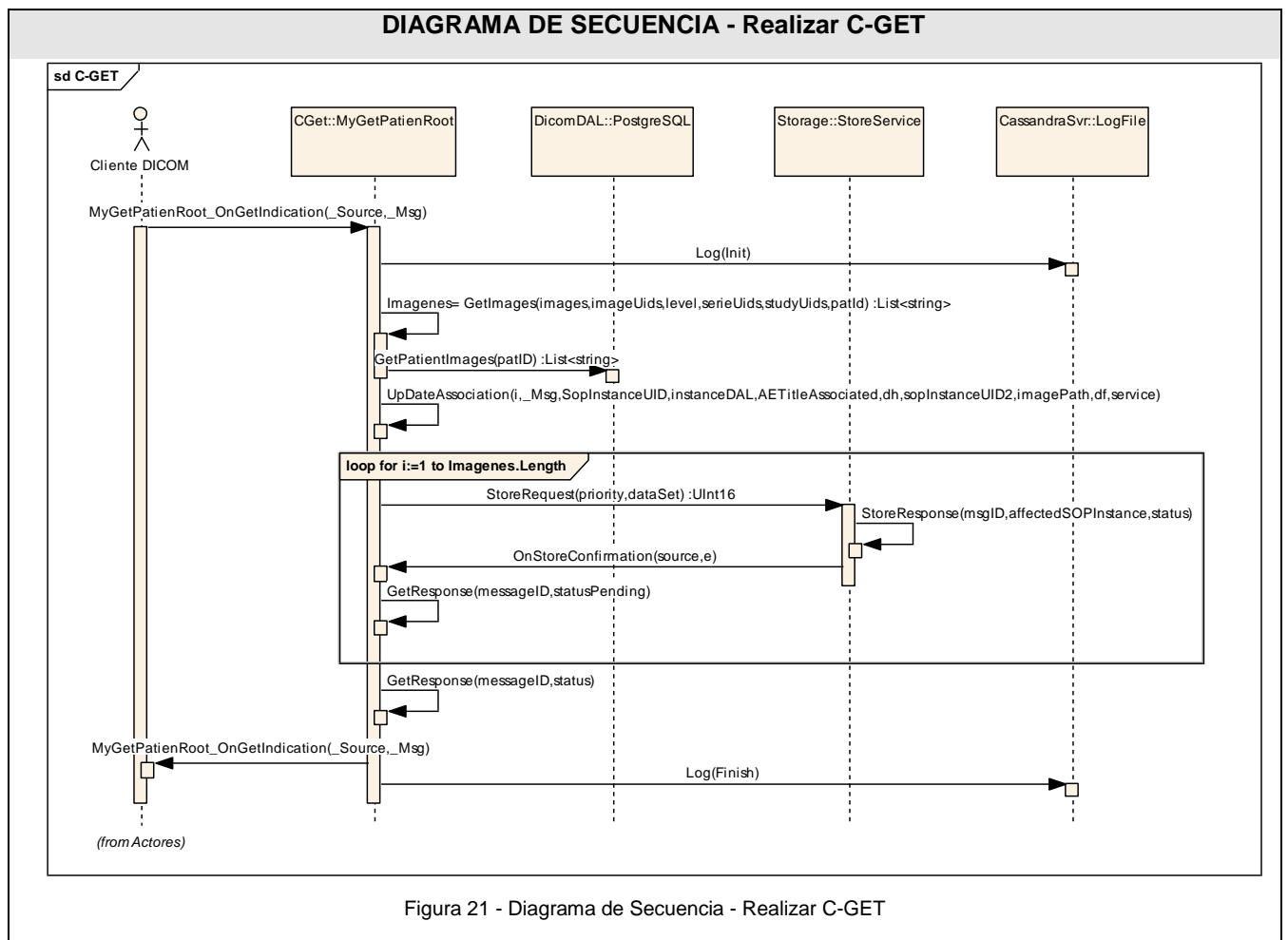




### A.2.4 Caso de Uso Realizar C-GET

El estándar define dos roles fundamentales que pueden tener las partes en una asociación para los servicios estos son SCP proveedor y SCU cliente. En el caso de uso Realizar C-STORE SCU el servidor adquiere el rol de cliente en una nueva asociación para mandar las imágenes al destino. La descripción de

las interacciones en el caso de uso Realizar C-STORE SCU son limitadas porque se utiliza una clase del framework DICOM (MyDicom.NET) por esto los detalles internos son obviados y se expresa la forma de utilizar dicha funcionalidad en cada uno de los casos de uso que lo utiliza. En este caso de uso se pueden observar los mensajes que interactúan con la clase StoreService para de esta manera realizar el Caso de Uso C-STORE SCU.



## DIAGRAMA DE CLASES - Realizar C-GET

class C-GET

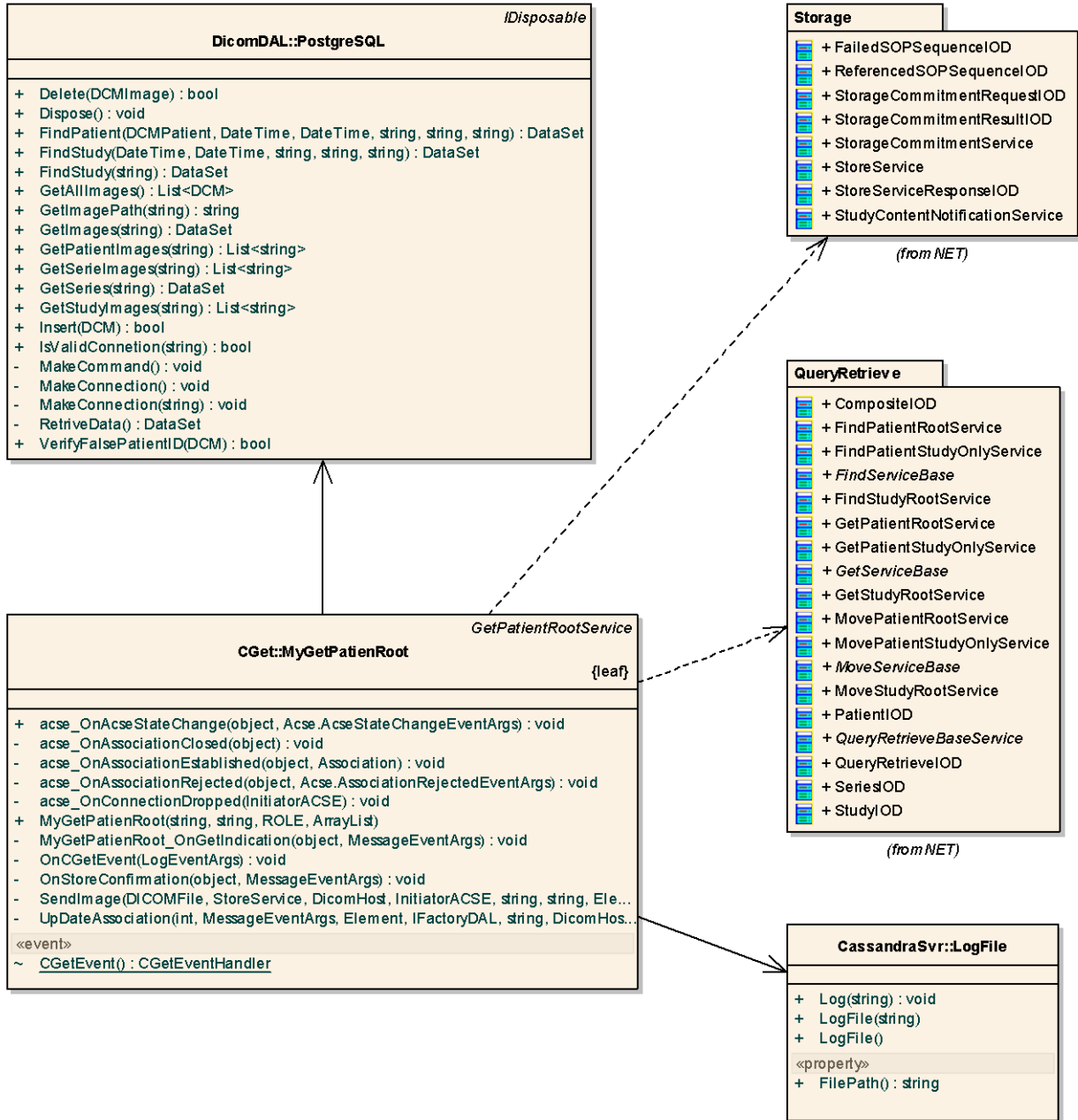


Figura 22 - Diagrama de Clases - Realizar C-GET

### **A.2.5 Caso de Uso Realizar C-MOVE.**

El estándar define dos roles fundamentales que pueden tener las partes en una asociación para los servicios estos son SCP proveedor y SCU cliente. En el caso de uso Realizar C-STORE SCU el servidor adquiere el rol de cliente en una nueva asociación para mandar las imágenes al destino. La descripción de las interacciones en el caso de uso Realizar C-STORE SCU son limitadas porque se utiliza una clase del framework DICOM (MyDicom.NET) por esto los detalles internos son obviados y se expresa la forma de utilizar dicha funcionalidad en cada uno de los casos de uso que lo utiliza. En este caso de uso se pueden observar los mensajes que interactúan con la clase StoreService para de esta manera realizar el Caso de Uso C-STORE SCU.



DIAGRAMA DE SECUENCIA - Realizar C-MOVE

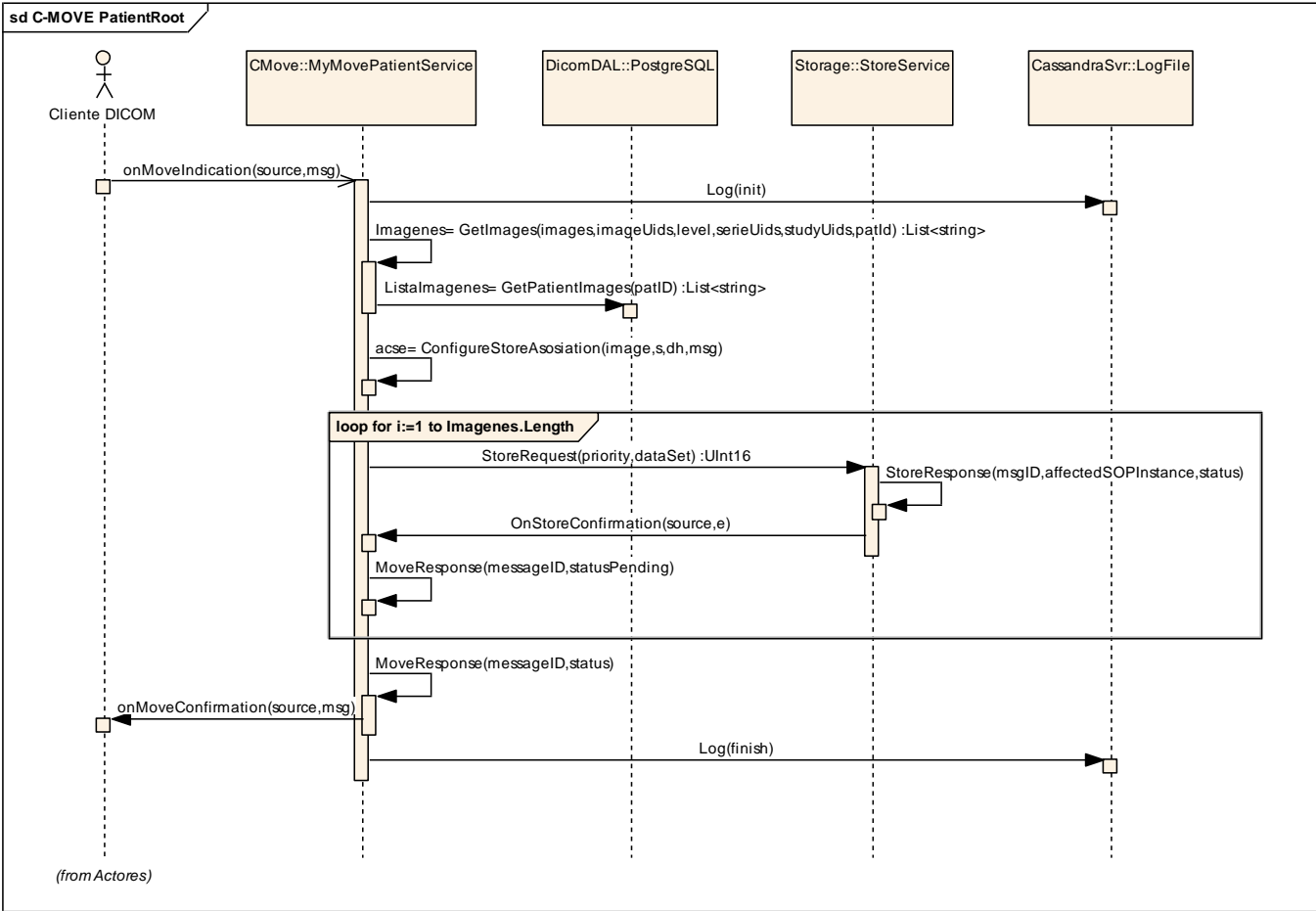


Figura 23 - Diagrama de Secuencia - Realizar C-MOVE

## DIAGRAMA DE CLASES- Realizar C-MOVE

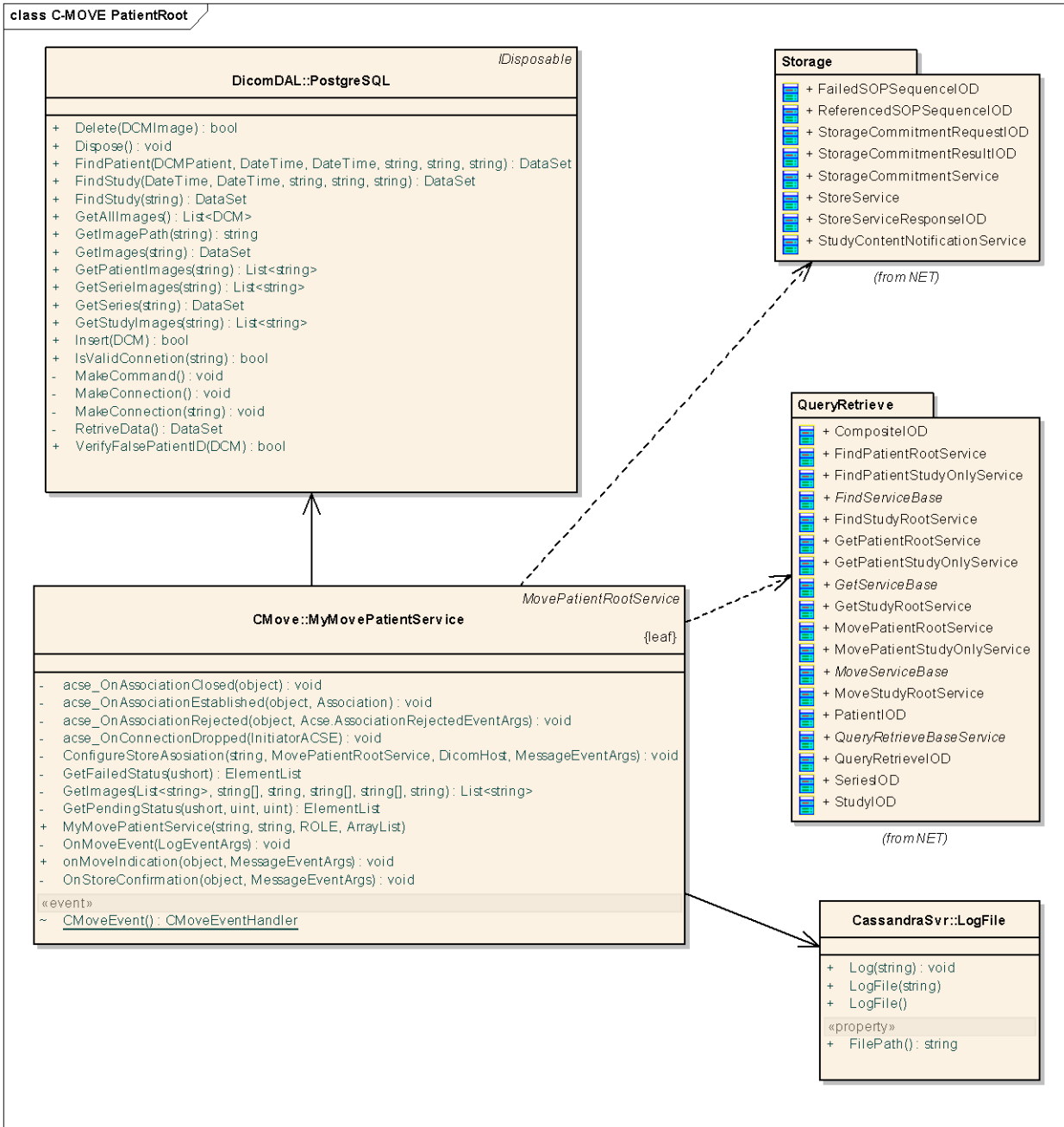
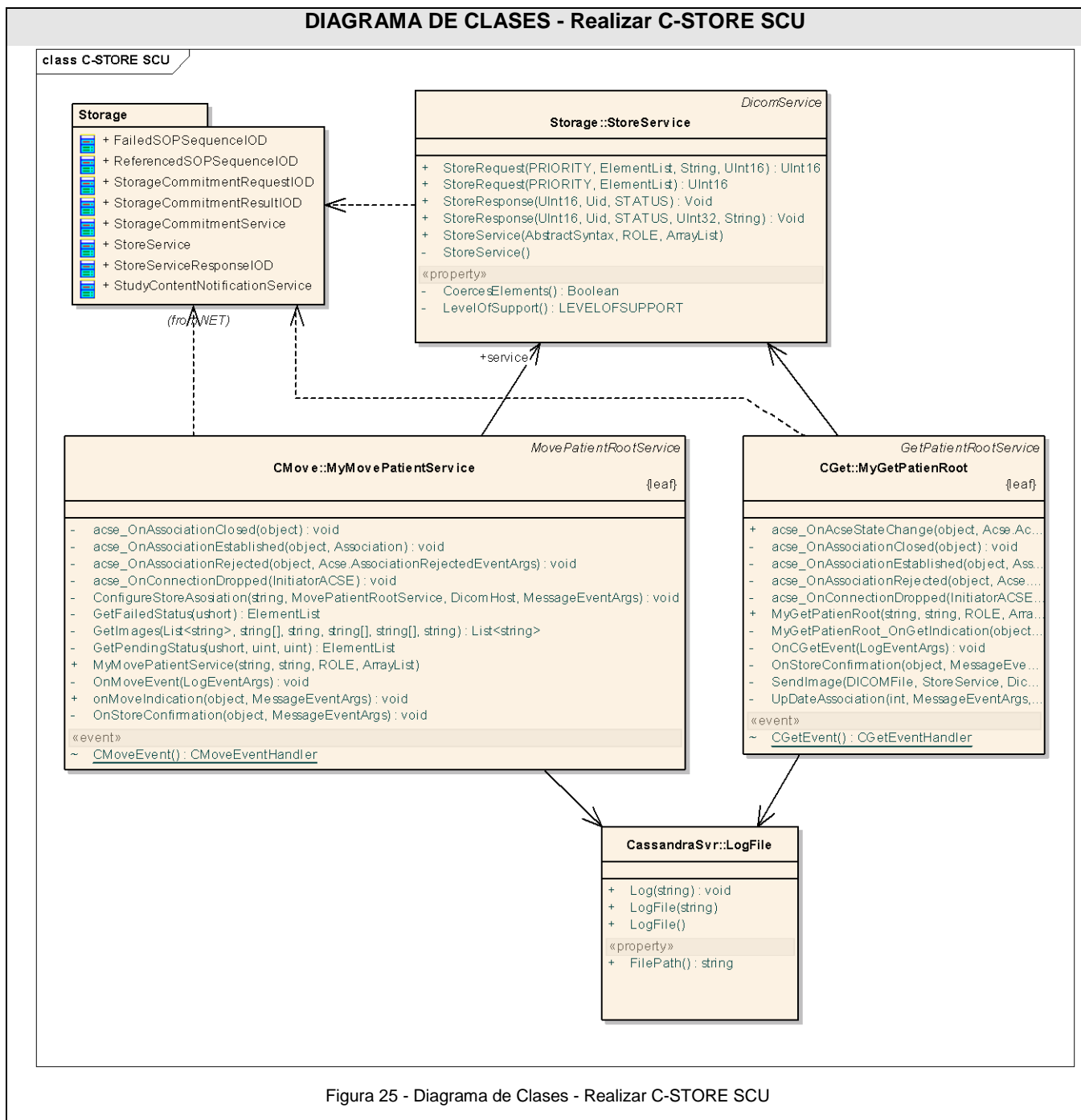
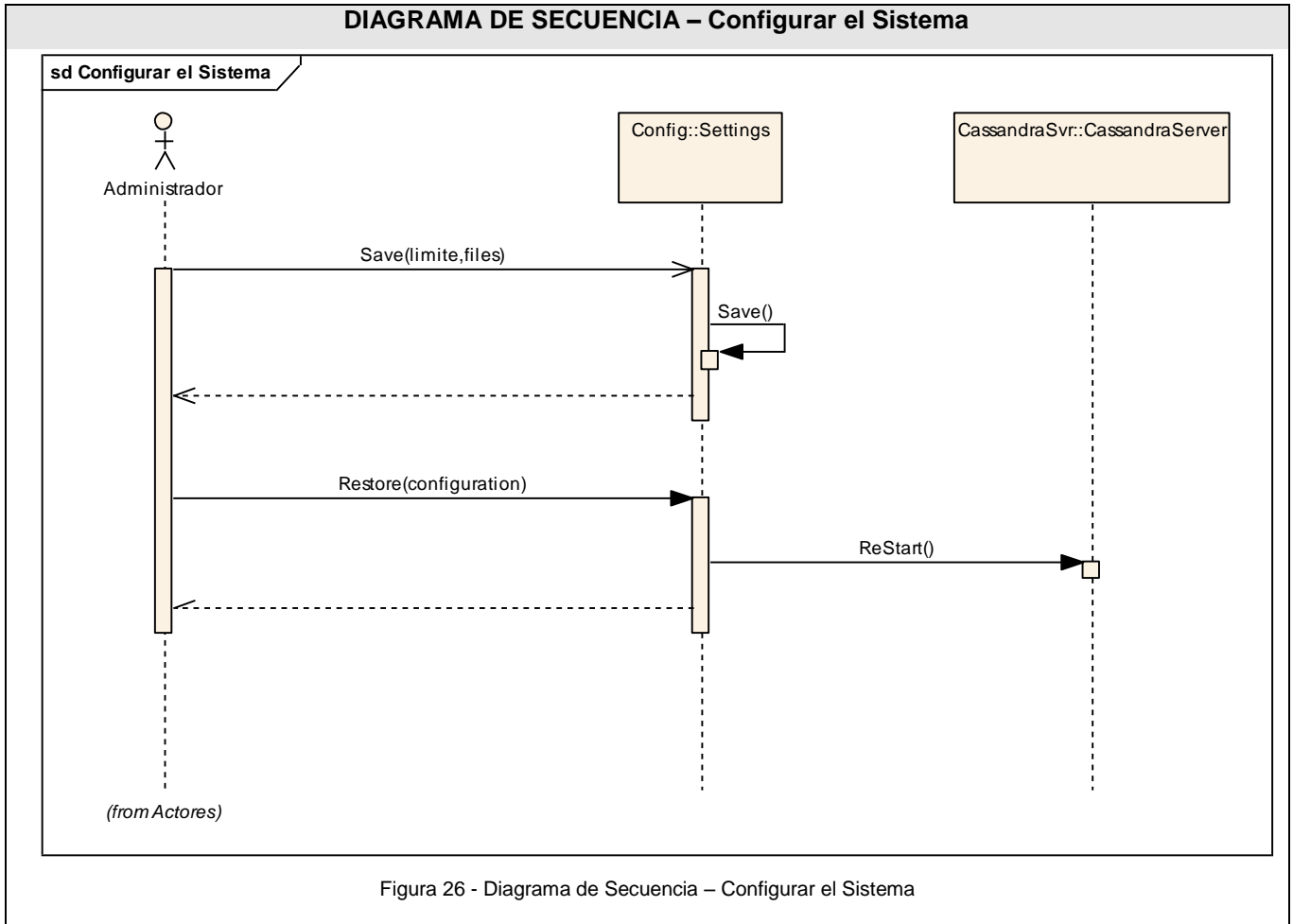


Figura 24 - Diagrama de Clases - Realizar C-MOVE

## A.2.6 Caso de Uso Realizar C-STORE SCU.



### A.2.7 Caso de Uso Configurar el Sistema.



## DIAGRAMA DE CLASES – Configurar el Sistema

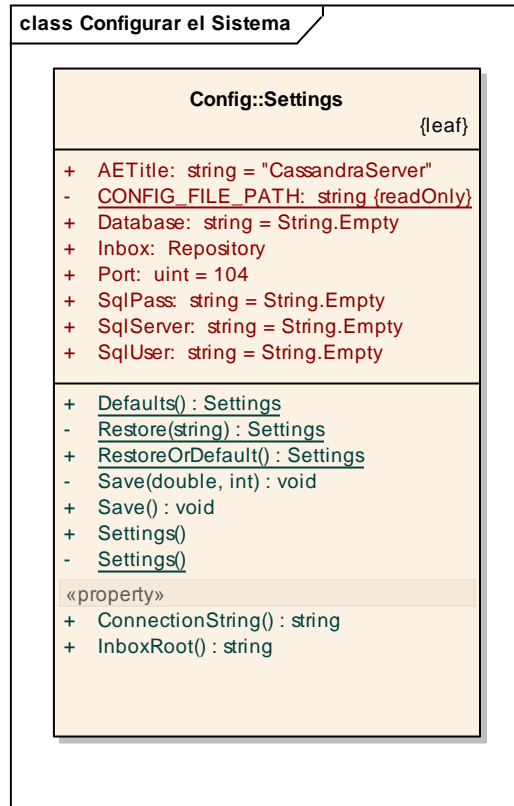
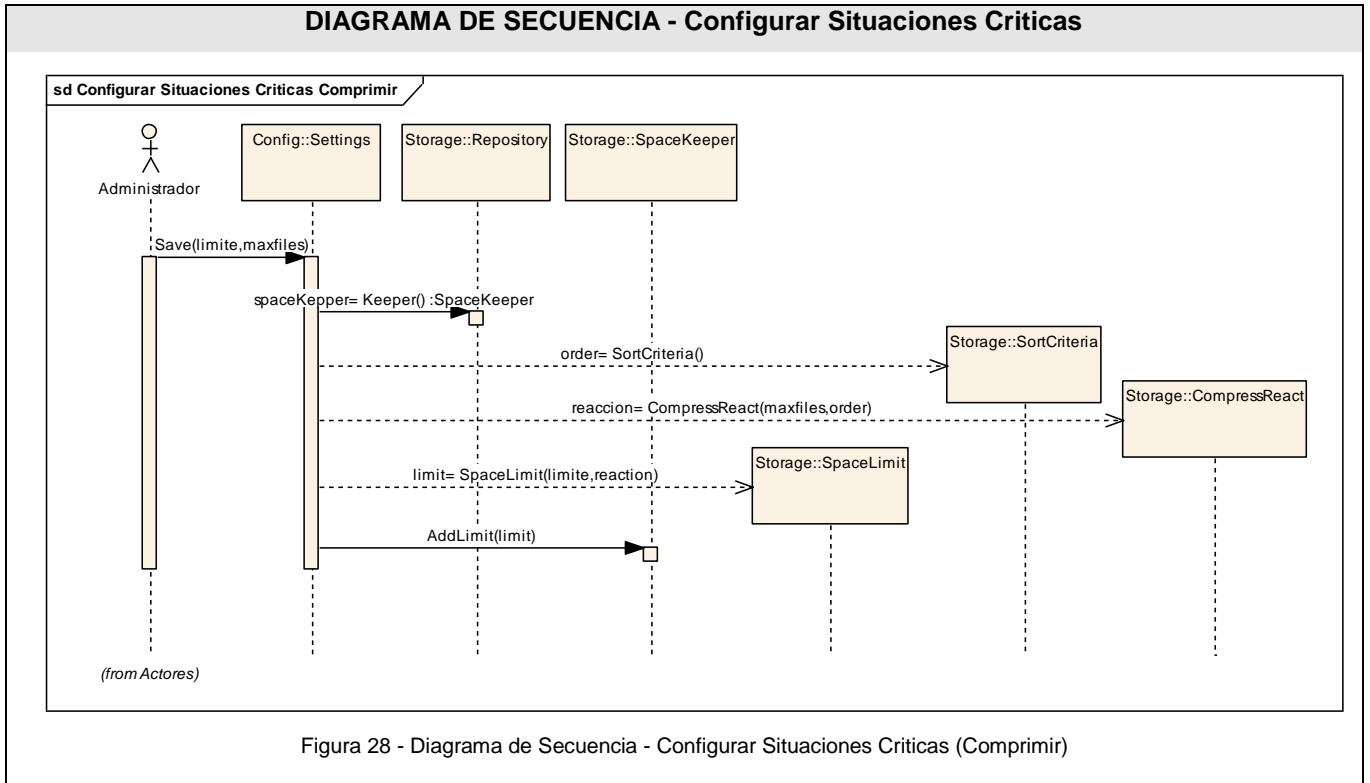


Figura 27 - Diagrama de Clases – Configurar el Sistema

## A.2.8 Caso de Uso Configurar Situaciones Críticas.



## DIAGRAMA DE SECUENCIA - Configurar Situaciones Criticas

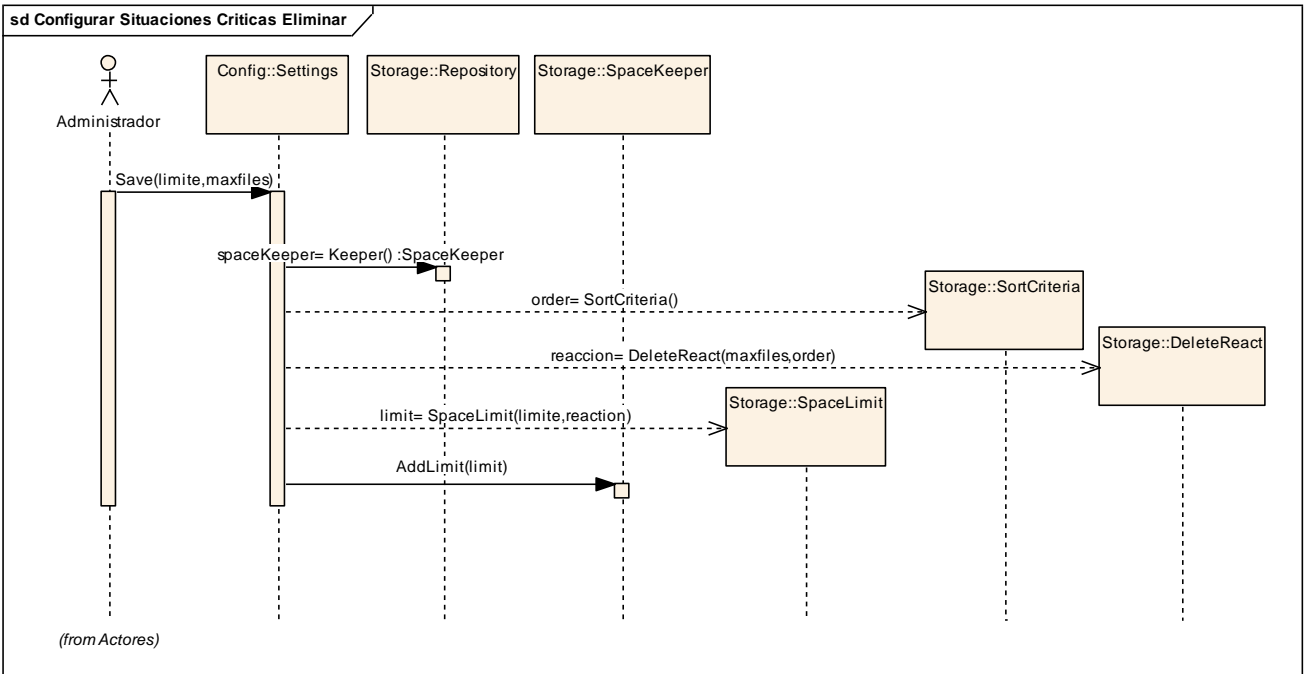


Figura 29 - Diagrama de Secuencia - Configurar Situaciones Criticas (Eliminar)

## DIAGRAMA DE CLASES - Configurar Situaciones Criticas

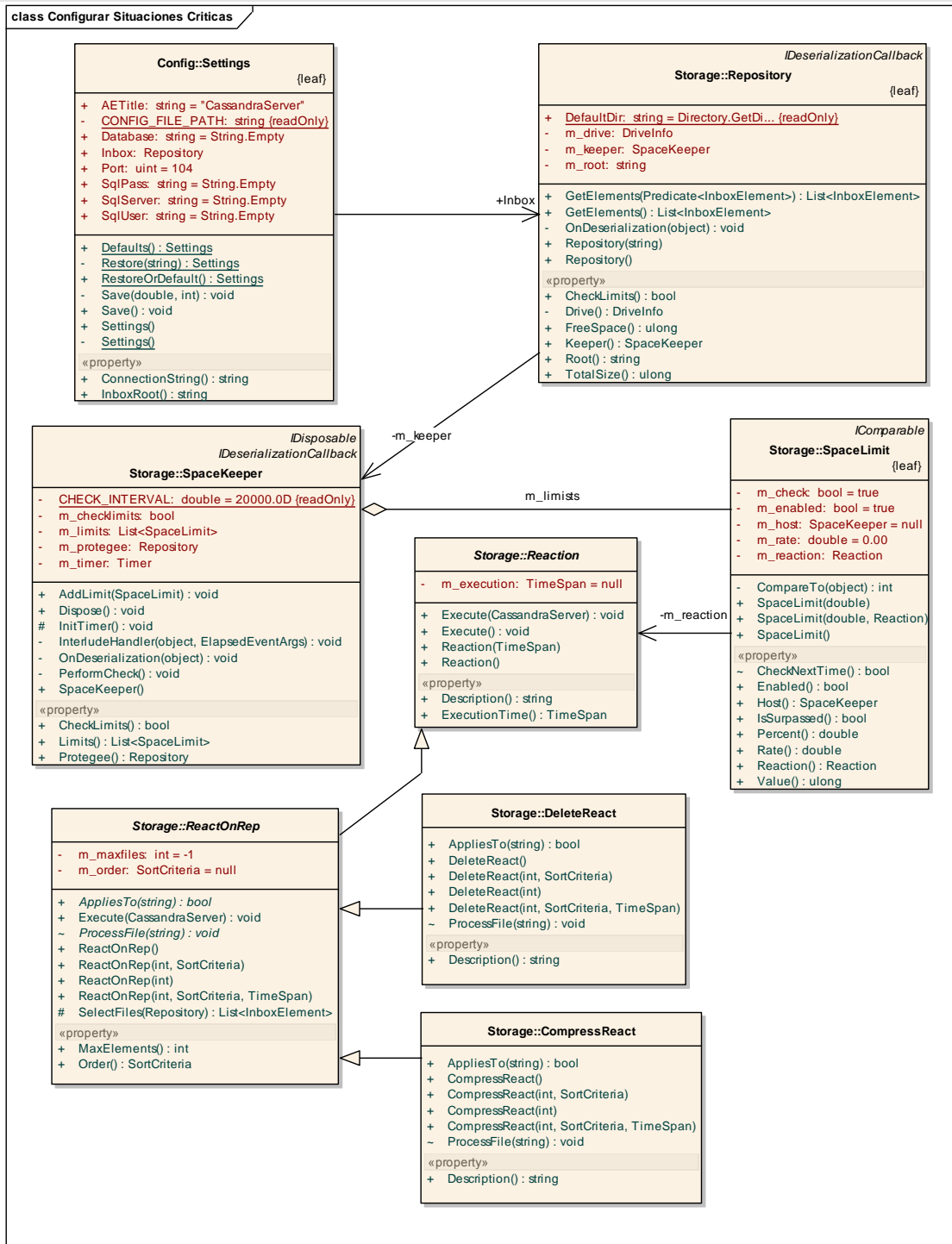
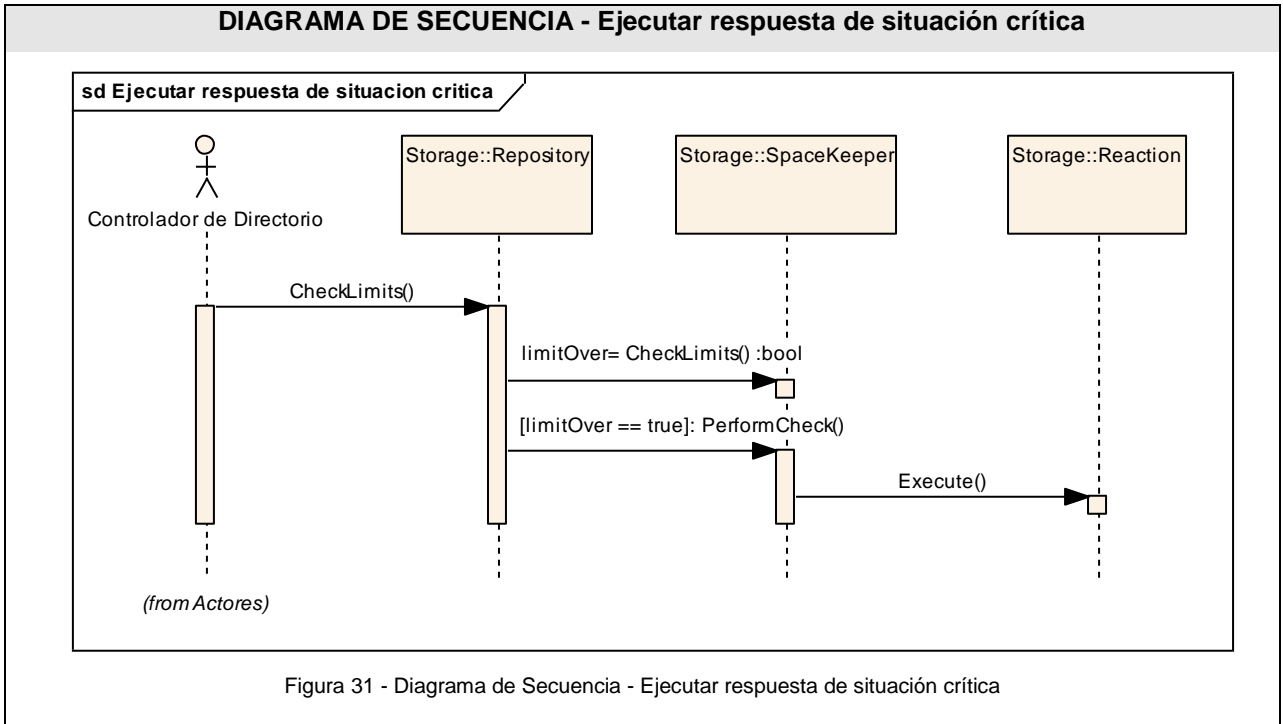


Figura 30 - Diagrama de Clases - Configurar Situaciones Criticas



### A.2.9 Caso de Uso Ejecutar respuesta de situación crítica.



## DIAGRAMA DE CLASES - Ejecutar respuesta de situación crítica

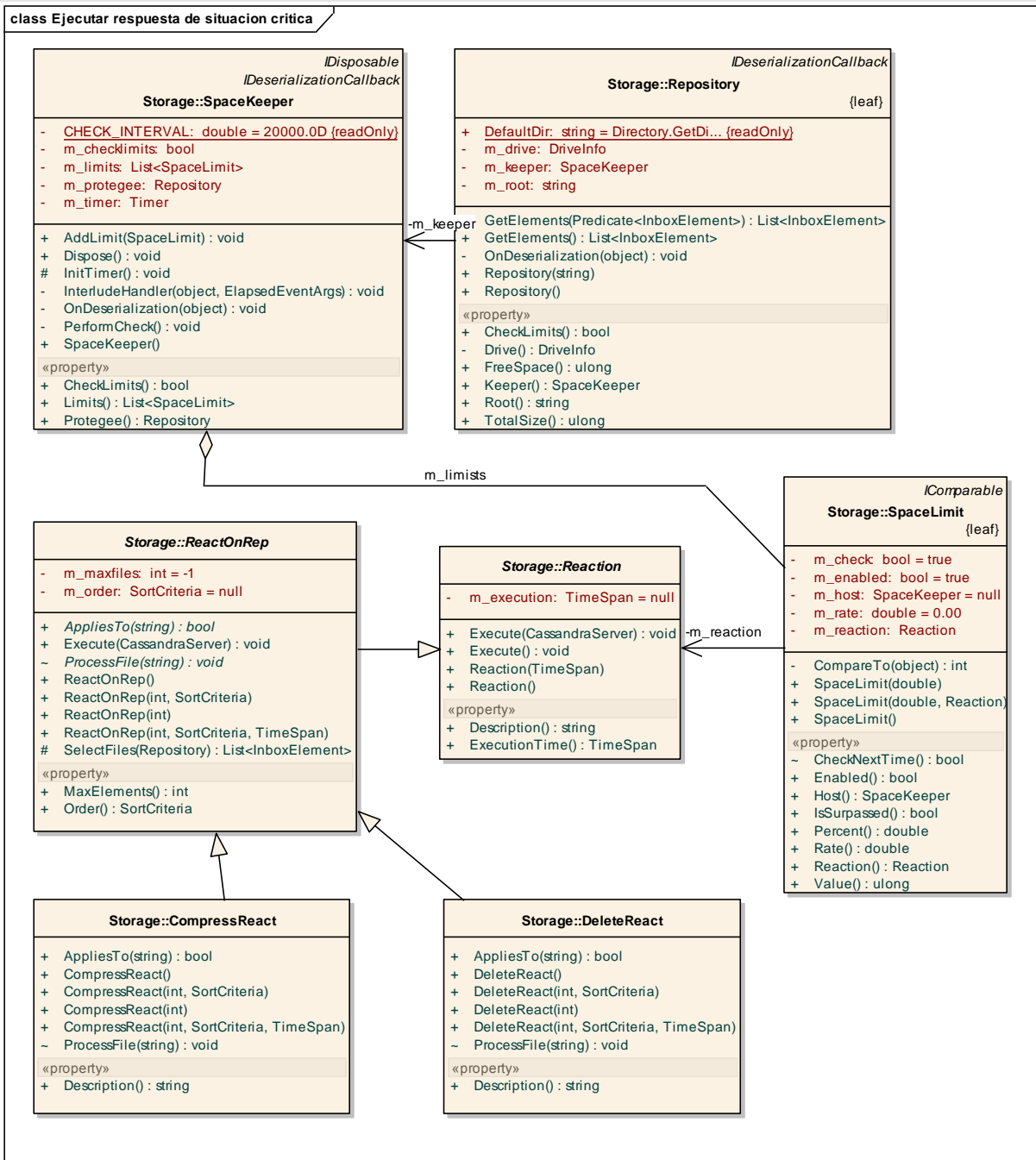


Figura 32 - Diagrama de Clases - Ejecutar respuesta de situación crítica

## ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DEL DISEÑO

### A.3.1 Descripción de la clase VerificationService

<b>Nombre:</b>	VerificationService	
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora	
	<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
	OnConfirmation	ConfirmationEventHandler
	OnIndication	IndicationEventHandler
	VerificationSOP	AbstractSyntax
<b>Para cada responsabilidad:</b>		
<b>Nombre:</b>	OnEchoIndication(IndicationEventHandler value,)	
<b>Descripción:</b>	Manejador de evento que se levanta cuando al servidor llega una solicitud de ECHO.	
<b>Nombre:</b>	OnEchoConfirmation(ConfirmationEventHandler value,)	
<b>Descripción:</b>	Manejador de evento que se levanta cuando al cliente llega la repuesta del servidor al cual hizo ECHO.	
<b>Nombre:</b>	VerificationService(ROLE role,TransferSyntax tsn,)	
<b>Descripción:</b>	Constructor.	
<b>Nombre:</b>	VerificationService(ROLE role,ArrayList tsns,)	
<b>Descripción:</b>	Constructor.	
<b>Nombre:</b>	VerificationService()	
<b>Descripción:</b>	Constructor.	
<b>Nombre:</b>	VerifyRequest()	
<b>Descripción:</b>	Para hacer peticiones (SCU) de ECHO a servidores (SCP).	
<b>Nombre:</b>	VerifyResponse(UInt16 messageID,)	
<b>Descripción:</b>	Para responder a clientes.	

### A.3.2 Descripción de la clase MyFindPatienRoot

<b>Nombre:</b>	MyFindPatienRoot	
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	
connString	string	
<b>Para cada responsabilidad:</b>		
<b>Nombre:</b>	CFindPatientEvent()	

Descripción:	Evento para notificar sucesos.
Nombre:	MyFindPatienRoot(string _connStr,ROLE _Role,ArrayList _Tsns,)
Descripción:	Constructor.
Nombre:	MyFindPatienRoot_OnCancelIndication(Objeto _Source,MessageEventArgs _Msg,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una petición de cancelar el proceso llega.
Nombre:	MyFindPatienRoot_OnFindIndication(Objeto _Source,MessageEventArgs _Msg,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando un solicitud de búsqueda llega al servidor.
Nombre:	OnCFindPatientEvent(LogEventArgs e,)
Descripción:	Para reportar eventos.

### A.3.3 Descripción de la clase MyStoreService

Nombre:	MyStoreService
Tipo de clase:	Controladora
Atributo	Tipo
connString	string
inBoxRoot	string
invertedVR	bool
<b>Para cada responsabilidad:</b>	
Nombre:	CStoreEvent()
Descripción:	Evento para notificar sucesos.
Nombre:	DBStore(MessageEventArgs args,StoreService mservice,string fname,)
Descripción:	Para almacenar los datos en la Base de Datos.
Nombre:	MyStoreService(string inBoxRoot,string connStr,AbstractSyntax asn,ArrayList tsns,)
Descripción:	Constructor.
Nombre:	OnCStoreEvent(LogEventArgs e,)
Descripción:	Para reportar eventos.
Nombre:	OnStoreIndicationHandler(Objeto service,MessageEventArgs args,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando un solicitud de almacenamiento llega al servidor.
Nombre:	StoreResponse(UInt16 msgID,Uid affectedSOPInstance,Estado Estado,)
Descripción:	Para enviar respuesta a los clientes.
Nombre:	StoreResponse(UInt16 msgID,Uid affectedSOPInstance,Estado Estado,UInt32 offendingElement,String errorComment,)

Descripción:	Para enviar respuesta a los clientes.
--------------	---------------------------------------

### A.3.4 Descripción de la clase StoreService

<b>Nombre:</b>	StoreService	
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora	
	<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
	coercesElements	Boolean
	IndicationStartHandler	IndicationStart
	LevelOfSupport	LEVELOFSUPPORT
	OnConfirmation	ConfirmationEventHandler
	OnIndication	IndicationEventHandler
	TemporaryCacheDirectory	String
	UseMemoryStreamOnly	Boolean
<b>Para cada responsabilidad:</b>		
Nombre:	StoreRequest(Prioridad Prioridad,ElementList dataSet,String moveOriginatorAETitle,UInt16 moveOriginatorMessageID,)	
Descripción:	Para enviar solicitud al servidor	
Nombre:	StoreRequest(Prioridad Prioridad,ElementList dataSet,)	
Descripción:	Para enviar solicitud al servidor	
Nombre:	StoreResponse(UInt16 msgID,Uid affectedSOPInstance,Estado Estado,)	
Descripción:	Para enviar respuesta al cliente.	
Nombre:	StoreResponse(UInt16 msgID,Uid affectedSOPInstance,Estado Estado,UInt32 offendingElement,String errorComment,)	
Descripción:	Para enviar respuesta al cliente.	
Nombre:	StoreService(AbstractSyntax asn,ROLE role,TransferSyntax tsn,)	
Descripción:	Constructor.	
Nombre:	StoreService(AbstractSyntax asn,ROLE role,ArrayList tsns,)	
Descripción:	Constructor.	
Nombre:	StoreService()	
Descripción:	Constructor.	

### A.3.5 Descripción de la clase MyGetPatienRoot

<b>Nombre:</b>	MyGetPatienRoot	
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora	
	<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
	acse	InitiatorACSE
	asn	AbstractSyntax
	cantEnviada	int
	connString	string
	flag	bool
	inboxRoot	string
<b>Para cada responsabilidad:</b>		
Nombre:	acse_OnAcseStateChange(Objeto Fuente,Acse.AcseStateChangeEventArgs e,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando el estado de una asociación cambia.	
Nombre:	acse_OnAssociationClosed(Objeto acse,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido cerrada.	
Nombre:	acse_OnAssociationEstablished(Objeto acse,Association association,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido establecida.	
Nombre:	acse_OnAssociationRejected(Objeto Fuente,Acse.AssociationRejectedEventArgs args,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido terminada.	
Nombre:	acse_OnConnectionDropped(InitiatorACSE Fuente,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando en una asociación se ha cerrado la conexión bruscamente.	
Nombre:	CGetEvent()	
Descripción:	Evento para notificar sucesos.	
Nombre:	MyGetPatienRoot(string inBoxRoot,string connStr,ROLE role,ArrayList tsns,)	
Descripción:	Constructor	
Nombre:	MyGetPatienRoot_OnGetIndication(Objeto _Source,MessageEventArgs _Msg,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando llega una solicitud de obtención al servidor.	
Nombre:	OnCGetEvent(LogEventArgs e,)	
Descripción:	Para reportar eventos.	
Nombre:	OnStoreConfirmation(Objeto Fuente,MessageEventArgs e,)	
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando llega la respuesta del almacenamiento.	
Nombre:	SendImage(DICOMFile df,StoreService service,DicomHost dh,InitiatorACSE acse,string	

	imagePath,string AETitleAssociated,ElementList Estado,GetPatientRootService getSservice,MessageEventArgs _Msg,)
Descripción:	Para enviar una imagen mediante una asociación predeterminada.
Nombre:	UpDateAssociation(int i,MessageEventArgs _Msg,Element SopInstanceUID,IFactoryDAL instanceDAL,string AETitleAssociated,DicomHost dh,string sopInstanceUID2,string imagePath,DICOMFile df,StoreService service,)
Descripción:	Actualizar los parámetros de la asociación.

### A.3.6 Descripción de la clase MyMovePatientService

<b>Nombre:</b>	MyMovePatientService
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
asn	AbstractSyntax
cancel	bool
completionEvent	AutoResetEvent
connString	string
inbox	string
myAcse	InitiatorACSE
service	StoreService
<b>Para cada responsabilidad:</b>	
Nombre:	acse_OnAssociationClosed(Objeto acse,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido cerrada.
Nombre:	acse_OnAssociationEstablished(Objeto acse,Association association,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido establecida.
Nombre:	acse_OnAssociationRejected(Objeto Fuente,Acse.AssociationRejectedEventArgs args,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando una asociación ha sido terminada.
Nombre:	acse_OnConnectionDropped(InitiatorACSE Fuente,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando en una asociación se ha cerrado la conexión bruscamente.
Nombre:	CMoveEvent()
Descripción:	Evento para notificar sucesos.
Nombre:	ConfigureStoreAsosiation(string image,MovePatientRootService s,DicomHost dh,MessageEventArgs msg,)

Descripción:	Actualizar los parámetros de la asociación.
Nombre:	GetFailedStatus(ushort statusCode,)
Descripción:	Facilitar la creación de estados de fallo.
Nombre:	GetImages(List<string> images,string[] imageUids,string level,string[] serieUids,string[] studyUids,string patId,)
Descripción:	Obtener las imágenes buscadas en la Base de Datos
Nombre:	GetPendingStatus(ushort statusCode,uint NoCompOpe,uint NoRemOpe,)
Descripción:	Facilitar la creación de estados de pendiente.
Nombre:	MyMovePatientService(string inbox,string connString,ROLE r,ArrayList tsns,)
Descripción:	Constructor
Nombre:	MyMovePatientService_OnCancelIndication(Objeto Fuente,DicomService.MessageEventArgs msg,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando el cliente envía una solicitud para cancelar el proceso de movimiento.
Nombre:	OnMoveEvent(LogEventArgs e,)
Descripción:	Para notificar eventos.
Nombre:	onMoveIndication(Objeto Fuente,MessageEventArgs msg,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando el cliente envía una solicitud de movimiento al servidor.
Nombre:	OnStoreConfirmation(Objeto Fuente,MessageEventArgs e,)
Descripción:	Manejador de evento que se lanza cuando llega la respuesta del almacenamiento.

### A.3.7 Descripción de la clase PostgreSQL

<b>Nombre:</b>	PostgreSQL
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
pgCommand	NpgsqlCommand
pgConnection	NpgsqlConnection
<b>Para cada responsabilidad:</b>	
Nombre:	Delete(DCMImage dataElement,)
Descripción:	Eliminar una imagen de la Base de Datos
Nombre:	Dispose()
Descripción:	Liberar el objeto



Nombre:	FindPatient(DCMPatient dicomPatient,DateTime studyDateInit,DateTime studyDateEnd,string studyDescription,string seriesModality,string seriesDescription,)
Descripción:	Buscar paciente en la Base de Datos.
Nombre:	FindStudy(DateTime studyInitDate,DateTime studyEndDate,string studyDescription,string seriesModality,string seriesDescription,)
Descripción:	Buscar estudios en la Base de Datos.
Nombre:	FindStudy(string patientId,)
Descripción:	Buscar estudios en la Base de Datos
Nombre:	GetAllImages()
Descripción:	Obtener listado de todas las imágenes en la Base de Datos.
Nombre:	GetImagePath(string sopInstanceUid,)
Descripción:	Obtener la dirección física de una imagen en el repositorio.
Nombre:	GetImages(string seriesInstanceUid,)
Descripción:	Obtener el listado de imágenes en la base de datos dado una serie.
Nombre:	GetPatientImages(string patId,)
Descripción:	Obtener el listado de imágenes en la base de datos dado un paciente.
Nombre:	GetSeriesImages(string serieUID,)
Descripción:	Obtener el listado de imágenes en la base de datos dado una serie..
Nombre:	GetSeries(string studyInstanceUid,)
Descripción:	Obtener las series de un estudio.
Nombre:	GetStudyImages(string studyUID,)
Descripción:	Obtener las imágenes de un estudio.
Nombre:	Insert(DCM dataElement,)
Descripción:	Insertar datos de imagen en la base de datos.
Nombre:	IsValidConnetion(string connStr,)
Descripción:	Comprobar la conexión.
Nombre:	MakeCommand()
Descripción:	Configurar el comando.
Nombre:	MakeConnection()
Descripción:	Configurar la conexión.
Nombre:	MakeConnection(string connStr,)
Descripción:	Configurar la conexión.
Nombre:	RetriveData()

Descripción:	Obtener datos.
Nombre:	VerifyFalsePatientID(DCM data_element,)
Descripción:	Determinar cuando los pacientes tiene Id repetido.

### A.3.8 Descripción de la clase LogFile

<b>Nombre:</b>	LogFile	
<b>Tipo de clase :</b>	Controladora	
	<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
	DEFAULT_DIR	string
	DEFAULT_NAME	string
	DEFAULT_PATH	string
	filePath	string
	MAX_SIZE	int
	synchronizer	Objeto
<b>Para cada responsabilidad:</b>		
Nombre:	FilePath()	
Descripción:	Obtener la la dirección del fichero de configuración.	
Nombre:	Log(string quote,)	
Descripción:	Reportar el suceso y escribirlo en el fichero.	
Nombre:	LogFile(string fname,)	
Descripción:	Constructor	
Nombre:	LogFile()	
Descripción:	Constructor.	

## ANEXO 4: MANUAL DE USUARIO DE CASSANDRA SERVER

La interfaz de Cassandra Server es amigable y fácil de utilizar. Consta de una ventana con dos pestañas; la primera, denominada “Rendimiento” y la segunda “Configuración”. Esta ventana principal posee cuatro botones en la parte inferior de la misma.

- Iniciar: Para iniciar el Cassandra Server.
- Detener: Para detener el Cassandra Server.
- Listar Archivos: Devuelve una nueva ventana con el listado de todas las imágenes existentes en el servidor.
- Cerrar: Cierra la ventana sin detener el Servidor.

### A.4.1 Rendimiento de la máquina

Es la primera pestaña y en ella parece información referente a la memoria física y virtual del sistema como son:

- Memoria Física Total
- Memoria Física Disponible
- Memoria Virtual Total
- Memoria Virtual Disponible

Aparecen gráficas en la parte superior acerca del historial y del uso actual de la memoria RAM. Además podemos observar otra gráfica en forma de pastel con la información estadística del espacio libre y el espacio en uso con respecto a la capacidad total del disco duro.

En la parte inferior encontramos otros datos como la cantidad de procesos en ejecución y el tipo y la frecuencia del microprocesador.

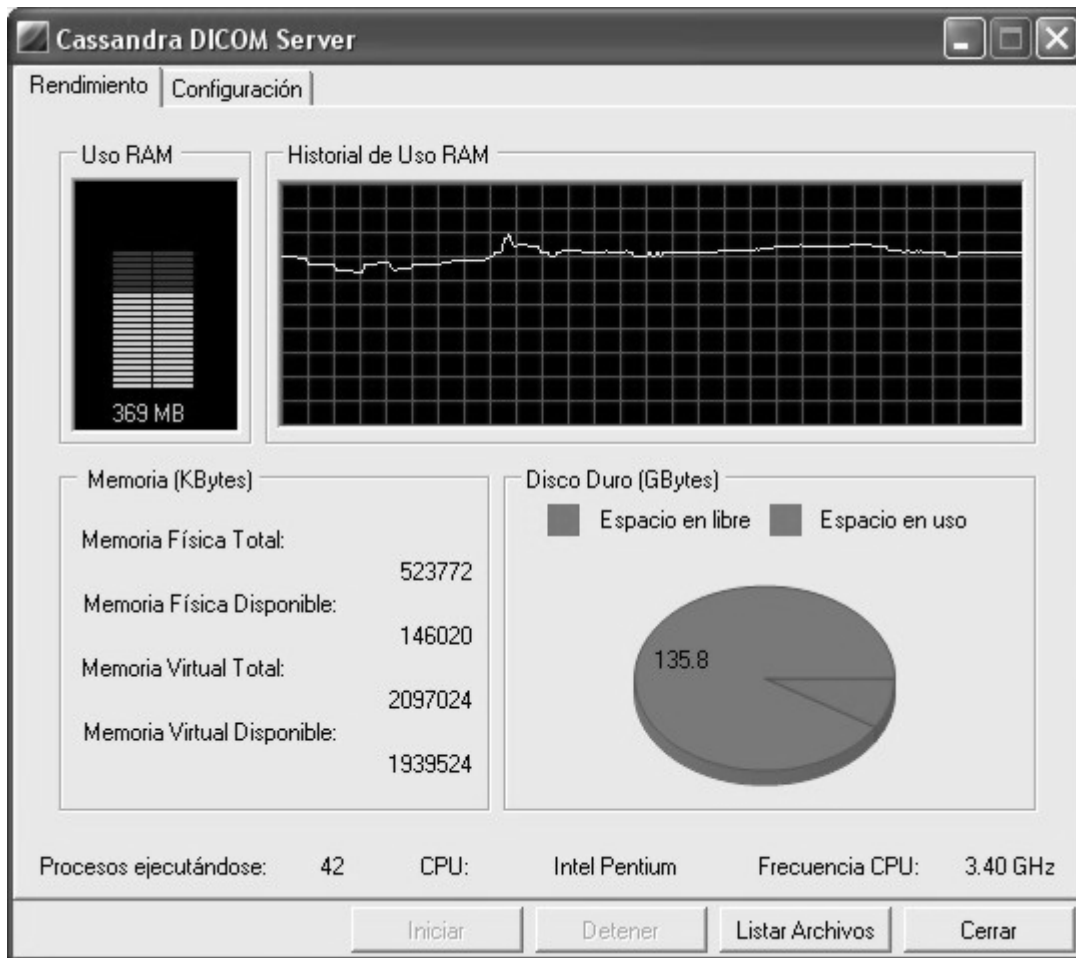


Figura 33 – Vista de Rendimiento de la Máquina

#### A.4.2 Configuración del Servidor:

Es la segunda pestaña de la interfaz del servidor. Es en esta sección donde el usuario indicará la configuración deseada para el servidor.

Esta vista se divide en varias secciones:

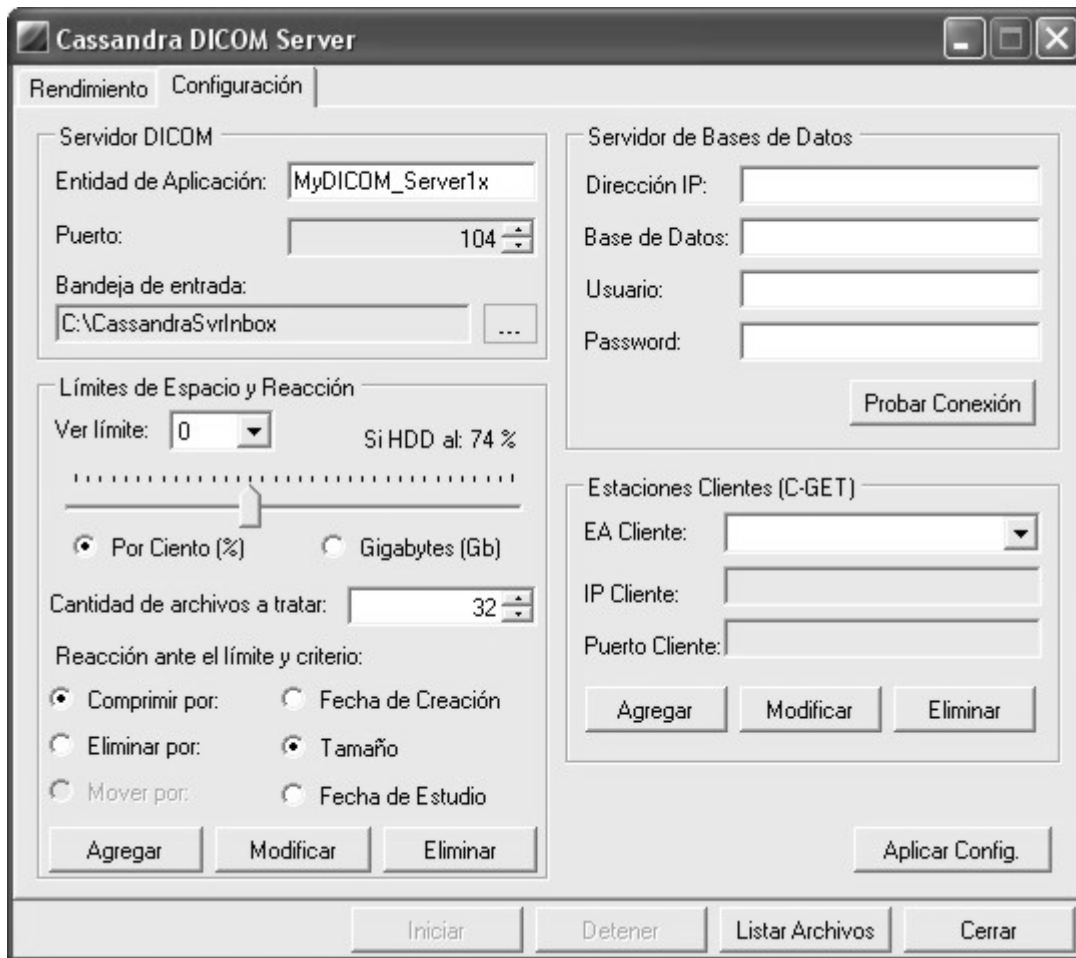


Figura 34 - Vista de Configuración del Cassandra Server

#### A.4.2.1 Servidor

En esta sección situada en la región superior izquierda de la ventana se especifican la Entidad de Aplicación, el cual sería el identificador del servidor en la Red de Área Local; el puerto por donde el servidor estará a la escucha de las peticiones de los clientes conforme a DICOM 3.0, puede estar en el rango 104 -109 (es recomendado usar el puerto 104); y por último, la Bandeja de Entrada que será la carpeta donde se almacenarán todas las imágenes recibidas tanto de los clientes (Cassandra Viewer) como de los equipos médicos.

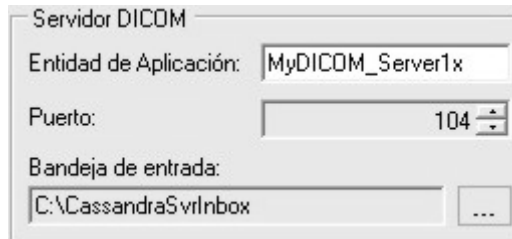


Figura 35 - Configurar el Servidor

#### A.4.2.2 Límites de espacio y reacción cuando se ha alcanzado el límite

En esta sección el usuario podrá especificar una acción automática ante una cantidad de espacio ocupado en el disco determinada. Esta cantidad de espacio puede indicarse en por ciento o en gigabytes a través de una barra para dar valores dentro de un rango. Puede establecerse más de un límite con su respectiva reacción del servidor. Entre las medidas a tomar se encuentran: Comprimir, Mover o Eliminar, siguiendo uno de los siguientes criterios:

Fecha de Creación del fichero DICOM

Tamaño del fichero DICOM

Fecha de Estudio

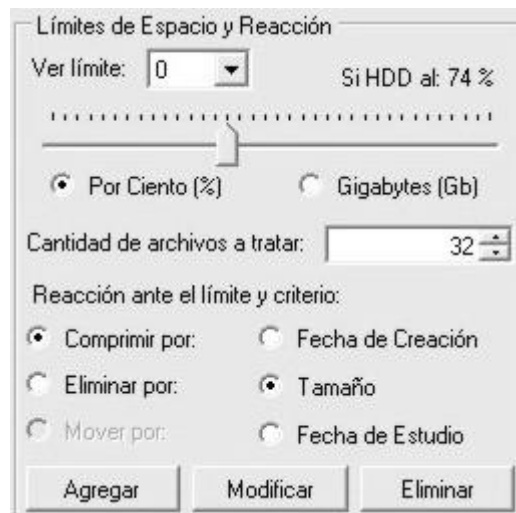
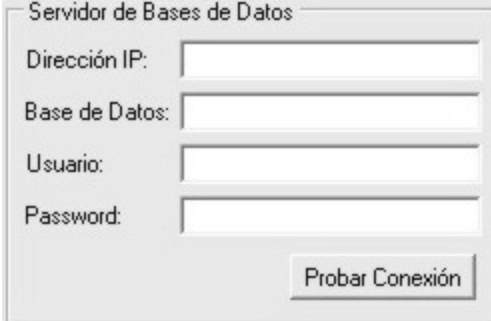


Figura 36 - Configuración de Límites de Espacio y Reacción

#### A.4.2.3 Servidor de Bases de Datos

En esta sección se especifica el IP donde se encuentra el servidor de Bases de Datos en la que están almacenados los datos de los ficheros DICOM (\*.dcm), el nombre de la Base de Datos; y el Usuario y Contraseña por el cual se van a autenticar en la Base de Datos. Una vez especificados los datos, se brinda la posibilidad de Probar la Conexión a través de un botón que así lo indica.

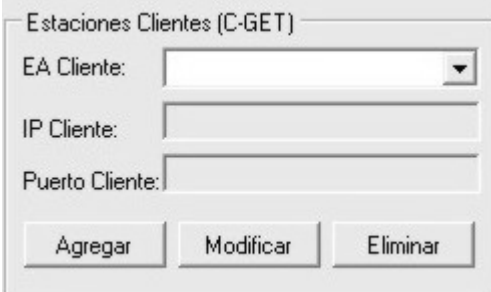


Este formulario, titulado "Servidor de Bases de Datos", contiene cuatro campos de entrada de texto: "Dirección IP:", "Base de Datos:", "Usuario:" y "Password:". En la parte inferior derecha del formulario hay un botón etiquetado "Probar Conexión".

Figura 37 - Configurar Base de Datos

#### A.4.2.4 Administrar Estaciones Clientes

En esta sección se especifican los datos de las estaciones de diagnóstico (clientes) que pueden acceder a los datos almacenados en el servidor, ya sea para modificar, recuperar o almacenar información. Se deben especificar los siguientes campos: EA Cliente, el cual corresponde al nombre de Entidad de Aplicación de la estación de diagnóstico, el IP de la misma y el puerto por donde el cliente hará las solicitudes. El usuario tiene la posibilidad de Agregar, Modificar y/o Eliminar estaciones de diagnóstico.



Este formulario, titulado "Estaciones Clientes (C-GET)", incluye un menú desplegable "EA Cliente:", dos campos de entrada de texto "IP Cliente:" y "Puerto Cliente:", y tres botones de acción: "Agregar", "Modificar" y "Eliminar".

Figura 38 - Administrar Estaciones Clientes

Una vez realizados las operaciones deseadas hacer clic sobre el botón "Aplicar Config." para guardar los cambios.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Grupo	Definición
ACR	Técnico	Colegio de Radiólogos Americanos (American College of Radiologist)
Cassandra	Técnico	Princesa de Troya (Mitología Griega) a quien le fue otorgado el don de la profecía por el dios Apolo.
C-ECHO	Técnico	Tipo de servicio DICOM que brinda la posibilidad de comprobar la asociación entre el cliente y el servidor.
C-FIND	Técnico	Tipo de servicio DICOM que brinda la posibilidad de hacer búsquedas contra un servidor.
C-GET	Técnico	Tipo de servicio DICOM que brinda la posibilidad de que los clientes obtengas imágenes del servidor.
C-MOVE	Técnico	Tipo de servicio DICOM que brinda la posibilidad de mover imágenes de un origen a un destino.
C-STORE	Técnico	Tipo de servicio DICOM que brinda la posibilidad de almacenar imágenes.
DICOM	Técnico	Comunicaciones e imagenología en la medicina. (Digital Imaging & Communication in Medicine)
NEMA	Técnico	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association)
PACS	Técnico	Sistema de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes. (Picture Archiving and Communication System)
Repositorio	Técnico	Localización física (directorio) de las imágenes en el dispositivo de almacenamiento primario del sistema.
Servicio SCP	Técnico	Role de servidor que adopta un servicio DICOM en una asociación.
Servicio SCU	Técnico	Role de cliente que adopta un servicio DICOM en una asociación.