

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 7



Componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

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

Autores: Pedro Pablo Fuentes Pi

Diego Francisco García Campos

Tutora: Ing. Maryelines Labrada Madrigal

La Habana, junio de 2013

“Año 55 de la Revolución”

DATOS DE CONTACTO

Tutor:

Ing. Maryelines Labrada Madrigal (mlabrada@uci.cu):

Profesora graduada de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de Ciencias Informáticas en el año 2008. Posee la categoría de Instructor. Es profesora en la asignatura Investigación de Operaciones y se desempeña como Planificadora y Analista en el Departamento de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica, CESIM, en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

DEDICATORIA

De Pedro:

Quiero dedicarle la tesis muy especialmente a mi padre, por ser la persona a la que más le ha interesado que me convierta en un buen profesional y a mi madre por ser quien más apoyo me ha brindado tanto emocional como material.

AGRADECIMIENTOS

De Pedro:

Quisiera agradecerle en primer lugar a la Revolución por permitir que me gradué en la universidad más importante del país.

A mis padres Aida y Mario por darme todo el apoyo del mundo durante estos 5 años y a mis segundos padres Eusebio y Basilia quienes han estado cerca en todo momento.

A mis hermanas y a mis hermanos.

A mi novia Annia quien incondicionalmente me ha brindado su ayuda y su apoyo.

A los padres de mi novia que durante los últimos tres años de la carrera han sido como mis padres.

A mis compañeros de grupo y de proyecto, y en especial a Maikel y a Freddy y a mi gran amigo Maikel.

Un agradecimiento especial para mis tutores Maryelines y Noguera, que sin temor a equivocarme puedo decir que son los mejores que han pasado por la historia de la UCI.

Agradecerle también a todo el que ha tenido que ver de una manera u otra en el desempeño de la tesis.

Por último quiero agradecerle a Dios por guiarme y permitir que las cosas salgan bien.

RESUMEN

Los procedimientos para realizar los estudios endoscópicos generan gran cantidad de imágenes médicas. En Cuba actualmente no se logra la persistencia en el tiempo de estas imágenes, al terminar un estudio toda la información visual se pierde, evitando que se puedan corregir errores humanos y disminuyendo la calidad del servicio.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas en el departamento Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica se encuentra en desarrollo un componente para incorporar los estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS, que permite la gestión de las imágenes durante la realización de estos estudios.

Para el desarrollo de este trabajo se realizó un análisis de los principales sistemas existentes para apoyar la realización de estudios endoscópicos a nivel mundial y se identificó el proceso de negocio en distintos hospitales como el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso y el Instituto de Gastroenterología.

El sistema ofrecerá mecanismos para realizar la captura de imágenes y posterior conversión a archivo DICOM para su incorporación al sistema alas PACS.

La aplicación fue desarrollada sobre la plataforma .NET con lenguaje de programación C#, utilizando el Framework 4.0. Se emplearon además las tecnologías WPF y MVVM como patrón arquitectónico fundamental.

Al finalizar el presente trabajo se pudo desarrollar el componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS, el cual permitirá la adquisición y gestión de las imágenes en esa especialidad.

Palabras claves:

PACS, DICOM, endoscopia, endoscópicos

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
1.1. Los sistemas RIS y PACS.	5
1.2. DICOM.....	7
1.3. Sistemas para los estudios médicos en el área de endoscopia.....	12
1.4. Tecnologías, patrones y lenguajes de programación a utilizar.....	16
1.5. Modelo de calidad, lenguaje y notación de modelado.	18
1.6. Herramientas usadas para la solución propuesta.....	20
CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	23
2.1. Realización de un estudio endoscópico.	23
2.2. Modelo de procesos del negocio.....	23
2.3. Sistema propuesto.....	25
2.4. Especificación de los requisitos de software.	26
2.5. Definición de los actores del sistema.	32
2.6. Diagrama de casos de uso del sistema.....	33
2.7. Descripción de los casos de uso del sistema.	34
2.8. Propuesta de casos de uso por ciclos de desarrollo.....	36
CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA Y DISEÑO	38
3.1. Diseño.....	38
3.2. Descripción de las clases.	38
3.3. Modelo arquitectónico.....	44
CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN	47
4.1. Diagrama de componentes.....	47
4.2. Diagrama de despliegue.....	48
4.1. Aspectos de seguridad.....	49
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	57
GLOSARIO DE TÉRMINOS	62
ANEXOS	65

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la medicina se hizo necesario trabajar con imágenes del cuerpo, las cuales facilitaban un mejor entendimiento de los estudios que se realizaban. Pero no fue hasta el 8 de noviembre de 1895 cuando un físico alemán llamado Wilhelm Röntgen consiguió producir un nuevo tipo de radiación, y a su vez las primeras imágenes médicas conocida hasta ese momento. Se trataba de una radiación electromagnética, correspondiente a los actualmente llamados Rayos X (RX) capaces de atravesar cuerpos opacos y de imprimir las películas fotográficas (1).

Se inicia una nueva etapa en la década de los 70s, en la cual comienzan a crear otra serie de modalidades de imagen diagnóstica, como por ejemplo: la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y la Radiología Digital (CR) en la que se sustituye la placa fotográfica por un detector electrónico de alta resolución, que disminuye la radiación al paciente y mejora el almacenamiento y gestión de los estudios (2).

El manejo de las imágenes médicas ha sido siempre una tarea difícil y el acceso a la información digital contenida en las imágenes es de vital importancia para los médicos si se tiene en cuenta la cantidad de pacientes que se atienden diariamente en las instituciones sanitarias. Por esa razón se han desarrollado sistemas que facilitan la adquisición, almacenamiento y manejo de imágenes digitales en casi todas las ramas de la medicina.

En las organizaciones sanitarias se está produciendo una expansión de los departamentos de diagnóstico por imagen. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones están permitiendo esta expansión mediante la incorporación de los Sistemas de Información Radiológica (RIS por sus siglas en inglés) y los Sistemas de Archivado y Transmisión de Imágenes (PACS por sus siglas en inglés) a los departamentos de diagnóstico por imagen.

Los sistemas RIS y PACS ofrecen soporte a las actividades realizadas en el departamento de diagnóstico por imagen desde la citación, la realización de los exámenes, el almacenamiento y el diagnóstico e informado de los estudios. Los beneficios de la implantación de un sistema de imagen médica digital son diversos, tanto para la organización, por el ahorro de costos y la optimización de los recursos, como para el paciente con la consiguiente reducción de la exposición a las radiaciones ionizantes pues, entre otros, no se

le repite ningún examen por causas de extravío de los estudios o por la solicitud múltiple de un mismo estudio (3).

Para el especialista en diagnóstico por imagen médica, los sistemas RIS y PACS implican un cambio sustancial en sus procedimientos de trabajo y le brindan beneficios relacionados con la capacidad de manejo de las imágenes médicas mediante herramientas especializadas, así como la posibilidad de aplicar a los estudios la función de posprocesado y, de esta forma, visualizar los exámenes de manera multidimensional. Los sistemas de imagen digital han comenzado a implantarse en los departamentos de radiología o de diagnóstico por imagen, aunque su alcance se extiende a cualquier imagen médica en formato digital que se pueda generar en el departamento (3).

Para la integración de los sistemas RIS, PACS y los dispositivos de diagnóstico se hace necesaria la incorporación de un estándar de comunicación que permita el libre tráfico de imágenes. En el ámbito del diagnóstico por imagen se utiliza el estándar para la Transmisión y Manejo de Imágenes Médicas (DICOM por sus siglas en inglés), reconocido mundialmente para el almacenamiento, procesamiento e intercambio de imágenes médicas. Este estándar permite almacenar las imágenes con un conjunto de datos asociados, referentes a la imagen, el paciente y la institución hospitalaria.

A pesar de las ventajas claras que ofrece la utilización de este formato, en Cuba aún existen servicios que comprenden modalidades médicas como Ultrasonido, Endoscopia y Mamografía que no se ajustan al estándar por no contar con equipos que generen imágenes DICOM. Todos esos servicios pertenecen de igual manera a los departamentos de diagnóstico por imágenes, y es de vital importancia alcanzar la persistencia en el tiempo de las imágenes médicas generadas y de la información asociada a ellas, que permita que estas circulen a través de la red de imágenes de la institución.

En el caso de la endoscopia, por la carencia de recursos en Cuba y los altos costos que implican estos estudios, se ha limitado el desarrollo e implantación de sistemas que apoyen la gestión de las imágenes obtenidas en esta modalidad. Actualmente la captura de imágenes durante la realización de estudios endoscópicos constituye un proceso muy complejo. Esta se realiza mediante la utilización de una videograbadora (VCR por sus siglas en inglés) conectada al monitor del endoscopio para grabar la imagen

analógica que se visualiza. Posteriormente a esa grabación se seleccionan las imágenes o fragmento de video de interés para los especialistas, y luego son digitalizadas y almacenadas.

Por lo complejo que resulta este proceso no es posible la digitalización y almacenamiento de las imágenes obtenidas en los estudios para todos los pacientes; este procedimiento solo es realizable a pacientes cuya condición médica o estado de gravedad es de interés para los especialistas. Además el cúmulo de información puede estar disperso, y provocar que para un próximo estudio del mismo paciente haya que repetir todo el proceso.

A pesar de todas las limitaciones que implica este proceso, en Cuba se han desarrollado soluciones similares que gestionan las imágenes médicas de otras especialidades. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) ha desarrollado el sistema alas PACS en el Dpto. Software Medico Imagenológico (SWMI) el cual cuenta con un Registrador de estudios imagenológicos que garantiza la incorporación al sistema, de las imágenes no DICOM de la especialidad de Oftalmología, sin embargo no incorpora modalidades como la Endoscopia.

Por lo antes expuesto, se identifica como problema a resolver: ¿Cómo manipular estudios endoscópicos no DICOM mediante funcionalidades estandarizadas para el procesamiento de imágenes médicas?

Este problema se enmarca en el objeto de estudio: El proceso de gestión de imágenes médicas.

El campo de acción dentro de este objeto de estudio se enmarca en: el proceso de la gestión de las imágenes médicas en la modalidad de endoscopia.

Para la solución del problema se plantea como objetivo general: desarrollar un componente que permita gestionar los estudios endoscópicos en el sistema alas PACS.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se proponen las siguientes tareas de la investigación:

- Describir la necesidad de incorporar a la solución PACS-RIS los estudios de endoscopia no DICOM.
- Realizar un análisis crítico y valorativo de los sistemas informáticos que realizan transformaciones de imágenes y videos convencionales a archivos DICOM.

- Evaluar los elementos relacionados con la estructura de ficheros DICOM para imágenes y videos endoscópicos en el estándar DICOM 3.0.
- Analizar la metodología, plataforma, tecnologías, librerías y herramientas definidas por el Dpto. para el desarrollo de aplicaciones de escritorio.
- Generar los artefactos correspondientes a las fases de desarrollo: “Modelamiento del Negocio”, “Requisitos”, “Análisis y Diseño” e “Implementación”, que sirvan de base a los desarrolladores.
- Implementar el componente, aplicando las pautas de diseño y siguiendo lo establecido en la Especificación de Requisitos de Software.

Estructuración del contenido

Capítulo 1: Contiene los principales términos referentes a la investigación. Un estudio del estado del arte de los sistemas relacionados con los estudios endoscópicos a nivel nacional e internacional. Se realiza un análisis de las diferentes metodologías y tecnologías que pueden ser utilizadas en el desarrollo de la solución y la selección de las más apropiadas para llevar a cabo el proceso con calidad.

Capítulo 2: Como parte de la propuesta de solución, se describen las características del sistema, se presenta el modelo del negocio, así como el glosario, elaborado con los principales conceptos del negocio y las relaciones que se establecen entre ellos. Se realiza la especificación de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, se determinan a su vez los casos de uso y los actores y se describe cada uno de los casos de uso.

Capítulo 3: Contiene lo referente al análisis y diseño del sistema. Como parte de la solución se modelan los diagramas de clases del diseño, los diagramas de secuencia, así como la descripción de las clases. Se exponen los patrones de diseño empleados, con una breve descripción de sus características y el propósito de su uso en el sistema.

Capítulo 4: Aborda lo relacionado con la implementación del sistema, la seguridad y los estándares de codificación. Se especifican los componentes ejecutables de la aplicación. Se exponen los diagramas de componentes y despliegue.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En este capítulo se abordan los principales conceptos vinculados a la investigación. Se realiza un análisis del estado del arte de los diferentes sistemas a nivel internacional y nacional. Se realiza un análisis de las principales características de los patrones, lenguajes, modelo de calidad y notación de modelado utilizados para desarrollar el sistema propuesto así como la metodología, plataforma, tecnologías, librerías y herramientas definidas por el Dpto. para el desarrollo de aplicaciones de escritorio.

1.1. Los sistemas RIS y PACS.

El RIS ofrece soporte a las tareas de gestión de la demanda de pacientes de un departamento de diagnóstico por imagen, que incluye la citación de exámenes de imagen médica, la planificación de los dispositivos de imagen médica o modalidades, la gestión de la actividad, así como el diagnóstico e informado de los exámenes. El RIS puede ser un componente o subsistema del Sistema de Información Hospitalaria (HIS) o puede ser un sistema autónomo. Puede estar integrado con el HIS mediante el protocolo Health Level 7 (HL7) en el caso de que no forme parte de este y sea un sistema autónomo. Por otra parte, el PACS se ocupa de la gestión de la imagen médica que incluye la captación, almacenamiento y posterior distribución de las imágenes para la realización de los informes (3).

1.1.1. Sistema de Información Radiológica.

El RIS dirige el flujo de trabajo del departamento de diagnóstico por imagen, puesto que las tareas y actividades del departamento son realizadas, de alguna manera, con ayuda de este sistema informático (3).

Los datos de la cita del paciente, tanto clínicos como administrativos, van a ser muy importantes en el proceso de realización de las pruebas de imagen. Por una parte, van a ser transferidos al PACS para indicarle que posteriormente las modalidades le enviarán imágenes médicas que deberán ser asociadas a un paciente y a una prueba. También serán utilizados por los técnicos que van a llevar a cabo las pruebas, quienes tendrán acceso a la información del paciente y al tipo de prueba. Una vez practicada la prueba, el técnico informará al RIS que la prueba ha sido realizada y se enviarán las imágenes al PACS (3).

Una vez que las imágenes del examen radiológico se encuentran almacenadas adecuadamente en el PACS, ya están disponibles para ser informadas. En este momento el especialista en diagnóstico por la imagen interpretará y elaborará el informe de los posibles hallazgos significativos que pudiera encontrar en

el estudio. Esta tarea de informado de los exámenes se realiza en el RIS y es frecuente que se utilicen programas especializados para el reconocimiento de voz. De esta manera, el especialista en diagnóstico por imagen escribe directamente el informe o lo dicta mediante un programa informático que transcribe el texto de forma automática al RIS (3).

Una vez que el informe está firmado por el radiólogo se integra en la historia clínica electrónica del paciente y queda a disposición de los médicos, quienes accederán a este estudio y a su informe a través de los puestos de acceso informático de la red asistencial del centro sanitario (3).

1.1.2. Sistema de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes (PACS).

Un PACS se compone de tres subsistemas conectados mediante redes informáticas y gobernados por software especializado: captación de imágenes médicas, almacenamiento en estructuras de archivo y visualización de los estudios de imagen en las estaciones de trabajo (3).

Captación de imágenes médicas: La captación de imágenes médicas es la actividad mediante la cual una modalidad diagnóstica interactúa con el PACS con el objetivo de enviarle el examen plenamente identificado y libre de errores. Una modalidad se asocia con los métodos mediante los cuales se obtienen las imágenes diagnósticas. Estos procedimientos dependen tanto del fenómeno físico en el que se basan (ultrasonidos, RX, resonancia magnética, emisión de fotones) como del preproceso utilizado (angiografía por sustracción digital, tomografía computarizada o digitalización de película, entre otros) (3).

Almacenamiento: El almacenamiento es uno de los elementos fundamentales de un sistema PACS. Las imágenes deben almacenarse y estar a disposición de quien las solicite en cualquier momento. Debido a los grandes volúmenes de información que deben gestionarse, el sistema de almacenamiento debe caracterizarse por su seguridad, rapidez y fiabilidad (3).

Visualización de los estudios de imagen: La estación de trabajo permite al especialista en diagnóstico por la imagen disponer de los estudios para su interpretación y posterior informado. Esta estación de trabajo accederá al RIS para obtener la información del estudio y al PACS para conseguir las imágenes asociadas a ese estudio (3).

1.2. DICOM.

El Estándar DICOM se conforma por 20 documentos diseñados para el correcto funcionamiento e interconexión de sistemas destinados para la creación, almacenamiento, visualización, envío, recuperación, consulta, procesamiento e impresión de imágenes médicas, que evitan la pérdida de información para que los usuarios accedan a ella en las mismas condiciones, lo cual se puede traducir en un diagnóstico acertado de una situación clínica por parte de un especialista.

DICOM es mundialmente usado en los equipos de adquisición de imágenes médicas. Describe un formato de archivo y un protocolo de comunicación de red, los cuales permiten conectar distintos equipos médicos y que estos puedan compartir información o imágenes. Estos equipos pueden ser: escáneres, servidores, estaciones de trabajo e impresoras (4).

DICOM tiene un conjunto muy amplio de servicios, la mayoría de los cuales implica transmisión de datos sobre la red, y el formato de fichero en que se sustenta es en realidad una ampliación posterior y de menor importancia del estándar. Dentro de ellos se enumeran:

- DICOM Store: usado para el envío de imágenes u otros objetos persistentes de estaciones de trabajo a sistemas PACS y viceversa.
- Storage Commitment: servicio que se utiliza para asegurar que una imagen ha sido exitosamente guardada por algún dispositivo.
- Query/Retrieve: permite hacer búsquedas de imágenes en un PACS desde una estación de trabajo.
- DICOM Worklist: posibilita a un equipo que cuente con este servicio, la búsqueda de detalles de información referente a pacientes en un PACS.
- DICOM Print: es usado por impresoras DICOM, las cuales, gracias al estándar, pueden imprimir imágenes de rayos X (5).

Las imágenes DICOM son la base de los Sistemas de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes (PACS), y son elementos esenciales para poder archivar y recuperar la información asociada a los procesos de los pacientes.

Algunas de las ventajas cualitativas del trabajo con sistemas DICOM en el contexto hospitalario se resumen a continuación:

- Permite la circulación simultánea de múltiples copias de una imagen, mientras que el original permanece archivado.
- Elimina los problemas de pérdidas, equivocaciones de archivado y desaparición de placas y carpetas.
- Unifica el archivo para todas las imágenes.
- Permite la total integración y gestión de archivo de pacientes cuando se interrelaciona con los registros de pacientes existentes.
- Permite la consolidación y revisión instantánea de los registros de pacientes producidos por una gran variedad de tecnología de imagen.
- Mejora la calidad de los servicios de clínicos y pacientes.
- Refuerza la posición competitiva en el Mercado.
- Extiende la flexibilidad de la tecnología de imagen digital (las imágenes pueden ser modificadas, ampliadas, se pueden rotar para un análisis más detallado).
- Permite el envío de las imágenes vía telefónica, por cable y por satélite para poder ser consultadas desde cualquier lugar del mundo, imprimiéndolas o visualizándolas en un monitor (2ª consulta).
- Permite un rápido acceso a la información, como consecuencia, las consultas clínicas son más rápidas.
- Mejora en el proceso radiológico con reducción en los tiempos de espera, en devoluciones de informes y en repetición de exámenes.
- Facilita las reuniones multidisciplinarias.
- Diagnóstico comparativo entre modalidades y entre históricos y actuales (5).

1.2.1. Estructura de un Archivo DICOM.

Para introducirse en el complejo entorno de la medicina, DICOM usa su propio lenguaje, basado en su modelo propio del mundo real. Se interpreta el mundo real como todos los datos físicos o descriptivos como por ejemplo el nombre del paciente, el tipo de estudio, el dispositivo médico, los parámetros de la adquisición, la imagen digital, etc. que son vistos por DICOM como elementos con sus respectivos atributos y propiedades. De esta forma se establece una jerarquía entre los datos que permite realizar una clasificación según el contenido de la información por grupos, y facilita la identificación, el acceso a las variables y los parámetros de interés dentro de un mismo archivo (6).

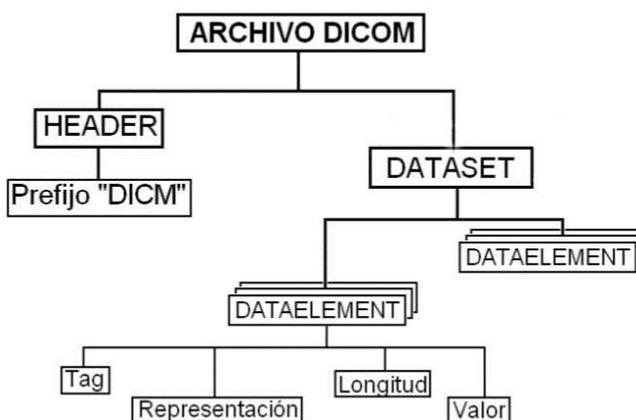


Figura 1. Estructura de un archivo DICOM

Por lo general un archivo DICOM es reconocible por su extensión *.dcm, sin embargo esto no es una exigencia del Estándar, por lo que la forma de diferenciarlo es por medio del HEADER o cabecera que consta de 128 bytes de archivos de preámbulo y 4 bytes de prefijo "DICM". El preámbulo puede estar en blanco o contener información sobre la aplicación principal con la que debe ser ejecutado (6).

Por otra parte, el cuerpo del archivo se forma por un Data Sets que representan objetos del mundo real y que a su vez están constituidos por Data Elements, que son valores codificados de los atributos del objeto, identificados y clasificados por un TAG o etiqueta. Cada etiqueta es un identificador único para cada Data Element compuesto de dos partes. El DICOM utiliza la notación siguiente para referir a una etiqueta: (gggg,eeee) el primer valor hexadecimal de 2 bytes es el número de grupo y el segundo es el número del elemento. Por ejemplo (0010,0030) corresponde a la fecha de (nacimiento del paciente. Además del TAG, el

Data Element está compuesto por otros tres valores: El Valor de Representación (VR) indica el tipo de dato que se tiene almacenado, la LONGITUD especifica el tamaño ocupado por el Data Element, y finalmente se tiene el Valor o el dato almacenado Value Field (6).

La manera como están escritos los Data Element se denominan Sintaxis de Transferencia, que generalmente es igual para todos los elementos de un archivo. La sintaxis de transferencia determina si el valor de representación está o no incluido en el elemento (VR explícito o Implícito) y el tipo de compresión de la imagen (Mapa de Bits, JPEG o diferentes tipos de compresión) (6).

1.2.2. Composición de una Imagen DICOM.

El modelo de información de imagen DICOM está basado en la forma en que la información de diferentes dispositivos está relacionada. Los cuatro niveles de este modelo de información son:

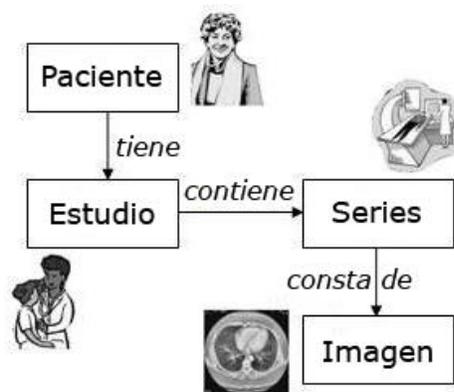


Figura 2. Modelo de información de imagen DICOM

Algunos de los datos que necesitamos son comunes para todos los formatos. Estos datos son:

- (0028,0002) Samples por Píxel (Samples per Pixel)
- (0028,0004) Interpretación Fotométrica (Photometric Interpretation)
- (0028,0010) Filas (Rows)
- (0028,0011) Columnas (Columns)
- (0028,0100) Bits Destinados (Bits Allocated)

- (0028,0101) Bits Almacenados (Bits Stored)
- (0028,0102) Bits Más Significativo (High Bit)
- (0028,0103) Representación de los Píxeles (Pixel Representation)
- (7FE0,0010) Datos de los Píxeles (Pixel Data) (7)

Las instancias de las clases de las imágenes SOP tienen un conjunto básico de atributos. El conjunto mínimo de atributos requeridos para una instancia de imagen SOP consiste en el siguiente grupo de atributos (7):

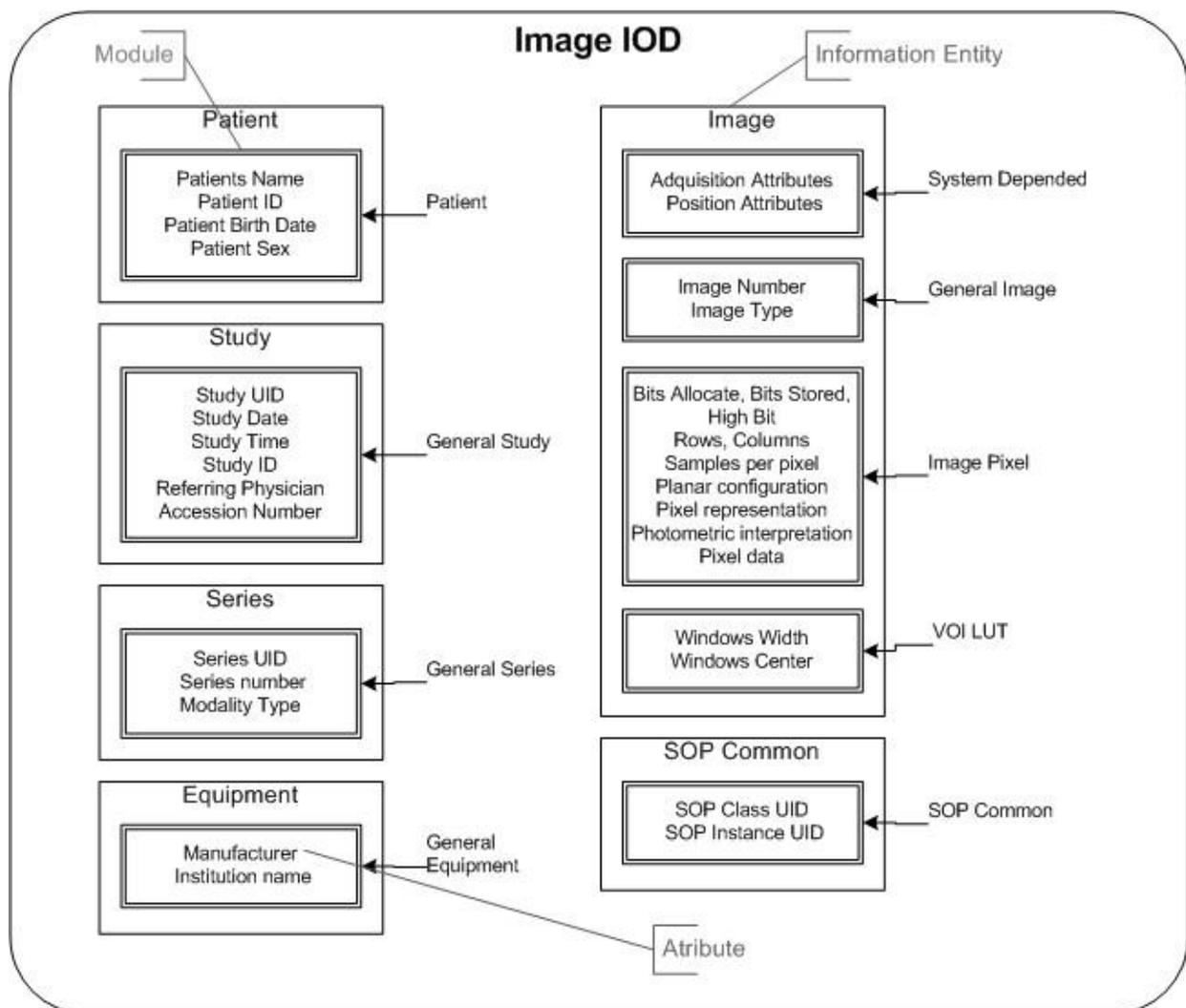


Figura 3. Conjunto mínimo de atributos requeridos para una instancia de imagen SOP

1.3. Sistemas para los estudios médicos en el área de endoscopia.

❖ IMPAX.

La Colonoscopia Virtual IMPAX es más que una herramienta avanzada para el procesamiento de imagen. Se distribuye con un módulo de Informes que le ayudará a recoger sus hallazgos en un informe estructurado, incluyendo la clasificación C-RAD y E-RAD de las lesiones y las correspondientes instantáneas de las imágenes. Este informe se puede guardar en el IMPAX como un conjunto de imágenes o como un Informe Estructurado DICOM (8).

IMPAX 6 cuenta con acceso local y remoto. El cliente puede conectar con el servidor PACS desde distintos puntos. Esto se logra a través de la tecnología de cliente ligero (8).

❖ Endotext.

Endotext es un programa preparado especialmente para el endoscopista en gastroenterología. Endotext crea rápidos y eficientes informes para endoscopia digestiva alta, colonoscopia y sigmoideoscopia flexible. Está dotado de captura de imágenes, característica indispensable en los días actuales. Sus informes quedarán más reales, más vivos, más explicativos al incluir las imágenes correspondientes a su descripción y a su diagnóstico. Más allá de facilitar la emisión y la impresión del resultado del examen endoscópico, Endotext agrega las imágenes que usted elige para formar parte de su informe final (9).

Endotext además de tornar fácil la emisión y la impresión del resultado de los exámenes endoscópicos, guarda las imágenes más importantes que usted seleccione para formar un acervo fotográfico. Existen cinco opciones de informes para endoscopias: endoscopia alta, endoscopia baja, endoscopia diagnóstica, ERCP, endoscopia general (10).

Todas las opciones de texto están almacenadas en el banco de datos y podrán ser modificadas en cualquier momento a través del Editor Modelo. Con Endotext CS se podrá guardar en el disco rígido e incluir en el informe hasta diez imágenes por examen. La captura de imágenes es realizada con la ayuda del Editor de Captura de Imágenes. En él se verán las imágenes generadas por el colposcopio en tiempo real y podrá capturar todas las imágenes deseadas para, posteriormente, colocar las diez mejores en el banco de datos y en el informe final (10).

❖ Endoscopia GI 2.0.

Endoscopia GI es una poderosa aplicación que permite la administración integral de informes de estudios de endoscopia, incluyendo la adquisición de imágenes de video en tiempo real durante la realización de estudios. Endoscopia GI ha sido diseñado para que la creación y redacción de informes se realice de una manera rápida y sencilla, agilizando tanto el ingreso de información como su posterior búsqueda y modificación. Su completo módulo de reportes permite obtener en segundos valiosa información estadística y contable, la cual puede ser incluso exportada a otras aplicaciones (tales como paquetes de hoja de cálculos) para su posterior procesamiento o análisis (11).

Es posible asociar un número ilimitado de imágenes a cada informe, sean estas provenientes de la propia aplicación (mediante capturas realizadas durante la realización del estudio) o de una fuente externa (por ejemplo programas de edición de video). Endoscopia GI soporta los formatos BMP, DIB, JPEG, GIF, WMF y EMF. Además, es posible incluir notas o comentarios a cada imagen asociada a un estudio, para que luego dicho texto sea impreso en conjunto con las imágenes elegidas (11).

Endoscopia GI permite la visualización en tiempo real de señal de video proveniente de dispositivos de captura. Endoscopia GI soporta prácticamente todos los dispositivos de captura existentes en el mercado, ya que está basado en tecnología Microsoft DirectX ©, que garantiza así una mayor portabilidad y un resultado óptimo. De esta forma, es posible utilizar capturadoras de video de muy variadas marcas, tanto internas como externas vía USB, ideal para utilizar con notebooks (11).

Endoscopia GI puede manejar todas las resoluciones de video existentes, incluidas las más típicas: NTSC (720 X 480), PAL (720 x 576) y VGA (640 x 480) (11).

❖ Neomedic 2010 Endoscopia.

Este software permite capturar imágenes y video directamente del endoscopio: Pentax®, Olympus®, etc. Imprime reportes con esquemas y además permite seleccionar entre múltiples formatos antes de imprimir, para esto necesita un cable especial para el disparo en algunos endoscopios o pedal, permite ajustar la calidad de la imagen en tiempo real: brillo, contraste, nitidez, etc; maneja esquemas para los reportes, además, le permite seleccionar la imagen para cada esquema (12).

Neomedic cuenta con su propio editor de reportes, por lo que se puede modificar los formatos de impresión en el momento que se necesite. Puede prepararse plantillas o machotes para que al crear un nuevo estudio solo se pegue una plantilla y se modifique (12).

❖ Ginkgo CADx.

Ginkgo CADx Pro es la versión profesional de Ginkgo CADx incluye soporte y utilidades avanzadas para entornos profesionales. Es capaz de comunicarse con cualquier dispositivo de vídeo (Endoscopios, Colposcopias, Broncoscopios, Cámaras de quirófano, Cámaras intraoral...), registrado en el sistema o con interfaz de red (RTSP) para adquirir vídeos o imágenes y dicomizarlas. También puede abrir vídeos ya grabados, extraer fragmentos de ellos si se requiere, y convertirlos a DICOM (13).

Ginkgo CADx Pro permite reproducir vídeos DICOM y visualizarlos como cualquier otra prueba, esto junto a la dicomización, permite que las pruebas que sean vídeos se traten de la misma forma que cualquier otro estudio DICOM convencional. Además implementa el suplemento 137 MPEG2 MP@HL Transfer Syntax para generar ficheros DICOM estándar por lo que pueden ser almacenados y recuperados de servidores PACS como cualquier otro estudio (13).

❖ OkDicom.

El sistema OkDicom es compatible con cualquier modalidad (CR, DR, endoscopia, ultrasonidos,...) y se integra en cualquier sistema DICOM PACS de gestión de imágenes. El dicomizador digitaliza la señal de vídeo analógica que se está viendo en el monitor de diagnóstico y la almacena en el sistema PACS con la calidad diagnóstica garantizada por el protocolo DICOM (14).

Durante la exploración las imágenes se capturan y almacenan utilizando un pedal, para digitalizar la vista que interesa (14).

❖ Pacslink.

MiPacs es pionera en el desarrollo de un sistema para la digitalización de imágenes médicas denominado Pacslink. Este producto es único y permite dicomizar todo tipo de imágenes médicas con previsualización en tiempo real (US, CT, MR, NM, etc.) (15)

Pacslink es un sistema de digitalización para modalidades analógicas. Así, tomógrafos, resonadores y otras modalidades que no tienen salida DICOM pueden ser dicomizados con Pacslink. Variando pequeñas cosas

en su configuración permite realizar múltiples tareas, como el envío de estudios, la impresión de los estudios y el grabado en medios extraíbles. A su vez cuenta con un buscador de listas de trabajo (worklist) para mayor productividad a menor tiempo (15).

❖ MIO LT™.

Uno de los productos de la familia MIO™, es una herramienta específica para la captura y conversión a DICOM de la imagen, vídeo y datos generados por cualquier dispositivo de imagen médica. Es una herramienta para la captura, conversión a DICOM y envío a PACS de la imagen generada por una única modalidad o dispositivo de imagen médica (16).

MIO LT™ permite la adquisición de la imagen de las siguientes formas:

- Captura la imagen desde una carpeta
- Captura secundaria (tarjeta de video)
- Mediante complementos software (“plug-ins”) ya existentes
- Madiante complementos software desarrollados a medida
- Usando servicios DICOM SEND ó DICOM PRINT.

MIO LT™ obtendrá los datos del paciente y el “Accession Number” para poder crear el estudio en el PACS, de una de las formas siguientes:

- Recuperando una lista de trabajo (DICOM Worklist Retrieve)
- Recibiéndolo por un paso de parámetros desde el HIS (llamada http)
- Obteniéndolo directamente de MIO Broker™.

MIO LT™ ha sido empleado en numerosos hospitales y centros de salud para la integración de todo tipo de dispositivos de múltiples especialidades (16).

1.4. Tecnologías, patrones y lenguajes de programación a utilizar.

1.4.1. Plataforma de desarrollo .NET.

La plataforma .NET es un componente integral de Windows que admite la compilación y la ejecución de la siguiente generación de aplicaciones y servicios Web XML. El diseño de .NET Framework está enfocado a cumplir los objetivos siguientes:

- Proporcionar un entorno coherente de programación orientada a objetos, en el que el código de los objetos se pueda almacenar y ejecutar de forma local, ejecutar de forma local pero distribuida en Internet o ejecutar de forma remota.
- Proporcionar un entorno de ejecución de código que reduzca lo máximo posible la implementación de software y los conflictos de versiones.
- Ofrecer un entorno de ejecución de código que promueva su ejecución segura, incluso del creado por terceras personas desconocidas o que no son de plena confianza.
- Proporcionar un entorno de ejecución de código que elimine los problemas de rendimiento de los entornos en los que se utilizan scripts o intérpretes de comandos.
- Ofrecer al programador una experiencia coherente entre tipos de aplicaciones muy diferentes, como las basadas en Windows o en el Web.
- Basar toda la comunicación en estándares del sector para asegurar que el código de .NET Framework se puede integrar con otros tipos de código.

.NET Framework contiene dos componentes principales: Common Language Runtime y la biblioteca de clases de .NET Framework. Common Language Runtime es el fundamento de .NET Framework. El motor en tiempo de ejecución se puede considerar como un agente que administra el código en tiempo de ejecución y proporciona servicios centrales, como la administración de memoria, la administración de subprocesos y la comunicación remota, al tiempo que aplica una seguridad estricta a los tipos y otras formas de especificación del código que promueven su seguridad y solidez. De hecho, el concepto de administración de código es un principio básico del motor en tiempo de ejecución. El código destinado al motor en tiempo de ejecución se denomina código administrado, a diferencia del resto de código, que se conoce como código no administrado (17).

La biblioteca de clases, el otro componente principal de .NET Framework, es una completa colección orientada a objetos de tipos reutilizables que se pueden emplear para desarrollar aplicaciones que abarcan desde las tradicionales herramientas de interfaz gráfica de usuario (GUI) o de línea de comandos hasta las aplicaciones basadas en las innovaciones más recientes proporcionadas por ASP.NET, como los formularios Web Forms y los servicios Web XML (17).

1.4.2. Windows Presentation Foundation.

Windows Presentation Foundation (WPF), es una nueva tecnología que proporciona a los desarrolladores un modelo de programación unificado con el que se generan experiencias de clientes inteligentes de Windows, en las que se incorporan interfaz de usuario, multimedia y documentos.

Brinda elementos contenedores que implementan diseños de algoritmos de una manera que es completamente independiente del contenido que está sosteniendo. WPF proporciona plantillas de enlace de datos, plantillas de control y animación. El enlace de datos produce y sincroniza los elementos visuales sobre la base de su contenido. Las plantillas de control permiten reemplazar la apariencia completa de un control mientras se mantiene su comportamiento. A través de la animación se puede dar a los usuarios información inmediata a medida que interactúan con la aplicación (18).

Incluye XAML (Extensible Application Markup Language), controles, enlaces de datos, gráficos en 2D y 3D, estilos, plantillas, documentos, media, textos y topografía. Posee herramientas que permiten la optimización del rendimiento, la conformidad con la especificación XPS (XML Paper Specification), las pruebas de la interfaz de usuario y la edición de XAML (Extensible Application Markup Language) (18).

1.4.3. Patrón Model View ViewModel.

Como patrón arquitectónico se utiliza Model View ViewModel (MVVM). Este describe un enfoque para crear aplicaciones de WPF y Silverlight. Es una herramienta eficaz para crear soluciones y un lenguaje común para analizar el diseño de la aplicación con los desarrolladores. Permite un estilo de codificación exploratorio e iterativo, simplifica las pruebas unitarias. Este patrón es una variante del Modelo Vista Controlador que separa el modelo y la vista (interfaces de usuario) introduciendo una capa entre ellos que sirve de enlace llamada modelo de vista (ViewModel).

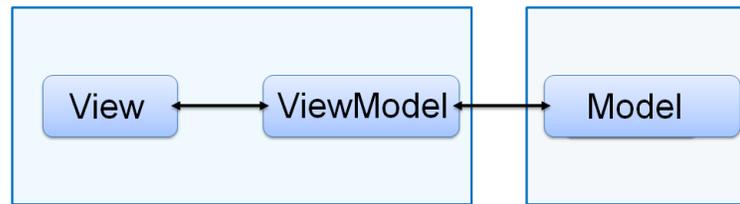


Figura 3. Esquema general del patrón Model-View-ViewModel

El modelo contiene el dominio del negocio: reglas del negocio, acceso a datos, clases modelo; la vista está formada por las interfaces de usuario y el ViewModel es responsable de agregar y almacenar información que será enviada a la vista. Los dos objetivos principales de ViewModel son: hacer que Model sea fácil de adoptar por WPF/XAML View, y separar y encapsular el Model desde la View (19).

1.4.4. C# 4.0.

Como lenguaje de programación se utiliza C# 4.0, que mejora su interoperabilidad con otros lenguajes y tecnologías. Entre sus características podemos mencionar la portabilidad del código, no admite funciones ni variables globales sino que todo el código y los datos han de especificarse dentro de definiciones de tipos de datos, consta de un editor de código completo, plantillas de proyecto, asistentes para código, así como un depurador muy eficiente y fácil de usar (20).

1.5. Modelo de calidad, lenguaje y notación de modelado.

1.5.1. Modelo de Capacidad y Madurez.

Modelo de Capacidad de Madurez del Software (CMMI), es un modelo de evaluación de los procesos de una organización. Fue desarrollado inicialmente para los procesos relativos al software por la Universidad Carnegie -Mellon para el SEI (Software Engineering Institute). Este modelo proporciona una guía para desarrollar procesos, que además ayuda a evaluar la madurez de la organización o capacidad de un área de procesos. Contiene 22 áreas de procesos (PA por sus siglas en inglés). Cada PA está formado por objetivos específicos y genéricos, prácticas específicas y genéricas. El modelo puede representarse de forma continua y escalonada. La representación continua está formada por 5 niveles de capacidad del proceso y la escalonada por 5 niveles de madurez de procesos (21).

CMMI brinda una mejor alineación a objetivos de negocio, mejor visibilidad hacia las actividades de ingeniería, con el objetivo de asegurar que el producto o servicio cumpla las expectativas del cliente.

También proporciona un mayor aprovechamiento de mejores prácticas adicionales (ejemplo: medición, riesgo, administración, y manejo de proveedores) (21).

1.5.2. Proceso de mejoras.

El CESIM certificó el nivel 2 de los 5 niveles de la representación escalonada de CMMI. Este nivel consta de 7 PA: Administración de Configuración (CM), Medición y Análisis (MA), Monitoreo y Control del Proyecto (PMC), Planeación de Proyecto (PP), Aseguramiento de la Calidad a Proceso y Producto (PPQA), Administración de Requisitos (REQM) y Administración de Acuerdo con Proveedores (SAM).

El propósito del área REQM es administrar los requisitos del proyecto e identificar inconsistencias entre esos requisitos, los subproductos y planes del proyecto. Para desarrollar esta PA acorde con las prácticas de CMMI es necesario entender y comprometerse a la realización de los requisitos, controlar los cambios a los requisitos, identificar las inconsistencias y mantener una trazabilidad bidireccional. También es necesario identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requisitos.

En la UCI se creó el Libro de Proceso para la Administración de Requisitos: IPP-3510_2009 con el objetivo de definir el proceso de administración de requisitos. En él se especifican los recursos necesarios para la ejecución del proceso, los involucrados relevantes en el proceso, la relación con otros procesos, la administración de la configuración del proceso; entre otros elementos cruciales siguiendo siempre lo establecido por CMMI. También se definió el libro 0505_Ciclo de Vida de Proyectos, cuyo objetivo es establecer los ciclos de vida asociados a los proyectos pilotos del Programa de Mejora.

1.5.3. Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

El Lenguaje Unificado de Modelado, es un lenguaje gráfico, a fin de especificar y documentar un sistema de software, de un modo estándar, incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema. Es la notación (principalmente gráfica) que usan los métodos para expresar un diseño. El proceso indica los pasos que se deben seguir para llegar a un diseño (22).

Este lenguaje unificado cuenta con una notación estándar y semánticas esenciales para el modelado de un sistema orientado a objetos. La estandarización de un lenguaje de modelado es invaluable, ya que es la parte principal del proceso de comunicación que requieren todos los agentes involucrados en un proyecto informático. Si se quiere discutir un diseño con alguien más, ambos deben conocer el lenguaje de modelado

y no así el proceso que se siguió para obtenerlo. Está construido sobre los principales conceptos de la POO. Puede ser utilizado por cualquier metodología de análisis y diseño orientada a objeto para expresar los diseños. Se utiliza para construir modelos y no para guiar al desarrollador en la forma de realizar el análisis y diseño orientados a objetos ni le indica cuál proceso de desarrollo adoptar (22).

1.5.4. Notación para el Modelado de Procesos de Negocio.

La Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN) ha sido desarrollada para proveer a los usuarios de una notación de uso libre (23).

La interoperación de los procesos de negocio a nivel humano, se puede resolver con la estandarización de BPMN. Esta notación proporciona un diagrama de procesos de negocio (BPD), diseñado para ser utilizado por las personas encargadas de diseñar y gestionar los procesos de negocio. Por lo tanto, BPMN brinda un mecanismo estándar para la visualización de los procesos de negocio, definidos en un lenguaje optimizado de ejecución de procesos de negocio. Esta notación para el modelado de procesos sirve para comunicar una amplia variedad de información a una amplia variedad de audiencias, está concebida para abarcar varios tipos de modelados y permite la creación de procesos de negocio de comienzo a fin (24).

1.6. Herramientas usadas para la solución propuesta.

1.6.1. Enterprise Architect 7.5.

Enterprise Architect es la solución perfecta si se necesita modelar y gestionar información compleja, diseñar y visualizar software, o construir y desplegar diversos sistemas. Proporciona un entorno de modelización de carácter colaborativo y potenciado mediante UML 2.1; abarca por completo el ciclo de vida de desarrollo de software, con herramientas que le proporcionan una infraestructura enormemente competitiva en torno a la modelización de negocio, diseño de software, ingeniería de sistemas, arquitectura corporativa, gestión de requerimientos, pruebas y mucho más (25).

Enterprise Architect es una herramienta de uso muy sencillo, que aborda el diseño y análisis UML y cubre el desarrollo de software desde la captura de requerimientos a lo largo de las etapas de análisis, diseño, pruebas y mantenimiento. EA es una herramienta multiusuario, Windows, diseñada para ayudar a construir software robusto y fácil de mantener. Además, permite generar documentación e informes flexibles y de alta calidad.

El Lenguaje Unificado de Modelado ofrece beneficios significativos para ayudar a construir modelos de software riguroso, donde es posible mantener la trazabilidad de manera consistente. Enterprise Architect lo realiza de un modo fácil, rápido y flexible (25).

Enterprise Architect proporciona trazabilidad completa desde el análisis de requerimientos y los artefactos de diseño, hasta la implementación y el despliegue. En combinación con la asignación de recursos y tareas que incorpora, los equipos de Gestión de Proyectos y Calidad están dotados con toda la información necesaria para ayudarles a controlar los proyectos y sus entregas (25).

1.6.2. Microsoft Visual Studio 2010.

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C# y Visual C++ utilizan todos el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que habilita el uso compartido de herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, esos lenguajes utilizan las funciones de .NET Framework, las cuales ofrecen acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones web ASP y Servicios Web XML (26).

Incluye herramientas que simplifican todo el proceso de desarrollo de aplicaciones, de principio a fin. Permite realizar una administración del ciclo de vida de las aplicaciones e incorpora otras pruebas que ayudan a garantizar la calidad del código en todo momento. Brinda funcionalidades para la implementación y administración de cambios que garantizan que la base de datos y la aplicación estén siempre sincronizadas. Es compatible con plataformas como Windows, Windows Server, Web, Cloud, Office y SharePoint, entre otras, todo en un único IDE (26).

Posee una interfaz muy amigable, cómoda y fácil de aprender, con facilidades para la escritura de código en gran cantidad de lenguajes y notaciones como: C#, C++, F#, HTML, JavaScript, CSS, XML, entre otros. Contiene opciones para visualizar la arquitectura de manera general de las soluciones que en él se desarrollen usando el Explorador de Arquitectura. Así se puede tener una panorámica muy ventajosa a la hora de evaluar que tan fiel es la solución que se desarrolla con la visión inicial que la originó (26).

1.6.3. MyDICOM.NET SDK.

Solución que provee las librerías, servicios y herramientas necesarias para el desarrollo de forma rápida de aplicaciones y sistemas médicos. Implementan el estándar DICOM 3.0 y están desarrolladas en el lenguaje

de programación C# para la plataforma .NET. Facilita las tareas informáticas fundamentales como la transmisión, la utilización y almacenamiento de las imágenes médicas. Entre otras funcionalidades permite trabajar las asociaciones múltiples lo cual confiere al servidor un poder de respuesta importante; brinda 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 (27).

Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se fundamentan los principales términos de la investigación, que facilitan una mejor comprensión de esta. Se realiza una investigación de los sistemas internacionales y nacionales relacionados con los estudios endoscópicos, que permitió identificar las funcionalidades necesarias para informatizar este proceso. El análisis de las herramientas y tecnologías que se utilizan para el modelado, diseño e implementación de la aplicación permite una mejor comprensión para su utilización.

Luego de una búsqueda de sistemas nacionales que apoyen los estudios endoscópicos, no se encontraron soluciones que se enfoquen a la gestión de las imágenes obtenidas en esta modalidad.

CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.

En este capítulo se realiza una propuesta inicial del sistema a desarrollar, especificando, describiendo y modelando el proceso de la realización de un estudio endoscópico. Se detallan los requisitos funcionales y no funcionales, así como los casos de uso del sistema, identificados.

2.1. Realización de un estudio endoscópico.

La endoscopia es un procedimiento médico que utiliza un sistema óptico para poder ver en el interior del tubo digestivo. Se denomina gastroscopia cuando se estudia el tubo digestivo superior (esófago, estómago e intestino delgado), y colonoscopia cuando se estudia el colon. El endoscopio consiste en un tubo de fibra óptica largo y flexible, con una cámara, conectada a un vídeo, que permite ir viendo el interior del tubo digestivo (28).

La endoscopia está indicada como prueba complementaria en el proceso diagnóstico de problemas del tubo digestivo: tumores, malformaciones, pólipos, hemorragias, reflujo esofágico, sospecha de úlcera gástrica o duodenal, problemas de malabsorción o mala digestión de los alimentos, enfermedad celiaca, etc (28).

Para la realización de la endoscopia, el paciente está sedado, y se aplica un anestésico local. En algunos casos, puede ser necesaria la anestesia general, depende del estado de salud del enfermo y el tipo de intervención a realizar, si bien lo más frecuente, es que solo requiera anestesia local y sedación (28).

El paciente está desnudo, tapado con una bata y colocado en una camilla. Para la realización de una gastroscopia, se coloca de lado en la camilla, y se le pide que trague en el momento de introducir el gastroscopio. Para la realización de la colonoscopia, el paciente debe de estar en postura de genuflexión sobre la camilla. El endoscopio se introduce por la boca o por el ano. Lleva de 15 a 60 minutos de tiempo realizarla, depende de que durante su realización, se lleven a cabo una toma de muestras, una cauterización de alguna zona sangrante, o la extracción de alguna masa o pólipo (28).

2.2. Modelo de procesos del negocio.

El modelo del negocio describe el funcionamiento del negocio de una organización. Un proceso de negocio es una colección de actividades estructurales que en conjunto cumplen un objetivo determinado del negocio. Son la base para comprender mejor la forma en que opera un negocio en sus diferentes áreas y son una herramienta fundamental para acceder a modelos de calidad y eficiencia (29).

Como resultado de la investigación realizada fue identificado el proceso para la realización de un estudio endoscópico. A continuación se especifica la descripción general del proceso, a partir del análisis del negocio efectuado.

2.2.1. Realizar estudio endoscópico.

Antes de realizar un estudio endoscópico el paciente es atendido en la consulta donde se le indica el tipo de examen a realizar. El día de realizar el examen al paciente se le pide los datos generales para registrarlo, después de realizado el procedimiento se hace el informe donde se describe lo observado durante el examen.

En el [Anexo 1](#) se encuentra la descripción del proceso y la Figura 4 muestra el flujo de actividades del mismo.

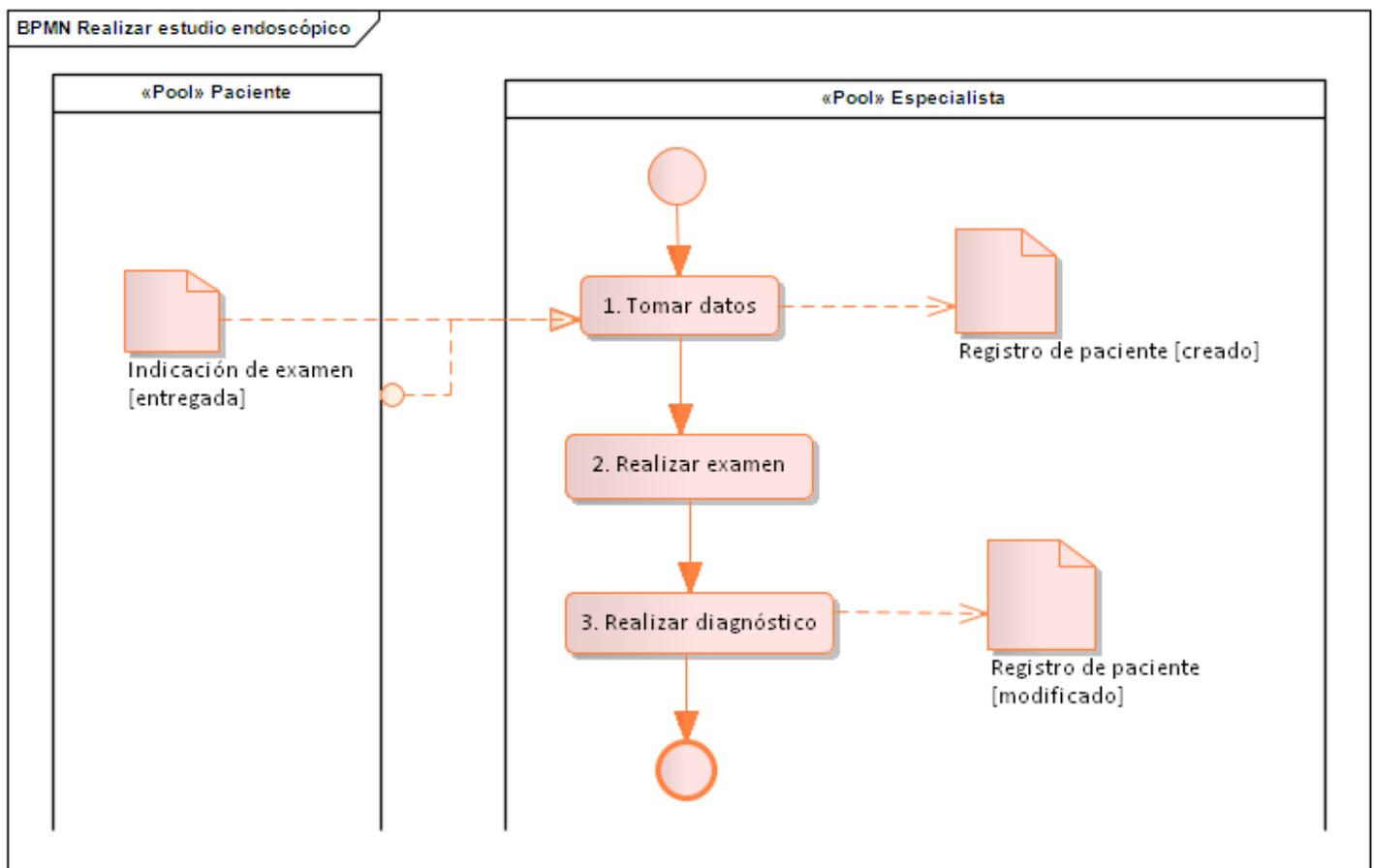


Figura 4. Realizar estudio endoscópico

2.3. Sistema propuesto.

A partir del análisis del proceso de estudios endoscópicos en los distintos hospitales del país, como el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso y el Instituto de Gastroenterología, se propone desarrollar un componente para incorporar los estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

Con el desarrollo del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS se podrá automatizar el proceso de realización de estudios endoscópicos, lo que ofrece a los especialistas la visualización y procesamiento de imágenes médicas y posterior edición de los informes que son emitidos, y facilitan además el acceso a las imágenes desde cualquier punto de la institución hospitalaria. Esto aumenta la eficiencia y los beneficios del diagnóstico por imágenes médicas, que permiten el seguimiento a los pacientes según los diagnósticos emitidos en estudios anteriores en la institución.

Para ello el sistema propuesto gestiona los datos introducidos por el especialista, referente al paciente, el estudio, la serie y la configuración en caso de no haber sido establecida en el momento en que se instaló el dicomizador en la institución hospitalaria. Permitirá la capturar de la imagen analógica proveniente del endoscopio con el que se esté realizando el estudio, posteriormente se podrán seleccionar los intervalos de video o las imágenes que se deseen almacenar del estudio para su posterior dicomización.

Finalizado el examen, se podrán dicomizar las imágenes obtenidas, y realizada la operación el sistema informará de la terminación de esta tarea. Una vez concluida la dicomización se podrá enviar las imágenes al servidor, luego de comprobar que exista conexión con el mismo. Desde ese momento las imágenes estarán disponibles para ser consultadas desde cualquier nodo o estación de trabajo.

Para concluir, se debe limpiar el repositorio de trabajo donde están almacenadas las imágenes DICOM y los videos que por medida de seguridad fueron guardados en el ordenador para preservar el estudio en caso de una falla eléctrica o un fallo técnico de la computadora antes de realizar la conversión a archivo DICOM.

2.4. Especificación de los requisitos de software.

2.4.1. Requerimientos funcionales.

Un requisito funcional define el comportamiento interno del software: cálculos, detalles técnicos, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que muestran cómo los casos de uso serán llevados a la práctica. Son complementados por los requisitos no funcionales, que se enfocan en cambio en el diseño o la implementación. A partir del análisis de los procesos del negocio se definen las actividades que se deben automatizar, las cuales constituyen la base para identificar los requisitos funcionales del sistema (30).

La Tabla 1 muestra los requisitos funcionales del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

Requerimiento	Descripción
RF 1.1 Introducir datos manualmente.	Permite la entrada de datos de los pacientes de forma manual a través del teclado.
RF 1.2 Introducir datos utilizando worklist.	Permite la entrada de datos de los pacientes utilizando las worklist solicitadas a un servidor.
RF 1.3 Solicitar worklist.	Permite realizar la petición de las worklist a un servidor worklist a través del servicio Find-Indication, utilizando un cliente de worklist.
RF 2.1 Verificar conexión a servidor worklist.	Permite realizar la solicitud de confirmación de disponibilidad a un servidor worklist mediante el servicio DICOM C-ECHO.
RF 2.2 Verificar conexión a servidor DICOM.	Permite realizar la solicitud de confirmación de disponibilidad a un servidor DICOM mediante el servicio DICOM C-ECHO.
RF 3.1 Limpiar repositorio.	Permite eliminar los archivos acumulados en el espacio de trabajo temporal del dicomizador.

RF 4.1 Capturar imágenes manualmente.	Permite capturar las imágenes y videos de forma manual, a través de un openDialog, para su posterior registro y dicomización.
RF 4.2 Capturar imágenes en tiempo real.	Permite capturar imágenes y video directamente del endoscopio en tiempo real que se pueden archivar pulsando la tecla de funciones.
RF 5.1 Dicomizar imágenes.	Permite realizar la conversión de imágenes a formato DICOM (dcm).
RF 5.2 Dicomizar videos.	Permite realizar la conversión de videos a formato DICOM (dcm).
RF 5.3 Envío de mensajes de confirmación.	Permite realizar el envío de mensajes de confirmación (MPPS) a un servidor worklist para reportar el estado en el que se encuentra la conformación del estudio imagenológico.
RF 6.1 Configurar servidor worklist.	Permite adicionar, editar y eliminar información referente a los servidores worklist.
RF 6.2 Configurar dicomizador.	Permite adicionar, editar y eliminar la información referente a la entidad médica donde se encuentre instalado el dicomizador, el nombre del operador, el modelo de equipo de adquisición donde se realiza el estudio imagenológico, etc...
RF 7.1 Almacenar archivos en servidor de imágenes.	Permite el almacenamiento de los archivos dicomizados en el servidor de imágenes del centro médico para que estos estén disponibles y se pueda acceder a ellos desde cualquier estación de trabajo de la entidad médica.

Tabla 1. Requisitos funcionales

En la Figura 5 se muestra el diagrama de requerimientos funcionales agrupados por paquetes lógicos.

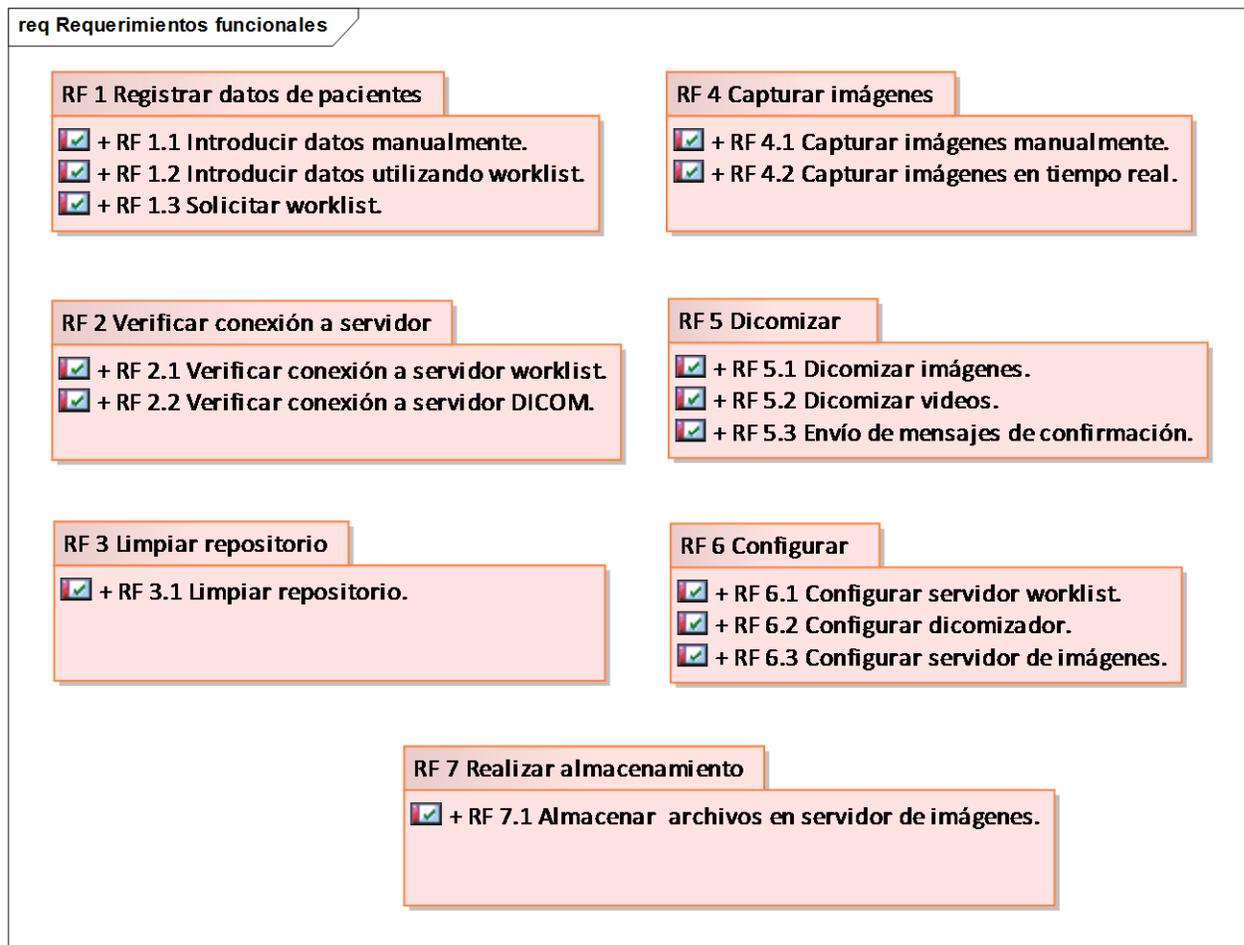


Figura 5. Diagrama de requisitos funcionales del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

2.4.2. Requerimientos no funcionales.

Los requisitos no funcionales definen propiedades y restricciones en el producto que está siendo desarrollado, en el proceso de desarrollo y en restricciones específicas que el producto pueda tener (31).

Los requisitos no funcionales fueron nombrados asignándoles un prefijo, de acuerdo a las Pautas para la Fase de Requerimientos del Departamento SWMI. En el [Anexo 2](#) se muestra la tabla de los prefijos según la categoría del requisito.

La Tabla 2 muestra los requisitos no funcionales del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

Requerimiento	Descripción
RNU 1. Facilidad de empleo para usuarios sin experiencia.	El sistema debe tener una interfaz de fácil aprendizaje para que usuarios inexpertos puedan familiarizarse con él.
RNU 2. Todo debe ser configurable.	En el sistema todo debe ser configurable.
RNDI 1. Uso de Framework.Net 4.0.	Se especifica el uso de Microsoft Framework.Net 4.0 que ofrece mejoras en cuanto a administración y rendimiento. El lenguaje de programación C# depende de este Framework.
RNDI 2. C# como lenguaje de programación.	Se deberá utilizar C# como lenguaje de programación pues está diseñado y optimizado para la plataforma .NET.
RNDI 3. Entorno Integrado de Desarrollo Microsoft Visual Studio 2010.	Se utilizará Microsoft Visual Studio 2010 como entorno integrado de desarrollo. Este IDE utiliza como marco de trabajo el Framework.Net 4.0 y soporta C# como lenguaje de programación.
RNDI 4. Librerías a utilizar.	Se utiliza la librería CaptureX para capturar la imagen analógica, AviForage para obtener los frames de videos, la MyDICOM para el procesamiento y transmisión de imágenes, la Fluent para los controles visuales y la QueryRetrieveTools.
RNDI 5. Estándar de codificación.	Se utilizará el estándar con notación CamelCase (atributos), PascalCase (métodos) y Notación Húngara (interfaces).

RNDI 6. Uso de Windows Presentation Foundation para el diseño de la interfaz de usuario.	La interfaz de usuario será diseñada utilizando la tecnología Windows Presentation Foundation (WPF).
RNDI 7. Uso de Enterprise Architect como herramienta CASE.	Se utilizará como herramienta CASE Enterprise Architect en su versión 7.5.
RNDI 8. Uso de UML como lenguaje de modelado.	Se utilizará como lenguaje de modelado UML en su versión 2.1.
RNDI 9. Patrones a utilizar para el diseño del sistema.	Se utilizará para el diseño del sistema el patrón Model View ViewModel.
RNF 1. Disponibilidad del sistema siempre.	El sistema debe estar disponible siempre.
RNF 2. Exactitud en las salidas del sistema.	El sistema debe brindar salidas precisas.
RNS 1. Se debe ofuscar el código generado.	El código generado se debe ofuscar.
RNE 1. Tiempo de respuesta al cargar el dispositivo de entrada no mayor de 2 segundos.	Ante la solicitud de cargar el dispositivo de entrada el tiempo de respuesta del sistema no debe exceder de 2 segundos.
RNE 2. Tiempo de respuesta al dicomizar una imagen no mayor de 3 segundos.	Ante la solicitud de dicomizar una imagen el tiempo de respuesta del sistema no debe exceder de 3 segundos.
RNE 3. Tiempo de respuesta al dicomizar un video no mayor de 10 segundos.	Ante la solicitud de dicomizar un video el tiempo de respuesta del sistema no debe exceder de 10 segundos.

RNFO 1. Memoria RAM de 1.5 Gb.	Para el correcto funcionamiento del sistema, se necesita 1.5 Gb de memoria RAM como mínimo.
RNFO 2. CPU Dual Pentium IV 3.0GHz.	Para el correcto funcionamiento del sistema, se necesita un CPU Dual Pentium IV 3.0GHz.
RNFO 3. Gigabit Ethernet NIC.	Se recomienda una tarjeta de red Gigabit Ethernet NIC.
RNFO 4. Sistema operativo Windows XP Service Pack 3 o superior.	El software debe instalarse sobre el sistema operativo Windows XP Service Pack 3 o superior.
RNFO 5. Capacidad de disco duro 500 GB como mínimo.	La capacidad del disco duro debe ser como mínimo de 500 GB.
RNFO 6. Se puede tener en cuenta la necesidad de una tarjeta de aceleración gráfica.	Para mejores resultados se puede tener en cuenta la necesidad de una tarjeta de aceleración gráfica.
RNFO 7. Tarjeta capturadora de video.	Para el funcionamiento del componente es necesario una Tarjeta capturadora de video.
RNSO 1. Ayuda y documentación.	Se debe brindar un manual de usuario y documentación del sistema para lograr un correcto entendimiento de las funcionalidades del mismo y una mayor facilidad y experiencia de uso.
RNIU 1. Fácil acceso a herramientas más usadas.	El sistema debe mostrar las herramientas más usadas en un área de fácil acceso al usuario y visible para el mismo.
RNIU 2. Uso de Ribbon como contenedor de herramientas.	Se utilizará el Ribbon de Microsoft Office como contenedor de herramientas.
RNIU 3. Deben prevalecer colores verdes, para su identificación con la línea de	Deben prevalecer colores verdes, para la identificación del sistema con la línea de desarrollo alas.

desarrollo alas.	
RNI 1. Conexión al servidor de imágenes mediante el protocolo TCP/IP y por el puerto 104.	La conexión al servidor de imágenes debe realizarse a través del protocolo TCP/IP y por el puerto 104.
RNCC 1. Librería MyDICOM.NET	Se compró la librería MyDICOM.NET que se debe utilizar en el proceso de conexión con el servidor, que implementa el estándar DICOM y está desarrollada sobre el lenguaje C#.
RNLI 1. SerialShield SDK para crear las licencias.	Se utiliza SerialShield SDK para crear las licencias del producto, ya que es una solución de protección de copias y licencias para los editores de software profesionales, la cual permite proteger proyectos en .NET, generando licencias para máquinas específicas, evitando cualquier duplicación o instalaciones no autorizadas.

Tabla 2. Requisitos no funcionales

2.5. Definición de los actores del sistema.

Luego de describir los procesos del negocio y los requisitos funcionales y no funcionales del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS, se define el actor que interactúa con los casos de uso del sistema, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Actor	Justificación
-------	---------------

 <p>uc Actores</p>  <p>Especialista</p>	<p>Inicia los casos de uso del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.</p>
---	--

Tabla 3. Actor del sistema

2.6. Diagrama de casos de uso del sistema.

En la Figura 6 se muestra el diagrama de casos de uso del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

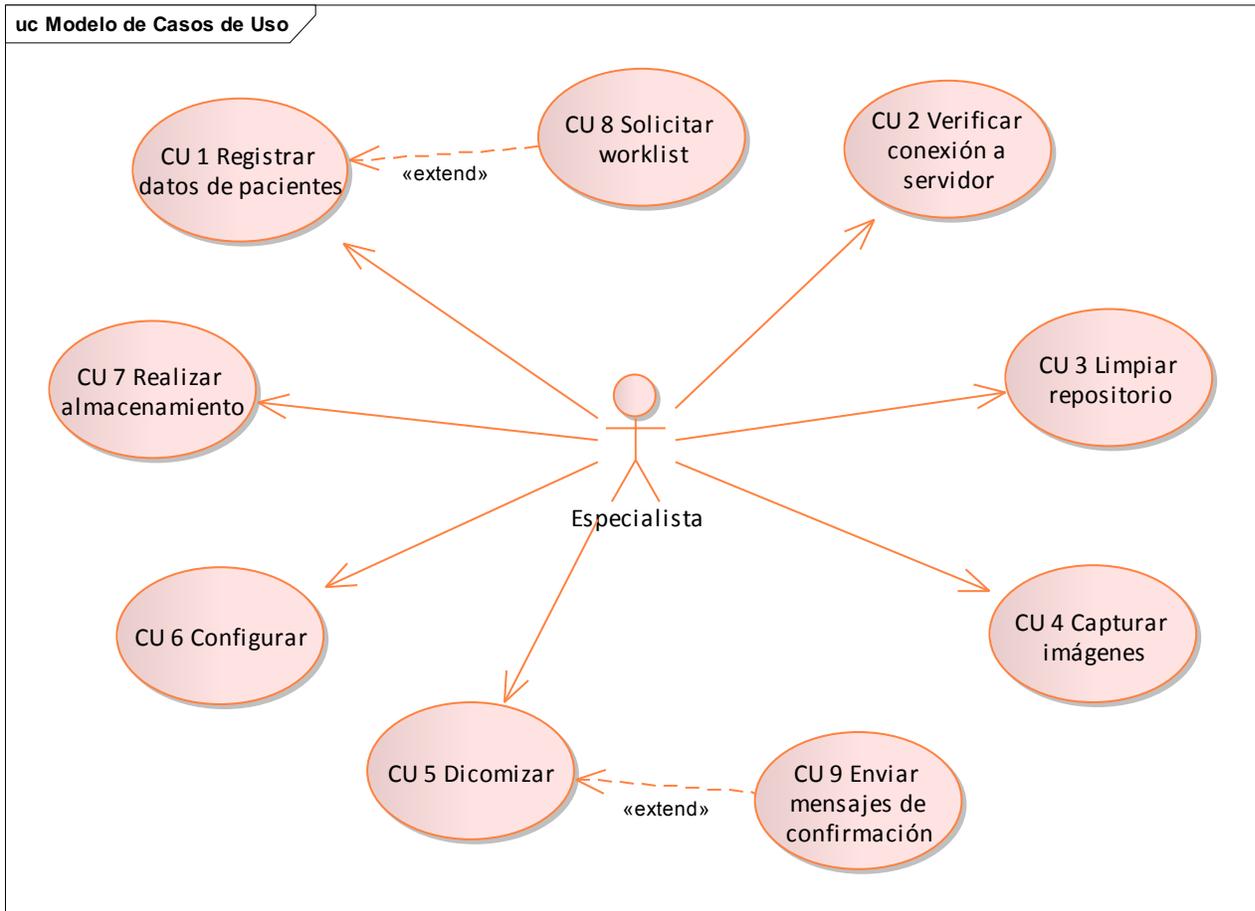


Figura 6. Diagrama de casos de usos del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

2.7. Descripción de los casos de uso del sistema.

Las tablas que se muestran a continuación contienen un resumen de los casos de uso del sistema arquitectónicamente significativos. Para consultar una descripción más detallada, en el [Anexo 3](#) se muestran las descripciones expandidas.

- Caso de uso – Registrar datos de pacientes.

Objetivo	Sus objetivos son registrar los datos de los pacientes.
-----------------	---

Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la entrada de los datos de los pacientes, ya sea manualmente a través del teclado o utilizando worklist.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 1.1, RF 1.2

Tabla 4. Resumen del CU Registrar datos de pacientes

- Caso de uso – Capturar imágenes.

Objetivo	Sus objetivos son capturar imágenes y videos de forma manual a través de un openDialog o directamente del endoscopio en tiempo real.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la captura de imágenes para su posterior dicomización.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 4.1, RF 4.2

Tabla 5. Resumen del CU Capturar imágenes

- Caso de uso - Dicomizar.

Objetivo	Sus objetivos son dicomizar imágenes y videos.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la dicomización de imágenes para su posterior almacenamiento.
Complejidad	Alta

Prioridad	Crítico
Referencias	RF 5.1, RF 5.2

Tabla 6. Resumen del CU Dicomizar

- Caso de uso – Realizar almacenamiento.

Objetivo	Sus objetivos son permitir el envío de las imágenes dicomizadas al PACS.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en el envío de las imágenes dicomizadas al PACS.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 7.1

Tabla 7. Resumen del CU Realizar almacenamiento

2.8. Propuesta de casos de uso por ciclos de desarrollo.

Debido a que no todos los casos de uso del componente brindan servicios importantes para el desarrollo del sistema, se proponen los siguientes ciclos de desarrollo:

Nombre del caso de uso	Justificación
Registrar datos de pacientes.	Estos casos de usos realizan las tareas principales del sistema, las que al fallar llevan a la no realización de los objetivos del sistema.
Capturar imágenes.	
Dicomizar.	
Realizar almacenamiento.	

Tabla 8. Casos de uso propuestos para el primer ciclo de desarrollo

Nombre del caso de uso	Justificación
------------------------	---------------

Verificar conexión a servidor.	Estos casos de uso son facilidades de uso, no afectan en nada la funcionalidad del sistema en el logro de su misión.
Limpiar repositorio.	
Configurar.	
Solicitar worklist.	
Enviar mensajes de confirmación.	

Tabla 9. Casos de uso propuestos para el segundo ciclo de desarrollo

Conclusiones del capítulo.

En el capítulo se describió y especificó el proceso de negocio, que permitió un mejor entendimiento del flujo de trabajo en las instituciones hospitalarias que realizan estudios endoscópicos, logrando una visión más clara y óptima de una solución que se ajuste a las necesidades actuales.

Se identifican y describen los requisitos funcionales, no funcionales y los casos de uso necesarios para realizar las tareas principales, lo cual ayudó a estructurar el sistema. La distribución de los casos de uso por ciclos de desarrollo permitió una mejor distribución y organización en el desarrollo del sistema.

CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA Y DISEÑO.

En este capítulo se describen el diseño, las clases y la arquitectura del sistema. Además se presentan los diagramas de clases del diseño y de secuencia de los casos de uso del sistema arquitectónicamente significativos.

3.1. Diseño.

Durante esta fase es modelado el sistema y su forma (incluida su arquitectura) para que soporte todos los requisitos, incluyendo los requisitos no funcionales. Se define la arquitectura del sistema y se diseñan todos sus componentes. Esto contribuye a una arquitectura sólida y estable que se convierte en un plano para la implementación. Los modelos desarrollados en esta etapa son más formales y específicos de una implementación. Durante esta fase son desarrollados el documento de arquitectura, diagramas de clases, diagramas de secuencia entre otros.

El análisis de requisitos permite al desarrollador especificar la función y el rendimiento del software, indica la interfaz del software con otros elementos del sistema y establece las restricciones que debe cumplir el software. Los requerimientos son transformados en un conjunto de clases que, relacionadas entre sí, logran llevarlos a cabo. Para ello se elaboran los diagramas de clases del diseño, en ellos se establece la estructura de las clases del sistema y las relaciones que constituyen el modelo. Los diagramas de clases del diseño de los casos de uso del sistema arquitectónicamente significativos se muestran en el [Anexo 4](#).

Los diagramas de secuencia representan gráficamente las interacciones del actor y de las operaciones que se hacen en cada uno de ellos para realizar una tarea determinada, que define así las acciones que se pueden llevar a cabo en la aplicación. Con el objetivo de alcanzar un entendimiento de las actividades que se llevan a cabo en los casos de uso arquitectónicamente significativos, en el [Anexo 5](#) se muestran los diagramas de secuencia de los casos de uso.

3.2. Descripción de las clases.

La clase es un contenedor de datos y operaciones para la manipulación de los datos, la cual es la estructura más importante en la programación orientada a objetos. Se presenta a sí misma, como una descripción en materia de propiedades y acciones pertenecientes a un objeto de la vida real.

La descripción de las clases brinda información acerca de la interacción de las clases involucradas en la realización de los casos de uso. En el [Anexo 6](#) se muestra la descripción de las clases involucradas en la realización de los casos de uso del sistema arquitectónicamente significativos.

Las tablas que se muestran a continuación contienen un resumen de las clases significativas del sistema.

- Clase – ControllerVM.

En esta clase se maneja la información y se realizan las funcionalidades principales del sistema. Se definen los comandos que permiten la interacción de las vistas con las funcionalidades y los datos.

Nombre: ControllerVM	
Tipo de clase: Controladora.	
Atributo	Tipo
_actualView	Control
_auxiliar	List<Bitmap>
_capture	Capture
_configuration	Configuration
_configurationAddress	String
_configurationList	List<Configuration>
_configureDicomizador	RelayCommand
_converter	ConvertToDicom
_converterFile	RelayCommand
_devices	FilterInfoCollection
_existDevices	Bool
_fileFlag	Int
_frameTime	Int

_imagelist	List<images>
_images	Images
_imagesAddress	List<string>
_imgCapturada	Bitmap
_inputImage	Bitmap
_inputVideo	AviFile
_instance	ControllerVM
_isConfig	Bool
_isImage	Bool
_isStarted	Bool
_isVideo	Bool
_newSatudy	RelayCommand
_patientList	List<Patinet>
_progress	System.Windows.Controls.ProgressBar
_random	Random
_recordAddress	List<string>
_serieList	List<Series>
_studyFlag	Int
_studyList	List<Studies>
_temporal	List<capture>
_video	Video
_videoAddress	List<string>

_wfh	WindowsFormsHost
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	ClearWorkSpace(object)
Descripción:	Limpiar el espacio de trabajo.
Nombre:	CompressionJPG(List<Bitmap>)
Descripción:	Aplica compresión JPG a las imágenes.
Nombre:	ConfigPersist(object)
Descripción:	Mantiene al sistema configurado.
Nombre:	StopRecord(object)
Descripción:	Detiene la grabación.
Nombre:	DicomizarFile(object)
Descripción:	Dicomiza las imágenes y videos.
Nombre:	EchoSrvceMethod(object)
Descripción:	Verifica la conexión al servidor.
Nombre:	ExtractImage(object)
Descripción:	Extrae una imagen en tiempo real.
Nombre:	ExtractingImages(int)
Descripción:	Extrae las imágenes del video.
Nombre:	OpenFile(object)
Descripción:	Abrir ficheros.
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.

Nombre:	SearchDevice()
Descripción:	Buscar dispositivos de entrada conectados.
Nombre:	SenderImages(object)
Descripción:	Envía las imágenes dicomizadas al servidor.
Nombre:	StartRecord(object)
Descripción:	Inicia la grabación.
Nombre:	View(object)
Descripción:	Muestra las imágenes en tiempo real.

Tabla 10. Clase ControllerVM

- Clase – ConfigurationVM.

En esta clase se maneja la configuración del sistema basada en los datos referentes al servidor de las imágenes médicas y a la institución hospitalaria donde se encuentre desplegado el sistema.

Nombre: ConfigurationVM	
Tipo de clase: Controladora.	
Atributo	Tipo
_addressWorkSpace	String
_config	string
_objConfiguration	Configuration
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	AddMethod(object)
Descripción:	Guarda los datos de la configuración.
Nombre:	Configure()

Descripción:	Crea la información para guardarla en un fichero.
Nombre:	CreateFileConfig(string)
Descripción:	Guarda la información de la configuración en un fichero.
Nombre:	EditConfig(object)
Descripción:	Permite editar la información de la configuración.
Nombre:	WorkSpace(object)
Descripción:	Estabelce el directorio de trabajo.
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.
Nombre:	Validate(object)
Descripción:	Valida los datos entrados en la configuracion.

Tabla 11. Clase ConfigurationVM

- Clase – ConverterVM.

Esta clase es la encargada de manejar la entrada de los datos referentes al paciente, el estudio y la serie, que luego serán integradas con las imágenes para generar el archivo DICOM.

Nombre: ConverterVM	
Tipo de clase: Controladora.	
Atributo	Tipo
_controler	ContreollerVM
_converter	convertToDicom
_objPatient	Patient
_objSeries	Series

_objStudies	Studies
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	AddMethod(object)
Descripción:	Guarda los datos del paciente.
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.
Nombre:	Validate(object)
Descripción:	Valida los datos entrados del paciente.

Tabla 12. Clase ConfigurationVM

3.3. Modelo arquitectónico.

El diseño de la arquitectura de software es la primera etapa técnica del proceso de Ingeniería del Software y es el diseño de más alto nivel de la estructura de un sistema, consiste en producir un modelo o presentación técnica del software que se va a desarrollar. La arquitectura nos identifica los elementos más importantes de un sistema así como sus relaciones. Es decir nos da una visión global del sistema (32).

El diseño arquitectónico comienza con el diseño de datos y después procede a la derivación de una o más representaciones de la estructura arquitectónica del sistema. El diseño arquitectónico se centra en la representación de la estructura de los componentes del software, sus propiedades e interacciones. Facilita la comunicación entre todas las partes interesadas en el desarrollo de un sistema. Destaca decisiones tempranas de diseño que tendrán un profundo impacto en todo el trabajo de ingeniería del software. Constituye un modelo de cómo está estructurado el sistema y de cómo trabajan juntos sus componentes (32).

La arquitectura se selecciona y diseña sobre la base en objetivos y restricciones. Los objetivos son aquellos prefijados para el sistema de información, pero no solamente los de tipo funcional, también otros objetivos como la mantenibilidad, auditabilidad, flexibilidad e interacción con otros sistemas de información. Las restricciones son aquellas limitaciones derivadas de las tecnologías disponibles para implementar sistemas

de información. Unas arquitecturas son más recomendables de implementar con ciertas tecnologías mientras que otras tecnologías no son aptas para determinadas arquitecturas.

El componente se basa en el patrón arquitectónico Model View ViewModel (MVVM). El concepto fundamental de MVVM es separar el Modelo (Model) y la Vista (View) introduciendo una capa abstracta entre ellos, un “Modelo de la Vista” ó “ViewModel”. La vista y el modelo de la Vista son instanciados normalmente por la aplicación contenedora. La vista guarda una referencia al ViewModel. El ViewModel expone comandos y entidades “observables” o enlazables a los que la Vista puede enlazarse. Las interacciones del usuario con la Vista dispararán comandos contra el ViewModel y de forma análoga, las actualizaciones en el ViewModel se propagarán a la Vista de forma automática mediante enlace de datos (33).

El siguiente diagrama lo muestra a un alto nivel, sin entrar en detalles de implementación tecnológica:

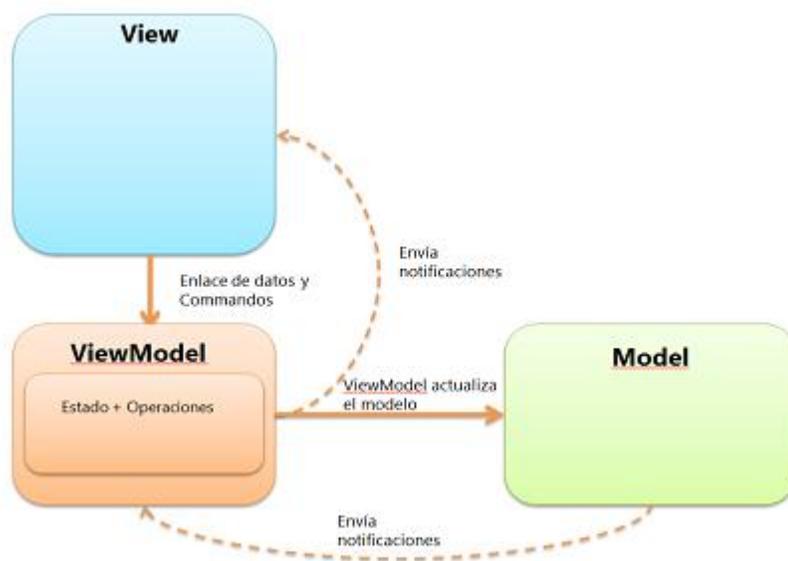


Figura 7. Patrón MVVM (Model-View-ViewModel)

MVVM tiene como objetivo que los datos trasladados a la vista se puedan presentar y gestionar de la manera más sencilla. Es el ViewModel quien expone los datos desde el modelo y, en este sentido, el ViewModel es más un modelo que una vista. Pero además gestiona la lógica de visualización de la vista por

lo que esta, desde este punto de vista, es más una vista que un modelo. Hasta el día de hoy, la mezcla de responsabilidades sigue siendo un tema de discusión y exploración continua en el sector (33).

Dentro del patrón arquitectónico MVVM, también se utilizan algunos patrones de diseño que influyen en la arquitectura del sistema. Como el patrón de diseño Comandos (Command), también llamado Action o Transaction, tiene como objetivo aportar una interfaz abstracta de gestión de operaciones sobre un cierto receptor, permite a un cliente ejecutar las operaciones sin tener que conocer exactamente el tipo de la operación ni quien la implementa. Y el patrón Observador (Observer) o también conocido como el patrón publicación-suscripción, define una relación de un objeto a muchos objetos, de manera que cuando el objeto observable cambia su estado, se encarga de notificar este cambio a todos los observadores (33).

Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se presentaron aspectos esenciales para comenzar la implementación del sistema, entre ellos las descripciones de las clases, los diagramas de clases del diseño y los diagramas de secuencia de los casos de uso arquitectónicamente significativos, con los cuales se logra una estructura clara del sistema y sirven de guía al desarrollador para lograr una correcta implementación. Se dan a conocer los detalles de la arquitectura empleada y la utilización de MVVM como patrón de diseño, que proporcionó al sistema mayor flexibilidad, reusabilidad y rapidez de respuesta ante situaciones de cambio.

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN.

En este capítulo se describen los temas asociados a la implementación del sistema y se presentan los componentes y la forma en la que interactúan para posibilitar su correcto funcionamiento. Se realiza una especificación sobre cómo van a estar desplegadas físicamente sus distintas partes y mediante qué protocolos se comunicarán. El objetivo principal de la implementación es desarrollar la arquitectura y el sistema como un todo.

4.1. Diagrama de componentes.

En los diagramas de componentes se muestran los elementos de diseño de un sistema de software. Un diagrama de componentes permite visualizar con más facilidad la estructura general del sistema, muestra la vista física del software en términos de componentes ejecutables sus relaciones o dependencias y el comportamiento del servicio que estos componentes proporcionan y utilizan a través de las interfaces (34).

Un componente es una unidad de código fuente que sirve como un bloque de construcción para la estructura física de un sistema. Las clases que se agrupan en un componente son aquellas que o bien tienen funciones cooperativas o necesitan estar en una proximidad cercana por eficiencia de implementación.

Los componentes proveen una vista arquitectónica de alto nivel del sistema, ayuda a los desarrolladores a visualizar el camino de la implementación, permitiéndole tomar decisiones sobre las tareas de implementación. Las relaciones de dependencia se utilizan en los diagramas de componentes para indicar que un componente se refiere a los servicios ofrecidos por otro componente. La relación de dependencia puede especializarse con un estereotipo para precisar la naturaleza de las opciones de realización que entraña la relación de dependencia.

En la figura 8 se muestra el diagrama de componentes del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

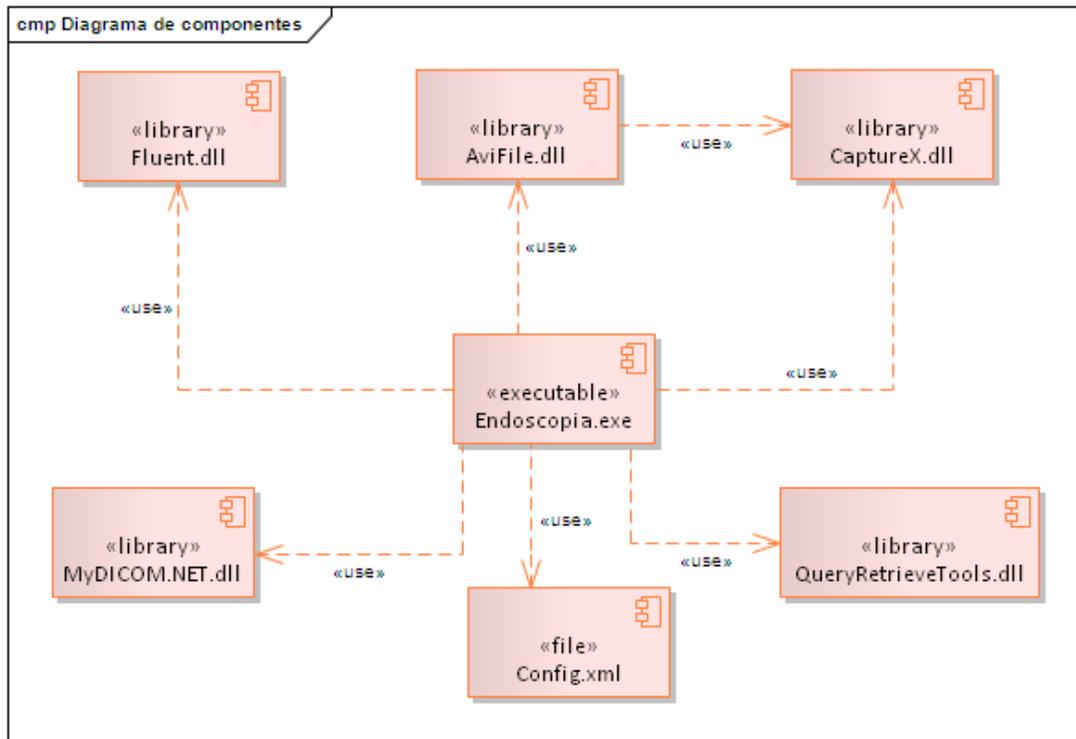


Figura 8. Diagrama de componentes

4.2. Diagrama de despliegue.

Los diagramas de despliegue muestran la disposición física de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre los nodos. Un nodo es un elemento físico que existe en tiempo de ejecución y representa un recurso computacional, que generalmente tiene algo de memoria y, a menudo, capacidad de procesamiento. Los nodos se utilizan para modelar la topología del hardware sobre el que se ejecuta el sistema. Representa típicamente un procesador o un dispositivo sobre el que se pueden desplegar los componentes. Los componentes son los elementos que participan en la ejecución de un sistema y representan el empaquetamiento físico de los elementos lógicos. Los nodos son los elementos donde se ejecutan los componentes y representan el despliegue físico de estos. La relación entre un nodo y el componente que despliega puede mostrarse con una relación de dependencia, o listando los nodos desplegados en un compartimiento adicional dentro del nodo (35).

En la figura 9 se muestra el diagrama de despliegue del componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS.

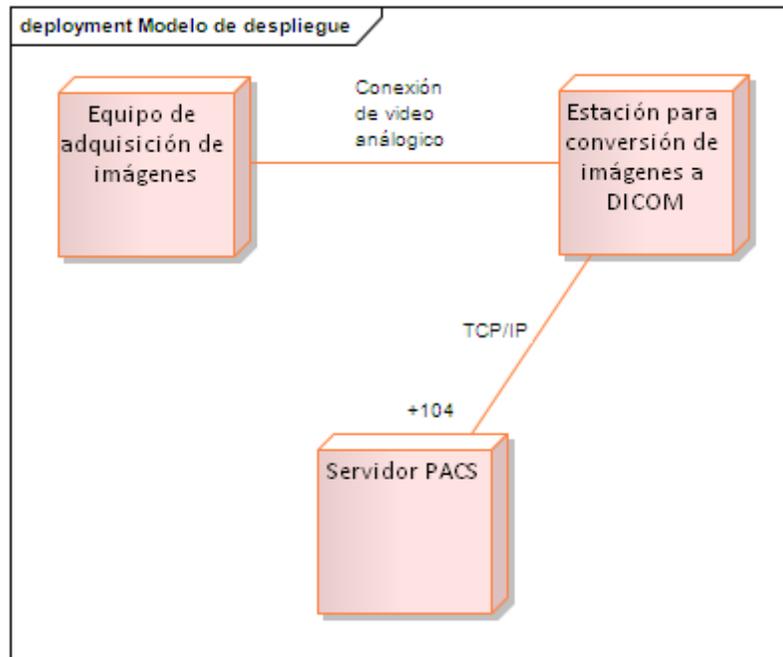


Figura 9. Diagrama de despliegue

4.3. Seguridad.

Por la importancia que tiene para una institución hospitalaria las imágenes médicas y su persistencia, es necesario llevar a cabo medidas de seguridad que garanticen su protección. Son diversas las medidas que se aplican en la subred donde se encuentre desplegado el sistema alas PACS y los componentes asociados a este. Entre las principales acciones se encuentran la instalación de Firewall o cortafuegos en el Router de la subred y la activación del Firewall del sistema operativo en cada máquina, nodo o estación de trabajo. En dependencia de las características propias de la subred se pueden instalar Sistemas de Detección de Intrusos (IDS por sus siglas en inglés) los cuales pueden ser muy útiles a la hora de detectar usos anómalos de los activos que componen la red.

4.4. Estándares de codificación.

Los estándares de codificación comprenden todos los aspectos de la generación de código. Donde los programadores deben implementar un estándar de forma uniforme. Un código fuente completo debe reflejar un estilo armonioso, como si un único programador hubiera escrito todo el código de una sola vez.

La legibilidad del código fuente repercute directamente en lo bien que un programador comprende un sistema de software. La mantenibilidad del código es la facilidad con que el sistema de software puede modificarse para añadirle nuevas características, modificar las ya existentes, depurar errores, o mejorar el rendimiento. Aunque la legibilidad y la mantenibilidad son el resultado de muchos factores, una faceta del desarrollo de software en la que todos los programadores influyen especialmente es en la técnica de codificación. El mejor método para asegurarse de que un equipo de programadores mantenga un código de calidad es establecer un estándar de codificación sobre el que se efectuarán luego revisiones del código de rutinas.

Aunque el propósito principal para llevar a cabo revisiones del código a lo largo de todo el desarrollo es localizar defectos en el mismo, las revisiones también pueden afianzar los estándares de codificación de manera uniforme. La adopción de un estándar de codificación sólo es viable si se sigue desde el principio hasta el final del proyecto de software. No es práctico, ni prudente, imponer un estándar de codificación una vez iniciado el trabajo.

4.4.1. Identificadores.

Existen estilos de estándares de codificación para los identificadores definidos mundialmente como el CamelCase, el PascalCase y la Notación Húngara. Para los atributos se utiliza CamelCase donde la primera letra del identificador está en minúscula y precedida por un underscore, requiere que la primera letra sea nombre o sustantivo común. Por ejemplo: `_patientName`.

Para los métodos, propiedades y comandos se utiliza PascalCase que especifica que la primera letra de cada palabra utilizada debe estar en mayúsculas. Además no se colocan caracteres de separación entre las palabras que conforman un identificador compuesto. Por ejemplo: `PatientName`, `ConvertDicom()`.

En las interfaces se utiliza la Notación Húngara para declarar elementos de la interfaz de usuario debe utilizarse el prefijo adecuado, para así poderlo identificar del resto de las variables. Se utiliza como prefijo una abreviación del tipo de dato de la variable. Por ejemplo: `btnAceptar`, `lblSurName`.

Cada identificador debe ser lo suficientemente descriptivo sin importar del tipo que sea. Se debe evitar escribir abreviaturas que pueden confundir a otros programadores por desconocer su significado. No es conveniente utilizar palabras que den un significado ambiguo. A la vez, es necesario buscar los sinónimos más cortos para que el identificador sea sencillo y a la vez expresivo.

El uso de clases estáticas permite colocar métodos que se utilicen en varias partes del programa, y funciones que puedan desacoplarse para hacer una reutilización posterior del código. Además se emplean los modificadores de visibilidad, internal, protected, private, etc. Y utilizar comentarios en las clases, en los métodos y en las instrucciones complejas, permiten una mejor comprensión.

Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se presentaron elementos relacionados con la implementación del sistema, como el diagrama de componentes y el diagrama de despliegue que permiten visualizar con más facilidad la estructura general del sistema y la disposición física de los distintos elementos que lo componen. La aplicación de medidas de seguridad le aporta al sistema confiabilidad, integridad y disponibilidad desde las estaciones de trabajo en todo momento. El uso adecuado de los estándares de codificación permitió homogenizar el código así como un mejor entendimiento para futuras modificaciones en la implementación.

CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo se pudo desarrollar el componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS, el cual permitirá la adquisición y gestión de las imágenes en esa área. El componente cumple con todos los requerimientos que fueron especificados.

El análisis de los sistemas homólogos existentes para apoyar la realización de estudios endoscópicos y del proceso para realizar un estudio endoscópico en los distintos hospitales del país, como el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso y el Instituto de Gastroenterología permitió identificar las funcionalidades necesarias que componen este proceso.

La utilización de MVVM como patrón de diseño, proporcionó al sistema mayor flexibilidad, reusabilidad y rapidez de respuesta ante situaciones de cambio.

La incorporación del componente al sistema alas PACS permitirá gestionar las imágenes médicas de la especialidad de endoscopia en las instituciones hospitalarias.

RECOMENDACIONES

Con el objetivo de perfeccionar el sistema desarrollado se proponen las siguientes recomendaciones:

- Implementar la funcionalidad de entrada de datos usando worklist, una vez funcional el servidor worklist.
- Permitir la utilización de los pedales para la captura de las imágenes.
- Agregar nuevas funcionalidades que brinden al sistema mayor facilidad de uso.
- Pilotar el componente en el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso como forma de validación y para su posterior despliegue.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Olmos, Salvador.** *Imagen médica: información estructural y funcional del cuerpo humano en vivo.* Zaragoza : s.n., 2007.
2. **Casas, Anderson Machado.** *HISTORIA DE LA RADIOLOGÍA.* 2012.
3. **Martínez, Albert y Chavarría, Miguel.** *Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. Capítulo VI: Gestión de la imagen médica digital.* 2012.
4. DICOM: About DICOM. *DICOM Homepage.* [En línea] NEMA. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://http://medical.nema.org/Dicom/about-DICOM.html>.
5. Granting the Wish to Walk. *Welcome to the AMD3 Foundation.* [En línea] AMD3 Foundation. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://www.amd3.org/digioia.htm>.
6. **SERNA SERNA, WALTER, TRUJILLO , JUAN PABLO y HERNANDO RIVERA , JORGE.** *DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR DICOM PARA UN ACCESO CONFIABLE A LA INFORMACIÓN DE LAS IMÁGENES MÉDICAS.* Universidad Tecnológica de Pereira. : s.n., 2010. ISSN 0122-1701.
7. La imagen 2D en el estándar DICOM | del Río Medina | *RevistaeSalud.com.* *RevistaeSalud.com.* [En línea] *RevistaeSalud.com,* 2009. [Citado el: 15 de enero de 2012.] <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/261/607>.
8. **HealthCare, AGFA.** *Colonoscopia Virtual IMPAX.* s.l. : Publicado por Agfa HealthCare nV, 2012.
9. Software para Endoscopia en Gastroenterología con captura de Imágenes. Colonoscopia informes; Esofagogastroduodenoscopia; Sigmoidoscopia Flexible. *Medical Software for Colposcopy, Anesthesiology, Orthopedics, Surgery, Gynecology, Cytology, Sonography, Endoscopy, Peniscopy, Bronchoscopy.* [En línea] Medical Software, 2007. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.citotext.com.br/EndotextEsp.htm>.
10. Endoscopia. *Medical Software with Image capture.* [En línea] Medical Software. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.medicalsoftware.com.br/Esp/contents/es/d22.html>.
11. Antware :: Sistema de captura para Video Endoscopia. *Antware :: Sistemas de Información para medicina.* [En línea] Antware. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://www.antware.com.ar/egi/egi.aspx>.

12. Neomedic Endoscopia. *Alin Software Principal*. [En línea] Alin Software, 2011. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.alinsoft.com/neoendo.php>.
13. Ginkgo CADx Pro | Ginkgo CADx, Visor DICOM Open Core + Dicomizador + CADx. *Ginkgo CADx | Ginkgo CADx, Visor DICOM Open Core + Dicomizador + CADx*. [En línea] MetaEmotion Healthcare. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://ginkgo-cadx.com/es/ginkgo-cadx-pro/>.
14. Dicomizadores - Ok Dicom. *Ok Dicom - Sistemas de diagnóstico médico por imagen*. [En línea] 2010. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.okdicom.com/dicomizadores.php>.
15. Pacslink (Dicomizador) - miPacs. *miPacs*. [En línea] Pacs SRL, 2012. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.mipacs.com.ar/productos/pacslink-dicomizador/>.
16. ¿Qué es MIO LT™? - c2c - the eHealth company. *c2c - the eHealth company*. [En línea] c2c – the eHealth company, 2011. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.c2ctsis.com/archives/2481>.
17. **Microsoft**. Overview of the .NET Framework. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://msdn.microsoft.com/library/zw4w595w.aspx>.
18. **Sells, Chris y Griffiths, Ian**. *Programming WPF*. 2007. ISBN-10: 0-596-51037-3/ISBN-13: 978-0-596-51037-4.
19. **Microsoft**. Problemas y soluciones con Model-View-ViewModel. *MSDN*. [En línea] [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/ff798279.aspx>.
20. **Sharp, John**. *Microsoft Visual C# 2010*.
21. **Gonzalo Cuevas , Agustín**. *Una Guía del CMM. Para Comprender el Modelo de Madurez de Capacidad del Software. Traducción del Inglés "A Guide to the CMM" de Kenneth M. Dymond*. 1998.
22. **González Cornejo, José Enrique**. El Lenguaje de Modelado Unificado (UML). *Portal DoClRS*. [En línea] 2012. [Citado el: 15 de enero de 2012.] <http://www.docirs.cl/uml.htm>.
23. Curso Modelado de Negocio con BPMN y UML. *Curso UML, Cursos UML, UML Mexico-Milestone Consulting*. [En línea] Milestone Consulting. [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://www.milestone.com.mx/CursoModeladoNegociosBPMN.htm>.

24. BPMN 1.1. *Object Management Group*. [En línea] Object Management Group, 2013. [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.1/>.
25. Enterprise Architect - UML; para Negocio, Software y Sistemas. [En línea] Sparx Systems, 2008. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.sparxsystems.es/New/products/ea.html>.
26. Introducción a Visual Studio. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] Microsoft. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/6x6bk1f4.aspx>.
27. **Maza Capote, Idalmys, Canova Ramírez, Dayana y Fabars Hardy, Yusdelis**. *Sistema para la Gestión de la información de los Discos Contenedores de Imágenes Médicas (alasSMIS)*. 2010.
28. Información para pacientes sobre la endoscopia. *Atención primaria, Fisterra: portal de salud para médicos y pacientes*. [En línea] Fisterra Salud. [Citado el: 23 de febrero de 2013.] <http://www.fisterra.com/salud/3proceDT/endoscopia.asp>.
29. Modelado de procesos de negocio. *TeraLoc*. [En línea] TeraLoc. [Citado el: 26 de febrero de 2013.] http://www.teraloc.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=92.
30. **Wieggers, Karl E**. *Software Requirements 2: Practical techniques for gathering and managing requirements throughout the product development cycle, 2nd ed.*, Redmond: Microsoft Press. 2003. ISBN 0-7356-1879-8.
31. **Díez González, Oscar**. *Safety y Requisitos No Funcionales*. Tesis de doctorado. 2006.
32. **CHUC CHABLE, SUSANA LETICIA, y otros, y otros**. *DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SOFTWARE*. INSTITUTO TECNOLOGICO DE TIZIMIN : s.n., 2009.
33. **Microsoft Architecture**. *Guía de Arquitectura N-Capas Orientada al Dominio con .NET 4.0*. 2010. ISBN 978-84-936696-3-8.
34. Diagramas de componentes de UML: Referencia. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] Microsoft, 2012. [Citado el: 25 de abril de 2013.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409390.aspx>.
35. **Hell, José**. *Modelo de Implementación: Diagramas de Componentes y Despliegue*. 2010.

BIBLIOGRAFÍA

Antware :: Sistema de captura para Video Endoscopia. *Antware :: Sistemas de Información para medicina*. [En línea] Antware. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://www.antware.com.ar/egi/egi.aspx>.

Astudillo, Hernán . *Ingeniería de Software IV: Requerimientos*.

Bebea González, Inés y Rey Moreno, Carlos. 2012. *Guía de la Cooperación Española para la incorporación de las TIC en las intervenciones de salud en la Cooperación para el Desarrollo*. Madrid : s.n., 2012.

2011. Beneficios de la digitalización del diagnóstico. [En línea] Flash Tic Salut, 21 de marzo de 2011. <http://www.gencat.cat/salut/ticsalut/flashticsalut/html/es/articulos/doc34937.html>.

Bienvenidos | DICOM MÃ©xico. [En línea] Imagenología Médica de Clase Mundial. <http://www.dicommexico.com/>.

2013. BPMN 1.1. *Object Management Group*. [En línea] Object Management Group, 2013. [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.1/>.

Casas, Anderson Machado. 2012. *HISTORIA DE LA RADIOLOGÍA*. 2012.

CHUC CHABLE, SUSANA LETICIA, y otros. 2009. *DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SOFTWARE*. INSTITUTO TECNOLOGICO DE TIZIMIN : s.n., 2009.

Curso Modelado de Negocio con BPMN y UML. *Curso UML, Cursos UML, UML Mexico-Milestone Consulting*. [En línea] Milestone Consulting. [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://www.milestone.com.mx/CursoModeladoNegociosBPMN.htm>.

DEISER. *Manual de Usuario - EA Extension for QA*. Madrid : s.n.

2012. Diagramas de componentes de UML: Referencia. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] Microsoft, 2012. [Citado el: 25 de abril de 2013.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409390.aspx>.

DICOM: About DICOM. *DICOM Homepage*. [En línea] NEMA. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://http://medical.nema.org/Dicom/about-DICOM.html>.

- 2010.** Dicomizadores - Ok Dicom. *Ok Dicom - Sistemas de diagnóstico médico por imagen*. [En línea] 2010. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.okdicom.com/dicomizadores.php>.
- Díez González, Oscar. 2006.** *Safety y Requisitos No Funcionales. Tesis de doctorado*. 2006.
- Endoscopia. *Medical Software with Image capture*. [En línea] Medical Software. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.medicalsoftware.com.br/Esp/contents/es/d22.html>.
- 2008.** Enterprise Architect - UML; para Negocio, Software y Sistemas. [En línea] Sparx Systems, 2008. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.sparxsystems.es/New/products/ea.html>.
- Fondón García, Irene.** *Tratamiento Digital de Imágenes Médicas*. Sevilla : s.n.
- Francisco Ruiz , Carlos Blanco.** *INGENIERÍA DEL SOFTWARE I. Tema 4. Requisitos*.
- GARCÍA BARRENO, PEDRO.** *LAS TECNOLOGÍAS DE LA IMAGEN EN MEDICINA*.
- Ginkgo CADx Pro | Ginkgo CADx, Visor DICOM Open Core + Dicomizador + CADx. *Ginkgo CADx | Ginkgo CADx, Visor DICOM Open Core + Dicomizador + CADx*. [En línea] MetaEmotion Healthcare. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://ginkgo-cadx.com/es/ginkgo-cadx-pro/>.
- González Cornejo, José Enrique. 2012.** El Lenguaje de Modelado Unificado (UML). *Portal DoCIRS*. [En línea] 2012. [Citado el: 15 de enero de 2012.] <http://www.docirs.cl/uml.htm>.
- González, Francisco Javier, y otros. 2002.** *PROYECTO DIGITALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES DE ENDOSCOPIA*. 2002.
- Gonzalo Cuevas , Agustín. 1998.** *Una Guía del CMM. Para Comprender el Modelo de Madurez de Capacidad del Software. Traducción del Inglés "A Guide to the CMM" de Kenneth M. Dymond*. 1998.
- Graffigna, Juan P. .** *Estándares: DICOM, HL7, (IHE)*. Gabinete de Tecnología Médica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. : s.n.
- Granting the Wish to Walk. *Welcome to the AMD3 Foundation*. [En línea] AMD3 Foundation. [Citado el: 27 de noviembre de 2012.] <http://www.amd3.org/digioia.htm>.
- Guadalquivir, Agencia Sanitaria Alto.** *Pliego de prescripciones técnicas para el suministro de un Sistema Integral de Gestión de Imágenes Endoscópicas*.

HealthCare, AGFA. 2012. *Colonoscopia Virtual IMPAX*. s.l. : Publicado por Agfa HealthCare nV, 2012.

Hell, José. 2010. *Modelo de Implementación: Diagramas de Componentes y Despliegue*. 2010.

Información para pacientes sobre la endoscopia. *Atención primaria, Fistera: portal de salud para médicos y pacientes*. [En línea] Fistera Salud. [Citado el: 23 de febrero de 2013.] <http://www.fistera.com/salud/3proceDT/endoscopia.asp>.

INTECO. 2008. *GUÍA PRÁCTICA DE GESTIÓN DE REQUISITOS*. 2008.

Introducción a Visual Studio. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] Microsoft. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/6x6bk1f4.aspx>.

La cabecera del estándar DICOM | del Río Medina | *RevistaeSalud.com*. *RevistaeSalud.com*. [En línea] Fundación para la eSalud-FeSalud. <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/266/598>. ISSN 1698-7969.

2009. La imagen 2D en el estándar DICOM | del Río Medina | *RevistaeSalud.com*. *RevistaeSalud.com*. [En línea] *RevistaeSalud.com*, 2009. [Citado el: 15 de enero de 2012.] <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/261/607>.

Laguna, Miguel A. . *Ingeniería del Software I*.

Martínez, Albert y Chavarría, Miguel. 2012. *Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. Capítulo VI: Gestión de la imagen médica digital*. 2012.

Maza Capote, Idalmys, Canova Ramírez, Dayana y Fabars Hardy, Yusdelis. 2010. *Sistema para la Gestión de la información de los Discos Contenedores de Imágenes Médicas (alasSMIS)*. 2010.

Microsoft Architecture. 2010. *Guía de Arquitectura N-Capas Orientada al Dominio con .NET 4.0*. 2010. ISBN 978-84-936696-3-8.

Microsoft. Overview of the .NET Framework. *MSDN – the Microsoft Developer Network*. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://msdn.microsoft.com/library/zw4w595w.aspx>.

—. Problemas y soluciones con Model-View-ViewModel. *MSDN*. [En línea] [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/ff798279.aspx>.

Modelado de procesos de negocio. *TeraLoc*. [En línea] TeraLoc. [Citado el: 26 de febrero de 2013.] http://www.teraloc.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=92.

2011. Neomedic Endoscopia. *Alin Software Principal*. [En línea] Alin Software, 2011. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.alinsoft.com/neoendo.php>.

Olmos, Salvador. 2007. *Imagen médica: información estructural y funcional del cuerpo humano en vivo*. Zaragoza : s.n., 2007.

2012. Pacslink (Dicomizador) - miPacs. *miPacs*. [En línea] Pacs SRL, 2012. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.mipacs.com.ar/productos/pacslink-dicomizador/>.

2011. ¿Qué es MIO LT™? - c2c - the eHealth company. *c2c - the eHealth company*. [En línea] c2c – the eHealth company, 2011. [Citado el: 29 de diciembre de 2012.] <http://www.c2ctsis.com/archives/2481>.

2012. ¿Qué es un servidor PACS? ¿Por qué necesito uno? *ACTUALMED - Sistemas RADIOLÓGICOS de última generación | PACS | Osirix*. [En línea] ActualMed, 2012. <http://www.actualmed.com/blog/2010/10/20/servidor-pacs-dicom-server/>.

Quiroga, Juan Pablo. *Requerimientos Funcionales y No Funcionales*.

Sells, Chris y Griffiths, Ian. 2007. *Programming WPF*. 2007. ISBN-10: 0-596-51037-3/ISBN-13: 978-0-596-51037-4.

Selman R, José Miguel. 2004. *Aplicaciones clínicas del procesamiento digital de imágenes médicas*. 2004.

SERNA SERNA, WALTER, TRUJILLO , JUAN PABLO y HERNANDO RIVERA , JORGE. 2010. *DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR DICOM PARA UN ACCESO CONFIABLE A LA INFORMACIÓN DE LAS IMÁGENES MÉDICAS*. Universidad Tecnológica de Pereira. : s.n., 2010. ISSN 0122-1701.

Sharp, John. *Microsoft Visual C# 2010*.

Sistema ProGastro. [En línea] [Citado el: 15 de enero de 2013.] <http://gruposapiem.wordpress.com/windowsapp/sistema-progastro/>.

Softel. *Solución Informática Integral para la Atención Primaria de Salud (APS)*.

2007. Software para Endoscopia en Gastroenterología con captura de Imágenes. Colonoscopia informes; Esofagogastroduodenoscopia; Sigmoideoscopia Flexible. *Medical Software for Colposcopy, Anesthesiology,*

Orthopedics, Surgery, Gynecology, Cytology, Sonography, Endoscopy, Peniscopy, Bronchoscopy. [En línea] Medical Software, 2007. [Citado el: 30 de noviembre de 2012.] <http://www.citotext.com.br/EndotextEsp.htm>.

STEELCO. *ARES Sistema automático de reprocesamiento para la endoscopia flexible.*

Villa Jiménez, Dr. Oscar Manuel . 2013. *PROGASTRO. SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE LOS PROCEDERES EN GASTROENTEROLOGÍA.* 2013.

Wieggers, Karl E. 2003. *Software Requirements 2: Practical techniques for gathering and managing requirements throughout the product development cycle, 2nd ed., Redmond: Microsoft Press.* 2003. ISBN 0-7356-1879-8.

Zuluaga, Carlos Alexander. 2008. *Enterprise Architect y UML Básico.* 2008.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biopsia: Es un procedimiento diagnóstico que consiste en la extracción de una muestra total o parcial de tejido para ser examinada al microscopio por un patólogo.

Colonoscopia: Es una exploración que permite la visualización directa de todo el intestino grueso y también, si es necesario, la parte final del intestino delgado.

Colposcopio: Es un aparato biomédico especialmente diseñado para uso y diagnóstico ginecológico.

CR: La radiografía computarizada, también conocida por CR, es un tipo de procedimiento dentro del entorno de la radiología digital.

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine): Estándar para el tratamiento de imágenes digitales y comunicaciones para el campo de la medicina, que facilita el manejo de la información médica entre hospitales y centros de investigación.

Dicomizar: Conversión al formato DICOM de estudios de imagen fija, vídeo y señales biométricas.

Endoscopia: Es una técnica diagnóstica, utilizada en medicina, que consiste en la introducción de una cámara o lente dentro de un tubo o endoscopio a través de un orificio natural, una incisión quirúrgica o una lesión para la visualización de un órgano hueco o cavidad corporal.

Endoscopia alta: La endoscopia digestiva incluye todos los procedimientos endoscópicos que se realicen en el tracto gastrointestinal. Ofrece la ventaja de que puede ser terapéutica para problemas específicos.

Endoscopia baja: Visualiza todo el colon desde el recto hasta el ciego, es el estudio más efectivo en detección de cáncer de colon, además se utiliza en los sangrados digestivos altos y en los estudios de diarreas y anemias.

Endoscopista: Es el técnico o especialista gastroenterólogo que realiza los estudios endoscópicos.

Enteroscopias: Consiste en la introducción, por vía oral o anal, de un endoscopio más largo y delgado que los tubos normales junto a un sobretubo, ambos con un sistema de balones inflables, que posibilitan ir

enhebrando el intestino para alcanzar toda su extensión y permitir así la observación y tratamiento de esta sección del tubo digestivo.

ERCP: Se trata de un procedimiento ambulatorio, se hace avanzar una sonda delgada especial con luz, llamada duodenoscopio, a través de la boca del paciente.

Gastroenterología: Es la especialidad médica que se ocupa de todas las enfermedades del aparato digestivo.

HIS: Es un Sistema de Información capaz de gestionar las diferentes áreas de mayor importancia en un Hospital.

HL7: Health Level Seven es un conjunto de estándares para facilitar el intercambio electrónico de información clínica.

Ileocolonoscopias: Juega un papel crítico en el diagnóstico y manejo de la enfermedad inflamatoria intestinal.

Laparoscopias: Es una técnica que permite la visión de la cavidad pélvica-abdominal con la ayuda de una lente óptica.

Mamografía: O mastografía consiste en una exploración diagnóstica de imagen por rayos X de la glándula mamaria, mediante aparatos denominados mamógrafos.

Minimal Standard Terminology: Contiene la nomenclatura aprobada por la World Endoscopy Organization.

Oftalmología: Es la especialidad médica que estudia las enfermedades del globo ocular, la musculatura ocular, sistema lagrimal, párpados y sus tratamientos.

openDialog: Son una serie de cuadros de diálogo muy habituales en las aplicaciones bajo Windows, estos cuadros son los típicos de abrir un archivo, guardarlo, imprimir, impresora, fuentes.

PACS: Picture Archiving and Communication System (PACS). Sistema para el almacenamiento y comunicación de imágenes médicas.

Patrón arquitectónico: Un patrón arquitectónico expresa un esquema estructural fundamental de la organización para un sistema de software, que consiste en subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones.

Plataforma: Determinado software y/o hardware con el cual una aplicación puede ejecutarse o desarrollarse.

plug-ins: Un complemento es una aplicación que se relaciona con otra para aportarle una función nueva y generalmente muy específica.

Requisitos: Capacidades, condiciones o cualidades que el sistema debe cumplir y tener.

RIS: Permite la gestión del flujo de trabajo en las áreas de radiología en las instituciones de salud, además, el registros de pacientes y sus citas para estudios o consultas.

Sigmoideoscopia: Permite al médico examinar el recubrimiento del recto y una parte del colon (intestino grueso) insertando en el ano un tubo flexible de grosor similar a un dedo y haciéndolo avanzar lentamente en el interior del recto y la parte inferior del colon.

TAC: La tomografía axial computarizada (TAC), o tomografía computarizada (TC), también denominada escáner, es una técnica de imagen médica que utiliza radiación X para obtener cortes o secciones de objetos anatómicos con fines diagnósticos.

TCP/IP: La sigla TCP/IP significa "Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet". Proviene de los nombres de dos protocolos importantes del conjunto de protocolos, es decir, del protocolo TCP y del protocolo IP.

Ultrasonido: En medicina refiere a un tipo de terapia que utiliza ultrasonido para tratar distintas afecciones, entre ellas afecciones traumatológicas, litiasis, varias formas de cáncer, hemostasia.

VCR: Una videograbadora, videocasetera, vídeo, videocaset o VCR es un tipo de magnetoscopio de uso doméstico, que utiliza una videocinta extraíble que contiene una cinta magnética para grabar audio y video de una señal de televisión de modo que pueda ser reproducido posteriormente.

ANEXOS

Anexo 1. Descripción del proceso: Realizar estudio endoscópico.

Nombre:	Realizar estudio endoscópico.
Objetivos:	El día de realizar el examen al paciente se le pide los datos generales para registrarlo, después de realizado el procedimiento se hace el informe donde se describe lo observado durante el examen.
Evento(s) que lo generan:	Indicación de examen.
Precondiciones:	Realizar preparación para el examen. Entregar indicación de examen.
Postcondiciones:	Realización del examen.
Reglas de Negocio:	Realizar preparación para el examen.
Responsables:	Especialista.
Clientes internos:	Director del CESIM.
Clientes externos:	No aplicable.
Entradas:	Indicación de examen.
Salidas:	Informe de diagnóstico.
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar datos. 2. Realizar examen. 3. Realizar diagnóstico.

Descripción del flujo básico:

1. Tomar datos: El especialista toma los datos generales del paciente.

Precedente: No aplicable.

Responsable: Especialista.

Entradas: Indicación de examen.

Salidas: Registro de paciente.

2. Realizar examen: Se realiza el examen al paciente; que ayuda a realizar un diagnóstico.

Precedente: 1.

Responsable: Especialista.

Entradas: No aplicable.

Salidas: No aplicable.

3. Realizar diagnóstico: El especialista realiza un análisis de los resultados obtenidos una vez terminado el examen que le permite llegar a un diagnóstico sobre la enfermedad del paciente.

Precedente: 2.

Responsable: Especialista.

Entradas: No aplicable.

Salidas: Registro de paciente.

Anexo 2. Prefijos de los requerimientos no funcionales por categoría.

Categoría	Prefijo	Ejemplo
Usabilidad	RNU	RNU 1. Requisito de usabilidad A RNU 2. Requisito de usabilidad B
Diseño e Implementación	RNDI	RNDI 1. Requisito de diseño e implementación
Legal	RNL	RNL 1. Requisito legal
Fiabilidad	RNF	RNF 1. Requisito de fiabilidad
Seguridad	RNS	RNS 1. Requisito de seguridad

Eficiencia	RNE	RNE 1. Requisito de eficiencia
Funcionamiento	RNFO	RNFO 1. Requisito de funcionamiento
Soporte	RNSO	RNSO 1. Requisito de soporte
Interfaz de usuario	RNIU	RNU 1. Requisito de interfaz de usuario
Interconexión	RNI	RNI 1. Requisito de interconexión
Componentes Comprados	RNCC	RNCC 1. Requisito de componentes comprados
Licencia	RNLI	RNLI 1. Requisito de licencia

Anexo 3. Casos de uso expandidos.

- Caso de uso – Registrar datos de pacientes.

Objetivo	Sus objetivos son registrar los datos de los pacientes.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la entrada de los datos de los pacientes, ya sea manualmente a través del teclado o utilizando worklist.
Complejidad	Baja
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 1.1, RF 1.2
Precondiciones	El Especialista ha seleccionado nuevo estudio.
Postcondiciones	Se registró los datos del paciente.
Flujo de eventos	
Flujo básico <Registrar datos de pacientes>	

1. El **Especialista** selecciona la opción “Nuevo Estudio”.
2. El sistema muestra un formulario para escoger la entrada de datos manualmente o utilizando worklist.
3. El **Especialista** selecciona la opción.
 - Si selecciona la opción “Entrada de datos manualmente”, ir a la Sección 1 “Entrada de datos manualmente”
 - Si selecciona la opción “Entrada de datos usando worklist”, ir a la Sección 2 “Entrada de datos usando worklist”
4. Termina el caso de uso.

Sección 1: “Entrada de datos manualmente”

1. El **Especialista** selecciona la opción “Entrada de datos manualmente”.
2. El sistema habilita los campos para la entrada de datos.
3. El **Especialista** introduce los datos del paciente (Nombre, 1er Apellido, 2do Apellido, Sexo, C.I, Color de piel, Historia clínica, País, Provincia, Municipio, Dirección particular, Teléfono) y hace clic en el botón “Aceptar”.
4. El sistema registra y valida los datos introducidos.

Flujos alternos

3a. Existen campos vacíos.

1. El sistema muestra un mensaje indicando que “Existen campos vacíos”.

3b. Entrada de datos no válidos.

1. El sistema rechaza la entrada y muestra un mensaje indicando que “Los datos no son válidos”.

3c. El Especialista selecciona la opción “Cancelar”.

1. El sistema carga le formulario de “Entrada de datos”.		
Sección 2: “Entrada de datos usando worklist”		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la opción “Entrada de datos usando worklist”. 2. El sistema realizar la petición de las worklist a un servidor worklist. 3. El Especialista selecciona el paciente y hace clic en el botón “Aceptar”. 4. El sistema registra los datos obtenidos del worklist. 		
Flujos alternos		
3a. El Especialista selecciona la opción “Cancelar”.		
1. El sistema carga le formulario de “Entrada de datos”.		
Relaciones	CU Incluidos	No aplicable.
	CU Extendidos	Entrada de datos usando worklist: Paso 2 de la Sección 2.
Requisitos no funcionales	No aplicable.	
Asuntos pendientes	Por no existir un servidor worklist actualmente funcional, la sección 2 compuesta por el RF 1.2 no pudo ser implementada.	

- Caso de uso – Capturar imágenes.

Objetivo	Sus objetivos son capturar imágenes y videos de forma manual a través de un openDialog o directamente del endoscopio en tiempo real.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la captura de imágenes para su posterior dicomización.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico

Referencias	RF 4.1, RF 4.2
Precondiciones	El endoscopio ha estado conectado y funcionando o se han abierto imágenes almacenadas en el equipo.
Postcondiciones	Se capturó las imágenes.
Flujo de eventos	
Flujo básico <Capturar imágenes>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la pestaña “Principal”. 2. El sistema muestra una serie de opciones para capturar de forma manual a través de un openDialog o directamente del endoscopio en tiempo real. 3. El Especialista selecciona la opción. 4. Si selecciona la opción “Abrir Archivo”, ir a la Sección 1 “Abrir Archivo” 5. Si selecciona la opción “Play”, ir a la Sección 2 “Play” 6. Termina el caso de uso. 	
Sección 1: “Abrir Archivo”	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la opción “Abrir Archivo”. 2. El sistema muestra un openDialog. 3. El Especialista selecciona la imagen y hace clic en el botón “Abrir”. 4. El sistema captura la imagen. 	
Flujos alternos	
3a. El Especialista selecciona la opción “Cancelar”.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra la pestaña “Principal”. 	
Sección 2: “Play”	

<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la opción “Play”. 2. El sistema activa el componente para la visualización de imágenes en tiempo real. 3. El Especialista en la pestaña “Principal” hace clic en el botón “Capturar Imagen” para capturar una imagen o hace clic en el botón “Iniciar Grabación” para capturar un video. 4. El sistema captura la imagen. 		
Flujos alternos		
1a. El Especialista selecciona la opción “Play” y no existe ningún equipo conectado.		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra un mensaje indicando que “No existe equipo conectado”. 		
Relaciones	CU Incluidos	No aplicable.
	CU Extendidos	No aplicable.
Requisitos funcionales	no	No aplicable.
Asuntos pendientes		No aplicable.

- Caso de uso - Dicomizar.

Objetivo	Sus objetivos son dicomizar imágenes y videos.
Actores	Especialista (Inicia)
Resumen	Consiste en la dicomización de imágenes para su posterior almacenamiento.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico

Referencias	RF 5.1, RF 5.2	
Precondiciones	Las imágenes han sido capturadas.	
Postcondiciones	Se dicomizó las imágenes.	
Flujo de eventos		
Flujo básico <Dicomizar imágenes>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la opción “Dicomizar” en la pestaña “Principal”. 2. El sistema realiza la dicomización de las imágenes y muestra un mensaje indicando que “Las imágenes fueron dicomizadas”. 3. Termina el caso de uso. 		
Flujos alternos		
1a. El Especialista selecciona la opción “Dicomizar” y no existe ninguna imagen capturada.		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra un mensaje indicando que “No existen imágenes capturadas”. 		
Relaciones	CU Incluidos	No aplicable.
	CU Extendidos	Enviar mensajes de confirmación: Paso 2 del Flujo básico.
Requisitos no funcionales	No aplicable.	
Asuntos pendientes	No aplicable.	

- Caso de uso – Realizar almacenamiento.

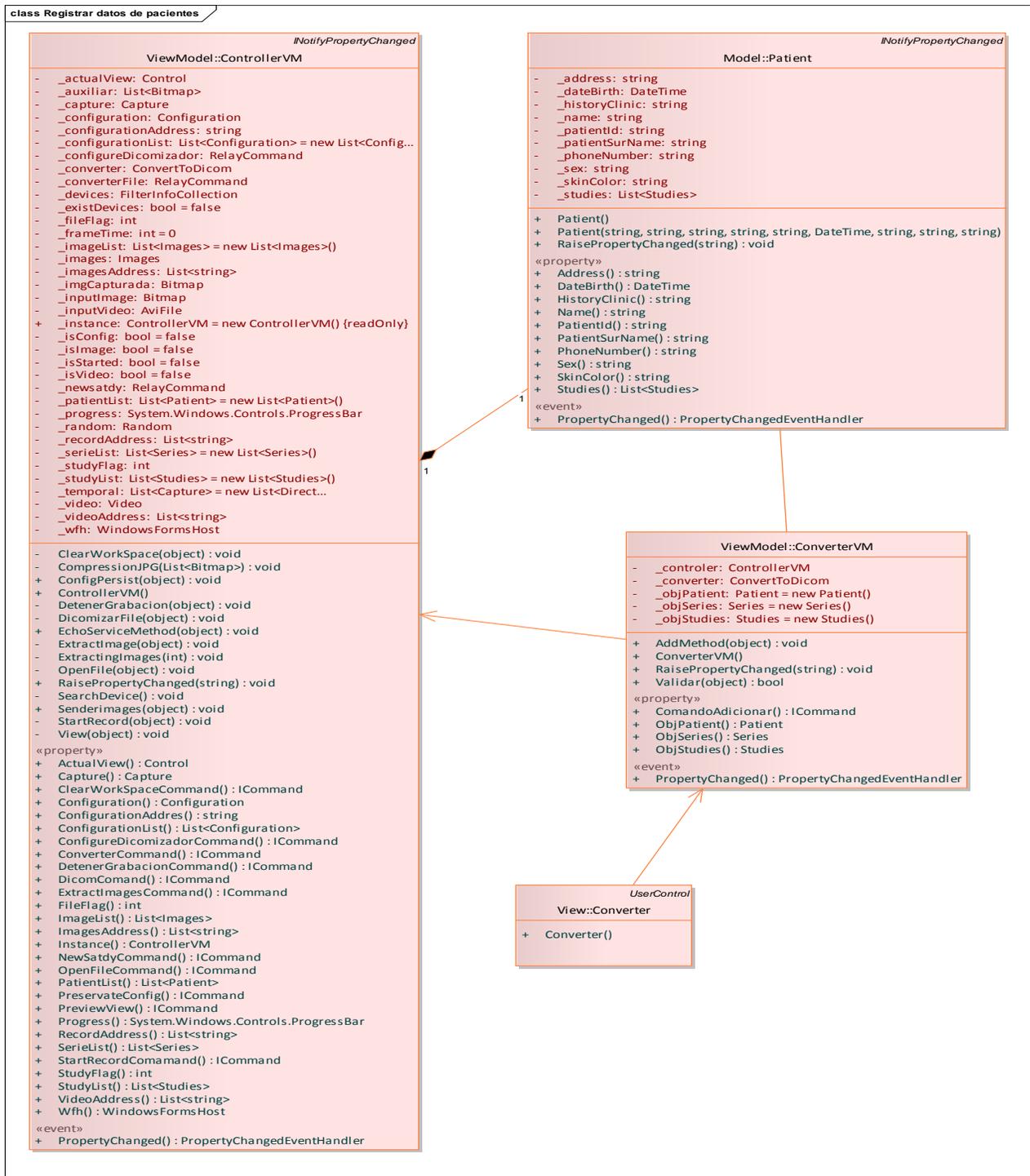
Objetivo	Su objetivo es permitir el envío de las imágenes dicomizadas al PACS.
Actores	Especialista (Inicia)

Resumen	Consiste en el envío de las imágenes dicomizadas al PACS.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Crítico	
Referencias	RF 7.1	
Precondiciones	Las imágenes han sido dicomizadas.	
Postcondiciones	Se envió las imágenes al PACS.	
Flujo de eventos		
Flujo básico <Realizar almacenamiento>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Especialista selecciona la opción “Enviar al Servidor” en la pestaña “Principal”. 2. El sistema realiza el envío de las imágenes y muestra un mensaje indicando que “Las imágenes fueron enviadas”. 3. Termina el caso de uso. 		
Flujos alternos		
1a. No existen imágenes dicomizadas.		
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra un mensaje indicando que “No existen imágenes dicomizadas”. 		
Relaciones	CU Incluidos	No aplicable.
	CU Extendidos	No aplicable.
Requisitos no funcionales	No aplicable.	
Asuntos pendientes	No aplicable.	

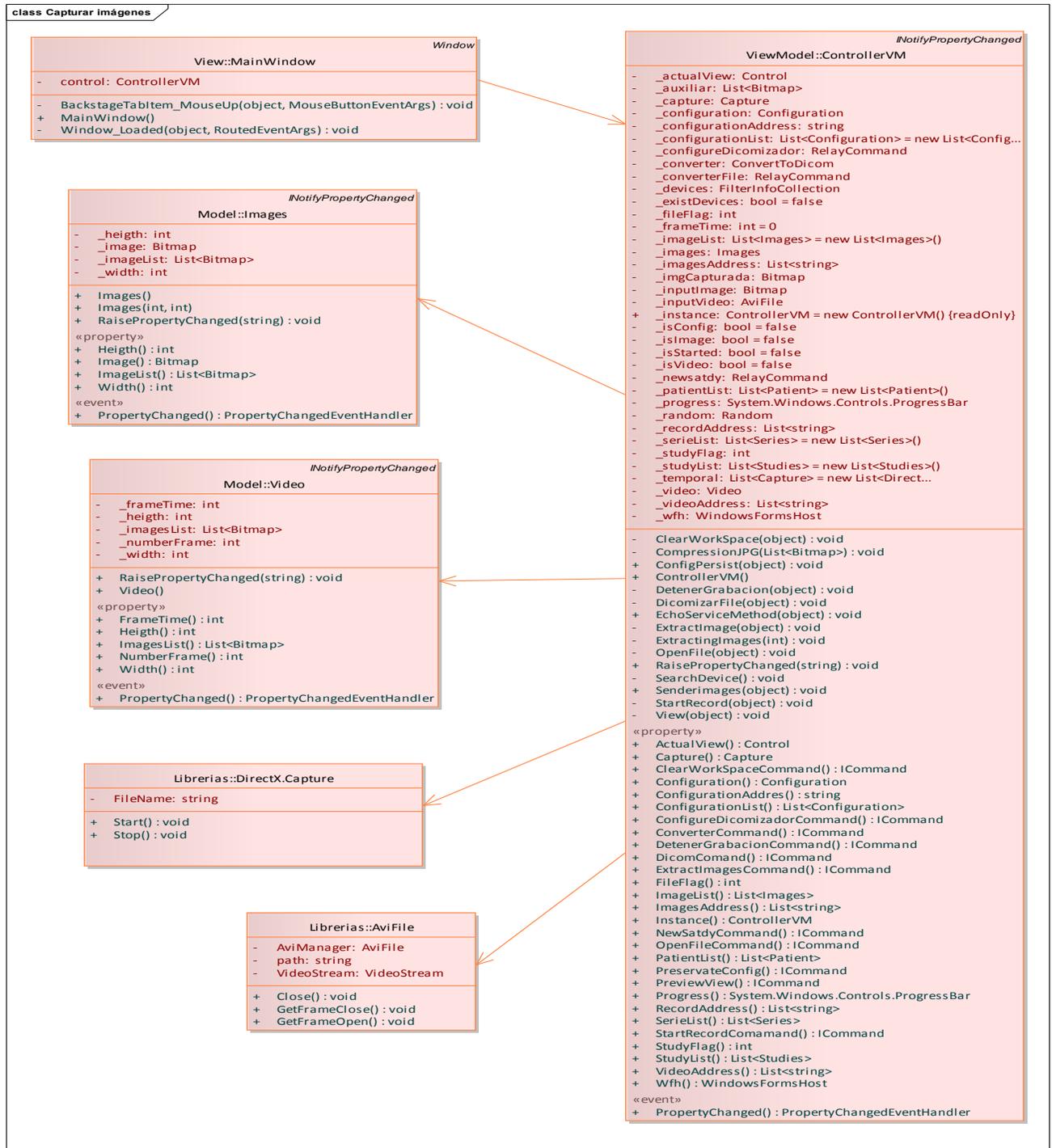
Anexo 4. Diagramas de clases del diseño de los casos de uso arquitectónicamente significativos.

Componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

- DC - Registrar datos de pacientes.

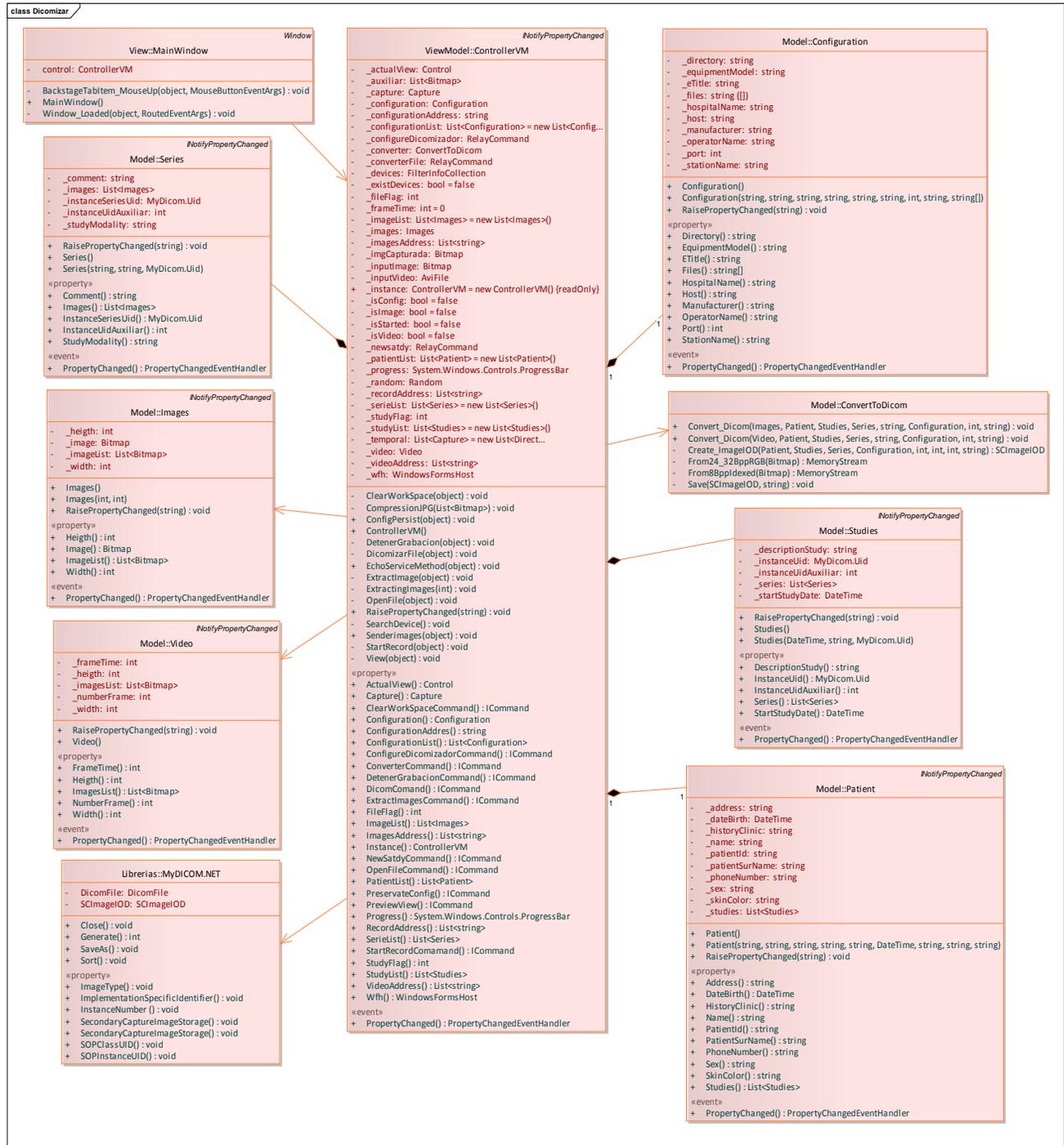


- DC - Capturar imágenes.



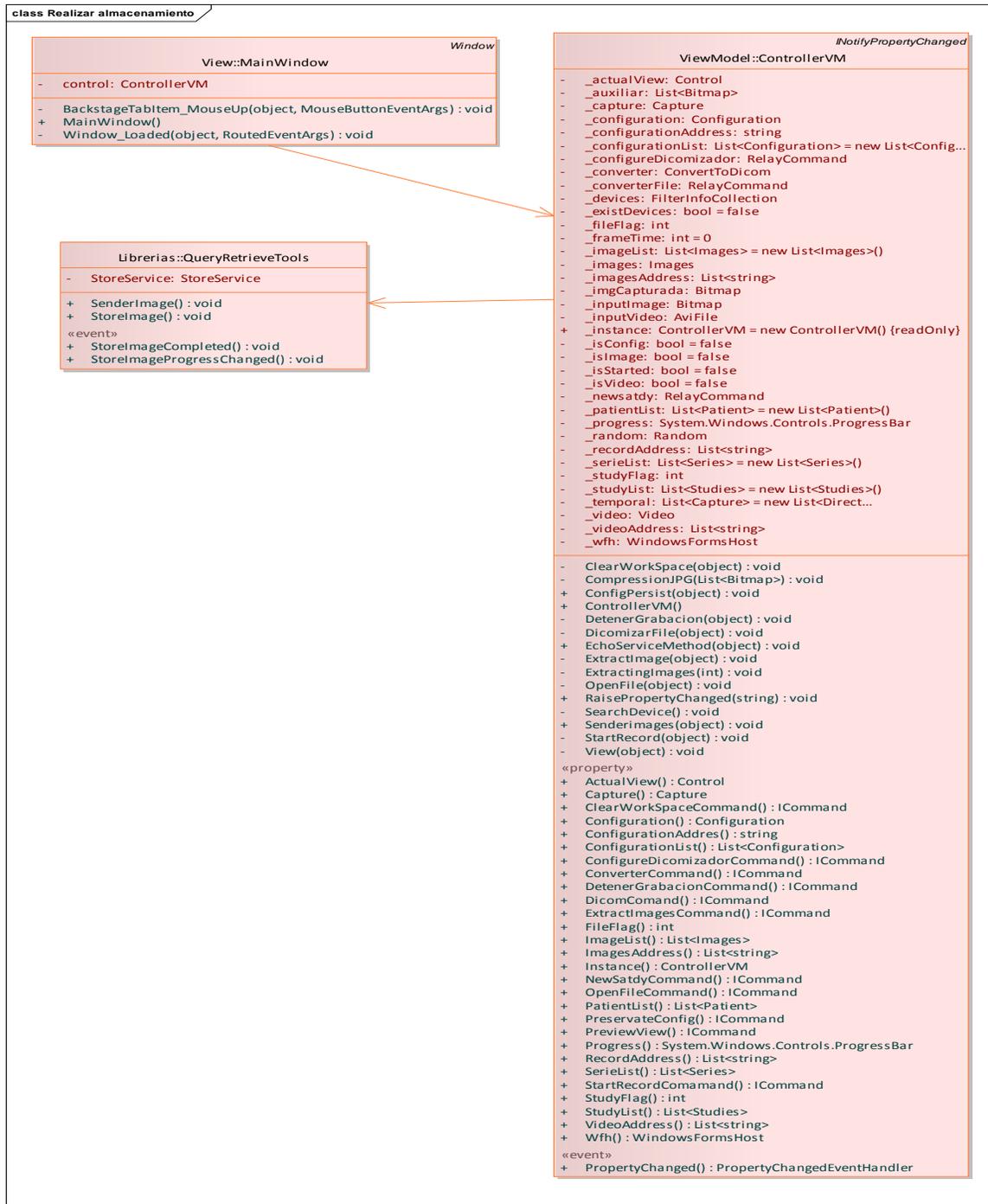
Componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

- DC - Dicomizar.



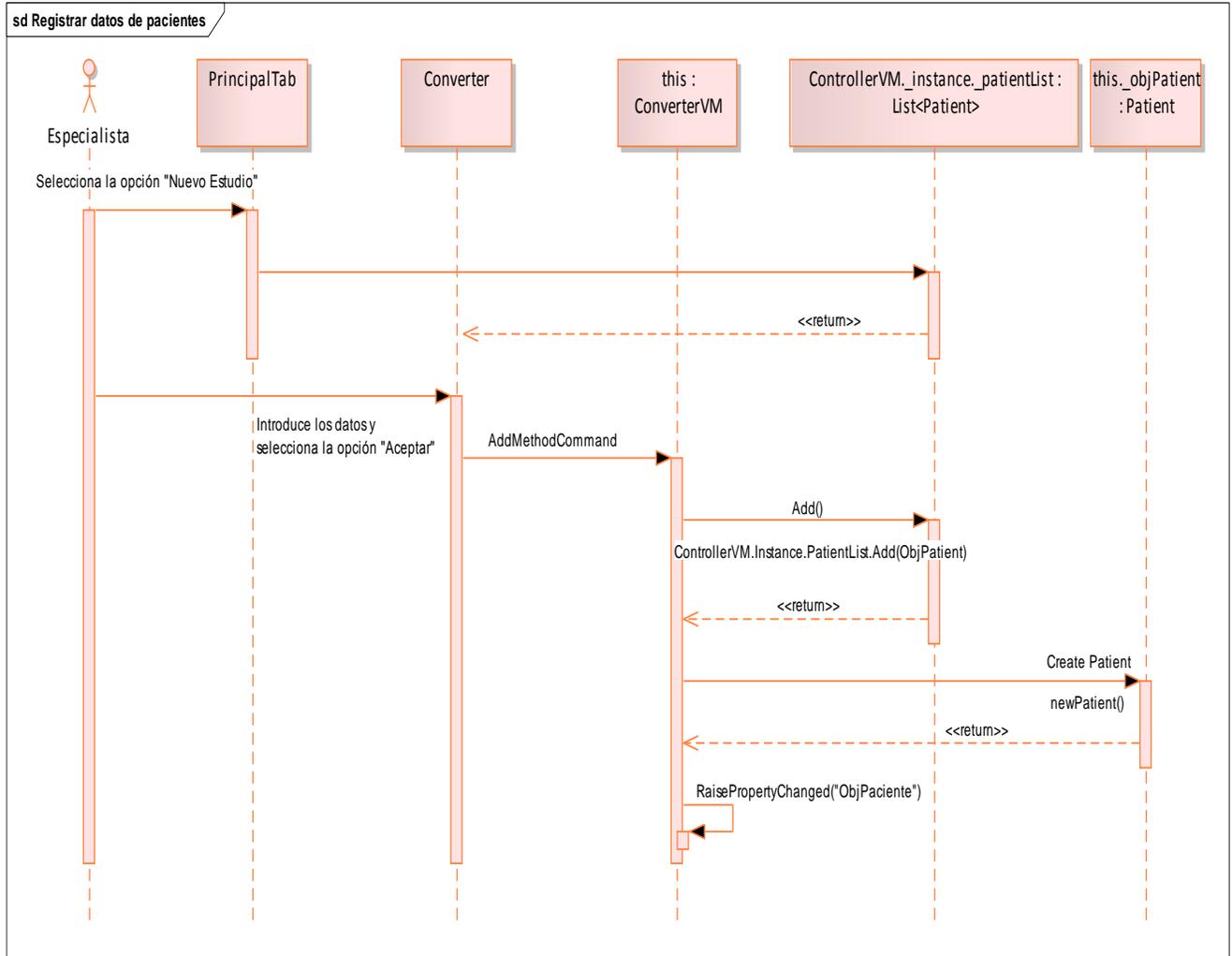
Componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

- DC - Realizar almacenamiento.

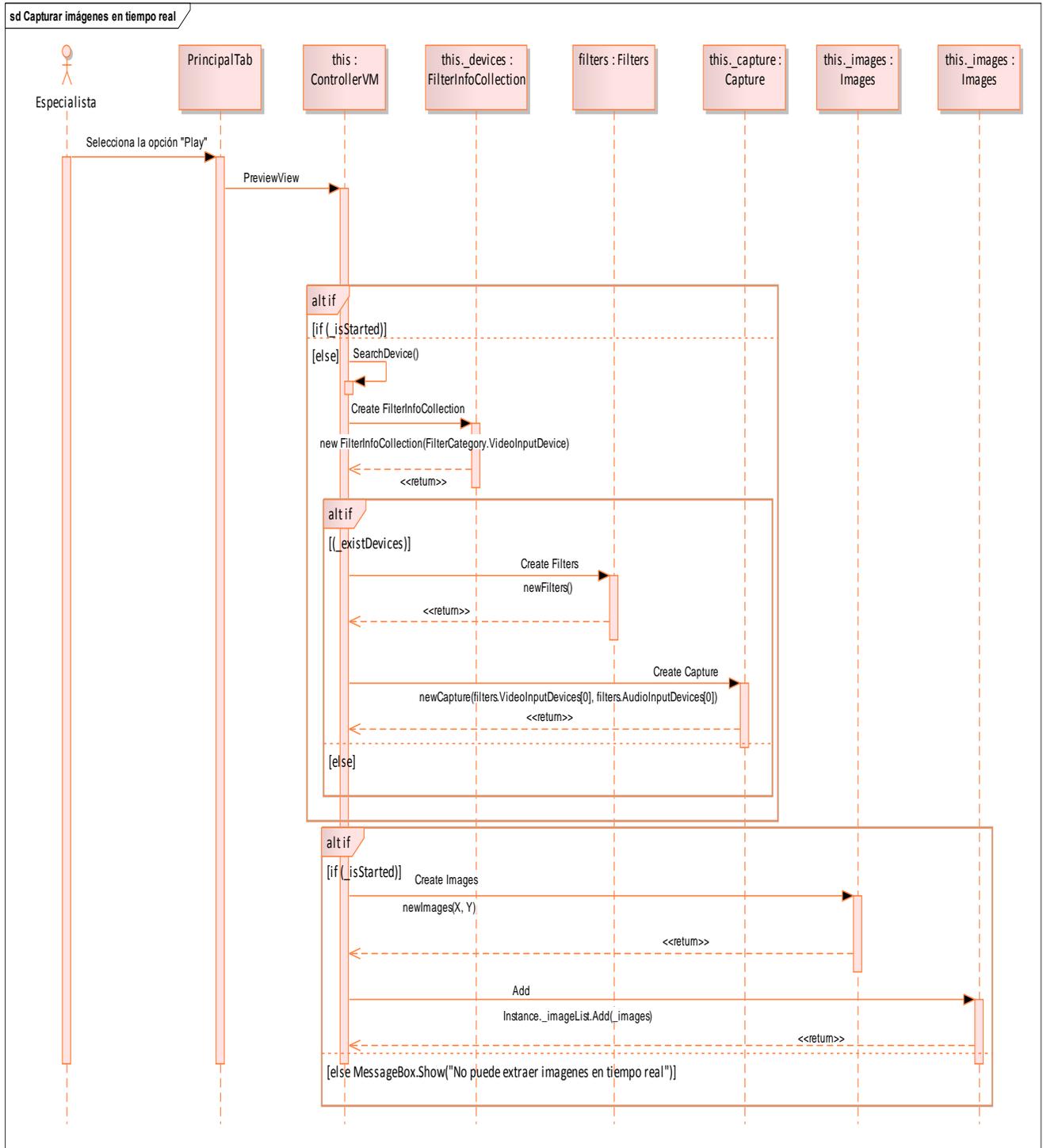


Anexo 5. Diagramas de secuencia de los casos de uso arquitectónicamente significativos.

- DS- Registrar datos de pacientes.

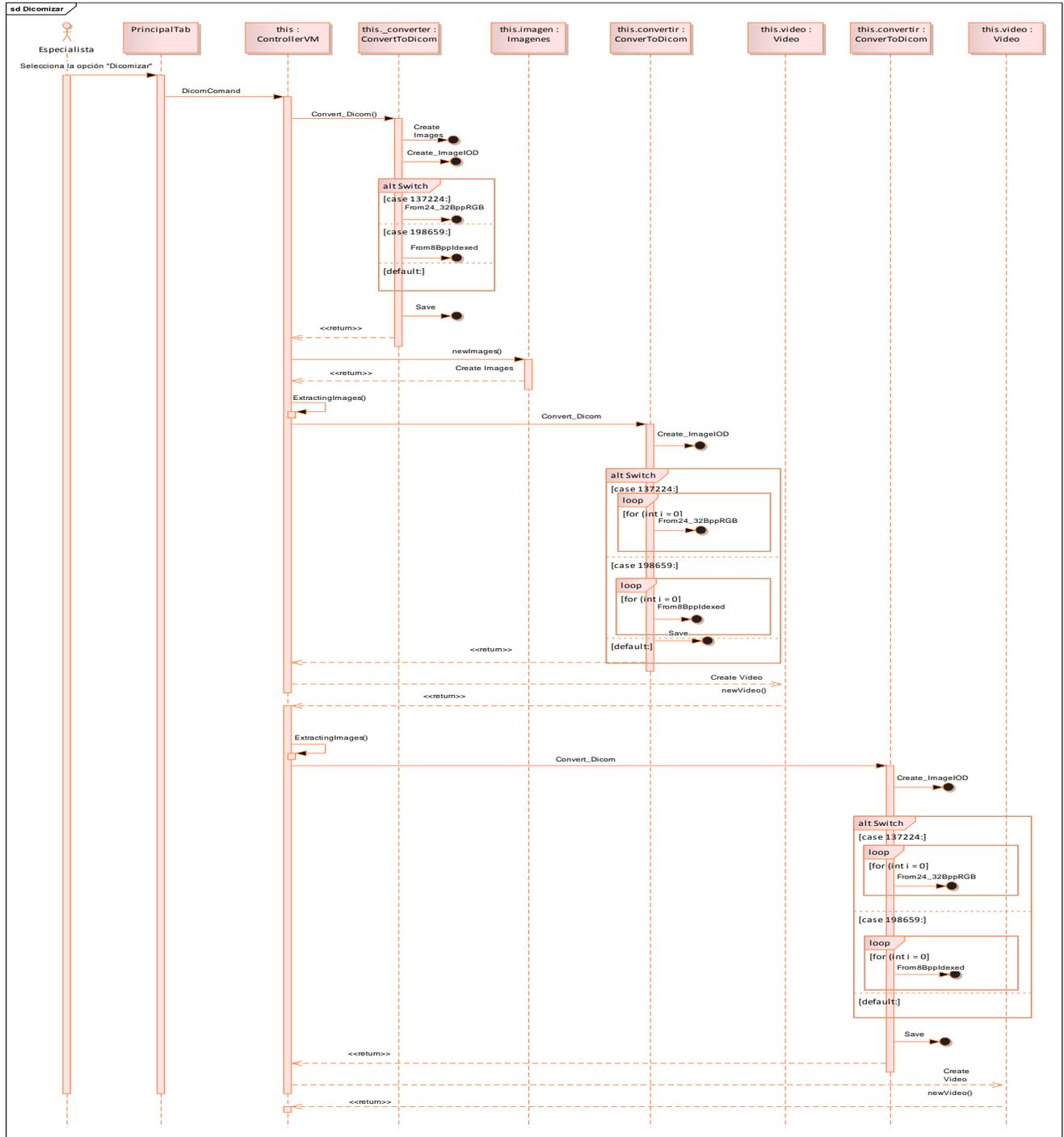


- DS- Capturar imágenes.

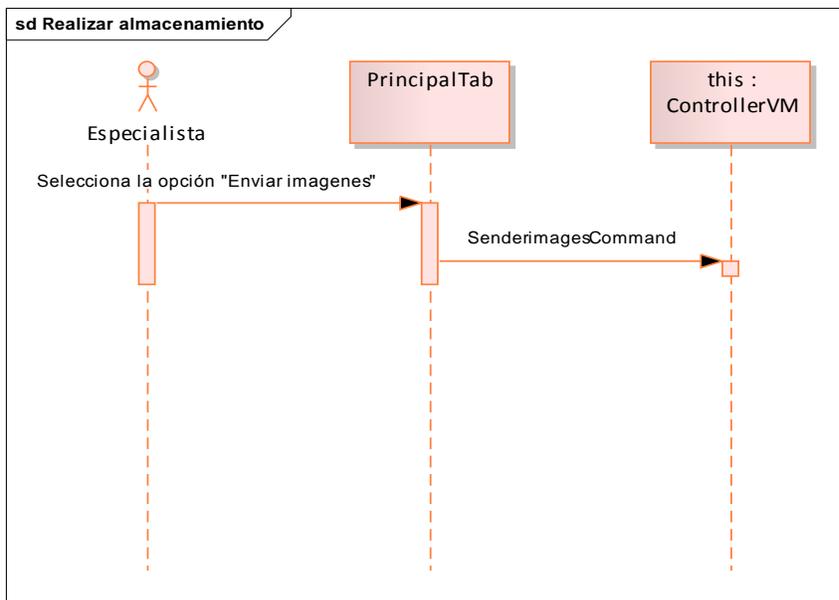


Componente para incorporar estudios endoscópicos no DICOM al sistema alas PACS

- DS- Dicomizar.



- DS- Realizar almacenamiento.



Anexo 6. Descripciones de clases.

- Clase Patient.

Propósito: Contiene los datos del paciente.

Descripción

Nombre: Patient	
Tipo de clase: Entidad.	
Atributo	Tipo
_address	String
_dataBirth	DateTime
_historyClinic	String

_name	String
_patientId	String
_patientSurName	String
_phoneNumber	string
_sex	String
_skinColor	String
_studies	List<Studies>
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.

- Clase Studies.

Propósito: Contiene los datos de los estudios.

Descripción

Nombre: Studies	
Tipo de clase: Entidad.	
Atributo	Tipo
_descriptionStudy	String
_instanceUid	MyDicom.Uid
_instanceUidAuxiliar	Int
_series	List<Series>
_stardStudydate	DateTime

Para cada responsabilidad:	
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.

- Clase Series.

Propósito: Contiene los datos de las series.

Descripción

Nombre: Series	
Tipo de clase: Entidad.	
Atributo	Tipo
_comment	String
_images	List<Images>
_instanceSeriesUid	MyDicom.Uid
_instanceUidAuxiliar	Int
_studyModality	string
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.

- Clase Images.

Propósito: Contiene los datos de las imágenes.

Descripción

Nombre: Images	
Tipo de clase: Entidad.	
Atributo	Tipo
_height	int
_image	Bitmap
_imageList	List<Bitmap>
_width	Int
Para cada responsabilidad:	
Nombre:	RaisePropertyChanged(string)
Descripción:	Notifica los cambios de las propiedades.