

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 7



**SACCEM: Módulo de Gestión para el Departamento de
Radiofísica del CCEEM (versión 2.0)**

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

Autores: Sonia Castro Velázquez
Samuel Sollet Paumier

Tutor: Ing. Yaciel Edelio Téllez Toledo

Ciudad de La Habana, junio 2010

“Año 52 de la Revolución”

Declaración de autoría

Declaramos que somos los únicos autores del presente trabajo y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo. Para que así conste firmamos la presente a los 21 días del mes de junio del año 2010.

Sonia Castro Velázquez

Autora

Samuel Sollet Paumier

Autor

Ing. Yaciel Edelio Téllez Toledo

Tutor

Datos del contacto

Tutor: Ing. Yaciel Edelio Téllez Toledo.

Ingeniero en Ciencias Informáticas graduado en el 2008. Analista del proyecto Electromedicina del Área Temática Sistemas de Apoyo a la Salud. Es coordinador de 4to año en la Facultad 7, asesor de la tarea de los CDI en Venezuela. Ha participado en varios tribunales de tesis jugando el rol de tutor y/u oponente. Actualmente es profesor de la asignatura Inglés V.

Samuel

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer algunas están aquí conmigo otros no pudieron venir, pero si alguna vez leen estas líneas quisiera agradecer a mis padres y decirles que no tengo muchas palabras para describir mi profundo agradecimiento hacia ellos, quienes durante todos estos años confiaron en mí y comprendieron mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos, además, que se han sacrificado mucho para esto.

Les agradezco también a mis hermanas por estar siempre cerca y principalmente a mi sobrinos Joryanis e Isyenis, mi familia que siempre estuvo cerca de mí, mi novia y mi suegra que me siguen muy de cerca, a los compañeros de estudio y en general a todo el que de una forma u otra me brindó apoyo, gracias a la vida que tengo y a mis amigos que más quiero. A todos ellos les estoy eternamente agradecidos.

Sonia

Ante todo quisiera agradecer a mi mamá y a mi papá, esas figuras que sin dudas son en mi vida lo mejor de este mundo, agradecerles por confiar en mí, por apoyarme como lo han hecho siempre, por educarme y forjar en mí una persona de principios, por brindarme ese amor permanente y comprensión infinita... gracias de todo corazón y sepan siempre, que estoy orgullosa de ser su hija.

A mi hermana tata y a mi titi por siempre estar pendiente de mí, por sus consejos y por darme fuerzas para seguir adelante. A mi hermano porque de una forma u otra también ayudó a que me mantuviera en esta universidad.

A mi novio Carlos, por soportar todo el tiempo que estuvimos separados, por tu amor sincero y tu comprensión gracias corazoncito.

A mis tíos Abel, Roberto y Oscar, a mis primas Zoilita, Susana y Suset por acogerme en su casa. En general a todos muchas gracias por su ayuda y apoyo cuando lo necesitaba, muchas gracias.

No puedo dejar de agradecerle a mi tutor que me ayudó en todo momento, desde que iba a ser mi oponente me estuvo ayudando, gracias Yaciel.

A los profes y a mis compañeros del proyecto muchas gracias por su ayuda. Y por último pero no por ser el menos importante, debo agradecerle a mi compañero de tesis Samuel por ser protagonista también de este triunfo.

Samuel

Me gustaría dedicar esta tesis

A mi familia, en especial mis padres y sobrinitos, mis padres por su enseñanza y sus consejos, y mis sobrinitos por ser mi motor impulsor de la vida. Muy especial mi mamá

A todos ellos muchas gracias de todo corazón.

Sonia

Dedico mi trabajo de diploma a mi mami y a mi papi por darme su apoyo en los momentos más difíciles, por ayudarme y guiarme por el camino correcto, Por haberme dado una buena educación y sobre todas las cosas por haberme dado la vida. A mi mamá y mi papá que son mi razón de existir, para ellos que son mi vida y su mayor orgullo ha sido siempre ver a su niña graduada dedico este título.

Resumen

La presente investigación, surge en el marco de trabajo del Proyecto: “*Sistema Automatizado Cubano para el Control de Equipos Médicos (SACCEM)*”, en convenio de colaboración con el Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM) y la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). El presente trabajo tiene como objetivo, la implementación de una aplicación web que permita al CCEEM y en específico, al Departamento de Radiofísica, controlar y gestionar la información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el modelo Integración de Modelos de Madurez de Capacidades (CMMI) apoyándose en los pasos que brinda la metodología de desarrollo Proceso Unificado de Desarrollo (RUP), el cual utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) y como herramienta para el modelado Visual Paradigm 6.4.

Para la implementación se utilizó el framework Symfony 1.2.7, basado en el lenguaje de programación del lado del servidor PHP 5.3.2. MySQL 5.3.2, como sistema gestor de base de datos y para el diseño de la misma DBDesigner Fork 4.0. Para el diseño de las interfaces de la aplicación se hizo uso de la herramienta Ext JS 2.2.

La aplicación permitirá eliminar la elaboración de forma manual de los informes y dictámenes emitidos después de realizar las pruebas y auditorías a los equipos médicos. Agilizar la elaboración y entrega de los informes finales de las auditorías.

Palabras claves: entidades reguladoras, radiaciones ionizantes

Índice

Introducción	1
1 Capítulo 1 Fundamentación Teórica.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Estado del Arte	6
1.3 Arquitectura del Sistema.....	7
1.3.1 Patrón Modelo Vista Controlador (MVC)	7
1.4 CMMI	8
1.5 RUP	9
1.6 UML 2.0.....	9
1.7 Visual Paradigm 6.4	10
1.8 Apache 2.0.....	10
1.9 PHP 5.3.2.....	10
1.10 Symfony 1.2.7	10
1.11 Ext JS 2.2.....	11
1.12 Zend Studio 6.0	11
1.13 MySQL 5.3.2.....	11
1.13.1 DBDesigner Fork 4.0.....	12
2 Capítulo 2: Características del Sistema	13
2.1 Reglas del Negocio	14
2.2 Actores y Trabajadores del Negocio	14
2.3 Diagramas de Casos de Uso del Negocio.....	17
2.4 Especificación de los Casos de Uso del Negocio.....	17
2.4.1 Caso de Uso Realizar pruebas de aceptación: Descripción Textual.....	17
2.4.2 Caso de Uso Realizar auditoría: Descripción Textual.....	19
2.4.3 Caso de Uso Realizar auditoría Medicina Nuclear: Descripción Textual	22
2.4.4 Caso de Uso Realizar auditoría Radioterapia: Descripción Textual	24

2.4.5	Diagrama de Clases del Modelo de Objeto del Negocio	27
2.5	Especificación de los requisitos de software.	27
2.5.1	Requisitos Funcionales	27
2.5.2	Requisitos No Funcionales	29
2.6	Definición de los casos de uso del Sistema	31
2.7	Definición de los actores del Sistema.	31
2.8	Diagrama de Caso de Uso del Sistema	33
2.9	Especificación de los Casos de Uso del Sistema.	34
3	Capítulo 3: Diseño del Sistema.	36
3.1	Modelo de Diseño	36
3.1.1	Diagrama de Clases de Diseño del Sistema.	37
3.1.2	Diagrama de Secuencia.	40
4	Capítulo 4: Implementación.	43
4.1	Modelo de datos	43
4.2	Modelo de Implementación	48
4.3	Diagrama de Componentes	48
4.4	Diagrama de Despliegue	51
	Referencias Bibliográficas	54
	Bibliografía	56

Introducción

En las últimas décadas las tecnologías han ido aumentando favorablemente, uno de los campos que ha sido beneficiado es el de la salud, ya que han sido aplicadas en la fabricación de equipos y dispositivos médicos. Por tal motivo ha aumentado la venta de los mismos en el mercado mundial, además se ha incrementado la donación de equipos. Estos son algunos de los aspectos que ha evidenciado la necesidad de establecer programas de regulación por parte de las entidades e instituciones reguladoras de equipos médicos.

El desarrollo del Programa Regulador cubano ha transitado por varias etapas, que han sido determinadas por un continuo y riguroso proceso de registro y evaluación de equipos médicos, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos a la hora de ser introducidos en el Sistema Nacional de Salud (SNS).

En Cuba el Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM), es la entidad cubana reguladora de equipos médicos, cuya misión es garantizar la seguridad y eficacia de los equipos médicos que se utilizan en el SNS, mediante inspecciones sistemáticas para comprobar el cumplimiento de buenas prácticas, de forma que contribuya a la protección de los pacientes, el personal médico y paramédico. Su acción alcanza a todas las instituciones del SNS, fabricantes e importadores de tecnología médica. Ha desarrollado múltiples tareas desde este punto de vista, orientadas a perfeccionar el Programa Regulador cubano, a aumentar la visibilidad del mismo y a trazar estrategias que continúen su desarrollo e intercambio en el mundo.

Cuando un equipo médico es instalado en una unidad de salud, es registrado por el CCEEM. Si éste equipo médico emite radiaciones ionizantes, el encargado de llevar el registro y evaluación del equipo es el Departamento de Radiofísica del CCEEM. El mismo ha venido trabajando desde hace varios años en el control de la calidad de los equipos médicos que emiten radiaciones ionizantes por la frecuente complejidad técnica, el alto riesgo potencial que poseen estos equipos. Además del amplio campo de aplicaciones clínicas y por los requerimientos de seguridad radiológica que presentan.

Para llevar un control de estos equipos médicos en el departamento, surgió la necesidad de crear el Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica, el cual se incluyó dentro del Sistema Automatizado Cubano para el Control de Equipos Médicos (SACCEM) 1.0 desarrollados en la Universidad

de las Ciencias Informáticas (UCI), para lograr una organización general de la información de estos equipos en el departamento.

Actualmente el Departamento de Radiofísica decidió dividirse en las áreas de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia, con el fin de tener un control más estricto de los equipos médicos existentes en cada una de ellas.

Inicialmente, el módulo respondía a las necesidades del Departamento de Radiofísica, ya que éste no estaba dividido en las áreas anteriormente mencionadas, el control de los equipos se llevaba de forma global y la información no estaba organizada por áreas. A partir de la nueva estructura organizativa, el Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica, no se ajusta a los cambios efectuados y es incapaz de adaptarse a las nuevas políticas organizativas del departamento.

La primera versión del Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica no brinda la posibilidad de notificar cuando un equipo médico está roto y/o funciona en mal estado. Por otra parte, no existe un control de los informes emitidos como resultado de las auditorías y pruebas realizadas a los equipos médicos. Asimismo, la Comunicación Oficial para informar a la dirección de la institución que va a ser auditada, no está informatizada aún, se realiza por medio de correo electrónico y/o vía telefónica. Igualmente, no se tiene el control de las actividades que realizan los especialistas del Departamento de Radiofísica.

Dada la situación problemática anteriormente planteada se tiene como **problema a resolver** la incapacidad del Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica del SACCEM 1.0 de adaptarse a los nuevos cambios aplicados en la estructura, forma de gestionar y controlar la información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes en el Departamento de Radiofísica del CCEEM.

La investigación tiene como **objeto de estudio** el proceso de gestión de la información de los equipos médicos del CCEEM y como **campo de acción** el proceso de gestión y control de la información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes en el Departamento de Radiofísica del CCEEM.

Para la solución del problema se plantea como **objetivo general** desarrollar una nueva versión del Módulo de Gestión de la información para el Departamento de Radiofísica del CCEEM mediante una aplicación Web para mejorar la forma de gestionar y controlar la información de los equipos médicos que

emplean radiaciones ionizantes a partir de los cambios realizados en la nueva estructura organizativa en el Departamento de Radiofísica del CCEEM.

Para darle cumplimiento al objetivo general se tienen las siguientes **tareas de la investigación**:

- ❖ Realizar un análisis sobre la forma en que se gestiona y controla la información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes en el Departamento de Radiofísica para comprender los problemas actuales del negocio.

- ❖ Analizar el proceso de gestión de la información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes en las áreas de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia del CCEEM para derivar los requerimientos del sistema que va a soportar la organización.

- ❖ Efectuar un estudio de los sistemas informáticos, que gestionan información de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes, existentes en el ámbito nacional e internacional para determinar las semejanzas y diferencias funcionales que presentan con respecto a la aplicación que se propone.

- ❖ Diseñar los principales artefactos de los flujos de trabajo Modelado del Negocio, Requerimientos, Análisis y Diseño e Implementación que propone la metodología de desarrollo RUP para obtener una visión clara de los procesos del negocio a informatizar.

- ❖ Implementar las funcionalidades correspondientes del módulo Gestión para el Departamento de Radiofísica del CCEEM, teniendo en cuenta los cambios en la nueva estructura del departamento para darle solución a las necesidades actuales del cliente.

El presente documento está estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica: En este capítulo se brinda una panorámica sobre la situación problemática del tema a tratar y se hace un análisis de la solución ya existente en la nación así como internacionalmente y la nueva propuesta, así como una explicación del ambiente de desarrollo empleado para la realización del nuevo sistema informático.

Capítulo 2: Características del Sistema: En este capítulo se describe el funcionamiento del negocio a través del Diagrama de Casos de Uso del Negocio y la descripción textual de cada caso de uso. Se definen además las reglas del negocio, los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, a

través del Diagrama de Casos de Uso del Sistema y las descripciones de los casos de uso para comprender mejor el funcionamiento de la aplicación.

Capítulo 3: Diseño del Sistema: Este está relacionado con el diseño del sistema, se identifican las clases del diseño con el propósito de refinar los requisitos funcionales identificados con anterioridad. Se construye además el Modelo del diseño para aplicaciones web lo cual constituye una ayuda para la Fase de Elaboración.

Capítulo 4: Implementación: Este capítulo está enfocado al flujo de trabajo Implementación para dar solución a los requerimientos funcionales identificados. Se construye el Diagrama de Componentes.

1 Capítulo 1 Fundamentación Teórica

En el presente capítulo se aborda sobre los antecedentes y tendencias de la regulación de los equipos médicos que emiten radiaciones ionizantes en el mundo y nacional, así como el ambiente de desarrollo para la Implementación de la nueva versión del Módulo de Gestión de la información para el Departamento de Radiofísica.

Las radiaciones ionizantes son un modo de transferencia de energía, a través de partículas o de ondas electromagnéticas, capaces de producir iones en los medios con los que interactúan. (1)

El uso de las mismas en la medicina, ha traído grandes beneficios para la salud de los pacientes. De igual forma su empleo descontrolado, ocasiona grandes daños en los trabajadores que la emplean, en los pacientes y en la población en general, por eso se hace necesario que existan entidades que se encarguen de verificar la efectividad, seguridad y eficacia de los equipos médicos de Radiofísica.

A continuación se brinda información sobre algunos antecedentes de la regulación de equipos médicos que emplean las radiaciones ionizantes internacional y nacionalmente.

1.1 Antecedentes

Durante el Primer Congreso Internacional de Radiología, celebrado en Londres, Reino Unido, en 1925, se creó la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (CIUR) con el fin de proponer magnitudes y unidades de medida apropiadas para evaluar la exposición a las radiaciones. (2)

En el año 1928, se establecieron las bases de lo que con el tiempo pasaría a denominarse la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), el cual es un organismo de carácter consultivo, formado por expertos de todo el mundo. Su misión es proporcionar recomendaciones y orientar en torno a la protección radiológica frente a las radiaciones ionizantes. En este congreso se elaboraron las primeras normas de protección radiológica, dichas medidas significaron el nacimiento de esta importante disciplina donde se vinculan la Física y la Medicina. (3)

La CIUR, así como la CIPR son organizaciones nacidas de la Radiología Médica, que han contribuido a definir valores de riesgos máximos tolerables, que se emplean en la

protección radiológica. (4) Cada país tiene el deber de definir los objetivos en materia de protección radiológica, tomando los límites recomendados por las organizaciones antes mencionadas como nivel superior y estos valores pueden variar de acuerdo con las características de cada sistema sanitario.

En Cuba, la protección radiológica ha alcanzado un notable nivel de desarrollo en los últimos años. El motor impulsor de esta disciplina en el país fue el Dr. Jorge Gavilondo González, profesor de Radiología de la Escuela de Medicina de la Universidad de La Habana y su destacada participación en el Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (INOR), así como la cooperación de varios centros que apoyaron para obtener una cultura sobre este tema. (5)

Desde el año 1992, Cuba cuenta con un organismo regulador para evaluar el funcionamiento efectivo y la seguridad radiológica de los equipos médicos que se encuentran en cada una de las instituciones de salud del todo el país, el CCEEM, su función fundamental es garantizar la seguridad, eficacia y efectividad de los equipos médicos que son utilizados en el SNS, ya sean importados o de factura nacional.

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó una búsqueda sobre los sistemas informáticos que incluyan los procesos de gestión y control de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes.

1.2 Estado del Arte

Clinet 1.0 es una aplicación informática utilizada en el hospital Juan Ramón Jiménez, en España. Fue desarrollada por los mismos especialistas del Departamento de Radiofísica Médica y Protección Radiológica, utilizándola con fines de formación y difusión relacionada a sus actividades, así como la información y las noticias relacionadas con la especialidad de interés para los trabajadores sanitarios, y tiene como objetivo gestionar la totalidad de la información del trabajo realizado.

Para el desarrollo de la misma, se utilizó la herramienta Microsoft Office SharePoint Server (MOSS) ®, la cual es una nueva aplicación de servidor que forma parte de Microsoft Office System 2007 y requiere de .net Framework 3.0, por lo que no es factible utilizarla debido a que son herramientas privadas y poseen un alto costo para la compra y actualización de su licencia, además no es adaptable a los cambios y reglas que rigen los procesos actuales del negocio.

El Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica 1.0, es otra aplicación informática que se encarga de controlar y gestionar la información de los equipos médicos que emiten radiaciones ionizantes en el Departamento de Radiofísica. Esta aplicación en un momento determinado era factible al departamento, ya que gestionaba la información necesaria para cumplir las necesidades del mismo.

Luego de la nueva estructura del departamento, el módulo anteriormente mencionado no es compatible con los procesos actuales del negocio, pues ahora el Departamento de Radiofísica está dividido en tres áreas, y la información que se gestiona debe ser más específica y no de forma general como estaba anteriormente. Igualmente, con la primera versión del módulo el especialista de Radiofísica del departamento no conocía cuando un equipo está roto o funcionando en mal estado, además de la necesidad de incluir nuevos requerimientos funcionales en el sistema.

1.3 Arquitectura del Sistema

1.3.1 Patrón Modelo Vista Controlador (MVC)

El patrón de diseño MVC, describe una forma muy utilizada en la web de organizar el código de una aplicación, formado por tres componentes Modelo, Vista, y Controlador.

El Modelo representa la información con la que trabaja la aplicación, es decir, la lógica del negocio. (6)

La Vista transforma el modelo en una página web que permite al usuario interactuar con ella. (7)

El Controlador se encarga de procesar las interacciones del usuario y realiza los cambios apropiados en el modelo o en la vista. (8)

El empleo del patrón MVC proporciona varias ventajas para el desarrollo de la aplicación por ejemplo:

- ❖ Las vistas proveen mayor flexibilidad y agilidad.
 - ✓ Se puede crear múltiples vistas de un modelo.
 - ✓ Las vistas pueden anidarse.
 - ✓ Se puede cambiar el modo en que una vista responde al usuario sin cambiar su representación visual.

- ✓ Se puede sincronizar las vistas.
- ❖ Facilita el mantenimiento del sistema.

Para el desarrollo de la aplicación se centrará el proceso en el modelo Integración de Modelos de Madurez de Capacidades (CMMI, por sus siglas en inglés).

1.4 CMMI

Es un modelo que provee lineamientos para las empresas u organizaciones que deseen una mejora continua y efectiva en sus procesos de desarrollo de software, consta de 22 áreas de procesos y establece 5 niveles de madurez. CMMI posee dos representaciones: continua y escalonada.

A continuación se desglosan los niveles de madurez para la representación escalonada, utilizada en la UCI, así como las áreas de procesos por la que está compuesto el nivel 2, el que se pretende alcanzar en la UCI:

- ❖ Nivel 1 (Inicial): El proceso es impredecible, es reactivo y pobremente controlado.
- ❖ Nivel 2 (Gestionado): El proceso es reactivo y se caracteriza por su aplicación a proyectos.
- ❖ Nivel 3 (Definido): Existe un proceso de software documentado y estandarizado dentro de la organización.
- ❖ Nivel 4 (Gestionado Cuantitativamente): El proceso es medido y controlado.
- ❖ Nivel 5 (Optimizado): El proceso se enfoca en la mejora continua.

Áreas de procesos incluidas en el nivel 2 de CMMI:

- ❖ REQM (Por sus siglas en inglés): Administración de Requisitos
- ❖ PP (Por sus siglas en inglés): Planificación de Proyectos
- ❖ PMC (Por sus siglas en inglés): Monitoreo y Control del Proyecto
- ❖ SAM (Por sus siglas en inglés): Administración de Acuerdos de Proveedores
- ❖ MA (Por sus siglas en inglés): Medición y Análisis
- ❖ PPQA (Por sus siglas en inglés): Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos

❖ CM (Por sus siglas en inglés): Gestión de la configuración

El presente trabajo se basa en el área de proceso REQM, el cual tiene como objetivo gestionar los requisitos de los elementos del proyecto y sus componentes e identificar inconsistencias entre estos requisitos, el plan de proyecto y los elementos de trabajo.

Para esto, el IPP-3510_2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos constituye una guía. El cual describe el ciclo de vida a perseguir en los proyectos implicados en el proceso de mejora. Consta de nueve fases, *Estudio Preliminar, Modelación del Negocio, Requisitos, Análisis y Diseño, Implementación, Pruebas Internas, Pruebas de Liberación, Despliegue y Soporte*; estableciéndose por cada fase la relación con los subprocesos descritos en el libro de proceso específico del área Administración de requisitos.

REQM utiliza el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP, por sus siglas en inglés) para generar todos los artefactos contemplados en esta área.

1.5 RUP

Es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas software. Está basado en componentes y posee tres características esenciales: (9)

- ❖ Dirigido por casos de uso
- ❖ Centrado en la arquitectura
- ❖ Iterativo e Incremental

RUP utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés).

1.6 UML 2.0

Es un lenguaje de modelado visual que se utiliza para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. (10)

Para el modelado de la aplicación se empleará el UML 2.0, pues este lenguaje proporciona a los desarrolladores un mejor entendimiento y asimilación del proyecto, minimiza el tiempo invertido en el desarrollo de la arquitectura, y además agiliza la detección y resolución de errores.

Teniendo en cuenta la arquitectura definida por el área temática Sistema de Apoyo a la Salud (SAS), se utiliza el Visual Paradigm 6.4 como herramienta para el modelado.

1.7 Visual Paradigm 6.4

Es una herramienta multiplataforma, se utiliza para el modelado de los diagramas de UML, como *Diagrama de Casos de Uso del Negocio*, *Diagrama de Actividad*, *Diagrama de Objeto*, *Diagrama de Clases*, *Diagrama de Interacción*, entre otros. Es muy fácil de usar y posee una interfaz gráfica muy agradable para el usuario.

1.8 Apache 2.0

Apache es el servidor web más utilizado hoy en día, debido a que es multiplataforma, ya que ha sido desarrollado para plataformas como WinX, Netware, Unis y Linux, además es modular ya que puede ser adaptado a diferentes entornos y necesidades, es extensible, gracias a que es modular, se han desarrollado varias extensiones entre las que se destaca Hypertext Preprocessor (PHP). (11)

La implementación de la aplicación, se lleva a cabo mediante el lenguaje de programación del lado del servidor PHP.

1.9 PHP 5.3.2

Es un lenguaje de programación del lado del servidor, tiene como característica que es fácil de aprender, y está pensado para desarrollar páginas web eficientes. Se utiliza para escribir el contenido dinámico de las páginas. Soportado por la mayoría de los servidores web entre ellos Apache. Se utiliza en cualquier sistema operativo. Permite manipular la información almacenadas en la base de datos como MySQL. (12)

Para un mejor manejo de este lenguaje de programación, se utilizó Symfony 1.2.7.

1.10 Symfony 1.2.7

Es framework diseñado para optimizar, el desarrollo de las aplicaciones web, debido a sus características, está programado en PHP 5, separa la lógica del negocio, el servidor, y la presentación de la aplicación web utilizando el patrón MVC. Es compatible con la mayoría de los gestores de base de datos como MySQL. (13)

El diseño de las interfaces para el Módulo de Gestión para el Departamento de Radiofísica se realiza a través de Ext JS 2.2.

1.11 Ext JS 2.2

Es un framework JavaScript del lado del cliente, que permite crear aplicaciones web con interfaces muy similares a la de una aplicación de escritorio. Entre sus características se pueden encontrar que es multiplataforma, completamente orientado a objetos, y posee múltiples posibilidades para el trabajo con las validaciones y manejo de errores en el cliente.

1.12 Zend Studio 6.0

Zend Studio es un programa orientado a desarrollar aplicaciones web, que utiliza PHP como lenguaje de programación. Permite hacer versiones rápidas para Linux y Windows debido a que está escrito en Java. Consta de dos partes, las funcionalidades de parte del cliente y las del servidor. Ambas se instalan por separado, la del cliente contiene la interfaz de edición y la de ayuda.

Permite además hacer depuraciones simples de scripts, aunque para disfrutar de toda la potencia de la herramienta de depuración, habrá que disponer de la parte del servidor que instala Apache y el módulo PHP. La interfaz está compuesta por un explorador de archivos, los menús, una ventana de depuración, y otra para mostrar el código de las páginas. (14)

Para definir, crear y mantener la base de datos, se utilizó el sistema gestor de base de datos MySQL 5.3.2 ya que es una política del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) para sus aplicaciones y para el diseño de la misma DBDesigner Fork 4.0.

1.13 MySQL 5.3.2

MySQL es un servidor de bases de datos SQL de código abierto, lo que significa que cualquier programador puede remodelar el código de la aplicación para mejorarlo. Existen versiones de MySQL para Linux y Windows, esto lo hace que sea multiplataforma. (15)

1.13.1 DBDesigner Fork 4.0

Es una herramienta que se emplea para el diseño visual de bases de datos, modelado, creación y mantenimiento de éstas.

En el capítulo se realizó un estudio sobre las aplicaciones informáticas, que gestionan y controlan la información de los equipos médicos que emiten radiaciones ionizantes en Cuba y en el mundo. La investigación evidenció que a nivel nacional existe una aplicación que realiza dicha gestión, pero de forma ineficiente, debido a que no se adapta a la nueva forma de gestionar y controlar la información en el Departamento de Radiofísica del CCEEM. A nivel mundial, aunque existe una aplicación que podría tenerse en cuenta, esta no se comercializa, por lo que no se encontró ningún sistema informático que se adapte a las características que necesita la especialidad de Radiofísica. Por estas razones se propone la realización de una aplicación, con el uso de las tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web, descritas en el capítulo.

2 Capítulo 2: Características del Sistema

En este capítulo se presentan las reglas generales que se deben cumplir en el negocio, el modelado del negocio, para lo cual se identifican y describen cada uno de los actores y trabajadores. Así como los casos de uso del negocio, realizando para cada uno su descripción textual, los Diagramas de Actividad y el Modelo de Objetos. Se plantean los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación a desarrollar modelando la misma en términos de casos de uso del sistema.

El Departamento de Radiofísica, se encarga de garantizar que los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes, existentes en las unidades de salud de todo el país, funcionen de manera segura y efectiva. Realizan anualmente auditorías de calidad, para garantizar el cumplimiento de los requisitos regulatorios establecidos en la Resolución 25/98 Reglamentos para la Autorización de Prácticas Asociadas al Empleo de Radiaciones Ionizantes, con el objetivo de proteger la vida de las personas expuestas a las radiaciones, así como el medio ambiente.

Durante las vistas realizadas al Departamento de Radiofísica, se pudieron identificar dos procesos: **Proceso de Gestión de la Información de los Equipos Médicos** y **Proceso de Control de la Información de los Equipos Médicos**. Para llevar a cabo el primer proceso, el departamento cuenta con una aplicación informática, la cual registra los datos de los equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes de forma general y no organizada de acuerdo con el área que pertenece, lo que trae como consecuencia que sea más difícil tener el control de éstos.

En el segundo proceso, los especialistas del departamento llevan un registro de todos los informes, en el que recogen la información obtenida como resultado de las auditorías de calidad y pruebas realizadas a los equipos médicos. El llenado de todos los informes se realiza de forma manual, lo que resulta muy complejo debido al gran volumen de información que se almacena, ocasionando duplicación de la misma, que exista algún error a la hora de llenar estos informes o pérdida de los mismos. No existe un plan de trabajo informatizado, que controle las actividades realizadas por los especialistas del departamento.

Capítulo 2: Características del Sistema

2.1 Reglas del Negocio

❖ El informe final de la auditoría es confidencial, su archivo y compartimento está sujeto a los procedimientos pertinentes dentro del Departamento de Radiofísica del CCEEM.

❖ El personal de la práctica debe tener su licencia personal abalada por el Grupo Central Regulatorio.

❖ Poseer la licencia institucional para realizar las auditorías de calidad y las visitas técnicas.

❖ La manipulación del equipamiento durante la toma de datos y comprobación del desempeño de los programas de control de calidad de medicina nuclear, se harán solamente por el personal de la institución, directamente encargado de dichas operaciones.

❖ Los principales aspectos relacionados con la seguridad y la protección radiológica, que impliquen riesgos potenciales para el paciente y Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs), serán comunicados por el CCEEM al Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN).

❖ Se debe garantizar la vigilancia radiológica individual del equipo auditor, según lo establecido en el Reglamento Normas Básicas Seguridad de las Fuentes y Protección Radiológica.

❖ Las personas que participan en las auditorías de calidad, no pueden enviar el informe por otra vía que no sea correo certificado o entrega personal.

2.2 Actores y Trabajadores del Negocio

Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externa con los que el negocio interactúa. Lo que se modela como actor es el papel que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados. (16)

Actor	Descripción
Vendedor	Es la persona encargada de realizar la prueba de aceptación al equipo, para

Capítulo 2: Características del Sistema

	determinar si puede o no ser registrado el en la unidad de salud.
Jefe del Servicio	Es la persona que se encuentra al frente del servicio de Medicina Nuclear o Radioterapia de la institución que va a ser auditada. Responsable de enviar la información preliminar solicitada para proceder a realizar la auditoría de calidad a los servicios antes mencionados.

Tabla 1 Actores del Negocio

Un trabajador del negocio es una abstracción de una persona (o grupo de personas), una máquina o un sistema automatizado que actúa en el negocio realizando una o varias actividades, interactuando con otros trabajadores del negocio y manipulando entidades del negocio. (17)

Trabajador	Descripción
Especialista de Radiofísica del CCEEM	Es la persona encargada de participar en la prueba de aceptación, realizar las pruebas para determinar el apto para uso clínico del equipo y emitir el dictamen de apto para uso clínico, así como gestionar su plan de trabajo en el departamento.
Jefe de Departamento de Radiofísica del CCEM	Es la persona encargada de enviarle la comunicación oficial al Jefe del Servicio de la institución a auditar, además de la solicitud de participación a los especialistas de otras entidades a participar en la auditoría.
Auditor	Es la persona capacitada para realizar auditorías de calidad a los equipos y servicios de las instituciones de salud.
Auditor Medicina Nuclear	Es la persona capacitada para realizar

Capítulo 2: Características del Sistema

	auditorías de calidad, a los equipos y servicios de Medicina Nuclear en las instituciones de salud. Recolecta la información en los informes Aspectos Técnicos y Aspectos de Protección Radiológica.
Auditor Radioterapia	Es la persona capacitada para realizar auditorías de calidad, a los equipos y servicios de Radioterapia en las instituciones de salud. Recolecta la información en los informes Aspectos de Seguridad, Informe Aspectos Físicos, Informe Aspectos Clínicos, Información General.

Tabla 2 Trabajadores del Negocio

El modelo de Casos de Uso del Negocio, es un modelo que describe los procesos de un negocio (casos de uso del negocio) y su interacción con elementos externos (actores). Describe las funciones que el negocio pretende realizar y su objetivo básico es describir cómo el negocio es utilizado por sus clientes y socios. (18)

2.3 Diagramas de Casos de Uso del Negocio

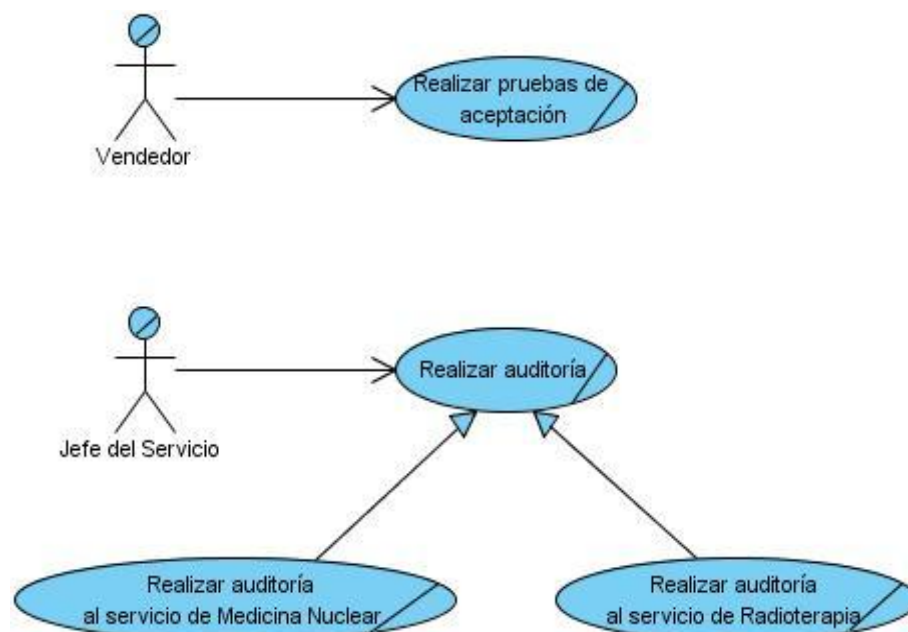


Figura 1.1 Diagrama Casos de Uso del Negocio

2.4 Especificación de los Casos de Uso del Negocio

2.4.1 Caso de Uso Realizar pruebas de aceptación: Descripción Textual

Caso de Uso del negocio	Realizar pruebas de aceptación
Actores	Vendedor (inicia).
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Vendedor realiza la prueba de aceptación al equipo en presencia del Especialista de Radiofísica del CCEEM y otros miembros del Centro Nacional de Electromedicina y el Centro Provincial de Electromedicina. Durante este proceso se llena el dictamen de aceptación y apto para uso clínico del equipo, finalizando el caso de uso con la emisión de éstos a la dirección de la institución con copia al personal de servicio de la institución donde está instalado el equipo.
Casos de Uso asociados	-

Capítulo 2: Características del Sistema

Acción del actor		Respuesta del proceso de negocio
1-El vendedor realiza la Prueba de aceptación al equipo.		2-El Especialista de Radiofísica del CCEEM realiza pruebas para determinar el apto de uso clínico del equipo.
		3-El Especialista de Radiofísica del CCEEM emite el Dictamen para uso clínico del equipo.
		4-El Especialista de Radiofísica del CCEEM envía el Dictamen para uso clínico a la dirección de la institución con copia al servicio donde se encuentra instalado el equipo.
Otras secciones	2.1 Si no se acepta el equipo se le informa al vendedor.	
Mejoras propuestas		

Tabla 3 Caso de Uso del Negocio: Realizar pruebas de aceptación

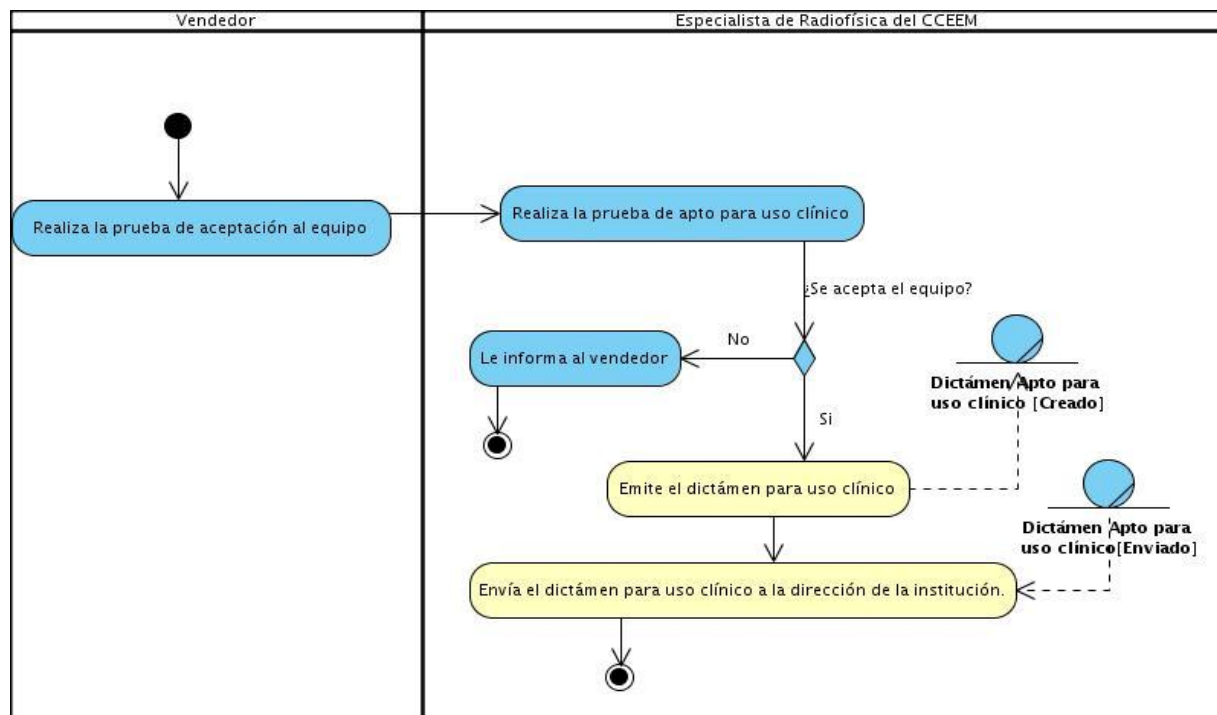


Figura 1.2 Diagrama de Actividad Caso de Uso del Negocio: Realizar pruebas de aceptación

2.4.2 Caso de Uso Realizar auditoría: Descripción Textual

Caso de Uso del Negocio	Realizar auditoría (caso de uso base generalizado)	
Actores	Jefe del Servicio (inicia)	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Jefe de Departamento de Radiofísica del CCEEM decide programar una auditoría para el servicio de Medicina Nuclear o Radioterapia de una institución de salud. Estableciendo de mutuo acuerdo la fecha con el Jefe del Servicio de la institución a auditar. El caso de uso termina cuando se le envía el informe final de la auditoría al Jefe del Servicio de la institución a auditar.	
Casos de Uso asociados	-	
Sección “Programar auditoría”		
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio	
	1-El Jefe de Departamento de Radiofísica	

Capítulo 2: Características del Sistema

	coordina con el Jefe del Servicio de la Institución a Auditar la fecha de la auditoría.
2- El Jefe del Servicio aprueba la fecha de la auditoría	3- El Jefe de Departamento de Radiofísica envía la Comunicación Oficial.
4- El Jefe del Servicio recibe la Comunicación Oficial.	5- El Jefe de Departamento de Radiofísica archiva la fecha de la auditoría en el registro RE 06-06-1-04 Cronograma Nacional de Auditorías de Calidad en Medicina Nuclear.
Sección “Revisión Preliminar”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	6- El Jefe de Departamento de Radiofísica pide la Información Preliminar
7-El Jefe del Servicio envía la Información Preliminar.	8- El Jefe de Departamento de Radiofísica recibe la Información Preliminar.
	9- El Jefe de Departamento de Radiofísica le entrega la Información Preliminar al Auditor.
	10- El Auditor revisa los datos suministrados una vez recibido en el modelo de recogida de datos Información Preliminar.
	11- El Auditor asigna a cada miembro del Equipo Auditor los elementos del PCC que le corresponderá auditar.
	12-El Auditor verifica el estado de todo el equipamiento y accesorios necesarios para la ejecución de la auditoría.
	13- El Auditor prepara los documentos de trabajo.
	14- El Auditor realiza la reunión de apertura.
	15- El Auditor verifica que la Información

Capítulo 2: Características del Sistema

	Preliminar requerida a la institución en la Comunicación Oficial de la auditoría, contenida en el modelo Información Preliminar está acorde con los registros presentes en el servicio, está disponible y es utilizada en la rutina por personal capacitado.
Sección “Realizar auditoría”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
Se invoca a la sección: “Realizar auditoría” del caso de uso “Realizar auditoría Medicina Nuclear”, “Realizar auditoría Radioterapia”. En dependencia del área a la que pertenezca el equipo.	
Sección “Entregar informe auditoría”	
	16- El Auditor procede a llenar el Informe final de la auditoría.
	17-El Auditor envía el Informe final de la auditoría al Jefe del Servicio de la Institución con copia Departamento de Radiofísica Médica y al CNSN.
18- Jefe del Servicio recibe el Informe final de la auditoría.	19- El Auditor llena el registro de Control de Informes Entregados. Finalizando el caso de uso.
Otras secciones	2.1-Desaprueba la fecha de la auditoría y propone nueva fecha.
Mejoras propuestas	

Tabla 4 Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría

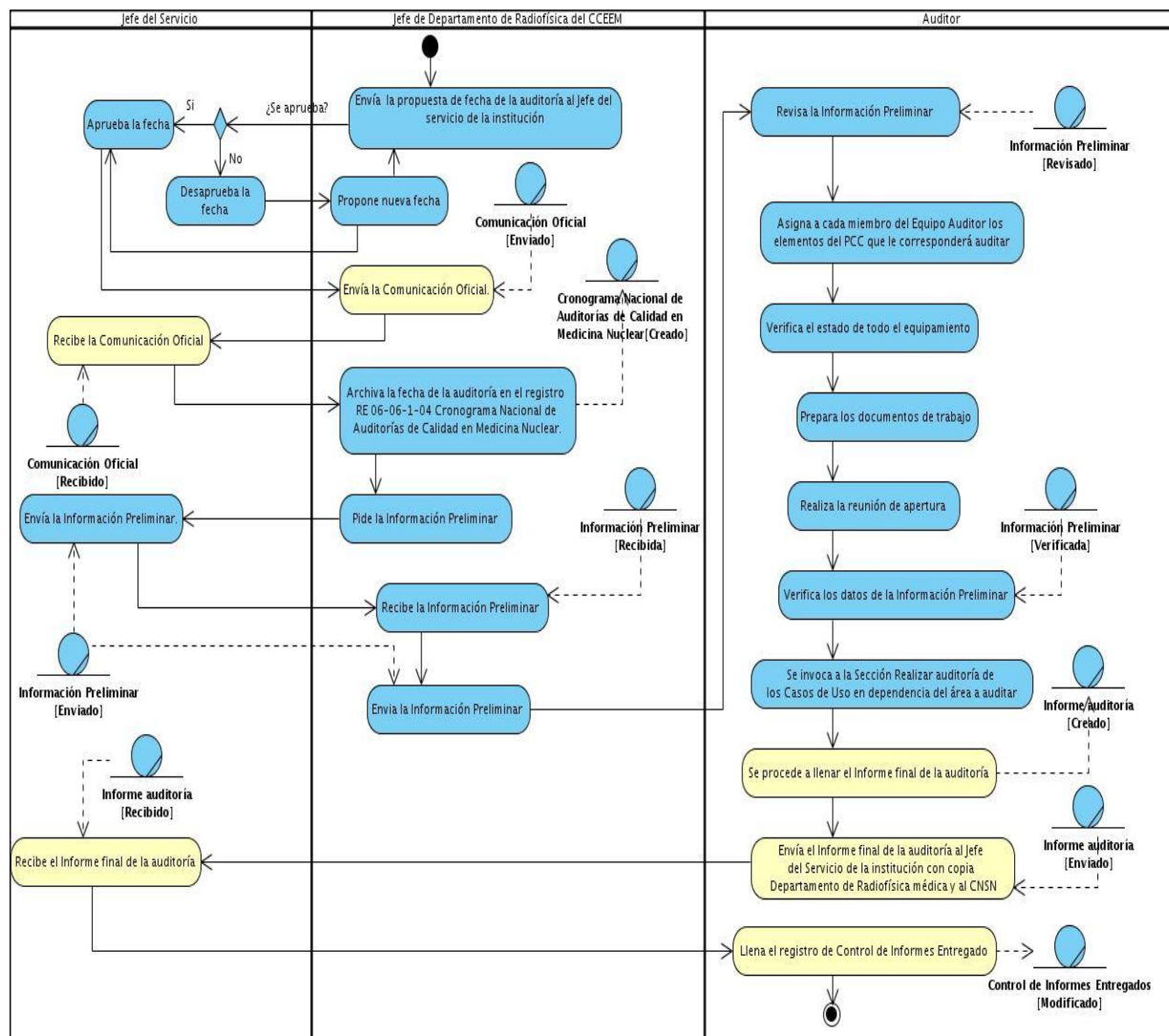


Figura 1.3 Diagrama de Actividad Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría

2.4.3 Caso de Uso Realizar auditoría Medicina Nuclear: Descripción Textual

Caso de Uso del Negocio	Realizar auditoría Medicina Nuclear
Actores	Jefe del servicio
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Especialista de Medicina Nuclear realiza una auditoría de calidad a dicho servicio en una institución de salud. Finalizando el caso de uso con el envío del informe final de la auditoría.

Capítulo 2: Características del Sistema

Casos de Uso asociados	-
Sección “Programar auditoría”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
Se invoca a la Sección “Programar auditoría” del caso de uso generalizado Realizar auditoría.	
Sección “Revisión preliminar”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
Se invoca a la Sección “Revisión preliminar” del caso de uso generalizado Realizar auditoría.	
Sección “Realizar auditoría”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	16-El Auditor Medicina Nuclear llena los modelos de recogida de datos Aspectos Técnicos y Aspectos de Protección Radiológica.
Sección “Entregar informe auditoría”	
Se invoca a la Sección “Entregar informe auditoría” del caso de uso generalizado Realizar auditoría.	
Otras secciones	
Mejoras propuestas	

Tabla 5 Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría Medicina Nuclear

Capítulo 2: Características del Sistema

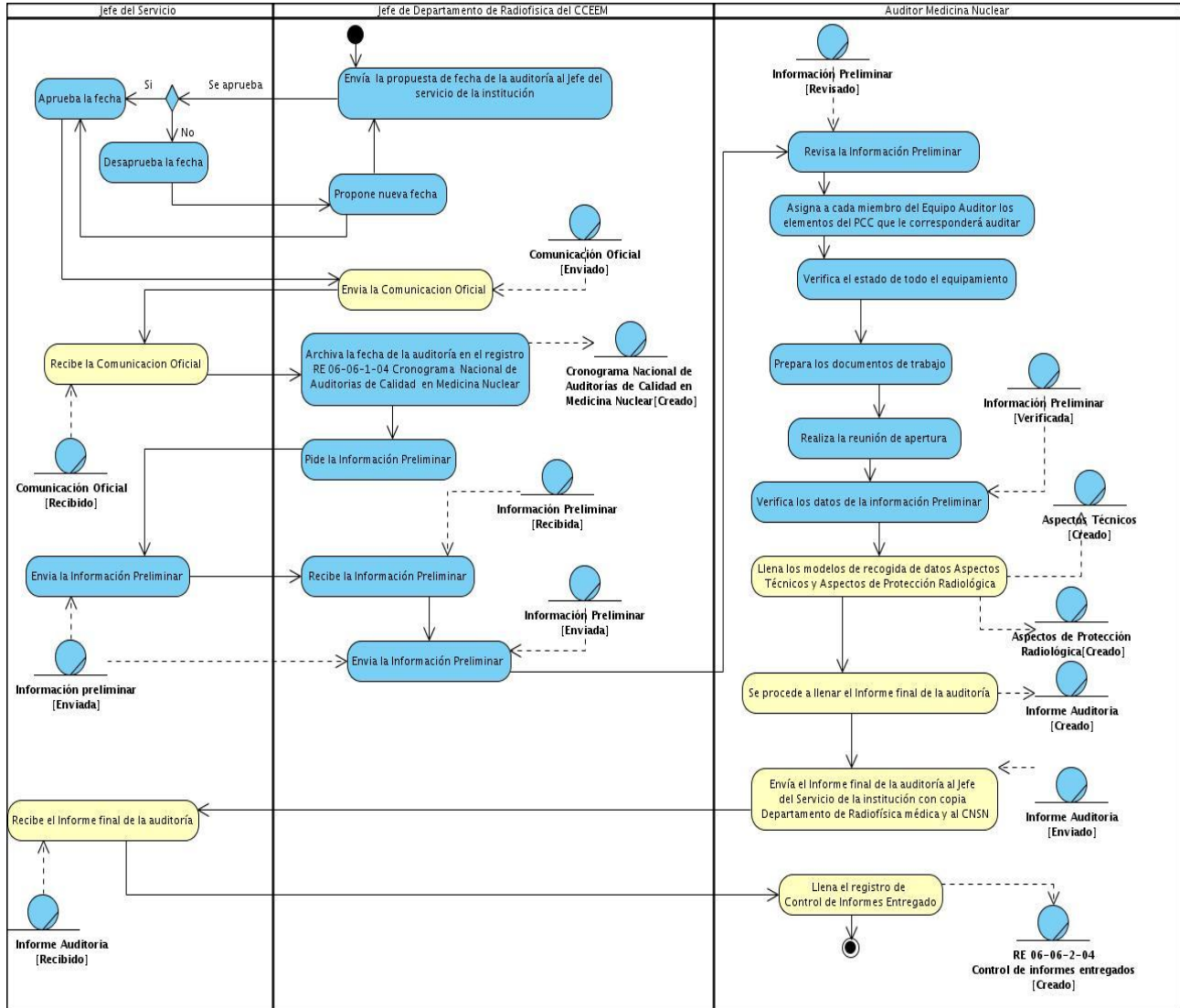


Figura 1.4 Diagrama de Actividad Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría Medicina Nuclear

2.4.4 Caso de Uso Realizar auditoría Radioterapia: Descripción Textual

Caso de Uso del Negocio	Realizar auditoría Radioterapia
Actores	Jefe del servicio
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Especialista de Radioterapia realiza una auditoría de calidad a dicho servicio en una institución de salud. Finalizando el caso de uso con el envío del informe final de la auditoría.

Capítulo 2: Características del Sistema

Casos de Uso asociados	-
Sección “Programar auditoría”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
Se invoca a la Sección “Programar auditoría” del caso de uso generalizado Realizar Auditoría.	
Sección “Revisión Preliminar”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
Se invoca a la Sección “Revisión Preliminar” del caso de uso generalizado Realizar Auditoría.	
Sección “Realizar auditoría”	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	16- El Auditor Radioterapia llena los informes de auditoría Aspectos Clínicos, Auditoría Información General, Aspectos de Seguridad, Informe Auditoría Aspectos Físicos.
Sección “Entregar informe auditoría”	
Se invoca a la Sección “Entregar informe auditoría” del caso de uso generalizado Realizar auditoría.	
Otras secciones	
Mejoras propuestas	

Tabla 6 Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría Radioterapia

Capítulo 2: Características del Sistema

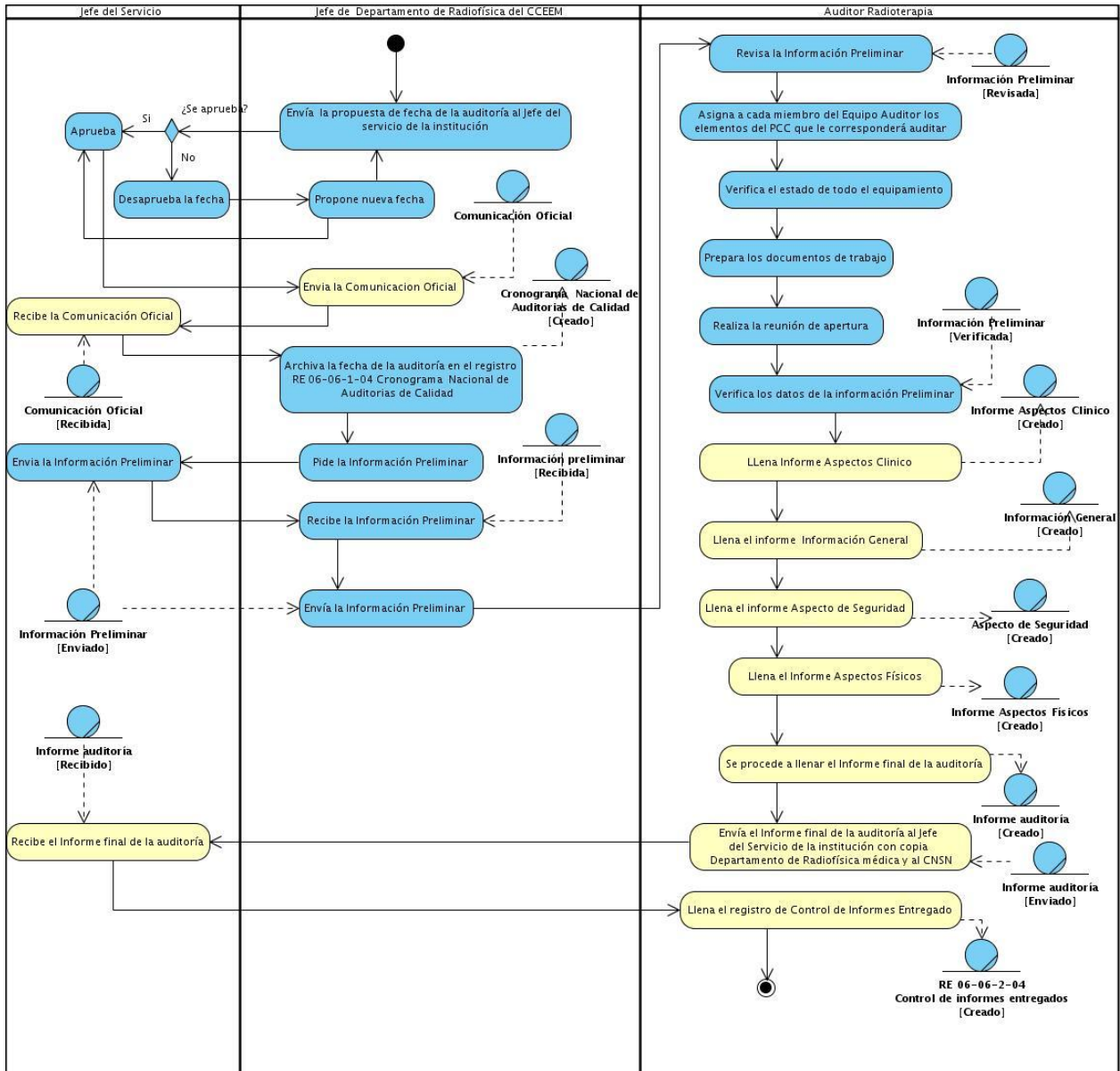


Figura 1.5 Diagrama de Actividad Caso de Uso del Negocio: Realizar auditoría Radioterapia

2.4.5 Diagrama de Clases del Modelo de Objeto del Negocio

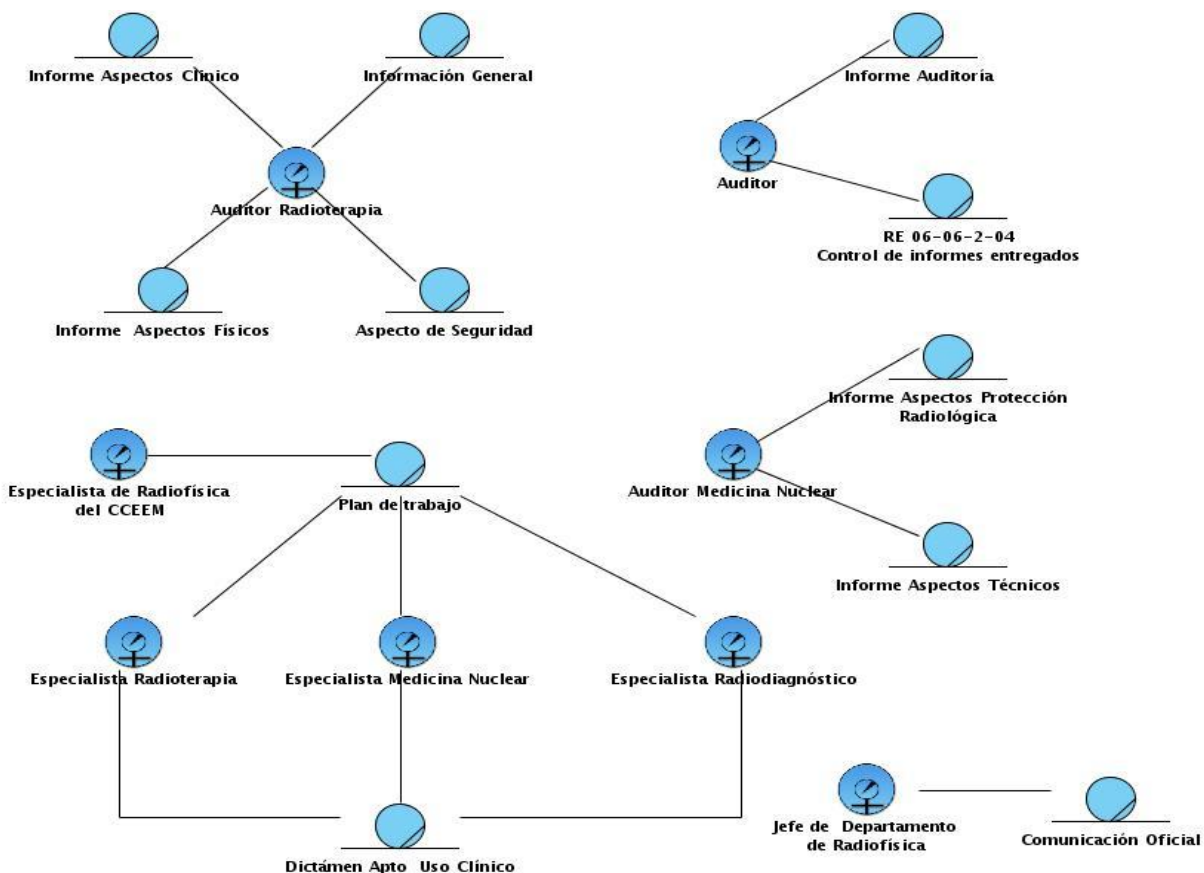


Figura 1.6 Modelo de Objeto

2.5 Especificación de los requisitos de software

Los requisitos funcionales muestran las capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir.

2.5.1 Requisitos Funcionales

N.º	Funcionalidad
R 1	Insertar informe aspecto clínico
R 2	Modificar informe aspecto clínico
R 3	Buscar informe aspecto clínico
R 4	Listar informe aspecto clínico
R 5	Mostrar informe aspecto clínico
R 6	Insertar informe aspecto de seguridad

Capítulo 2: Características del Sistema

R 7	Modificar informe aspecto de seguridad
R 8	Buscar informe aspecto de seguridad
R 9	Listar informe aspecto de seguridad
R 10	Mostrar informe aspecto de seguridad
R 11	Insertar informe información general
R 12	Modificar informe información general
R 13	Buscar informe información general
R 14	Listar informe información general
R 15	Mostrar informe información general
R 16	Insertar informe aspecto físico
R 17	Modificar informe aspecto físico
R 18	Buscar informe aspecto físico
R 19	Listar informe aspecto físico
R 20	Mostrar informe aspecto físico
R 21	Insertar informe final de auditoría
R 22	Modificar informe final de auditoría
R 13	Buscar informe final de auditoría
R 24	Listar informe final de auditoría
R 25	Mostrar informe final de auditoría
R 26	Insertar tarea en el plan de trabajo
R 27	Modificar tarea en el plan de trabajo
R 28	Listar tarea en el plan de trabajo
R 29	Buscar tarea en el plan de trabajo
R 30	Mostrar tarea en el plan de trabajo
R 31	Insertar informe solicitud de participación
R 32	Buscar informe solicitud de participación
R 33	Listar informe solicitud de participación
R 34	Mostrar informe solicitud de participación
R 35	Modificar informe solicitud de participación
R 36	Insertar informe comunicación oficial
R 37	Modificar informe comunicación oficial
R 38	Buscar informe comunicación oficial

Capítulo 2: Características del Sistema

R 39	Listar informe comunicación oficial
R 40	Mostrar informe comunicación oficial
R 41	Insertar dictamen apto para uso clínico
R 42	Modificar dictamen apto para uso clínico
R 43	Listar dictamen apto para uso clínico
R 44	Buscar dictamen apto para uso clínico
R 45	Mostrar dictamen apto para uso clínico
R 46	Insertar informe evidencia objetiva
R 47	Listar informe evidencia objetiva
R 48	Buscar informe evidencia objetiva
R 49	Modificar informe evidencia objetiva
R 50	Mostrar informe evidencia objetiva
R 51	Insertar informe enviado
R 52	Buscar informe enviado
R 53	Insertar plan de trabajo
R 54	Buscar plan de trabajo
R 55	Listar plan de trabajo
R 56	Modificar plan de trabajo
R 57	Mostrar plan de trabajo

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener, los cuales en la fase de construcción deben ser posibles de probar o verificar.

2.5.2 Requisitos No Funcionales

Usabilidad

La aplicación es capaz de ofrecer facilidades de uso para un buen entendimiento y aceptación del producto por los usuarios finales. Es sencilla a la vista de los usuarios ya que presenta una interfaz similar a la del sistema operativo Windows, con el objetivo de que gane aceptación entre sus usuarios.

Fiabilidad

El módulo es confiable y preciso en la información que le suministra al usuario para evitar cualquier tipo de error. Este estará disponible todo el tiempo, permitiendo el trabajo

Capítulo 2: Características del Sistema

de los usuarios y las acciones de mantenimiento. También garantiza que los usuarios no avanzados perciban todas sus salidas y pueden trabajar con él cómodamente. Este debe ser estable, fiable y la velocidad de respuesta es rápida durante la utilización del mismo. La información almacenada es confiable en cuanto a su veracidad e integridad desde su recopilación y durante toda su manipulación. Además, la interfaz se realizó fundamentalmente con campos de selección, para garantizar la seguridad del módulo y de la base de datos al contrarrestar la entrada de información incorrecta y todo lo que traiga como consecuencia un mal uso del mismo.

Eficiencia

El sistema da una rápida respuesta frente a una petición del usuario, ya sea a la hora de realizar las actualizaciones como en el momento de consultar la información. El sistema para lograr un buen rendimiento, tiene un rápido procesamiento de los datos pues los usuarios estarán en constante intercambio de información. Al estar concebido para un ambiente cliente/servidor, garantiza la rapidez de respuesta del sistema ante las solicitudes de los usuarios, al igual que la velocidad de procesamiento de la información. Para lo cual se realizó la validación de los datos y la manipulación de eventos en el cliente y en el servidor aquellas que por cuestiones de seguridad, o de acceso a los datos lo requieran. Lográndose así un tiempo de respuesta más rápido, una mayor velocidad de procesamiento, y un mayor aprovechamiento de los recursos.

Soporte

Una vez puesta en marcha la aplicación siendo usada por los usuarios finales, se recogerá toda la información referente a los defectos, para incorporar las mejoras sugeridas al sistema. La instalación del módulo debe ser simple y fiable, así como extensible y escalable permitiendo así que se puedan añadir nuevas funcionalidades si así lo requiere en algún momento. Este es compatible con los demás sistemas informatizados que intervengan en el funcionamiento del CCEEM.

Restricciones de diseño

La aplicación fue diseñada con una interfaz similar a la del sistema operativo Windows. Cuenta con la opción inicio por la cual la persona que utilice el sistema accederá a varias opciones del menú, logrando que el usuario que trabaje con el sistema esté lo más familiarizado posible de manera que agilice y facilite el trabajo con el software.

Capítulo 2: Características del Sistema

Requerimiento de hardware

Requerimientos mínimos para el servidor: Computador Pentium a 2.8 GHz o superior. 256 MB RAM o superior. 4 GB de espacio libre en Disco Duro como mínimo. Requerimientos mínimos para la conexión del cliente: Computador Pentium a 333 MHz o superior. 128 MB RAM o superior. MODEM o red con TCP-IP para conexión al servidor.

Requerimiento de seguridad

Cuando el usuario se autentique en el sistema tendrán roles, lo cual le permitirá tener permiso para acceder a la información que solo le corresponde, de esta forma, se garantiza que exista la confidencialidad e integridad de los datos. En caso de que no sea posible modificar algún dato en el módulo, se inhabilitan los campos que contienen esa información.

2.6 Definición de los casos de uso del Sistema

Los casos de uso son “fragmentos” de funcionalidad que el sistema ofrece para aportar un resultado de valor para sus actores. De manera más precisa, un caso de uso especifica una secuencia de acciones que el sistema puede llevar a cabo interactuando con sus actores, incluyendo alternativas dentro de la secuencia. (19)

A continuación se definen los actores del sistema propuesto:

2.7 Definición de los actores del Sistema

Actores	Objetivo
Especialista de Radiofísica del CCEEM	Es la persona encargada de gestionar el plan de trabajo y el dictamen apto uso clínico.
Jefe de Departamento de Radiofísica del CCEEM	Es la persona encargada de gestionar el informe de comunicación oficial y el informe de solicitud de participación.
Auditor	Es una generalización de los actores Auditor Medicina Nuclear y Auditor Radioterapia encargado de gestionar el informe final de auditoría y el control de informes enviados.
Auditor Medicina Nuclear	Es la persona encargada de gestionar el informe de evidencias objetivas. Es una

Capítulo 2: Características del Sistema

	especialización del actor Auditor.
Auditor Radioterapia	Es la persona encargada de gestionar el informe aspecto de seguridad, informe aspecto físico, informe aspecto clínico, e informe información general. Es una especialización del actor Auditor.
Usuario	Es la persona con los permisos necesarios para autenticarse en el sistema.

Tabla 7 Actores del Sistema

2.8 Diagrama de Caso de Uso del Sistema

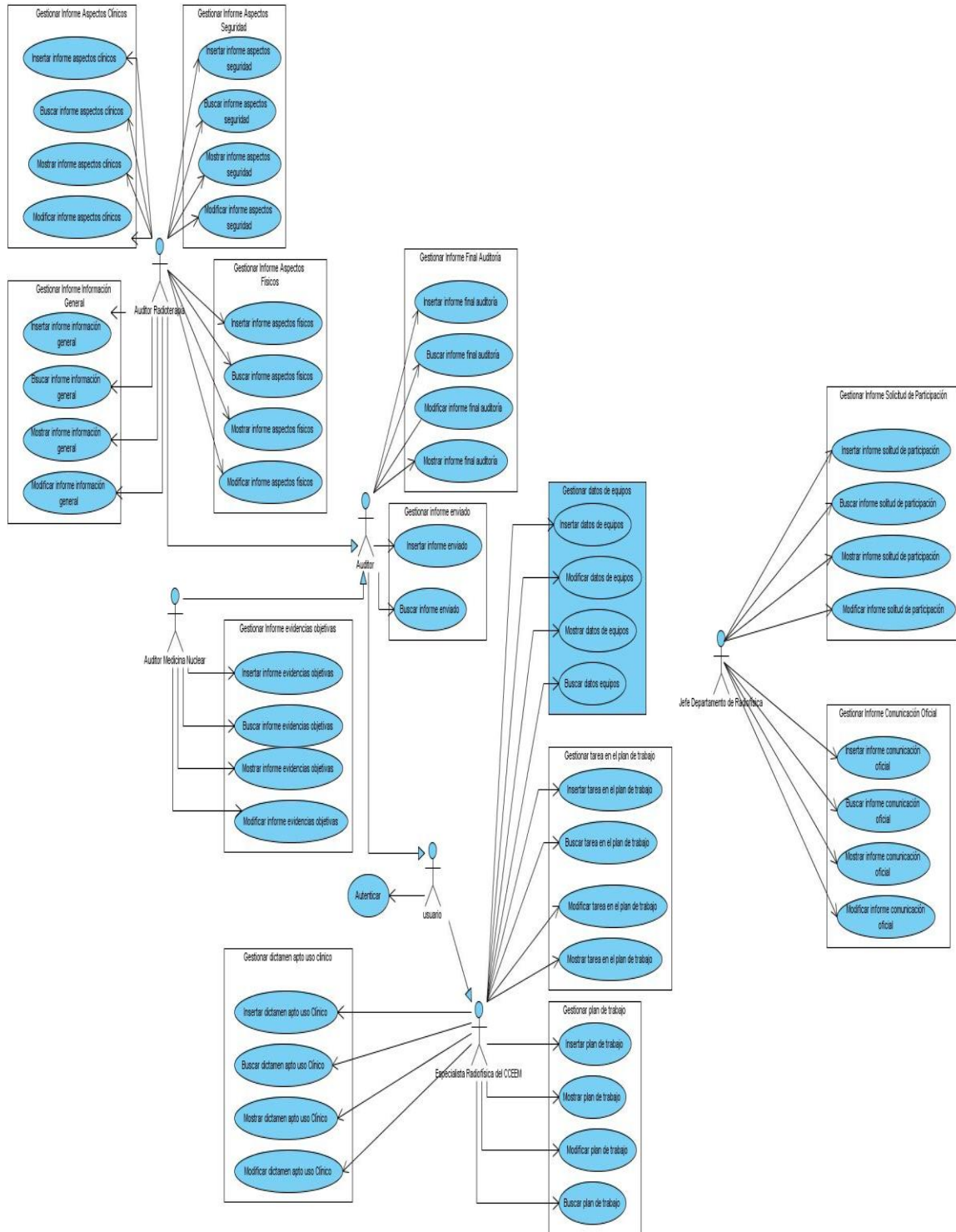


Figura 1.7 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Capítulo 2: Características del Sistema

2.9 Especificación de los Casos de Uso del Sistema

Caso de Uso del Sistema Insertar tarea al plan de trabajo

Objetivo	Insertar tarea en el plan de trabajo.
Actores	Especialista Radiofísica.
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Especialista Radiofísica accede a la opción Insertar tarea en el plan de trabajo, el sistema brinda la posibilidad de seleccionar los datos para insertar tarea en el plan de trabajo. El Especialista Radiofísica selecciona los datos de la tarea, el sistema inserta la tarea en el plan de trabajo, el caso de uso termina.
Complejidad	Media
Prioridad	Crítico
Precondiciones	Que el Especialista Radiofísica tenga el permiso para insertar una nueva tarea en el plan de trabajo.
Postcondiciones	Se insertó la tarea en el plan de trabajo.

Caso de Uso del Sistema Insertar informe comunicación oficial

Objetivo	Insertar una nueva comunicación oficial en el sistema
Actores	Jefe de Departamento de Radiofísica.
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Jefe de Departamento de Radiofísica accede a la opción adicionar. El sistema brinda la posibilidad de introducir los datos para crear la comunicación oficial. El Jefe de Departamento de Radiofísica introduce los datos de la comunicación oficial y el sistema crea la comunicación oficial, finalizando así el caso de uso.
Complejidad	Media
Prioridad	Crítico
Precondiciones	Que el Jefe de Departamento de Radiofísica tenga el permiso necesario para crear una comunicación oficial.
Postcondiciones	Se creó una comunicación oficial.

Caso de Uso del Sistema Insertar Informe final de auditoría

Objetivo	Insertar informe final de auditoría.
Actores	Auditor
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Auditor accede a la opción adicionar, el sistema brinda la posibilidad de seleccionar los datos para insertar el Informe final de auditoría. El Auditor selecciona los datos del informe, el sistema inserta Informe final de auditoría, y el caso de uso finaliza.
Complejidad	Media
Prioridad	Crítico

Capítulo 2: Características del Sistema

Precondiciones	El Auditor debe tener el permiso para adicionar un nuevo informe final de auditoría
Postcondiciones	Se insertó el informe final de auditoría.

En este capítulo se especificaron todos los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Se identificaron los actores que intervienen, así como todos los casos de uso del sistema, los cuales fueron descritos detalladamente y reflejan las funcionalidades recogidas previamente en los requerimientos. El desarrollo del flujo de trabajo *Requerimiento* y los artefactos obtenidos da paso para realizar el diseño del sistema que se persigue.

3 Capítulo 3: Diseño del Sistema

El presente capítulo se centra fundamentalmente en el diseño del sistema propuesto, donde se refinan los requerimientos funcionales, contribuyendo de esta forma a una arquitectura estable y sólida, ayudando a crear un plano del modelo de implementación. Se representan los diagramas de secuencia, los diagramas de clases del diseño, con sus descripciones, así como el diseño de la base de datos a través del Modelo de Datos, con la descripción de las tablas correspondientes.

3.1 Modelo de Diseño

El resultado final más importante de este flujo de trabajo *Análisis y Diseño*, será el modelo de diseño, el cual consiste en colaboraciones de clases, que pueden ser agregadas en paquetes y subsistemas. A través del modelo del modelo de diseño se llegará a crear un plano del modelo de implementación del sistema.

A continuación se muestran los estereotipos que se utilizaron en los diagramas de clases del diseño para representar a la página cliente, el formulario y la página servidora.

Página cliente: El propósito de esta clase es representar el acceso del usuario al sistema, esta se encarga de atender todas las selecciones y peticiones que pueda realizar un determinado usuario al sistema.



Página servidora: El propósito de esta clase es representar la página controladora del sistema, vinculada a la gestión de todo el código.



3.1.1 Diagrama de Clases de Diseño del Sistema

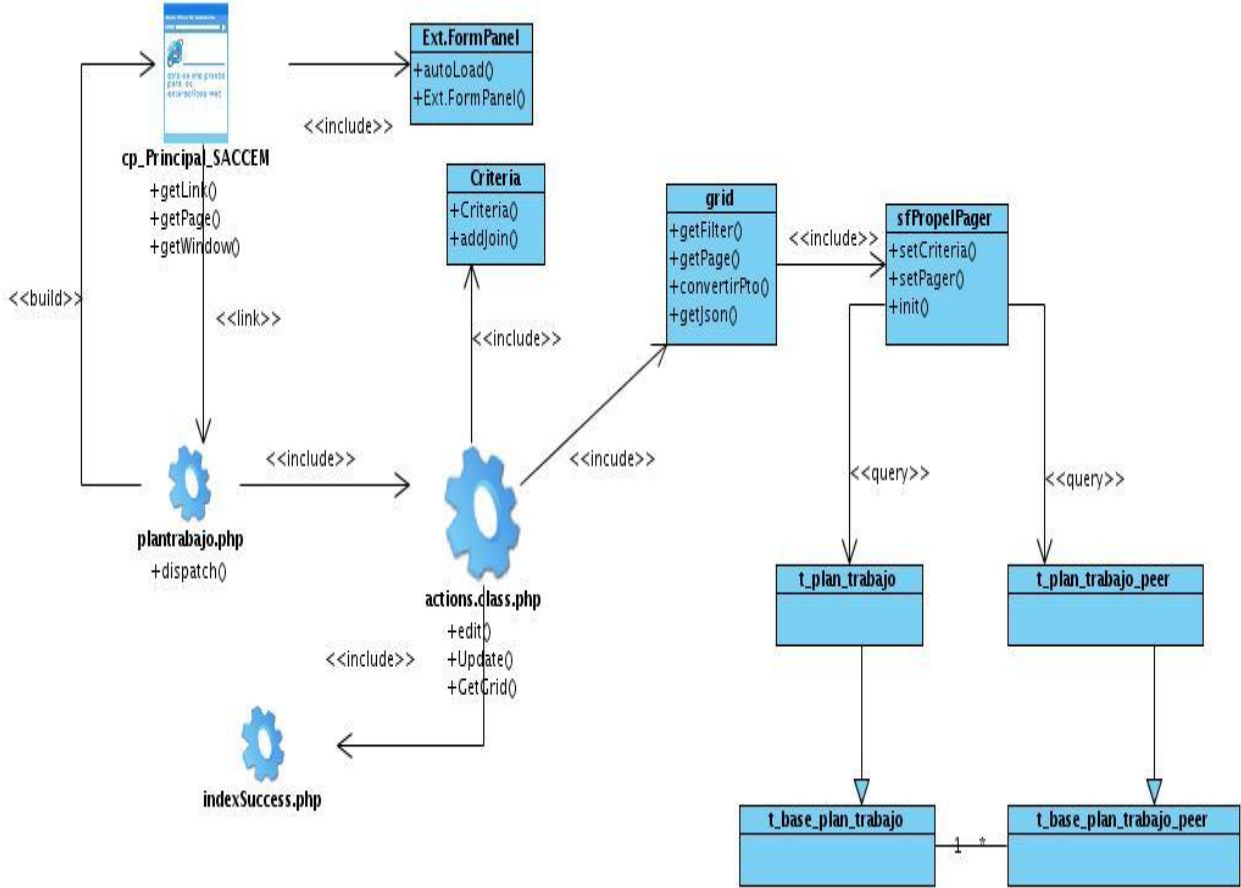


Figura 1.8 Diagrama de Clases de Diseño Caso de Uso Insertar tarea en el plan de trabajo

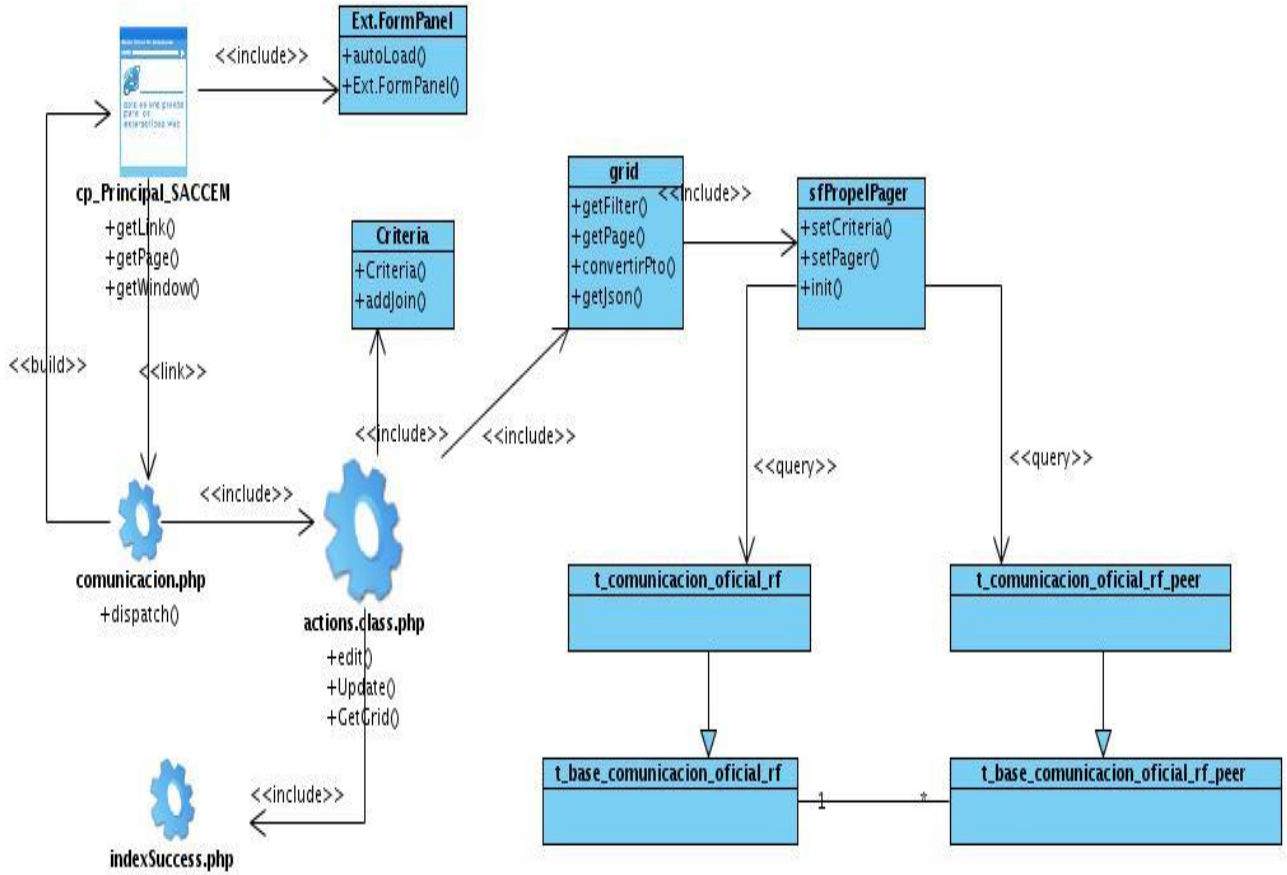


Figura 1.9 Diagrama de Clases de Diseño Caso de Uso Insertar informe comunicación oficial

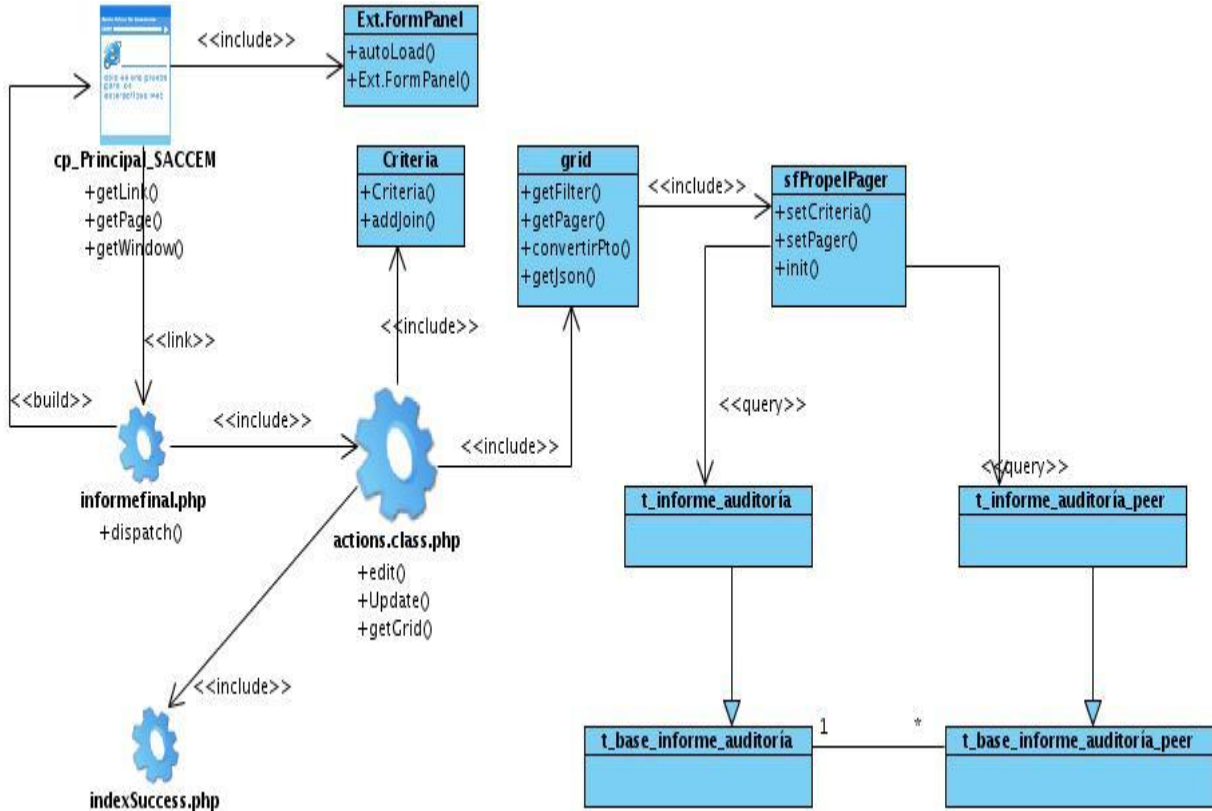


Figura 1.10 Diagrama de Clases de Diseño Caso de Uso Insertar Informe final de auditoría

El diagrama de secuencia es uno de los diagramas más efectivos para modelar la interacción entre objetos en un sistema. Se realiza un diagrama de secuencia para cada caso de uso. En él se representan los detalles de la implementación del escenario, incluyendo los objetos y clases, además, de los mensajes pasados entre los objetos.

3.1.2 Diagrama de Secuencia

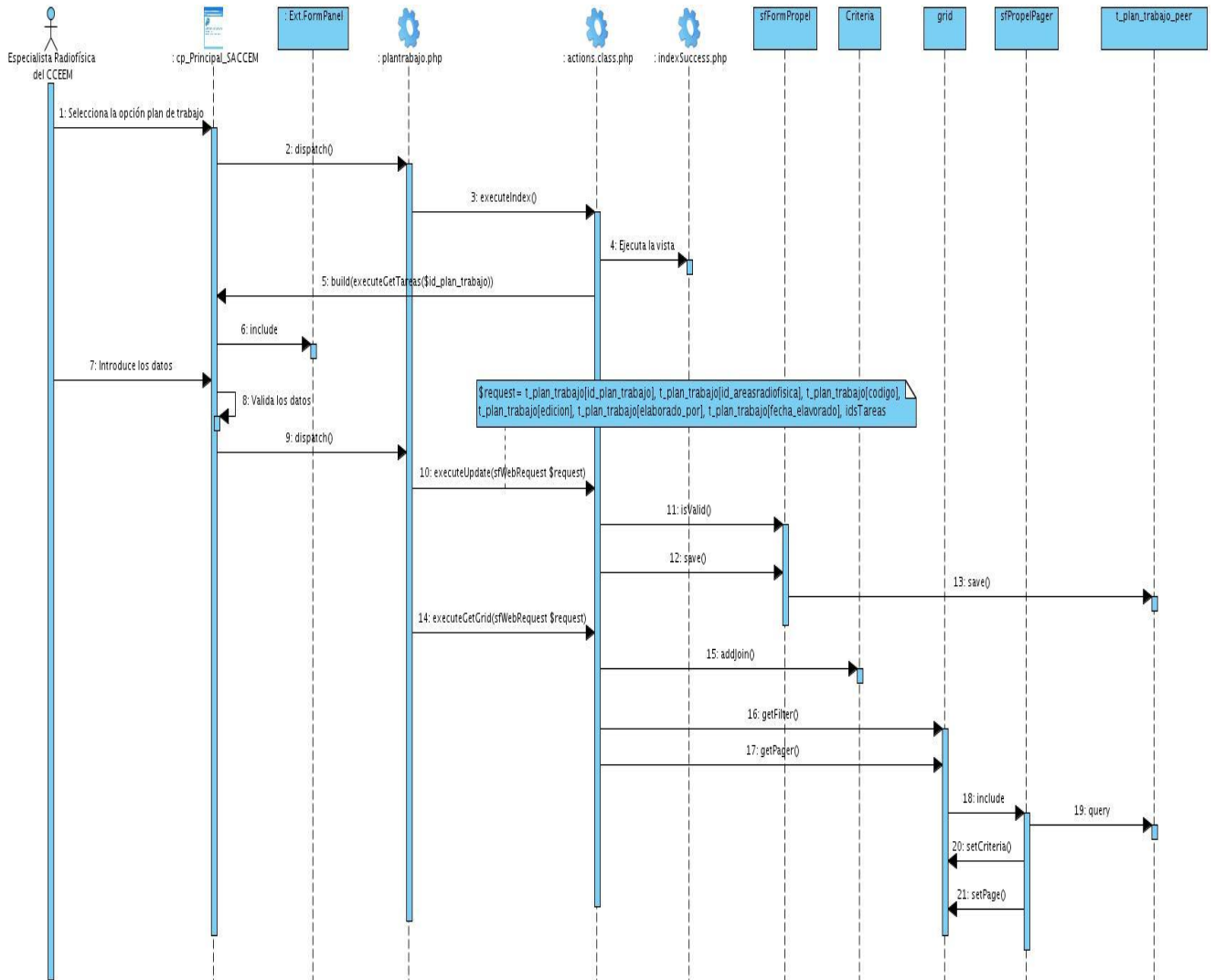


Figura 1.11 Diagrama de Secuencia Caso de Uso Insertar tarea en el plan de trabajo

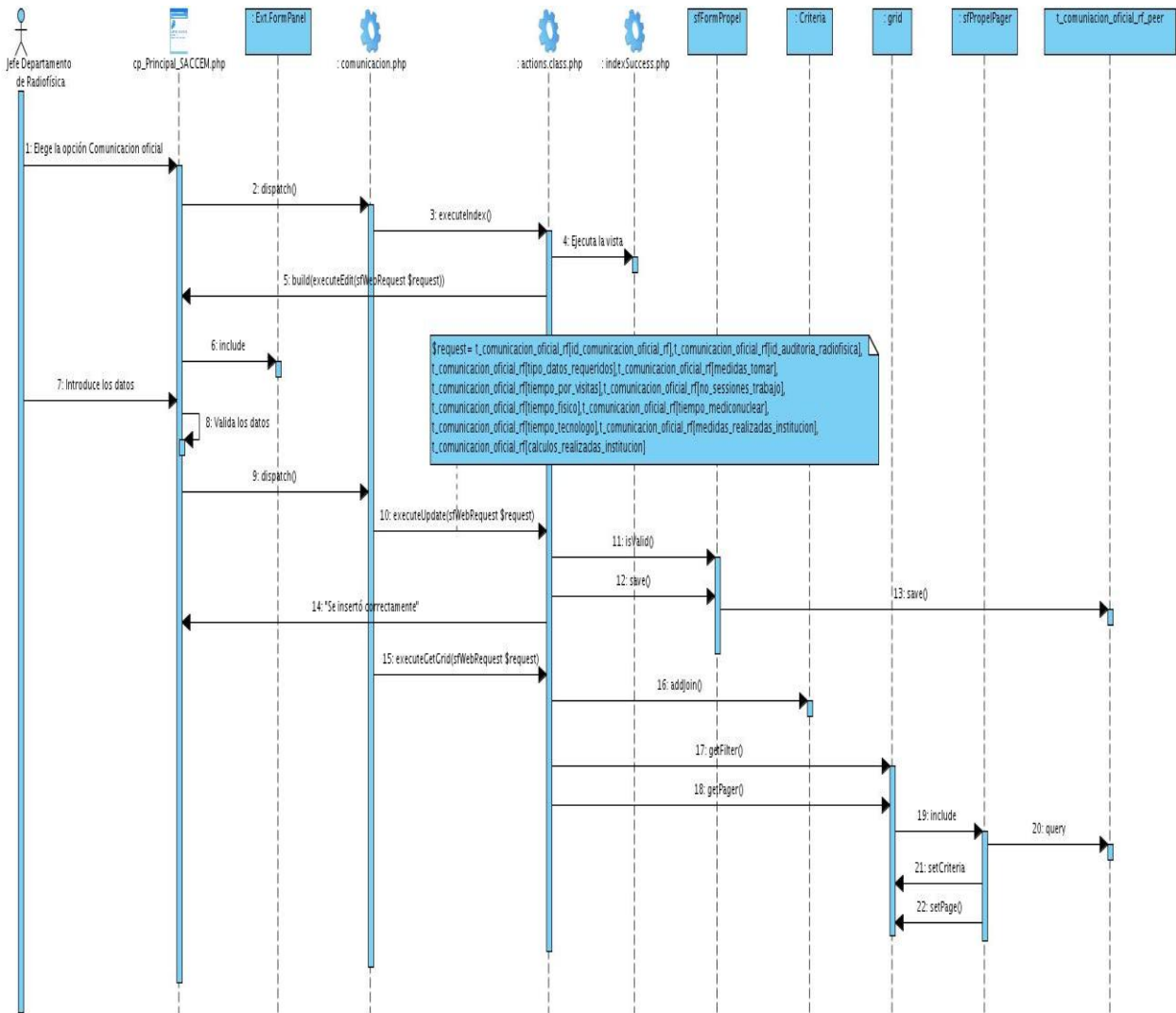


Figura 1.12 Diagrama de Secuencia Caso de Uso Insertar informe comunicación oficial

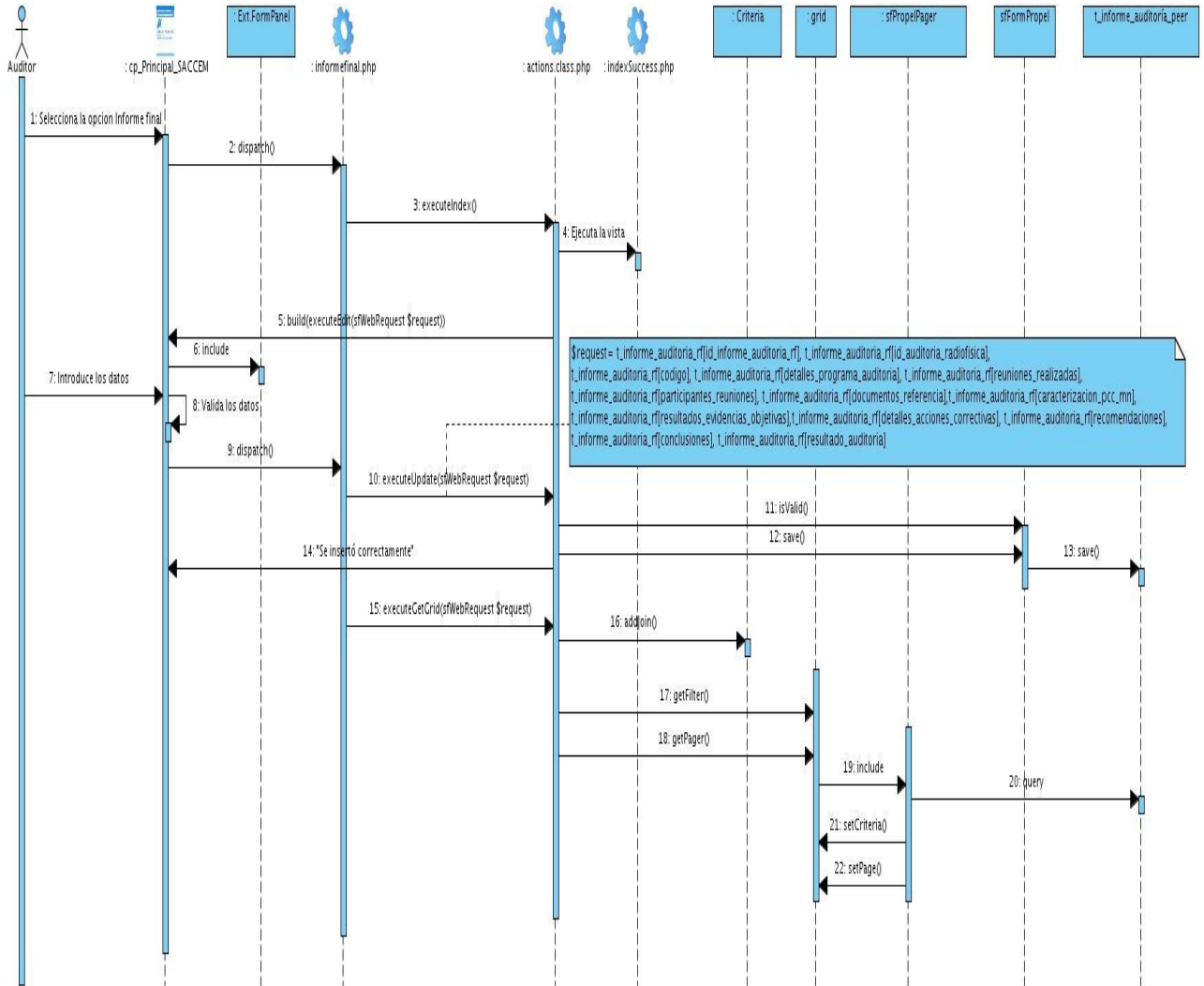


Figura 1.13 Diagrama de Secuencia Caso de Uso Insertar informe final auditoría

En el presente capítulo se realizó el Modelo de Diseño para alcanzar un mejor entendimiento de la estructura y diseño del sistema. También se realizó los Diagramas de Clases correspondientes, así como los Diagramas de Secuencia. Este flujo de trabajo constituye una abstracción para la implementación del sistema haciendo el trabajo mucho más fácil.

4 Capítulo 4: Implementación

En el presente capítulo se describe el modelo de implementación con el objetivo de definir la estructura y organización de la aplicación, además de implementar las clases y subsistemas encontrados durante el diseño representado en los diagramas de componentes y despliegue.

4.1 Modelo de datos

El modelo de datos es una representación gráfica que nos permiten describir los datos contenidos en la base de datos y las relaciones que existen entre ellos. Para mayor conocimiento se recomienda ver el Modelo de datos en el expediente de proyecto del Área Temática Sistemas de Apoyo a la Salud (SAS). (20)

Descripción de las tablas del Modelo de datos

Nombre: t_informes_enviados		
Descripción: Esta tabla almacena toda la información referente a los informes que han sido enviados.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_informes_enviados	int	Es el identificador de la tabla t_informes_enviados.
Id_estado_tarea	int	Es el identificador de la tabla t_estado_tarea.
Id_unidad_salud	int	Es el identificador de la tabla t_unidad_salud.
Dirigido_a	text	Es el nombre de la persona que envió el informe.
Fecha_entrega_plan	date	Es la fecha propuesta para entregar un informe.
Fecha_entrega_real	date	Es la fecha real en que se entregó un informe.
Detalles	text	Representa alguna explicación por haber retraso en enviar algún informe.

Tabla 8 t_informes_enviados

Nombre: t_estado_tarea		
Descripción: Esta tabla almacena la información referente al estado de la tarea.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_estado_tarea	int	Es el identificador de la tabla t_estado_tarea.
Estado	varchar	Representa la fase en que está la tarea. Entre los estados de la tarea está terminada, pendiente, atrasada, incumplida en ejecución.

Tabla 9 t_estado_tarea

Nombre: t_tareas		
Descripción: Esta tabla almacena la información referente a las tareas que realizan los especialistas del Departamento de Radiofísica.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_tareas	int	Es el identificador de la tabla t_tarea
Id_estado_tarea	int	Es el identificador de la tabla t_estado_tarea
Id_plan_trabajo	int	Es el identificador de la tabla t_plan_trabajo
Fecha_propuesta	date	Representa la fecha para realizar una tarea.
Fecha_coordinada	date	Representa la fecha real en que se realizó una tarea.
Responsable	text	Es el nombre de la persona responsable de la ejecución de la tarea.
Descripcion	text	Representa una descripción sobre algunos incidentes ocurridos durante la ejecución

Capítulo 4: Implementación

		de la tarea.
Observaciones	text	Representa observaciones sobre algunos incidentes ocurridos durante la ejecución de la tarea.

Tabla 10 t_tareas

Nombre: t_plan_trabajo		
Descripción: Esta tabla almacena la información referente al plan de trabajo de los especialistas del Departamento de Radiofísica.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_plan_trabajo	int	Es el identificador de la tabla t_plan_trabajo.
Id_areasradiofisica	int	Es el identificador de la tabla t_areasradiofisica.
Codigo	varchar	Representa el código del plan de trabajo.
Edicion	int	Representa el número de edición del plan de trabajo.
Elaborado_por	varchar	Representa el nombre de la persona encargada de elaborar el plan de trabajo.
Fecha_elaborado	date	Representa la fecha en que se elaboró el plan de trabajo.

Tabla 11 t_plan_trabajo

Nombre: t_informe_auditoria_rf		
Descripción: Esta tabla almacena la información referente al informe de auditoría.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_informe_auditoria_rf	int	Es el identificador de la tabla t_informe_auditoria_rf.
Codigo	varchar	Representa el código del informe final de la auditoría.

Capítulo 4: Implementación

Detalles_programa_auditoria	text	Son los detalles del programa de auditoría.
Reuniones_realizadas	text	Son las reuniones que se realizan después de la auditoría para dar las conclusiones
Participantes_reuniones	varchar	Representa el nombre de los participantes en la auditoría.
Documentos_referencias	text	Representa los nombres de los documentos a los que se hacen referencia durante la ejecución de una auditoría.
Caracterizacion_pcc_mn	text	Representa la caracterización del programa del control de calidad para el área de Medicina Nuclear.
Resultados_evidencias_objetivas	text	Son los resultados obtenidos durante la recogida de las evidencias objetivas.
Detalles_acciones_correctivas	text	Detalles de cualquier acción correctiva tomada durante la auditoría.
Recomendaciones	text	Representa las sugerencias que se consideren oportunas.
Conclusiones	text	Representan las conclusiones de la auditoría.
Resultado_auditoria	text	Representan los resultados de la auditoría.

Tabla 12 t_informe_auditoria_rf

Nombre: t_auditoria_radiofisica
Descripción: Esta tabla almacena los datos generales de una auditoría.

Atributo	Tipo	Descripción
Id_auditoria_radiofisica	int	Es el identificador de la tabla t_auditoria_radiofisica.
Fecha_inicio	date	Representa la fecha en la que se inicia la auditoría.
Fecha_fin	date	Representa la fecha en la que se concluye la auditoría.
Resultado_auditoria	text	Representa
Objetivo	text	Es el objetivo que se persigue al realizar una auditoría.
Alcance	text	Es el alcance de la auditoría.

Tabla 13 t_auditoria_radiofisica

Nombre: t_auditoria_calidad_servicio_mn		
Descripción: Esta tabla almacena los datos específicos de las auditorías de calidad que se realizan al servicio de medicina nuclear.		
Atributo	Tipo	Descripción
Id_auditoria_calidad_servicio_mn	int	Es el identificador de la tabla t_auditoria_calidad_servicio_mn.
Id_auditoria_radiofisica	int	Es el identificador de la tabla t_auditoria_radiofisica.
Id_equipo	int	Es el identificador de la tabla t_equipo.
Pcc_reponsable	varchar	Representa el nombre de la persona responsable del programa de control de calidad.
Pcc_calificacion	varchar	Representa la calificación que se les da al programa de control de calidad. Puede ser bien, regular o mal.

Tabla 14 t_auditoria_calidad_servicio_mn

4.2 Comparación entre la versión 2.0 y la 1.0

A través de la siguiente tabla se muestran varios aspectos que revelan la superioridad de la versión 2.0 respecto a la 1.0.

Parámetros	Versión 1.0	Versión 2.0
Tiempo de respuesta.	500 ms	0.20 ms
Compatibilidad del módulo con los cambios en el departamento.	No	Sí
Documentación de las auditorías	No informatizada	Informatizada
Control de las actividades de los especialistas en el plan de trabajo	No informatizada	Informatizada

4.3 Modelo de Implementación

El modelo de implementación es una colección de componentes y los subsistemas que los contienen. Estos componentes incluyen: ficheros de código fuente, y otros tipos de ficheros necesarios para la implantación y despliegue del sistema. Describe también, como se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados, y como dependen de los componentes unos de otros. (21)

4.4 Diagrama de Componentes

Un diagrama de componentes muestra las dependencias entre los componentes de software, incluyendo los clasificadores que los especifican (por ejemplo, clases de implementación) y los artefactos que los implementan, tales como, archivos de código fuente, archivos de código binario, archivos ejecutables, scripts. (22)

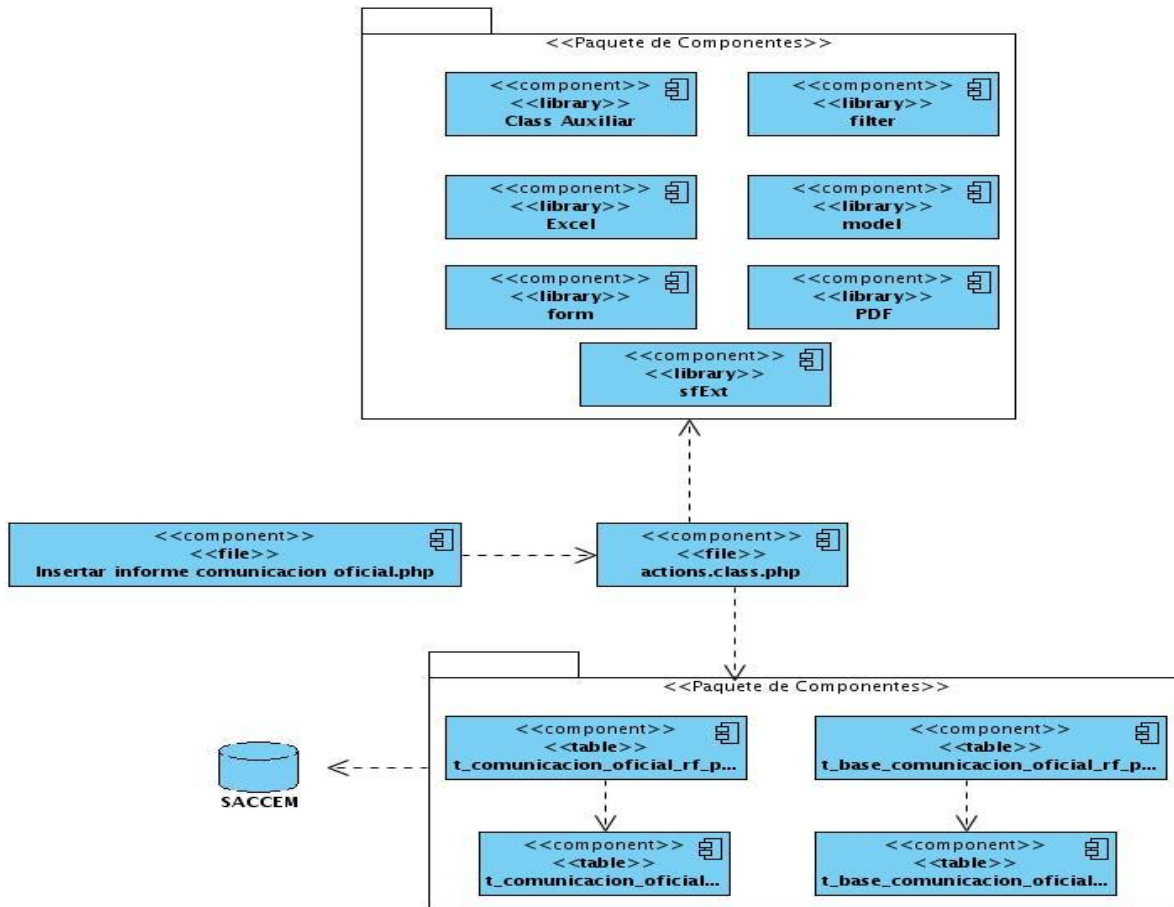


Figura 1.15 Diagrama de componente del Caso de Uso del Sistema Insertar tarea en el plan de trabajo

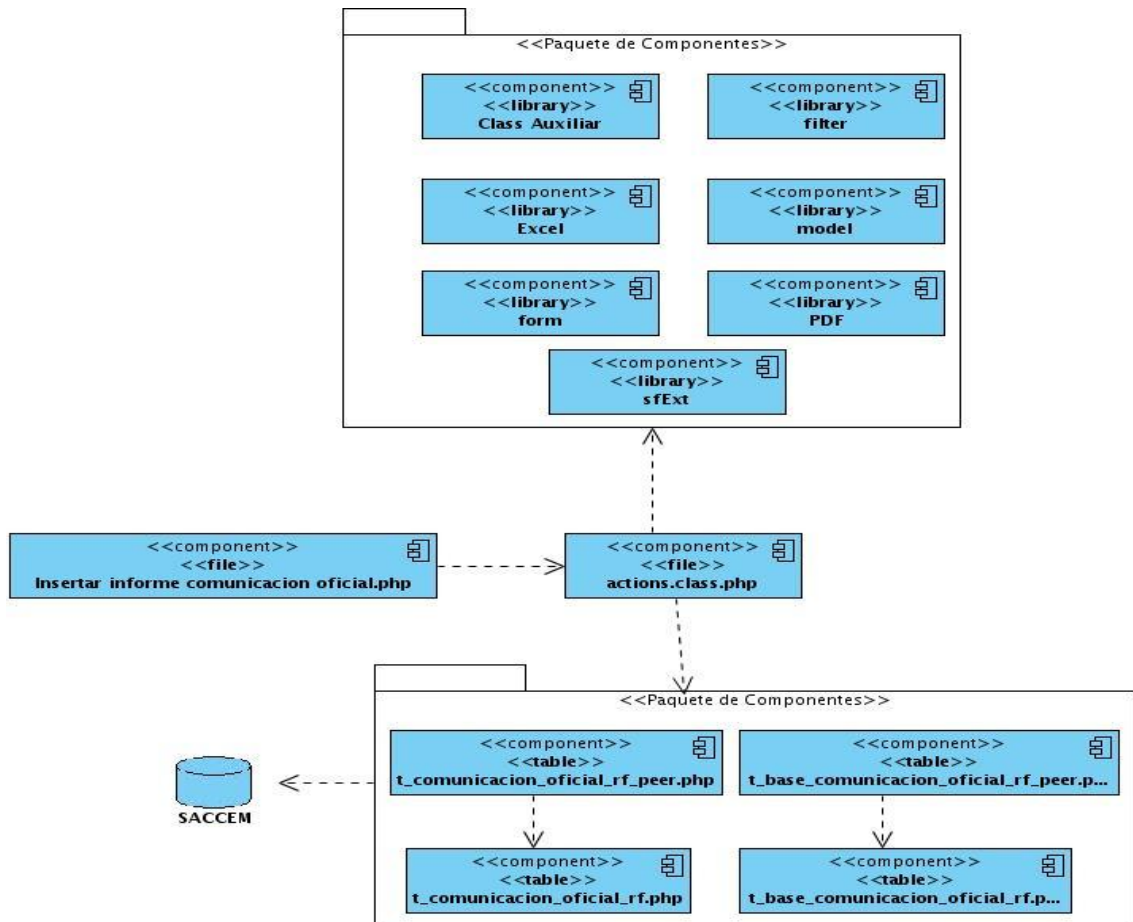


Figura 1.16 Diagrama de componente del Caso de Uso del Sistema Insertar informe final de auditoría

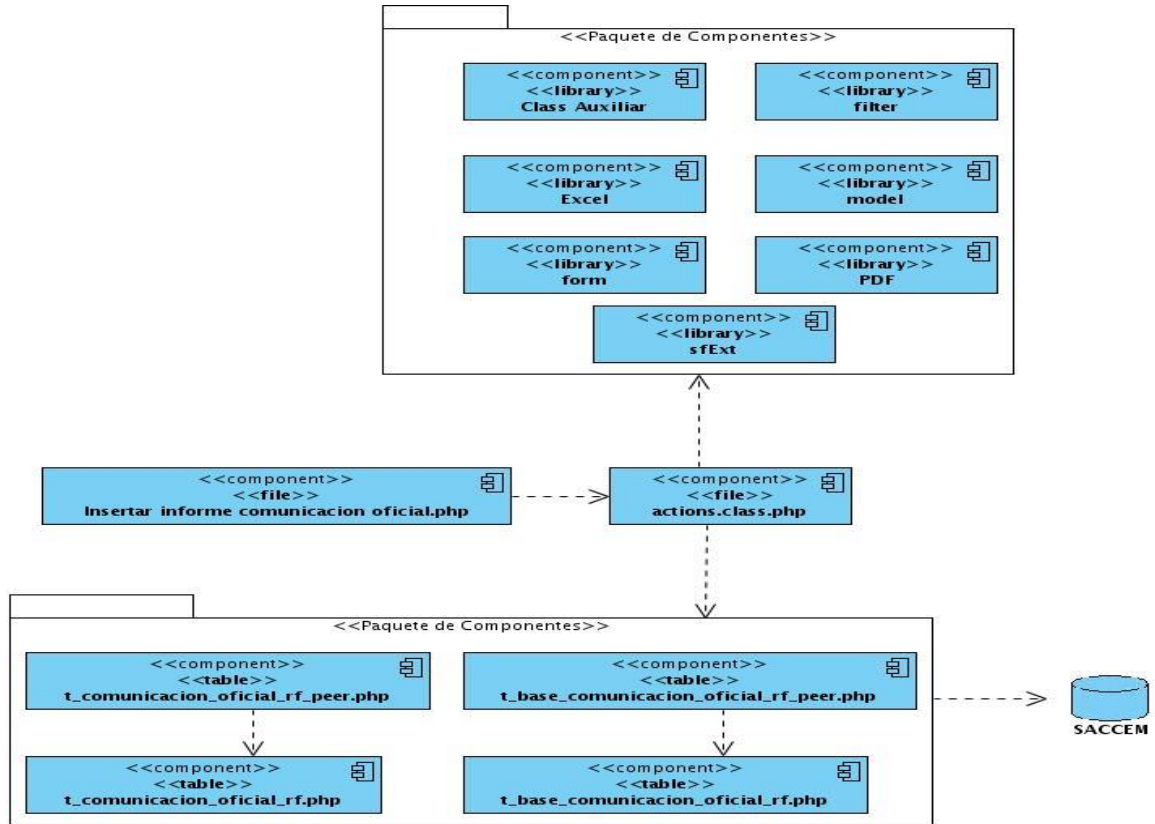


Figura 1.17 Diagrama de componente del Caso de Uso del Sistema Insertar informe comunicación oficial

4.5 Diagrama de Despliegue

Un Diagrama de Despliegue muestra la configuración de los nodos que participan en la ejecución y de los componentes que residen en ellos. Muestra la configuración de los elementos de procesamiento en tiempo de ejecución y los componentes de software y hardware, procesos y objetos que los ejecutan. Este diagrama es útil para ilustrar la arquitectura física de un sistema. (23)

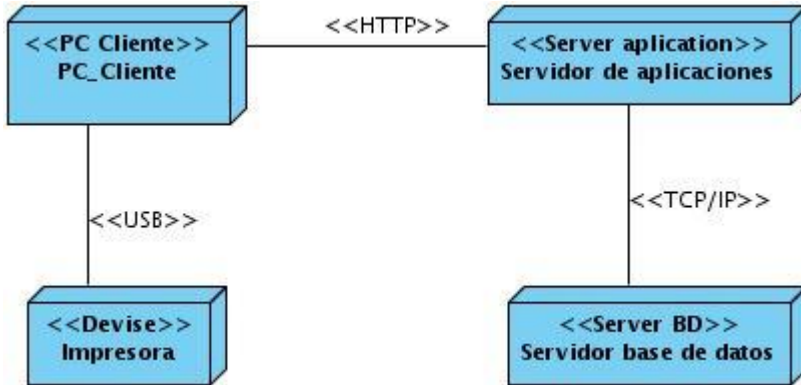


Figura 1.18 Diagrama de Despliegue

En este capítulo, se obtuvieron los diagramas de componentes y de despliegue, donde se muestra cómo se encuentra dividido por paquetes de clase el desarrollo del Subsistema, y se agrupan las clases a fines según la capa a la que pertenecen, presentación, negocio y acceso a datos. Se especifica las relaciones que existen entre los componentes que indican el grado de interrelación que existe entre ellos. Se describen los nodos que conforman el Subsistema. Además, se estableció una comparación entre la versión 1.0 y la 2.0 de la aplicación, mostrando la superioridad de ésta última.

Conclusiones

Como resultado de la investigación realizada se implementó el Módulo de Gestión para el Departamento de Radiofísica del CCEEM, perteneciente al SACCEM. Dentro de los principales resultados obtenidos se encuentran:

❖ El análisis de la forma en que se gestiona y controla la información de los equipos médicos, actualmente en el Departamento de Radiofísica del CCEEM, evidenció que los procesos informatizados en la versión 1.0 del **Módulo de Información de Equipos Médicos de Radiofísica del SACCEM**, no se corresponden con los procesos del negocio actual.

❖ A partir del estudio de las deficiencias del módulo desarrollado en su versión 1.0 y las nuevas exigencias del cliente, se derivaron los requerimientos funcionales del sistema a informatizar.

❖ El análisis del estado del arte reveló que no existen aplicaciones informáticas en la nación e internacionalmente, que se ajusten a la forma en que se llevan a cabo los procesos del negocio.

❖ Como resultado del modelamiento de los flujos de trabajos, que propone la metodología RUP mencionados en las tareas de la investigación, se obtuvieron varios artefactos necesarios para obtener una visión detallada del sistema informatizado.

Referencias Bibliográficas

1. **Unimedi S.L.** <http://www.calidadyriesgo.es>. [Online] Noviembre 4, 2009. <http://www.calidadyriesgo.es/seguridadesasistencial/46-proteccion-frente-al-uso-de-radiaciones-ionizantes-en-sanidad>.
2. **Arias, César F.** *La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud S.l.* : Rev Panam Salud Pública 20 (2/3), 2006.
3. *Ídem a 2*
4. *Ídem a 2*
5. **Chaple, Dr. Luis E. Beldarraín Gómez y Dr. Enrique Beldarraín.** *APUNTES HISTÓRICOS SOBRE EL ORIGEN Y DESARROLLO.* Cuba : Rev Cubana Oncol, 2000.
6. **Potencier, François Zaninotto y Fabien.** *Symfony 1.2, la guía definitiva.* 13: 978-1590597866.
7. *Ídem a 6*
8. *Ídem a 6*
9. **Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* Madrid: Pearson Educación S.A, 2000. 84-7829-036-2.
10. *Ídem a 9*
11. **José Márquez Díaz, Leonardo Sampedro, Félix Vargas.** *Instalación y configuración de Apache, un servidor web gratis.* 2002.
12. **Stig Sæther Bakken, Alexander Aulbach, Egon Schmid, Jim Winstead, Lars Torben Wilson, Rasmus Lerdorf.** *Manual de PHP.* 2002.
13. *Ídem a 6*
14. **Dennys J. Hdez. Peña, Juan Magraner Hernández, Magda Herrero Fernández Mayor, Enrique Minaberriet, Adalberto Machado, Ranniel Rivero Sevilla, Arieskien Mendoza Guerra, Yanet Parra Infante.** *SACCEM: SISTEMA AUTOMATIZADO CUBANO PARA EL CONTROL DE EQUIPOS MÉDICOS.* 2009.
15. **Sánchez, Jorge.** *MySQL guía rápida.* 2004.
16. *IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO.* **González, Anaisa Hernández.** 2004, Vol. XXV.

17. *Modelado del Negocio con UML*. M, Luis Eduardo Mendoza, Ovalles, María Angélica Pérez, Anna Cecilia Grimán.
18. *Ídem* a 16
19. *Ídem* a 17
20. **SACCEM, Analsitas del Proyecto.** *0113_Especificación de Requisitos de Software_SACCEM*. 2010.
21. **Valencia, Universidad Politécnica de.** *Rational Unified Process (RUP)* s.l. : © P.Letelier .
22. **Caraballo, Luis Antonio Salazar.** *Prolegómenos Sobre el Lenguaje de Modelado Unificado (UML)*. 2003.
23. *Ídem* a 22

Bibliografía

1. **Arias, César F.** *La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud.* s.l.: Rev Panam Salud Pública 20(2/3), 2006.
<http://journal.paho.org/uploads/1162234984.pdf>
2. **Chaple, Dr. Luis E. Beldarraín Gómez y Dr. Enrique Beldarraín.** *APUNTES HISTÓRICOS SOBRE EL ORIGEN Y DESARROLLO.* Cuba : Rev Cubana Oncol, 2000. http://bvs.sld.cu/revistas/onc/vol16_3_00/oncsu300.htm
3. **Dennys J. Hdez. Peña, Juan Magraner Hernández, Magda Herrero Fernández Mayor, Enrique Minaberriet, Adalberto Machado, Ranniel Rivero Sevilla, Arieskien Mendoza Guerra, Yanet Parra Infante.** *SACCEM: SISTEMA AUTOMATIZADO CUBANO PARA EL CONTROL DE EQUIPOS MÉDICOS.* 2009.
4. *IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO.* **González, Anaisa Hernández.** 2004, Vol. XXV.
<http://www.cujae.edu.cu/ediciones/Revistas/Industrial/Vol-XXV/3-2004/83-88%20Identificaci%C3%B3n%20de%20procesos.pdf>
5. **Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* Madrid : Pearson Educación, S.A, 2000. 84-7829-036-2.
6. **José Márquez Díaz, Leonardo Sampedro, Félix Vargas.** *Instalación y configuración de Apache, un servidor web gratis.* 2002.
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/852/85201202.pdf>
7. *Modelado del Negocio con UML.* **M, Luis Eduardo Mendoza, Ovalles, María Angélica Pérez de and P, Anna Cecilia Grimán.**
http://prof.usb.ve/lmendoza/Documentos/Reingenieria/PS6160_clase4y6.pdf
8. **Potencier, François Zaninotto y Fabien.** *Symfony 1.2, la guía definitiva.* 13: 978-1590597866.
www.librosweb.es/symfony_1.../symfony_1_2_guia_definitiva_2caras.pdf
9. **SACCEM, Analsitas del Proyecto.** *0113_Especificación de Requisitos de Software_SACCEM.* 2010.

- http://10.36.7.200:5800/sas_pm/Electromedicina/SACCEM/1.%20ingenieria/1.1%20Requisitos/
10. **Sánchez, Jorge.** *MySQL guía rápida*. 2004. www.jorgesanchez.net/bd/mysql.pdf.
 11. **Stig Sæther Bakken, Alexander Aulbach, Egon Schmid, Jim Winstead, Lars Torben Wilson, Rasmus Lerdorf.** *Manual de PHP*. 2002. www.educarm.es/templates/portal/.../manuales/1/.../php_manual.pdf
 12. **Unimedi S.L.** <http://www.calidadyriesgo.es>. [Online] Noviembre 4, 2009. <http://www.calidadyriesgo.es/seguridadesasistencial/46-proteccion-frente-al-uso-de-radiaciones-ionizantes-en-sanidad>.
 13. **Valencia, Universidad Politécnica de.** *Rational Unified Process (RUP)*. s.l. : © P.Letelier .

Auditor: Persona calificada para efectuar auditorías de calidad.

Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM): Creada en 1992 es una institución reguladora de la Salud Pública cubana que trabaja para contribuir a la protección de pacientes, personal médico y paramédico del Sistema Nacional de Salud (SNS), garantizando la efectividad y seguridad de los equipos médicos utilizados en el SNS. Presta un amplio servicio científico técnico vinculado a la prevención de riesgos, daño y fallos en los equipos médicos a través de trabajos de evaluación y registro, asesorías, inspección, vigilancia, normalización y otras tecnologías de investigación y control, así como mediante actividades de informática e información científico técnica.

Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN): El Centro Nacional de Seguridad Nuclear, entidad perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente ejecuta a nombre de éste la regulación y el control del uso de la energía nuclear y la contabilidad y control de los materiales nucleares en el país de forma tal que se garantice la protección de las personas contra la exposición a la radiación ionizante, la seguridad de las fuentes de radiación que pueden causar esta exposición y el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el Estado Cubano en estas materias.

Equipo Médico: Cualquier equipo, instrumento, dispositivo, material u otro artículo, incluyendo los programas lógicos (software), cuando se empleen de forma aislada o en combinación y que están destinados por los fabricantes para ser utilizados en seres humanos, solamente o principalmente, con fines de: prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.

PHP: (Hypertext PreProcessor) Lenguaje de programación para el desarrollo de web dinámicas, con sintaxis parecida a la C. Originalmente se conocía como Personal Home Page tools, herramientas para páginas personales (en Internet).

SACCEEM: Sistema Automatizado Cubano para el Control de Equipos Médicos.