

Universidad de las Ciencias Informáticas



Facultad 7

Centro de Informática Médica

**Título: *Modelo de producción de software para el
Centro de Informática Médica***

Trabajo de Diploma para optar por el título académico de
Máster en Gestión de Proyectos Informáticos

Autor: Ing. Reinier Alonso González

Tutor: M.sc Eduardo Solis Céspedes

Consultantes: M.sc Filiberto López Cossio

M.sc Héctor González Díez

Ciudad de La Habana

Noviembre del 2010, Año 52 de la Revolución

Agradecimientos

A Fidel y a la Revolución por darme la oportunidad de estudiar y superarme como revolucionario y como profesional en la universidad el futuro.

A todos los que de una forma u otra han colaborado con mi formación profesional, especialmente a mis padres y mi familia por el apoyo que siempre me han dado.

A mi novia por su apoyo y paciencia.

Al colectivo de profesores de la Facultad 7 y del Centro de Informática Médica que los considero como parte inseparable de mi familia.

Dedicatoria

A mis padres que siempre han estado pendientes de mí y nunca me han dejado solo.

A mi familia por el amor y cariño que siempre me han dado.

A todos los que siempre buscan un futuro mejor.

RESUMEN

Durante los últimos años en Cuba se han ejecutado varias acciones con el fin de fortalecer la industria del software. Dentro de las más importantes se encuentra la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2002, en la misma existen diferentes Centros de Desarrollo de Software con el objetivo de fortalecer la infraestructura productiva de servicios y soluciones informáticas. Entre ellos se encuentra el Centro de Informática Médica (CESIM), especializado en el desarrollo de productos de software para el sistema de información sanitario.

El presente trabajo tiene como objetivo explicar el modelo de producción de software implementado en el CESIM, donde se expone el modelo de integración entre las distintas áreas de conocimiento y se definen las principales entidades del proceso de producción. Se describe el modelo de trabajo y la organización de los recursos humanos aplicando el enfoque de trabajo en equipo. Así como, la reutilización de los componentes y artefactos de software y el uso de estándares internacionales. Además, se describe la estrategia tecnológica: donde se presentan los principios arquitectónicos basados en los objetivos estratégicos del Centro. Como principal resultado de la investigación se integran los elementos expuestos a una referencia del marco de trabajo del Centro.

Palabras claves: Modelo de producción de software, sistema de información sanitario.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1.1 Antecedentes del desarrollo de software para la salud y sus limitaciones	7
1.2 Desafíos actuales de los sistemas de información para atención de salud	11
1.3 Evolución y desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas	13
1.4 Modelos de desarrollo de software	16
1.5 Proyectos líderes en el desarrollo de software sanitario	20
1.6 Principios de la Interoperabilidad de los sistemas sanitarios	24
1.6.1 Introducción a los estándares	25
1.6.2 El estándar HL7	26
1.6.3 Integración de empresas sanitarias (IHE).....	28
Conclusiones del capítulo	29
CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MODELO PRODUCTIVO	30
2.1 Estrategia de producción	30
2.1.1 Principios del modelo.....	31
2.2 Proceso de desarrollo	33
2.2.1 Ciclo de vida del desarrollo	37
2.2.2 Método de mejora continua de los procesos.....	39
2.3 Involucrados en el proceso de desarrollo	39
2.3.1 Modelo de trabajo	40
2.4 Técnicas y Herramientas.....	42
2.4.1 Gestión de la configuración.....	42
2.5 Tecnología.....	43
2.5.1 Arquitectura.	44
2.5.1.1 Nivel de metadatos y servicios relacionados con la Historia Clínica Electrónica.	45
2.5.1.2 Nivel de Interoperabilidad	46
2.5.1.3 Servidores terminológicos.....	48

2.5.1.4 Nivel de aplicaciones informáticas	52
2.5.2 Repositorio de componentes	52
Conclusiones del capítulo	54
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
3.1 Realización y aplicación de la investigación.....	55
3.1.1 Diseño y aplicación del instrumento de captación de datos.....	56
3.1.2 Aplicación del modelo a la muestra seleccionada.....	59
3.2 Análisis de los resultados.....	64
3.3 Análisis del modelo.....	71
Conclusiones del capítulo	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXO #1: GRÁFICOS, FIGURAS Y ESQUEMAS.....	86
ANEXO #2: PROCEDIMIENTO PARA LA APROBACIÓN DE ARQUITECTURAS DE PROYECTOS DEL CESIM. ...	90
ANEXO #3: PROCESO DE INTEGRACIÓN.	92
ANEXO #4: FICHA TÉCNICA DE COMPONENTES	96
ANEXO #5: INSTRUMENTO APLICADO PARA EL DIAGNÓSTICO.....	97
ANEXO #6: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO SOBRE LA METODOLOGÍA.....	101
ANEXO #7: PERFILES DE INTEGRACIÓN.....	104
ANEXO #8: PROCESO DE MEJORAS CONTINUA.	108

INTRODUCCIÓN

Quienes tengan y dominen la información, tendrán el poder y serán quienes pongan las condiciones en el mundo global. Entender el conocimiento como un todo en el área de las tecnologías de la información, abre caminos necesarios que permiten la integración de los servicios y procesos de los cuales el hombre necesita para vivir. Dentro de los servicios más importantes para él se encuentra la atención sanitaria que depende cada vez más de las tecnologías de la información (TI) para adquirir, administrar, analizar y difundir la información sobre el cuidado de la salud.

Muchos estudios han identificado deficiencias en los servicios sanitarios actuales, incluida la insuficiencia de cuidado, incorrecta atención y seguimiento del paciente y las desigualdades en el acceso a la atención entre otros aspectos. En respuesta a esto, los principales esfuerzos han estado encaminados a la creación y el intercambio electrónico de información de salud como mejoras de la infraestructura cuyas implementaciones ayudan a abordar algunas de estas deficiencias.

Cualquier esfuerzo sistemático para cambiar la información médica y de salud, paradigma de la gestión de una base de papel a uno basado en las TI, debe afrontar dos retos fundamentales: utilizar la mejor tecnología disponible para construir sistemas en un corto plazo e identificar las lagunas entre lo mejor de las tecnologías actuales y lo que es, en última instancia, necesario para mejorar la atención de la salud. El primero ofrece oportunidades de corto plazo para ver la mejora y el segundo conlleva a la investigación básica y al diseño de futuros sistemas.

Existen profundos desafíos en el nexo de la salud, la atención y la informática, aunque se observan una serie de pasos en la aplicación de las TI en la atención sanitaria, los resultados están muy lejos de lo que se necesita para proporcionar una visión integradora de los datos del paciente. Hoy en día, los médicos dedican gran cantidad de tiempo y energía a la búsqueda a través de los datos brutos sobre los pacientes y tratar de integrar estos con sus conocimientos médicos generales, para formar las pertinentes abstracciones mentales y lograr las asociaciones necesarias para establecer la situación del paciente.

Debido a la magnitud que han alcanzado los proyectos de aplicación de las TI en el sector sanitario, el peso que tienen dentro de las aspiraciones de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), el impacto económico-social que puede representar para la sociedad cubana la exportación de software y

la informatización del país a través del programa de Informatización de la Salud que se desarrolla en la actualidad. Se hace necesario realizar un estudio minucioso de cada uno de los procesos y la estrategia que conforma el perfil productivo de la informática para la salud que se desarrolla conjuntamente entre el Centro de Informática Médica (CESIM) y la Facultad 7 de la UCI.

Situación problemática.

El Centro de Informática Médica tiene como función principal ejercer el desarrollo de soluciones de software para el sector de la salud. Esto lo convierte en la entidad responsable de conjunto con la Facultad 7, de crear equipos multidisciplinarios capaces de lograr soluciones con alta interoperabilidad, que rompan con los esquemas de islas de información existentes actualmente en el registro de la información clínica del paciente. El CESIM cuenta con una estructura interna, encargada de dirigir los procesos productivos que se desarrollan en cada uno de sus líneas de producción, las que están formadas por la especialización del software que se desarrolla en cada una de ellas.

El Centro surge a partir de la fusión de los polos de Procesamiento de Imágenes y Señales y el polo de Informática Médica de la Facultad 7 de la UCI. Como resultado, actualmente el modelo productivo no está homogeneizado, debido a que cada línea organiza sus proyectos y recursos de manera distinta por la ausencia de una visión integradora del proceso productivo. Todo lo anterior, dificulta la realización de una mejora continua de los procesos que se ejecutan para obtener uno o varios productos de software dentro del sector de la salud.

A la situación antes mencionada, se puede agregar que los proyectos que se desarrollan en cada una de las líneas, en ocasiones duplican esfuerzos al existir dificultades en la comunicación de los equipos de desarrollo para realizar homologaciones de los procesos que implementan. Lo que dificulta lograr reutilizar componentes y artefactos ya desarrollados por otros equipos. Además de limitar la capacidad de integración entre las soluciones desarrolladas.

La carencia de actividades de formación en base a un proceso definido de integración del modelo productivo provoca ineficiencias en los procedimientos de identificación y validación de los procesos en los diferentes niveles de la atención sanitaria, lo que dificulta la interoperabilidad entre los sistemas obtenidos, cualidad esencial en los sistemas informáticos para la salud. Los elementos anteriormente

expuestos provocan bajos rendimientos, prolongando los tiempos de desarrollo, altos costos y baja calidad de los productos obtenidos.

Descrita esta situación y luego de hacer un breve análisis de la situación actual en el área de producción, se identifica como **problema científico** en el presente trabajo: ¿cómo potenciar el desarrollo de software para incrementar la reutilización de componentes y artefactos en el desarrollo de los productos obtenidos en el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas?

El **objeto de estudio** comprende la gestión de proyectos informáticos para la salud y su relación con modelos de producción de software.

El **objetivo general** del presente trabajo consiste en:

- Desarrollar un modelo de producción de software para el Centro de Informática Médica que permita incrementar la reutilización de componentes y artefactos en el desarrollo de los productos de software.

Para lograr este objetivo se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

- Evaluar el estado del arte de los modelos de producción de software propuestos por otros autores.
- Diseñar un modelo de producción que permita la gestión integral de los proyectos en entornos productivos relacionados con el desarrollo de soluciones de informática médica.
- Validar el modelo de producción de software en el Centro de Informática Médica.

El **campo de acción** se enfoca en el modelo de producción para la gestión de proyectos de software para la salud en el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Como **hipótesis** de la investigación se plantea que: El desarrollo de un modelo producción basado en la gestión integral de proyectos en el CESIM, permitirá incrementar la reutilización de componentes y artefactos para el desarrollo exitoso de un paquete de productos de software para la salud.

El presente trabajo tiene como principal **aporte teórico práctico** la obtención de un modelo de producción de software que soluciona la problemática planteada y tiene un alto valor práctico que se manifiesta en su aplicación:

- En los proyectos de software para la salud, incrementar la reutilización de componentes y artefactos en el desarrollo de los productos obtenidos en el Centro de Informática Médica mejorando significativamente la eficiencia.
- Como base teórica que permita la gestión integral de los proyectos en entornos productivos relacionados con el desarrollo de soluciones de informática médica.
- El modelo de producción propuesto está dirigido a organizaciones dedicadas al desarrollo de software para el sector de la salud. Por lo que las instituciones o proyectos, que no cuenten con un modelo de producción establecido, pueden usar el modelo ajustándolo de acuerdo con sus necesidades. Mientras que las organizaciones, que ya tienen un modelo instaurado, pueden usarlo como referencia para identificar los elementos necesarios a mejorar.

Como **variables** de la investigación se determinan:

Variable Independiente: Modelo de producción de software para la salud.

Variables Dependientes: Incremento de la reutilización de componentes y artefactos de software.

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

- Realizar un análisis del estado del arte del tema tratado.
- Actualizar los logros y limitaciones en los enfoques existentes sobre el desarrollo de software para la salud.
- Analizar los procesos asociados al área de desarrollo de software vinculado a la salud.
- Proponer un modelo de producción de software para el sector de la salud en el Centro de Informática Médica.

La **población** estudiada comprende la totalidad de los proyectos que se desarrollan en el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Actualmente se ejecutan 17 proyectos de desarrollo de software.

La **muestra** seleccionada está integrada por los proyectos en desarrollo que tienen mayor peso en el volumen productivo y/o prioridades estratégicas del Centro. La muestra está formada por un proyecto de exportación y nueve proyectos nacionales.

La **estrategia de investigación** que se aplica en el presente trabajo es la *explicativa* o *experimental* pues se pretende determinar las causas que actúan sobre el proceso de producción de software en el Centro de Informática Médica y transformar el estado actual con vistas a desarrollar un modelo de producción novedoso que resuelva las deficiencias a partir de las transformaciones necesarias en los procesos que intervienen en la producción de software.

En la investigación se utilizan los siguientes **métodos teóricos**:

- **Método histórico-lógico**: se utilizó para estudiar el objeto y campo de acción de la investigación a través del tiempo y determinar las tendencias existentes en los distintos modelos de desarrollo de software.
- **Método hipotético deductivo**: a partir de un problema concreto se plantean objetivos específicos e hipótesis que en el transcurso de la investigación son demostradas, siguiendo métodos científicamente fundamentados.
- **Modelación**: fue empleado al diseñar la estructuración didáctica del trabajo de investigación así como para estructurar la estrategia de desarrollo que se propone.

Además, en la investigación se utilizan los siguientes **métodos empíricos**:

- **Método de medición**: se aplicaron pruebas estadísticas para analizar la capacidad de generalización del modelo de producción desarrollado y la calidad de las respuestas finales.
- **Observación**: se observó el desempeño y los artefactos generados en los proyectos productivos. Esto se realizó con el propósito de caracterizar la situación actual en los proyectos del Centro de Informática Médica.
- **Entrevista**: se realizaron a profesores involucrados en el desarrollo de software del CESIM, para obtener información sobre el proceso de desarrollo de software.

El trabajo está estructurado en tres capítulos en los que se realiza el análisis del estado del arte del tema tratado, así como el desarrollo de la propuesta del modelo productivo y por último se muestran los

resultados de la implementación del modelo en el Centro de Informática Médica. A continuación se describe el contenido de cada capítulo:

En el **Capítulo 1 Fundamentación teórica** se estudian los modelos básicos de desarrollo de software así como sus tendencias actuales. Además, se hace un análisis de la evolución del país durante los últimos años en el desarrollo de su infraestructura productiva para el desarrollo de soluciones de informática médica así como el estado actual de la UCI.

En el **Capítulo 2 Desarrollo del modelo productivo** se presenta el diseño del modelo de producción que permite la gestión integral de los proyectos en entornos productivos relacionados con el desarrollo de soluciones de informática médica para el Centro de Informática Médica de la UCI. En el mismo se hace una caracterización del modelo productivo y la estrategia que adopta el Centro.

En el **Capítulo 3 Análisis de los resultados** se realiza un análisis de la aplicación del modelo en la muestra seleccionada dentro de los proyectos del Centro de Informática Médica. En el cual se describe el proceso de la realización del experimento que parte de la descripción del diseño y aplicación del instrumento de captación de datos y la descripción del proceso de aplicación del modelo a la muestra seleccionada. Finalmente, se realiza un estudio de los resultados obtenidos con la aplicación del modelo propuesto.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo se realiza un análisis sobre el estado del arte de las diferentes experiencias en el desarrollo de soluciones informáticas para el sector de la salud sobre dos aspectos fundamentales: el primero es la organización y gestión de la infraestructura productiva, donde se explican los diferentes pasos que ha dado el país para lograr avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones, en función de mejorar los servicios de salud. El segundo, describe las principales metodologías y estándares de desarrollo de software, con el objetivo de lograr la interoperabilidad necesaria entre sistemas de software y equipos de trabajo dedicados al desarrollo de software para la salud.

1.1 Antecedentes del desarrollo de software para la salud y sus limitaciones

En Cuba el Ministerio de Salud Pública (MINSAP) constituye el órgano rector del Sistema Nacional de Salud (SNS), que se encarga de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de las estrategias y políticas del Estado y del Gobierno en el sector de la Salud Pública, el desarrollo de las Ciencias Médicas y la Industria Médico Farmacéutica. El Sistema Nacional de Salud se estructura en tres niveles, que responden a la estructura político-administrativa del país.

El nivel nacional está representado por el Ministerio de Salud Pública que es el órgano rector con funciones metodológicas, normativas y de coordinación y control, al cual se le subordinan directamente los centros universitarios, institutos de investigaciones, centros hospitalarios de asistencia médica altamente especializados, centros de distribución y comercializadoras de suministros y tecnologías médicas, así como otros centros y entidades nacionales destinados a actividades técnicas y de apoyo. Los restantes niveles están representados por las direcciones provinciales y municipales de salud que agrupan a las instituciones de salud en su nivel que, al igual que en el nivel central, se subordinan desde el punto de vista administrativo a las estructuras de gobierno en los distintos niveles organizativos, la que representa sus intereses ante ellos y da respuesta a las demandas y necesidades de la población.

Con el devenir de los años y el vertiginoso avance de las tecnologías de la informática y las comunicaciones el MINSAP no ha estado ajeno a este fenómeno y desde la década de los '70 comienzan las investigaciones en el área

de la Informática Médica en el país, gracias al desarrollo científico y pedagógico alcanzado en Cuba a partir del 1959 con el triunfo de la Revolución Cubana.

En la década de los ´70 el MINSAP comienza a dar los primeros pasos en su organización para asumir los retos tecnológicos con la creación en el 1975 del Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM) subordinado al Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Desde sus inicios el trabajo de este centro se proyecta hacia la creación de una cultura computacional entre los profesionales de la salud y por tanto, de un lenguaje común que facilite el desarrollo de la computación en la Salud Pública en general y en la Cirugía en particular, a partir de investigaciones en el campo de la modelación matemática y del desarrollo de aplicaciones en el campo de la salud. [1]

En el 1988 se crea el Centro de Desarrollo Informático para la Salud Pública (CEDISAP), que constituye una unidad del Sistema Nacional de Salud de la República de Cuba, por la RESOLUCIÓN MINISTERIAL # 293 de 1987, a partir del Centro de Cálculo Principal del Ministerio, con la misión principal de trazar la política nacional de introducción de la informática en el Sistema de Salud, así como el control de su ejecución, lo que iniciara una reorientación de las funciones y direcciones estratégicas del trabajo de la institución para los años posteriores.

El cambio fundamental radicó en convertir a CEDISAP en un Centro de Desarrollo para la automatización de las unidades que conforman el Sistema de Salud y que son las que ejecutan las acciones del mismo. Reorganiza su estructura bajo la concepción de dos departamentos con funciones técnicas en la rama de la informática médica y un tercero de asistencia operacional o de atención a usuarios, que sirve de canal de comunicación entre las necesidades del Sistema y los grupos de diseño de las aplicaciones en curso y por acometer. Convirtiéndose entonces en una institución especializada en servicios profesionales de informática para el sector de la salud, que por orientación de la Dirección del MINSAP, abarca además servicios de consultoría.

En el año 1992 surge INFOMED, Red Telemática de Salud en Cuba con el objetivo de brindar servicios informáticos capaces de interconectar a los centros de información y bibliotecas médicas, lo cual constituye una infraestructura que favorece la informatización con nodos en todas las provincias donde trabajan expertos en la creación de productos y servicios electrónicos. [2][3]

Otra de las experiencias más importantes en el país en el desarrollo científico técnico se encuentra en el Instituto Central de Investigación Digital (ICID) que constituye la empresa más moderna y experimentada en el tema de la electrónica médica en Cuba. Fundado en 1969 en sus inicios y hasta el año 1983, el ICID se dedicó fundamentalmente a diseñar y producir computadoras de propósito general. Cuenta actualmente con instalaciones de Investigación más Desarrollo (I + D) y facilidades de producción que permiten la obtención de equipos médicos modernos de alta calidad. A partir del año 1980 comienza a desarrollar los primeros equipos digitales con fines médicos entregando entre los años 1996 y 1999, casi tres mil equipos para los servicios de Cardiología, Cuidados Intensivos, y otros, de más de 200 hospitales, policlínicos y diferentes unidades asistenciales, producción la cual ha ido incrementando paulatinamente. [4][5]

En el año 1966 el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) creó el Departamento de Neurofisiología con el propósito de garantizar la introducción de métodos cuantitativos y el uso de la computación en el análisis de la actividad eléctrica espontánea y evocada del cerebro. En 1982, como resultado del incremento y diversificación de la labor investigativa del Departamento se creó la Dirección de Neurociencias del CNIC con el objetivo de perfeccionar las tecnologías diseñadas e introducirlas en el Sistema Nacional de Salud.

El 11 de mayo de 1990 por decisión del Consejo de Estado se crea el Centro de Neurociencias de Cuba (como una unidad científico-productiva del CNIC) a partir de la fusión de la hasta entonces Dirección de Neurociencias del CNIC con el grupo MEDICID del Instituto Central de Investigaciones Digitales (ICID). El objetivo de esta unión era la investigación, la producción y la aplicación de tecnologías avanzadas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades del cerebro. Finalmente el 1ro de enero del 2005 en virtud de la Resolución No. 7 se crea como centro independiente subordinado al Consejo de Estado. [6]

El Ministerio de Informática y las Comunicaciones de Cuba (MIC), creado en el año 2000, como organismo rector y encargado de establecer, regular y controlar la política y las estrategias para el desarrollo, evolución, producción, comercialización y utilización de los servicios y tecnologías de la informática y las comunicaciones. Ha apoyado de forma sostenida a la informatización del sector de la salud estableciendo contratos de trabajo entre ambos ministerios. Como es el caso de SOFTEL, empresa del MIC encargada del desarrollo de sistemas informáticos para el sector sanitario, con la participación de médicos especialistas en Medicina General Integral de experiencia en calidad de expertos funcionales del MINSAP.

Con la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas en septiembre del 2002 el país da un salto considerable en la formación de recursos humanos capacitados para contribuir con los proyectos de informatización, dentro de los cuales figura de manera estratégica la informatización de los servicios de salud. Por lo que de conjunto instituciones y empresas, llevan a cabo numerosos proyectos con el fin de la informatización de la salud en Cuba lo cual contribuye a mejorar considerablemente los servicios que se prestan a la población, además de optimizar el uso de los recursos que se han adquirido.

Esta iniciativa supone el aprovechamiento de oportunidades de negocios, su desarrollo se realiza por universitarios, fundamentalmente estudiantes que puedan ser tutorados por profesores e investigadores que permitan aplicar el resultado entre el mundo académico y el empresarial. En el mundo existen disímiles experiencias de cómo impulsar el desarrollo de servicios y productos soportados por las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones. Mezclándose los conceptos de industria y universidad en la cual, esta última brinda un alto potencial de fuerza de trabajo calificada e innovadora, que facilita un escenario capaz de conjugar conceptos como la gestión del conocimiento y las tecnologías de informática y las comunicaciones. En la actualidad la investigación y el desarrollo (I + D), la innovación y la transferencia de tecnología son elementos esenciales en la competitividad para mantenerse actualizado en el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC).

Sobre los principios mencionados anteriormente, el modelo de desarrollo de la industria de software en el país, con el objetivo de desarrollar productos y servicios informáticos cada vez más eficientes, ha ido adaptándose y perfeccionándose con el estudio de las diferentes experiencias en el mundo. Estudiando los diferentes conceptos internacionales y ajustándolos al entorno propio de la sociedad cubana.

Dentro de las experiencias más usadas se encuentra el desarrollo de Parques Científicos y Tecnológicos (PT), en los últimos 20 años ha existido un gran auge del movimiento de los Parques en todo el mundo. Donde los objetivos más comunes que los unen son los de promover las relaciones universidad – empresa, incentivar y promover la innovación y facilitar la transferencia de tecnologías desde la universidad hacia la empresa, de ahí que el papel de una universidad en el desarrollo de un parque científico es vital.

En la actualidad los PT se han convertido en importantes componentes estructurales en la nueva ecuación económica y por ello, han alcanzado amplia aceptación en los países desarrollados, por ejemplo: los EE.UU. cuentan

con ciento cuarenta; Japón con ciento once, Reino Unido con cuarenta, Alemania con veintiséis, Canadá con dieciocho, y potencias emergentes como Malasia y China impulsan importantes proyectos con fines de estimular el desarrollo de parques científicos y tecnológicos. [7][8]

1.2 Desafíos actuales de los sistemas de información para atención de salud

El avance en el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y la difusión del procesamiento de datos en red ofrecen una singular oportunidad para la captura, el procesamiento, el almacenamiento y la transmisión de datos, lo que propicia la necesidad del desarrollo de la informática médica o como comúnmente se le denomina e-Health o e-Salud. La cual se caracteriza por la utilización combinada de tecnologías de la información y de las comunicaciones para transmitir, almacenar y recuperar datos con objetivos clínicos, administrativos y educacionales, tanto en forma local como a distancia.

Las áreas de aplicaciones emergentes están orientadas a la conexión de los profesionales en redes virtuales, la gestión de los procesos de atención médica y la administración y atención a los pacientes basadas en web. La atención de la salud es una actividad compleja y muy dependiente de la información para la toma de una gran variedad de decisiones clínicas y administrativas. Por esta razón, los sistemas de información de salud deben capturar y procesar un amplio espectro de datos específicos de salud o relacionados, con alcances y niveles de detalles diversos.

Resulta apropiado el término evolutivo para describir la adopción de las TIC por parte del sector sanitario, ya que el desarrollo de aplicaciones puede percibirse como una lucha de adaptación a los cambios ambientales y de supervivencia del más apto. Desde el modelo de administración de pacientes en los años ´60 hasta el paradigma de reestructuración organizacional actual, las TIC se han expandido en el sector para proveer soluciones para la operación de cada modelo. La variedad de ambientes, prioridades, organización y requisitos operacionales del sector imponen la necesidad del uso de una amplia variedad de recursos y soluciones, capaces de proveer soporte para las complejas decisiones e intervenciones clínicas de la salud pública y de la administración, que caracterizan la cambiante práctica de salud. En la figura 1 se muestra un diagrama que representa la evolución de la aplicación de las diferentes tecnologías al soporte de los diferentes servicios sanitarios a partir de los años ´60 hasta la actualidad.

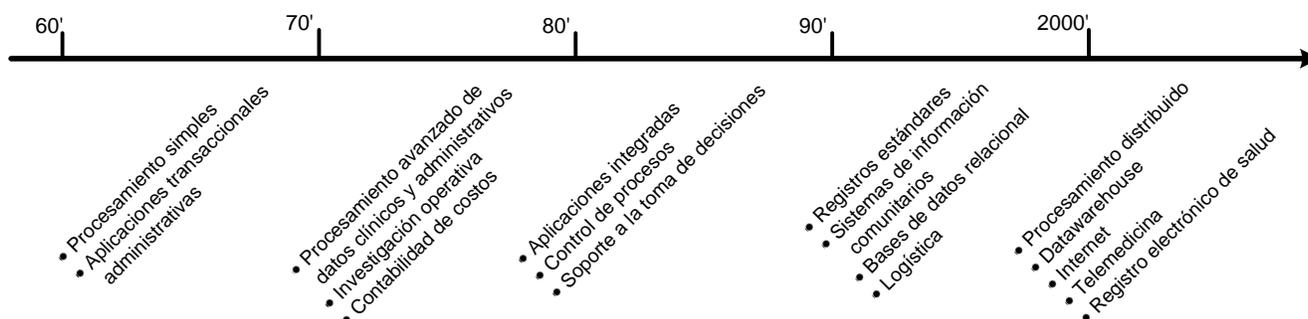


Figura 1: Diagrama de evolución.

En la actualidad a pesar de las crisis económicas, el sector sanitario presenta un crecimiento en la inversión de recursos para lograr el respaldo informático en función de mejorar los servicios. Por ejemplo, el sector de la salud representó cerca del 6 % del mercado informático en general en Europa en el año 2000, este valor fue duplicado a los fines del 2002 y se ha mantenido siempre en crecimiento en los últimos años. En los EE.UU. se gastan del 2 al 3%, valores que aumentarán considerablemente con las actuales reformas sanitarias que el gobierno promueve, las cuales llevan un importante soporte informático para garantizar la calidad de los servicios. [9]

En los países del área de América Latina se han desarrollado importantes esfuerzos en función de mejorar los servicios sanitarios como es el caso de Brasil, Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Venezuela, entre otros. En los que Cuba presenta convenios de cooperación para lo que los servicios informáticos constituyen un importante valor agregado. Ejemplo de esto son las diferentes misiones médicas desarrolladas, como la Misión Milagro que consiste en llevar los servicios de oftalmología a diferentes países de América Latina. La creación de Clínicas de Diagnósticos Integrales (CDI) con una fuerte presencia de especialistas cubanos. Estos y otros proyectos revolucionan las posibilidades y el desarrollo del sector sanitario, lo que abre un mercado en el que Cuba puede expandir sus soluciones en el campo de la informática médica entre otros.

Dentro de las principales tendencias en el sector sanitario que justifican la introducción y desarrollo de la informática médica se pueden mencionar:

- Creciente insatisfacción de los clientes con los sistemas de atención de salud. Esto se relaciona a la dificultad en elegir proveedores, de tener acceso a servicios y de garantizar una relación de continuidad con los proveedores.

- Los sistemas de atención en su mayor parte no responden a las demandas por anticipación de necesidades, calidad de los servicios, comodidad al consumidor y provisión de servicios a la medida.
- Falta de mecanismos que aseguren de forma consistente la calidad de la atención gracias a la rapidez en la identificación de problemas de salud y en la provisión de servicios, reducción en la pérdida de datos y errores.
- Se desea mejor eficiencia de los procesos clínicos y administrativos, particularmente con relación al manejo de documentación clínica y administrativa, suministro y control de costos.
- Creciente demanda por datos e informaciones para la práctica basada en evidencia, que incluye acceso a referencias, protocolos de atención, registros de enfermedades y bases de conocimientos.

Estos elementos constituyen una oportunidad para el fortalecimiento y desarrollo de la experiencia cubana en el campo de la informática médica. Cuba es el país en el área de Latinoamérica que mejores condiciones tiene para trazar una estrategia de desarrollo tecnológico que contribuya al perfeccionamiento de sus servicios sanitarios y que estos se conviertan en referencia internacional.

1.3 Evolución y desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) surge en septiembre del 2002 como idea del Comandante en Jefe, con el objetivo de impulsar la industria de software cubana con la formación de profesionales altamente capacitados en la rama de la informática y comprometidos con la Revolución. Su concepción es la de vincular de forma intensiva la formación de profesionales desde la actividad productiva y el desarrollo de software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación, el cual ha ido en constante perfección y evolución.

En sus inicios la universidad comienza a buscar proyectos en todos los organismos del país, obteniéndose como resultado las necesidades de informatización de los distintos sectores. Para ese entonces la principal fuerza de estudiantes se encontraba en 1er y 2do años de la carrera, carentes de la formación requerida, hecho que no permitía impulsar los proyectos y compromisos, aunque contaba con un pequeño número de estudiantes de años avanzados que se incorporaron de otras universidades para continuar sus estudios en la UCI. A partir de este momento se comienzan a definir las prioridades y se dan los primeros intentos de organización metodológica para la

producción de software, creándose la Vice Rectoría de Producción y Dirección de la Infraestructura Productiva (IP) que tendrían, como función, dirigir metodológicamente los procesos productivos en la universidad representados en cada una de las facultades con un Vicedecano de Producción e Investigación.

Posteriormente, en el tercer curso 2004-2005, se crea la Vicerrectoría Primera con el objetivo de unir la atención a los procesos de formación y producción, elemento de vital importancia. Además, se crean las direcciones de software para la Salud, software Educativo, Calidad de Software, Exportación de software y Comunicación Visual (Diseño) en la Infraestructura Productiva (IP) desde donde se organizan y dirigen los proyectos más importantes. Uno de los pasos más significativos para la madurez de los procesos productivos en la universidad fue la ubicación de entidades productivas externas en la IP como es el caso de la empresa Softel y PROSSION lo cual busca integrar las principales experiencias.

En el 4to curso 2005-2006 ya se comienzan a definir los roles metodológicos y de control de la Infraestructura Productiva (IP) y se profundiza el papel de las Facultades como responsables de la ejecución de los proyectos productivos, momento en el que comienza la definición del proyecto como centro de toda la actividad del estudiante en torno a la formación, producción, investigación, actividades sociales y políticas. A partir de este momento las facultades comienzan a desempeñar un papel de mayor protagonismo en la actividad productiva fortaleciendo sus estructuras y comienzan a impartir cursos de segundo perfil en dependencia de la línea de trabajo que les toca desarrollar.

En esta etapa se crea la Dirección General de Producción y se enfatiza en la descripción de las funciones y responsabilidades entre las direcciones “horizontales”: como Diseño, Calidad de Software e Informatización y las direcciones “verticales”: como software Educativo, software para la Salud, software de Gestión, etc., que atienden “líneas o programas de informatización” y facultades. En este periodo, con el fortalecimiento de las relaciones entre Cuba y Venezuela se firman los primeros proyectos grandes de exportación de la UCI, lo que implica que la actividad productiva, en la universidad, comienza a alcanzar empeños y compromisos mayores donde existe un cliente más exigente por lo hitos acordados en el desarrollo de los proyectos.

A raíz de estos compromisos surge la necesidad de crear estructuras en los procesos productivos de la Universidad, que le den mayor capacidad competitiva y organizativa dentro de la industria de software. Por esta razón se crea a

finales del año 2005 la Empresa Comercializadora de Software ALBET y se amplía la misión de la UCI en Venezuela. Además se crea CALISOFT como entidad certificadora de la calidad de software, adscrita al Ministerio de Informática y las Comunicaciones (MIC) y se impulsa el programa de Informatización de la Salud, como ejemplo de integración de esfuerzos y recursos a nivel de país.

En el 5to curso 2006-2007 se crea la Dirección Técnica de la IP y se diferencian las direcciones de servicios como la Dirección Diseño, la Dirección Calidad, la Dirección Legal y la Dirección de Informatización de las direcciones de control como la Dirección de Software para la Salud, la Dirección de Software Educativo entre otras y se sistematizan los órganos colectivos de dirección como: Consejo de Producción, Consejo Técnico y Consejo de Calidad. Además se crean las categorías de asesor de calidad y de arquitectura en las facultades con la función de asesoría del Vice-Decanato de Producción e Investigación.

Se desarrollan los conceptos de Polo Productivo convirtiéndose en centro de integración de los procesos de formación, investigación - desarrollo y producción en torno a una temática o perfil, lo que incentiva además la cooperación de instituciones y empresas tanto nacionales como internacionales. Fortaleciéndose de esta forma la formación desde la actividad productiva con el desarrollo de los proyectos y líneas de investigación ampliando las posibilidades de cooperación con instituciones externas. Integrándose estas cuatro aristas alrededor del Polo Productivo como centro de fusión de los principales procesos vinculados a la universidad e industria, con el objetivo de lograr una mejor planificación y aprovechamiento de los recursos humanos y materiales e incentivar la innovación continua que genere y aporte valor a los productos y servicios.

A partir del año 2007 se vinculan los primeros graduados de la UCI a la vida universitaria, lo cual contribuye con el crecimiento en el nivel de la actividad productiva, en la exportación de software y servicios informáticos resultantes de la experiencia acumulada como resultado de la proyección estratégica de la Universidad. En el 2009 se continúa con la preparación y perfeccionamiento del modelo de producción y desarrollo desde la formación de profesionales, en busca de un modelo que posibilite aumentar su infraestructura productiva y de servicios. Todo esto con el objetivo de potenciar la especialización en diferentes productos y servicios como los de consultoría, software para la salud, software de gestión empresarial y desarrollo de plataformas libres. En función de esto se crean centros de desarrollo especializados como el Centro de Consultoría Java, el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD) y el Centro de Informática Médica entre otros.

Los centros de desarrollo en la UCI representan un proyecto concretado en un espacio físico, que forma parte de la vida universitaria con la colaboración de centros de investigación, empresas nacionales y extranjeras y otras instituciones de educación superior. Los cuales han sido concebidos para fomentar la creación de una industria innovadora, basada en la tecnología con productos de alto valor añadido que garanticen la soberanía tecnológica para el país.

1.4 Modelos de desarrollo de software

Un modelo de desarrollo de software está compuesto por una mezcla de varios elementos, entre los que se encuentran la filosofía del trabajo del equipo de proyecto, el modelo de negocio, y las prerrogativas del conjunto de actividades que conducen a la creación de un producto de software. Estas actividades pueden consistir en el desarrollo de un software desde cero, o ampliar y modificar los sistemas existentes y configurar e integrar software comercial o componentes de sistemas. Estos procesos de creación forman parte de la disciplina de Ingeniería de software que es el área de la informática que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad.

Existen varios modelos o filosofías de desarrollo de software que conforman los modelos básicos por ser los más utilizados y los más completos, a continuación se explican cuáles son los principales:

- **Modelo en Cascada** : Es conocido también como ciclo de vida básico, basado en el ciclo convencional de una ingeniería, sugiere un enfoque sistemático y secuencial para el desarrollo del software que comienza en un nivel de sistemas y progresa con el análisis, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento. Es uno de los modelos más antiguos y su principal deficiencia se encuentra en la inflexibilidad ante la secuencia de sus distintas fases. Por tal motivo los proyectos reales raramente siguen el flujo secuencial que propone el modelo, debido a que siempre hay iteraciones y se crean problemas en la aplicación del paradigma. Normalmente, es difícil para el cliente establecer explícitamente al principio todos los requisitos; en este caso el modelo lo requiere y tiene dificultades en acomodar posibles incertidumbres que pueden existir al comienzo de muchos productos.

En este modelo el cliente debe tener paciencia, debido que hasta llegar a las etapas finales del proyecto no estará disponible una versión operativa del proyecto, por lo que no se detectará hasta el último momento cualquier error

que puede ser fatal para el éxito del proyecto. Sin embargo, la principal ventaja de este modelo radica en su sencillez ya que sigue los pasos intuitivos necesarios a la hora de desarrollar el software. [10]

- **Modelo de construcción de prototipos:** Es un modelo de desarrollo evolutivo, comienza con la recolección de requisitos; donde el desarrollador y el cliente encuentran y definen los objetivos globales para el software, identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema donde es obligatoria más definición. A partir de esto se crea un diseño rápido que lleva a la construcción de un prototipo que se centra en una representación de los aspectos del software que serán visibles para el usuario o cliente. El prototipo lo evalúa el cliente o usuario y se utiliza para refinar los requisitos del software a desarrollar. La iteración ocurre cuando el prototipo se encuentra listo para satisfacer las necesidades del cliente, lo que permite al mismo tiempo que el desarrollador comprenda mejor lo que se necesita hacer.

Este modelo se recomienda especialmente cuando los requerimientos cambian frecuentemente, cuando no se tiene la suficiente participación del usuario o cuando no se tienen suficientemente especificados los requerimientos. Una ventaja importante es que el usuario va a observar la evolución del sistema, lo que posibilita comprometerlo con los resultados del proyecto y además identificar a tiempo cualquier mala interpretación de los requerimientos obtenidos. [11][12]

- **Modelo de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (DRA):** Es un modelo de proceso del desarrollo del software lineal y secuencial que enfatiza un ciclo de desarrollo extremadamente corto. El modelo DRA es una adaptación a alta velocidad del modelo lineal secuencial en el que se logra el desarrollo rápido utilizando una construcción basada en componentes. Si se comprenden bien los requisitos y se limita el ámbito del proyecto, el proceso DRA permite al equipo de desarrollo crear un sistema completamente funcional dentro de periodos cortos de tiempo (por ejemplo: de 60 a 90 días). Cuando se utiliza principalmente para aplicaciones de sistemas de información, el enfoque DRA comprende las siguientes fases: *Modelado de gestión, Modelado de datos, Modelado de proceso, Generación de aplicaciones, Pruebas y entrega.*

El éxito de este modelo está dado por la capacidad que tenga el equipo de modular la aplicación de forma que permita completarse cada una de las funciones principales en menos de tres meses. Donde cada una de las

funciones pueden ser afrontadas por un equipo DRA separado y posteriormente ser integradas en un solo conjunto. [13]

- **Modelo en Espiral:** Es un modelo de proceso de desarrollo de software evolutivo, definido por primera vez por Barry Boehm en 1988 quien lo describe como: *“Un generador de modelo de proceso guiado por el riesgo que se emplea para conducir sistemas intensivos de ingeniería de software concurrente y a la vez con muchos usuarios.”*

Se caracteriza principalmente por:

- ✓ Un enfoque cíclico para el crecimiento incremental del grado de definición e implementación de un sistema, mientras que disminuye su grado de riesgo.
- ✓ Un conjunto de puntos de fijación para asegurar el compromiso del usuario con soluciones de sistema que sean factibles y mutuamente satisfactorias. [14]

Se llama modelo en espiral porque las actividades se conforman en una espiral, en la que cada iteración representa un conjunto de actividades donde las mismas no están fijadas a priori, sino que se eligen en función del análisis de riesgo, comenzando por la iteración anterior. Para ello, se comienza por el análisis de las posibles alternativas de desarrollo y optándose por la de riesgo más asumible haciéndose un ciclo de la espiral. Si el cliente quiere seguir realizando mejoras en el software, se vuelve a evaluar las distintas nuevas alternativas y riesgos y se realiza otra vuelta de la espiral, así hasta que llegue un momento en el que el producto software desarrollado sea aceptado y no necesite seguir mejorándose con otro nuevo ciclo.

Dentro de sus principales beneficios se encuentra la necesidad de realizar un análisis del riesgo de forma explícita y clara aplicando un enfoque realista del desarrollo de sistemas de software a gran escala. En el mismo se puede utilizar la construcción de prototipos como mecanismo de reducción de riesgos y permitir a los desarrolladores aplicar el enfoque de construcción de prototipos en cualquier etapa de evolución del producto, lo que facilita tener en cuenta mejoras y nuevos requerimientos sin romper con el modelo.

Como principal dificultad del modelo analizado, se identifica que puede resultar difícil convencer a los clientes que el enfoque evolutivo es controlable, debido a la incertidumbre en el número de iteraciones que serán necesarias. Lo cual puede agravarse si los desarrolladores son inexpertos en la identificación y evaluación del riesgo, si un riesgo importante no es descubierto y gestionado a tiempo, indudablemente surgirán problemas. [15][16]

- **Modelo basado en Componentes:** El modelo de desarrollo basado en componentes incorpora muchas de las características del Modelo en Espiral, es evolutivo por naturaleza y exige un enfoque interactivo para la creación del software. Su esencia conduce a la reutilización de componentes de software, proporcionando beneficios considerables. Según estudios de reutilización, QSM Associates Inc; informa que el ensamblaje de componentes lleva a una reducción del 70 % del ciclo de desarrollo un 84% del costo del proyecto y un índice de productividad del 26,2. Por lo que no hay duda de que el ensamblaje de componentes proporciona ventajas significativas para los ingenieros del software. [17][18]

Este modelo se ha convertido actualmente en uno de los mecanismos más efectivos para la construcción de grandes sistemas y aplicaciones de software. Dentro de sus principales ventajas se encuentran la reutilización del software y mejora continua de la calidad ya que a partir de que se construye un componente y es reutilizado, este mejora con el paso del tiempo. Los tiempos de desarrollo pueden ser acortados considerablemente ya que en lugar de construir la solución de software desde cero se ensamblan componentes que ya cumplen con estas funcionalidades.

En tal sentido se pueden identificar varias tareas específicas para la construcción de aplicaciones que utilizan un modelo basado en componentes las cuales son:

1. La búsqueda de componentes que satisfagan los requisitos impuestos tanto por el cliente como por la arquitectura de la aplicación.
2. La evaluación de los componentes candidatos para seleccionar los más idóneos.
3. La adaptación y/o extensión de los componentes seleccionados para que se ajusten a los requisitos anteriores.
4. La integración, configuración e interconexión de dichos componentes para construir la aplicación final.

Dentro de los principales retos o problemas que se enfrentan los equipos de desarrollo en el uso de un modelo basado en componentes se encuentra la gestión de la evolución de los componentes seleccionados, ya que en los sistemas de gran tamaño han de poder coexistir varias versiones de un mismo componente. Otro elemento en consideración es el hecho de cómo particularizar los servicios que ofrece un componente para adaptarlo a las necesidades y requisitos concretos de la aplicación y finalmente como aspecto esencial para el éxito del modelo se encuentra, como lograr la interoperabilidad entre los componentes de software. [19][20]

La visión general que ofrece cada uno de los modelos estudiados muestra cómo en su totalidad un entorno de producción es un entorno sistémico, en cuyo diseño global los componentes tienen que ajustar y funcionar armónicamente, alineados con las características, culturas y estrategias de la organización. Por lo que cada organización ya sea empresa, universidad, parques tecnológicos o cualquier variante organizativa debe implementar su propia guía de adaptación para su modelo productivo a partir de las oportunidades y fortalezas que pueda aprovechar en su medioambiente a partir del estudio de sus procesos, la capacidad de sus recursos humanos y la infraestructura tecnológica con que cuenta.

Todos los equipos de desarrollo de software quieren producir más rápido, mejor y con menores costos, sin duda esto es posible debido a que la naturaleza del software brinda una fuente de oportunidades. A continuación, en el próximo epígrafe se exponen un grupo de proyectos exitosos que desarrollan soluciones sanitarias en diferentes entornos y modelos productivos.

1.5 Proyectos líderes en el desarrollo de software sanitario

Proyecto Open Three (O3) Consortium: Fue creado en 2005 por la educación Superior en Ingeniería Clínica (HECE) de la Universidad de Trieste de Italia, como un innovador proyecto de código abierto, con el objetivo de ocuparse de la integración de la información clínica sanitaria de los pacientes y promover un entorno de atención integral para la transmisión de archivos, intercambio, recuperación y visualización de datos, señales, imágenes e informes. [21]

Su modelo de desarrollo se basa en los modelos de código abierto tradicional, en el que a pesar de existir un plan del proyecto, el desarrollo se encauza por los caminos realizados y las necesidades sugeridas por el grupo de desarrollo y pruebas basado en el libro “La Catedral y el Bazar” de Eric Raymond [22]. A partir de una solución desplegada y puesta en prueba los usuarios se convierten en proveedores de requisitos y a la vez desarrolladores, en el que se obtienen diferentes versiones o iteraciones convirtiendo el desarrollo en una espiral. Donde los principales atributos que desarrollan sus productos son la escalabilidad y la portabilidad, basando su desarrollo en tecnologías web sobre Java.

Actualmente está coordinado por 4 Health, que es una iniciativa europea que aborda el tema de cómo llegar a la meta, en el punto de vista de la integración y de mejorar los servicios de salud basado en las tecnologías, que es uno de los principales retos para todos los sistemas europeos de salud. La iniciativa es organizada en cooperación con la

Educación Superior en Ingeniería Clínica (SSIC-HECE), la Sociedad Italiana para la Calidad de la Sanidad (SIQAS), y socios industriales en el campo de la salud en el área, especialmente en la región Friuli Venezia Giulia. [23]

A partir del desarrollo alcanzado por el proyecto se presenta en septiembre del 2007 un nuevo proyecto O3 - Enterprise como una nueva empresa Spin-off de la Universidad de Trieste con el objetivo de ofrecer servicios y soluciones de soporte en los sistemas O3 Consorcio. Que se especializa en los productos de los entornos hospitalarios especialmente en los relacionados con el área de radiología.

Proyecto JARA en el Servicio sanitario de Extremadura (SES), España: Consiste en un programa de transformación de los sistemas de información integral del SES que da respuesta a las necesidades de Gestión de Recursos, Atención Sanitaria y Socio-sanitaria, posibilitando la relación con otras organizaciones y proporciona los canales de contacto adecuados a los ciudadanos con la organización. Surge a partir de las necesidades de integración de los subsistemas sanitarios en el año 2001, se estructura en cuatro grandes proyectos, los cuales son proyectos de diseño e implantación del Sistema Asistencial, Sistema de Gestión de Recursos Económicos, Sistema de Gestión de Recursos Humanos y de la Arquitectura Tecnológica de Soporte. El mismo brinda una plataforma de acceso único de más de 13 000 potenciales usuarios profesionales sanitarios, los cuales a través de este servicio tienen acceso a todo el historial de consultas, pruebas diagnósticas, análisis, intervenciones y trayectoria farmacéutica del paciente.

El desarrollo del proyecto lo ejecuta IBM que no sólo ejecuta la implantación de estas tecnologías, sino también el rediseño de los procesos de gestión y administración, para operar con un modelo orientado a los servicios y procesos de negocios. Adopta un modelo iterativo basado en componentes como medio de mantener los costos de desarrollo bajo control, influenciado por un modelo de desarrollo racionalizado, aplicando la adopción de estándares globales orientados a arquitecturas de servicios. [24][25][26]

Proyecto Carestream HEALTH: Carestream Health, Inc., surge como empresa en el 2007 a partir de que Onex Corporation compró el proyecto de desarrollo para la salud de Eastman Kodak Company's Grupo y se estableció como una compañía independiente. Cuenta con aproximadamente 7300 profesionales que cumplen una base global de clientes en 150 países. Los principales productos que desarrollan están enfocados al diagnóstico y gestión en el área de radiología como es el KODAK CARESTREAM RIS, KODAK CARESTREAM PACS. Ofrece además servicios de consultoría especializados que permiten a las instalaciones clientes conseguir una mayor productividad, reducir los

problemas administrativos y obtener un rendimiento de la inversión en la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento de imágenes.

Esta es una de las mayores compañías líderes mundiales en el desarrollo de productos para el área de radiología, no solo se dedica al desarrollo de software para la visualización y gestión de imágenes médicas (RIS-PACS) sino que desarrolla un modelo de negocio en el que comercializan equipos de alta tecnología con este tipo de software embebido. Tiene un enfoque de modelo de desarrollo de software basado en componentes a partir de que las soluciones de radiología implican una fuerte especialización y no se centran en la escalabilidad sino en la calidad del resultado final del diagnóstico. [27]

Los siguientes tres proyectos que se referencian son proyectos desarrollados sobre los conceptos de las comunidades de desarrollo de software libre. Las cuales no suelen ser totalmente caóticas en su funcionamiento, generalmente existe un líder de proyecto que trata de coordinar los esfuerzos del resto de personas y decide cuándo liberar una versión a los usuarios. Estos son proyectos que el centro de su negocio es el registro de la información clínica del paciente.

Proyecto PatientOS: Es un proyecto Open Source surgido a partir de enero del 2008 diseñado para ser un sistema de información sanitaria, con una arquitectura de software y patrones de diseño construido para las complejidades y desafíos de un amplio sistema de información sanitario. Brinda un registro único del paciente mediante interfaces HL7 que representa uno de los estándares internacionales más usados, el cuál se abordará su estudio en el próximo epígrafe. Maneja órdenes de trabajo de diferentes áreas como el caso de los laboratorios clínicos, brinda facilidades de reportes integrado a un portal para el paciente donde permite la personalización del paciente además de brindar servicios de chat y mensajería entre otros. [28]

Proyecto OpenEMR. Proyecto desarrollado por Synitech, lanzado en junio de 2001, es una solución de software de código abierto para las prácticas médicas. Su comunidad está compuesta por profesionales de la rama de la informática, así como médicos y otras personas con amplios conocimientos médicos y de facturación. Sus principios rectores han sido formulados sobre la base de software libre, lo que ha propiciado ser uno de los más populares registros médicos electrónicos en la actualidad con más de 2200 descargas por mes. En la actualidad lo integran

profesionales de diversos países como Estados Unidos, Australia, Suecia, Holanda, Israel, India, Malasia, Nepal, Indonesia, las Bermudas, Armenia, Kenia y Grecia entre otros. [29]

Proyecto Open Health Records Exchange (OpenHRE): Es un proyecto creado en el 2004 como una colaboración público-privada, diseñada para eliminar las barreras al desarrollo de una infraestructura de interconexión de información sanitaria en los Estados Unidos, con el fin de acelerar la aplicación de la Red Nacional de Información en Salud (NHIN) y proporcionar a los interesados de la salud un medio accesible para establecer el intercambio seguro y la interoperabilidad de los registros de salud entre los actuales sistemas de información sanitaria. Dentro de sus principales patrocinadores se encuentra Browsersoft Inc. Es una firma de servicios profesionales y de consultoría de software, convirtiéndose en uno de los primeros del mundo dedicado a la solución de la interoperabilidad. [30]

Existen otros proyectos patrocinados por grandes compañías como es el caso de Google Health y Microsoft Health Solutions Group que desarrollan registros médicos, con la idea de que un paciente pueda centralizar todos sus informes, pruebas y resultados médicos que existan sobre él. Con el objetivo de acceder de forma fácil y rápida a la consulta de toda esta información cuando el usuario lo necesite o si algún médico se lo solicita. En la actualidad los sistemas de gestión sanitarios en su concepción propia, exigen más que un registro de la información clínica o del resultado del diagnóstico realizado a un paciente.

Es de vital importancia que las soluciones sanitarias garanticen el flujo de la información del paciente durante su tránsito por los diferentes niveles de atención. Se puede tomar como caso de estudio un ciudadano común, el cual asiste a una consulta para atenderse una dolencia de menor grado, que por el momento no requiere atención especializada y en los servicios de nivel primario es resuelto su problema. Un tiempo después el mismo paciente asiste a una consulta especializada donde el médico especialista que lo atiende necesita para dar su diagnóstico conocer todos los episodios clínicos del paciente durante los últimos tres años. Por lo que necesita la información relacionada con el paciente, independientemente del nivel de atención o el tipo de institución en los que el paciente fue atendido.

Tradicionalmente se ha observado una fragmentación del sector de las tecnologías de información aplicadas en sanidad. La utilización de diversas soluciones, en muchos casos incompatibles, constituye un problema de fondo para la creación de redes nacionales o regionales de servicios telemáticos de salud o de otros servicios, como los

registros médicos electrónicos. La integración exitosa de todos esos componentes y recursos es difícil, especialmente en organizaciones con diferentes líneas de productos o servicios, esta puede ser costosa y su logro puede demandar mucho tiempo.

A partir de lo expuesto y de los modelos de desarrollos estudiados en la investigación, ninguna de las experiencias analizadas da una solución integradora para la informatización del sector sanitario tomando en cuenta las condiciones de desarrollo de la Universidad, donde se integra el proceso productivo y de formación. Las experiencias estudiadas, se especializan en un área o nivel de atención, ofrecen soluciones para instituciones o unidades sanitarias como clínicas especializadas, hospitales generales o consultorios que carecen de una integración del proceso asistencial del paciente.

Por lo que se pone de manifiesto la necesidad del desarrollo de un modelo de producción para el CESIM que garantice la integración de los procesos a partir del estudio de estándares y normas internacionales que desarrollen los principios de interoperabilidad entre los sistemas. Así como la vinculación eficiente de la fuerza de trabajo con que cuenta una universidad dedicada al desarrollo de software, lo que evidencia la necesidad del desarrollo y aplicación del resultado del presente trabajo.

1.6 Principios de la Interoperabilidad de los sistemas sanitarios

En los últimos años en el sector sanitario el desarrollo tecnológico ha estado enfocado fundamentalmente en la aplicación de sistemas de diagnóstico, que brindan una solución especializada de gran importancia pero aisladas entre sí que no introducen un flujo de información cerrado y continuo. Con el desarrollo actual de las tecnologías y su papel para lograr cada vez más un mayor grado de calidad en los servicios, las instituciones sanitarias no pueden concebir sistemas clínicos que no estén preparados para compartir datos con otras aplicaciones que conforman el gobierno de una institución sanitaria, como puede ser el caso de diferentes áreas dentro de un hospital como laboratorio, farmacia, servicios de radiología, el banco de sangre entre otros.

Según la norma ISO/IEC 2382-01, en el Vocabulario de Tecnologías de la Información y Términos Fundamentales, la interoperabilidad se define como: “La capacidad de comunicar, ejecutar programas o transferir datos entre distintas unidades funcionales de un modo que requiera un escaso o nulo conocimiento por parte del usuario sobre las características diferenciadoras entre dichas unidades”.

En el área de la salud, los Sistemas de Información Sanitarios son interoperables si pueden intercambiar de una forma adecuada conjuntos de información relevante definida en el contexto de una situación clínica específica y además, realizar las acciones apropiadas con dicha información [31]. Con este fin han surgido diferentes estándares y protocolos de integración como la iniciativa de Integración de la Empresa Sanitaria (IHE - Integrating the Healthcare Enterprise), el estándar de intercambio Nivel de Salud Siete (HL7 - Health Level Seven) y el estándar de Procesamientos de Imágenes Médicas (DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine) entre otros que describen las diferentes vías para lograr la interoperabilidad entre sistemas de información sanitarios.

1.6.1 Introducción a los estándares

En el sector sanitario un estándar no es más que “reglas que gobiernan el modo en que la información del paciente es almacenada e intercambiada electrónicamente”. Lógicamente, la coordinación de este sector en la adopción de estándares comunes para los usuarios, fabricantes y proveedores de servicios tiende a fomentar la producción de soluciones más estables y eficaces. Existen diversas formas de agruparlos y clasificarlos en dependencia del tipo de información que norma con el objetivo de facilitar su estudio, a continuación se agrupan en seis categorías:

- *Estándares de mensajería e intercambio de datos:* Permiten el intercambio del flujo entre los sistemas y organizaciones en forma consistente, debido a que contienen especificaciones para el formato, los elementos de los datos y la estructura. Dentro de los más comunes podemos encontrar HL7 para los datos administrativos de los pacientes tales como los demográficos o los relacionados a las consultas y DICOM para el estudio y diagnóstico de imágenes radiológicas.
- *Estándares de Terminología:* Proveen códigos específicos para conceptos clínicos tales como enfermedades, listas de problemas, alergias, medicaciones y diagnósticos que pueden tener variantes en el registro en papel o en una transcripción. Algunos ejemplos de los más conocidos estándares de terminología son Terminología de Nombres y Códigos Lógicos (LOINC- Logical Observation Identifiers Names and Codes) para resultados de laboratorio, Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10) para diagnóstico médico y el Sistema de Nomenclatura por Términos Médicos y Clínicos(SNOMED) entre otros.
- *Estándares de Documentos:* Indican que tipo de información está incluida en un documento y dónde puede ser hallada. Los ejemplos más conocidos son el Registro de Cuidado Sistemático (CCR - Continuity of Care Record) que provee un formato para la comunicación entre profesionales de la salud que incluye: información de identificación de pacientes, historia clínica, medicación, alergias y recomendaciones para el

plan del cuidado en salud entre otras. Otro de los más usados es la Arquitectura de Documentos Clínicos (CDA - Clinical Document Architecture), que es un estándar de intercambio para documentos clínicos tales como notas de alta y evoluciones entre otros.

- **Estándares conceptuales:** Permiten que los datos sean transportados a lo largo de los sistemas sin perder el significado o el contexto. Por ejemplo, el Modelo de Referencia de Información de HL7 (HL7 - RIM) que provee un marco para describir los datos clínicos y el contexto circundante: quién, qué, cuándo, dónde y cómo.
- **Estándares de Aplicaciones:** Determinan el modo en que las reglas de negocio son implementadas y su interacción con los sistemas de software. Los ejemplos incluyen un Log-in único, el cual permite al usuario acceder a múltiples aplicaciones dentro del mismo ambiente y estándares que proveen una manera de ver la información en forma integradora a través de bases de datos múltiples y que no están integradas.
- **Estándares de Arquitectura:** Estos definen los procesos involucrados en el almacenamiento y la distribución de datos.

Dentro de los mencionados, los de mensajería e intercambio de datos desempeñan un papel fundamental en el propósito de lograr que los sistemas sanitarios se comuniquen entre sí y rompan con las barreras de intercambio de información. En los últimos años, el estándar HL7 ha sido objeto de un gran esfuerzo de normalización en el área médica, ya bien difundido en el ámbito internacional. Por la importancia y usabilidad que ha tomado en las soluciones sanitarias se explica a continuación en el siguiente epígrafe de una forma más detallada su desarrollo y marco de aplicación. [32][33]

1.6.2 El estándar HL7

El Health Level 7 (HL7) por sus siglas en inglés es una especificación para un estándar de intercambio de datos electrónicos en el ambiente de la atención de la salud. Es el resultado del trabajo de un comité de proveedores de usuarios, vendedores y consultores de sistemas de aplicación al área de salud. El Comité del HL7 comenzó su actividad en marzo de 1987, a raíz de una conferencia organizada por el Hospital de la Universidad de Pennsylvania, a propósito de la problemática de los estándares en salud. Su objetivo es la estandarización del formato y del protocolo para el intercambio de ciertos conjuntos de datos entre sistemas de aplicación al área de salud.

El término "Nivel 7" se refiere al más alto de los niveles del modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI - Open Systems Interconnection) de la Organización Internacional de Estándares (ISO - International Standards Organization). En su estado actual el HL7 se ocupa de las interfaces entre sistemas que emiten o reciben mensajes de registro, admisión, transferencia y alta de pacientes, pedidos de información al sistema, órdenes, resultados, observaciones clínicas, facturación, y actualización de información de archivos. HL7 no asume ninguna arquitectura en particular con respecto a la ubicación de los datos dentro de la aplicación, aunque está diseñado tanto para dar soporte a un sistema central de atención de pacientes, como a un ambiente distribuido donde las aplicaciones departamentales son los repositorios de los datos.

El desarrollo de una interfaz requiere reunir un grupo de requisitos dentro de los cuales se encuentran: análisis de las necesidades, desarrollo detallado de las especificaciones de interfaz, la codificación, y las pruebas de la interfaz desde las especificaciones y la definición de la declaración de conformidad. A partir de esto se agrupan en diferentes secciones como son:

- *Sección de Salud y la Gestión Clínica:* Incluye al banco de sangre, arquitectura de documentos clínicos, registros médicos, medicamentos, farmacia, dispositivos terapéuticos, documentos de dominio, entre otros.
- *Sección de Gestión Administrativa:* Incluye la contabilidad y facturación, reclamaciones y reembolsos, administración de pacientes, gestión de personal y programación de documentos de dominio.
- *Sección de Especificación de Infraestructura / Mensajería:* Incluye el manejo de archivos maestros, registros, mensajes de control de consulta y transmisión de documentos de dominio de la infraestructura.
- *Sección de Dominios Comunes* - Incluye elementos comunes de tipos de mensajes entre otros.

Actualmente el estándar se encuentra en su versión tres (v3) que al igual que en versiones anteriores, se diseñó con un enfoque tecnológico que permite la aplicación de "sistemas de legado." Lo que significa que en la v3 se pueden intercambiar mensajes con formato de cadenas de caracteres imprimibles desarrolladas por versiones anteriores del estándar. [34]

A pesar de lo expuesto hasta el momento, con la adopción de estándares como los mencionados en el trabajo, no se resuelve aún el problema de interoperabilidad entre los sistemas. Debido a que solo proporcionan el formato o la guía tecnológica para establecer la interfaz común entre sistemas. Por lo que no documentan los diferentes escenarios en los que se pueden emplear. Con este objetivo se ha desarrollado un marco técnico de

interoperabilidad entre sistemas sanitarios, que proporciona una metodología que documenta a partir de las experiencias y procesos que se ejecutan en la Integración de Empresas Sanitarias (IHE). A continuación se hace una breve explicación sobre esta iniciativa.

1.6.3 Integración de empresas sanitarias (IHE)

Proporciona una metodología práctica que asegura la interoperabilidad entre sistemas de información sanitarios promoviendo la adopción coordinada de estándares, su objetivo es el desarrollo de especificaciones técnicas para lograr soluciones a los problemas de interoperabilidad de los sistemas de información. Es una organización internacional configurada por tres grandes áreas: Estados Unidos de donde surge su raíz en 1998, Europa y Asia-Pacífico que comienzan en el año 2000, la dirección está a cargo de un comité internacional que proporciona la dirección estratégica y coordina las actividades de desarrollo técnico de IHE.

La principal retroalimentación y punto de partida de IHE es la implicación directa de los usuarios en el proceso de desarrollo de los perfiles de integración debido a su enfoque práctico de promover el entendimiento entre usuarios y desarrolladores que tengan relación con los sistemas de información sanitarios con el objetivo de tratar cualquier temática referente a la integración de los mismos. Los Perfiles de Integración se basan en estándares existentes que ya se utilizan en el entorno de la asistencia sanitaria. Estos especifican la forma en que determinadas partes de los estándares involucrados deben utilizarse con el fin de que los datos puedan transmitirse de una aplicación a otra en el contexto de un flujo de trabajo claramente definido y proporcionan una descripción de las funcionalidades básicas que un usuario puede esperar de una determinada aplicación. [35]

Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se realizó un análisis del estado del arte concerniente a los diferentes modelos y tendencias de producción de software existentes en el mundo. Además, se estudiaron los ejemplos de modelos aplicados a proyectos importantes de desarrollo de software para la salud y se especifica el marco de trabajo de cada uno a partir de las características en que se desarrollan. Se describieron los principales conceptos y estándares internacionales existentes en el sector sanitario, además de exponer los principales conceptos de interoperabilidad entre sistemas sanitarios.

Se realizó una caracterización de la evolución de la industria cubana del software dedicada al desarrollo de soluciones para la salud y se hace mención a los diferentes pasos organizativos y estructurales que ha dado el país en función de contribuir al desarrollo y perfeccionamiento de los servicios del sector sanitario. Además se hace un análisis de la evolución de la UCI desde su surgimiento hasta la actualidad donde se evidencia una madures y fortalecimiento de su infraestructura productiva.

Dándole cumplimiento al primer objetivo específico propuesto en la investigación, a partir de las diferentes experiencias, metodologías y estándares estudiados se identificó, la necesidad de crear un modelo productivo propio, que sea capaz de aprovechar la naturaleza de la organización, responder a sus particularidades y proporcionar las herramientas que faciliten la gestión integral del proceso de producción, debido a que ninguna de las experiencias revisadas por sí sola da solución a las necesidades del Centro.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MODELO PRODUCTIVO

El modelo de producción de cualquier industria está condicionado por los factores ambientales donde se desarrolle, en el caso de la industria del software, también se aplica esta afirmación. Para el diseño de un modelo de producción de software intervienen diversos factores entre los que destacan: las personas que trabajan en el entorno del proyecto, las herramientas y tecnologías que se aplican en el proceso productivo, los procesos que deben ser administrados para llegar a los resultados deseados y las características del negocio para los cuales se desarrolla el proyecto.

En este capítulo se presenta el diseño de un modelo de producción que permite la gestión integral de los proyectos en entornos productivos relacionados con el desarrollo de Soluciones de Informática Médica para el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. En el mismo se diseña la estrategia productiva que adopta el Centro, así como la descripción de la metodología de desarrollo y de las tecnologías en las cuales se soportan las soluciones y servicios que se brindan.

2.1 Estrategia de producción

La solución propuesta y su estrategia de implementación tienen como eje central la interoperabilidad de los sistemas con el uso de las nuevas tendencias de la atención sanitaria. Las cuales presentan características que promueven la integración y la continuidad de la atención individual, así como la composición, la obtención y transferencia de datos entre diferentes sub-sistemas. Siempre desde la perspectiva de la información y las redes de información para atención de salud, describiendo funciones combinadas de sistemas que utilizan tecnologías de comunicaciones, ya sea de manera única o en combinación, para satisfacer las necesidades de un cliente, de un grupo o de una organización.

Esto, unido a los estándares relativos a los datos y los estándares técnicos, es fundamental para lograr la interconexión de equipos, aplicaciones y la generación y manejo de la información. En especial, las definiciones y las terminologías de datos son esenciales. Por lo que se proyecta el desarrollo de las soluciones que conformen una suite de productos que sean capaces de soportar la mayor cantidad de servicios médicos y brinde facilidades de interconectar otras soluciones de terceros proveedores.

En la mayoría de los casos se adoptan metodologías en base a la cantidad de desarrolladores y la magnitud del proyecto que se desarrolla. Según el Instituto de Ingeniería de Software (SEI), una Línea de Producción de Software (LPS) se define de la siguiente manera: “Una LPS es un conjunto de sistemas de software compartiendo características comunes que satisface las necesidades específicas de un segmento de mercado particular o misión y que son desarrolladas de forma prescrita a partir de un conjunto común de elementos clave” [36]. Partiendo de este principio como estrategia organizativa, en el Centro se adopta esta forma de organización para agrupar proyectos y productos a fin con los servicios que brindan, llamando dicha agrupación Departamento de Desarrollo.

2.1.1 Principios del modelo

Los Departamentos de Desarrollo en el Centro están formados por una estructura de trabajo por equipos integrados por profesores y estudiantes, de forma que se logre la especialización de los recursos humanos en función de las tareas que le corresponden desempeñar para el éxito del proyecto. En el caso de los estudiantes deben ser capaces de rotar por diferentes grupos de trabajo en función de su formación profesional con el objetivo de obtener una formación integral durante su ciclo de formación profesional. Esta estrategia se basa en el principio de que todos los profesores y los estudiantes a partir del tercer año de la carrera, se deben vincular a los proyectos productivos de la universidad adoptando la concepción de un modelo de formación y producción integrado.

El modelo productivo propuesto necesita entre sus elementos más importantes, estar basado en estándares de calidad reconocidos y usados a nivel mundial. En este caso el Centro se encuentra dentro del Programa de Mejoras que desarrolla la Universidad con el objetivo de obtener el nivel dos de su Capacidad de Madurez del Modelo de Integración o CMMI (Capability Maturity Model Integration) por sus siglas en inglés, destinado a la evaluación y mejora de procesos en el desarrollo de productos y servicios. Otra característica importante es la utilización del Procesos de Software Personal (PSP) orientado al proceso personal de cada miembro del equipo del proyecto y el Proceso de Software en Equipo (TSP por sus siglas en inglés) orientado al trabajo en equipo.

Para lograr un correcto funcionamiento el modelo debe estar enmarcado en los siguientes aspectos:

- Organización de la producción, definición y especificación de las líneas por las que está compuesta el Centro.

- Reutilización de componentes de código o componentes de infraestructura. Los cuales son almacenados; gestionados mediante técnicas definidas para la clasificación y recuperación con herramientas que automatizan esta tarea.
- Herramientas que automatizan el proceso de desarrollo de modelado, de programación, de gestión de configuración, entre otras.
- Estándares de calidad junto a técnicas y mecanismos que deben apoyar el proceso de desarrollo y la organización de los implicados.
- Roles que ejecuten y sean guiados por la metodología aplicada al desarrollo.
- Desarrollo de proyectos o subsistemas de alto nivel, que sigan un proceso de desarrollo estandarizado.

Los aspectos mencionados anteriormente se pueden agrupar en cuatro entidades para conformar un modelo funcional capaz de guiar el proceso de producción:

1. *Proceso de desarrollo*: Comprende el conjunto de actividades y sub procesos que conforman el flujo de trabajo, el cual depende de la metodología que se utilice para guiar el desarrollo del proyecto.
2. *Involucrados*: Comprende el capital humano involucrado con el proceso de desarrollo de software, la estructura organizativa y los roles que ocupan.
3. *Técnicas y Herramientas*: Comprende el contexto de las tecnologías, herramientas para dar soporte y automatización al proceso de desarrollo.
4. *Tecnología*: Activos del proceso, estándares y componentes de código que forman la línea base de la arquitectura de desarrollo.

La estructura del modelo propuesto se basa en que el resultado final de un proyecto es un producto que se integra a una suite de soluciones, que toma forma durante su desarrollo debido a la intervención de personas, las cuales interactúan en *equipos de desarrollo* guiados por un *equipo técnico* que dicta las normas y políticas que rigen el proceso productivo conformando estos dos equipos la entidad *Involucrados*. Los cuales son quienes ejecutan las actividades o flujos de trabajo y a su vez son guiados por el proceso de desarrollo de software, representado en el modelo mediante la entidad *Proceso de desarrollo*.

El proceso es apoyado por diversas tecnologías y herramientas representadas en la entidad *Técnicas y Herramientas*. En la que se fortalece una línea base arquitectónica compuesta por un repositorio de componentes

reutilizables y la implementación de estándares internacionales que permitan la interoperabilidad que conforman la entidad *Tecnología*. Lo que permite que provoque efectos positivos en el desarrollo de software, entre los cuales se destacan el aumento en la productividad y calidad e integración de los procesos en una mejora continua partiendo de las prácticas definidas en el modelo CMMI.

2.2 Proceso de desarrollo

La gestión de proyectos constituye un factor de éxito importante para el correcto desempeño del modelo de producción, este constituye la guía para las actividades que se planifican con el objetivo de obtener un mejor resultado final y la satisfacción del cliente. Los principales problemas surgen cuando se comienza a trabajar en equipo y el trabajo de uno depende del resultado del trabajo de otro miembro del equipo y a su vez la calidad del resultado está comprometida con la calidad del trabajo recibido entre los equipos de trabajo. De ahí que el éxito de los proyectos proviene del esfuerzo en construir e implantar prácticas de gestión con las metodologías acordes con las mejores prácticas.

Mantener organizado cada elemento del modelo a partir de normas y procesos contribuye a la organización eficiente, lo que posibilita lograr un proceso consciente de producción. Apoyado por la elaboración y definición de normas, roles, artefactos, actividades, tareas y herramientas que guíen en cada fase el proceso productivo para el desarrollo, que constituye el objetivo fundamental de las actividades de gestión, planificación y aseguramiento de la calidad.

En la figura 2 se hace una representación gráfica de los flujos de trabajos propuestos que son útiles en el desempeño del proceso productivo, así como los elementos que deben garantizar un avance estable. Este proceso debe estar coordinado por un jefe de equipo de desarrollo quien es el encargado de dirigir y guiar al equipo en su conjunto durante el desarrollo del proyecto, controlar que cada integrante del mismo cumpla con su trabajo en el tiempo establecido y con la calidad requerida además de atender sus necesidades. A continuación se explica las actividades fundamentales de cada uno de los flujos.

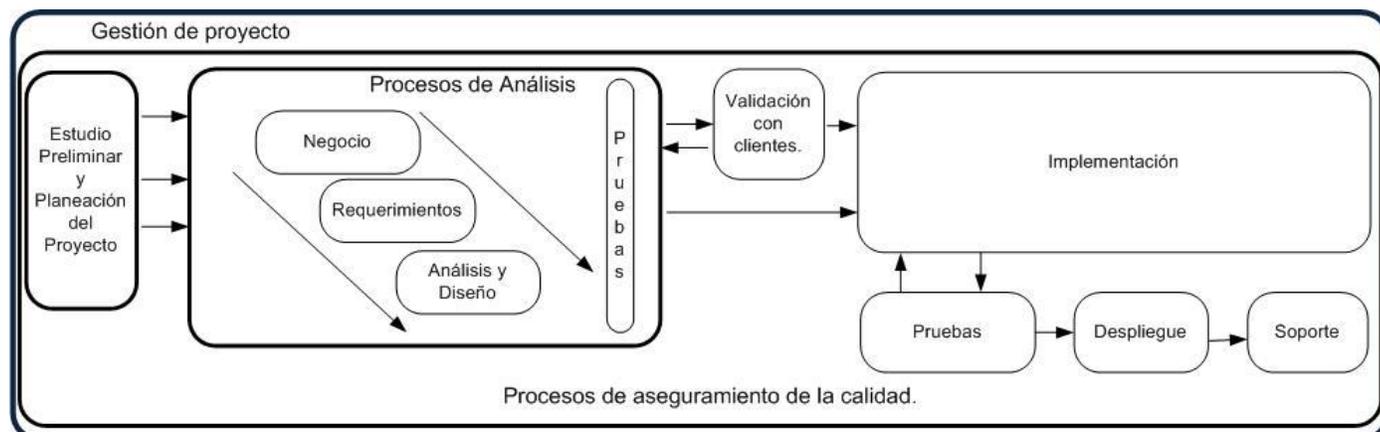


Figura 2. Flujos de trabajo.

Planeación del proyecto: El Jefe de Proyecto en coordinación con el Jefe del Departamento al que pertenece el proyecto, el Asesor de la calidad del Centro y todo el Equipo de Trabajo debe iniciar la planificación y documentación de todas las actividades del proyecto de desarrollo de software. Dentro de las primeras tareas a realizar está la conformación de los distintos equipos de trabajo, estableciendo el rol y la responsabilidad de cada uno de los participantes. En este sentido, deben quedar establecidos los mecanismos de comunicación, toma de decisiones, resolución de conflictos, aprobación de artefactos y la asignación de los recursos del proyecto justo a tiempo, de acuerdo con los distintos planes de trabajo.

Dentro de las actividades de la administración, destacan: la planificación, organización, ejecución, control y evaluación del avance y los resultados del proyecto. Se establece el verdadero estado del proyecto, las desviaciones sobre lo planeado, se toman decisiones de acuerdo a los recursos, se ajusta lo planeado, para iniciar nuevamente el ciclo administrativo. Todo este ciclo administrativo, está inmerso dentro de las distintas actividades del desarrollo del proyecto, considerando que el desarrollo es evolutivo e incremental.

Para mayor detalle sobre la planeación de proyectos se debe revisar el área de procesos de Planeación de Proyecto (PP) del proceso de mejoras CMMI de la Universidad. Finalmente, el jefe del proyecto debe presentar el proyecto a desarrollar en el Consejo Técnico para su aprobación final.

Procesos de Análisis: Una vez, establecida la organización del proyecto y las responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo de trabajo, comienzan los procesos de análisis con las tareas de reconocimiento del *Negocio*,

identificación de *Requerimientos y Análisis y Diseño*. Donde se documentan los procesos del negocio involucrados y se elabora una propuesta de mejoras a estos procesos. Obteniéndose los requerimientos identificados del modelado de los procesos de negocio así como la interacción de los actores con el sistema y especificaciones de los casos de uso. Finalmente como complemento se realiza un diseño de prototipo no funcional de las interfaces con las que interactuará el usuario o cliente de la aplicación.

Además se fortalece el modelo de Análisis y Diseño de la arquitectura lo que garantiza que sea lo suficientemente sólida, definiendo diagramas de clases, diagramas de secuencia, diagramas de componentes, diagramas de estados e implementación, así como el modelo de datos. Todos estos elementos complementan la información del documento *Arquitectura de Software*, durante esta actividad es de gran importancia referirse al catálogo de componentes y servicios de software que se encuentran dentro y fuera del Centro, con el objetivo de no duplicar esfuerzos en la programación reutilizando los servicios y componentes requeridos.

Validación con los clientes: Es común en clientes y usuarios solicitar más de lo que puede realizarse o proponer requisitos contradictorios y argumentar que su implementación es “esencial por necesidades especiales”. La identificación de estos problemas en una etapa temprana de la implementación ahorrará considerablemente desgaste en el equipo de desarrollo y proporcionará una mayor satisfacción con la solución final. Por lo que una vez recopilados los requisitos y desarrollado el prototipo no funcional, el producto obtenido configura la base del análisis de los requisitos con los clientes. Donde los analistas del proyecto deben resolver los conflictos de entendimiento de los requisitos con el cliente a través de un proceso de negociación.

Implementación: Comienza por la planificación de la cantidad y contenido de las iteraciones, actualizando el *Plan de Proyecto*. Para esto se tiene como insumo las especificaciones de casos de uso y el documento de Arquitectura de Software. Además como parte de esta actividad se debe crear un Plan de Pruebas, que será ejecutado por cada módulo o componente terminado en el proyecto en sus respectivas iteraciones.

Es importante que el equipo de trabajo cuente con los mecanismos de comunicación e integración, de tal forma que el esfuerzo colectivo sea eficiente y eficaz. Se debe contar con los protocolos para registrar, extraer, modificar y publicar los artefactos construidos, según se establece en el *Plan de Control de Versiones y Control de Cambios*. En esta actividad se deben implementar los siguientes ambientes de trabajo:

- Ambiente de desarrollo: donde se realiza la ejecución del desarrollo de código fuente para la herramienta y pruebas unitarias e integrales.
- Ambiente de pruebas: consiste en un ambiente donde se realizan las pruebas funcionales con los encargados de la ejecución de pruebas para el proyecto, así como con los usuarios finales responsables del proceso de validación de la herramienta.

Procesos de aseguramiento de la calidad y Pruebas: Durante todo el proceso de producción se realizan distintas actividades que soportan el aseguramiento de la calidad dentro de las cuales se encuentran las pruebas de validación de requisitos por los probadores técnicos una vez terminado los procesos de análisis con el objetivo de corregir cualquier error antes de ejecutar la validación de los requisitos con el cliente. En este primer momento se utilizan los documentos de definiciones de pautas de diseño gráfico y especificación de requisitos fundamentalmente.

Una vez terminada la implementación de algún componente o módulo y probado por los desarrolladores se debe trasladar el artefacto del ambiente de desarrollo a un ambiente de pruebas, y ejecutar el *Plan de Pruebas* en lo que se refiere a pruebas de funcionalidad, pruebas de seguridad, pruebas de configuración entre otras. Al finalizar cada iteración se deben realizar pruebas integrales entre los módulos desarrollados, así como las interfaces que existan con otros sistemas.

Algunas actividades de aseguramiento de la calidad se encuentran embebidas en el proceso de producción, por ejemplo, como las actividades en el plan de proyecto, mientras que otras podrán ejecutarse independientemente y tener su propio plan como son el caso de auditorías y revisiones planificadas al proyecto por el asesor de calidad del Centro o por CALISOFT que es la entidad certificadora de la calidad de los productos desarrollados en la Universidad.

Despliegue y Soporte: Después de haber obtenido una certificación de la calidad del producto, se realiza el despliegue piloto, bajo las condiciones pactadas con los clientes con el fin de transferir aspectos de configuración, administración y funcionamiento de la aplicación a los usuarios. Que tienen la responsabilidad de mantener funcional el sistema, esta actividad está soportada por un *Plan de Capacitación*. A partir de este momento se asume la responsabilidad del futuro de la aplicación implementada aplicando actividades de soporte que sean necesarias para la satisfacción del cliente.

2.2.1 Ciclo de vida del desarrollo

La mayor parte de los modelos de producción de software se basan en los principales paradigmas o modelos más generales como son los casos del modelo de cascada, modelo de prototipo, modelo de espiral y modelo basado en componentes. Cada uno de estos modelos presenta fortalezas y debilidades en dependencia del tipo de proyecto que se desarrolle, la especialización y tamaño del equipo de desarrollo y la vinculación del cliente en el modelo productivo. A partir del análisis de cada uno de estos modelos antes mencionados se hace un híbrido donde se aprovechan las principales fortalezas identificadas y se obtiene un modelo ajustado al entorno productivo del centro de desarrollo.

El modelo está diseñado sobre el principio de la mejora continua de sus procesos, con el objetivo de alcanzar un nivel de madures del proceso productivo cada vez mayor y aprovechar la experiencia de usuario. Lo que posibilita un desarrollo robusto del proceso de producción alineado a la estrategia de certificación del Centro en el nivel dos de CMMI. A continuación se hace una descripción de las fases del ciclo de vida definido por el proceso y ajustada al Centro de Informática Médica.

Estudio Preliminar: Se desarrollan las actividades relacionadas con la planeación del proyecto a un alto nivel y la legalización del mismo. En esta fase se realiza un estudio inicial de la organización cliente que permite obtener información fundamental acerca del alcance del proyecto y realizar estimaciones de tiempo, esfuerzo y costo. Marcando el inicio formal para el desarrollo de un proyecto, considerando para tal fin una administración formal del mismo.

Dentro de las actividades de legalización del proyecto se encuentra la realización de talleres en el Consejo Técnico del Centro donde se presenta la primera versión de la estrategia arquitectónica del proyecto. Con el objetivo de validar la factibilidad del uso de tecnologías y componentes propuestos para el desarrollo de la solución estableciendo el marco de trabajo del proyecto. Como resultado de esta actividad se obtiene un *Proyecto Técnico* y la primera versión del documento de *Arquitectura de Software* del proyecto el cual se actualizará en las siguientes fases del proyecto, este proceso se encuentra descrito en el [Anexo 2](#).

Modelado del Negocio: Es la fase destinada a comprender los procesos de negocio de una organización. Se comprende cómo funciona el negocio que se desea automatizar para tener garantías de que el software

desarrollado va a cumplir su propósito. Para la descripción y modelado de negocio puede ser utilizada diferentes técnicas como el Modelado de Casos de Uso del Negocio, Modelo de Dominio o Notación de Modelo de Procesos (BPMN - Business Process Modeling Notation).

Requisitos: Desarrollar el modelo del sistema que se va a construir, incluye un conjunto de casos de uso y servicios que describen todas las interacciones que tendrán los usuarios con el software, estos responden a los requisitos funcionales y requisitos no funcionales del sistema.

Análisis y Diseño: Durante esta fase, a través de los Modelos de Análisis, los requisitos descritos durante la fase de Requisitos son refinados y estructurados para conseguir una comprensión más precisa de los mismos y una descripción que sea fácil de mantener y ayude a estructurar el sistema. Además, es modelado el sistema y diseñada su arquitectura para que soporte los requisitos, incluidos los requisitos no funcionales. 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. En el transcurso de esta fase es actualizado el documento de Arquitectura y se desarrollan diagramas de clases, diagramas de entidad relación y diagrama de despliegue entre otros. Adicionalmente a lo definido por el *Proceso de Mejoras* para esta fase se ejecuta el proceso de integración entre las soluciones de la suite de productos, que se explica en el [Anexo 3](#).

Implementación: En la implementación a partir de los resultados del análisis y diseño se implementa el sistema en términos de componentes, ficheros de código fuente, scripts, ejecutables y similares.

Despliegue: Es la etapa en la que se materializa la instalación del sistema en las entidades, donde los especialistas se encargan de que la aplicación quede correctamente instalada y configurada permitiendo así su utilización posterior.

Soporte: Esta etapa consta de dos momentos fundamentales, el primero es cuando los especialistas se encargan de la capacitación del personal que posteriormente será el responsable de operar el sistema y la segunda durante el periodo de tiempo establecido se le realizan actualizaciones al sistema.

Las seis primeras fases constituyen la base del desarrollo del equipo de software, al terminar cada una de ellas se obtienen una línea base que constituye la principal guía para la planificación de la siguiente fase. Finalmente un vez

el proyecto haya transitado por las siete fases descritas se habrá terminado una versión del mismo y dará paso a un nuevo desarrollo o nueva versión. A partir de este momento el nuevo resultado que se obtenga incorporará las mejoras realizadas en el despliegue e implantación de la solución en la iteración anterior así como las nuevas funcionalidades planificadas para la nueva etapa.

2.2.2 Método de mejora continua de los procesos

El método de mejora continua del modelo productivo que se desarrolla en el Centro está organizado en cuatro etapas principales que se explican a continuación:

1. Organizar y preparar: Se organizan las bases de la mejora a partir de la identificación de la necesidad de desarrollar cambios que provoquen beneficios al modelo productivo, identificando las personas de más experiencia dentro del Centro que posean la capacidad de diseñar la mejora del proceso.
2. Entender el estado actual: Se obtiene la información de los procesos involucrados en la mejora, describiéndose su estado actual y desarrollándose una retroalimentación, refinándose la descripción actual del mismo.
3. Rediseñar el proceso: Se identifican las oportunidades de mejora y partiendo de estas se diseña el nuevo proceso haciéndose un análisis de los riesgos e impactos que provocan su implantación.
4. Implantación: Se presenta el resultado de la propuesta de mejora al Consejo Técnico del Centro para su aprobación, donde se hace un análisis de los principales riesgos e impactos de la implantación de la mejora. En caso de que la propuesta de mejora sea aprobada finalmente, se informa al Consejo de Dirección del Centro sobre la implantación del nuevo proceso.

En el [Anexo 8](#) se encuentra la descripción textual y gráfica del proceso para su mejor comprensión.

2.3 Involucrados en el proceso de desarrollo

Durante el proceso de creación de un producto de software existen diversos implicados, lo que conlleva a una estructura organizativa dentro de la línea de proyecto o departamento. Cada una de las personas o miembros del equipo de desarrollo juegan un rol determinado dentro de la misma en dependencia de sus conocimientos, habilidades y capacidades que constituyen un factor importante en el éxito del producto final por lo que su organización es fundamental, en el siguiente epígrafe se explica el modelo de trabajo propuesto.

2.3.1 Modelo de trabajo

Cada institución tiene características específicas de su entorno, por lo que no existe una receta única para la organización del equipo de proyecto para el desarrollo de software; ajustándose a la realidad de su institución a partir de las estrategias de desarrollos que guían el proceso de producción. Partiendo de este punto de vista hay que tener varios aspectos en cuenta para lograr una estructura organizativa capaz de lograr un funcionamiento de equipo de trabajo ajustado y eficiente, tales como:

Gestión del equipo de proyecto: Los equipos deben considerarse un recurso valioso que necesita ser gestionado al igual que se hace con los demás recursos en un proyecto. Por lo que para la correcta ejecución del mismo, se considera importante la planificación y monitorización correcta de tareas, donde se controla que los objetivos se han cumplido de acuerdo con la planeación establecida.

Coordinación: La coordinación y la eficiencia son necesarias para el éxito del trabajo en equipo, por lo que para lograrlo se requiere que cada miembro del equipo entienda quién es el responsable de cada parte del proyecto. Las relaciones entre las tareas asignadas a los diferentes miembros del equipo y como progresa el trabajo con respecto a la planeación establecida.

Composición: La composición del equipo deviene un factor clave que puede afectar al rendimiento del proyecto. Una de las mayores contribuciones al análisis del rendimiento de los equipos en las organizaciones es la identificación de los roles de cada integrante del equipo.

Motivación: El factor humano resulta crucial para el éxito, la motivación se considera un aspecto esencial para la efectividad del equipo. Aunque no resulta sencillo, es necesario mantener el entusiasmo y el acuerdo entre los miembros del mismo.

Sobre los principios expuestos anteriormente se diseña la estructura de trabajo de un departamento de desarrollo del Centro, organizadas por equipos o grupos como se muestra en la figura 3 ([Anexo 1](#)), los cuales funcionan de forma cohesionada brindando servicios a los proyectos que conforman la línea productiva. El trabajo de cada grupo está encaminado a desarrollar un conjunto de habilidades que permitan el desarrollo de competencias en estudiantes y profesores aportando así una mayor calidad a los productos de trabajo que se obtienen en el proceso

productivo. A continuación se explica las responsabilidades y habilidades encargadas de desarrollar cada grupo en el proceso productivo.

Grupo de Análisis: Responsable de las tareas correspondientes a analistas de sistemas, dentro de sus principales funciones se encuentran las de realizar el diseño de la estrategia para la captura de requisitos así como las técnicas de recopilación de información que serán usadas durante esta actividad, por lo que dirige el proceso de captura y análisis de requisitos. Desarrolla el modelo de análisis del sistema dándole seguimiento a los requisitos durante todo el desarrollo del proyecto, elaborando el plan de administración de los requisitos entre otras actividades.

Grupo de Base de Datos: Encargado de la modelación e implementación de las bases de datos de los proyectos del departamento, diseñando los modelos lógicos y físicos, así como la implementación de vistas y procedimientos almacenados en caso de ser necesarios según los requerimientos del proyecto.

Grupo de Interfaz de Usuario: Encargado de transformar los requisitos obtenidos en un prototipo no funcional del software a implementar, sobre el cual se implementará el sistema. Además, define y aplica técnicas y estilos de diseño gráfico al proyecto en desarrollo, siguiendo la identidad y arquitectura de información definida en el Centro. También diseñan los materiales de presentación, promocionales como plegables, póster, etc, necesarios para el proyecto.

Grupo de Implementación de Negocio: Incorpora al diseño de interfaz la lógica correspondiente al negocio propio del proyecto y lo vincula con el diseño de persistencia de los datos, obteniéndose un producto de software completamente funcional. Esta acción estará dirigida por el analista y arquitecto principal del equipo, los cuales deben poseer el conocimiento necesario para guiar a los programadores a obtener lo que se desea con el software.

Grupo de Aseguramiento de la Calidad: Responsable de las actividades de aseguramiento de la calidad de los artefactos generados por los diferentes grupos de trabajo, desde el levantamiento de requisitos hasta las pruebas finales al software. Ejecutando los planes de aseguramiento de la calidad, de medición, de pruebas etc. Todo ello permite que se obtenga un software que cumpla con todos los estándares de calidad.

Grupo de Asesores: El grupo de asesores del departamento de conjunto con el jefe del departamento es el principal responsable del correcto cumplimiento del proceso de desarrollo de software así como de la coordinación, gestión y

motivación de los equipos en el departamento. En la figura 4 ([Anexo 1](#)) se muestran los flujos de trabajo a ejecutar entre los distintos roles y equipos en el departamento para el desarrollo eficiente del proyecto.

Los canales de comunicación entre los miembros de los equipos constituyen la base del desarrollo, para gestionar su evolución se realizan reuniones semanales. Donde el equipo revisa el trabajo realizado en la semana anterior y el previsto para la siguiente, en la que se determina cuál va a ser el trabajo y los objetivos que se deben conseguir en la semana. Implantando un estilo democrático donde los participantes deben tener libertad de generar ideas e intercambiar opiniones con el objetivo de fomentar la creatividad entre los miembros del equipo.

2.4 Técnicas y Herramientas

El proceso de producción está basado en herramientas, métodos y mecanismos. En el momento de seleccionar las herramientas para trabajar en una fase del proyecto, se debe ser cuidadoso, al igual que al diseñar las metodologías que optimicen los procesos. En el caso de las herramientas para la gestión de proyectos, el Centro se alinea a las definiciones del paquete de gestión de proyectos propuesto por la Dirección Técnica de la Universidad.

En la actualidad el uso de herramientas de modelado o herramientas de Ingeniería de Software Asistida por Computadora (CASE - Computer Aided Software Engineering), son un elemento indispensable para la optimización de cualquier proceso productivo. En la organización de modelo productivo del Centro debe conocerse fundamentalmente que utilidad presenta cada herramienta así como su consumo de recursos en la estación de trabajo. Además se debe crear una cultura de cumplimiento a totalidad de todas las normas disciplinarias y técnicas especificadas en el Documento de Arquitectura del Centro, el cual es revisado y actualizado con una periodicidad de seis meses.

2.4.1 Gestión de la configuración

A continuación se muestra la estrategia de despliegue de servidores necesarios para el aseguramiento de la actividad productiva del Centro.

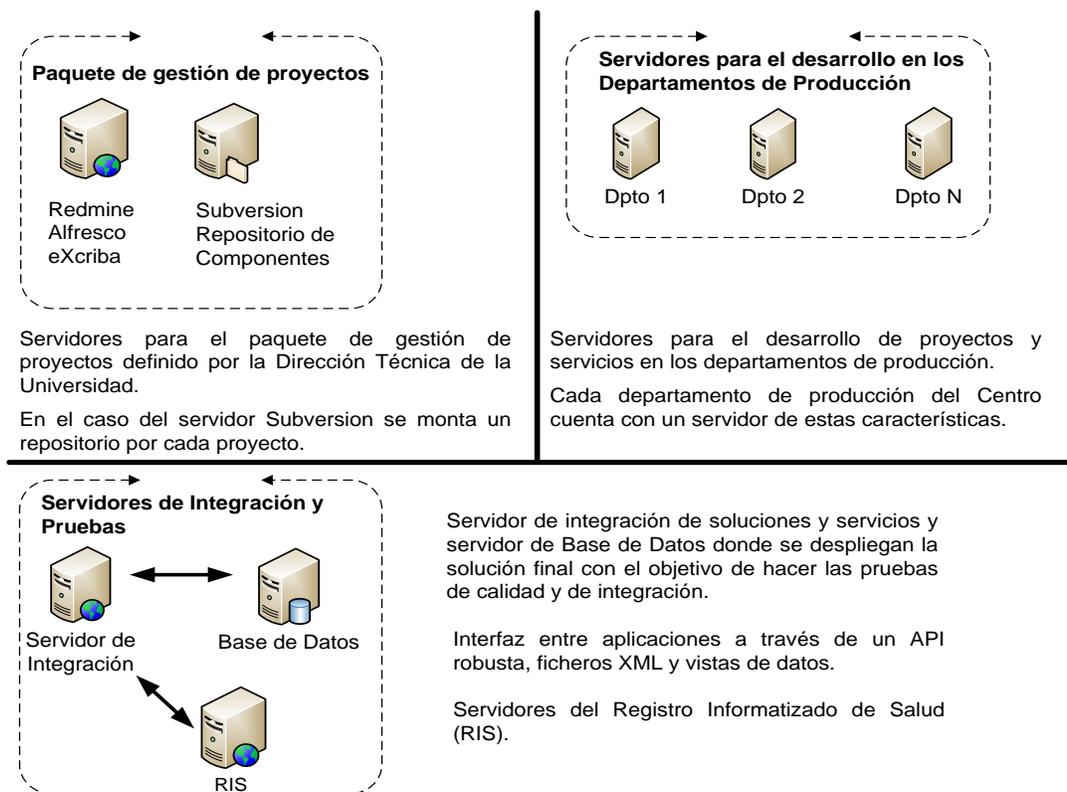


Figura 5. Esquema de servidores para el aseguramiento de la actividad productiva.

2.5 Tecnología.

Independientemente del modelo de asistencia médica en un país, sea este público, privado o mixto, todos introducen conceptos novedosos como es la interoperabilidad de sistemas informáticos. Esta característica en los sistemas sanitarios se ha vuelto significativa una vez que las diferentes aplicaciones se adoptan en forma integral.

La falta de información estandarizada y su fraccionamiento atenta contra la eficiencia y los parámetros explícitos de calidad. Con esto el paciente no puede contar con un registro clínico accesible y que posibilite una atención médica coordinada. La solución busca implementar servicios de gestión médica basados en la interoperabilidad y comunicación de múltiples sistemas, lo que posibilitan la integración de soluciones de distintos niveles de atención independientemente del proveedor que la desarrolle, siempre y cuando estos desarrollos estén basados en los estándares internacionales que se proponen en la estrategia arquitectónica.

Esta integración tiene como resultado un incremento en la eficiencia de la atención médica y una reducción de sus costos a través de:

- Permitir a todos los prestadores de servicios sanitarios (médicos, centros médicos, centros de estudios complementarios de imágenes y laboratorio, atención domiciliaria, sanatorios y otros) comunicarse entre sí y compartir información sobre pacientes en un medio electrónico seguro.
- Proveer a los sistemas integrados de prestadores de atención médica de una herramienta que permita su organización y su gestión.
- Crear un intercambio de información preciso y efectivo entre prestadores y financiadores con relación a cobertura, beneficios, listado de medicamentos, autorizaciones, derivaciones y otros requerimientos administrativos.
- Brindar a los pacientes la posibilidad de acceder a una herramienta de comunicación con los profesionales que los atienden.
- Centralizar en un sitio seguro el registro clínico para que los pacientes y médicos puedan accederlo en todo momento desde cualquier lugar que tenga acceso a Internet.

En función de los principios antes mencionados el papel de la tecnología es poner a disposición facilidades que incluyen la transmisión de datos, vídeo, voz, y gráficas. En el siguiente epígrafe se explica la propuesta arquitectónica diseñada para satisfacer los requisitos antes mencionados.

2.5.1 Arquitectura.

En las diferentes organizaciones e instituciones sanitarias se puede encontrar una gran heterogeneidad de formatos en la información que producen y almacenan, dificultando su transferencia a otros sistemas y su inclusión en la HCE del paciente. Para diseñar una solución de sistema informático que sea flexible y adaptable, éste debe ser capaz de comunicar la información que almacena de manera que conserve todo su significado, es decir, no sólo enviar los datos en sí, sino también el contexto completo en el que se generó. Esto unido al uso de componentes abiertos, reutilizables y basados en estándares internacionales como soporte indispensable para la interoperabilidad es la característica más destacable de la arquitectura diseñada.

El objetivo de la arquitectura propuesta es proporcionar una plataforma que cubra los servicios comunes a cualquier aplicación sanitaria, que a su vez permita el desarrollo y la integración de nuevos servicios de manera rápida,

eficiente y que potencie la reutilización de la infraestructura y software existentes. Las necesidades principales a satisfacer en cualquier sistema sanitario están encaminadas a:

- Interoperabilidad con la diversidad de sistemas de información sanitarios existentes, a través de una Historia Clínica Electrónica (HCE) estándar interoperable y comunicable.
- Niveles adecuados de seguridad que garanticen la privacidad del paciente, la confidencialidad e integridad de los actos clínicos, y el registro de la autoría de actos clínicos.
- Actualización sencilla de los sistemas, en casos como la creación de nuevos servicios sobre plataformas existentes, la actualización puntual de componentes de la plataforma o la modificación de las estructuras de datos contenidas en la HCE.
- Portabilidad de los sistemas, para poderlos replicar en entornos similares (por ejemplo, de un hospital a otro)

Teniendo en cuenta los elementos expuestos hasta el momento se identifican tres niveles o capas para la arquitectura del sistema: nivel de metadatos y servicios relacionados con las HCE, nivel de interoperabilidad y nivel de aplicaciones informáticas. En los siguientes epígrafes se describe cada uno de los niveles, los cuales se representan gráficamente en la figura 6 ([Anexo 1](#)).

2.5.1.1 Nivel de metadatos y servicios relacionados con la Historia Clínica Electrónica.

En la actualidad, la atención sanitaria de un paciente es la responsabilidad compartida de un grupo de profesionales pertenecientes a diversas disciplinas o instituciones. Como consecuencia de ello, es vital que los profesionales compartan la HCE del paciente de manera sencilla, segura y que conserve el significado original de los datos. La historia clínica es el conjunto de documentos que contienen los datos, valoraciones, atenciones, observaciones, tratamientos e informaciones de cualquier índole sobre la situación clínica de un paciente a lo largo del proceso asistencial durante toda su vida.

El nivel está compuesto por un centro de datos, que se ajusta plenamente al estándar sanitario HL7. Cuenta con dos componentes separados: el registro de HCE, que aloja los metadatos para el paciente y de búsqueda de documentos, y el repositorio de documentos HL7/CDA que almacena el contenido de los documentos médicos. En el caso de búsquedas de HCE de pacientes, la búsqueda se realiza en el registro de metadatos obteniéndose una lista

de resultados con los pacientes devueltos. Si la aplicación solicita una creación, modificación o supresión de un documento, el repositorio tomará las medidas apropiadas de actualizar el documento y a continuación hará una petición de cambio en los metadatos dentro del registro.

La implementación de la infraestructura de software a este nivel está soportada por el estándar HL7/CDA en su versión dos, a partir de las experiencias sobre el uso de CDA como estándar para la implementación de la Historia Clínica Electrónica. El cual brinda soporte para la persistencia de documentos clínicos, firma electrónica entre otros, convirtiéndose en el estándar preferido para la implementación de soluciones sanitarias. Además del repositorio de documentos clínicos que conforman la HCE, se desarrolla una interfaz visual para la representación de los datos clínicos llamada Visor de la Historia Clínica Electrónica que brinda una interfaz amigable para el usuario que permite la abstracción del esquema XML. [37][38][39]

2.5.1.2 Nivel de Interoperabilidad

Mediante este nivel se estructuran las Áreas Regionales de Información en la Salud por sus siglas en inglés RHIO (Regional Health Information Organization). Que consisten en agrupar a las partes interesadas en la salud en un área geográfica definida, y rigen el intercambio de información sanitaria entre los distintos actores con el fin de mejorar la atención sanitaria en esa comunidad. Los actores pueden incluir hospitales, centros de atención primaria, consultas especializadas, laboratorios, centros de radiología entre otros. El nivel agrupa los principales perfiles de integración del área de infraestructura de IHE, servidores terminológicos y los esquemas de HCE de la región sanitaria que abarca, con el fin de replicarlas al nivel superior.

Es el nivel principal de interoperabilidad entre las aplicaciones y sistemas dentro y fuera de las organizaciones sanitarias las empresas y regiones. Se aplican marcos extensibles, herramientas, normas y estándares de la salud en forma de plug-ins. El Puente tiene un controlador que permite su configuración centralizada, lo que significa que contiene una lista configurable de servidores de infraestructura IHE, los cuales implementan los perfiles de integración. Lo que permite que el cliente solo necesite saber el nombre del RHIO que quieren acceder.

Siguiendo las principales tendencias de arquitecturas orientadas a servicios, del lado de la capa de interoperabilidad se exponen las funcionalidades de los componentes a través de servicios web, que ofrecen una interfaz de aplicación de programación (API – Application Programming Interface) de servicios sencillas. La cual consiste en

métodos que posibiliten que una aplicación pueda buscar pacientes con su información relacionada y permitir crear, recuperar y guardar documentos del paciente. Por lo que del lado del cliente es necesario implementar una serie de métodos internos diseñados para realizar las llamadas a los servicios.

Los servicios que se brindan en la capa de interoperabilidad brindan los mecanismos de búsqueda de pacientes con información demográfica que incluye, la identificación del paciente, nombre, dirección, sexo, fecha de nacimiento e información de contacto devolviendo una lista de posibles coincidencias. Además el manejo de tablas de referencia y comparación de los metadatos de los pacientes y recuperación de todo el contenido de un documento seleccionado. A continuación se explican los principales perfiles de integración implementados, los cuales se puede encontrar una descripción más detallada en el [Anexo 7](#) y en las ediciones del marco técnico de IHE publicadas para la comunidad de internet:

- *Perfil para búsqueda de documentos entre aplicaciones (XDS - Cross Enterprise Document Sharing).*

Brinda las políticas e infraestructura común para el intercambio de documentos de todos los sistemas informáticos que interactuarán en la RHIO. No se limita solo a la información textual, incluye además cualquier tipo de información clínica sin tener en cuenta el contenido y la representación compatible. Esto hace que la integración IHE XDS sea capaz de manejar los documentos que contengan texto simple, texto con formato HL7 CDA, imágenes DICOM o estructurados y vocabularios de información clínica codificada. Con el fin de garantizar la interoperabilidad necesaria entre las fuentes documentales y los consumidores de documentos, implementando políticas relativas a formato de documento, la estructura y contenido.

- *Perfil para identificación única de pacientes (PIX - The Patient Identifier Cross Referencing).*

Está dirigido a la estrategia de identificación de pacientes, que compatibiliza las referencias cruzadas de los identificadores. Parte de múltiples dominios de identificación, a través de la transmisión de la información de la identidad y la capacidad para acceder a la lista de identificación de los pacientes con referencias cruzadas o bien a través de una consulta / respuesta o por medio de notificación de actualización. Este perfil de integración no define ninguna política específica o los algoritmos de referencias cruzadas. Al encapsular estos comportamientos en un solo actor, este perfil de integración proporciona la necesaria de interoperabilidad y mantiene la flexibilidad para ser usado con cualquier política de referencias cruzadas y el algoritmo se estime conveniente.

- *Perfil para la consulta de datos (QED - Query for Existing Data Profile)*

Apoya los servicios web dinámicos para las consultas de los datos clínicos, incluidos los signos vitales, los problemas de salud, los medicamentos, vacunas y los resultados de los procedimientos de diagnóstico entre otros. Este perfil hace que la información esté ampliamente disponible a otros sistemas dentro y fuera de las instituciones sanitarias para apoyar la prestación de un mejor cuidado clínico. La información facilitada por este perfil se puede utilizar para apoyar la atención clínica, los informes, las transacciones financieras, informes de salud pública, los ensayos clínicos, de control de interacción de medicamentos, y la calificación de pacientes para diferentes protocolos. [40]

2.5.1.3 Servidores terminológicos

Entre los sistemas sanitarios existen disímiles vocabularios y estándares médicos que tributan a las diferentes áreas de diagnósticos, las cuales se integran a la HCE del paciente. Estas terminologías y estándares transitan por diferentes versiones de su implementación y presenta diferentes dominios de aplicación. Elemento a tener en cuenta para lograr que la información que generan los diferentes sistemas sea compatible entre ellos. Con este propósito es necesario obtener una terminología estándar que sea capaz de proporcionar un significado consistente que promueva una comprensión compartida que permita la comparación y la integración de los datos esencial para la interoperabilidad entre sistemas, aplicaciones y las instituciones.

Con este propósito se encierra dentro de la capa de interoperabilidad una subcapa de servidores de terminología capaz de centralizar el acceso a los contenidos de terminologías y representarla en un formato consistente, comunicándose con otras aplicaciones con el fin de traducir y normalizar los elementos de datos. Que proporciona una plataforma común para las actualizaciones de terminologías y herramientas para desarrollar y mantener el contenido de las terminologías, que incluyen asignaciones que conectan los conceptos en diferentes terminologías, el uso específico subconjuntos y extensiones locales a las normas existentes.

Existen dos tipos fundamentales de servidores terminológicos para el sector sanitario los cuales son: servidor de Servicios de Terminologías Comunes (CTS - HL7 Common Terminology Services) y servidor de Servicios de Lenguajes de Consultas (LQS - Lexicon Query Services). En el caso de la solución propuesta se desarrollan estos servidores por la importancia que requieren los dos casos que se explican a continuación: [41][42]

Servicios de terminologías comunes (CTS - HL7 Common Terminology Services)

La representación de la información dentro del estándar HL7 depende de la disponibilidad de los recursos terminológicos que se puede utilizar para rellenar las propiedades del modelo con contenido semántico adecuado. Siempre que sea posible, el estándar hace referencias a estándares de los recursos terminológicos en lugar de intentar crear un nuevo recurso en la propia norma. Estos recursos terminológicos externos pueden variar considerablemente tanto en contenido como estructura y el estándar tiene que ser capaz de identificar un conjunto mínimo de características que cualquier recurso terminológico debe poseer si se va a utilizar en un entorno de mensajería HL7.

Con este fin surge el CTS - HL7, desarrollada como una alternativa a una estructura de datos común que tendría como inconveniente que se tendría que desarrollar una estructura de datos comunes para las diferentes terminologías. En lugar de esto se ha optado por identificar las características funcionales comunes que una terminología externa debe ser capaz de proporcionar. Por lo que el servidor de terminologías tendrá que ser capaz de determinar si un código de determinado concepto es válido en el recurso en particular.

La especificación estará descrita sobre un CTS Interfaz de Aplicación de Programación (API) de llamada que toma un identificador de recursos y el código de concepto como de entrada y devuelve un valor verdadero / falso. Cada desarrollador de terminología es libre de aplicar esta llamada a la API de cualquier manera que sea más adecuado para él. Lo cual permite una amplia variedad de contenidos terminológicos que deben integrarse en el marco de mensajería HL7 sin la necesidad de una migración a versiones del estándar más avanzadas.

El API del CTS define los requisitos funcionales de un conjunto de interfaces de servicios para permitir la representación, el acceso y mantenimiento del contenido de la terminología de forma local o a través de un conjunto de nodos de servicio de terminología que busca específicamente:

- Establecer el modelo de un mínimo común de estructuras en el comportamiento de la terminología independiente de cualquier aplicación de terminología específica o modelo de intercambio y cómo se relaciona a metadatos y datos
- Especificar un modelo funcional de la información que se ocupa de las relaciones y el uso de la terminología
- Especificar las interacciones entre los proveedores de terminologías y los consumidores.

- Especificar la relación entre las terminologías compatibles y modelos de datos.

A nivel funcional, la interfaz de servicio de forma explícita permitirá la consulta, la definición, publicación y modificación de los componentes de diferente terminología que se requieren de los servicios de terminología. Existen diversos actores en distintos escenarios que son los que utilizan los servicios para diferentes propósitos. Estos actores se pueden generalizar en una base de usuarios que pueden estar representada por un individuo, organización o aplicación que requiere acceso a los términos de contenido para algún fin convirtiéndose en proveedores o en usuarios de terminologías, la figura 7 ([Anexo 1](#)) muestra un diagrama conceptual de la solución.

[43]

Servicios de Lenguajes de Consultas (LQS - Lexicon Query Services)

El alcance de este tipo de servicios es especificar un conjunto de normas comunes y métodos para acceso al contenido de los sistemas de terminología médica, que puede variar ampliamente desde una lista que consiste en un conjunto de códigos y frases hasta a una clasificación dinámica y multijerarca. Su objetivo es determinar qué se puede interpretar como elementos "común" que constituye el conjunto de elementos en los que la semántica es ampliamente aceptada en los sistemas de terminología.

Partiendo del estudio de los escenarios fundamentales del uso habitual de sistemas de terminología, los servicios se subdividen en seis secciones fundamentales:

1. *Adquisición de Información*: Uso de los servicios de terminología para ayudar en el proceso de la introducción de datos codificados.
2. *Pantalla de información*: Uso de los servicios de terminología para traducir los elementos de datos codificados en las formas externas humanos o informáticos.
3. *Mediación*: Uso de los servicios de terminología para transformar los mensajes o los registros de datos de una forma o en otra representación.
4. *Indexación e Inferencia*: Uso de los servicios de terminología para solicitar información sobre las asociaciones que puede o no pertenecer a varios elementos de datos y para ayudar en la ubicación de los distintos conjuntos de registros de datos, que puede contener información pertinente del tema específico o entidad.

5. *Navegación*: Utilizar los servicios de terminología para determinar la estructura y el significado de un sistema de terminología.
6. *Compuesto concepto de manipulación*: Utilizar los servicios de terminología para ayudar en la entrada, validación, traducción y la simplificación de los conceptos compuestos.

Un servicio de terminología representa de forma parcial o completa el uso de uno o más sistemas de codificación, lo que posibilita representar un conjunto de dominios de valor que permitan identificar a los grupos de conceptos que contiene a través de los esquemas de codificación. También puede enumerar todos los dominios de valor que son apoyados por el servicio o acceder a un dominio de valores específicos por su nombre.

Un dominio de valores representa un conjunto de valores que pueden ser utilizados para cubrir un campo en una interfaz de introducción de datos, una columna de una base de datos, un campo en un mensaje o alguna otra entidad externa en la que es posible grabar o transferir códigos de concepto. Cada dominio de valores puede tener más de una versión que se utiliza para registrar al cambiar el contenido de un dominio de valores con el tiempo.

[44][45]

Los Servicios de Lenguajes de Consultas (LQS) se componen por tres módulos fundamentales que se describen a continuación:

1. *Autorización de Nomenclaturas*: Constituye un módulo de uso general, que brinda un medio de proporcionar nombres exclusivos a entidades tales como códigos de concepto y componentes. Lo que aumentan la capacidad para comparar igualdades de conceptos y terminologías a partir de sus nombres. Este módulo se relaciona con los servicios de identificación de pacientes de las soluciones que lo utilicen acoplando el resultado obtenido de la búsqueda con la entrada de información en el escenario que sea convocado.
2. *Servicios de Terminología*: En este módulo se definen los servicios que brinda la solución donde cada interfaz representa una clase de objeto o una parte de una clase de objetos del modelo. Proporciona una única interfaz a una o más esquemas de codificación, así como un conjunto opcional de dominios de valor que sirven para relacionar los sistemas de codificación con interfaces externas, mensajes, bases de datos, etc.

3. *Servicio de Terminología Valores*: Este módulo define los códigos y sistemas de codificación que son utilizados por los servicios de terminología.

La relación de dependencia entre estos módulos se puede apreciar en la figura 8 ([Anexo 1](#))

2.5.1.4 Nivel de aplicaciones informáticas

Es el nivel conformado por las diferentes instituciones sanitarias que pertenezcan a la red regional sanitaria definida en el contexto geográfico, dígase consultorios, hogares de ancianos, centros materno infantil, hospitales y clínicas especializadas entre otros que posean sistemas informáticos que pueden ser desarrollados por el Centro de Informática Médica o por terceros proveedores. Este nivel constituye la fuente primaria de entrada de información por lo que los sistemas informáticos desplegados en estas instituciones deben implementar los protocolos necesarios definidos por la capa superior para lograr la integración de la información clínica del paciente.

2.5.2 Repositorio de componentes

La reutilización de componentes de software, es un enfoque de desarrollo que trata de maximizar el uso recurrente de componentes existentes, en las distintas etapas del desarrollo del proyecto. En los enfoques actuales de construcción de software la reutilización juega un papel importante en el proceso de producción, dada las ventajas que trae consigo. Por lo que constituye un requerimiento necesario poder encontrar componentes durante el ciclo de vida del software para su reutilización, apropiada en una base o repositorio de componentes, el cual constituye el almacén de componentes reutilizables y debe ser mantenido y gestionado constantemente.

Para poder efectuar la reutilización no basta con que los componentes se encuentren en el repositorio al que los equipos de desarrollo tengan acceso, además deben estar bien clasificados, documentados y fáciles de comprender para poder ser encontrados de acuerdo a necesidades específicas. La clasificación está propuesta según la complejidad, alcance, nivel de funcionalidad de los componentes, la cual se explica a continuación:

1. **Componentes de Interfaces Gráficas de Usuarios (GUI)**: Los componentes GUI, son aquellos que permiten construir interfaces gráficas para el usuario, proporcionan las interfaces externas de las aplicaciones y conocen el funcionamiento de la interacción con el usuario.

2. **Componentes de Servicio:** Proveen servicios comunes requeridos por diferentes aplicaciones, como acceso a bases de datos, servicios de mensajería y transacciones e integración con servicios de sistemas, etc.
3. **Componentes de Dominio:** Estos componentes, pertenecen sólo a un dominio de aplicación específico y no pueden ser reutilizados fuera de él, por ser parte de un dominio de aplicación en particular, por lo que deben contar con una infraestructura de aplicación propia.
4. **Componentes de Integración:** Facilitan la integración entre otros componentes y sistemas a través de múltiples plataformas y desarrollos. La naturaleza de estos componentes obliga a hacer uso de ellos dentro de la mayoría de los sistemas. No envuelven lógica del negocio y apoyan los procesos de flujo de información e interoperabilidad entre sistema lo que permite la interacción entre los elementos que integran el sistema.

Además de los componentes, en el repositorio se gestionarán las herramientas necesarias para el desarrollo de soluciones establecidas y aprobadas por el Consejo Técnico del Centro y normadas en el Documento de Arquitectura del Centro. En la figura 9 ([Anexo 1](#)) se presenta el esquema el repositorio de componentes del Centro.

Cada componente en el repositorio cuenta con una Ficha Técnica ([Anexo 4](#)) definida, que contiene cuatro niveles de descripción, cada nivel permite conocer cierta información del componente. A continuación se muestran estos niveles de descripción:

- ✚ **Descripción Técnica:** Expone las restricciones y limitaciones del componente y describe las configuraciones necesarias para operar en un ambiente en particular que hacen posible el funcionamiento del componente dentro de una configuración específica.
- ✚ **Descripción de Interfaz:** La interfaz se define como la abstracción del comportamiento del componente, la cual consiste en un subconjunto de interacciones relacionadas a su vez con un conjunto de restricciones las cuales pueden ocurrir bajo ciertas circunstancias.
- ✚ **Descripción de la Funcionalidad:** Permite puntualizar cómo el componente realiza las funciones que expone a través de su interfaz, incluye entradas y salidas, administración y análisis del componente.
- ✚ **Descripción de Extensión:** Un componente es extendido a partir de que se le agrega una nueva funcionalidad sin modificar la existente.

La selección de los componentes a utilizar en cada proyecto se realiza de forma conciliada con el Consejo Técnico del Centro, el cual funciona en todo el ciclo de vida del proyecto y se reúne a solicitud de los Jefes de Departamentos que conocen las necesidades de sus líderes de proyectos.

Conclusiones del capítulo

Con el desarrollo del presente capítulo se especifica el modelo productivo propuesto para el Centro de Informática Médica, que comienza con la caracterización del negocio en que se especializa y la estrategia productiva que se propone, dándole cumplimiento a la principal tarea del trabajo de investigación. La propuesta tiene en cuenta las principales entidades del proceso de producción para un producto de software, en la cual se exponen los principios del modelo basándose en los procesos involucrados en la actividad productiva del Centro.

Se describe el modelo de trabajo y organización de los recursos humanos aplicando el enfoque de trabajo en equipo. Como resultado de ello, se logra una mejor comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo, así como una mayor coordinación de las tareas a desarrollar por cada miembro del proyecto. Todo lo anterior posibilita la comprensión de la necesidad e importancia de la creación del modelo. Además se describe la estrategia tecnológica, se presentan los principios arquitectónicos alineados a los objetivos estratégicos del Centro de obtener soluciones con un alto grado de interoperabilidad con el menor costo posible. La propuesta integra todos los elementos expuestos en una referencia al marco de trabajo del Centro.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se realiza un análisis de la aplicación del modelo propuesto en la muestra seleccionada dentro de los proyectos del Centro de Informática Médica. Se describe el proceso de comprobación de los resultados obtenidos, a partir de la descripción del diseño y aplicación del instrumento de captación de datos y la descripción del proceso de aplicación del modelo de producción propuesto a la muestra seleccionada. Finalmente se realiza un estudio de los resultados obtenidos de la aplicación del mismo.

3.1 Realización y aplicación de la investigación

La investigación se realiza en condiciones donde la estructura de la Universidad de las Ciencias Informáticas se fortalece y se generalizan un grupo de herramientas de control que ayudan a la toma de decisiones y perfeccionan las mediciones de control, calidad y productividad de sus Centros de Desarrollo. Sobre esta base se tomaron los valores de los parámetros en el estado inicial de la muestra y una vez aplicados el modelo de producción con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas en los resultados.

Los miembros de la población tienen características similares en el proceso de desarrollo de software, lo que hace que los proyectos tengan características homogéneas en cuanto a los procesos de ejecución del proyecto y que todas las características de la población estén representadas en la muestra. La población estudiada comprendió el total de las líneas de producción de software del Centro de Informática Médica el cual está formado por seis departamentos de desarrollo e investigación aplicada, en los cuales se ejecutan actualmente 17 proyectos de desarrollo de software.

De la población identificada se tomó una muestra de diez proyectos, lo que representa un 58.82% de la población. La selección de esta fue realizada intencionalmente en los proyectos con mayor nivel de complejidad en cuanto a tamaño del proyecto y su estado actual de desarrollo, en la tabla 1 se puede apreciar las características de la muestra seleccionada. En el siguiente epígrafe se describe el proceso de diseño y aplicación del instrumento de captación de datos requeridos para la realización de las comprobaciones.

No.	Proyecto	Total de requisitos	Estado actual
1.	Sistema de Información Hospitalaria (alas HIS).	1124	Pruebas.
2.	Sistema de información radiológica. (alas RIS).	400	Análisis y diseño.
3.	Sistema de procesamiento de imágenes médica. (alas PACS)	300	Soporte.
4.	Sistema de gestión de prótesis buco-maxilofacial.	40	Pruebas.
5.	Diccionarios Terminológicos.	Actualmente en identificación	Requerimientos.
6.	Bloque quirúrgico oftalmológico (alas BQO).	200	Implementación.
7.	Sistema Integral para la Atención Primaria de Salud (alas SIAP).	1200	Implementación.
8.	Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños	100	Implementación.
9.	Red Nacional de Nefrología. (alas Nefrored)	120	Pruebas.
10.	Planificador quirúrgico en Ortopedia.	Actualmente en identificación	Estudio preliminar.

Tabla 1: Caracterización de la muestra.

3.1.1 Diseño y aplicación del instrumento de captación de datos

El instrumento tiene como objetivo obtener un diagnóstico confiable sobre el estado de determinados elementos del proceso de desarrollo en la ejecución de los proyectos. El instrumento aplicado puede consultarse en el [Anexo 5](#), a continuación se presenta una caracterización del instrumento de medición:

Tipo de preguntas	Descripción	Cantidad
A	Preguntas de afirmación o negación. (Si / No)	10
B	Preguntas donde se evalúa, categoriza o califica algún parámetro o elemento en valores.	10
C	Preguntas donde se escogen elementos libres de los encuestados.	1

Tabla 2: Caracterización del instrumento de captación de datos.

Las preguntas de los cuestionarios tienen como objetivo comprobar la existencia de procesos relacionados con la gestión del proceso de producción en los proyectos en el Centro, además evaluar el nivel en que determinados parámetros se encuentran. La redacción y categorías establecidas en las preguntas se concibieron para lograr el máximo de precisión y evitar la subjetividad en las respuestas de los encuestados.

Las preguntas de tipo **A** tienen por objetivo comprobar la existencia de procesos directamente relacionados con la gestión de desarrollo en los proyectos, que son reflejo de la correcta ejecución de los mismos. Recogen indicadores del proyecto como son, el cumplimiento de los compromisos en tiempo, conocimiento de procesos para la aprobación de la base tecnológica de los proyectos en el Centro y la relación de esto con la reutilización de los componentes de software entre otros.

Las preguntas de tipo **B** tienen por objetivo evaluar el nivel en que un determinado parámetro se encuentra, las cuales están cuantificadas en una escala de valores de cero a tres como máximo. Siendo el valor mayor siempre el que tenga mayor aporte en positivo para la ejecución del proyecto. La redacción y categorías establecidas en las preguntas se concibieron para lograr el máximo de precisión y evitar la subjetividad en las respuestas de los encuestados. Finalmente las preguntas de tipo **C** tienen por objetivo identificar determinados factores con incidencia directa en el proyecto.

La evaluación del modelo productivo se realizará a partir de los siguientes criterios:

Criterios	Descripción
Calidad de los procesos.	Se valora a partir de los siguientes criterios: aplicabilidad, claridad y reusabilidad de los procesos.
Capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software.	Se evalúa a partir de la calificación en cuanto a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="914 646 1430 682">• Adaptabilidad a los tipos de productos.<li data-bbox="914 701 1555 789">• Integración al proceso de producción de software de gestión.<li data-bbox="914 808 1490 896">• Adaptabilidad a diferentes escenarios según capacidad de los recursos humanos.<li data-bbox="914 915 1175 951">• Nivel de acabado.
Evaluación de los instrumentos y artefactos.	La evaluación de los instrumentos y artefactos se realiza a partir de la calificación en cuanto a los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="914 1119 1203 1155">• Claridad y precisión.<li data-bbox="914 1173 1443 1262">• Nivel de acabado. (Que se recoja toda la información necesaria).<li data-bbox="914 1281 1549 1369">• Adaptabilidad de los instrumentos o Generalidad (Que se pueda aplicar a diferentes escenarios).

Tabla 3: Evaluación del procedimiento.

Se entrevistó según lo planificado a un total de 29 personas directamente involucradas en el proceso productivo del Centro de Informática Médica, las cuales ocupan diferentes roles que a continuación se nombran:

- 5 Jefes de Departamentos.
- 10 Líderes de proyectos.
- 4 Arquitectos de proyectos.
- 10 Analistas de proyectos.

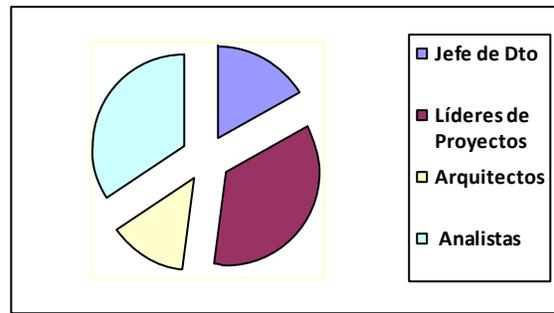


Figura 10 Composición de los encuestados.

En todos los casos a los entrevistados se les explicó la necesidad de la sinceridad de su respuesta creándoles un ambiente de motivación donde los entrevistados no se sintieran bajo ningún tipo de presión.

3.1.2 Aplicación del modelo a la muestra seleccionada

El proceso de aplicación del modelo se realizó de forma natural a partir de la identificación de la necesidad en el Centro de ordenar sus procesos de producción de software. El cual cubre una gama de actividades directivas, que incluyen la motivación por parte de sus integrantes y una secuencia de procesos de evaluación que controlen el flujo de trabajo de la institución. Partiendo de este concepto en la implantación del modelo jugó un papel fundamental el Consejo Técnico del Centro, en el seno del cual se identificaron, definieron e implantaron la línea base para el trabajo.

Con este fin se desarrollaron actividades de preparación de las personas que desempeñaban roles importantes relacionados con la ejecución de las tareas en proyectos dentro de la actividad productiva del Centro. Dichas actividades de preparación se realizaron en forma de talleres para una mejor comprensión acerca del modelo. Los cuales se desarrollaron por cada uno de los grupos de personas implicados en la aplicación del trabajo, desarrollándose fundamentalmente con la presencia de los líderes de proyectos, analistas y arquitectos del CESIM. Las actividades de control y ejecución metodológica estuvieron orientadas a la elaboración de la documentación necesaria y actividades de chequeo y auditoría a los proyectos para verificar la realización de los procesos orientados en el modelo productivo.

La implantación del modelo se puede resumir en tres actividades fundamentales:

1. Preparación del personal.
2. Implantación
3. Control de uso y ejecución metodológica.

La preparación del personal de los proyectos comprendió a todos los que de una u otra manera se encontraban relacionados con el desarrollo de los procesos productivos dentro del Centro. Con este principio se identificaron personas en los roles de: Jefe de Departamento, Líder de Proyecto, Arquitecto, Analista, Desarrollador, Asesor de Calidad y Asesor de planificación. El siguiente paso y más importante consiste en identificar las Líneas de Producción y fortalecerlas como una estructura dentro de la institución, identificando sus características, la misión, visión y alcance de la misma, buscando los elementos del modelo que solucionan las deficiencias que presenta y establecer los indicadores a evaluar antes y después de implantado el modelo. A continuación se hace referencia a las características de cada una de las líneas de proyectos que se desarrolla en sus departamentos, que es el espacio donde se ejecutan el mayor peso de la actividad productiva en el Centro.

- **Sistemas de Atención Primaria de Salud (APS)**

Línea de proyectos relacionados con la Atención Primaria de Salud (APS), la cual representa el primer nivel de contacto de los individuos, la familia y la comunidad con el sistema de salud. Por lo que constituye el primer elemento de un proceso permanente de asistencia, que reúne actividades de promoción, prevención y recuperación de la salud, con el fin de responder a las necesidades sanitarias de la comunidad. En este nivel de atención se le da solución aproximadamente al 80 % de los problemas de salud de la población.

A partir de lo anteriormente expuesto las soluciones que se desarrollan en esta línea están relacionadas fundamentalmente con los centros de salud familiar o de la comunidad, unidades móviles, unidades rurales, así como en Centros Especializados en Atención Primaria de Salud (CEAPS). Dentro de los principales servicios que se informatizan se encuentran:

- ✓ Los servicios de Medicina Familiar que gestiona los procesos básicos y fundamentales de la APS, que constituyen el núcleo del sistema y registra los datos generales del paciente como son: la Historia Clínica Individual y Familiar, la planificación-seguimiento y control del paciente, ingresos y egresos, actividades de dispensarización, servicios de enfermería entre otros.

- ✓ Servicios de planificación, control y seguimiento de las especialidades médicas tales como Nefrología, Medicina Interna, Cardiología, Angiología, Urología, Dermatología, Endocrinología, Hematología, Reumatología, Otorrino, Ortopedia, Neurología, Estomatología.
- ✓ Servicios de gestión de laboratorios clínicos.
- ✓ Servicios de urgencias y emergencias que gestionan la información de los cuerpos de guardia, consultas de urgencias, entre otros.
- ✓ Servicios de Salud Materno Infantil, Asistencia Social y Adulto Mayor que gestionan los procesos básicos relacionados con esta actividad.

Finalmente con la combinación de los servicios antes mencionados se obtiene un sistema integral que abarca los principales puntos del espectro de la atención primaria de salud. Que logra integrar una historia clínica individual y familiar.

▪ **Sistemas de Información Hospitalario (SIH)**

Línea de proyectos relacionados con la informatización de los servicios de la gestión hospitalaria o atención secundaria, donde se le da cobertura cerca del 15 % de los problemas de salud. Su función fundamental es tratar al hombre ya enfermo, llevándose a cabo acciones de salud más complejas y especialidades médicas a mayor profundidad que en el nivel primario.

Comprende la atención médica brindada en los diferentes tipos de instituciones hospitalarias entre ellas hospitales municipales, generales y especiales. Dentro de los principales servicios que se informatizan se encuentran:

- ✓ Servicios de Admisión a pacientes que gestionan los procesos de admisión, transferencia, egreso, ingreso y búsqueda de pacientes entre otros
- ✓ Servicios de Consulta Externa que gestionan las solicitudes de ínter-consultas, referencias tratamientos médicos, certificados de tratamientos, solicitud de exámenes complementarios, solicitud de admisión, certificados médicos, anuncios operatorios, citas y dietas médicas entre otros.
- ✓ Servicios de Emergencia que gestionan informes médicos, órdenes médicas, referencias al paciente, diagnósticos, hojas de emergencias entre otros.
- ✓ Servicios de Hospitalización que gestionan hojas de hospitalización por servicios y la evolución médica del paciente entre otros.

- ✓ Servicios de Enfermería que gestionan la atención al paciente en hospitalización, emergencia, post-operatorio y consulta externa entre otras actividades.
- ✓ Servicios de Laboratorio que gestionan las solicitudes de análisis e informes de resultados, citas entre otros.
- ✓ Servicios de Bloque Quirúrgico y sus especializaciones que gestionan las solicitudes de intervención quirúrgica, hojas de anestesia, plan quirúrgico, consultas de pre-anestésica, pre-operatorio y trans-operatorio entre otras.

Como resultado se obtiene, disponer de un sistema de información hospitalario que cuente como centro de referencia al paciente, dando respuesta a sus necesidades de salud pública y de asistencia médica, que posibilita su acceso a los recursos de salud.

▪ **Sistemas Especializados**

Línea de proyectos relacionados con la informatización de los servicios especializados en las instituciones sanitarias, como pueden ser hospitales y clínicas especializados. En este nivel de atención se abarcan alrededor del 5 % de los problemas de salud. Se brindan servicios de alta complejidad, con la óptima utilización de los recursos y medios existentes.

Dentro de los proyectos que se desarrollan se encuentran la informatización de servicios médicos especializados como es el caso de:

- ✓ Servicios de Nefrología que gestiona en un primer alcance la atención a los pacientes con problemas renales, así como los trasplantes y métodos depuradores que pueden necesitar dichos pacientes.
- ✓ Servicios de Rehabilitación que gestionan la información relacionada a las consultas de rehabilitación que se le realizan a los pacientes así como el seguimiento del tratamiento médico que se le indique.
- ✓ Servicios de Estomatología que gestionan toda la información de las consultas estomatológicas de los pacientes.
- ✓ Proyecto de Telemedicina relacionado con el desarrollo de servicios informáticos que permitan consultas de 3ra opinión, así como la formación de profesionales del sector de la salud.

▪ **Software Médico Imagenológico (SWMI)**

Línea de proyectos relacionados con la informatización del área imagenológica de las instituciones sanitarias. Constituye una de las líneas más complejas para el desarrollo de soluciones debido a la alta exigencia del cumplimiento de estándares médicos para el desarrollo de soluciones. Dentro de los principales proyectos que se ejecutan se encuentran:

- ✓ Sistema de Visualización y Diagnóstico de Imágenes Médicas (PACS) que está diseñada para ofrecer al personal médico que labora en los Departamentos de Diagnóstico por Imágenes, servicios en línea que faciliten la ejecución de sus tareas. Brinda una gama de herramientas de propósito general para la visualización procesamiento y posterior edición de los informes que son emitidos a cada uno de los pacientes. Adicionalmente proporciona herramientas especializadas en las áreas de tomografía para la visualización, reconstrucción y manipulación en tiempo real de imágenes 3D en diferentes vistas y modos de visualización.
- ✓ Sistema de Información Radiológica (RIS) diseñado para ofrecer servicios que faciliten la organización de las tareas y citas en el área de imágenes de una institución sanitaria. Posibilita además, la búsqueda y análisis de los diagnósticos y la creación de las hojas de cargo de los servicios, así como la emisión de las estadísticas médicas asociadas al trabajo del área de imagenología.

▪ **Sistemas de Apoyo y Toma de Decisiones (SAS)**

Línea de proyectos relacionados con los sistemas de apoyo para la planificación y toma de decisiones. Dentro de las principales soluciones que se desarrollan se encuentran: Registros de estudiantes y profesionales, que gestiona la información relacionada a la formación de los recursos humanos en el sector de la salud. Así como el Registro de Colaboradores Médicos, que gestionan la información de los recursos humanos que se encuentran brindando servicios de colaboración médica en el extranjero entre otros.

▪ **Tecnologías Integración y Estándares (TIE)**

Línea responsable de definir, identificar y desarrollar los estándares, políticas y pautas a seguir en el desarrollo de los productos del Centro. Es la responsable de establecer la guía arquitectónica para el desarrollo de soluciones integrales para la salud y especificar la estrategia de integración entre los productos desarrollados en el Centro. Gestiona el alcance para el cumplimiento del proceso de integración entre las partes interesadas y desarrolla componentes de software horizontales para las demás líneas. Para el cumplimiento de su misión además de contar

con profesores y estudiantes, organiza y dirige el Consejo Técnico del Centro que está formado por los jefes de departamentos y los analistas y arquitectos principales de cada una de las líneas productivas.

En el proceso de implantación una vez capacitado el personal de los principales roles en las diferentes líneas de producción, se estiman los recursos necesarios, se identifican las necesidades tecnológicas y se gestionan todos los recursos que serán necesarios para el desarrollo exitoso del modelo. Las actividades de control y ejecución metodológica estuvieron orientadas a la elaboración de la documentación necesaria y actividades de chequeo y auditoría a los proyectos para verificar la realización de los procesos orientados en el modelo.

3.2 Análisis de los resultados

De forma general los entrevistados reflejaron la necesidad y el interés por parte de los equipos de trabajo y directivos de la búsqueda de soluciones en función de optimizar el proceso productivo en el CESIM, a partir de la necesidad de cumplir con los compromisos que desde su creación asumió el Centro. Se demostró que no hay un modelo único de producción que se pueda heredar e implantar sin hacerle los ajustes necesarios de acorde a los factores ambientales de la institución. Consideran además que se puede trabajar mucho más en la planificación y definición de los procesos como un elemento que potencie la reutilización de experiencias, componentes y artefactos de software que ayudan a fortalecer los parámetros calidad, tiempo, costo, recursos y el uso de estándares.

A continuación se hace un análisis de los resultados en la aplicación del diagnóstico en los momentos iniciales antes de comenzar a aplicar el modelo y finalmente después de la aplicación del mismo. Los resultados se presentan graficados en las figuras 11 y 12 separados por los valores de tipo **A** y los valores de tipo **B** para una mayor claridad de los mismos.

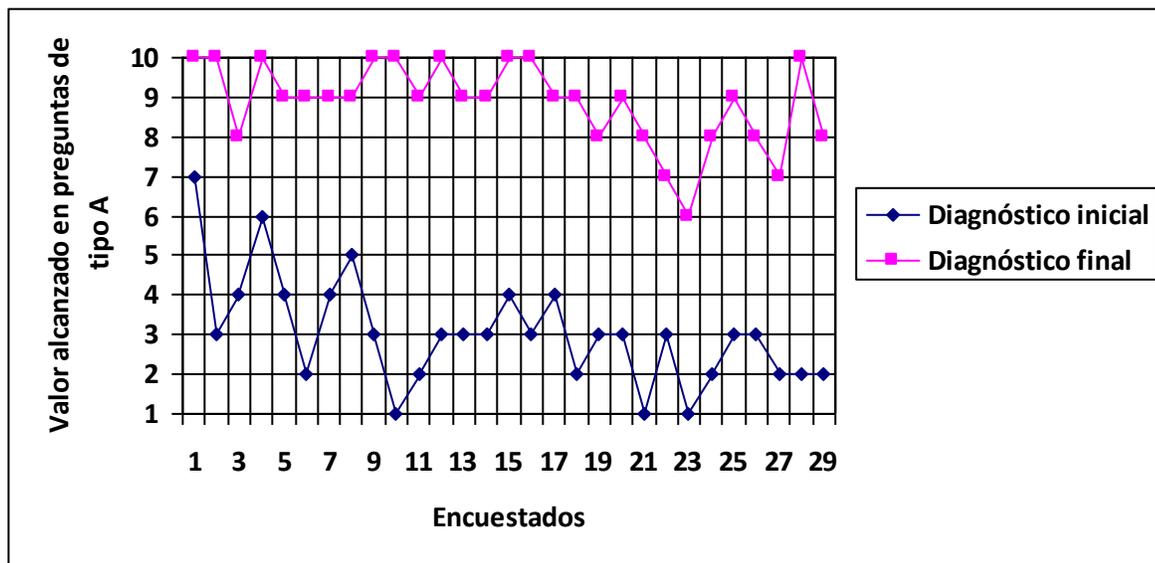


Figura 11 Valores alcanzados en las preguntas de tipo A.

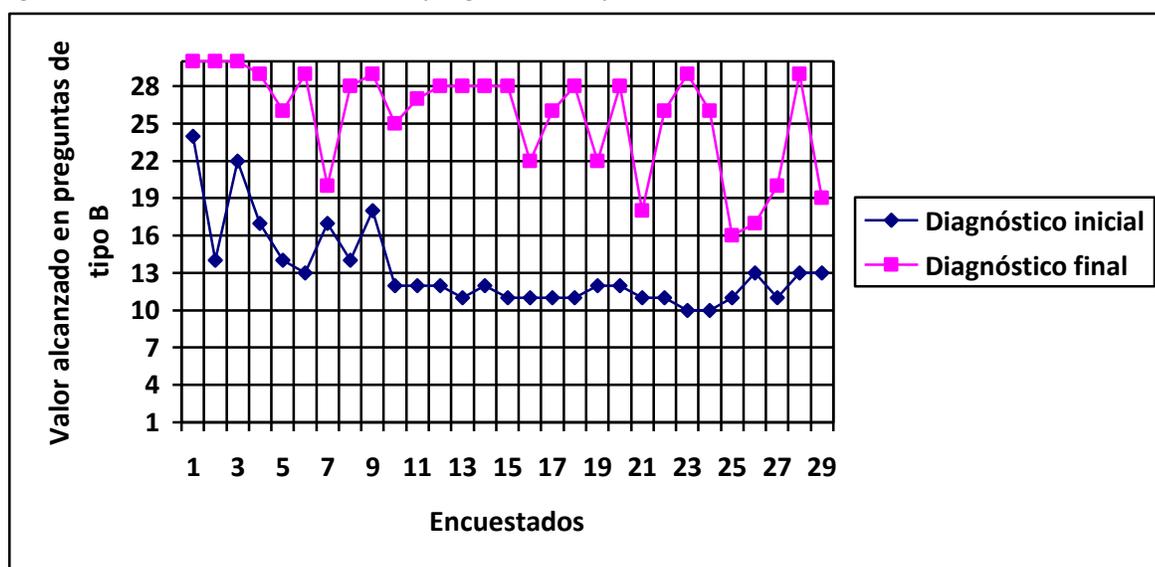


Figura 12 Valores alcanzados en las preguntas de tipo B.

En ambos gráficos se puede apreciar las mejoras una vez aplicados los procedimientos definidos en el modelo de producción para los tipos de preguntas A y B. En la mayoría de los casos a los encuestados les pareció atractivo, de mucha actualidad e interesante, dado que se abordan temas que necesariamente deben ser tenidos en cuenta para la asimilación de la industria del software en la Universidad y la aplicación de buenas prácticas que deben ser

generalizadas. Plantean además que el modelo puede contribuir al cumplimiento de los compromisos que actualmente asume la institución.

A continuación, en la figura 13 se presentan los gráficos relacionados con el resultado obtenido de las preguntas de tipo B donde se evidencia el nivel en que los parámetros se encuentran al inicio y al final del experimento. Apreciándose que en los momentos iniciales los valores de la escala que predominan son bajos, los cuales cambian el escenario en el diagnóstico final donde los valores de la escala que predominan son altos, lo que evidencia una alta aceptación y conocimiento del modelo propuesto.

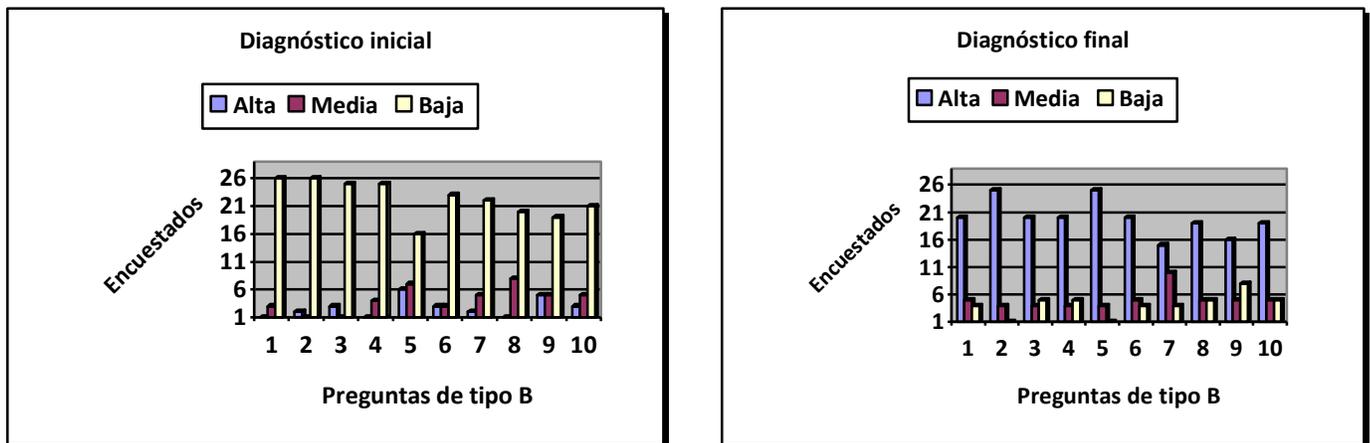


Figura 13 Valores alcanzado por los parámetros en las preguntas de tipo B, al inicio y al final de la aplicación.

Con el objetivo de hacer un estudio más riguroso de los resultados obtenidos de la comparación de las muestras y establecer si la diferencia es significativa y estudiar el comportamiento de las variables se utilizó el Test de Mann-Whitney para la comparación de los valores. En ambos casos para el nivel de significación se aplica el método de Monte Carlos con intervalos de confianza del 99% y se considera significativo un valor de importancia menor de 0.05. En el procesamiento de los resultados de los experimentos se utilizó la herramienta estadística SPSS en su versión 13.0. Los resultados de la aplicación del método se muestran a continuación.

Descripción estadística.

	N	Media	Std. Desviación	Mínimo	Máximo
Valor alcanzado en preguntas de tipo A	58	5.9483	3.18121	1.00	10.00
Valor alcanzado en preguntas de tipo B	58	19.3793	7.30976	10.00	30.00
Medición	58	1.5000	.50437	1.00	2.00

Test Mann-Whitney

Rangos

	Medición	N	Media de Rangos	Sum de Rangos
Valor alcanzado en preguntas de tipo A	1.00	29	15.09	437.50
	2.00	29	43.91	1273.50
	Total	58		
Valor alcanzado en preguntas de tipo B	1.00	29	15.71	455.50
	2.00	29	43.29	1255.50
	Total	58		

Test Estadístico

			Valor alcanzado en preguntas de tipo A	Valor alcanzado en preguntas de tipo B
Mann-Whitney U			2.500	20.500
Wilcoxon W			437.500	455.500
Z			-6.570	-6.247
Asymp. Sig. (2-tailed)			.000	.000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		.000(a)	.000(a)
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.000	.000
		Upper Bound	.000	.000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		.000(a)	.000(a)
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.000	.000
		Upper Bound	.000	.000

a Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

b Grouping Variable: Medición

Como consecuencia de la aplicación del test se demostró que existe una diferencia significativa en los valores alcanzados en las preguntas de tipo **A** y **B**, que muestran resultados significativamente mejores de los valores una vez definido y aplicado el modelo propuesto. Demostrándose un dominio de las definiciones y procedimientos definidos en el modelo, una mejora en la organización del trabajo y una mayor reutilización de las experiencias y componentes de software, lo que provoca una mejor gestión del tiempo y comunicación entre los equipos de trabajo, produciendo una mayor efectividad en el cumplimiento de los compromisos productivos del Centro.

Para el caso del instrumento de tipo **C** que se evalúa en la pregunta del cuestionario dos; pregunta tres; inciso (a), dirigida a conocer el dominio de los elementos que se deben tener en cuenta para definir las bases tecnológicas a implementar en los proyectos del Centro en el diagnóstico inicial se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la tabla a continuación:

Criterio	Cantidad de veces por lugar donde aparece						Dimensiones	
	1	2	3	4	5	6	Importancia	Relevancia
Experiencia del equipo	5	2	3	5	8	0	23	10
Estándares de comunicación	0	3	5	9	4	3	24	8
Complejidad de la solución	4	5	1	4	2	7	23	10
Reutilización	0	0	1	8	9	0	18	1
Definición de requisitos de software	3	1	1	7	3	1	16	5
Interoperabilidad	5	2	1	3	0	5	16	8

Tabla 4: Resultados de tipo C en la aplicación del instrumento en el Diagnóstico Inicial.

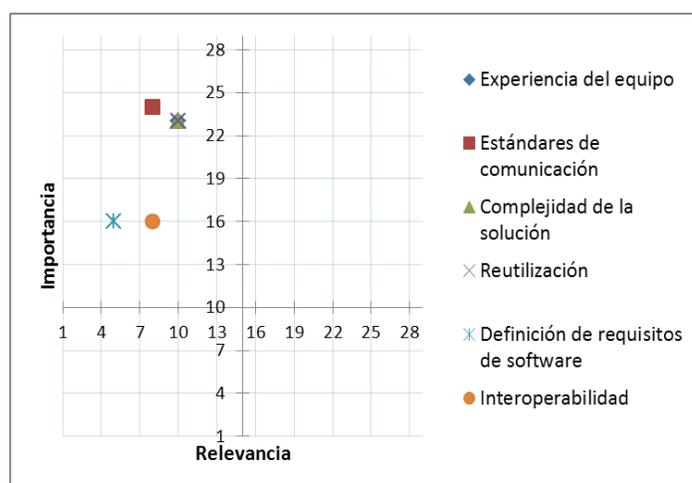


Figura 14 Gráfica de los resultados de tipo C en la aplicación del instrumento en el Diagnóstico Inicial.

A continuación se presenta una gráfica que permite visualizar los resultados obtenidos durante el diagnóstico inicial. Esta representación ubica los elementos identificados en una gráfica de dos dimensiones. Donde el eje **Y** representa la dimensión de **Importancia**, la cual indica el número de personas que han enunciado el elemento y el eje **X** representa la **Relevancia**, que consiste en la cantidad de veces que el elemento ha sido enunciado entre las tres primeras posiciones de la lista.

Al interpretar los resultados que se grafican en la figura 14 con la aplicación del diagnóstico inicial: Los elementos que más se han tenido en cuenta para la definición de las bases tecnológicas a implementar en los proyectos son los siguientes por orden de importancia y relevancia:

- Dentro de los elementos más significativos en cuanto a nivel de importancia se encuentra la experiencia del equipo de desarrollo del proyecto, los estándares de comunicación, la complejidad de la solución y la reutilización de los componentes de software y experiencias. Los tres últimos con un mayor nivel de relevancia que todos los demás elementos.
- La interoperabilidad y la definición de requisitos de software presentan el mismo nivel de importancia aunque el primero presenta una mayor relevancia para los involucrados en el proyecto.

A continuación en la siguiente tabla se presentan los resultados de la pregunta de tipo **C** una vez aplicadas las definiciones metodológicas del modelo productivo definido en los proyectos:

Criterio	Cantidad de veces por lugar donde aparece						Dimensiones	
	1	2	3	4	5	6	Importancia	Relevancia
Experiencia del equipo	2	5	9	7	1	0	24	16
Estándares de comunicación	8	7	1	1	5	3	25	16
Complejidad de la solución	4	9	1	1	1	8	24	14
Reutilización	10	4	2	0	0	9	25	16
Definición de requisitos de software	0	10	8	2	1	1	22	18
Interoperabilidad	3	20	3	1	1	0	28	26

Tabla 5: Resultados de tipo C en la aplicación del instrumento en el Diagnóstico Final.

En la figura 15 se muestra un gráfico que permite la comparación de forma visual de los resultados obtenidos durante el diagnóstico inicial y el diagnóstico realizado posterior a la aplicación del modelo productivo. Los resultados que se grafican de forma general evidencian un crecimiento en todos los elementos después de la aplicación del modelo, a continuación se interpretan los principales resultados:

- Dentro de los elementos que evidenciaron mayor variación se encuentran la interoperabilidad, la definición de requisitos de software y la reutilización. Esto provoca un aumento considerable en importancia y relevancia para los implicados en el proyecto a la hora de definir las bases tecnológicas del proyecto a desarrollar. Este resultado está relacionado con las actividades desarrolladas en el Consejo Técnico del

Centro con el objetivo de establecer una línea base de la arquitectura, definiendo marcos de trabajos sobre las tecnologías en las que se desarrollan las soluciones. Todo esto con el fin de aprovechar los componentes y requisitos de software desarrollados en las distintas líneas de producción, lo que incide de forma directa a que disminuya la cantidad de requisitos a desarrollar relacionados con la configuración de los sistemas entre otros, lo cual provoca un aumento de la reutilización.

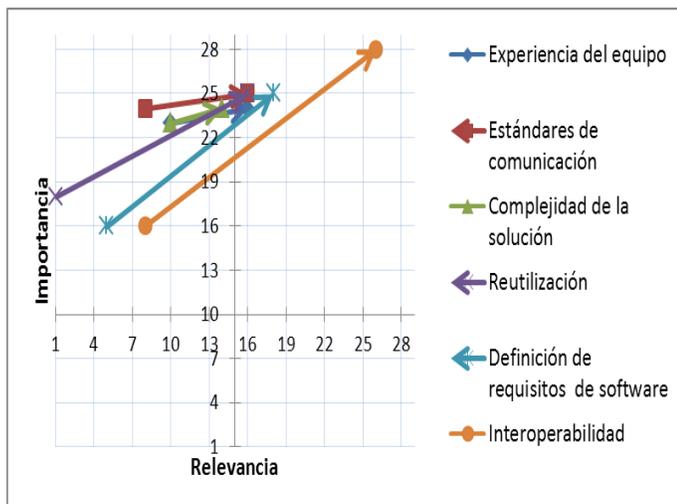


Figura 15 Gráfica la variación de crecimientos de los resultados de tipo C.

- El elemento de mayor significación después de aplicado el diagnóstico final es la interoperabilidad de las soluciones que se brindan en el Centro. Esta variación está directamente relacionada con la estrategia trazada en el modelo propuesto el cual tiene como objetivo obtener una suite de productos o soluciones sanitarias capaz de integrar y visualizar la información sanitaria en una sola plataforma transparente para el usuario, independientemente del nivel asistencial donde se encuentre. Lo cual está directamente relacionada con la capacidad de reutilización de componentes

de software con el resultado de lograr establecer pautas comunes de comunicación entre las soluciones.

- Los elementos más importantes se pueden apreciar en el cuadrante superior derecho de la gráfica, los cuales son:
 - Interoperabilidad.
 - Definición de requisitos de software.
 - Reutilización.
 - Estándares de comunicación.
 - Experiencia del equipo de proyecto.

3.3 Análisis del modelo

Para el análisis de la efectividad del modelo propuesto se realizaron además dos encuestas a los participantes en la aplicación del modelo y otros conocedores del tema para un total de veinte personas entre líderes de proyectos y especialistas que han participado en la ejecución de los proyectos. La encuesta aplicada para la captura de los datos se encuentra en el [Anexo 5](#).

Para la evaluación del modelo se partió de los siguientes criterios:

- Calidad de los procesos.
- Capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software.
- Evaluación de los instrumentos y artefactos.

La calidad de los procesos se valoró a partir de la evaluación de los siguientes criterios:

- Aplicabilidad.
- Claridad y reusabilidad de los procesos.
- Reusabilidad

La capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software se evaluó a partir de la calificación en cuanto a los siguientes elementos:

- Integración al proceso de desarrollo de software para la salud
- Adaptabilidad a diferentes escenarios según capacidad de los recursos humanos
- Definición de los flujos de trabajo y canales de comunicación en el equipo de proyecto.
- Nivel de acabado (Alcance a todo el proceso de desarrollo).

La evaluación de los instrumentos y artefactos se evaluó a partir de la calificación en cuanto a los siguientes elementos:

- Claridad y precisión.
- Nivel de acabado.
- Adaptabilidad de los instrumentos o Generalidad (Que se pueda aplicar a diferentes escenarios).

En la encuesta aplicada se solicitó la evaluación de cada criterio en tres niveles: bajo, medio y alto. En la evaluación posterior del instrumento se asignaron valores de uno a tres. Los detalles de estos resultados pueden consultarse en el [Anexo 6](#). El resumen de los resultados de la aplicación de presentan en la siguiente tabla:

Criterios generales de evaluación	Elementos de evaluación	Puntuación	% Con respecto al Total
Calidad de los procesos	Aplicabilidad	74	85.06%
	Claridad	83	95.40%
	Reusabilidad	76	87.36%
Capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software	Adaptabilidad a diferentes escenarios según capacidad de los recursos humanos	77	88.51%
	Integración al proceso de desarrollo de software para la salud	76	87.36%
	Flujos de trabajo	76	87.36%
	Nivel de acabado	72	82.76%
Calidad de los artefactos e instrumentos definidos	Claridad y precisión	66	75.86%
	Nivel de acabado	72	82.76%
	Generalidad	69	79.31%

Tabla 6: Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación del modelo.

Como se puede apreciar en la tabla todos los parámetros de la evaluación del modelo se encuentran por encima del 70%. Siendo los de más baja puntuación el indicador de *Claridad y precisión* en la aplicación de los procesos definidos y el indicador de *Generalidad* que evalúa la aplicación a diferentes escenarios como pueden ser otros Centros de Desarrollo de Software para la salud en el país, esto es debido a la necesidad de ajustar siempre el modelo de producción a las características ambientales del entorno donde se desarrolle.

El tercer indicador de más baja puntuación es el indicador de *Nivel de acabado*, que está relacionado de forma directa con el indicador de *Claridad y precisión* que fue el que obtuvo la menor puntuación. Se puede interpretar de

estos resultados la necesidad de que una vez que se encuentren definidos los procesos del modelo es necesario mantener una mejora continua de los procesos, con el objetivo de aumentar las necesidades de información de sus procesos y documentar las mejores experiencias de los especialistas que intervienen en el proceso de producción de software con la finalidad de reutilizar las mejores experiencias.

En la figura 16 se muestran los valores que han sido tomados como indicadores de la *Calidad de los procesos definidos en el modelo*; los cuales son aplicabilidad, claridad y reusabilidad:

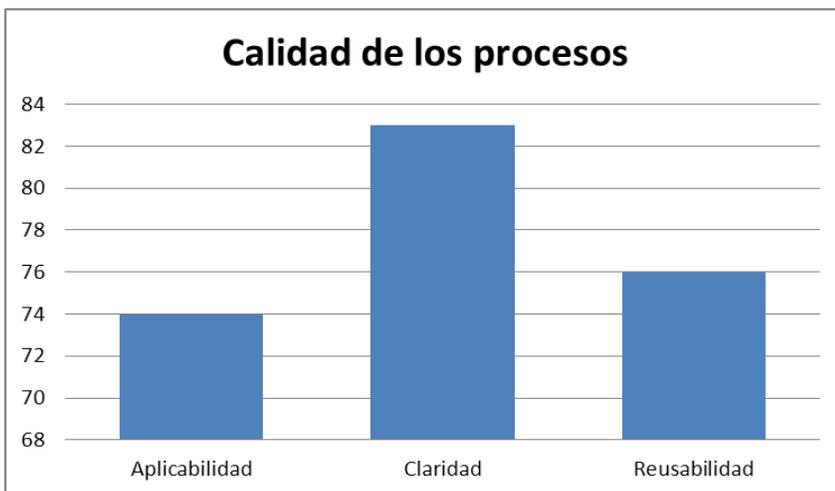


Figura 16 Valores asociados a la calidad de los procesos.

Como se puede apreciar, al realizar un análisis descriptivo de los indicadores que se presentan en la tabla 7, arrojan que todos los valores de la media para estos indicadores son superiores a dos, que es el valor intermedio en el rango establecido. El valor más bajo con respecto a la media lo obtuvo el indicador *Aplicabilidad y Reusabilidad*. Esto puede estar dado por el nivel de especialización de los procesos definidos en el modelo ya que están centrados en un tipo de desarrollo de software para un negocio específico. La desviación estándar de los indicadores oscila entre 0.351 y 0.775, lo que indica un alto índice de dispersión en los criterios de los entrevistados.

Indicadores	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Aplicabilidad	29	1	3	74	2.6	0.736	0.542
Claridad	29	2	3	83	2.9	0.351	0.123
Reusabilidad	29	1	3	76	2.6	0.775	0.601

Tabla 7: Análisis descriptivo de los indicadores de Calidad de los procesos.

En la siguiente figura se muestra una vista gráfica de los valores que han sido tomados como indicadores que describen la *Capacidad de los procesos en el análisis de los factores esenciales en la ejecución de los proyectos de software*:

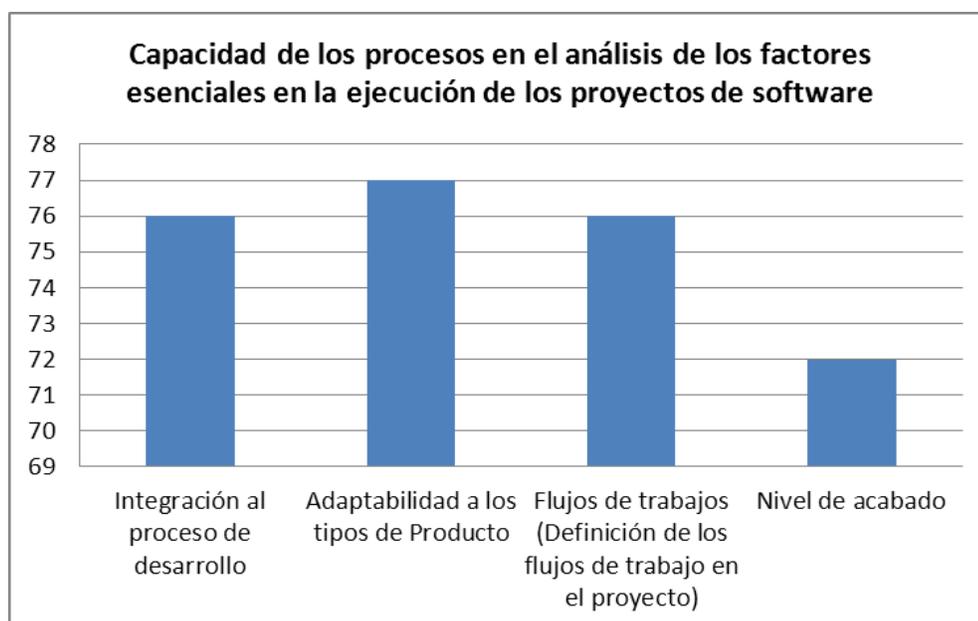


Figura 17: Valores de los indicadores que describen la Capacidad de los procesos en el análisis de los factores esenciales en la ejecución de los proyectos de software.

En un análisis descriptivo de los indicadores que se presentan en la tabla 8, arrojan que todos los valores de la media para estos indicadores son superiores a dos, que es el valor intermedio en el rango establecido. El valor más bajo con respecto a la media lo obtuvo el indicador *Nivel de acabado*, lo cual está relacionado con la necesidad de aumentar la documentación de los procesos definidos y además por el desconocimiento de algunos elementos del modelo. La desviación estándar de los indicadores oscila entre 0.721 y 0.785, lo que indica un índice medio o bajo de dispersión en los criterios de los entrevistados y por tanto, se considera que existió consenso entre los encuestados.

Indicadores	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Integración al proceso de desarrollo	29	1	3	76	2.6	0.775	0.601
Adaptabilidad	29	1	3	77	2.7	0.721	0.520
Flujos de trabajos	29	1	3	76	2.6	0.775	0.601
Nivel de acabado	29	1	3	72	2.5	0.785	0.616

Tabla 8: Análisis descriptivo de los indicadores de Capacidad de los procesos en el análisis de los factores esenciales en la ejecución de los proyectos de software.

En la siguiente figura se muestra una vista gráfica de los valores que han sido tomados como indicadores que describen la *calidad de los instrumentos definidos*:

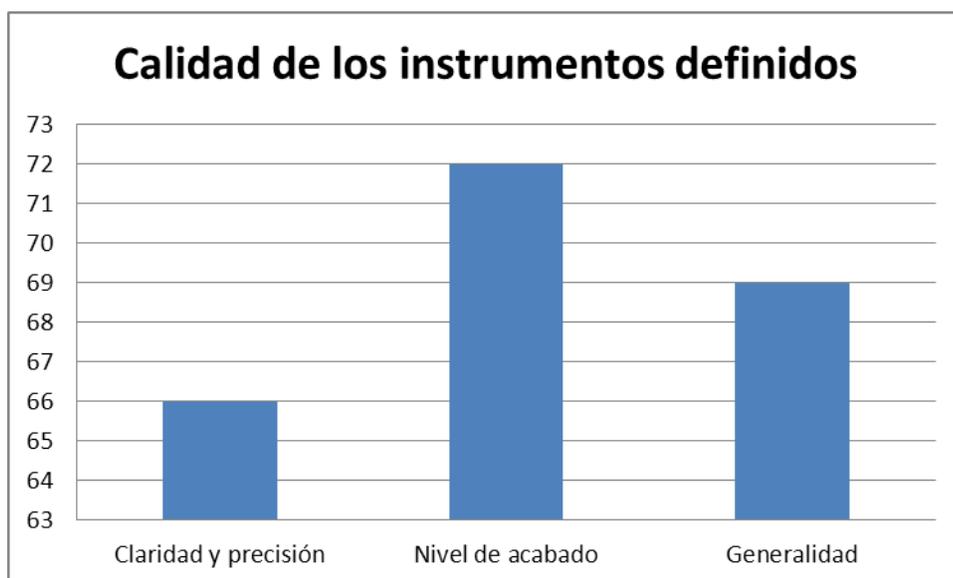


Figura 18: Valores de los indicadores que describen la calidad de los instrumentos definidos.

Al realizar un análisis descriptivo de los indicadores que se presentan en la siguiente tabla, arrojan que todos los valores de la media para estos indicadores son superiores a dos, que es el valor intermedio en el rango establecido. El valor más bajo con respecto a la media lo obtuvo el indicador *Claridad y precisión*, lo cual está relacionado con la falta de experiencia de las personas involucradas en el proceso de producción de software y en la aplicación del modelo y la necesidad de documentar mejor los procesos del modelo. La desviación estándar de los indicadores oscila entre 0.728 y 0.882, lo que indica un alto índice de dispersión en los criterios de los entrevistados.

Indicadores	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Claridad y precisión	29	1	3	66	2.3	0.882	0.778
Nivel de acabado	29	1	3	72	2.5	0.785	0.616
Generalidad	29	1	3	69	2.4	0.728	0.530

Tabla 9: Análisis descriptivo de los indicadores de Calidad de los instrumentos definidos.

De forma general haciendo un resumen de los resultados presentados hasta el momento, aunque estos son alentadores, en general se manifiestan bajos niveles de consenso entre los entrevistados, pues los valores de desviación estándar son altos, este fenómeno puede estar dado por la diversidad del personal entrevistado. Por lo que deberá realizarse un proceso de selección del personal más riguroso para realizar un estudio con mayor profundidad sobre el modelo, a pesar de esto se puede señalar que la evaluación del modelo fue satisfactoria. El mejor resultado de manera global lo obtuvieron los aspectos relacionados con la calidad de los procesos definidos que está directamente relacionado con la reutilización de las principales experiencias más exitosas.

Conclusiones del capítulo

Con el desarrollo del presente capítulo se dio cumplimiento al tercer objetivo específico propuesto en el presente trabajo de diploma, de evaluar el modelo presentado a partir de su aplicación en la muestra seleccionada. Se describe el proceso para la realización del experimento, presentándose el método aplicado para la implementación de las definiciones metodológicas propuestas. Se expuso el diseño del instrumento de obtención de información y el mecanismo de aplicación del mismo. Se realizó un análisis de los resultados del modelo desarrollado a partir de la comparación de los valores obtenidos entre el estado de los proyectos antes de la aplicación del modelo y una vez aplicado el mismo en el que se utilizó el Test de Mann-Whitney.

Como resultado de la aplicación del test se comprobó que existe una diferencia significativa en los valores de las preguntas de tipo **A** y **B**, siendo mucho mejores los valores una vez aplicado el modelo. Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicada a un grupo de personas involucradas en la aplicación del modelo. Donde a partir de la evaluación de los datos recogidos durante la aplicación del modelo, se concluyó que los resultados de la aplicación de la propuesta fueron positivos, lo que evidencia una mejora en los indicadores de interoperabilidad, definición de requisitos de software, reutilización de componentes y artefactos, entre otros.

CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación se le dio cumplimiento a los objetivos propuestos en el trabajo lo que permitió diseñar y aplicar un modelo de producción que brinda la gestión integral de los proyectos en el entorno productivo del Centro de Informática Médica.

Para cumplir con el primer objetivo específico propuesto en la investigación, se partió del análisis de diferentes experiencias, metodologías y estándares, donde se identificó la necesidad de integrar en un modelo productivo para el Centro de Informática Médica la gestión integral de sus procesos de desarrollo de software, debido a que ninguna de las experiencias revisadas por si sola da solución a sus necesidades.

Como resultado del cumplimiento del segundo objetivo de la investigación se diseñó un modelo productivo para el CESIM. En el mismo se definen las principales entidades del proceso de producción, se describe el modelo de trabajo y la organización de los recursos humanos aplicando el enfoque de trabajo en equipo. Así como, la reutilización de los componentes y artefactos de software y el uso de estándares internacionales. Además, se describe la estrategia tecnológica: donde se presentan los principios arquitectónicos basados en los objetivos estratégicos del Centro, obtener soluciones con un alto grado de interoperabilidad con el menor costo posible. Como resultado de la investigación se integran los elementos expuestos a una referencia del marco de trabajo del Centro.

Finalmente para darle cumplimiento al último objetivo específico, se realizó una evaluación del modelo a partir de su aplicación en una muestra seleccionada de los proyectos del Centro. A partir de la evaluación de los datos recogidos durante la aplicación del modelo, se concluyó que los resultados de la aplicación de la propuesta fueron positivos, los cuales evidencian una mejora experimentada en los indicadores de: interoperabilidad, definición de requisitos de software, reutilización de componentes y artefactos, entre otros.

Sobre los resultados obtenidos se puede afirmar que con la aplicación del modelo propuesto se obtuvieron mejoras significativas en los indicadores globales de los proyectos del Centro, produciéndose mejoras en cuanto a la identificación de los elementos a tener en cuenta para lograr la integración de los proyectos y servicios desarrollados en el Centro. Además, se desarrolló una conciencia y sentido de pertenencia en los equipos de trabajo que fortalece la estrategia productiva del CESIM de obtener una suite de productos sanitarios.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al Centro de Informática Médica:

- Continuar investigando sobre las definiciones necesarias para la correcta gestión integral de los proyectos que se desarrollan en el Centro.
- Continuar con el proceso de mejora continua del modelo de producción propuesto.
- Crear comunidades virtuales que aborden temas sobre el uso de estándares informáticos en el dominio de la salud.
- Participar en congresos y diferentes eventos científicos nacionales e internacionales sobre integración de aplicaciones de gestión sanitaria.
- Trabajar en el desarrollo y mejora de los planes de estudio sobre los estándares informáticos en el dominio de la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PROJECT, C. F. *The FFEHR Project*, FFEHR Project, 2006. [Enero 2010]. Disponible en: <http://trac.afterfivetechnology.com/ffeher/>
2. Ídem a la referencia 1
3. MINSAP. *Proyectos de Informatización*, Dirección de Informática, 2008. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.di.sld.cu/proyectos.php>
4. GRANMA. *Ciencia y Tecnología*, 2010. [Abril 2010]. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/cienciaytec/medicina/medicina40.htm>
5. COMBIOMED. *COMBIOMED Equipos Médicos*, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.combiomed.sld.cu/>
6. CNEURO. *Centro de Neurociencias*, 2008. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.cneuro.co.cu/?q=es/cnch>
7. CASTRO DÍAZ BALART, F. *Ciencia Tecnología y Sociedad. Hacia un desarrollo sostenible en la Era de la Globalización*. Ciudad Habana, Editorial Científico Técnica, 2004. p. 959-05-0342-X
8. ONDÁTEGUI, J. C. *Parques Científicos y Tecnológicos: Los Nuevos Espacios Productivos del Futuro*, Universidad Complutense, 2003. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/78037396541469684165679/catalogo25/05Ondategui.pdf>
9. VARA FERNÁNDEZ, G. *Consejero de Sanidad de Extremadura*, InfoCiencia, 2004. [2010]. Disponible en: http://www.economiadelasalud.com/Ediciones/10/08_afondo/afondo.htm
10. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. México, D F, Mc Graw Hill, 2005. p.
11. BRADAC, M.; D. PERRY, et al. *Prototyping a Process Monitoring Experiment*. Baltimore, Maryland, EEUU, IEEE Trans. Software Engineering, vol 20, n., 1994. p. 0-89791-588-7
12. Ídem a la referencia 10
13. Ídem a la referencia 10
14. BOEHM, B. *Spiral Model for Software Development and Enhancement*. EEUU, TRW Defense Systems Group, 2003. p. 0018-9162
15. BRADAC, M.; D. PERRY, et al. *Prototyping a Process Monitoring Experiment*. Baltimore, Maryland, EEUU, IEEE Trans. Software Engineering, vol 20, n., 1994. p. 0-89791-588-7
16. Ídem a la referencia 14
17. CASAL, J. *Desarrollo de Software Basado en Componentes*, Aula Vulcan, Escuela de Programación, España, 2005. [Enero 2010]. Disponible en: http://www.elguille.info/colabora/NET2005/julio_casal_Componentes.htm
18. FUENTES, L.; J. M. TROYA, et al. *Desarrollo de Software Basado en Componentes*, Dept. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga., 2009. [Noviembre 2010]. Disponible en: <http://www.lcc.uma.es/~av/Docencia/Doctorado/tema1.pdf>

19. CHRIS ABTS, M. S.; P. D. BARRY W. BOEHM, *et al.* *COCOTS: A COTS Software Integration Lifecycle Cost Model - Model Overview and Preliminary Data Collection Findings*, USC Center for Software Engineering, 2000. [2009]. Disponible en: <http://sunset.usc.edu/publications/TECHRPTS/2000/usccse2000-501/usccse2000-501.pdf>
20. CARAMANZA CÁRCARO, A. *Ventajas del desarrollo basado en componentes con CCM*, Universidad Pontificia de Salamanca, 2001. [2010]. Disponible en: <http://albertocc.tripod.com>
21. IHE-WIKI, C. *Integrating the Healthcare Enterprise*, Comunidad Internacional IHE, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://wiki.ihe.net/index.php?title=Main_Page
22. RYMOND, E. S. *LA CATEDRAL Y EL BAZAR*, 2000. [Diciembre 2009]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/La_catedral_y_el_bazar
23. TRIESTE, C. U. O. *University of Trieste*, Italia, 2010. [Noviembre 2010]. Disponible en: <http://www.tri-ict.eu/partners/university-of-trieste>
24. VARA FERNÁNDEZ, G. *Consejero de Sanidad de Extremadura*, InfoCiencia, 2004. [2010]. Disponible en: http://www.economiadelasalud.com/Ediciones/10/08_afondo/afondo.htm
25. CORPORATION, I. *El futuro del desarrollo de aplicaciones de TI.*, IBM, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://www-05.ibm.com/services/es/cio/pdf/CIO_Series_0102.pdf
26. EXTREMADURA, C. J. D. *Web oficial de la Junta de Extremadura*, Junta de Extremadura, España, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.juntaex.es/>
27. HEALTH, C. *Carestream Health*, 2010. [Enero 2010]. Disponible en: <http://carestreamhealth.com>
28. EMR, C. O. S. *Proyecto PatientOS*, Open Source EMR, 2007. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.patientos.org/index.html>
29. PROJECT, X. *Open EMR*, Comunidad Open EMR, 2005. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.oemr.org/>
30. OPENHRE, C. *Proyecto OpenHRE*, Comunidad OpenHRE, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://openhre.org/>
31. ESPAÑA, I. *IHE*, Comunidad IHE España, 2008. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.ihe-e.org/>
32. EUROPA, C. I. *Integrating the Healthcare Enterprise*, Comunidad IHE Europa, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.ihe-europe.net/>
33. *IHE Technical Framework*. EE.UU, Comunidad IHE, 2008. p. ACC/HIMSS/RSNA
34. HL7, C. I. *Comunidad Internacional HL7*, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.hl7.org/>
35. Ídem a la referencia 33
36. MELLON, C. *Software Engineering Institute*, SEI, Carnegie Mellon, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://www.sei.cmu.edu/productlines/frame_report/index.html
37. ARGENTINA., H. *HL7 para la comunidad iberoamericana*, 2006. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.hl7argentina.org.ar/>
38. Ídem a la referencia 34
39. Ídem a la referencia 33

40. Ídem a la referencia 35
41. Ídem a la referencia 32
42. CTS, M. *Terminology Consulting Services*, 3M CTS, EEUU, 2009. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.3mtcs.com/resources/hl7cts>
43. Ídem a la referencia 42
44. LEXGRID. *LexGrid - Models and Standards*, Foundation for Medical Education and Research. 2008. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://informatics.mayo.edu/LexGrid/index.php?page=2>
45. Ídem a la referencia 32

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEYNE, G. A. O. *Sistemas de información y tecnología de información en salud: Desafíos y soluciones para América Latina y el Caribe*. Disponible en: http://www.virtual.epm.br/material/healthcare/spanish/intrem_s.htm
- ALONSO GONZÁLEZ, R. *La Informatización de la Salud en Cuba, una mirada desde la UCI*. Informática 2009, Ciudad Habana, Cuba, 2009. p.
- ARGENTINA., H. *HL7 para la comunidad iberoamericana*, 2006. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.hl7argentina.org.ar/>
- BETH CHRISSIS, M.; M. KONRAD, *et al.* *CMMI, Guía para la integración de procesos*. Madrid, España, Cátedra de Mejora de Procesos de Software en el Espacio Iberoamericano de la Universidad Politécnica de Madrid, 2009. p. 9788478290963
- BOEHM, B. *Spiral Model for Software Development and Enhancement*. EEUU, TRW Defense Systems Group, 2003. p. 0018-9162
- BRADAC, M.; D. PERRY, *et al.* *Prototyping a Process Monitoring Experiment*. Baltimore, Maryland, EEUU, IEEE Trans. Software Engineering, vol 20, n., 1994. p. 0-89791-588-7
- CARAMANZA CÁRCARO, A. *Ventajas del desarrollo basado en componentes con CCM*, Universidad Pontificia de Salamanca, 2001. [2010]. Disponible en: <http://albertocc.tripod.com>
- CASAL, J. *Desarrollo de Software Basado en Componentes*, Aula Vulcan, Escuela de Programación, España, 2005. [Enero 2010]. Disponible en: http://www.elguille.info/colabora/NET2005/julio_casal_Componentes.htm
- CASTRO DÍAZ BALART, F. *Ciencia Tecnología y Sociedad. Hacia un desarrollo sostenible en la Era de la Globalización*. Ciudad Habana, Editorial Científico Técnica, 2004. p. 959-05-0342-X
- CECAM. *Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina*, 2010. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.cecaml.sld.cu/pages/quienessomos/historia.htm>
- CEDISAP. *Centro para el desarrollo informático de salud pública*, 2000. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.cubasolidarity.net/infomed/www.cedisap.sld.cu/default.htm>
- CERIDE. *Portal Biomédico*, CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO de SANTA FE - (CERIDE), Argentina, 2006. [Enero 2010]. Disponible en: http://www.portalbioceanico.com/proyparques_tecnologicos_docl01.htm
- CHINESE, E. *Portal Zhongguancun Science Park*, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://blog-en.chinesevoice.com/?p=1306&lang=es>
- CHRIS ABTS, M. S.; P. D. BARRY W. BOEHM, *et al.* *COCOTS: A COTS Software Integration Lifecycle Cost Model - Model Overview and Preliminary Data Collection Findings*, USC Center for Software Engineering, 2000. [2009]. Disponible en: <http://sunset.usc.edu/publications/TECHRPTS/2000/usccse2000-501/usccse2000-501.pdf>
- CMS-SPAIN. *Oracle adopta el estándar hl7 para compartir la información clínica de pacientes.*, CMS-SPAIN.com, 2009. [Marzo 2010]. Disponible en: <http://www.ecm-spain.com/noticia.asp?ItemId=6889>
- CNEURO. *Centro de Neurociencias*, 2008. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.cneuro.co.cu/?q=es/cnch>

- COMBIOMED. *COMBIOMED Equipos Médicos*, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.combiomed.sld.cu/>
- CORPORATION, I. *El futuro del desarrollo de aplicaciones de TI.*, IBM, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://www-05.ibm.com/services/es/cio/pdf/CIO_Series_0102.pdf
- CSIC. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. 2005. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.ott.csic.es/rdcsic/rdcsicesp/rdfi16esp.htm>
- CTS, M. *Terminology Consulting Services*, 3M CTS, EEUU, 2009. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.3mtcs.com/resources/hl7cts>
- DICOM, C. *Comunidad de Comunicación de Imágenes Médicas (DICOM)*, 2009. [Febrero 2010]. Disponible en: <http://medical.nema.org/>
- EDVINSSON, L. and M. S. MALONE. *El capital Intelectual*. Barcelona, España, 2000. p. 8480883081
- EMOL. *EMOL Tecnología*, 2009. [Febrero 2010]. Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/detalle/detallenoticias.asp?idnoticia=365235>
- EMR, C. O. S. *Proyecto PatientOS*, Open Source EMR, 2007. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.patientos.org/index.html>
- ESPAÑA, I. *IHE*, Comunidad IHE España, 2008. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.ihe-e.org/>
- EUROPA, C. I. *Integrating the Healthcare Enterprise*, Comunidad IHE Europa, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.ihe-europe.net/>
- EXTREMADURA, C. J. D. *Web oficial de la Junta de Extremadura*, Junta de Extremadura, España, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.juntaex.es/>
- FERNÁNDEZ PÉREZ, Y. *Enfoque Administrativo de la ingeniería de Software*, Grupo Inteligencia Empresarial UCI, 2008. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/enfoque-administrativo-ingenieria-software/enfoque-administrativo-ingenieria-software.pdf>
- FOUNDATION, E. *Open Healthcare Framework (OHF) Project*, 2010. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.eclipse.org/ohf/#>
- FUENTES, L.; J. M. TROYA, et al. *Desarrollo de Software Basado en Componentes*, Dept. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga., 2009. [Noviembre 2010]. Disponible en: <http://www.lcc.uma.es/~av/Docencia/Doctorado/tema1.pdf>
- GRANMA. *Ciencia y Tecnología*, 2010. [Abril 2010]. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/cienciaytec/medicina/medicina40.htm>
- HEALTH, C. *Carestream Health*, 2010. [Enero 2010]. Disponible en: <http://carestreamhealth.com>
- HERNÁNDEZ LEÓN, R. A. and S. COELLO GONZÁLEZ. *EL PARADIGMA CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Ciudad de la Habana, Cuba, EDUNIV- Editorial Universitaria, 2002. p. 959-16-0343-6
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; C. FERNÁNDEZ COLLADO, et al. *Metodología de la Investigación*. México, D F, Mc Graw Hill, 4ta edición, 1991. p. 970-10-5753-8
- HL7, C. I. *Comunidad Internacional HL7*, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://www.hl7.org/>

- IHE, C. *Healthcare Technology Online*, 2010. [Agosto 2010]. Disponible en: <http://www.healthcaretechnologyonline.com/article.mvc/Perceptive-Software-Announces-Successful-0002?atc~c=771+s=773+r=001+l=a>
- . *IHE Technical Framework*. EE.UU, Comunidad IHE, 2008. p. ACC/HIMSS/RSNA
- IHE-WIKI, C. *Integrating the Healthcare Enterprise*, Comunidad Internacional IHE, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://wiki.ihe.net/index.php?title=Main_Page
- JACOMSON, I.; G. BOOCH, et al. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid, España, Pearson Educación, SA, 2000. p. 84 7829 036 2
- LEXGRID. *LexGrid - Models and Standards*, Foundation for Medical Education and Research., 2008. [Mayo 2010]. Disponible en: <http://informatics.mayo.edu/LexGrid/index.php?page=2>
- MELLON, C. *Software Engineering Institute*, SEI, Carnegie Mellon, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: http://www.sei.cmu.edu/productlines/frame_report/index.html
- MINSAP. *Proyectos de Informatización*, Dirección de Informática, 2008. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.di.sld.cu/proyectos.php>
- ONDÁTEGUI, J. C. *Parques Científicos y Tecnológicos: Los Nuevos Espacios Productivos del Futuro*, Universidad Complutense, 2003. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/78037396541469684165679/catalogo25/05Ondategui.pdf>
- OPENHRE, C. *Proyecto OpenHRE*, Comunidad OpenHRE, 2009. [Diciembre 2009]. Disponible en: <http://openhre.org/>
- . *Proyecto OpenHRE*, Nationwide Health Information Network (NHIN), EEUU, 2009. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.openhre.com/>
- PALACIO, J. *Flexibilidad con Scrum*. Irlanda, Safe Creative, 2007. p. 0710210187520
- PELAEZ, C. *Implementación de Proyectos de Informática Jurídica en el Poder Judicial Boliviano.*, Revista de Derecho Informático, 2002. [2009]. Disponible en: <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=458>
- PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. México, D F, Mc Graw Hill, 2005. p.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, I. *The Standard for Program Management*. Pennsylvania, EE.UU Project Management Institute, Inc., 2008. p. 19073-3299
- PROJECT, C. F. *The FFEHR Project*, FFEHR Project, 2006. [Enero 2010]. Disponible en: <http://trac.afterfivetech.com/ffehr/>
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, I. P. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania, EE.UU, Project Management Institute, Inc., 2000. p. 99-001-2004
- PROJECT, O. C. *Proyecto O3 Consortium Project*, 2009. [Noviembre 2009]. Disponible en: <http://www.o3consortium.eu/index.php>
- PROJECT, X. *Open EMR*, Comunidad Open EMR, 2005. [Enero 2010]. Disponible en: <http://www.oemr.org/>
- ROBERTO, J. and C. RODRIGUES. *El establecimiento de sistemas de información en servicios de atención de salud*,

- Organización Mundial de la Salud Organización Panamericana de la Salud., 2000. [Febrero 2010]. Disponible en: <http://infocooperation.org/hss/documents/s16596s/s16596s.pdf>
- RODRIGUES, R. J. *e-Salud en Latinoamérica y el Caribe: tendencias y temas emergentes*. Washington D.C, EE.UU, 2003. p. ISBN 92 75 32462 X
- RYMOND, E. S. LA CATEDRAL Y EL BAZAR, 2000. [Diciembre 2009]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/La_catedral_y_el_bazar
- SÁNCHEZ ROMERO, M. *Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS*. Sistemas de Gestión Hospitalaria. Ciudad de La Habana, Cuba, Universidad de las Ciencias Informáticas, Enero 2010. p.
- TRIESTE, C. U. O. *University of Trieste*, Italia, 2010. [Noviembre 2010]. Disponible en: <http://www.tri-ict.eu/partners/university-of-trieste>
- VARA FERNÁNDEZ, G. *Consejero de Sanidad de Extremadura*, InfoCiencia, 2004. [2010]. Disponible en: http://www.economiadelasalud.com/Ediciones/10/08_afondo/afondo.htm
- WILLAM, W. and S. A. H. S. LIN. *Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions*. Committee on Engaging the Computer Science Research Community in Health Care, Committee on Engaging the Computer Science Research Community in Health Care, 2009.
- WILLAM W, S. and L. HERBERT S. *Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions*. Committee on Engaging the Computer Science Research Community in Health Care Informatics National Research Council. Washington, D.C EE.UU, 2009. p. 0-309-13051-4
- WORLDLINGO. *Portal Universidad de Warwick*, Universidad de Warwick, 2009. [Febrero 2010]. Disponible en: http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/University_of_Warwick

ANEXO #1: GRÁFICOS, FIGURAS Y ESQUEMAS

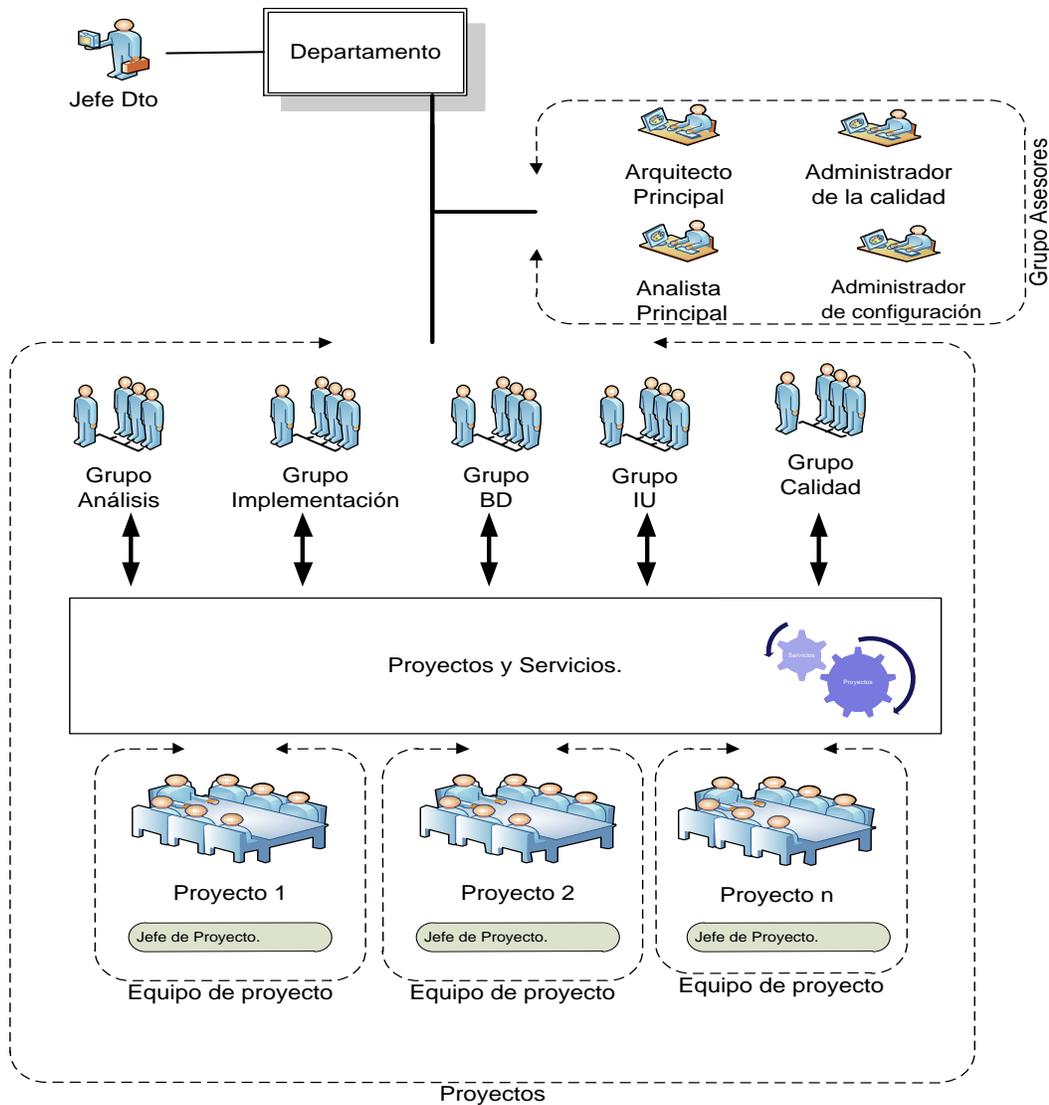
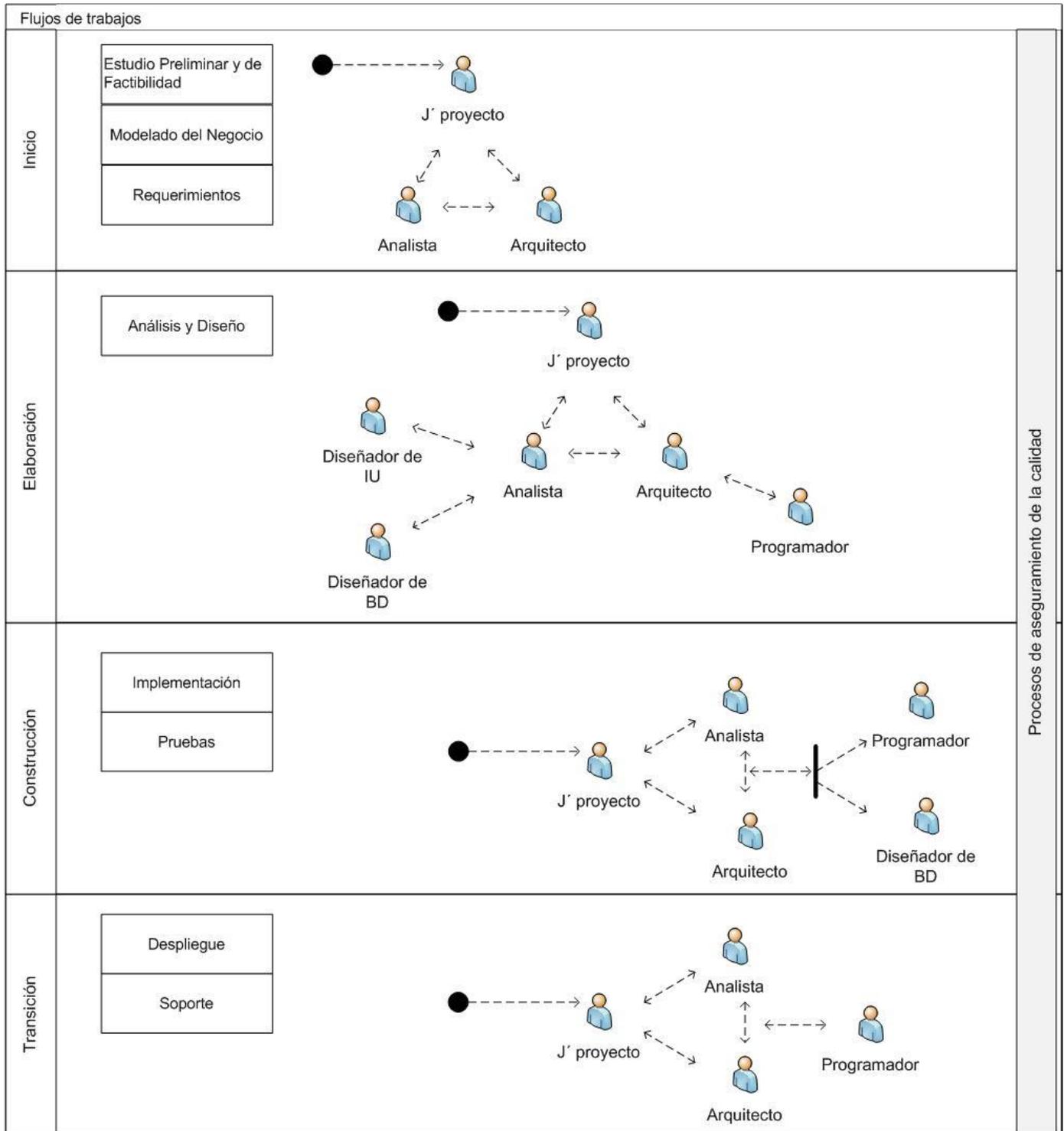


Figura 3: Organización del equipo de trabajo.



Procesos de aseguramiento de la calidad

Figura 4: Flujos de trabajo

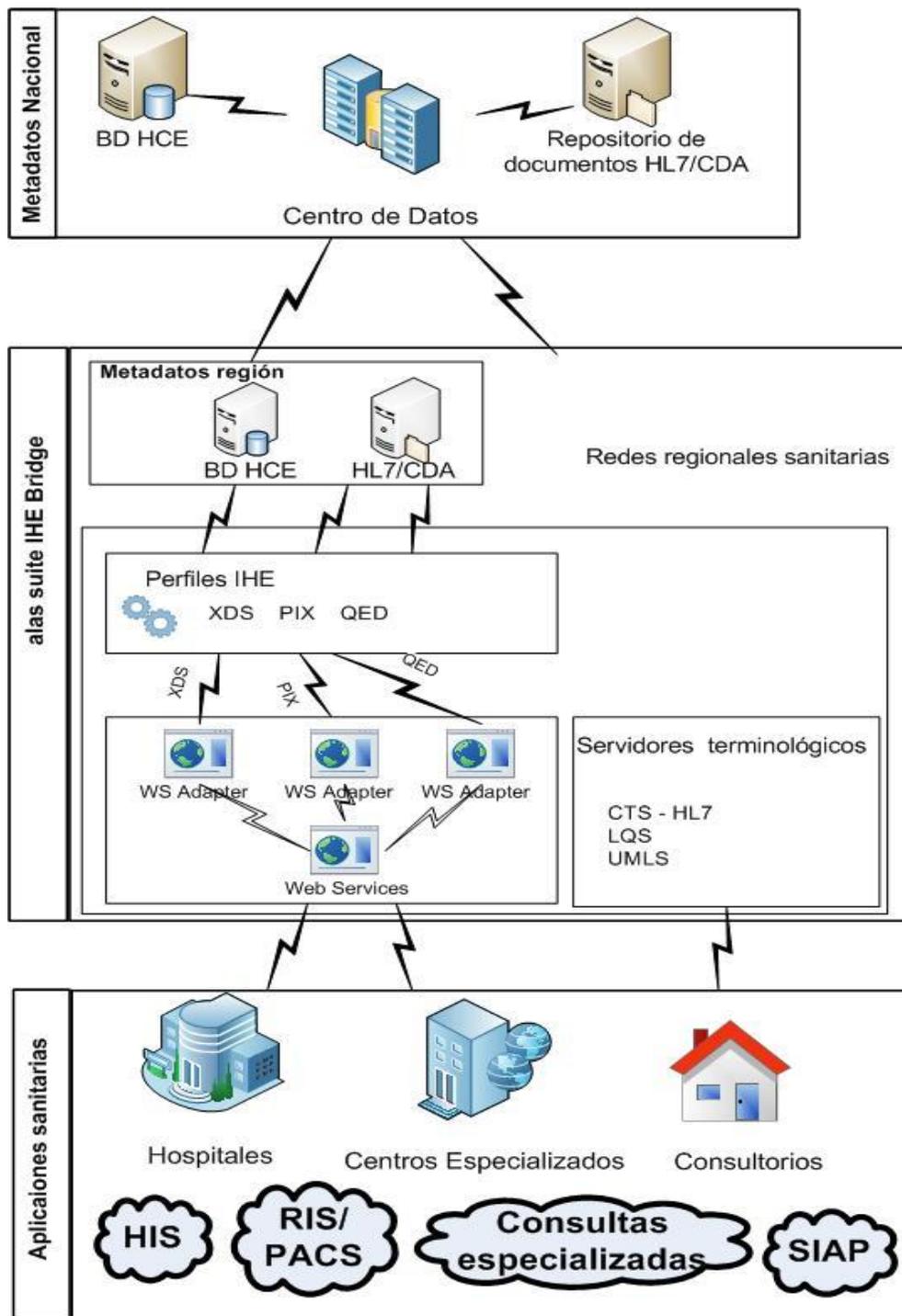


Figura 6 Estructura arquitectónica.

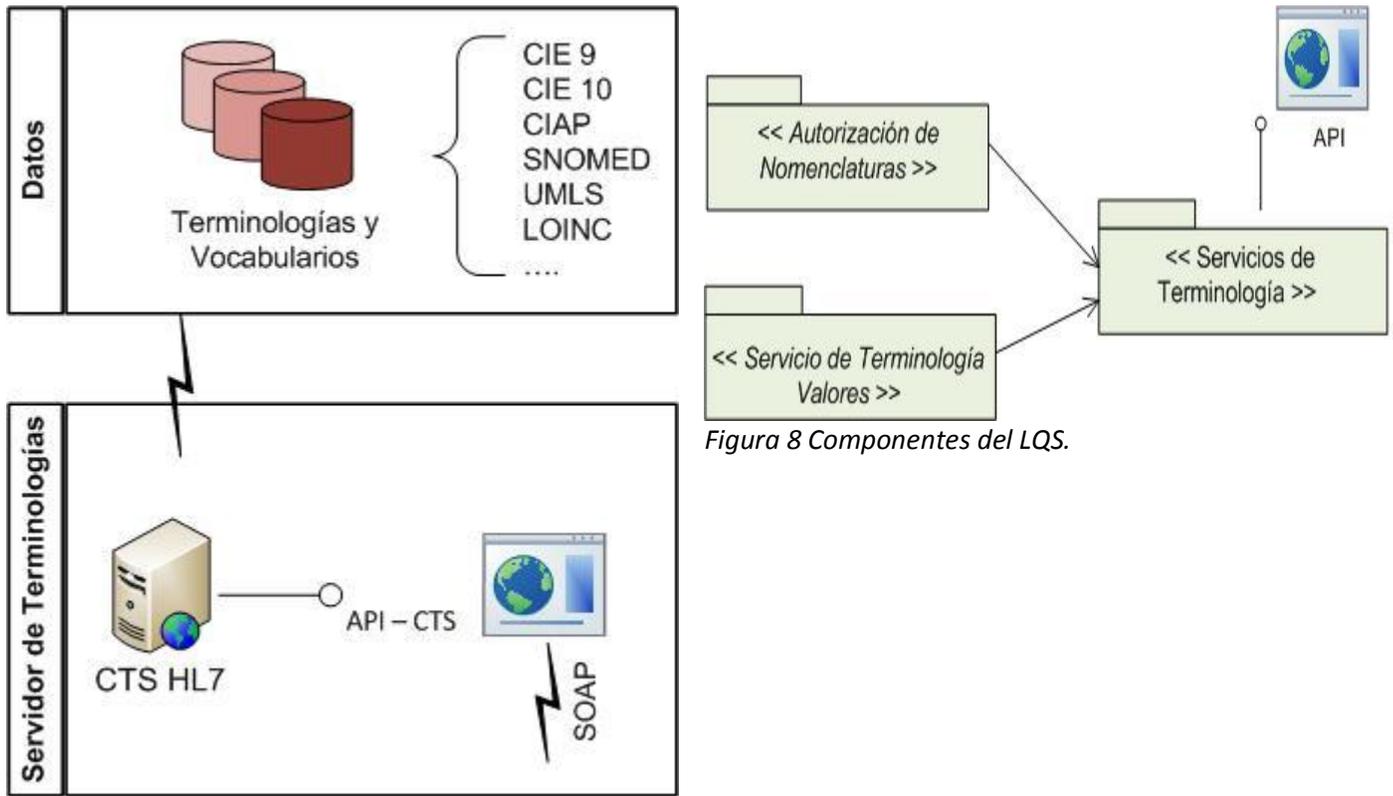


Figura 8 Componentes del LQS.

Figura 7: Servidor terminológico

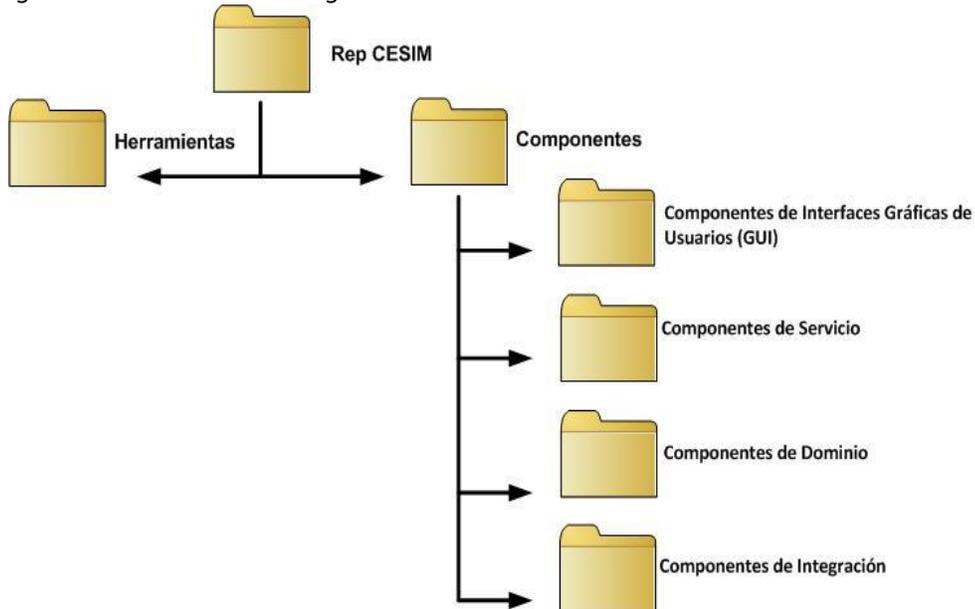


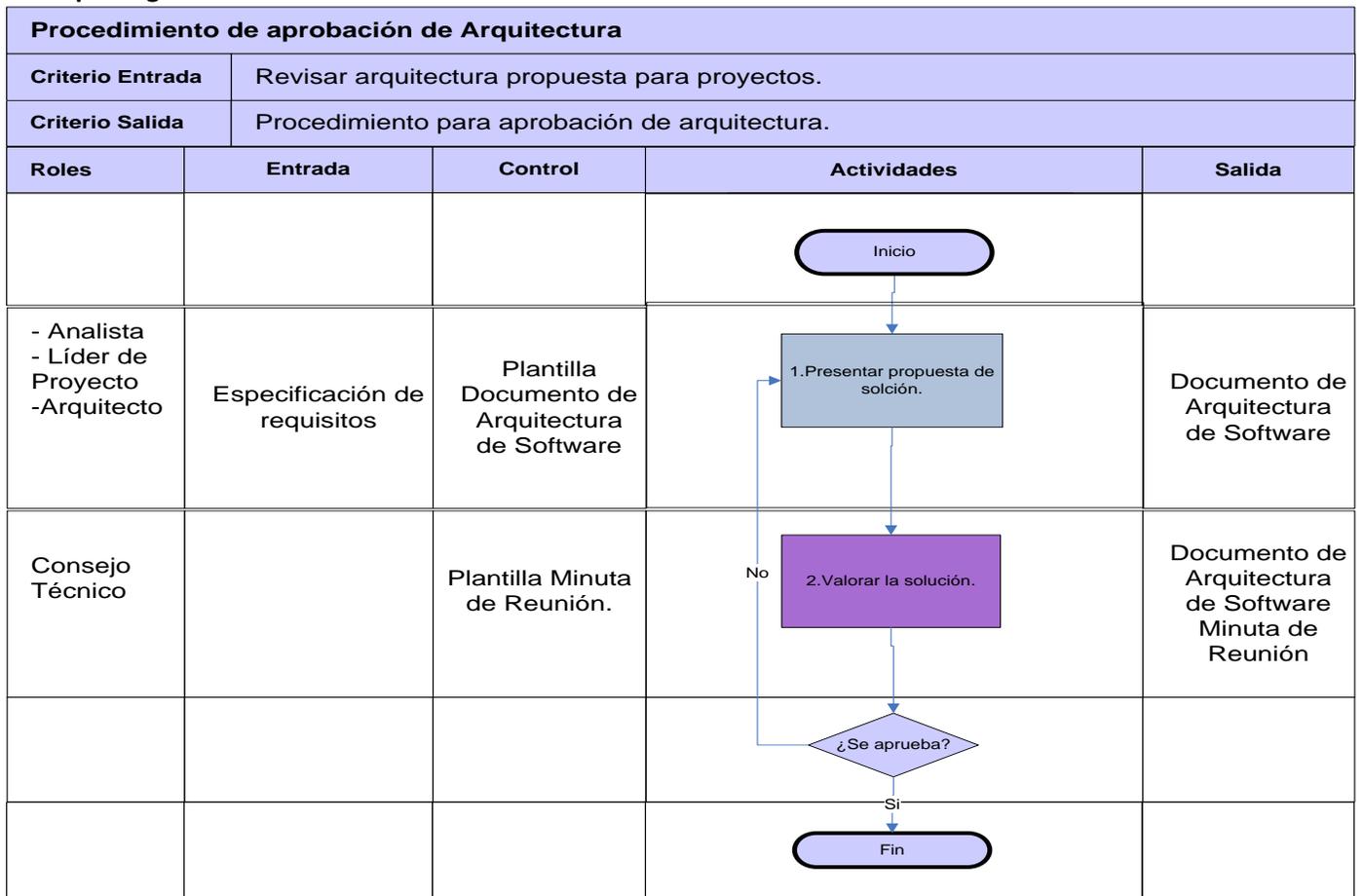
Figura 9 Estructura del repositorio de componentes.

ANEXO #2: PROCEDIMIENTO PARA LA APROBACIÓN DE ARQUITECTURAS DE PROYECTOS DEL CESIM.

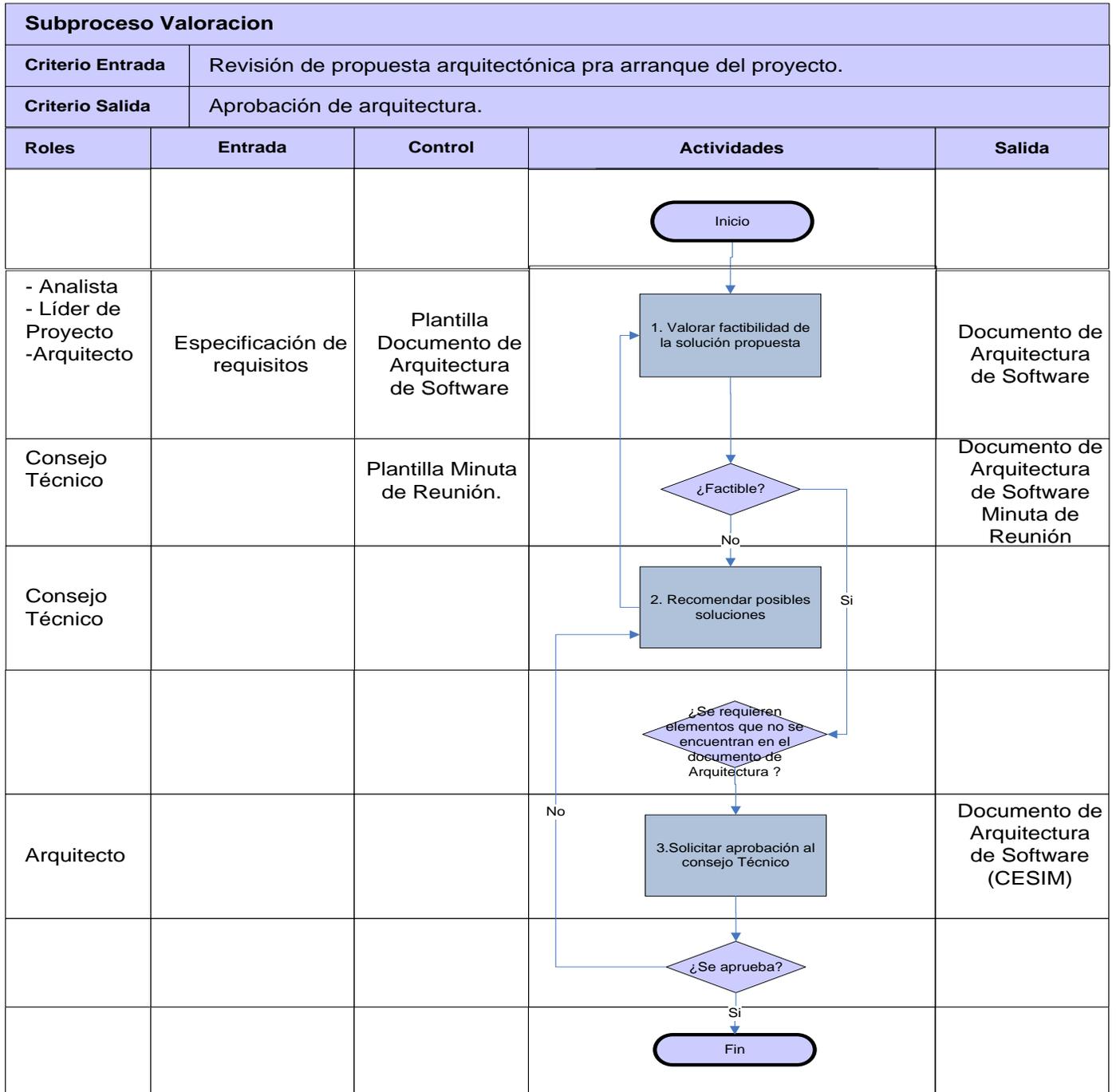
Resumen.

Este documento tiene como objetivo establecer las bases para el procedimiento de aprobación de la arquitectura de los proyectos del CESIM. Se especifican las actividades que se deben realizar y los aspectos de la documentación que deben quedar actualizados una vez ejecutado el proceso.

Descripción gráfica:



ANEXO #2: Procedimiento para aprobación de arquitecturas de proyectos del Centro



ANEXO #3: PROCESO DE INTEGRACIÓN.

Resumen.

Cuando un Sistema de Información de Salud está compuesto por múltiples sistemas informantes desarrollados en diferentes plataformas y utilizando diversas técnicas de programación, es crucial lograr la interoperabilidad entre los mismos, si se aspira a alcanzar acceso en tiempo real a la información crítica de un paciente.

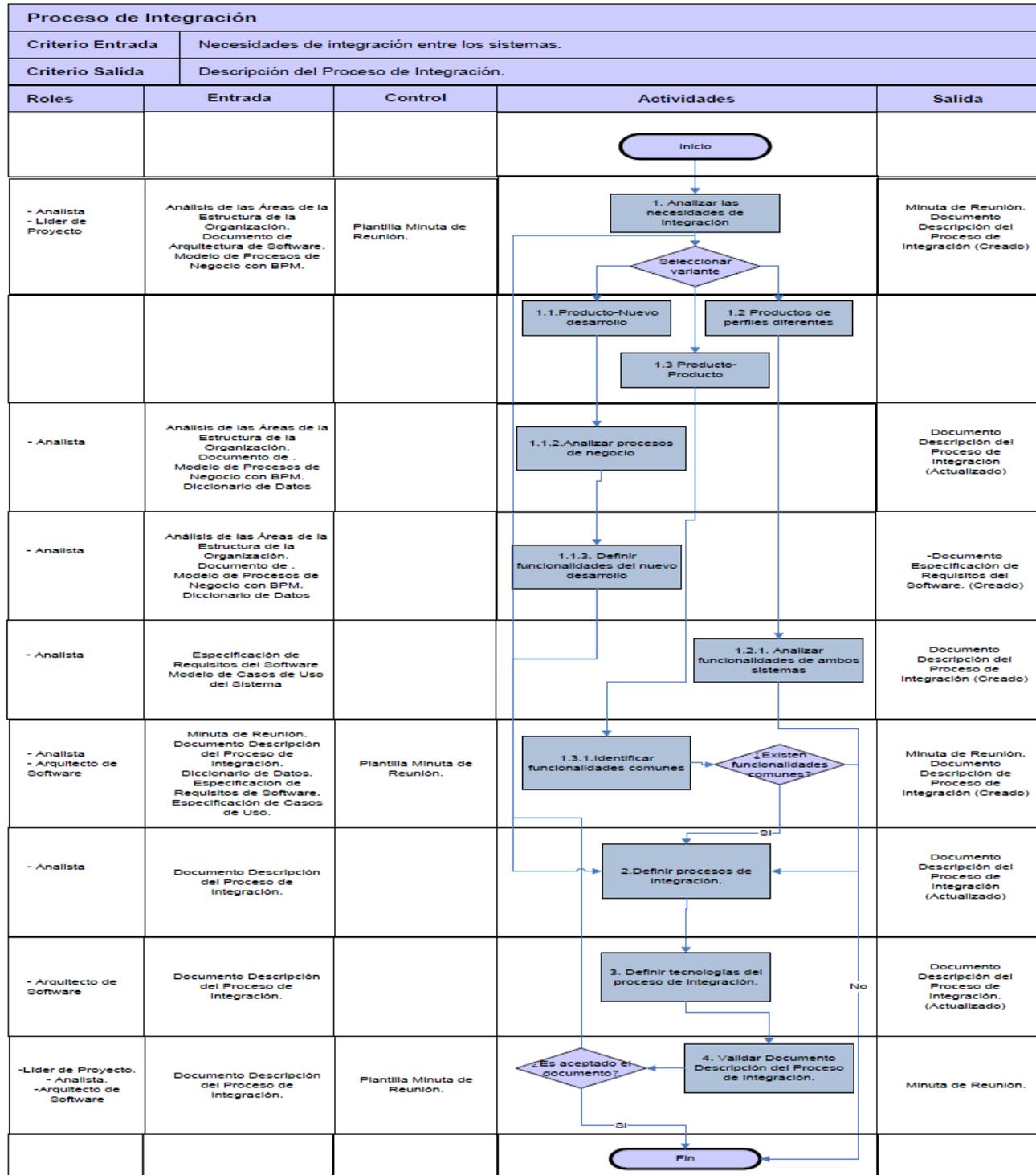
Entiéndase por interoperabilidad la capacidad de comunicación entre diferentes tecnologías y diferentes aplicaciones de software, que permiten el intercambio de datos en forma precisa, efectiva y consistente y la posibilidad de uso de la información intercambiada.

Para alcanzar una verdadera Interoperabilidad es necesario poder:

- Intercambiar información (Interoperabilidad funcional)
- Utilizar la información intercambiada (Interoperabilidad semántica)
- Definir reglas de negocio que permitan comprender que información se va a intercambiar y que gatillará dicho intercambio (Interoperabilidad de Negocio)

ANEXO #3: Descripción del Proceso de Integración

Descripción gráfica del proceso de Integración:



ANEXO #3: Descripción del Proceso de Integración

Descripción textual:

Proceso de Integración		
Criterio de entrada	Necesidad de integración entre los sistemas informáticos para la salud.	
Criterio de salida	Descripción del Proceso de Integración.	
N.	Descripción	Salida
1	1- Especificar objetivos y alcance de los sistemas a integrar. (Queda reflejado en la Minuta de Reunión) 2- Enunciar las necesidades de integración entre las soluciones a integrar. (Queda reflejado en la Minuta de Reunión y en el resumen del Documento Descripción de Proceso de Integración) 3- Seleccionar la variante de integración a desarrollar. (Queda reflejado en el resumen del Documento Descripción de Proceso de Integración)	-Minuta de Reunión. -Documento Descripción de Proceso de Integración (Creado)
1.1.2	1- Analizar los procesos de negocio de las soluciones a integrar. 2- Identificar procesos o actividades y entidades coincidentes. 3- Evaluar la necesidad de cambios en la información de las soluciones a integrar. 4- Describir las actividades y entidades coincidentes así como los cambios identificados (Queda reflejado en la Descripción de los sistemas a integrar del Documento Descripción de Proceso de Integración)	-Documento Descripción de Proceso de Integración (Actualizado)
1.1.3	1- Describir funcionalidades del nuevo desarrollo.	-Documento Especificación de Requisitos del Software. (Creado)
1.2.1	1- Analizar funcionalidades o casos de uso de ambos sistemas. 2- Identificar funcionalidades o casos de uso coincidentes. 3- Identificar los datos asociados a las funcionalidades comunes. 4- Evaluar la necesidad de cambios en la información de las soluciones a integrar.	-Documento Descripción de Proceso de Integración (Actualizado)

ANEXO #3: Descripción del Proceso de Integración

	5- Describir las funcionalidades o casos de uso coincidentes y los datos asociados a estas funcionalidades <i>(Queda reflejado en la Descripción de los sistemas a integrar del Documento Descripción de Proceso de Integración)</i> .	
1.3.1	<p>1- Identificar las funcionalidades o Casos de Uso comunes entre los sistemas a integrar. <i>(Identifican funcionalidades comunes aquellos sistemas que no describen casos de uso)</i>.</p> <p>2- Describir las funcionalidades o casos de usos comunes, así como los datos asociados a estas funcionalidades y los cambios identificados <i>(Queda reflejado en la Descripción de los sistemas a integrar del Documento Descripción de Proceso de Integración)</i>.</p>	-Documento Descripción de Proceso de Integración <i>(Actualizado)</i>
2	<p>1- Describir flujo de eventos del proceso de integración.</p> <p>2- Modelar proceso de integración.</p> <p>3- Identificar Perfiles de Integración.</p> <p><i>(Queda reflejado en la Descripción del Proceso de Integración del Documento Descripción de Proceso de Integración)</i>.</p>	-Documento Descripción del Proceso de Integración <i>(Actualizado)</i>
3	<p>1- Realizar análisis crítico del Documento Descripción de los Procesos de Integración generado en la actividad anterior.</p> <p>2- Evaluar los perfiles de integración.</p> <p>3- Describir el formato de comunicación. (Incluye estándares, servicios, notificaciones, etc.)</p> <p><i>(Queda reflejado en la Descripción tecnológica del proceso de integración del Documento Descripción de Proceso de Integración)</i>.</p>	-Documento Descripción del Proceso de Integración. <i>(Actualizado)</i>
4	1- Verificar entendimiento de los elementos de integración definidos por todos los involucrados.	-Minuta de Reunión
5	5.1- Verificar entendimiento de los elementos de integración definidos por todos los involucrados.	-Minuta de Reunión.

ANEXO #4: FICHA TÉCNICA DE COMPONENTES

Ficha Técnica de Componente.	
Nombre del Componente:	
Descripción Técnica:	[Describe las configuraciones necesarias para operar en un ambiente en particular que hacen posible el funcionamiento del componente dentro de una configuración específica] [Descripción de recursos requeridos por el componente para instalación]
Descripción de Interfaz:	[Servicios]
Descripción de la Funcionalidad:	[Funciones que expone a través de su interfaz, incluye entradas y salidas, administración y análisis del componente.]
Descripción de Extensión:	[Descripción de las actualizaciones que se hacen sobre el componente y análisis de impacto sobre versiones anteriores.]

ANEXO #5: INSTRUMENTO APLICADO PARA EL DIAGNÓSTICO

Cuestionario # 1: Cuestionario para evaluar el modelo de producción en el Centro de Informática Médica.



Nombre y Apellidos: _____

Departamento: _____

Rol que desempeña dentro del Departamento: _____

(Jefe de Dpto, Líder de Proyecto, Analista, Arquitecto)

1. En cuanto a la calidad de sus procesos según su criterio en:

a) Nivel de aplicabilidad:

___ Alta ___ Media ___ Baja

b) Claridad en la definición de sus procesos:

___ Alta ___ Media ___ Baja

c) Reusabilidad de los procesos para otro contexto:

___ Alta ___ Media ___ Baja

d) Definición del flujo de trabajo en el proyecto:

___ Alta ___ Media ___ Baja

2. En cuanto a la capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software.

a) Integración al proceso de desarrollo de software para la salud:

___ Alta ___ Media ___ Baja

b) Adaptabilidad a diferentes escenarios según capacidad de los recursos humanos:

___ Alta ___ Media ___ Baja

3. Evalué el modelo en cuanto a la adaptabilidad

a) Generalidad (Que se pueda aplicar a diferentes escenarios por ejemplo para otras empresas del país)

___ Alta ___ Media ___ Baja

4. Evalué el modelo en cuanto a la Calidad de los instrumentos

a) Claridad y precisión de los instrumentos y artefactos.

___ Alta ___ Media ___ Baja

b) Nivel de acabado(Que se recoja toda la información necesaria)

___ Alta ___ Media ___ Baja

Cuestionario # 2:

Cuestionario para evaluar el modelo de producción en el Centro de Informática Médica.



Nombre y Apellidos: _____

Departamento: _____

Rol que desempeña dentro del Departamento: _____

(Jefe de Dpto, Líder de Proyecto, Analista, Arquitecto)

1. En cuanto a la organización de sus líneas de producción.

a) ¿Se identifica el proyecto con la línea de desarrollo en la que se encuentra ubicado dentro del centro? **(Tipo A)**

A)

___ Sí ___ No

b) ¿Los jefes del proyecto tienen el control sobre los recursos utilizados por los miembros del proyecto y la utilización de los mismos del proyecto en el tiempo establecido?

___ Sí ___ No

2. Cumplimiento de compromisos.

a) ¿En qué medida se han cumplido los compromisos acordados en el proyecto? **(Tipo B)**

___ Totalmente ___ En algunas ocasiones ___ En ninguna ocasión

b) ¿Se ha establecido algún cronograma para el desarrollo del proyecto?

___ Sí ___ No

c) ¿Se ha cumplido el cronograma acordado?

___ Sí ___ No

3. En cuanto a la definición de sus bases tecnológicas.

Teniendo en cuenta que las cuestiones técnicas importantes para el desarrollo del sistema y las tecnologías sobre las que el proyecto va a ser desarrollado. Responda las siguientes preguntas:

a) ¿Se definen las bases tecnológicas?

___ Sí ___ No

b) ¿Qué elementos tiene usted en cuenta para definir las bases tecnológicas a implementar en su proyecto?

(Tipo C)

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

5. _____ 6. _____

c) ¿Conoce el procedimiento para aprobar las bases tecnológicas del proyecto en el Centro?

___ Sí ___ No

d) En caso de que la respuesta anterior sea afirmativa responda: ¿Está de acuerdo con el procedimiento para aprobar la arquitectura de su proyecto en Centro?

___ Sí ___ No

e) ¿Se definen los estándares a utilizar en el proyecto?

___ Sí ___ No

f) ¿Los componentes realizados en su proyecto se almacenan en un Repositorio?

___ Sí ___ No

g) ¿Se reutilizan estos componentes para la continuidad del trabajo en otras etapas del proyecto o en proyectos futuros?

___ Sí ___ No

ANEXO #6: Resultados de la aplicación del instrumento sobre la metodología

ANEXO #6: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO SOBRE LA METODOLOGÍA.

Calidad de los procesos				
No. Encuestado	Aplicabilidad	Claridad	Reusabilidad	Total
1.	3	3	3	9
2.	3	3	3	9
3.	3	3	3	9
4.	3	3	3	9
5.	3	2	3	8
6.	3	3	3	9
7.	2	3	1	6
8.	3	3	3	9
9.	3	3	3	9
10.	3	3	3	9
11.	2	3	3	8
12.	3	3	3	9
13.	3	3	3	9
14.	3	3	3	9
15.	3	3	3	9
16.	2	3	3	8
17.	3	3	3	9
18.	3	3	3	9
19.	3	3	3	9
20.	3	3	3	9
21.	1	2	2	5
22.	3	3	3	9
23.	3	3	3	9
24.	3	3	3	9
25.	1	2	1	4
26.	1	2	1	4
27.	2	3	1	6
28.	2	3	3	8
29.	1	3	1	5
Total	74	83	76	233

Tabla 1. Resultados de la encuesta sobre la metodología en cuanto a la Calidad de los procesos

ANEXO #6: Resultados de la aplicación del instrumento sobre la metodología

Capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de proyectos de software					
No. Encuestado	Integración al proceso de desarrollo de software para la salud	Adaptabilidad a diferentes escenarios según capacidad de los recursos humanos	Nivel de acabado	Flujos de trabajo	Total
1.	3	3	3	3	12
2.	3	3	3	3	12
3.	3	3	3	3	12
4.	3	3	3	3	12
5.	3	3	1	2	9
6.	3	3	3	3	12
7.	1	1	3	3	8
8.	3	3	3	3	12
9.	3	3	3	3	12
10.	3	3	3	3	12
11.	3	3	3	3	12
12.	3	3	3	3	12
13.	3	3	3	3	12
14.	3	3	3	3	12
15.	3	3	3	3	12
16.	3	3	1	3	10
17.	3	3	1	3	10
18.	3	3	1	3	10
19.	3	3	1	3	10
20.	3	3	3	3	12
21.	2	2	2	2	8
22.	3	3	2	3	11
23.	3	3	3	3	12
24.	3	3	3	3	12
25.	1	2	2	2	7
26.	1	1	2	2	6
27.	1	1	2	3	7
28.	3	3	3	3	12
29.	1	1	3	3	8
Total	76	77	72	83	308

Tabla 2. Resultados de la encuesta sobre la metodología en cuanto a la Capacidad de los procesos en el análisis de factores esenciales en la ejecución de los proyectos

ANEXO #6: Resultados de la aplicación del instrumento sobre la metodología

No. Encuestado	Calidad de los instrumentos			Adaptabilidad
	Claridad y precisión	Nivel de acabado	Total	Generalidad
1.	3	3	6	3
2.	3	3	6	3
3.	3	3	6	3
4.	3	3	6	2
5.	3	1	4	3
6.	3	3	6	2
7.	2	3	5	3
8.	3	3	6	2
9.	2	3	5	3
10.	1	3	4	2
11.	2	3	5	3
12.	3	3	6	2
13.	2	3	5	2
14.	1	3	4	3
15.	3	3	6	1
16.	2	1	3	1
17.	3	1	4	1
18.	3	1	4	3
19.	1	1	2	1
20.	1	3	4	3
21.	1	2	3	3
22.	1	2	3	2
23.	3	3	6	2
24.	1	3	4	3
25.	1	2	3	2
26.	3	2	5	3
27.	3	2	5	3
28.	3	3	6	3
29.	3	3	6	2
Total	66	72	138	69

Tabla 3. Resultados de la encuesta sobre la metodología en cuanto a la Calidad de los instrumentos

ANEXO #7: PERFILES DE INTEGRACIÓN.

Actores IHE: Los actores son los sistemas de información o componentes de sistemas de información que producen, gestionan o actúan sobre la información asociada a las actividades operacionales de la institución.

Descripciones de transacciones: Las transacciones son interacciones entre los actores que la transferencia de la información requerida a través de mensajes basados en estándares.

1. Perfil para búsqueda de documentos entre aplicaciones (XDS - Cross Enterprise Document Sharing).

Perfil de Integración:

XDS IHE facilita el registro, distribución y acceso a través de instituciones de salud de los documentos clínicos del paciente. Se centra en proporcionar una especificación basada en estándares para la gestión del intercambio de documentos entre cualquier institución de la salud, que van desde un consultorio médico privado a una clínica para una instalación de cuidados intensivos de pacientes internos.

El perfil agrupa las instituciones sanitarias en dominios afines, un dominio XDS de afinidad es un grupo de instituciones de salud que han acordado trabajar juntos utilizando un conjunto común de políticas y comparten una infraestructura común.

Relación de Actores y Transacciones:

Actores	Transacciones
Document Consumer	Registry Stored Query. Retrieve Document Set.
Document Source	Provide and Register Document Set-b.
Document Repository	Provide and Register Document Set-b. Register Document Set-b. Retrieve Document Set.
Document Registry	Register Document Set-b.

	Registry Stored Query. Patient Identity Feed. Patient Identity Feed.
Integrated Document Source/Repository	Register Document Set-b. Retrieve Document Set.
Patient Identity Source	Patient Identity Feed. Patient Identity Feed HL7v3.

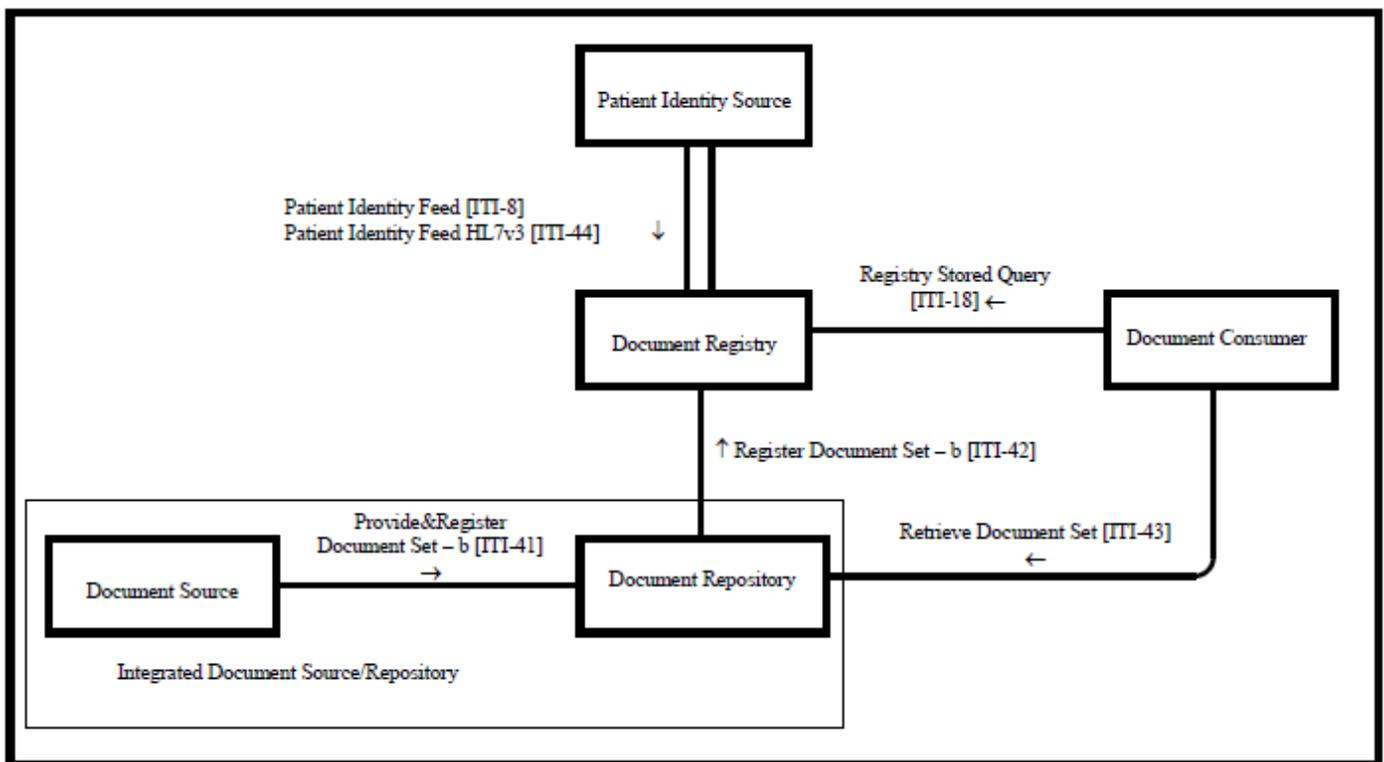


Figura 1 Diagrama de interacción XSD.

2. Perfil para identificación única de pacientes (PIX - The Patient Identifier Cross Referencing).

Perfil de Integración:

PIX IHE está dirigido a la identificación única del paciente en las instituciones sanitarias, es compatible con las referencias cruzadas de los identificadores de los pacientes a partir de múltiples dominios de identificación del paciente.

Relación de Actores y Transacciones:

Actores	Transacciones
Patient Identity Source	Patient Identity Feed
Patient Identifier Cross-reference Consumer	PIX Query PIX Update Notification
Patient Identifier Cross-reference Manager	Patient Identity Feed PIX Query PIX Update Notification

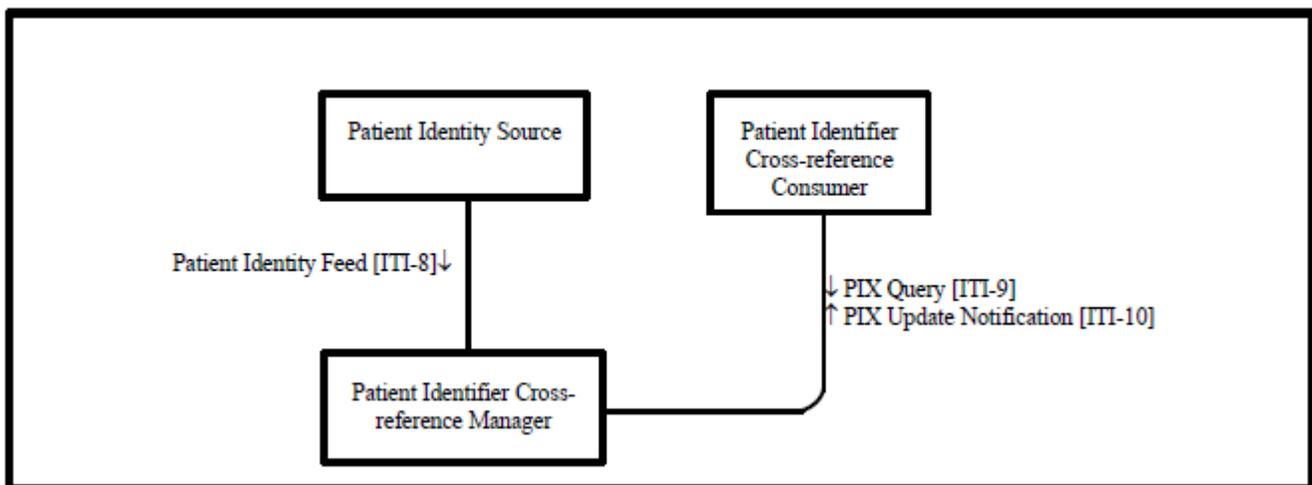


Figura 2 Diagrama de interacción PIX.

3. Perfil para la consulta de datos (QED - Query for Existing Data Profile)

Perfil de Integración:

QED IHE apoya los servicios web dinámicos de estilo para las consultas de los datos clínicos, incluidos los signos vitales, los problemas, los medicamentos, vacunas, los resultados de los procedimientos de diagnóstico, historial de visitas etc.

Relación de Actores y Transacciones:

Actores	Transacciones
Clinical Data Source	Query Existing Data
Clinical Data Consumer	Query Existing Data

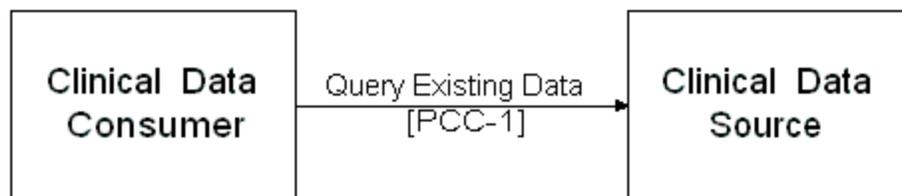


Figura 3 Diagrama de interacción QED.

ANEXO #8: PROCESO DE MEJORAS CONTINUA.

Resumen.

Este documento tiene como objetivo establecer las bases para el modelo de mejora continuo del modelo productivo del CESIM. Se especifican las actividades que se deben realizar y los aspectos de la documentación que deben quedar actualizados una vez ejecutado el proceso.

ANEXO #8: Descripción del Proceso de Mejoras Continuas

Descripción gráfica del proceso de Integración:

Proceso de Mejoras Continuas				
Criterio Entrada		Identificación de mejora al proceso		
Criterio Salida		Descripción de nuevo proceso		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
			Inicio	
Especialistas del Consejo Técnico			1.Preparar la Iteración	Minuta de reunión
Especialistas del Consejo Técnico			2.Identificar las debilidades	
Especialistas del Consejo Técnico			3.Diseñar el Proceso	Artefactos propios de los procesos
Consejo Técnico			4. Revisión del nuevo proceso	Acta de Aceptación
			¿Es aceptado el proceso?	
-Especialistas del Consejo Técnico -Jefes de Proyectos			5.Planificar la implantación	Acta de Aceptación
-Especialistas del Consejo Técnico -Administrador de la Calidad			6.Chequear cumplimiento de los objetivos	Actas de Revisión
			Objetivos cumplidos?	
			Fin	

ANEXO #8: Descripción del Proceso de Mejoras Continuas

Descripción textual:

Proceso de Mejoras Continuas		
Criterio de entrada		
Criterio de salida		
N.	Descripción	Salida
1	1.1 Analizar las causas de la ejecución de la Iteración. 1.2 Incorporar a los involucrados en rediseño del o los procesos a mejorar. 1.3 Planificar horario, lugar y frecuencias de los talleres de rediseño.	-Minuta de reunión.
2	2.1 Identificar las debilidades del proceso actual. 2.2 Analizar consecuencias de su aplicación anterior.	
3	3.1 Perfeccionar las tareas y sustituirlas o eliminarlas en caso de ser necesario.	- Artefactos propios de los procesos
4	4.1 Realizar una revisión exhaustiva por parte del equipo conformado para el diseño del nuevo proceso. 4.2 Presentación ante el Consejo Técnico del resultado obtenido. 4.3 Refinado del proceso después de la presentación general.	- Acta de aceptación
5	5.1 Se evalúa el impacto de la implantación del nuevo proceso en cada proyecto. 5.2 Se establece que proyectos comenzaran a implantar los nuevos procesos. 5.3 Se planifica los pasos para la implantación. 5.4 Se implantan los nuevos procesos.	- Acta de aceptación
6	6.1 Se chequea frecuentemente el cumplimiento de los involucrados en los proyectos de las actividades descritas en los procesos. 6.2 Se evalúa el impacto de la implantación actual.	- Actas de revisión

