

Universidad Internacional de La Rioja
Máster universitario en Dirección e Ingeniería de
Sitios Web
Rama Investigación

Arquitectura SOA
basada en estándares
para la
interoperabilidad en
ehealth

Trabajo Fin de Máster

presentado por: de la Fuente Gómez, Cristina

Director/a: González Crespo, Rubén

Ciudad: Madrid

Fecha: 05 de febrero de 2015

Índice de contenidos

Contenido

1. Agradecimientos	5
2. Abstract	6
3. Resumen	6
4. Introducción	7
4.1. Descripción del problema	7
4.2. Objetivo a alcanzar	8
4.3. Metodología	9
5. Estado del Arte	11
5.1. El sector Salud y las TIC	11
5.1.1. Impactos del desarrollo tecnológico del sector salud	13
5.2. eHealth	14
5.3. Interoperabilidad y estándares en eHealth	16
5.3.1. Estándares de terminología y vocabularios	17
5.3.2. Estándares de mensajería e intercambio de datos	20
5.3.3. Estándares y tecnologías para la interoperabilidad funcional y tecnológica	26
6. Solución propuesta	32
6.1. Descripción de la solución	32
6.2. Descripción funcional	32
6.2.1. Requisitos de usuario	32
6.2.2. Requisitos del sistema	33
6.2.3. Restricciones	33
6.3. Objetivos principales	33
6.4. Diseño funcional	35
6.4.1. Introducción	35
6.4.2. Repositorios de datos	42

6.4.3.	Estructura de datos	46
6.4.4.	Capacidades funcionales a cubrir por el sistema.....	49
7.	Conclusiones	50
8.	Líneas de investigación futuras.....	51
8.1.	Big Data y eHealth	51
8.2.	eHealth 2.0	51
9.	Referencias.....	52

.

Índice de figuras

Figura 1: Metodología y planteamiento del trabajo	9
Figura 2: Estándar Snomed-CT	17
Figura 3: Estándar Cie10	18
Figura 4: Estándar Loinc	18
Figura 5: Estándar Seram.....	19
Figura6: Health Level 7	20
Figura 7: Conjunto de estándares de Health Level 7	20
Figura 8: Capas de un mensaje HL7 V3	22
Figura 9: Estructura de datos simplificada de un paciente en el SACYL	23
Figura 10: Estándar Dicom	24
Figura 11: Estándar OpenEHR.....	24
Figura 12: Especificación IHE	25
Figura 13: Norma Europea EN 13606	25
Figura 14: Estructura básica de arquitectura SOA.....	28
Figura 15: Arquitectura SOA propuesta por la Unidad de Interoperabilidad del SAS	29
Figura 16: División en bloques de la arquitectura	35
Figura 17: Componentes de la arquitectura SOA propuesta	36
Figura 18: Interconexión de ESBs de diferentes sistemas de salud	38
Figura 19: Capa de servicios de utilidad	39
Figura 20: Capa de servicios de entidad	40
Figura 21: Capa de servicios de tarea	41
Figura 22: Interacción entre capas de servicios.....	41
Figura 23: Plataforma Horus.....	42
Figura 24: Integración de los sistemas de salud con la plataforma Horus	43
Figura 25: Integración de Horus con sistemas de salud de otras comunidades	44
Figura 26: Interconexión de sistemas y usuarios	45
Figura 27: Modelo de datos	46

1. Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi compañero del máster Guzmán Arce Sáez que me dio una idea con la que empezar a investigar y que ha resultado ser el origen de este estudio.

A Gonzalo Hernández Fernández y Luis Gutiérrez Sánchez ambos cirujanos especialistas en Traumatología y Ortopedia actualmente trabajando para el Grupo IDC Salud en el Hospital General de Villalba y el Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz de la Comunidad de Madrid. Su dedicación y colaboración en este proyecto han sido esenciales y de gran valor.

Para terminar me gustaría agradecer a Miguel Ángel Morales Coca, Coordinador del Proyecto Casiopea 2.0 promovido por el grupo IDC Salud. Sus conocimientos en eHealth y sobre los diferentes sistemas de salud que coexisten en la Comunidad de Madrid han sido de gran ayuda para la documentación y orientación de este trabajo.

2. Abstract

In the present time eHealth technologies are fronting problems with interoperability between enormous healthcare systems and also poor flexibility and adaptability to new features. On the other side, specialists need more concrete tools adapted to their precise and definite requirements. This study proposes a modular solution through a Web application following SOA paradigm and SaaS principles. It offers an efficient tool for data management for surgical procedures by Trauma and Orthopaedic specialists suitable for medical scientific publications. This approach uses eHealth standards that provide interoperability between healthcare systems and smaller applications able to offer specific and more customizable services.

Keywords: eHealth, TIC, interoperability, standards, SOA

3. Resumen

Hoy en día las tecnologías enfocadas a eHealth se enfrentan a problemas de interoperabilidad entre enormes sistemas de salud que además ofrecen una pobre flexibilidad y poca adaptabilidad a cambios. Por otro lado, los especialistas necesitan herramientas más concretas que se adapten a sus requisitos precisos y definidos. Este estudio propone una solución modular a través de una aplicación Web basada en el paradigma SOA y en los principios de SaaS o Software como Servicio. Ofrece una herramienta eficiente para la gestión de datos de procedimientos quirúrgicos para especialistas en Traumatología y Ortopedia adecuada para publicaciones científicas médicas. Esta aproximación hace uso de estándares en eHealth que proveen interoperabilidad entre sistemas de salud y pequeñas aplicaciones capaces de ofrecer servicios más específicos y customizables.

Palabras Clave: eHealth, TIC, interoperabilidad, estándares, SOA

4. Introducción

Este trabajo pretende ofrecer una solución específica mediante estudio de herramientas y tendencias actuales a una necesidad detectada en el sector Salud.

4.1. Descripción del problema

En la actualidad los diferentes especialistas en Medicina no poseen todas las herramientas a su alcance para recoger, almacenar y explotar los datos relativos a su actividad. Cada especialidad tiene sus particularidades y los grandes sistemas sanitarios implantados en centros médicos ofrecen una solución parcial a sus necesidades.

Para poder ilustrar este trabajo he centrado el estudio en un caso concreto, aunque es una situación que se repite en otras ocasiones:

En Traumatología y Ortopedia se realizan intervenciones quirúrgicas en las que se implantan a los pacientes diferentes tipos de prótesis. Los especialistas necesitan mantener un registro de los datos de seguimiento de sus intervenciones y el estado de los pacientes con varios fines:

- Realización de estudios clínicos y publicaciones científicas.
- Ayuda a toma de decisiones médicas.
- Seguimiento de pacientes.
- Gestión de prótesis y componentes.
- Obtención de informes con diferentes tipos de datos y utilidades.
- Control de intervenciones realizadas y grado de experiencia.

Algunos de estos datos se registran actualmente mediante los sistemas de salud de centros médicos y hospitales. Estos sistemas de salud son enormes y dan servicio a numerosas especialidades, por lo que tienen sus limitaciones.

Las carencias detectadas son:

- Los datos recogidos en los sistemas de salud de centros hospitalarios no satisfacen las necesidades específicas de los especialistas.
- Estos sistemas no están muy adaptados a cambios y es difícil obtener una personalización adecuada para las necesidades de un grupo de especialistas ya que están enfocadas a necesidades generales.
- Un elevado número de especialistas trabaja en más de un centro hospitalario y no tienen la posibilidad de unificar los datos de su actividad.

Por estas razones, los médicos encuestados expresan la necesidad de contar con una herramienta a su alcance que les permita tener acceso a los datos de todos sus pacientes de forma centralizada y con el formato adecuado. Por lo tanto, esta herramienta debe ser independiente del centro hospitalario, compatible con los sistemas de salud actuales, flexible y adaptable a evoluciones y modificaciones en su estructura.

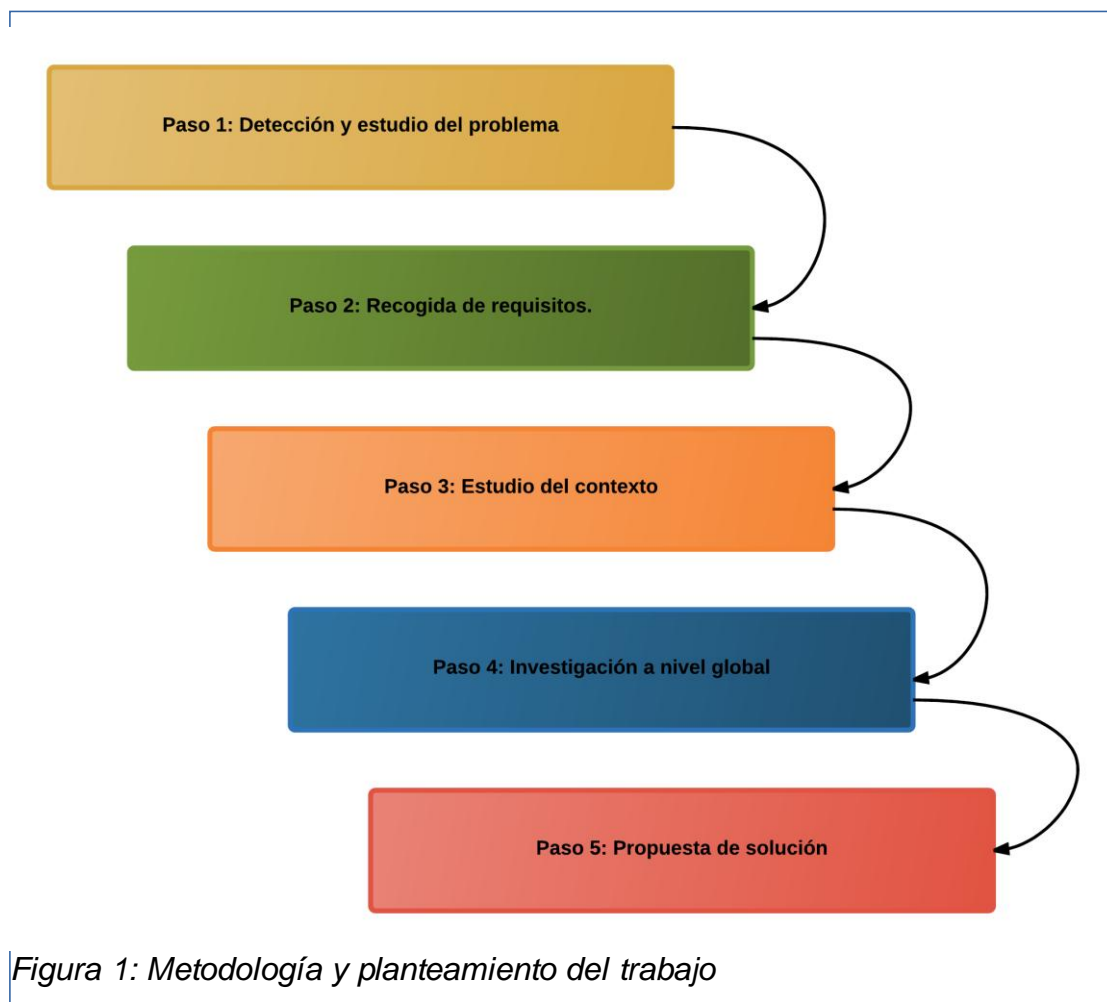
La intención de este trabajo es estudiar el ecosistema de eHealth y proponer una solución a este problema. Para ilustrar mejor el caso se va a enfocar al caso de uso real de un grupo de especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología.

4.2. Objetivo a alcanzar

Proponer una solución adecuada a las necesidades expresadas por especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología para la gestión de su actividad y seguimiento de pacientes. Debe ser interoperable para facilitar su integración con otros sistemas, flexible ante cambios y con una estructura de datos válida para su uso en estudios clínicos y publicaciones científicas.

4.3. Metodología

Para llevar a cabo este estudio se van a seguir una serie de pasos que permitan obtener los conocimientos adecuados para ofrecer una solución.



A continuación se describen los pasos a seguir:

1. Detección y estudio del problema

El primer paso es estudiar el problema partiendo del conocimiento y detección de la necesidad expresada por varios especialistas. Es necesario empezar acotando el problema para poder preparar las líneas de acción para su análisis.

2. Recogida de requisitos

Mediante sucesivas entrevistas con especialistas en Traumatología y Cirugía Ortopédica recoger un listado de requisitos y profundizar en los procesos que conforman la realización de su actividad para posteriormente realizar un análisis de los mismos. Además de estas reuniones con especialistas también se llevarán a cabo una serie de reuniones con expertos del sector que proporcionen información de valor técnico y un contexto en el que actuar.

3. Estudio del contexto

Una vez se ha analizado el problema es importante poner en contexto la situación y funcionamiento actual de los sistemas de salud de la Comunidad de Madrid mediante el estudio de publicaciones, congresos y la información recogida en las entrevistas con expertos y especialistas. El objetivo de este paso es detectar las posibles compatibilidades de la herramienta que se desea proponer con los sistemas actuales de salud.

4. Investigación a nivel global

Investigar y profundizar sobre eHealth y las soluciones propuestas para casos similares en todo el mundo. Para ello he recurrido a la literatura ofrecida por numerosas publicaciones científicas y congresos de eHealth.

5. Propuesta de solución

Analizar todos los datos obtenidos en los pasos anteriores para poder realizar un diseño adecuado siguiendo los requisitos de los especialistas y encontrando la posición de la herramienta propuesta dentro del ecosistema de eHealth.

5. Estado del Arte

5.1. El sector Salud y las TIC

Este apartado se centra en cómo las TIC o Tecnologías de la Información están cambiando el sector de la Salud desde su estudio hasta su aplicación y gestión.

Para poder entender la situación actual de las TIC y del sector Salud hemos de entender sus evoluciones por separado y su idiosincrasia.

Por un lado la Medicina es una ciencia milenaria que ha concentrado la mayoría de sus avances en las últimas décadas. Este incremento de avances médicos tan reciente ha dado lugar a enormes cambios en la sociedad, produciendo un notable aumento de la esperanza de vida gracias a la cronificación de enfermedades y al decremento de mortalidad de algunas enfermedades contagiosas. Estos factores y el descenso de la natalidad nos convierten en una sociedad envejecida que además sufre de exceso de sedentarismo y obesidad.

El sector Salud debe hacer frente a esta nueva sociedad en la que nos hemos convertido con nuevas necesidades por lo que se encuentra sumido en un continuo proceso de adaptación.

Por otro lado la revolución tecnológica que estamos viviendo se produce a una velocidad de vértigo. La evolución de las TIC está siendo tan rápida como su adopción por parte de los usuarios y como ocurre en el caso anterior, también está cambiando la sociedad.

El reto actual al que nos enfrentamos es conseguir adaptarnos a los continuos cambios de una sociedad sumida en un proceso de transformación con necesidades nuevas mediante herramientas nuevas.

En este escenario las TIC son fundamentales para construir herramientas que ayuden a mejorar la salud de las personas y aumentar la calidad del servicio a los pacientes.

Según un estudio de la Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS) en 2013 en España se destinó el 1,196% del gasto público sanitario global a las TIC, lo que supone un 4,8% de descenso respecto al año 2012 y es una cifra significativamente más baja que la partida destinada en otros sectores como la banca.

Este bajo índice de penetración de las TIC en el sector sanitario se puede explicar porque estos sectores tienen diferencias fundamentales en su velocidad de evolución y en la forma de procesar los cambios e innovaciones, por ello transformar un área tan tradicional como la medicina no es sencillo. Por este motivo es muy importante conocer ambos mundos para encontrar los puntos en los que pueden apoyarse y mejorar de forma eficaz.

Además, el sector Salud es un sistema muy complejo formado por un elevado número de actores, plataformas, aplicaciones y servicios y requiere un profundo conocimiento de los procesos involucrados para poder detectar las necesidades y las posibles mejoras de los mismos. Sólo de esta manera se pueden proporcionar soluciones tecnológicas eficientes que permitan su mejora y optimización continua.

5.1.1. Impactos del desarrollo tecnológico del sector salud

- Mejora del acceso a la información de la salud para todos los actores involucrados (médicos especialistas, pacientes, investigadores, gestores, etc.) en diferentes formatos y medios.
- Gestión eficaz de los datos de salud de los pacientes de forma que todos los especialistas que los traten tengan acceso a un historial unificado en el que consultar y añadir nuevos datos.
- Aparición de nuevas herramientas de ayuda a diagnóstico y a la toma de decisiones por parte de los profesionales de la salud.
- Incremento de herramientas tecnológicas que facilitan la teleasistencia.

5.2. eHealth

De acuerdo con la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) “eHealth es el uso, en el sector de la salud, de información digital, transmitida, almacenada u obtenida electrónicamente para el apoyo del ciudadano de la salud tanto a nivel local como a distancia.”

Es la aplicación de las TIC para proporcionar un punto de encuentro entre pacientes, profesionales y gestores del sector salud.

Como ocurre en otros ámbitos, la información es un recurso crítico también en el sector salud. La evolución de este entorno ha cambiado la forma de obtener, transmitir y utilizar toda la información agregando valor.

La sanidad es un ámbito que afecta a todos los ciudadanos y en parte es gestionada por los gobiernos de cada país. Por ello es esencial e imprescindible que los Estados se involucren para poder incorporar de forma eficaz las TIC a los sistemas públicos de salud. En este sentido, la Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) trabajan de forma conjunta para ofrecer unas guías y estrategias a seguir en la implantación de TIC presentadas en forma de libro electrónico. Actualmente han presentado el segundo volumen de su “Manual de Salud Electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud” con el que ofrecen un marco de trabajo y conocimientos para profesionales de eHealth.

Este tipo de iniciativas son esenciales ya que eHealth es un sector que tiene ámbito global y su desarrollo debe llevarse a cabo de la mano con todos los actores involucrados en el mismo. Esta es la única manera en que se puede llegar a proporcionar un marco interoperable y compatible con todos los sistemas que ya existen y los que van a surgir en los próximos años.

Los datos de penetración de las TIC en España son parecidos a los de otros países, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad ha presentado un informe con fecha de 14 de enero de 2015 en el que maneja unas cifras muy significativas que demuestran el grado de aceptación y adaptación de las TIC en el sector salud actualmente.

Según este informe casi un 77% de las recetas médicas se dispensan mediante prescripción electrónica, lo que equivale a 62 millones de prescripciones mensuales. Con esto se ha conseguido una reducción de entre un 15% y un 20% de las consultas. En cuanto a la HCD, Historia Clínica Digital, ya hay 22,6 millones de pacientes que disponen de información clínica interoperable.

5.3. Interoperabilidad y estándares en eHealth

El dramático crecimiento que está viviendo el sector de las TIC enfocadas a la salud o eHealth ha dado lugar a su vez a un aumento de las investigaciones e innovaciones en este campo y también ha servido para poner al descubierto que el verdadero valor de estas aplicaciones para eHealth es la información contenida en los registros clínicos y alertarnos sobre su alta dependencia de los estándares que permiten la interoperabilidad.

La interoperabilidad es una propiedad clave que trata de capacitar a las organizaciones de la salud para que puedan compartir información mediante el intercambio de datos entre los respectivos sistemas TIC, y en consecuencia es dependiente de la tecnología.

La interoperabilidad sintáctica se refiere al intercambio de datos entre sistemas y la interoperabilidad semántica se refiere a la interpretación de esos datos. Ambas son esenciales para garantizar un modelo de comunicación completo y eficaz.

Los estándares ofrecen un marco de referencia para el intercambio de datos entre entidades sanitarias proporcionando uniformidad en la forma de establecer la estructura de los datos y su significado.

Es tan importante conseguir una unificación en uso de los estándares que la Unión Europea ha puesto en marcha una consulta para ayudar a desbloquear el potencial del eHealth. El objetivo de esta consulta es proporcionar los estudios suficientes para proponer un marco de interoperabilidad en 2015 en base a los resultados de la misma.

El objetivo de los sistemas de salud que se diseñan en la actualidad debe ser garantizar la disponibilidad de la información clínica de los pacientes mediante el uso de estándares enfocándose en la interoperabilidad al más alto nivel y no sólo a nivel local.

5.3.1. Estándares de terminología y vocabularios

Estos estándares pretenden asegurar que la información intercambiada sea entendida por todos los sistemas. Para ello los estándares proporcionan vocabularios específicos para conceptos clínicos como enfermedades, medicaciones o diagnósticos.

Estos son los estándares más extendidos con esta finalidad:

5.3.1.1. SNOMED-CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms)

Es un estándar internacional distribuido por la International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO) a la que pertenece España como miembro.



Figura 2: Estándar Snomed-CT

Este estándar surge de la fusión entre Snomed Reference Terminology (SNOMED RT) del College of American Pathologists (CAP) y el CTV3 (Clinical Terms Version 3) del National Health Service (NHS) del Reino Unido, permitiendo fusionar términos en los ámbitos de las ciencias básicas, la bioquímica, las especialidades médicas y los contenidos de atención primaria.

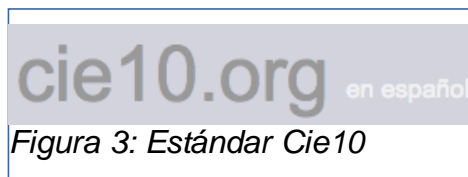
Consiste en una terminología clínica integral multilingüe y codificada con la mayor amplitud, precisión e importancia desarrollada en el mundo.

SNOMED-CT también es un producto terminológico que puede usarse para codificar, recuperar, comunicar y analizar datos clínicos permitiendo a los profesionales de la salud representar la información de forma adecuada, precisa e inequívoca.

Esta terminología se construye mediante conceptos, descriptores y relaciones que tienen como fin representar con precisión información y conocimiento clínico en el ámbito de la asistencia sanitaria.

5.3.1.2. CIE (Clasificación Internacional de Enfermedades)

Significa Clasificación Internacional Estadística de Enfermedades y Problemas de Salud Relacionados, en inglés sus siglas son ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems).



Tiene como objetivo proporcionar una codificación completa para enfermedades incluyendo una gran variedad de signos, síntomas, hallazgos anormales, denuncias, circunstancias sociales y causas externas de daños o enfermedad. Toda esta información sanitaria es útil a nivel internacional para obtener estudios estadísticos relacionados con la morbilidad y mortalidad, realizar comparaciones y también en sistemas de información y de ayuda a la toma de decisiones.

Esta clasificación es publicada por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y ha pasado por varias versiones, la versión en español actual es la CIE-10 publicada en 1992.

Algunos países publican extensiones propias para diferentes especialidades, como la extensión CIE-o que introduce una clasificación internacional de enfermedades para oncología.

5.3.1.3. LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes)

Significa Identificadores Nombres y Códigos Lógicos de Observación y proporciona una clasificación completa de observaciones clínicas.



LOINC es un estándar universal utilizado en el ámbito de laboratorio médico promovido por el Instituto Regnesreief de EEUU. Ha ido evolucionando y adaptándose a otros ámbitos como diagnóstico en enfermería, intervenciones en enfermería, clasificación de las altas e información sobre cuidados de los pacientes.

Desde 1999 es el conjunto de códigos preferente según la organización HL7 para la codificación de nombres de tests de laboratorio transferidos entre las entidades sanitarias.

5.3.1.4. SERAM (Sociedad Española de Radiología Médica)



Figura 5: Estándar Seram

Catálogo publicado por la Sociedad Española de Radiología Médica de ámbito nacional.

Refleja los procedimientos que se llevan a cabo en un servicio de radiología para medir los esfuerzos y recursos empleados. La versión actual es la cuarta publicada en 2009.

5.3.2. Estándares de mensajería e intercambio de datos

5.3.2.1. HL7 (Health Level Seven)

“Health Level Seven” es un conjunto de estándares desarrollado para el intercambio electrónico de la historia clínica de los pacientes.



Figura6: Health Level 7

HL7 no es un lenguaje sino un conjunto de estándares que indican el formato de los datos a compartir entre sistemas heterogéneos. Estos protocolos y estándares son desarrollados por la organización Health Level Seven International que está aprobada por el Instituto de Estándares Nacional de Estados Unidos (ANSI).

HL7 International (Health Level Seven) es una "Organización de Desarrollo de Estándares" (SDOs), para el ámbito de la salud. Fundada en 1987 sin fines de lucro está acreditada por ANSI desde 1994. Opera a nivel internacional y su misión es proveer estándares globales para los dominios: clínico, asistencial, administrativo y logístico, con el fin de lograr una interoperabilidad real entre los distintos sistemas de información en el área de la salud.

Mensajería Versión 2.x Norma XML
Es el estándar internacional de mensajería para el intercambio electrónico de datos en los ámbitos clínico, asistencial, económico y logístico, más ampliamente utilizado en el mundo de la salud. La última versión incorpora esquemas basados en XML y un progresivo alineamiento con la metodología de desarrollo de la versión 3.

Versión 3 Metodología basada en Modelos de Referencia
V3 es más que otro tipo de mensajería, es un nuevo método de abordar la interoperabilidad clínica con el apoyo de modelos de referencia. A partir de un escenario cubierto (Evento, Aplicación Emisora y Receptora, etc.), construimos un artefacto de interoperabilidad (mensaje / documento), en base a un modelo referencial que procede con sucesivas abstracciones, de un nivel común, el RIM (Reference Information Model). Este modelo común, de consistencia a todos los posibles escenarios que requieren los distintos dominios de implantación y abre la vía para llegar a una interoperabilidad semántica.

Clinical Document Architecture (CDA)
CDA es el núcleo de la historia clínica electrónica global de un Paciente. Establece la composición de cualquier documento clínico, como el Informe de Alta Hospitalaria, el Informe de Resultados de una analítica o de una imagen diagnóstica, o bien, un Resumen de Situación Clínica. La estructura de un documento CDA define una cabecera y un cuerpo con unas entradas en XML normalizadas que facilitan el procesamiento de su contenido y a la vez su visualización a través de cualquier navegador con una personalización del formato para los usuarios.

Reference Information Model (RIM)
Representa la "Tabla Periódica" de elementos para construir cualquier artefacto de interoperabilidad basado en mensajería V3 y/o en documentos clínicos CDA. Es un modelo relacional construido con la notación Unified Modeling Language (UML) del Object Management Group (OMG). A través de una escala de abstracción variable, facilita la definición de los objetos que participan en un escenario de interoperabilidad con un modelo de información específico para un dominio.

Continuity of Care Document (CCD)
CCD es un estándar conjunto de HL7 y ASTM para mejorar la atención del Paciente a través de una forma interoperable de datos clínicos entre facultativos. Representa la implementación del "Continuity of Care Record" (CCR) de ICDH con un esquema HL7 CDA. Combina lo mejor de ambas tecnologías, es un estándar basado en XML, que especifica la estructura y codificación del resumen clínico de un Paciente en un espacio/tiempo dado.

Common Terminology Services (CTS)
CTS es un estándar que define una interfaz de programación de aplicación (API) que puede ser usada por cualquier software cuando necesite acceder a un contenido de terminología. Está restringido a los servicios que requieren el estándar de implementación y el despliegue de HL7 V3. No especifica como tienen que ser implementados su repertorio de servicios. Su propósito principal es definir una interfaz normalizada para usar y administrar terminologías.

Clinical Context Management Specification (CCOW)
CCOW está orientado a facilitar la integración de aplicaciones en un punto de actuación. Complementa el enfoque de HL7 en el intercambio de datos y el flujo de procesos en una organización de salud. Garantiza un acceso seguro y consistente a la información del Paciente desde múltiples fuentes, a través de una interfaz de usuario única y ajustada con los estándares de seguridad internacionales.

EHR-S FM Modelo Funcional de Historia Clínica Electrónica
Este estándar facilita el avance de los sistemas de historia clínica electrónica orientados a la continuidad asistencial para optimizar la calidad, seguridad y eficiencia de la atención al Paciente. Su modelo permite a los desarrolladores centrar su oferta de historia clínica en un conjunto de "módulos funcionales de Historia Clínica" para implementar clínicos. HL7 anima a todos los agentes del sector a participar en el desarrollo de perfiles que aporten soluciones específicas. Actualmente están disponibles perfiles para Emergencias, Pediatría, Atención Primaria, etc.

PHR-S FM DSTU Modelo Funcional de Historia Clínica Electrónica Personal
Es el primer estándar de la industria que especifica la funcionalidad de un sistema de historia clínica de uso personal para el Paciente. Define las reglas para intercambiar información de salud entre diferentes sistemas PHR y entre PHR y sistemas de historia clínica electrónica. Actualmente hay varios perfiles en desarrollo orientados a resolver temas de comunicación entre las administraciones de salud y usuarios/consumidores de servicios de salud. También con las entidades aseguradoras y sus afiliados.

HL7 Service-Oriented Architecture Guía práctica en SOA para sistemas de salud
HL7 en colaboración con el OMG ha desarrollado una guía práctica para la utilización de SOA en sistemas de salud en el marco del Healthcare Services Specification Project (HSSP). HL7 está desarrollando su Service-Oriented Enterprise Architecture Framework (SOEAF). Su propósito es alinear SOA con su repertorio de estándares: mensajes, documentos clínicos y servicios. En el futuro, todos los modelos funcionales de servicios HL7 estarán condicionados por SOEAF.

Arden Syntax For Medical Logical Models (HL7v3)
Es un lenguaje para representar y compartir conocimiento médico entre profesionales, sistemas de información y organizaciones de salud. Está diseñado para poder generar alertas automáticas y dar soporte a las decisiones de los facultativos en un punto de asistencia, a partir de unas reglas de práctica clínica que refuerzan la calidad de la atención médica y de enfermería.

Genómica Clínica
Basado en los esquemas HL7 V3 V2, este estándar facilita el intercambio de datos clínicos personalizados sobre genética entre múltiples agentes: proveedores asistenciales, laboratorios de genética y centros de investigación biomédica. Se está empezando a utilizar para registrar las observaciones sobre datos fenotípicos en los ensayos clínicos. Dispone de un modelo de análisis del dominio de Clínica Genética.

SPL Estructura Estructurada de Productos
Structured Product Labeling (SPL) es una especificación que incluye la descripción detallada de un módulo de información basado en XML para algunos productos de una manera estructurada. El documento clínico que implementa está basado en HL7 CDA que define su estructura y la semántica de su contenido. Se usa principalmente para el etiquetado de fármacos y la información sobre su uso y dosificación.

Anexo de Informes para tramitación
Este estándar también está basado en el esquema de documentos clínicos HL7 CDA. Facilita la especificación de documentos a intercambiar entre proveedores asistenciales y entidades mutualistas pagadoras de servicios de salud. Dentro de un repertorio de transacciones normalizadas, indica los informes que se generan como justificantes para facturar una actuación asistencial (parta quirúrgico, informes de resultados de exploraciones, etc.).

© 2010 HL7 Inc. | <http://www.hl7.org> | <http://www.hl7.org.ar> | secretaria@hl7.org.ar

Figura 7: Conjunto de estándares de Health Level 7

Un mensaje HL7 está compuesto por una serie de segmentos que identifican el tipo de información que contiene, como por ejemplo un diagnóstico. Cada segmento puede incluir a su vez campos que almacenan la información con más detalle. Este mecanismo proporciona una definición de la estructura de los mensajes a transmitir dependiendo de la información que contienen.

El estándar a utilizar de este conjunto es el HL7 v3 que está basado en el modelo RIM (Reference Information Model) que es un modelo tipo UML que describe la información a transmitir en las diferentes áreas clínicas. Es compatible con XML.

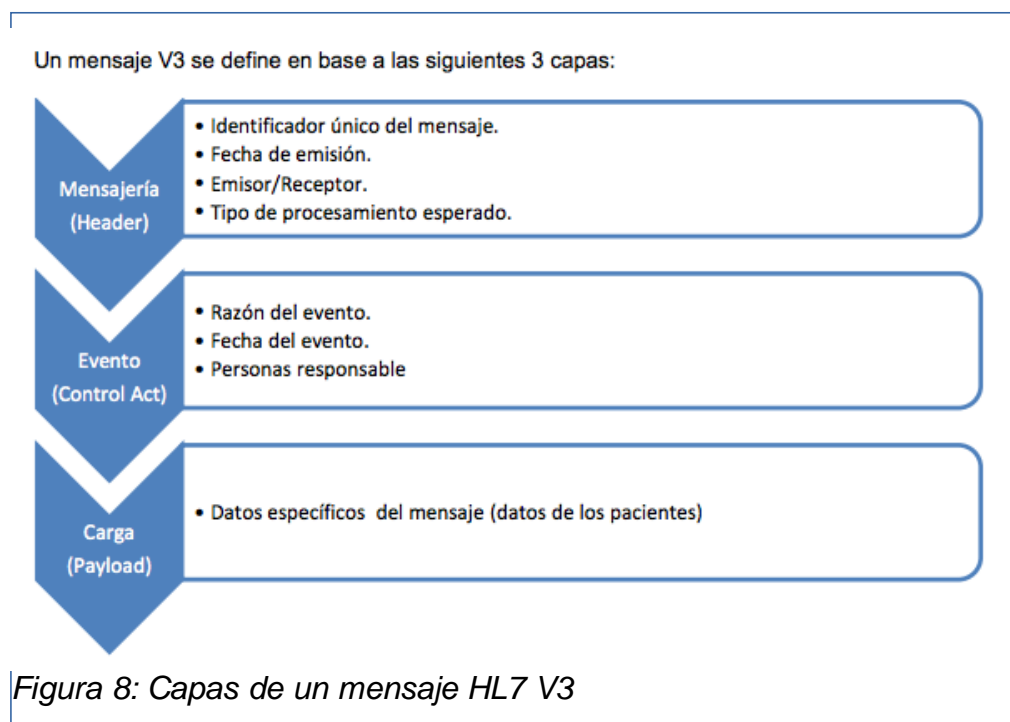
El uso de la mensajería HL7 está ampliamente extendido y es el más importante a la hora de integrar aplicaciones en eHealth porque:

- Está ampliamente probado ya que ha sido implementado en sistemas de muchos países como Canadá, Estados Unidos, Japón, Australia y varias regiones de Europa.
- Cubre las necesidades de muchos sistemas de diferente tamaño y distintas áreas (laboratorio, administración de pacientes, etc.). Ofrece mucha versatilidad.
- Permite conectividad entre sistemas heterogéneos y flexibilidad ya que puede implementarse usando diferentes tecnologías de software.
- Es un estándar abierto, no propietario, desarrollado por usuarios, proveedores de software y demás interesados y actores involucrados en eHealth.
- Está reconocido gracias a sus alianzas formales con otras organizaciones de desarrolladores de estándares y está representado en iniciativas internacionales de estándares como la ISO.

Para ilustrar el funcionamiento de este estándar y su adopción por los servicios de salud a continuación se muestra su integración en el SACYL (Servicio de Salud de Castilla y León) donde el estándar HL7 es utilizado en diferentes procesos:

- HL7 V2.5 para Centros hospitalarios: Gestión de pacientes, citas, programación de quirófano, lista de espera, imagen diagnóstica, dietas, farmacia intra-hospitalaria, gestión de profesionales, laboratorio, historias clínicas, etc.
- HL7 V3 para comunicación inter-centros.
- HL7 CDA para documentos clínicos.

En el intercambio de información entre centros utilizan el estándar en mensajería HL7 v3 en el que los mensajes se estructuran de la siguiente manera:



Esta es la estructura básica de un mensaje sea cual sea su propósito.

En cada caso las capas llevarán mayor o menor cantidad de información según sea necesario. Estos mensajes se forman siguiendo las bases de XML por lo que los datos se estructuran mediante etiquetas que indican el tipo y tienen una estructura predefinida.

La cabecera contiene los elementos de identificación del mensaje y del envío, es como el sobre en un mensaje común.

La capa de evento contiene la información sobre el evento del que trata el mensaje y quién está involucrado.

La capa de carga son los datos específicos del mensaje, generalmente datos de los pacientes.

A continuación se muestra un ejemplo de estructura de datos simplificados de un paciente utilizada en el SACYL:

```
<patient classCode="PAT">
  <!-- Identificadores del paciente -->
  <id root="2.16.840.1.113883.2.19.10.11" extension="KASDF3243243"/>
  <!-- Valor fijo -->
  <statusCode code="active" />
  <patientPerson>
    <name>
      <family>1º Apellido Paciente</family>
      <family>2º Apellido Paciente</family>
      <given>Nombre</given>
    </name>
    <!-- Sexo administrativo: -->
    <administrativeGenderCode code="M"/>
    <!-- Fecha de nacimiento -->
    <birthTime value="19901010"/>
  </patientPerson>
</patient>
```

Figura 9: Estructura de datos simplificada de un paciente en el SACYL

Este ejemplo ilustra cómo se envían los datos de un paciente de forma simplificada, cuando sólo se requieren sus identificadores, nombre y apellidos, sexo y fecha de nacimiento.

Desde la versión 3 del estándar de mensajería de HL7 se utiliza sintaxis XML en la estructuración de los mensajes, por eso en este ejemplo el mensaje está organizado mediante etiquetas siguiendo la estructura típica de XML.

El enorme crecimiento de uso de este estándar ha dado pie a que se desarrollen de forma paralela conjuntos de herramientas de software enfocadas a este tipo de mensajería, como es el caso de Mule Healthcare Toolkit que permite la transformación, validación y soporte de mensajes HL7.

5.3.2.2. DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)

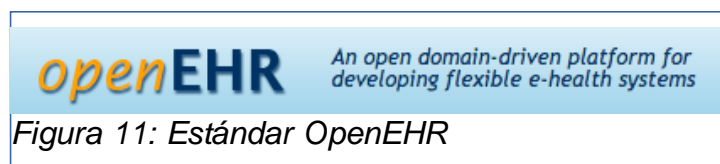
- Es un estándar para almacenamiento y gestión de imágenes médicas gestionado por la Medical Imaging and Technology Alliance de NEMA (Association of Electrical and medical Imaging Equipment Manufacturers) que ha tenido un gran éxito de implantación y aceptación.



Permite el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de este tipo de imágenes haciendo uso de ficheros (conocidos como DICOM) y comunicaciones basadas en el protocolo TCP/IP.

5.3.2.3. OpenEHR

Es un estándar abierto mantenido por la Fundación sin ánimo de lucro OpenEHR. Describe la administración y almacenamiento de información sanitaria como informes de historia clínica electrónica centrada en el paciente de forma completa e independiente de la tecnología.



Su objetivo es representar la semántica del sector eHealth para lo que se vale de un marco tecnológico enfocado al conocimiento que incluye ontologías, terminologías y una plataforma informática capaz semánticamente en la que los conceptos complejos puedan ser representados y compartidos.

Este estándar también está muy extendido y está implantado en numerosos sistemas en países como Australia, Inglaterra, España, Rusia o Brasil.

5.3.2.4. IHE (Integrating the healthcare Enterprise)

IHE no es un estándar en sí, sino un conjunto de especificaciones que forman un marco técnico como recomendación de uso de estándares existentes. Se implementa como una organización sin ánimo de lucro y tiene un componente internacional y delegaciones locales como IHE España.



Es una iniciativa propuesta por profesionales de la sanidad y empresas para mejorar la atención al paciente y la comunicación entre los sistemas de salud. Define perfiles de integración para la interoperabilidad efectiva a través de estándares como HL7.

5.3.2.5. CEN/ISO EN 13606

Es una norma europea definida por el Comité Europeo de Normalización aprobada como un estándar ISO. Su objetivo es conseguir la interoperabilidad semántica en la comunicación de la Historia Clínica Electrónica (HCE) de un paciente.



Utiliza una arquitectura dual en la que separa la información y el conocimiento empleando un modelo de referencias y otro de arquetipos.

5.3.3. Estándares y tecnologías para la interoperabilidad funcional y tecnológica

5.3.3.1. XML (eXtensible Markup Language)

XML es un metalenguaje de etiquetas desarrollado por el W3C (World Wide Web Consortium). Consiste en un estándar usado para el intercambio de información estructurada entre diversas plataformas que permite definir la gramática de lenguajes específicos para diferentes necesidades.

Existen numerosos casos de éxito de tecnologías XML ya que su uso está ampliamente extendido, siendo utilizado en los ámbitos más especializados y específicos y en los más básicos y comunes.

No es un hecho que deba extrañar, ya que precisamente el metalenguaje XML se creó para que su uso se adaptase a multitud de escenarios posibles, en diferentes sistemas operativos y dispositivos, conviviendo con diferentes lenguajes de programación y enfocado a ser versátil.

Con objetivo de adoptar las estructuras propuestas por XML, el estándar HL7 ha evolucionado para ofrecer una sintaxis siguiendo esta tendencia internacional disponible desde su versión HL7 V3.

5.3.3.2. SOA (Service Oriented Architecture)

La Arquitectura Orientada a Servicios (SOA en inglés) es un marco de diseño de software que define la utilización de servicios para crear sistemas escalables, mejorando el rendimiento y la flexibilidad.

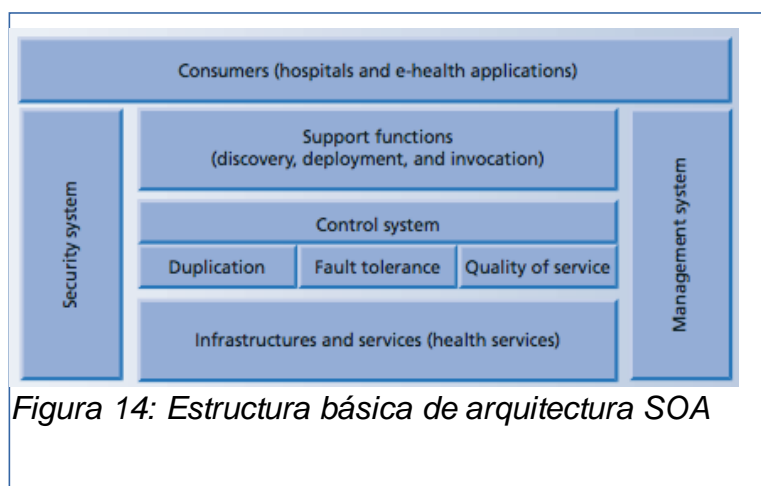
En el entorno de eHealth en el que existen enormes sistemas que dan servicio a hospitales y aglutinan numerosos y heterogéneos procesos de negocio es necesario valerse de esta arquitectura para poder mejorar los sistemas actuales e integrar nuevas funcionalidades.

Este documento presenta una propuesta de Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) que garantiza la interoperabilidad de los sistemas existentes con nuevos componentes que doten a las organizaciones sanitarias de una forma flexible y escalable de introducir cambios y novedades.

Las principales ventajas que ofrece esta arquitectura son:

- Flexibilidad debido a su bajo acoplamiento facilita la sustitución, adición o actualización de los diferentes módulos que forman un sistema.
- Interoperabilidad utilizando tecnologías estándar y abstracción de servicios mediante interfaces.
- Reusabilidad de servicios.
- Alto nivel de granularidad que permite cubrir un proceso de negocio completo mediante composición de servicios simples.
- Escalabilidad, las integraciones de nuevos componentes o módulos no debe afectar al sistema.
- Independencia de las tecnologías. Usar tecnologías como servicios web permite intercambiar información entre aplicaciones con independencia de las tecnologías y plataformas que las conforman.
- Uso de estándares sanitarios.
- Reducción de costes.

SOA permite concentrar la funcionalidad de un sistema sanitario en un conjunto de servicios que pueden ser consumidos por el propio sistema o por sistemas externos. Esta característica lo hace óptimo para aplicar en eHealth donde la comunicación entre sistemas es esencial.



Un ejemplo de catálogo de servicios enfocados al sector salud podría ser:

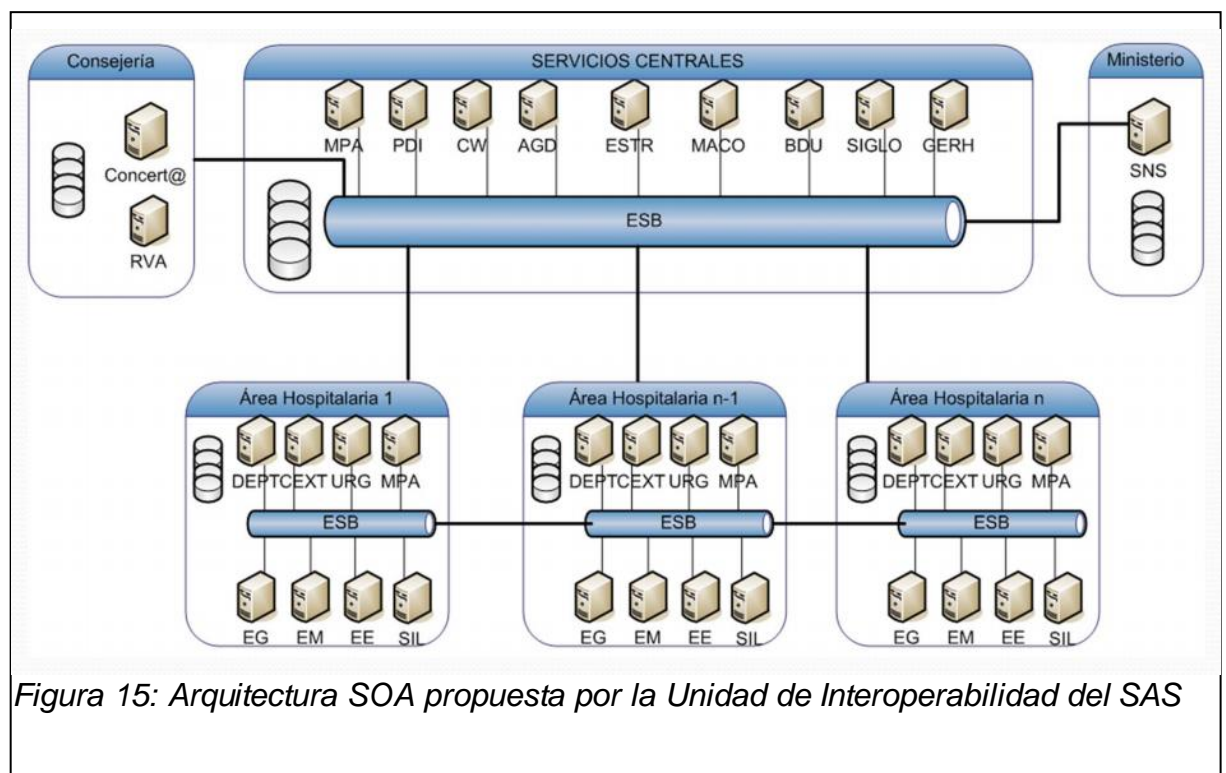
- Nuevo paciente
- Editar paciente
- Ingreso paciente
- Alta paciente
- Informe radiológico
- Informe laboratorio

Cada sistema contiene su propio catálogo de servicios y se deben identificar los servicios por su rol de consumidor o proveedor, de manera que un servicio consumidor es capaz de nutrirse de datos proporcionados por otro servicio y un servicio proveedor es el que nutre al consumidor mediante los datos solicitados.

5.3.3.2.1.SOA en los sistemas de salud

Esta arquitectura ya ha sido propuesta e implementada en otros proyectos relacionados con sistemas de salud, por ejemplo La Comunidad de Andalucía ha formado una Unidad de Interoperabilidad del Servicio Andaluz de Salud encargada de gestionar la integración de los sistemas de salud.

Esta unidad también propone SOA como arquitectura idónea y presentan un escenario deseable compuesto por sistemas de salud integrados que se comunican entre sí y comparten servicios mediante sus respectivos ESBs.



En la figura se puede apreciar el diseño de una arquitectura formada por varios sistemas pertenecientes a áreas hospitalarias diferentes y un sistema central conectado además al Ministerio y a la Consejería.

Aplicando SOA se pueden diseñar muchos modelos de arquitecturas diferentes adaptados a cada caso particular pero siempre con el objetivo de integrar sistemas, proporcionar interoperabilidad y flexibilidad.

A nivel internacional existe un grupo dedicado a promover el uso de SOA y estándares para eHealth, el denominado **Healthcare Services Specification Project (HSSP)**.

HSSP es un proyecto abierto promovido por una comunidad global que se enfoca en mejorar la interoperabilidad de los sistemas de salud mediante el uso de arquitecturas SOA y servicios estandarizados.

El objetivo es reducir la complejidad de integración y eliminación de barreras que faciliten el diseño e implantación de sistemas de salud.

Los principales promotores de este proyecto son el grupo OMG (Object Management Group) y HL7 (Health Level Seven), ambas organizaciones dedicadas a la estandarización.

5.3.3.3. SaaS (Software as a Service)

Software como servicio es un modelo de distribución de software en el que las aplicaciones son alojadas por un proveedor de servicio y están disponibles para los usuarios a través de una red, típicamente Internet.

Este modelo está siendo muy usado en conjunto con tecnologías que soportan servicios web y arquitectura orientada a servicios (SOA) que proporcionan unas ventajas en el diseño de sistemas muy considerables y se adaptan a las tendencias actuales.

Los beneficios de usar el modelo SaaS son:

- Administración sencilla.
- Compatibilidad: todos los usuarios utilizan la misma versión del software.
- Fácil colaboración.
- Accesibilidad global.
- Escalabilidad sin límites.
- Pago por uso, en vez de por licencia.

Una aplicación de esta modalidad suele ser accedida mediante un navegador web donde el usuario puede hacer login y entrar en su perfil de la aplicación. No es necesario que los usuarios descarguen nada ni instalen software, lo que facilita su uso.

El crecimiento de este modelo SaaS se debe ver de forma paralela al crecimiento en paralelo que experimenta la computación en la nube y las tecnologías y servicios en torno a ésta.

6. Solución propuesta

6.1. Descripción de la solución

Diseño de una arquitectura de software capaz de almacenar y recuperar datos de carácter profesional en diferentes formatos para su uso por parte de especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología.

6.2. Descripción funcional

La descripción funcional de esta herramienta y su arquitectura se han estructurado en base a una serie de requisitos recogidos en reuniones con especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología y con profesionales de eHealth trabajando actualmente en los servicios de salud para la Comunidad de Madrid.

Como resultado de estas reuniones y entrevistas con expertos se han obtenido una serie de puntos que están clasificados por etiquetas para facilitar su posterior análisis:

6.2.1. Requisitos de usuario

- **RU1** - Gestionar de forma centralizada la información sobre pacientes e intervenciones quirúrgicas independientemente del centro hospitalario al que pertenecen.
- **RU2** - Accesibilidad de los datos online y multiplataforma.
- **RU3** - Posibilidad de guardar datos en un formato adecuado para su posterior uso en estudios clínicos y publicaciones científicas.
- **RU4** - Permitir importación y exportación de datos de otros sistemas.
- **RU5** - Gestión de información sobre un paciente y su seguimiento quirúrgico completo.
- **RU6** - Generación de informes predefinidos y posibilidad de realizar consultas personalizadas.

6.2.2. Requisitos del sistema

- **RS1** - Arquitectura debilmente acoplada: compuesta de módulos que funcionen de manera independiente unos de otros y no estén atados a una tecnología específica.
- **RS2** - Uso de estándares en eHealth: interoperabilidad entre varios sistemas y herramientas.
- **RS3** - Accesibilidad online multiplataforma: información disponible desde cualquier dispositivo y cualquier lugar.
- **RS4** - Adaptabilidad a evoluciones y cambios: estructura modular independiente y extensible.
- **RS5** - Alto grado de escalabilidad. Previsiones de crecimiento en servicios y usuarios.
- **RS6** - Seguridad de la información y transacciones.

6.2.3. Restricciones

Las restricciones principales en este sistema son legales y de seguridad:

- **RES1** - Cumplir las leyes de protección de datos específicas de cada país. En España la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD).
- **RES2** - Cumplir los requisitos de seguridad y rendimiento exigidos por cada sistema con el que se interactúe.
- **RES3** - Seguir las recomendaciones sobre interoperabilidad y estándares descritas por organizaciones o entidades a nivel internacional, como la Unión Europea.

6.3. Objetivos principales

Como resultado del análisis de requisitos y recomendaciones se ha realizado el diseño de este sistema enfocado al cumplimiento de los objetivos principales:

- Interoperabilidad y optimización de integración con otros sistemas
- Simplificación de solución con el uso de estándares
- Flexibilidad para una mejor adaptación al cambio
- Modularidad y abstracción mediante una arquitectura ágil que permita la evolución y crecimiento del sistema

- Capacidad de reutilización de componentes

6.4. Diseño funcional

El propósito de este apartado es explicar el diseño funcional propuesto como solución.

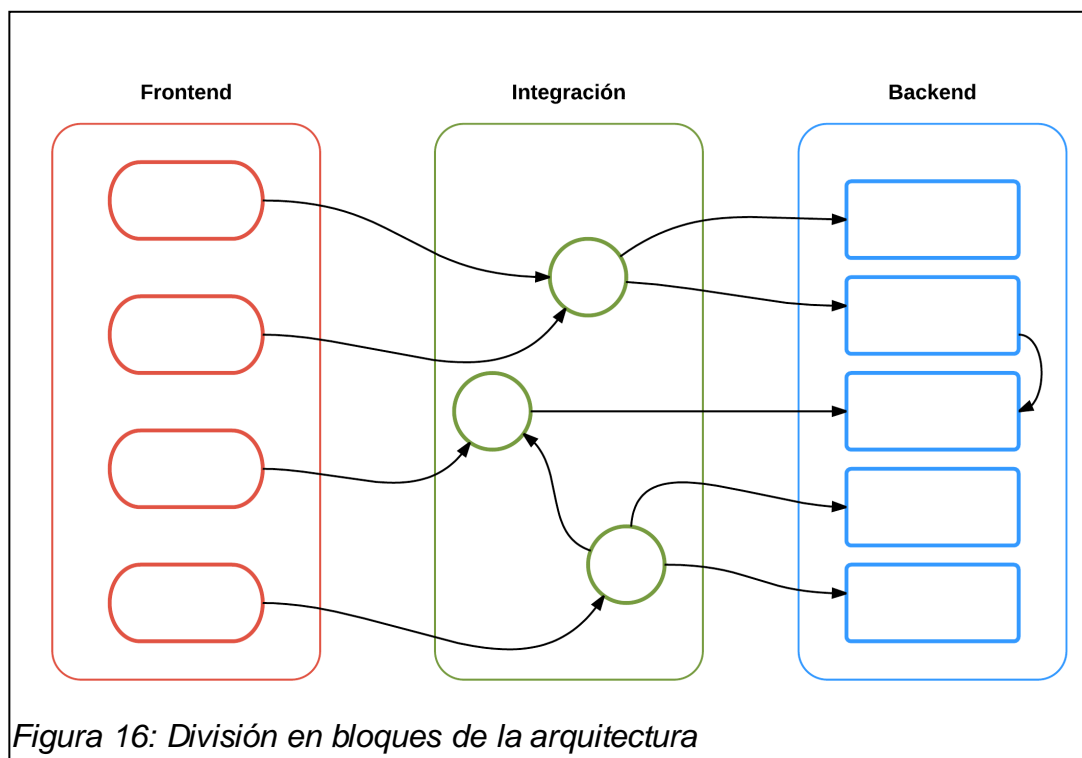
6.4.1. Introducción

Para satisfacer los requisitos y restricciones detallados en el apartado anterior el diseño de la herramienta se basa en dos modelos tecnológicos que se adaptan a las necesidades descritas:

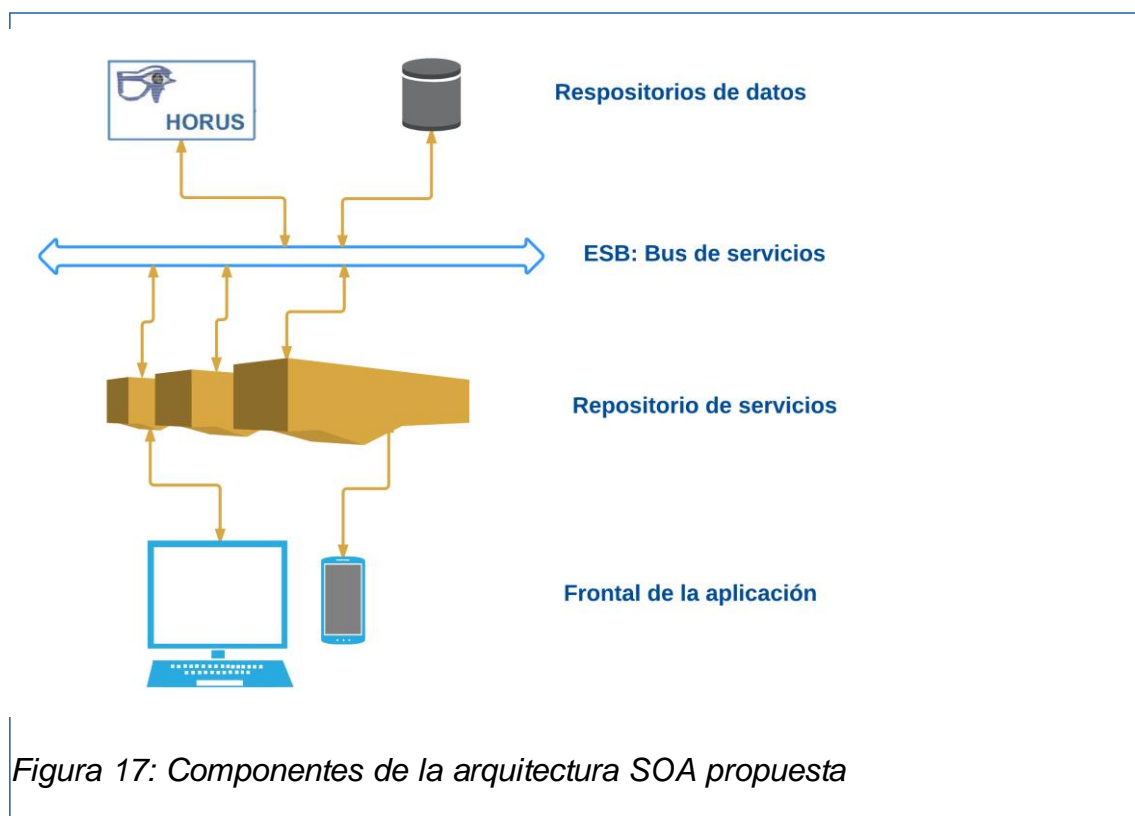
- **SAAS (Software As A Service):** Este modelo proporciona una herramienta online que permite a los usuarios acceder a la misma desde cualquier dispositivo y en cualquier localización conectándose a Internet.
- **SOA (Service Oriented Architecture):** La arquitectura implementa un diseño basado en el paradigma SOA teniendo en cuenta los objetivos descritos y las tendencias en desarrollo Web y en eHealth.

Esta arquitectura basada en SOA se crea en base a un conjunto de servicios independientes y agnósticos de la tecnología que se pueden invocar, localizar e incluso pueden interactuar entre sí. Toda la arquitectura gira en torno a estos servicios que poseen la lógica del sistema y cuya configuración permite alcanzar los requisitos del mismo.

Podemos dividir la arquitectura del sistema en tres bloques principales:



Estos bloques a su vez están formados por uno o varios componentes, de manera que la arquitectura del sistema en función de los componentes se puede representar mediante la siguiente figura:



6.4.1.1. Bloque de Frontend:

En el frontend están los consumidores puros de servicios, es decir, aquellos componentes que no producen ningún dato sino que consumen otros servicios del sistema. Son la interfaz con el usuario.

- **Frontales de la aplicación**

En esta arquitectura es la aplicación Web que se nutre de los servicios aportados por el Repositorio de Servicios para llevar a cabo las acciones indicadas por el usuario y el sistema. Es la interfaz entre los usuarios y el sistema y estará accesible desde cualquier dispositivo y plataforma.

Puede haber diferentes interfaces adaptadas al dispositivo, por lo tanto tendremos una aplicación para Web y otra para dispositivos móviles.

Estos componentes no contienen lógica de negocio y su función principal es interactuar con el usuario.

6.4.1.2. Bloque de integración

Este bloque contiene toda la lógica de integración del sistema y está compuesta básicamente por servicios y los componentes que los gestionan

En este bloque es imprescindible utilizar estándares y transformadores que adapten la información al canal de consumo.

Los componentes que conforman este bloque son:

- **Repositorio de servicios**

Este componente permite a los servicios y a otros componentes del sistema localizar y acceder a los servicios disponibles. Deben ser capaces de gestionar los servicios disponibles y conocer su localización e interfaz.

- **Bus de Servicios (ESB)**

Este componente permite a los participantes de la arquitectura comunicarse entre ellos. Ofrece mecanismos de comunicación entre Frontales de aplicación y servicios, entre los propios servicios y con los repositorios de datos. Es el hilo conductor de la arquitectura y la clave de su funcionamiento.

Debe ser agnóstico de lenguajes de programación y tecnologías permitiendo una forma de comunicación universal. Esta característica es de gran importancia en este diseño, ya que uno de los objetivos principales es poder adaptar la arquitectura a diferentes estándares para ofrecer interoperabilidad con todo tipo de sistemas.

A continuación se detallan las funcionalidades que brinda el ESB y que dotan al sistema de una capa de abstracción y gran versatilidad:

- **Transparencia de ubicación:** permite que los consumidores y proveedores de servicios sean independientes sin necesidad de estar ligados. Gracias a esta propiedad los servicios pueden ser invocados por diferentes aplicaciones o procesos de forma transparente para los mismos sin importar su ubicación o estructura interna.
- **Conversión de protocolo de transporte.** Permite integrar diferentes protocolos de transporte como HTTP(s), JMS, FTP, SMTP, TCP, etc.
- **Transformación de mensajes:** Mediante estándares como XSLT o Xpath transforma los mensajes al formato adecuado para cada caso.
- **Ruteo de mensaje:** gestiona el enrutamiento de los mensajes y su entrega al destinatario. Puede incluso completar datos en algunos mensajes para agregar información faltante basado en los mensajes de entrada.
- **Seguridad:** Gestiona aspectos fundamentales de la seguridad del sistema como autenticación, autorización y encriptación.

- Monitoreo y administración: Permite gestionar el flujo de los mensajes y su tratamiento de errores.

Además es posible la interconexión de ESBs de diferentes sistemas de salud para compartir servicios, como se puede observar en la siguiente figura esquemática:

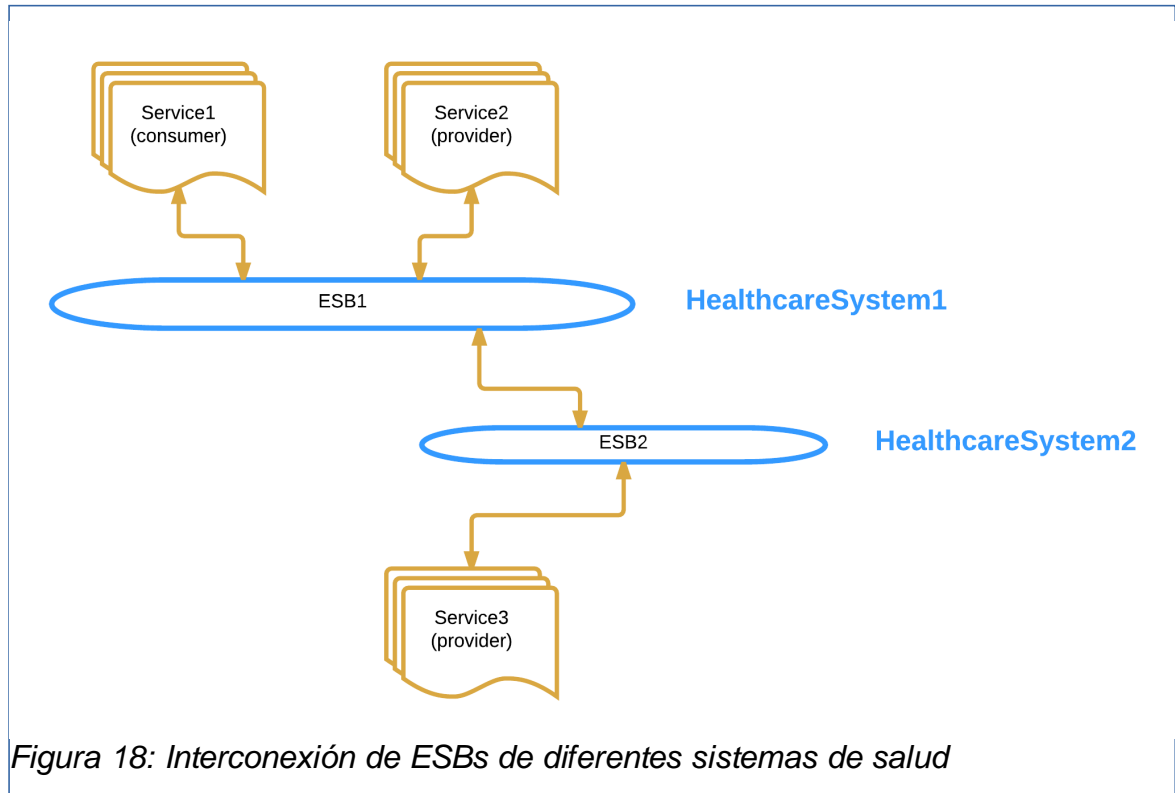


Figura 18: Interconexión de ESBs de diferentes sistemas de salud

En el diagrama se puede observar cómo sería la conexión entre diferentes ESBs de dos sistemas hospitalarios diferentes, el HealthcareSystem1 que corresponde a un centro hospitalario o clínica y el HealthcareSystem2 que representa otro.

Cada centro dispone de un sistema con arquitectura SOA y un ESB que proporciona los mecanismos necesarios para enrutar mensajes y transformarlos en caso de que sea necesario.

Dentro de cada sistema, cada servicio puede trabajar en un formato de datos diferente y en localizaciones diferentes y gracias a esta arquitectura estos factores no suponen un problema.

De esta manera se favorece la compartición de datos y servicios con los beneficios que conlleva para ambas entidades.

6.4.1.3. Bloque de Backend

Es la lógica de negocio pura. En este bloque se reciben peticiones y se responden con independencia de cómo esté formado el sistema y de dónde venga la petición. No hay tareas de integración en este bloque, por lo tanto se disñea de forma independiente.

Es una parte de la arquitectura abierta a cambios y flexible ya que es habitual que se añadan y se eliminen servicios a lo largo del ciclo de vida de un sistema.

Su principal componente son los servicios:

- **Servicios**

Para abordar el diseño técnico de la aplicación se ha seleccionado basar la arquitectura en el paradigma SOA de orientación a servicios, por lo que se van a dividir las diferentes funcionalidades en módulos lógicos que aglutinan una serie de servicios.

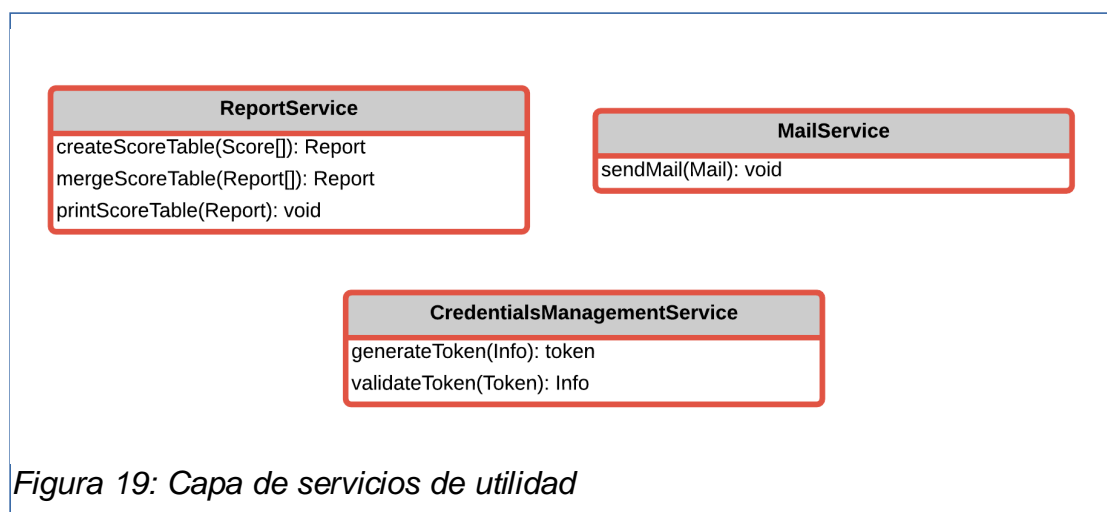
Categorización de servicios en capas

Esta categorización de servicios en módulos permite gestionar el catálogo de servicios del sistema de forma más intuitiva facilitando la gobernabilidad del mismo, para ello se dividen los servicios en capas lógicas:

- **Capa de servicios de utilidad**

Encapsulan funcionalidades multi-propósito proporcionando un alto grado de reutilización. Son servicios que generalmente consumen otros servicios, como por ejemplo el manejo de credenciales de autenticación o envío de emails.

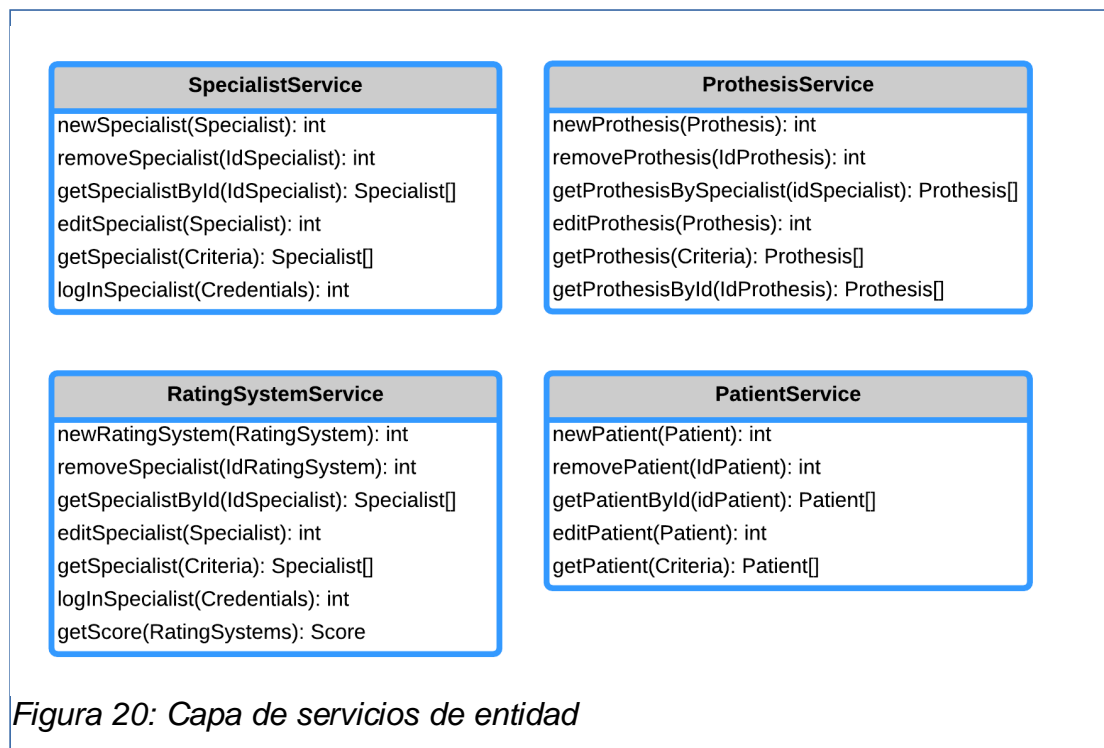
En el siguiente diagrama se expone un ejemplo de servicios de utilidad para este sistema. Además de los mencionados se propone un servicio ReportService capaz de crear tablas para informes a partir de resultados de los bloques de puntuaciones obtenidos en diversas métricas de valoración.



- **Capa de servicios de entidad**

Son servicios enfocados a una entidad lógica del sistema. También tienen un gran potencial de reutilización y se utilizan básicamente para las acciones CRUD (Create, Remove, Update and Delete)

En esta capa se encontrarían servicios como los de la siguiente figura:



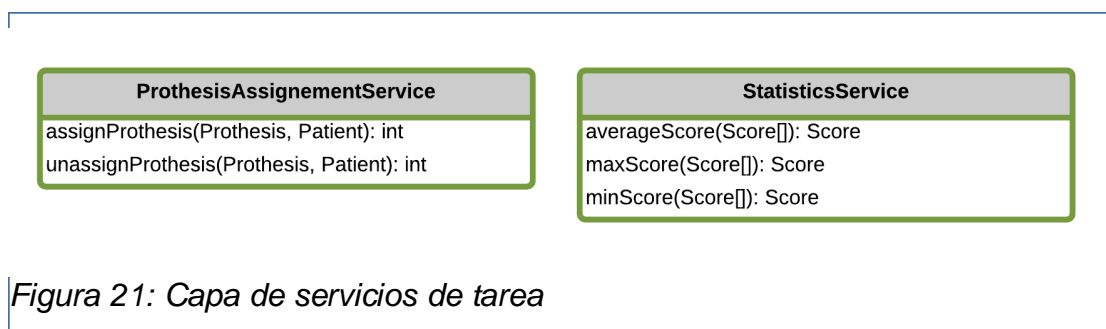
Y también otros como SurgeryService para guardar datos de las intervenciones quirúrgicas, MonitorService para los datos sobre seguimiento de paciente, ComponentService gestionará datos sobre los componentes de una prótesis y MedicalCenterService para los datos de centros hospitalarios y clínicas.

- **Capa de servicios de tarea**

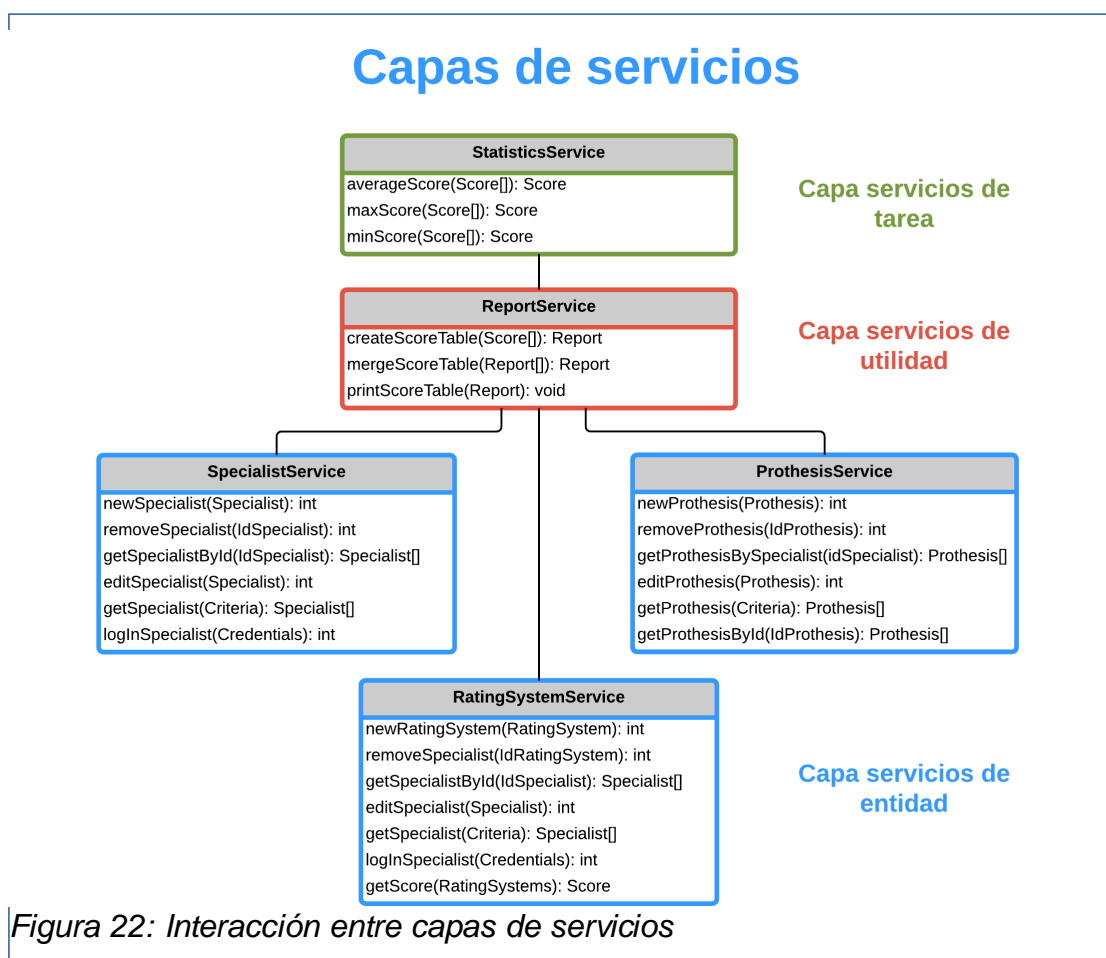
Definen tareas más específicas para el sistema y suelen valerse de los servicios en la capas de utilidad y entidad para llevarse a cabo. Son funcionalidades más complejas y las que se modifican con la evolución de los sistemas por lo que son menos reutilizables que en las capas anteriores.

Entre estos servicios se encontrarían los que facilitan tareas específicas como la asignación de prótesis o el cálculo estadístico que contiene funciones específicas para cálculos de porcentajes para los estudios clínicos. Estos cálculos dependen de las escalas de valoración y de la cantidad y tipo de datos que devuelvan como resultado.

Cada vez que se añade una nueva escala de valor al sistema o se modifica una existente es probable que se deban revisar los cálculos asociados a las mismas.



Los servicios de estas capas se pueden invocar unos a otros, para ilustrar esta característica a continuación se muestra un ejemplo de servicios de diferentes capas que interactúan para dar lugar a informes mediante los datos guardados sobre el seguimiento de pacientes.



6.4.2. Repositorios de datos

La arquitectura descrita debe ser capaz de interactuar con diferentes bases de datos, independientemente de su tipología y funcionamiento.

6.4.2.1. Bases de datos propias

La base de datos principal del sistema contendrá las estructuras de datos necesarias para guardar la información correspondiente sobre las entidades y procesos propios. Debe cumplir los siguientes objetivos:

- Escalabilidad a distintos niveles:
 - Estructura de datos: Mediante esquemas de replicación permitir replicar volúmenes de datos a lo largo de recursos heterogéneos. Debe proporcionar la posibilidad de transformar de datos y mapeo de servicios, de manera que esquemas de datos diferentes coexistan sin perder su semántica esencial.
 - Control de capacidad mediante pruebas de stress y Capacity Planning para disponer de planes de incremento de capacidad.
- Seguridad: Enfocada sobretudo al control de accesos, integridad y concurrencia.
- Continuidad para permitir tolerancia a fallos hardware o interrupciones.
- Reducción del riesgo al cambio minimizando los fallos en los cambios de entorno.

6.4.2.2. Fuentes de datos externas

Uno de los requisitos definidos es permitir a este sistema nutrirse de datos de diferentes orígenes. Para llevarlo a cabo es imprescindible que el sistema acepte datos en diferentes formatos teniendo en cuenta los estándares en eHealth y que esté preparado para procesarlos y traducirlos a otros formatos si es necesario.

Horus

Con la intención de contextualizar este requisito he escogido incluir como ejemplo en la arquitectura a la plataforma Horus que está implantada y funcionando en el servicio de salud de la Comunidad de Madrid.

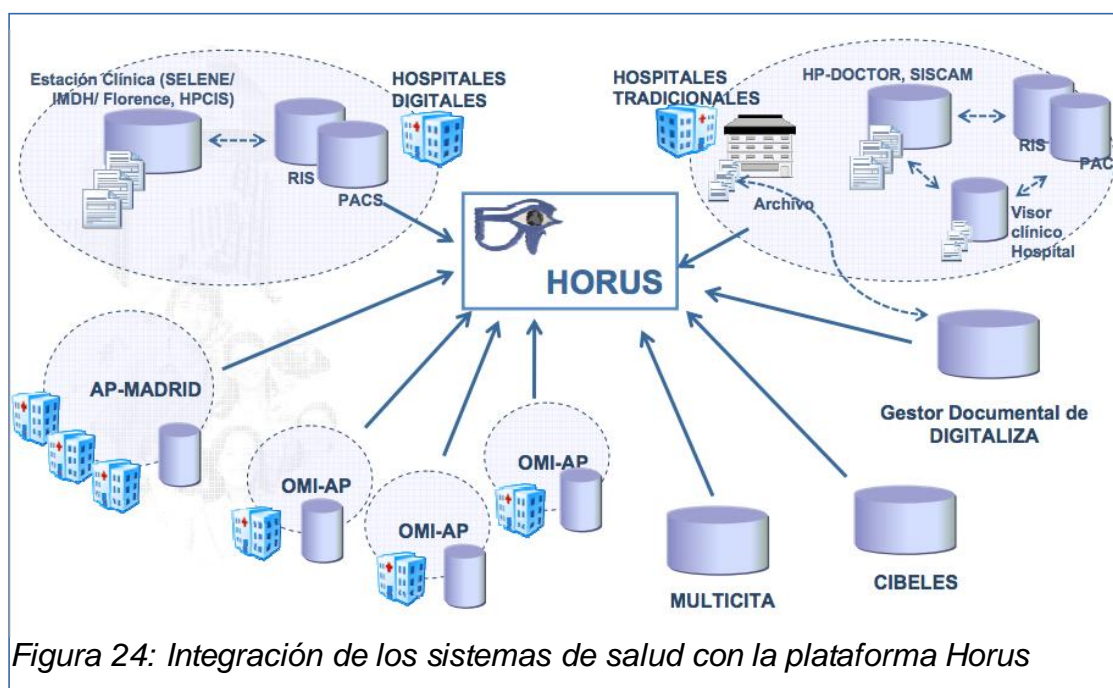


Horus es el sistema de la historia clínica compartida unificada de la Comunidad de Madrid que integra el 100% de la historia clínica de atención primaria (en más de 400 centros) y la historia clínica de atención especializada (en 36 hospitales).

El impulso necesario para homogeneizar la integración del sistema sanitario de la Comunidad de Madrid surgió con la ley de Libertad de Elección en Sanidad que permite la libre elección de médico y hospital.

Para dar soporte a esta ley y mejorar la interoperabilidad e integración de sistemas la Comunidad de Madrid ha desarrollado un visor llamado Horus que integra la información sanitaria de los pacientes.

Este sistema permite compartir la historia clínica entre los profesionales de la comunidad, facilita la continuidad asistencial y reduce de forma sustancial la duplicidad de pruebas.



A través de él se podrá consultar información relevante de los pacientes, con independencia de donde esté almacenada.

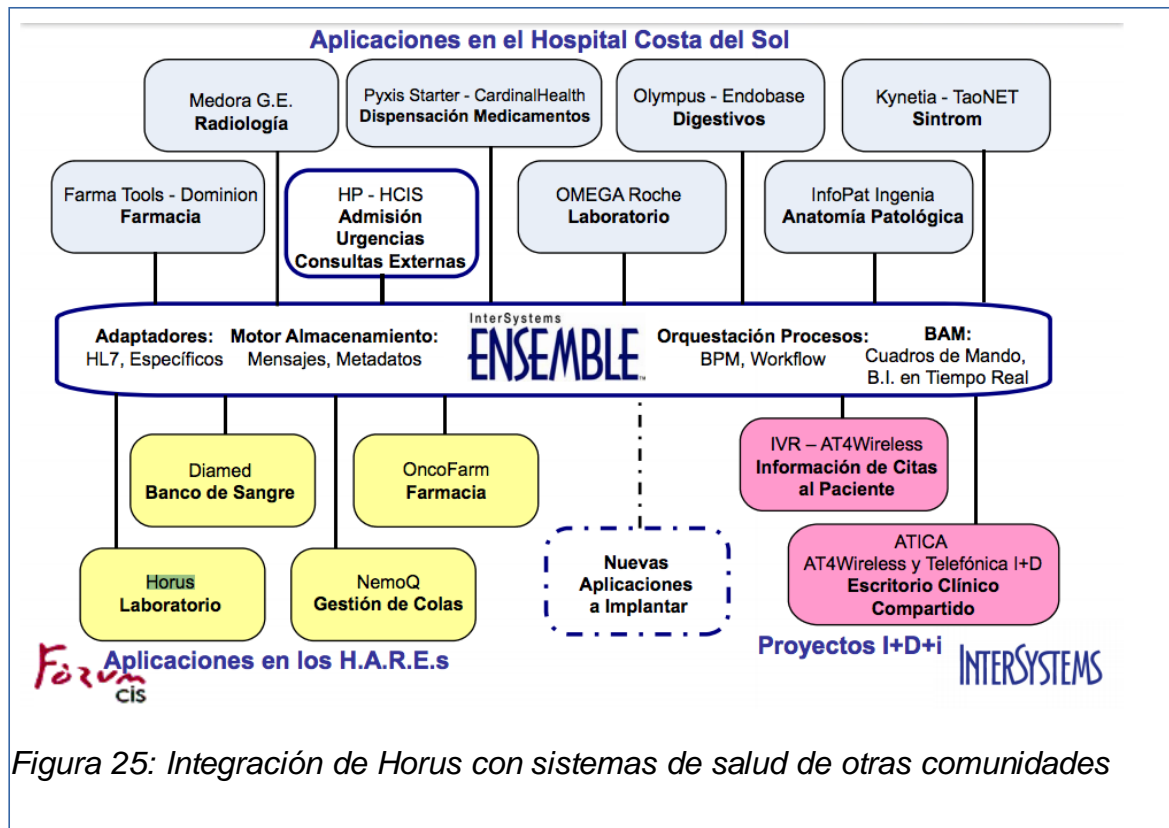
Desde Horus se puede acceder a la siguiente información:

- Información administrativa
- Citas pendientes en atención primaria y especializada
- Información clínica de los sistemas de atención primaria
- Información clínica digitalizada de los sistemas de atención especializada

Mediante Horus se mejora el sistema de información sanitario global, lo que produce a una mejora sustancial del servicio asistencial a los pacientes y de los procesos administrativos.

Por otro lado, proporciona un apoyo transversal para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, ya que esta solución permite consultar cualquier información clínica y demográfica de forma que el facultativo disponga de toda la información disponible en todos los sistemas de información de la Comunidad.

La plataforma Horus está integrada actualmente con numerosos sistemas de salud como por ejemplo en el Hospital Costa del Sol donde da servicio al área de Laboratorio:

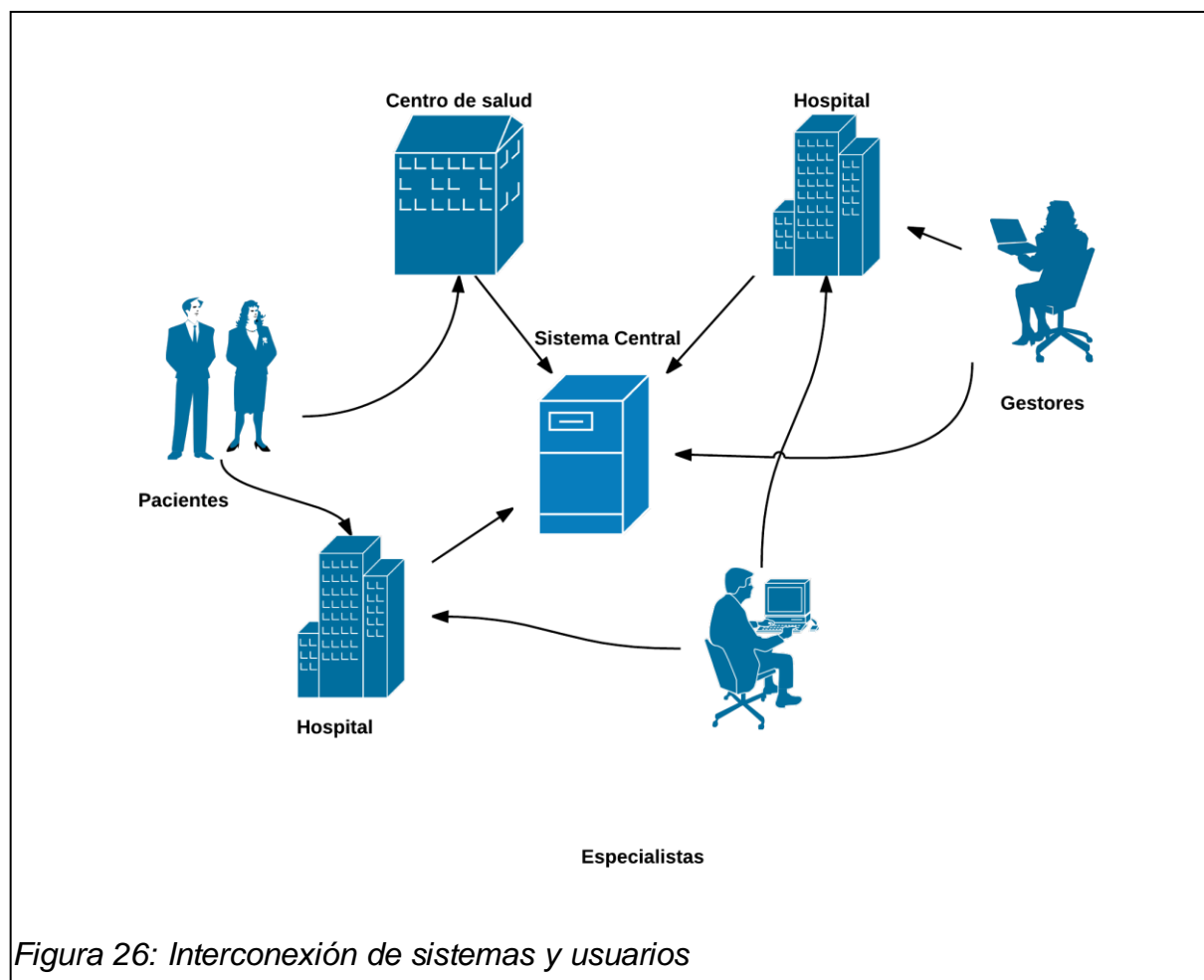


En el diseño propuesto como solución se muestra la interacción entre Horus y este sistema mediante mensajería siguiendo el estándar HL7 V3 que permitiría obtener datos sobre la historia clínica de los pacientes. En este caso se podría utilizar Horus como fuente de datos para completar el perfil de un paciente de forma eficiente y casi automática.

En el sistema propuesto hay varias formas de añadir un nuevo paciente: manual o proveniente de una fuente externa. Es decir, este sistema se beneficiaría de su integración con Horus para obtener información sobre pacientes, ya que se utilizaría como fuente externa de datos.

Los sistemas de repositorios de información de salud se encuentran en plena evolución y la tendencia indica que poco a poco todos los sistemas van a ser capaces de colaborar entre sí exportando e importando datos de otros sistemas favoreciendo la compartición de datos y sobretodo permitiendo a los usuarios de los servicios de salud acceder a sus propia información médica.

El reto es conseguir un sistema sanitario accesible para diferentes roles de usuarios que sean capaces de obtener información segura y completa gracias de sistemas interconectados. Horus y la arquitectura SOA son buenos ejemplos de esta tendencia.



6.4.3. Estructura de datos

En esta herramienta pensada para uso por parte de especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología se deben recoger datos referentes a las entidades principales: pacientes, especialistas e intervenciones.

Las entidades presentes en el modelo de datos son:

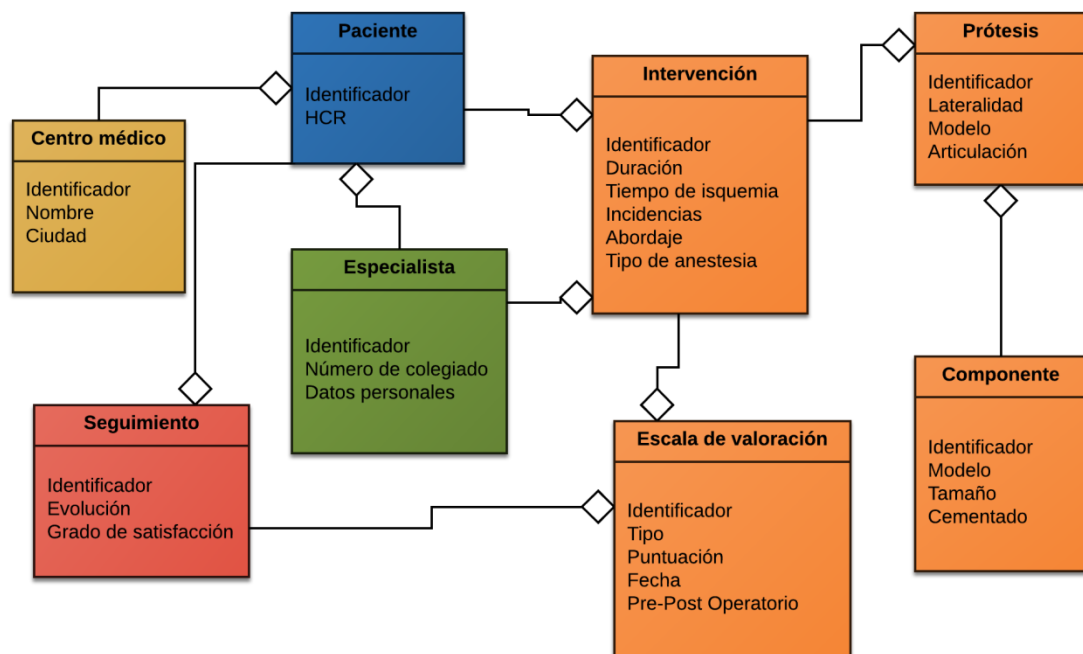


Figura 27: Modelo de datos

- **Paciente:** La herramienta debe guardar datos sobre pacientes con formato de historia clínica resumida (HCR), que contiene los datos personales de salud que sean de interés de forma sintética. Se debe utilizar un esquema compatible con los sistemas de salud con los que se integra la aplicación porque cada país utiliza un formato diferente.
- **Centro médico:** Información sobre los centros médicos donde se realizan las consultas e intervenciones.
- **Especialista:** Contendrá los datos sobre los especialistas, su información personal. Utiliza datos de las relaciones principales, Paciente e Intervención con las que se relaciona para recoger los datos de su actividad.
- **Intervención:** Es importante recoger datos de las intervenciones para su posterior análisis. La duración, si ha habido incidencias o complicaciones, el abordaje utilizado o tipo de anestesia son los datos esenciales de una intervención. De

estas además interesa saber qué especialista la ha llevado a cabo, sobre qué paciente y si se ha implantado una prótesis se debe realizar un seguimiento con escalas de valoración.

- **Prótesis:** Las prótesis implantadas en intervenciones están formadas por varios componentes. Además contiene datos sobre la lateralidad o el modelo utilizado. Esta información es muy útil para su explotación con fines estadísticos.
- **Componentes:** los componentes que contienen las prótesis deben estar identificados por su modelo, tamaño y si tienen cementado o no.
- **Seguimiento:** El seguimiento de los pacientes se realiza de forma pre y post operatoria. Debe contener la información recogida en los reconocimientos y se apoya en las escalas de valoración.
- **Escalas de valoración:** El sistema debe proporcionar todas las que los especialistas utilicen. Con ellas se puede medir y puntuar el estado de los pacientes respecto a una lesión específica. Cada escala de valor tiene un formato específico y proporcionan datos válidos publicaciones científicas.

La medición de resultados en cirugía y su posterior gestión es un aspecto clave en la mejora de atención y tratamiento de dolencias traumatológicas. Ente los motivos que impulsan este aumento del interés por estos datos destacan:

- El aumento del interés de los pacientes sobre su salud y sus expectativas
- El deseo por parte de los gestores de la salud de conocer la eficiencia de los procedimientos
- La necesidad de avanzar sobre datos objetivos en la investigación clínicas
- La necesidad de los especialistas de disponer de resultados objetivos sobre su práctica clínicas

Para satisfacer estas necesidades se ha extendido el uso de Escalas de Valoración estandarizadas que se utilizan para medir de forma objetiva los resultados de una intervención.

6.4.3.1. Ejemplo de escalas de valoración: Knee Society Score

El KSS es la escala de valoración internacional más usada en la cirugía protésica de rodilla. Fue propuesta por la sociedad americana de rodilla y está basado en dos categorías de puntuaciones que se complementan, una basada en parámetros clínicos y otra en la funcionalidad de la rodilla en actividades específicas.

La puntuación de la Rodilla del KSS evalúa el dolor, la amplitud de movimiento. Para ello establece una plantilla ponderada con la que encuestar al paciente.

1. Dolor

Se establecen cincuenta puntos para evaluar el dolor. El especialista pide al paciente que describa el nivel de dolor al realizar algunas actividades seleccionando entre las posibles respuestas ponderadas: ninguno, leve, moderado o agudo. Un dolor agudo o severo se pondera con cero puntos.

2. Amplitud de movimiento

En este caso se establece un máximo de veinticinco puntos. Cada cinco grados de movilidad equivalen a un punto.

3. Estabilidad

El especialista mide la estabilidad de la rodilla del paciente en el plano antero-posterior, medio-lateral y frontal. Según los milímetros de desplazamiento se va puntuando este valor. Las inestabilidades agudas no obtienen puntos.

4. Deducciones

Se toman en tres áreas: contractura en flexión, limitación en la extensión y desaxación. Estas medidas son negativas, por lo que restan puntos al cómputo final.

Puntuación de la función KSS

Mide la capacidad que tiene el paciente de realizar actividades concretas como subir y bajar escaleras o caminar. Si el paciente es capaz de caminar un número ilimitado de manzanas se le da una puntuación de cincuenta puntos y si no es capaz de andar recibe cero puntos. El especialista debe puntuar los casos intermedios en esta actividad y también en la capacidad de subir y bajar escaleras.

La Puntuación de la Rodilla y la Puntuación de la Función del KSS se consideran por separado, si la puntuación es entre ochenta y cinco y cien se considera un resultado excelente. Por debajo de sesenta son malos resultados.

6.4.4. Capacidades funcionales a cubrir por el sistema

El seguimiento de los pacientes intervenidos en los que se implanta una prótesis es de utilidad no sólo en la ayuda a la toma de decisiones sino también como sistema de gestión de intervenciones y prótesis.

El sistema debe tener capacidad para ofrecer diferentes tipos de informes con utilidades diversas:

- **Conocer el grado de experiencia:** Un especialista puede medir su grado de experiencia con un tipo de intervención o de prótesis llevando el seguimiento de casos y su grado de éxito.
- **Ayuda a la toma de decisiones:** Es importante tener datos en los que basarse a la hora de decidir qué tipo de intervención o de prótesis se va a realizar. Para ello se pueden obtener informes sobre casos de éxito dado un componente. Por ejemplo, el porcentaje de éxitos en pacientes intervenidos con Artroplastia de rodilla comprendidos en una franja de edad determinada, grado de éxito de un modelo de prótesis, factores que pueden influir en casos de infección de prótesis, etc.
- **Control de prótesis y material asociado.** Gestionar el número de prótesis para uso logístico.
- **Control de prótesis implantadas en pacientes.** Poder conocer qué pacientes llevan un tipo de prótesis específica para casos en los que se deban localizar. Por ejemplo si se ha detectado un problema que se les deba comunicar, como por ejemplo un defecto en el material..
- **Gestión de intervenciones.** Por ejemplo para tener datos en los que basarse al realizar las planificaciones de quirófano.
- **Obtención de informes con datos válidos para publicaciones científicas,** gracias a la disponibilidad de métricas de valoración.

7. Conclusiones

- La enorme cantidad de datos existente en los centros hospitalarios y el incremento de fuentes de datos sanitarios (como por ejemplo los sensores) hace que sea complejo unificar y gestionar los mismos de forma eficiente. Las aplicaciones deben hacer frente a este reto y proporcionar herramientas basadas en estándares que garanticen la interoperabilidad de sistemas sanitarios heterogéneos.
- Entre los estándares que existen para el entorno sanitario el más extendido en la actualidad es el HL7, pero todavía hace falta que las organizaciones sanitarias lleguen a un consenso y se impliquen en mejorar y completar los estándares que se utilizan hoy en día.
- Los sistemas sanitarios diseñados para grandes hospitales están en proceso de convertirse en sistemas que cumplan más los estándares y que ofrezcan mejores comunicaciones entre sí, pero este camino acaba de empezar a recorrerse y todavía es necesario que evolucionen en este sentido.
- La aparición de aplicaciones externas que complementen estos sistemas es una buena solución para ofrecer servicios con una mayor especialización y personalización para grupos de especialistas. Para desarrollar esta función son idóneos los sistemas que se basen en arquitecturas SOA y en la Web para proporcionar aplicaciones accesibles desde cualquier lugar, flexibles, extensibles, escalables y con un mantenimiento más sencillo que los grandes sistemas sanitarios que se utilizan en hospitales.
- Para diseñar sistemas informáticos altamente compatibles es necesario utilizar las tecnologías adecuadas. Es aconsejable valerse de tecnologías y protocolos abiertos y siempre utilizar estándares.

8. Líneas de investigación futuras

8.1. Big Data y eHealth

El sector Salud es uno de los campos en los que el Big Data tiene mayor impacto y se espera a corto plazo un crecimiento espectacular de las aplicaciones enfocadas a la gestión de centros de salud, análisis de datos, administración hospitalaria y documentación científica entre otros.

El reto es transformar esa masiva cantidad de datos en información teniendo en cuenta que cada vez aumentan debido a que cada vez hay más fuentes proveedoras de datos como sensores y smartphones.

Sería interesante aplicar paradigmas enfocados a Big Data en la solución propuesta para mejorar la inteligencia del sistema y transformar los datos en conocimiento más útil para los especialistas.

8.2. eHealth 2.0

En el futuro es interesante estudiar la posibilidad de dotar a esta solución de capacidad social, es decir, promover la compartición de información entre especialistas de forma que puedan trabajar conjuntamente en sus investigaciones y ampliar los datos de sus estudios clínicos y publicaciones científicas.

9. Referencias

- EN 13606 Association Site(2015). Standard Halthcare Providers Obtenido de <http://www.en13606.org/>
- Castellet Feliu E, V. N. (2010). Escalas de valoración en cirugía ortopédica y traumatología. *Revista Trauma Fundación Mapfre*, Vol21 Supl 1 2010.
- Catherine Chronaki, A. E., Kalra, D., Gonzaga, Z., Garber, L., Blechman, E., Ferguson, J., & Kay, S. (s.f.). Interoperability Standards enabling cross-border Patient Summary Exchange. En *Studies in Health Technology and Informatics Volume 205: e-Health – For Continuity of Care* (págs. 256 - 260).
- Christensen, H. (2014). Localizing the HL7 Personal Health Monitoring record for Danish telemedicine. En B. S.-H. Christian Lovis, *Studies in Health Technology and Informatics* (págs. 251-255 Volume 205: e-Health – For Continuity of Care). 978-1-61499-431-2 (print) | 978-1-61499-432-9 (online).
- CIE10. (2015). *Clasificación internacional de Enfermedades Versión 10*. Obtenido de http://www.cie10.org/Cie10_Que_es_cie10.html
- European Comission. (2012). *Plan de acción sobre la salud electrónica: 2012-2020*. Obtenido de http://ec.europa.eu/health/ehealth/docs/com_2012_736_es.pdf
- World Wide Web Consortium (2015). *W3C, Guía Breve de Tecnologías XML*. Obtenido de <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/TecnologiasXML>
- International Classification of Diseases Site (2015). *ICD*. Obtenido de <http://www.who.int/classifications/icd/en/>
- Emerson Pinchao, P., & Rubén Caballero, N. (2011). : Trabajo de Grado: Propuesta para la interoperabilidad de procesos de negocio en Sistemas de Información Hospitalarios bajo una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA). Universidad Del Cauca, Popayán, Colombia.
- IHE España Site. (2015). *Integrating the Healthcare nterprise* Obtenido de <http://www.ihe-e.org/>
- Han, S. H., Lee, M. H., Kim, S. G., Jeong, J. Y., Lee, B. N., Choi, M. S., ... Bae, J. B. (2010). Implementation of Medical Information Exchange System Based on EHR Standard. *Healthcare Informatics Research*, 16(4), 281–289. doi:10.4258/hir.2010.16.4.281

Health Level Seven International Site (2005). *HL7 standards*. Obtenido de <http://www.hl7.org/index.cfm>

Jordi Calvera, I. (s.f.). Fórum CIS: Integración e Interoperabilidad en Sanidad. http://www.kneesociety.org/web/outcomes_rationale.html, (pág. 46).

Junta de Castilla y León. (2015). *Portal de Salud de Castilla y León: Estándares de integración*. Obtenido de: http://www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/empresas/tkContent?idContent=500929&locale=es_ES&textOnly=false

Logical Observation Identifiers names and Codes Site. (2015). *LOINC*. Obtenido de <http://loinc.org/>

APISCAM Site (2015). *Asociación de Profesionales de Informática de la Sanidad de la Comunidad de Madrid*. Obtenido de <http://apiscam.blogspot.com.es/>

Sociedad Española Médica. (2015). *SERAM*. Obtenido de <http://seram.es/modules.php?name=webstructure&lang=ES&idwebstructure=100>

Digital imaging and Communications in Medicine Site. (2015). *DICOM*. Obtenido de <http://medical.nema.org/>

Ministerio de Sanidad, Asuntos Sociales e Igualdad. Gobierno de España. (14 de enero de 2015). *Nota de prensa E-Salud*. Madrid. Obtenido de: <http://www.msssi.gob.es/gabinete/notasPrensa.do?id=3526>

Ministerio de Sanidad, Asuntos Sociales e Igualdad. Gobierno de España. (2015). Documentos eHealth ¿Qué es SNOMED-CT?. Obtenido de: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/hcdsns/areaRecursosSem/snomed-ct/quees.htm>

MuleSoft Site. (2015). *Mule healthcare Toolkit*. Obtenido de <http://www.mulesoft.org/documentation/display/current/Mule+Healthcare+Toolkit>

OpenEHR. Site (2015). *OpenEHR Platform*. Obtenido de <http://www.openehr.org/>

Perdices, J. (2015). *eHealth Wars Blog*. Obtenido de <https://ehealthwars.wordpress.com/about/>

Ramos López, J. M., Cuchí Alfaro, M. (2011). La historia clínica digital en el entorno del Decreto de Libertad de Elección. *Revista eSalud.com Vol. 7 No. 26, 9*.

E-Health Reporter Site. (2015). *E-Health Reporter Latin America*. Obtenido de <http://www.ehealthreporter.com/es>

Sociedad Española de Informática de la Salud. (ABRIL de 2014). Índice *SEIS 2013*. Obtenido de <http://www.seis.es/documentos/acuerdosyconvenios/INDICE%202013%20DEFINITIVO%20ver%20%20SECURED.pdf>

Health Level Seven International. Object Management Group. (2015). *Healthcare Services Specification Program (HSSP)*. Obtenido de <http://hssp.wikispaces.com/home>

The Knee Society Site (2015). *The Knee Society: Rationale of The Knee Society Clinical Rating System*. Obtenido de http://www.kneesociety.org/web/outcomes_rationale.html

SNOMED-CT Site (2015). *Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (IHTSDO)*. Obtenido de <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>

Weber-Jahnke, & Neil, B. (2009). eHealth Interoperability with Web-based Medical Terminology Services - A Study of Service Requirements and Maturity. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence Vol. 1, No. 2, 153-160*.