

**Universidad de la República**

**URUGUAY**

**TRAUMAGEN: historia clínica electrónica con acceso telemático a imágenes médicas de pacientes de trauma**

Informe del trabajo realizado para el proyecto e implementación de un sistema de historia clínica y manejo de imágenes original para satisfacer los requisitos de la asignatura "*Proyecto de grado*" del Instituto de Computación (INCO) de la Facultad de Ingeniería por

**Leandro Carrasco y Pablo Pazos Gutiérrez**

**Supervisores:**

**Prof. Agr. Ing. Jorge Triñanes**

**Prof. Agr. Ing. Franco Simini (NIB)**

**Responsables:**

**Dr. Gerardo Barrios (UNaSeV)**

**Prof. Agr. Dr. Fernando Machado (Fac. Medicina)**

**Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería (NIB)**

en colaboración con el

**Servicio de Emergencia del Hospital Maciel actuando como Unidad Docente Asistencial (UDA) de la Facultad de Medicina**

Abril 2009 - Julio 2010

## Resumen

Este proyecto se centra en el desarrollo de TRAUMAGEN, un sistema de Historia Clínica Electrónica (HCE) con acceso telemático a estudios imagenológicos digitales. Está especializado en el registro de la atención a pacientes gravemente traumatizados. TRAUMAGEN cumple con múltiples estándares y especificaciones internacionales como ser OpenEHR, DICOM, HL7 CDA, HL7-PA, IHE-PDQ y la CIE 10. TRAUMAGEN es una aplicación accesible desde Internet con vocación de sistema de alcance nacional, protegido por adecuados niveles de seguridad y confidencialidad. En TRAUMAGEN se hicieron innovaciones en varias áreas, como en la implementación de una arquitectura de HCE basada en la gestión del conocimiento clínico, en la combinación de múltiples estándares, y en la aplicación de diversas tecnologías y herramientas. En este trabajo se resuelven problemas complejos como el modelado del conocimiento clínico y de la información clínica, la interoperabilidad de la información clínica y demográfica normalizada, la persistencia de información clínica, el uso de meta-datos para la generación dinámica de la interfaz de usuario, entre otros. Los resultados de este proyecto incluyen una primer aproximación a un marco de trabajo, basado en la gestión del conocimiento, que permite implementar otros sistemas de HCE; un sistema de HCE estándar, interoperable, mantenible y flexible especializado en la atención de trauma, la HCET; una especificación detallada del proceso asistencial del traumatizado y el proceso de registro que lo acompaña; y una interfaz de Historia Clínica de Trauma en formato papel (HCT).

# Índice

TRAUMAGEN: historia clínica electrónica con acceso telemático a imágenes médicas de pacientes de trauma.....	1
Resumen.....	2
Índice.....	3
Capítulo 1: introducción .....	7
1.1 El dominio informático-médico .....	7
1.2 Conceptos generales.....	8
1.2.1 Historia clínica electrónica .....	8
1.2.2 Historial de salud .....	8
1.2.3 Sistema de información hospitalario.....	9
1.2.4 Sistema de información de radiología.....	9
1.2.5 Picture archiving and communication system (PACS).....	10
1.2.6 OpenEHR.....	11
1.3 Objetivos y problemáticas a tratar .....	13
1.3.1 Características deseables.....	14
1.4 Resultados obtenidos .....	15
1.4.1 Marco de trabajo genérico basado en el conocimiento clínico.....	16
1.4.2 Base de conocimiento clínico para trauma .....	17
1.4.3 Componente de interoperabilidad con PACS .....	20
1.4.4 Componente de interoperabilidad con IMP .....	22
1.4.5 Especificación detallada del proceso asistencial.....	22
1.4.6 Interfaz de historia clínica de trauma en formato papel (HCT).....	24
1.4.7 TRAUMAGEN .....	24
1.4.8 Pruebas de interoperabilidad realizadas.....	27
1.4.9 Sobre características deseables .....	27
Capítulo 2: análisis del dominio .....	29
2.1 Introducción .....	29
2.2 Análisis del proceso asistencial .....	29
2.3 Descripción de las etapas del proceso asistencial .....	29
2.3.1 Departamento de emergencia.....	29
2.3.2 Servicios de internación intra-hospital.....	30
2.3.3 Etapas comunes.....	31
2.4 Subproceso asistencial de evaluación del paciente traumatizado .....	31
2.5 Registros y roles por etapa.....	32
2.5.1 Admisión.....	32
2.5.2 Triage/Evaluación.....	32
2.5.3 Pedido de evaluación por especialista: (Interconsultas) .....	51
2.5.4 Diagnóstico .....	52
2.5.5 Decisiones terapéuticas evolutivas (tratamiento).....	53
2.5.6 Alta/Traslado.....	54
2.6 Modelo conceptual del dominio.....	55
2.6.1 Descripción de las entidades.....	55
Capítulo 3: requerimientos.....	57
3.1 Requerimientos funcionales.....	57
3.1.1 Req. 1: Registro de información clínica .....	57
3.1.2 Req. 2: Subir fotos digitales.....	58
3.1.3 Req. 3: Firma del registro médico.....	58
3.1.4 Req. 4: Creación de documentos clínicos CDA.....	59

3.1.5	Req. 5: Implementación de indicadores.....	59
3.1.6	Req: 6: Autenticación y autorización.....	60
3.1.7	Req. 7: Administración integrada de pacientes.....	60
3.1.8	Req. 8: Selección de diagnósticos usando CIE 10.....	61
3.1.9	Req. 9: Gestión integrada de pacientes.....	61
3.2	Requerimientos no funcionales.....	62
3.2.1	Aplicación de estándares.....	62
3.2.2	Registro episódico.....	64
3.2.3	Texto libre para registrar situaciones no previstas.....	64
Capítulo 4: arquitectura.....		65
4.1	Vista de contexto.....	65
4.2	Vista por componentes.....	66
4.3	Vista por capas.....	67
4.4	Vista de funcionalidades.....	68
4.4.1	Descripción de las funcionalidades.....	69
Capítulo 5: diseño detallado.....		83
5.1	Componente de registro clínico.....	83
5.1.1	Gestor de plantillas.....	83
5.1.2	Gestor de arquetipos.....	85
5.1.3	Generador de interfaz de usuario.....	85
5.1.4	Data binder.....	92
5.1.5	Modelo de información.....	94
5.1.6	Estados, control de cambios y versionado del registro.....	96
5.2	Componente demográfico.....	98
5.2.1	Modelo de información.....	98
5.2.2	Gestión de pacientes.....	99
5.2.3	Componente de autenticación de usuarios.....	101
5.3	Componente de servicios.....	102
5.3.1	Servicio de acceso a estudios imagenológicos (AEI).....	102
5.3.2	Servicios de infraestructura.....	104
Capítulo 6: documentación técnica.....		108
6.1	Tecnologías.....	108
6.2	Internacionalización.....	108
6.2.1	Búsqueda de textos traducibles en Grails.....	109
6.3	Persistencia de información clínica.....	110
6.4	Implementación de las plantillas.....	111
6.4.1	Sintaxis de plantillas.....	111
6.4.2	Identificación, ubicación e inclusión de las plantillas.....	113
6.5	Interfaz de usuario.....	115
6.5.1	Comentarios sobre la generación de la interfaz de usuario.....	117
6.6	Registro narrativo, control terminológico y codificación.....	118
6.6.1	Control terminológico y codificación.....	119
6.6.2	Decisiones tomadas para este proyecto.....	120
6.6.3	Ingreso asistido de diagnósticos.....	120
6.6.4	Tablas maestras.....	122
6.7	Utilización de herramientas existentes.....	123
6.7.1	Integración de estudios imagenológicos.....	123
6.7.2	Modelado del conocimiento médico.....	124
6.8	Servicios utilitarios.....	126
6.8.1	Generación de documentos clínicos CDA.....	128
6.8.2	Cálculo de indicadores.....	129

6.9	Consideraciones sobre performance .....	131
6.10	Decisiones sobre el uso de OpenEHR .....	133
6.11	Soluciones a problemas detectados.....	134
	Adjuntar imágenes digitales a la HCET.....	134
Capítulo 7: conclusiones y trabajo futuro .....		135
7.1	Resumen y conclusiones .....	135
7.1.1	Conclusiones sobre aplicación general de estándares.....	135
7.2	Mejoras y trabajo futuro.....	139
Bibliografía y referencias.....		142
Índice de figuras.....		147
Índice de tablas .....		148
Glosario.....		149
Anexos .....		150
Anexo 1: investigación sobre OpenEHR .....		150
Introducción .....		150
Modelo de diseño en dos niveles .....		153
Analogía con LEGO .....		154
Cambiando la forma en la que hacemos software .....		155
Trabajos relacionados .....		157
Referencias.....		157
Anexo 2: investigación sobre DICOM .....		158
Introducción .....		158
Componentes y comunicación .....		159
Representación de datos.....		160
Servicios DICOM .....		161
Descripción de los servicios DICOM .....		162
Referencias.....		163
Anexo 3: investigación sobre modalidades DICOM .....		164
Introducción .....		164
Modalidades.....		164
CR: radiografía computarizada .....		164
CT: tomografía computarizada .....		165
MR: resonancia magnética.....		165
NM: medicina nuclear.....		166
US: ecografía / ultrasonido / sonografía / ultrasonografía .....		166
XA: X-Ray angiography, angiografía o arteriografía por rayos X .....		167
PET: positron emission tomography / tomografía por emisión de positrones.....		168
DX, DR: digital radiography (rayos X) .....		168
MG, MAMMO: mammography / mamografía .....		168
Anexo 4: investigación sobre HL7 e IHE .....		170
Introducción .....		170
Perfil PIX .....		170
Perfil PDQ.....		171
Referencias.....		172
Anexo 5: investigación sobre HL7 CDA .....		173
Introducción .....		173
Modelo de información clínica .....		173
Ejemplo de documento CDA .....		175
Anexo 6: cronograma y gestión del proyecto .....		177
Anexo 7: manual de usuario .....		181
Introducción .....		181

Generalidades del Sistema .....	181
Generalidades de la Interfaz Gráfica.....	182
Ejemplo de registro .....	185
Escenario 1 – Paciente leve (entra por Admisión).....	185
Escenario 2 – Paciente grave (entra por puerta de Emergencia) .....	204
Funcionalidades particulares.....	207
Acceso a imágenes .....	207
Cálculo de indicadores .....	209

# Capítulo 1: introducción

Este capítulo servirá de introducción al dominio informático-médico, a los conceptos necesarios para contextualizar el desarrollo de este proyecto, a los objetivos, problemáticas tratadas, a los resultados obtenidos, y a la organización general de este documento.

## 1.1 *El dominio informático-médico*

El dominio clínico, o de atención médica, es altamente complejo y heterogéneo. Esto se debe a que en la atención médica hay una gran cantidad de actores en juego (médicos, enfermeras, técnicos, administrativos, pacientes, etc.), una gran cantidad de procesos ejecutándose en paralelo (admisiones, consultas médicas, realización de estudios, internaciones, etc.), de organizaciones involucradas (hospitales, servicios, sectores, laboratorios, clínicas, etc.), y una gran cantidad y variedad de información clínica, demográfica, administrativa y contable. En este contexto cada profesional debe enfrentarse a diario con esta complejidad y heterogeneidad para cumplir con sus tareas de forma eficaz y eficiente, teniendo la gran responsabilidad de mantener la salud y calidad de vida de sus pacientes.

El dominio informático-médico es por definición multidisciplinario. Su principal tarea es brindar herramientas informáticas que permitan un procesamiento automático de la gran cantidad y variedad de información disponible, con el fin de ayudar en el trabajo de los distintos profesionales del equipo de salud, también de mejorar su comunicación interna y hacia el paciente, de mejorar los procesos asistenciales y su registro, de disminuir tiempos de espera, entre otros beneficios. Con esta ayuda que recibe el equipo de salud, lo que realmente se busca es una mejora de la calidad en la atención al paciente. En la práctica estas herramientas facilitan el registro y la búsqueda de información, acompañando los procesos asistenciales, facilitando la agregación de datos (cálculo de indicadores clínicos y de gestión), y brindando ayudas al médico tales como alertas, recordatorios y oferta automática de documentos relacionados a cada caso clínico.

Debido a la complejidad y heterogeneidad del dominio clínico, la informatización de lo que se denomina la “capa clínica” (registro clínico, soporte a la toma de decisiones, prescripción electrónica, seguimiento de pacientes, etc.), se ha demorado mucho en comparación con la informatización de la “capa administrativa” (administración, stock, contabilidad, personal, etc.), la cual cuenta con muchos años de implementaciones exitosas. Por otro lado, en la atención médica el proceso de trabajo se ajusta caso a caso, lo que hace difícil poder abstraer y crear modelos genéricos válidos. En muchas ocasiones las soluciones para la informatización de la capa clínica son incompletas o parciales, muchas veces por tratar de resolver todos los problemas en una sola aplicación monolítica, o por falta de integración con los sistemas informáticos existentes utilizados en distintos sectores de la misma institución (laboratorio, internación, emergencia, radiología, etc.). Esto contribuye a uno de los mayores problemas que tiene que enfrentar la Historia Clínica Electrónica (HCE), y es la fragmentación de la información clínica. Esto se da cuando existen múltiples sistemas informáticos de registro de información clínica, pero no existe una integración de dicha información, tal que permita contar con la HCE completa de un paciente.

La abstracción, el modelado, la búsqueda de patrones, y la estandarización son las herramientas que se deben utilizar para bajar la complejidad del dominio y lograr un cierto nivel de homogeneidad, para poder lograr una informatización de la capa clínica. Esta estandarización e

informatización ayudará a simplificar la interoperabilidad entre sistemas clínicos de la misma institución o de distintas instituciones, logrando así, no solo un beneficio local de un sector, servicio o institución, si no, un beneficio global tanto para el paciente que se atiende en diversas instituciones y servicios, como para los gestores de dichas instituciones. La integración de la información clínica, de diversos sistemas intra e inter hospitalarios, disminuye la fragmentación de la información, por lo que es fundamental para lograr una HCE completa de cada paciente, independientemente de donde se atienda. Además, como la Historia Clínica (HC) es la fuente principal de información de un paciente en el dominio clínico, todos los procesos que se realizan en la atención médica de un paciente dependen de esa información y generan nueva información. Por lo tanto la información en la HC deberá ser el pilar central del modelado y la estandarización, para poder crear una Historia Clínica Electrónica que de soporte al Sistema de Información Hospitalario (HIS) y a otros sistemas. Con esto se lograría una informatización efectiva de la capa clínica y un aprovechamiento de la información como principal entrada para la gestión clínica, administrativa y contable, ayudando a los gestores de las instituciones a conocer fielmente lo que sucede en el sector asistencial de cada institución sanitaria. En la práctica, para la gestión de las instituciones son utilizadas herramientas de Cuadro de Mando Integral (BSC), los cuales toman sus datos de Almacenes de Datos (Datawarehouse), y esos datos son extraídos de las HCEs.

Más sobre la complejidad del dominio informático-clínico: [1, 2]

## **1.2 Conceptos generales**

En esta sección se resumen los conceptos generales para facilitar la comprensión de esta documentación ya que luego serán referenciados en múltiples ocasiones.

### **1.2.1 Historia clínica electrónica**

Electronic Medical Record (EMR) en inglés, es un entorno de aplicaciones compuesta de un repositorio de datos clínicos, soporte a las decisiones clínicas, vocabulario médico controlado, ingreso de órdenes, proveedor computarizado de ingreso de entradas, farmacia y aplicaciones de documentación clínica. Este entorno soporta la historia clínica del paciente entre entornos hospitalarios (internación) y ambulatorios, y es utilizado por profesionales de la salud para documentar, seguir y administrar la prestación de la asistencia sanitaria dentro de la organización prestadora del servicio. Los registros son constancias con valor legal de lo que ocurrió con el paciente durante los encuentros dentro de la organización prestadora y son propiedad de la misma [3].

### **1.2.2 Historial de salud**

Comúnmente referenciado en inglés, Electronic Health Record (EHR), es un conjunto de registros generados en encuentros en la prestación de servicios de salud longitudinal, o sea que contemplan toda la vida del paciente, desde su nacimiento hasta su fallecimiento. También incluye información demográfica de los pacientes, seguimiento de guías y procesos de atención, los problemas de salud, medicamentos que toma, signos vitales, antecedentes médicos, vacunas, resultados de laboratorio e informes de radiología e información ambiental, social y financiera de los pacientes. Incluye apoyo a las decisiones clínicas, gestión de la calidad en la atención, presentación de informes y resultados. La información del paciente pertenece a este y es

controlada por el mismo (el paciente debe dar consentimiento para que alguien pueda acceder a su información) [3, 4, 5].

### **1.2.3 Sistema de información hospitalario**

Comúnmente referenciado en inglés, Hospital Information System (HIS), es un sistema de información completo e integrado, diseñado para gestionar los aspectos administrativos, financieros y clínicos de un hospital. Esto abarca el proceso de la información en papel, así como máquinas para el procesamiento de los datos. Puede estar compuesto de uno o varios componentes de software con extensiones por especialidades médicas como Sistemas de Información de Laboratorio, Sistemas de Información de Radiología, etc. [6].

### **1.2.4 Sistema de información de radiología**

Comúnmente referenciado en inglés, Radiology Information System (RIS), es un sistema de información utilizado por los departamentos de radiología para almacenar, manipular y distribuir información radiológica e imágenes del paciente (a través de un PACS). En general, el sistema consiste de soporte para seguimiento y planificación de pacientes, resultado de informes y seguimiento de imágenes [7].

Las funcionalidades más comunes de un RIS son:

- Registro y planificación de pacientes
- Manejo de listas de pacientes
- Interfaz con la modalidad mediante una “Worklist”
- Manejo del flujo de trabajo del departamento de radiología
- Escaneado de pedidos y documentos
- Entrada de resultados
- Reportes e impresión
- Entrega de resultados, incluyendo envío por fax y correo electrónico de reportes clínicos
- Seguimiento del paciente
- Documentos interactivos
- Creación de archivos técnicos
- Manejo de modalidades y materiales
- Procesamiento automático de órdenes

Otras características:

- Anotación de reservas
- Generación de reportes a medida
- Interfaces HL7 con un PACS
- Facturación
- Motor de reglas
- Códigos de barras

**Radiología:** el uso de radiación, ultrasonido, rayos X, tomografías computarizadas (CT), imágenes por resonancia magnética (MRI), mamografía y otras tecnologías por imágenes para diagnosticar enfermedades y trastornos internos.

**Imagenología:** en el campo de la medicina, proceso por el que se crean imágenes de áreas del interior del cuerpo. En imagenología se usan métodos como los rayos X (radiación de alta energía), ecografía (ondas de sonido de alta energía) y ondas de radio.

### 1.2.5 Picture archiving and communication system (PACS)

Son computadoras o redes de computadoras dedicadas al almacenamiento, recuperación, distribución y presentación de imágenes. El formato de almacenamiento más común es DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) [8]. La mayoría de los PACS manejan información de varios tipos o modalidades, adquiridas de varios equipos distintos de imagenología. Incluyendo:

- Ultrasonido (US)
- Resonancia Magnética (MR)
- Tomografía por Emisión de Positrones (PET)
- Tomografía Computada (CT)
- Endoscopia (ENDO)
- Mamografías (MAMMO)
- Radiografía Digital (DR)
- Radiografía Computada (CR)

Los PACS tienen dos usos principales:

- Reemplaza la administración de archivos de copias “duras” de imágenes impresas en película, proveyendo de acceso instantáneo a imágenes en la institución. A las copias digitales se les llama copias “blandas”.
- Acceso remoto a visualización de imágenes e informes, permitiendo que profesionales en distintas ubicaciones físicas acceder a la misma información el mismo tiempo.

### Captura de imágenes [9]

Las imágenes pueden ser capturadas de varias formas:

- Utilizando una estación de trabajo de captura de imágenes con algún tipo de entrada como cámara de video, cámara de fotos digital, escáner, o archivos de imágenes digitales en el disco duro.
- Utilizando una interfaz estándar automatizada como DICOM.
- Utilizando la interfaz de reportes de procedimientos clínicos, o una interfaz a un sistema de documentos comercial.

Las estaciones de captura de imágenes típicamente están ubicadas cerca de la fuente de las imágenes, a no ser que se haga un escaneo centralizado. Por ejemplo, una estación de captura puede estar ubicada cerca del laboratorio de gastroenterología (GI) o de las salas de patología. La

salida del video de la cámara podrá estar conectada directamente a la estación de captura. Muchas imágenes de radiología, oftalmología y odontología pueden capturarse automáticamente utilizando una puerta de enlace DICOM.

Las imágenes capturadas son incorporadas a la historia clínica del paciente, y pueden ser visualizadas desde estaciones de trabajo clínicas o de diagnóstico (con monitores de grado médico).

### **Visualización para diagnósticos [9]**

Las estaciones de trabajo de diagnóstico de radiología permiten a los radiólogos la interpretación de imágenes radiológicas digitales sin la necesidad de que estas sean impresas o reveladas en película. La lectura de las imágenes digitales provee la habilidad de ajustar la densidad de las imágenes sin necesidad de reimprimir las películas. Los radiólogos puede marcar imágenes como “imágenes clave” de forma de poder hacer más sencillas las consultas cuando se trabaja con miles de imágenes.

### **Administración de imágenes [9]**

- Almacenamiento en servidores, medios ópticos o magnéticos. Procesos batch que almacenan las imágenes en los repositorios respectivos.
- Comunicación de imágenes entre sistemas o entre sistema/persona.
- Extracción
- Visualización

### **1.2.6 OpenEHR**

OpenEHR es una organización que trata de crear especificaciones, software de código abierto y herramientas que ayuden en el desarrollo de sistemas de información en salud. En el espacio clínico trata de crear modelos clínicos de alta calidad, que a la vez sean reutilizables a nivel de contenidos y procesos, este modelo es conocido como "modelo de arquetipos", junto con contactos formales con las terminologías médicas. OpenEHR propone la necesidad de un **framework orientado a la gestión del conocimiento clínico**, basado en ontologías, terminologías, y una plataforma computacional de salud abierta desde el punto de vista semántico, en el cual los conceptos clínicos complejos pueden ser representados y compartidos. Al mismo tiempo **se debe soportar la viabilidad económica de la construcción de sistemas informáticos de salud mantenibles y adaptables** [10].

OpenEHR propone un enfoque de diseño “dual” o en “dos niveles”, donde “Conocimiento Clínico” e “Información Clínica” están en dos componentes bien separados. El Conocimiento Clínico es especificado mediante arquetipos en una Base de Conocimiento, mientras que modelo de Información Clínica es implementado dentro de la Aplicación de Software. Este enfoque trata de modificar la forma tradicional de desarrollar software basado en “un nivel”, donde el conocimiento del dominio es implementado de forma “dura” dentro de la Aplicación de Software. El diseño dual contribuye a la mantenibilidad y adaptabilidad tanto del software, como del conocimiento clínico del sistema, a medida que la tecnología y el conocimiento cambian y se actualizan.

En resumen el enfoque en “dos niveles” consiste en:

- Separar Conocimiento Clínico de la Información Clínica en la Aplicación de Software, se logra una Aplicación de Software genérica, capaz de adaptarse a los cambios en el Conocimiento Clínico fácilmente.
- Necesita de un proceso de gestión del Conocimiento Clínico, para permitir una producción y actualización controlada del conocimiento clínico, y que diversos sistemas de HCE puedan basarse en definiciones de conceptos clínicos genéricos, siendo computables, consistentes y semánticamente equivalentes.
- Esto permite que la representación del conocimiento evolucione bajo la responsabilidad de los Expertos del Dominio clínico, mientras que el software evoluciona por separado bajo la responsabilidad del Equipo Técnico.

El modelado del Conocimiento Clínico es realizado mediante arquetipos. Un arquetipo está formado por un conjunto de restricciones sobre un modelo de información. Por ejemplo, en la base de conocimiento libre de OpenEHR [11] podemos encontrar arquetipos que modelan los conceptos de “presión arterial”, “temperatura corporal”, “frecuencia respiratoria”, “evaluación de triage”, “transfusión de sangre”, entre otros. Cada arquetipo es expresado mediante el formalismo Archetype Definition Language (ADL), cuya sintaxis define una forma computable para estos conceptos clínicos. El ADL representa el modelo de restricciones definido por OpenEHR, el Archetype Object Model (AOM), y estas restricciones se definen sobre un modelo de información de referencia de OpenEHR (OpenEHR RM). OpenEHR especifica una arquitectura de sistemas genéricos de Historia Clínica Electrónica, basada en el conocimiento clínico, centrada en el paciente, y ofrece herramientas e implementaciones de referencia libres en múltiples tecnologías.

### **Definición de Arquetipo:**

Expresión computable de contenido, en forma de declaraciones estructuradas de restricciones sobre un modelo de información de referencia. Los arquetipos OpenEHR se basan en el modelo de referencia de OpenEHR (OpenEHR RM). Los arquetipos son expresados mediante el mismo formalismo Archetype Definition Language (ADL). En general se definen para un re-uso global, sin embargo, pueden ser especializados a fin de incluir particularidades locales. Pueden alojar cualquier número de idiomas naturales y terminologías.

### **Definición de plantilla:**

Son definiciones de restricciones utilizadas localmente, que compone arquetipos en estructuras mayores, que con frecuencia se corresponden con formularios en pantalla, documentos, reportes o mensajes. Una plantilla puede añadir nuevas restricciones locales sobre los arquetipos que referencia, incluyendo la eliminación o la imposición de secciones opcionales, y pueden definir valores por defecto. De esta forma, si se cuenta con un arquetipo muy general, se puede adaptar a una realidad local mediante plantillas.

Por más información de la investigación sobre OpenEHR referirse al anexo 1.

***Convención:** cuando se mencione que un modelo de información es “arquetipado”, “arquetipable”, o que requiere “arquetipación”, se está refiriendo a que son necesarios arquetipos para modelar conceptos concretos restringiendo el modelo de información.*

### **1.3 Objetivos y problemáticas a tratar**

Es objetivo general de este proyecto es la creación de un sistema de HCE centrado en la atención del paciente gravemente traumatizado, con las características de poder integrar estudios imagenológicos digitales a la HCE y contar con un conjunto básico de indicadores de calidad asistencial. En particular se busca probar la aplicación de múltiples estándares para crear una HCE normalizada e interoperable, tal que la información clínica que se registra en esta pueda ser reutilizada por otros sistemas.

Durante la investigación realizada se detectaron algunas áreas clave donde es necesario aplicar estándares para lograr estos objetivos:

- en la representación del conocimiento clínica,
- en la estructuración, codificación, adquisición, manipulación, almacenamiento y comunicación de la información clínica,
- en el modelado del proceso asistencial, y del proceso de registro que lo acompaña,
- en la adquisición, manipulación, almacenamiento y comunicación de imágenes radiológicas digitales (tomografía, ecografía, rayos x, etc.),
- y en la comunicación de información demográfica con sistemas legados.

También se desea probar el enfoque de diseño “dual” o “en dos niveles” propuesto por OpenEHR, como definición de arquitectura del sistema de HCE. Detectando las diferencias, y valuando las ventajas y desventajas con el diseño tradicional en “un nivel”.

El reto de este proyecto radica en la complejidad inherente al dominio clínico, y en las múltiples problemáticas a tratar, sobre todo en lo que refiere a la aplicación de estándares, ya que de una especificación técnica a una implementación funcional existe una brecha importante. Si bien a priori se cuenta con alguna noción de cuáles estándares están disponibles para aplicar en diversas áreas del sistema, es necesario profundizar la investigación en estos y en otros estándares alternativos que se puedan encontrar durante la investigación. Por lo tanto, se buscará evaluar la aplicabilidad de los distintos estándares, evaluando su dificultad de implementación y el uso de las herramientas disponibles para lograr la implementación de los estándares y su integración con la Historia Clínica Electrónica de Trauma (HCET).

Para el desarrollo del prototipo de HCET, se utilizaron tecnologías Java, principalmente Grails Framework [12] y Groovy [13]. Se utilizaron también herramientas relacionadas con algunos estándares, como DCM4CHE [14] (implementación DICOM en Java) y el Java Reference Implementation de OpenEHR [15]. MySQL [16] fue el gestor de base de datos elegido para el repositorio de datos clínicos (CDR).

### **1.3.1 Características deseables**

Se busca que con la aplicación de estándares y últimas tecnologías, el sistema posea las características de ser genérico, estándar, mantenible, flexible, escalable, internacionalizable, portable, usable e interoperable. A continuación se describen estas características deseables para el sistema. Algunas fueron tomadas del estándar ISO 9126 [17].

#### **Sistema genérico**

Refiere a que el sistema puede ser aplicado con facilidad en distintos contextos, cada uno con características particulares.

#### **Sistema estándar**

Refiere a la utilización de diversos estándares, que permiten que distintos aspectos del sistema sean compatibles con cualquier otro sistema que cumpla con alguno de estos estándares.

#### **Sistema mantenible**

Refiere al esfuerzo necesario para corregir errores y faltas en el sistema a largo plazo.

#### **Sistema flexibilidad**

Refiere al esfuerzo de adaptar el sistema a nuevas necesidades de los usuarios.

#### **Sistema escalable**

Refiere a que el sistema mantenga sus características de usabilidad aunque el sistema crezca en complejidad y tamaño.

#### **Sistema internacionalizable**

Refiere a la característica de poder adaptar el sistema a distintos idiomas y culturas.

#### **Sistema portable**

Refiere a la facilidad de adaptación, instalación en contextos tecnológicos heterogéneos.

#### **Sistema usable**

Refiere al esfuerzo que debe realizar un usuario para utilizar el sistema, su facilidad de aprendizaje, comprensión y operación.

#### **Sistema interoperable**

Refiere a la capacidad de un sistema de intercambiar información con otros sistemas, independientemente de la tecnología utilizada para la creación de estos.

## 1.4 Resultados obtenidos

En esta sección se resumen los resultados obtenidos y cómo se cumplieron los objetivos generales y particulares del proyecto. Los resultados obtenidos incluyen: un framework genérico para crear sistemas de HCE basados en el conocimiento clínico representado por arquetipos, un conjunto de arquetipos que modelan todos los conceptos clínicos utilizados en el registro de la atención médica del paciente traumatizado, componentes de interoperabilidad con PACS e IMP, una especificación detallada del proceso asistencial y de registro de la atención de emergencia especializada en trauma, y una interfaz de Historia Clínica de Trauma en formato papel (HCT). Todos estos componentes unidos forman la Historia Clínica Electrónica de Trauma (HCET), el sistema implementado en este proyecto. Además se hicieron pruebas de campo en cuanto a la interoperabilidad, con sistemas existentes, basada en estándares. Se lograron resultados exitosos en las pruebas realizadas.

Para contextualizar los resultados expuestos en esta sección, en la fig. f1 se muestra la arquitectura general de TRAUMAGEN, en la cual se muestran los distintos componentes y dependencias, las cuales serán descritas con mayor detalle en el capítulo 4 del presente documento.

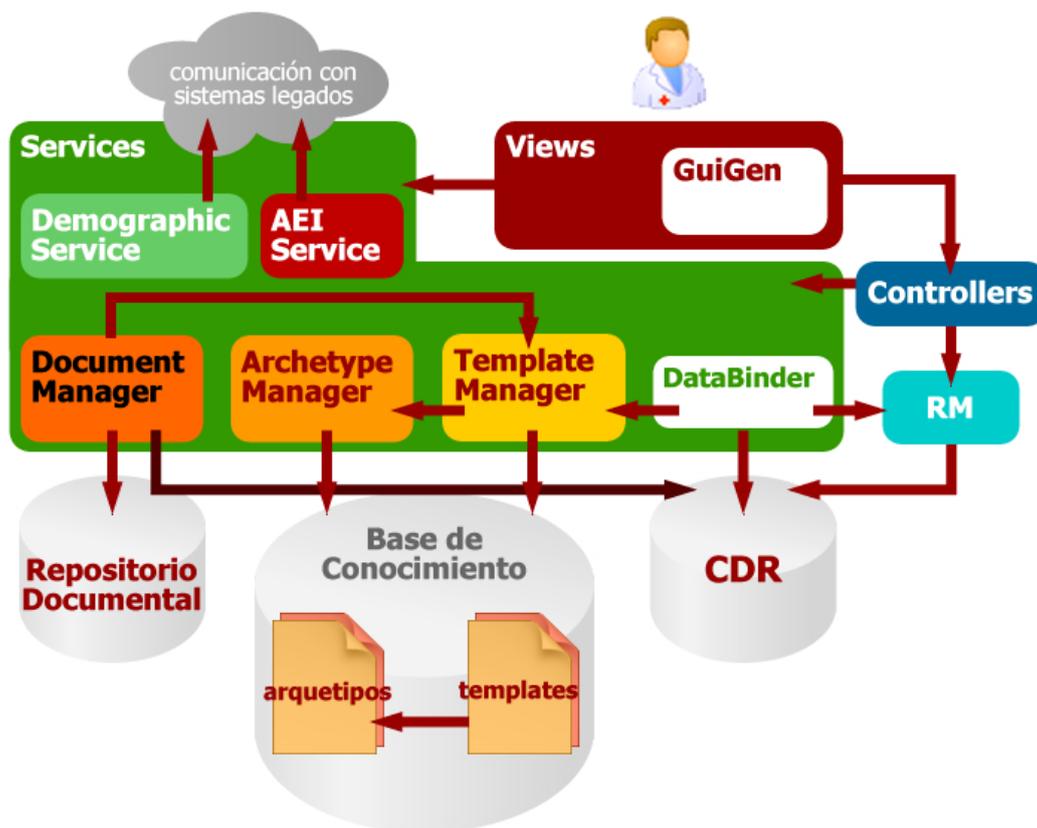


Fig. f1: arquitectura general de TRAUMAGEN

### **1.4.1 Marco de trabajo genérico basado en el conocimiento clínico**

El principal resultado de este proyecto es la creación de un marco de trabajo (framework) genérico basado en la gestión del conocimiento clínico. Para construirlo se aplicó el modelo de diseño en “dos niveles” propuesto por OpenEHR. Este framework es el núcleo de la implementación de la HCET, y, al ser genérico, sirve para crear cualquier sistema de HCE utilizando arquetipos OpenEHR como fuente del conocimiento clínico.

#### **Funcionamiento del marco de trabajo**

Este marco de trabajo permite que el Conocimiento Clínico sea definido mediante arquetipos, que residen fuera de la Aplicación de Software. Los arquetipos definen partes de los distintos formularios o fichas para registro de información clínica, y son referenciados desde una plantilla que modela cada formulario. La HCET estará formada por los formularios generados a partir de las plantillas y arquetipos referenciados. La correspondencia entre las distintas etapas del ciclo asistencial y los registros que se realizan en cada una de estas, se establecen mediante configuración de la Aplicación de Software. El marco de trabajo toma las plantillas configuradas y genera dinámicamente la interfaz de usuario (menús, sub-menús, formularios de registro, etc.) (ver capítulo 6, sección “interfaz de usuario”). Creando arquetipos, uniéndolos en plantillas, y configurando las plantillas en las etapas asistenciales, los nuevos formularios de ingreso de información clínica quedan disponibles para comenzar a registrar información, sin necesidad de intervención de roles técnicos para hacer modificaciones a la Aplicación de Software.

Como resultado de la aplicación de este marco de trabajo, cualquier profesional de la salud (médicos, enfermeras, técnicos, etc.) podrá definir los arquetipos de los conceptos que serán parte del registro clínico, y agregar estos al sistema para incluir nuevos formularios y contar con los nuevos formularios de registro de forma instantánea. Esto permite tener un sistema de registro clínico electrónico, económicamente viable en su construcción y mantenimiento durante la etapa de evolución (luego de ser liberado al uso), que es entre un 50% y 70% del ciclo de vida total del software [18].

Si bien este marco de trabajo es un primer prototipo funcional, implementa todos los componentes mínimos necesarios para definir el registro de información clínica en función de una Base de Conocimiento, especificada mediante arquetipos y plantillas. Es una primera aproximación a la construcción de un marco OpenEHR completo. Algunas de las tareas a realizar para completar este marco de trabajo se comentan en la sección de “Conclusiones y Trabajo Futuro”.

Para contar con un conjunto de arquetipos que alimenten a este marco de trabajo, existen dos opciones, la primera es crear los arquetipos mediante una herramienta [19], y la otra es descargar arquetipos existentes desde la base de conocimiento de OpenEHR [11]. Las herramientas existentes para crear arquetipos se describen en el capítulo 6, sección “modelado del conocimiento médico”. La información sobre cómo crear plantillas y configurarlas en las etapas del proceso asistencial en la Aplicación de Software, se encuentra en la sección “implementación de plantillas” del capítulo 6.

## 1.4.2 Base de conocimiento clínico para trauma

Otro producto de este proyecto es la Base de Conocimiento Clínico que modela los conceptos utilizados en el registro de la información en el proceso asistencial del paciente traumatizado. Esta Base de Conocimiento está formada por un conjunto de arquetipos que modelan conceptos específicos y plantillas que modelan cada formulario o ficha a llenar. Algunos de los arquetipos definen conceptos que se utilizan especialmente en la atención del traumatizado, pero muchos otros corresponden a conceptos utilizados en la atención médica en general. Gracias a que son representados como arquetipos, los conceptos pueden ser reutilizados para crear otras Historias Clínicas Electrónicas especializadas en otros dominios, como pueden ser la internación en CTI, la atención en emergencia general, la atención ambulatoria, etc.). Esto tiene la ventaja agregada de que si se utilizan los mismos arquetipos en distintas HCEs, los registros del mismo concepto (p.e. “presión arterial”), en estas HCEs, serán semánticamente consistentes, de modo que también se homogeniza el registro de la información.

En el análisis del proceso asistencial (ver capítulo 2) surgieron un conjunto de conceptos clínicos que deben formar parte del registro en la HCET. Como lo indica el modelo en “dos niveles”, estos conceptos deben ser representados como arquetipos, para ser agregados en plantillas que representen los formularios de ingreso de información clínica. Las clases de conceptos que representan los arquetipos son las siguientes [20]:

- **Observaciones:** lo que puede ser medido u observado en la asistencia médica, como la “presión arterial”.
- **Evaluaciones:** evaluaciones clínicas realizadas en la atención médica, p.e. triage.
- **Instrucciones:** órdenes o indicaciones médicas, p.e. la orden de realización de un estudio de laboratorio.
- **Acciones:** acciones realizadas en la atención médica, p.e. “desobstrucción de vía aérea” o “colocación de collar cervical”.
- **Entradas administrativas:** información administrativa, p.e. el contexto del evento traumático (si fue un evento de tránsito, que rol ocupaba el paciente en el automóvil, si llevaba cinturón de seguridad, etc.).

A continuación se listan los arquetipos creados para representar los conceptos que se manejan en el registro clínico de trauma. Luego se listan las plantillas que agrupan estos arquetipos y representan los formularios o fichas de ingreso de información clínica al sistema de HCET. Estos arquetipos son:

### Observaciones:

- **Diagnósticos:** diagnósticos para el paciente traumatizado.
- **Exposición corporal:** observaciones realizadas en la evaluación secundaria.
- **Frecuencia cardíaca:** medición de la FC.
- **Frecuencia respiratoria:** medición de la FR.
- **Escala de coma de Glasgow:** cálculo de la GCS.
- **Imagen:** registro de imágenes digitales (fotos).
- **Presión arterial:** medición de la PA.
- **Resumen clínico:** observaciones realizadas al comienzo de la atención médica.
- **Temperatura:** medición de la temperatura corporal.

### Evaluaciones:

- **Columna vertebral:** evaluación de la columna.
- **Disfunción neurológica:** evaluación de disfunción neurológica.
- **Estado circulatorio:** evaluación del estado circulatorio.
- **Triage trauma:** evaluación de triage, clasificación de la gravedad del paciente.
- **Ventilación:** evaluación de la ventilación y respiración del paciente.
- **Vía aérea:** evaluación de la vía aérea hecha en la evaluación inicial.

### Instrucciones:

- **Movimiento del paciente:** instrucción de movimiento o alta a un paciente.
- **Pedido de estudios radiológicos:** indicación de realizar estudios radiológicos.
- **Pedido de estudios de laboratorio:** indicación de realizar estudios de laboratorio.

### Acciones:

- **Columna vertebral:** acciones realizadas sobre la columna vertebral.
- **Estado circulatorio:** acciones en la evaluación inicial sobre el estado circulatorio.
- **Exposición corporal:** acciones realizadas en la evaluación secundaria.
- **Prehospitalario:** acciones que se realizan en el prehospitalario.
- **Resumen actuación:** concepto que se reutiliza en todos los registros para modelar el ingreso de texto libre, y así contemplar situaciones particulares.
- **Ventilación:** acciones realizadas sobre la ventilación del paciente.
- **Vía aérea: acciones** que se realizan sobre la vía aérea en la evaluación inicial, por ejemplo desobstrucción.

### Entrada administrativa:

- **Contexto del evento:** el contexto del evento de trauma.

Por otro lado, una ventaja de la aplicación de los arquetipos como medio de modelado del Conocimiento Clínico es que, al ser independientes de la Aplicación de Software, el conocimiento clínico que se maneja en una institución sanitaria sobrevivirá a cambios en el software y en la tecnología, al igual que la información clínica registrada en base a estos arquetipos.

Las etapas del proceso asistencial [fig. f2] están acompañadas de un proceso de registro. Cada etapa está asociada a un conjunto de registros representados por plantillas. Las plantillas contienen toda la información necesaria para generar formularios de registro de información clínica a partir de arquetipos. Esto es parte de la generación de la interfaz gráfica de usuario (GUI), que sirve tanto para el ingreso como para la visualización de información clínica. Aunque OpenEHR propone una sintaxis para la definición de plantillas, su especificación está actualmente en desarrollo y la sintaxis propuesta es compleja. Para este proyecto se desarrolló una sintaxis de especificación de plantillas, más simple que la propuesta por OpenEHR, y que considera las necesidades particulares del prototipo de HCET que se desea crear. Igualmente, esta sintaxis es suficientemente genérica como para ser aplicable a otras realidades distintas a la de trauma. La sintaxis propuesta se basa en XML. En el capítulo 6, sección “Sintaxis de plantillas”, se especifica la sintaxis propuesta.

A continuación se listan las plantillas creadas para modelar el registro de trauma, las cuales están agrupadas por etapa del proceso asistencial.

## **Ingreso**

- **Triage de trauma:** incluye el arquetipo de evaluación de triage de trauma.

## **Contexto y prehospitalario**

- **Prehospitalario:** incluye los arquetipos de acciones hechas en el prehospitalario y el resumen de actuación.
- **Contexto del evento:** incluye el arquetipo de entrada administrativa del contexto del evento traumático.

## **Anamnesis**

- **Resumen clínico:** incluye el arquetipo de observaciones del resumen clínico.

## **Evaluación primaria**

- **Vía aérea:** incluye los arquetipos de evaluación de vía aérea, acciones hechas sobre la vía aérea, y el resumen de actuación.
- **Columna vertebral:** incluye los arquetipos de evaluación de columna vertebral, las acciones hechas sobre la columna, y el resumen de actuación.
- **Ventilación:** incluye los arquetipos de observación de la frecuencia respiratoria, evaluación de la ventilación, acciones hechas sobre la ventilación, y el resumen de actuación.
- **Estado circulatorio:** incluye los arquetipos de observación de la frecuencia cardíaca, observación de presión arterial, evaluación del estado circulatorio, acciones hechas sobre el estado circulatorio, y el resumen de la actuación.
- **Disfunción neurológica:** incluye los arquetipos de evaluación de la disfunción neurológica, la observación de la escala de coma de Glasgow, y el resumen de la actuación.

## **Paraclínica**

- **Solicitud de imágenes:** incluye el arquetipo de indicación de estudios radiológicos.
- **Solicitud de laboratorio:** incluye el arquetipo de indicación de estudios de laboratorio.

## **Evaluación secundaria**

- **Exposición corporal total:** incluye los arquetipos de observación de la temperatura corporal, las observaciones hechas en la exposición corporal total, la observación de imágenes (para registrar fotos digitales sacadas en el momento de la atención) y el resumen de actuación.

## **Diagnósticos**

- **Registro de diagnósticos:** incluye el arquetipo de observación de diagnósticos.

## **Salida**

- **Movimiento del paciente:** incluye el arquetipo de indicación médica de movimiento del paciente.

### **1.4.3 Componente de interoperabilidad con PACS**

La característica de acceso a estudio radiológicos digitales, requirió el estudio de la norma DICOM, el cual es considerado el estándar de-facto en lo relacionado con la representación, almacenamiento y comunicación de estudios radiológicos digitales [8]. DICOM es un estándar abierto, propuesto y mantenido por la industria, sociedades médicas, y organizaciones gubernamentales. La investigación de la norma también abarcó la realización de pruebas de herramientas disponibles, como implementaciones de referencia, software para servidores de imágenes, y para estaciones de trabajo.

Para la implementación del Acceso a Estudios Imagenológicos (AEI), se utilizaron las herramientas provistas por el proyecto DCM4CHE, una implementación de la norma DICOM realizada sobre tecnologías Java. DCM4CHE cuenta con una herramienta de consola llamada QR, que implementa el servicio Query/Retrieve de DICOM. Este servicio se utiliza para realizar consultas y pedidos de elementos DICOM a un PACS. Para implementar la búsqueda de estudios de los pacientes de trauma dentro de la HCET, se tomó la herramienta QR de DCM4CHE y sobre esta se implementó un componente de Acceso a Estudios Imagenológicos (AEI) que provee a la aplicación de búsquedas de estudios radiológicos digitales y acceso a toda su información. Para visualizar los elementos contenidos en un estudio se utilizó el protocolo Web Access to DICOM Objects (WADO), definido dentro de la norma DICOM [21]. WADO define un formato específico de URLs para que mediante pedidos HTTP se acceda a las imágenes, informes de radiología, al informe de la radiación recibida por el paciente, entre otros elementos contenidos en los estudios radiológicos dentro del PACS.

#### **Funcionamiento del AEI**

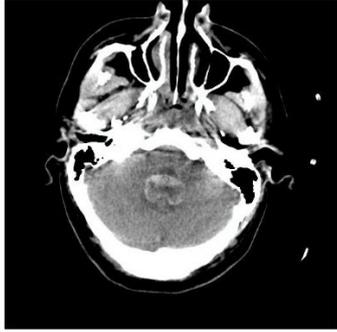
El mecanismo de búsqueda de estudios radiológicos se lanza automáticamente cuando un paciente es identificado en la HCET. En ese momento, se realiza la búsqueda de estudios en el conjunto de PACS que se tengan configurados en la aplicación. Esos PACS pueden ser locales a la institución donde se esté atendiendo el paciente, o pueden estar en otros centros asistenciales, donde el paciente se haya realizado estudios radiológicos. De esta forma se pueden recibir datos de estudios imagenológicos realizados previamente en otras instituciones. Luego, mientras el médico sigue registrando información clínica, la aplicación le notifica que ha encontrado estudios para ese paciente, indicándoles el número de estudios que han sido encontrados. Los estudios indicados por el médico en el momento de la atención, también serán encontrados cuando estos se completen y queden disponibles en el PACS local. Entonces, cuando el médico lo desee, podrá acceder a los estudios encontrados y navegar su información hasta llegar a la visualización de imágenes, informes de radiología, y niveles de radiación recibidos por el paciente, todo integrado con la HCET, por lo que no tendrá que salir del sistema y volver a entrar para poder ver las imágenes e informes de los estudios. Esto simplifica la labor del médico y los tiempos de espera.

El componente AEI permite la visualización, integrada con la HCET, de las imágenes e informes radiológicos contenidos en cada estudio encontrado. En las figs. f3 y f4 se muestran capturas de pantalla de la HCET, donde se puede apreciar el funcionamiento de la integración de la HCET con la visualización de imágenes de una tomografía computada (CT), encontradas en la búsqueda de estudios de un paciente.

**Resumen de episodio**  
 comienzo: 2010-03-30 14:06:00 observaciones: Ingres con herida en el abdomen.  
 fin:

**Estudios imagenológicos**

id	paciente	descripcion	fecha del estudio	modalidades	id estudio	# series	#imagenes	fuelle	acciones
2	[redacted]	CRA	20100117	CT	[redacted]	3	26	PACS del Hospital Maciel	Series
Modalidad	Descripcion	Numero de serie	Objetos en serie	acciones					
CT	CRÁNEO RUTINA	2	24	Imágenes					
Numero de objeto				acciones					
1				<a href="#">Ver objeto</a>					
2				<a href="#">Ver objeto</a>					
3				<a href="#">Ver objeto</a>					
4				<a href="#">Ver objeto</a>					
5				<a href="#">Ver objeto</a>					
6				<a href="#">Ver objeto</a>					
7				<a href="#">Ver objeto</a>					
8				<a href="#">Ver objeto</a>					



**Paciente**  
[redacted]

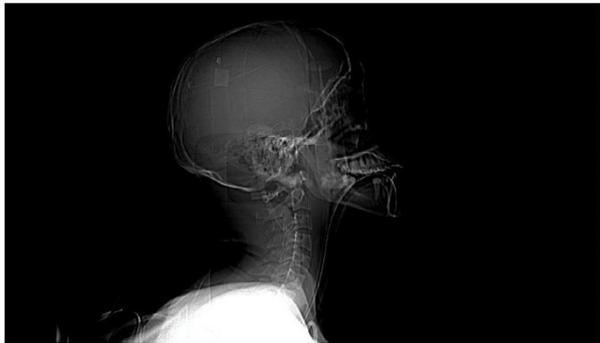
- [Lista de episodios](#)
- [Episodio actual](#)
- [Registro clínico](#)
- [Estudios img. \(2\)](#)
- [Triage](#)
- [Prehospitalario](#)
- [Resumen clínico](#)
- [Evaluación primaria](#)
- [Indicación de paraclínica](#)
- [Evaluación secundaria](#)
- [Diagnósticos](#)
- [Mover paciente](#)

Fig. f3: visualización de imágenes en estudios radiológicos

**Resumen de episodio**  
 comienzo: 2010-03-30 14:06:00 observaciones: dsafdfadasdfad  
 fin:

**Estudios imagenológicos**

id	paciente	descripcion	fecha del estudio	modalidades	id estudio	# series	#imagenes	fuelle	acciones
2	[redacted]	CRA	20100117	CT	[redacted]	3	26	PACS del Hospital Maciel	Series
Modalidad	Descripcion	Numero de serie	Objetos en serie	acciones					
CT	SCOUT	1	1	Imágenes					
Numero de objeto				acciones					
1				<a href="#">Ver objeto</a>					



**Paciente**  
[redacted]

- [Lista de episodios](#)
- [Episodio actual](#)
- [Registro clínico](#)
- [Estudios img. \(2\)](#)
- [Triage](#)
- [Prehospitalario](#)
- [Resumen clínico](#)
- [Evaluación primaria](#)
- [Indicación de paraclínica](#)
- [Evaluación secundaria](#)
- [Diagnósticos](#)
- [Mover paciente](#)

Fig. f4: visualización de imágenes en estudios radiológicos

Si bien este es un primer paso en la integración de HCE con PACS, es necesario un mayor trabajo para poder “cerrar el ciclo” radiológico, que existe entre la indicación de realización de un estudio, por parte de un médico, y la obtención de su correspondiente resultado. Para esto faltaría solamente la integración de la indicación del estudio con la lista de trabajo (worklist) de la modalidad correspondiente, o sea, con los propios equipos (tomógrafo, ecógrafo, etc.). Con

esto se logran evitar tiempos de espera y transcripciones de información, las cuales pueden llevar a errores e inconsistencias en los datos del estudio.

En los próximos capítulos se encuentran las especificaciones de arquitectura, diseño y documentación técnica del componente AEI.

#### **1.4.4 Componente de interoperabilidad con IMP**

En general las instituciones sanitarias cuentan con bases de datos informatizadas, que contienen la información demográfica o patronímica (identificadores, nombres, direcciones, teléfonos, etc.) de todos sus pacientes. A esta base de datos le llamaremos Índice Maestro de Pacientes (IMP). Si bien el sistema de HCE puede funcionar completamente aislado de otros sistemas, cuando es instalado en una institución que tenga su propio IMP, es necesario que la HCE interopere con este. De esta forma, todo nuevo registro clínico podrá ser correctamente asociado a la identificación de cada paciente, pudiendo así agrupar todos los registros clínicos de un mismo paciente. Esta es la forma de evitar la fragmentación de información clínica en una institución (o conjunto de instituciones) que tenga varios sistemas de registro clínico, contribuyendo a crear una HCE institucional única y completa para cada persona. La solución encontrada para satisfacer este requerimiento, es la utilización mensajería HL7 para la comunicación entre los sistemas. Más particularmente, el uso de los mensajes definidos en el dominio “administración de pacientes” (HL7 PA) [22]. A su vez, estos mensajes deben ser intercambiados según el protocolo definido en el perfil Patient Demographic Query (PDQ) [23] de la IHE. El perfil PDQ especifica cómo se implementa la búsqueda de pacientes en un IMP, desde otros sistemas. TRAUMAGEN implementa un componente de interoperabilidad con IMP, para realizar la búsqueda de pacientes mediante consultas PDQ. En el anexo 4 se profundiza esta información.

La búsqueda de pacientes se realiza en desde la HCET, consultando el IMP para obtener los datos del paciente buscado. El sistema ofrece una lista de candidatos para que el usuario elija al paciente correcto si es que está entre los resultados. Una vez que el paciente correcto es seleccionado, este se asocia al registro clínico, permitiendo la posterior referencia a todos los registros clínicos de cada paciente.

Otra motivación para utilizar PDQ, es que será uno de los protocolos que se utilizará en FEMI (700.000 usuarios aprox.) y en ASSE (1.100.000 usuarios aprox.) para realizar la búsqueda de pacientes desde diversas instituciones. Por lo que se podría lograr una gran adaptabilidad de la HCET al contexto nacional.

#### **1.4.5 Especificación detallada del proceso asistencial**

Uno de los resultados más notables de este proyecto, es el relevamiento y análisis del proceso asistencial y del proceso registro de la atención médica del paciente traumatizado. Esta especificación se contiene la descripción de:

- las etapas del proceso asistencial
- tareas se llevan a cabo en cada etapa
- roles llevan a cabo las tareas y el registro
- información se registra en cada tarea y por qué rol

Este relevamiento fue clave en la comprensión del dominio, de sus procesos, los actores y de las necesidades de información que estos tienen. En la fig. f5 se muestran el proceso completo relevado, con las grandes etapas asistenciales del paciente traumatizado. Con línea punteada se delimita la frontera de los distintos servicios de atención del hospital. En gris se muestran las grandes etapas del proceso asistencial en cada servicio. Los cuadros con borde negro son los puntos de entrada o salida de pacientes de cada servicio. En azul se destacan los principales roles participantes en cada etapa, aunque no determina que otros roles también participen y registren información. En anaranjado se muestran los distintos estudios paraclínicos que se pueden indicar para ser realizados sobre un determinado paciente, pero solo se destacan las indicaciones de estudios desde la emergencia, no así desde la internación u otros servicios donde también pueden ser indicados estos estudios.

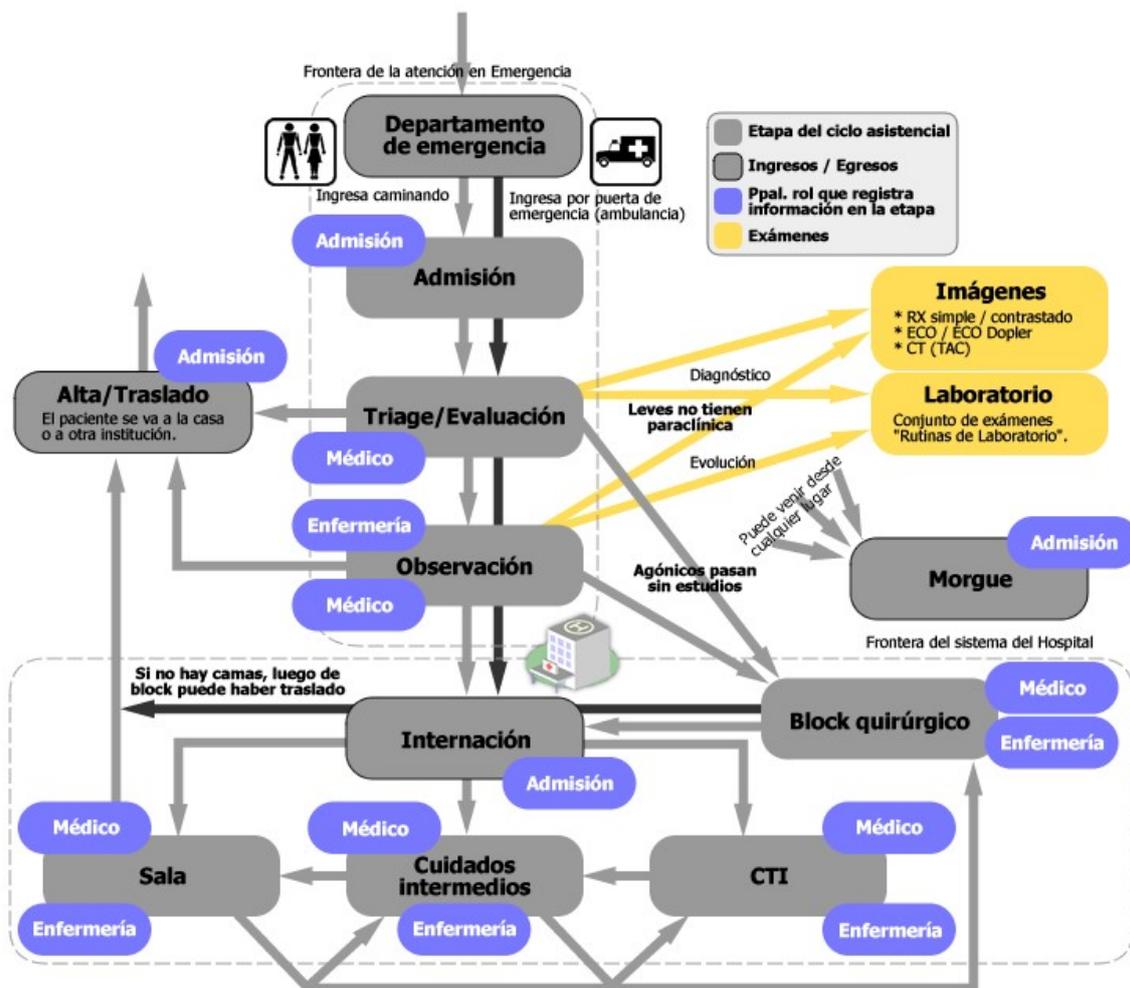


Fig. f5: resultado del relevamiento del proceso asistencial de emergencia especializado en trauma

En la fig. f2 se muestra el detalle del proceso de evaluación del paciente gravemente traumatizado, y está contenido en el que se describe en la fig. f5. Este proceso es el más importante, ya que es en donde se estabiliza al paciente con trauma grave, corrigiendo factores que pueden poner en riesgo la vida del paciente (obstrucción de vía aérea, estabilización cervical, control de sangrados, etc.). Está basado en protocolos médicos internacionales de atención de emergencia a pacientes traumatizados [28, 29]. Este es el proceso implementado en el prototipo de HCET.

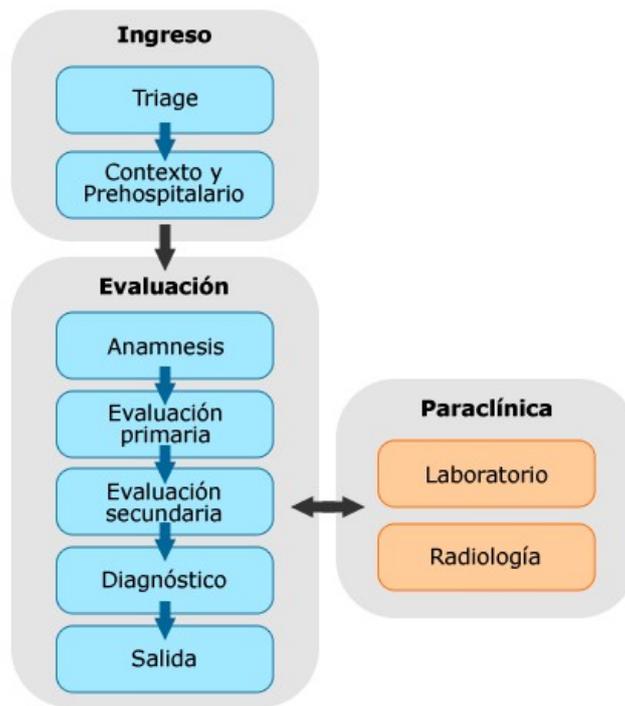


Fig. f2: proceso de evaluación del paciente grave.

En el capítulo 2 contiene el relevamiento del proceso asistencial completo.

#### 1.4.6 Interfaz de historia clínica de trauma en formato papel (HCT)

El resultado del relevamiento y el análisis del proceso asistencial y de registro en la atención del paciente traumatizado, se condensó en una interfaz para soporte en papel de la Historia Clínica de Trauma (HCT). Este requerimiento se agregó para poder utilizar el conocimiento generado en este proyecto en hospitales de infraestructura informática pobre, donde no sea viable la instalación del sistema en un servidor ni haya estaciones de trabajo disponibles (ver capítulo 5, sección “definición de la interfaz de usuario”).

#### 1.4.7 TRAUMAGEN

La combinación de los elementos descritos previamente, más algunas características y funcionalidades particulares, son las que conforman el sistema TRAUMAGEN. En este proyecto se logró un sistema de HCE fuertemente basado en estándares como ser OpenEHR, DICOM, HL7 PA, IHE PDQ, HL7 CDA [24] y CIE 10 [25]. Dentro de las características y funcionalidades particulares de este sistema, se encuentran la búsqueda y clasificación de diagnósticos mediante el estándar CIE 10 de la OMS, el cálculo de indicadores de calidad asistencial, cálculo de índices pronósticos de sobrevida del paciente gravemente traumatizado, y la generación de documentos clínicos HL7 CDA.

##### Codificación de diagnósticos con CIE 10

Para la codificación de diagnósticos se utilizaron los códigos del capítulo décimo noveno de la Clasificación Internacional de Enfermedades décima edición (CIE 10) de la OMS [25]: “Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa”. Estos

códigos fueron cargados en una tabla maestra de diagnósticos dentro de la Aplicación de Software, en donde se provee al médico una interfaz para realizar búsquedas inteligentes de los diagnósticos que se deseen registrar. La búsqueda se realiza sobre las descripciones en idioma español de los conceptos contenidos en la CIE 10. Existe un patrón en estas descripciones de estos términos, y es que están formados por un problema de salud y una localización en el cuerpo del paciente, por lo que realizar las búsquedas es bastante sencillo al ingresar dos palabras como “fractura pierna” o “quemadura cabeza”. Esta búsqueda es flexible, por ejemplo si se busca por los criterios “trauma cuello”, “cuello trauma”, “trau cuell”, los resultados a obtenidos serán consistentes. El médico puede especificar tanto como quiera el criterio de búsqueda para disminuir la cantidad de resultados. Luego, desde los resultados obtenidos, selecciona los diagnósticos que más se ajusten a lo que desea dejar registrado en la HCET. Al guardar los diagnósticos, éstos quedan codificados según la CIE 10.

En las figs. f6 y f7 se ejemplifican las búsquedas de diagnósticos. Como resultado se obtiene una lista de candidatos, con el código de la clasificación al que pertenecen, el código CIE 10 del término individual y la descripción de cada término. Para facilitar la interpretación de los resultados, se agregó el resaltado del texto ingresado, en los resultados de la búsqueda. En la fig. f8 se muestran los términos seleccionados para diagnósticos, y un campo de texto libre para considerar información de contexto que no es posible de representar con términos CIE 10.

The screenshot shows a search interface titled "Diagnosticos". At the top, there is a search bar containing the text "fractura pierna" and a "Buscar" button. Below the search bar, the text "Resultados de la búsqueda" is displayed. A table lists the search results with columns for CIE 10 codes and descriptions. The descriptions are highlighted with yellow to show the search terms. Each row has a "seleccionar" link.

CIE 10	Descripción	Acción
S82	<b>FRACTURA DE LA PIERNA, INCLUSIVE EL TOBILLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82 S82.7	<b>FRACTURAS MÚLTIPLES DE LA PIERNA</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82 S82.8	<b>FRACTURA DE OTRAS PARTES DE LA PIERNA</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82 S82.9	<b>FRACTURA DE LA PIERNA, PARTE NO ESPECIFICADA</b>	<a href="#">seleccionar</a>

Fig. f6: búsqueda del diagnóstico “fractura pierna”

The screenshot shows a search interface titled "Diagnosticos". At the top, there is a search bar containing the text "quemadura cabeza" and a "Buscar" button. Below the search bar, the text "Resultados de la búsqueda" is displayed. A table lists the search results with columns for CIE 10 codes and descriptions. The descriptions are highlighted with yellow to show the search terms. Each row has a "seleccionar" link.

CIE 10	Descripción	Acción
T20	<b>QUEMADURA Y CORROSION DE LA CABEZA Y DEL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20 T20.0	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, GRADO NO ESPECIFICADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20 T20.1	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE PRIMER GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20 T20.2	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE SEGUNDO GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20 T20.3	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE TERCER GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>

Fig. f7: búsqueda del diagnóstico “quemadura cabeza”

The screenshot shows a section titled "Diagnosticos seleccionados". It contains a list of three selected diagnoses, each with a checkbox and a "seleccionar" link. Below the list is a section for "Observaciones específicas" with a text input field.

- (S13.6) **ESGUINCES Y TORCEDURAS DE ARTICULACIONES Y LIGAMENTOS DE OTROS SITIOS ESPECIFICADOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS DEL CUELLO** [seleccionar](#)
- (S82.8) **FRACTURA DE OTRAS PARTES DE LA PIERNA** [seleccionar](#)
- (T20.3) **QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE TERCER GRADO** [seleccionar](#)

Observaciones específicas

Fig. f8: diagnósticos seleccionados desde los resultados de búsquedas

En el capítulo 6, sección “Ingreso asistido de diagnósticos“, se describe en detalle la búsqueda de diagnósticos.

## **Cálculo de indicadores de calidad asistencial**

Fueron implementados algunos indicadores de calidad asistencial. Esta característica tuvo un doble objetivo. Por un lado, proveer a los médicos de información de interés agregada, para tener una idea del funcionamiento general de la asistencia del traumatizado y tener algún dato de calidad asistencial. Se detectó que el tiempo transcurrido entre etapas del proceso asistencial es un factor importante en cuanto a la calidad, ya que las demoras en la atención pueden tener resultados catastróficos en la salud del paciente. Por otro lado, se deseaba probar cual sería el esfuerzo necesario en la extracción de la información almacenada dentro del repositorio de datos clínicos (CDR), ya que el modelo de información en el cual se estructuran los datos, el OpenEHR RM, es bastante complejo. Para ambos objetivos se obtuvieron buenos resultados, pudiendo implementar todos los indicadores que se plantearon como objetivo, y accediendo a la información del CDR, utilizando identificadores de arquetipos y rutas de nodos de arquetipos como mecanismo de búsqueda de datos, los cuales se obtuvieron sin mayores inconvenientes. Los indicadores implementados son (ver capítulo 3, requerimiento funcional 5: cálculo de indicadores):

- Tiempo promedio en cada etapa del ciclo asistencial (en minutos)
- Cantidad de pacientes clasificados por evaluación de triage
- Cantidad de pases a block quirúrgico clasificados por evaluación de triage
- Cantidad de pases a block quirúrgico clasificados por escala de trauma (RTS)
- Cantidad de pases a block quirúrgico clasificados por RTS y diagnóstico
- Cantidad de episodios de trauma agrupados por diagnósticos más frecuentes
- Cantidad de exámenes pedidos clasificados por diagnóstico

## **Cálculo de índices de sobrevida**

Estos índices ayudan al médico a saber qué tan grave es un caso de trauma, y cual es la expectativa de sobrevida del paciente traumatizado. Los indicadores incluidos en esta implementación son: Escala Revisada de Trauma (RTS) y Escala Revisada de Trauma Pronóstica (RTSp). En los capítulos 2 y 3 se incluye toda la información relacionada con estos índices.

## **Generación de documentos clínicos CDA**

TRAUMAGEN implementa la generación de documentos clínicos en formato HL7 CDA, un estándar ANSI para la representación de documentos clínicos en formato XML para ser intercambiados entre sistemas [24]. Esto permite la extracción completa de la información clínica registrada en la HCET, para ser compartida con otros sistemas o enviada un repositorio documental centralizado. La generación del documento clínico CDA es posible gracias a que la información clínica es almacenada según la estructura del modelo de información normalizado de OpenEHR, y este tiene suficiente expresividad y granularidad como para registrar cualquier dato clínico y generar varios formatos de documentos clínicos para el intercambio. Dentro de estos formatos se incluye al HL7 CDA y al ISO/CEN 13606 [26], y las correspondencias con estos modelos están definidas dentro de la especificación del OpenEHR RM. A modo de comentario, el formato de documento clínico definido en el estándar ISO/CEN 13606, tiene algunas particularidades que lo hacen atractivo en un sistema basado en OpenEHR, como ser que su modelo de información es arquetipable, al igual que el OpenEHR RM, y ambos modelos son compatibles, ya que el 13606 RM está basado en el OpenEHR RM.

### **1.4.8 Pruebas de interoperabilidad realizadas**

Gracias al apoyo del Hospital Maciel y de FEMI, se pudieron hacer pruebas de acceso a estudios imagenológicos en el PACS del Hospital Maciel y en el de COMEPA (Paysandú). Probando sistemas que ya están en uso en las respectivas instituciones, con la característica de que estas instituciones utilizan PACS de distintos proveedores nacionales, por lo que se garantiza el correcto funcionamiento del acceso a estudios imagenológicos a nivel nacional.

En el Hospital Maciel también se llevaron a cabo pruebas de interoperabilidad con su IMP local, donde reside toda la información demográfica de sus pacientes.

En todas las pruebas se obtuvieron resultados óptimos, llegando a cumplir los objetivos planteados en cuanto a la interoperabilidad de TRAUMAGEN con sistemas existentes en las instituciones.

### **1.4.9 Sobre características deseables**

En esta sección se describe cómo se alcanzaron las características deseables mencionadas previamente.

#### **Sistema genérico**

Debido a la implementación del modelo en dos niveles, agregando, modificando y sustituyendo arquetipos y plantillas, el mismo sistema puede adaptarse para modelar el registro clínico en otros contextos distintos al de emergencia en trauma, como la emergencia general, internación en CTI, ambulatorio, etc.

#### **Sistema estándar**

Se aplicaron múltiples estándares en varias áreas, esto ayudó a lograr un sistema mantenible, flexible, interoperable, con una estructuración de la información clínica y un modelo del conocimiento clínico independientes de la aplicación de software y la tecnología. La estructuración y codificación de la información de forma estándar, permite también el cálculo de nuevos indicadores clínicos, contables y de gestión. Los estándares utilizados son: OpenEHR, DICOM, HL7 PA, HL7 CDA, IHE PDQ, CIE 10 y UCUM.

#### **Sistema mantenible**

Al implementar el modelo de dos niveles propuesto por OpenEHR, se logra una independencia entre el conocimiento clínico y la aplicación de software. El conocimiento clínico puede ser fácilmente creado, corregido, modificado o eliminado por fuera de la aplicación de software utilizando herramientas existentes como editores de arquetipos y la base de conocimiento de OpenEHR [11]. Y esta aplicación es más pequeña, modularizada, con componentes e interfaces bien determinadas, lo que simplifica también las tareas de mantenimiento del software.

### **Sistema flexibilidad**

Nuevas necesidades de información de los usuarios médicos se pueden satisfacer fácilmente integrando nuevos arquetipos y plantillas al sistema.

### **Sistema escalable**

La cantidad y complejidad de los registros clínicos es ilimitada, el sistema acepta cualquier cantidad de arquetipos y plantillas para generar nuevos formularios de ingreso, manteniendo el mismo nivel de funcionamiento que con unos pocos registros.

### **Sistema internacionalizable**

Mediante configuración, el sistema puede traducir fácilmente sus pantallas a diversos idiomas y culturas.

### **Sistema portable**

Debido a que el sistema fue creado sobre la plataforma Java, este se puede instalar en diversas plataformas tecnológicas.

### **Sistema usable**

La interfaz de usuario es simple e intuitiva, y fue creada en base a las etapas del proceso de registro que se dan en el proceso asistencial del paciente traumatizado, lo que hace que el registro por parte del médico sea fluido y natural.

### **Sistema interoperable**

Debido a la aplicación de estándares, se logró un sistema capaz de compartir el registro clínico con otros sistemas (debido a la generación de documentos clínicos CDA), consultar por estudios imagenológicos a múltiples PACS (con acceso a imágenes e informes radiológicos), y consultar por registros de pacientes al IMP de la institución donde se instale el sistema (mediante HL7 PA e IHE PDQ).

## **Capítulo 2: análisis del dominio**

### **2.1 Introducción**

El relevamiento y posterior análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales sobre el sistema se basó fuertemente en el análisis del proceso asistencial del paciente traumatizado. Este análisis fue realizado con la participación de varios médicos del Departamento de Emergencia del Hospital Maciel. Para detectar los requerimientos funcionales se les pidió a los médicos que elaboraran historias considerando casos de atención con características bien diferentes. La funcionalidad requerida para el sistema se extrajo de estas historias de usuario, técnica similar a la que plantea el proceso de Extreme Programming [27]. No se plantearon formalmente Casos de Uso.

### **2.2 Análisis del proceso asistencial**

El análisis del proceso asistencial se basó en detectar:

- las etapas del proceso asistencial
- qué tareas se llevan a cabo en cada etapa
- qué roles llevan a cabo las tareas
- qué información se registra en cada tarea y por qué rol

En la fig. f5 se puede apreciar el resultado del análisis del proceso asistencial del paciente gravemente traumatizado. Aunque este análisis fue más allá de la frontera del departamento de emergencia, intentando contemplar todo el proceso desde que el paciente entra al hospital hasta que sale de él, los requerimientos fueron analizados considerando solamente el departamento de emergencia. Se muestra con línea punteada la frontera de los servicios de atención del hospital. Cómo cuadros grises se muestran las distintas etapas del proceso asistencial en cada servicio. Los cuadros con borde negro son los puntos de entrada o salida de los servicios. Con cuadros azules se destacan los principales roles participantes en cada etapa, aunque no determina que otros roles también participen y registren información. Por último, los cuadros anaranjados muestran los distintos estudios que se pueden indicar para ser realizados sobre un determinado paciente, marcando solo su indicación desde la emergencia, no así desde la internación donde también pueden ser indicados.

### **2.3 Descripción de las etapas del proceso asistencial**

#### **2.3.1 Departamento de emergencia**

##### **Admisión**

Esta es la etapa por la cual pasan los pacientes que pueden valerse por ellos mismos al ingresar al departamento de emergencia. El objetivo principal de esta etapa es identificar a la persona, ya que los registros clínicos que se hagan a posteriori deberán estar asociados con una persona bien identificada. También es posible preguntarle al paciente su motivo de consulta, y en función de ese dato el administrativo o la enfermera que lo atiende puede priorizar su atención, en general a

esta priorización se le llama Triage Administrativo o Triage de Enfermería. Luego de pasar por admisión, el paciente espera a ser atendido.

### **Triage/Evaluación**

El paciente entra en esta etapa cuando es llamado, en el caso que haya ingresado por admisión, o cuando es un caso grave y es ingresado directamente por una ambulancia o patrullero, en este último caso el paciente no pasa por admisión. Cuando el paciente es atendido, es evaluado, y en base a esa evaluación se puede determinar a qué especialidad derivarlo, o si se debe priorizar la atención sobre otros pacientes que ya estén siendo atendidos. Esa evaluación es llamada triage. Luego del triage se procede a realizar una evaluación inicial, la cual consiste en verificar las causas de muerte más frecuentes. En general esto se realiza para pacientes graves, que pueden ingresar por ejemplo a causa de herida de arma de fuego o de eventos de tránsito. Luego de la evaluación inicial, el médico puede solicitar la realización de estudios diagnósticos como laboratorio e imágenes. Luego se pasa a la evaluación secundaria, donde se exploran todas las heridas externas que tenga el paciente. Por último se decide qué hacer con el paciente, pudiéndolo dar de alta, internarlo, dejarlo en observación, etc.

### **Observación**

Esta es la etapa donde están los pacientes que pasaron por la evaluación, y para los cuales el médico indicó que debían ser monitoreados o para los cuales se debía administrar algún tipo de medicamento y se quería ver su evolución. En general los pacientes no están más de 24 horas en esta etapa de atención. Si es necesario que un paciente siga siendo monitorizado, se procede a su internación. La internación depende fuertemente de la disponibilidad de camas, así que por problemas operativos a veces se puede mantener a un paciente más de 24 hs. en observación en la emergencia.

## **2.3.2 Servicios de internación intra-hospital**

Aquí se describen las etapas de atención correspondientes a la internación del paciente dentro del hospital al que pertenece la emergencia por la cual fue ingresado el paciente.

### **Centro de Tratamiento Intensivo (CTI)**

El CTI es donde se internan los pacientes más graves, los cuales tienen mayor frecuencia de control y monitorización, y requieren ARM (asistencia respiratoria mecánica).

### **Cuidados Intermedios (CI)**

Pacientes graves pero en general estables y sin necesidad de apoyo ventilatorio (no requieren de un ventilador o aparato de asistencia respiratoria mecánica). Aquí se ingresan pacientes muchas veces con nutrición parenteral o sometidos a aspiración continua, etc.

## **Sala**

Pacientes estables, que no necesitan grandes apoyos tecnológicos para su tratamiento.

### **2.3.3 Etapas comunes**

Aquí se describen las etapas comunes, las cuales pueden ser alcanzadas desde cualquier otra etapa del proceso asistencial

#### **Morgue**

Lamentablemente el paciente puede fallecer en cualquier momento del proceso de atención médica, por lo cual el paciente puede ser derivado a la morgue desde cualquier etapa del proceso asistencial.

#### **Block quirúrgico**

En cualquier momento de la atención, un paciente puede ser derivado al block quirúrgico para ser operado. Los pacientes que ingresan en estado agónico pueden ser trasladados a block sin pasar por la etapa de evaluación por la urgencia que representan estos casos.

#### **Alta/Traslado**

En cualquier momento, el paciente puede ser dado de alta o trasladado a otra institución si es necesario.

## **2.4 Subproceso asistencial de evaluación del paciente traumatizado**

Si bien se realizó un análisis del proceso asistencial del paciente traumatizado a nivel global, incluyendo etapas de “observación” y de “internación intra-hospitalaria”, existe un subproceso de “evaluación del paciente traumatizado”, el cual define el proceso más importante, desde el punto de vista asistencial, para la atención de pacientes gravemente traumatizados. Esto se debe a que este subproceso es en donde se estabiliza al paciente grave, corrigiendo factores que pueden poner en riesgo la vida del paciente (obstrucción de vía aérea, estabilización cervical, control de sangrados, etc.). Este subproceso está basado en protocolos médicos internacionales de atención de emergencia a pacientes traumatizados [28, 29]. Este subproceso determina el alcance del prototipo de HCET en cuanto a la funcionalidad de registro de información clínica. En la fig. f2 del capítulo 1, se muestra un diagrama de este subproceso.

## **2.5 Registros y roles por etapa**

A continuación se listan solamente las etapas correspondientes a la atención médica en el departamento de emergencia, con un resumen de los registros que se realizan en cada etapa y los principales roles que realizan estos registros.

### **2.5.1 Admisión**

Si el paciente no se encuentra en el registro de pacientes, se crea un nuevo registro y se selecciona al paciente como sujeto de cuidado del episodio de trauma, o sea que se asocia la historia clínica al paciente seleccionado. Si el paciente se encuentra en el registro de pacientes, se selecciona al paciente como sujeto de cuidado del episodio de trauma. Lo más importante de este proceso es que al final el paciente sea identificado correctamente ya que el registro clínico debe tener asociado un paciente.

#### **Roles participantes:**

- Personal de admisión: realiza la búsqueda, si es necesario da de alta al paciente y selecciona al paciente como sujeto de cuidado del episodio de trauma.

#### **Datos a registrar: (en el caso del alta de un nuevo paciente)**

- Número de documento
- Tipo de documento (p.e. Cédula de Identidad Uruguaya)
- Nombres y apellidos
- Fecha nacimiento
- Edad (calculado automáticamente a partir de la fecha de nacimiento si esta se registra, en caso de no registrarse la fecha de nacimiento, no se puede calcular, y seleccionar un rango probable de edades no les es de mucha utilidad).
- Sexo
- Dirección (dirección institucional p.e. de un Hospital y una cárcel (indicar si es recluso))
- Teléfono de contacto (seguimiento posterior, para pacientes graves).

### **2.5.2 Triage/Evaluación**

Esta etapa del proceso asistencial está formada por varias subetapas que se detallan a continuación.

#### **2.5.2.1 Triage**

El triage se hace en la evaluación, al inicio, clasificando gravedad del paciente.

#### **Roles participantes:**

- Equipo de salud, y quien registra es el médico responsable de la atención o el médico que este designe.

**Datos a registrar:**Clasificación del paciente:

- estable (verde)
- estable con lesiones a tratar (amarillo) (p.e. fracturado)
- inestable, grave (rojo)
- moribundo, agónico (gris)
- muerto (negro)

Fecha y hora de la evaluación**2.5.2.2 Prehospitalario**

En esta etapa se registran las acciones que se hicieron en el prehospitalario, es decir en la ambulancia antes de llegar a la atención hospitalaria, y se registran como observaciones de la unidad de trauma. Este registro no será necesario cuando se implemente la Historia Clínica Electrónica Prehospitalaria y esta sea integrada a la Historia Clínica Electrónica de Trauma, ya que todos los registros relevantes podrán ser obtenidos automáticamente.

**Roles participantes:**

- Equipo de salud, y quien registra es el médico responsable de la atención o el médico que este designe.

**Datos a registrar:**Lugar de la atención: (seleccionar una opción)

- Lugar del evento
  - Indica si el lugar de la atención fue en el propio evento.
  - Luego se registra el lugar del evento y se puede saber donde fue.

Traslado

- Indica si el lugar de la atención fue en el traslado.
- Se puede saber el lugar del evento y se sabe el destino. Además se sabe quién lo atendió en el prehospitalario.

Acciones del prehospitalario: (Si/No para cada opción, otros datos para las que correspondan)

- Oxígeno con MFL
- Apoyo ventilatorio con B-V-M
- Intubación Orotraqueal
- Máscara laríngea
- Vía aérea quirúrgica
- Collar cervical
- Empaquetado
- Drenaje de neumotórax a tensión
- Torniquete

- Férulas en miembros
- Reposición prehospitalaria
  - Suero SF (Real, en ml)
  - Suero Ringer Lactado (Real, en ml)
  - Coloides (Real, en ml)
  - Glóbulos rojos (Real, en ml)
  - Plasma (Real, en ml)
  - Plaquetas (Real, en ml)
  - Cristaloides (Real, en ml)

### Inotrópicos prehospitalarios

- droga: nombre de la droga
- dosis: cantidad, unidades
- posología: número de dosis administradas
- No se indica un período de tiempo (es decir, durante cuanto tiempo se le debe dar, porque es solo del prehospitalario).
- Lo dejamos como texto libre para simplificar, de todas formas se puede poner toda la información relevante.

### Sedación prehospitalaria (afecta las funciones neurológicas, GCS, etapa D):

- Lista de sedantes comunes: (prehospitalario)
- Midazolám
- Morfina
- Pentotal
- Tramadol
- Meperidina
- Ketoprofeno
- Otros (texto libre): permite ingresar nuevas drogas que se desarrollen en los próximos años. Ante una revisión de los textos libres, se puede actualizar la lista de comunes.

### Vía venosa periférica (con los datos de VVP que registramos en la evaluación)

- Cantidad (Entero)
- Calibre de cada una
- No interesa topología

### Vía venosa central (igual a los datos de VVC que registramos en la evaluación)

#### 2.5.2.3 *Contexto del evento de trauma*

Un policía o el médico de emergencia móvil (90% de los casos), transfiere información del evento de trauma (lugar del evento y circunstancias del traslado) y las circunstancias del traslado del paciente (acciones y omisiones).

#### **Roles participantes:**

- Interno de medicina (estudiante)

## **Datos a registrar:**

### Ubicación temporal:

- Fecha y hora
- Día de la semana (se calcula automáticamente de la fecha)
  - En el papel, se debe marcar, como todos los datos que en la HCE se calculen automáticamente.

### Ubicación geográfica:

- **Se conoce lugar del evento (Si/No)**
- ***En caso afirmativo se solicita completar la siguiente información:***
  - **Ubicación:**
    - Departamento
      - Valores posibles en “Tabla maestra de departamentos”
    - Localidad (texto codificado según “Tabla maestra de localidades”)
    - Código postal (texto libre)
    - Número de seccional policial (entero)
    - Vía: (queda fuera del formulario pero se incluirá en el modelo de datos para facilitar extensiones del sistema)
      - Tipo: calle, ruta, camino, bulevar, avenida, paso.
      - Nombre (para la ruta es un número)
      - Número
        - Si es ruta, se pone el Km.
        - Si es calle, es el número de puerta número (si se tiene la ubicación exacta)
    - Cruce: Sirve para especificar una esquina (cruce de vías).
      - Vía principal (Texto libre) y número de puerta (Entero)
      - Vía secundaria (Texto libre)
  - **Tipo de ubicación:**
    - Vía pública
    - Domicilio
    - Trabajo (Laboral)
    - Institución, ¿cuál?

### Circunstancias del traslado:

- **Procedencia:**
    - Escena
    - Otro centro asistencial
      - Lista de comunes:
        - Hospital del interior del país
          - Valores posibles en “Tabla maestra de departamentos”
        - Centro coordinado del cerro
      - Nombre (texto libre): por si no está en la lista de comunes
- **Número de traslados secundarios:**
  - Es el número de traslados previos que se hicieron antes de llegar a la emergencia del Maciel.

- Es un indicador de calidad del sistema de trauma (que en Uruguay todavía no existe como tal). Cuantos más traslados se hayan hecho, peor es la evolución de los traumatizados. Habla de las ineficiencias del sistema (por recursos, inequidades, deficiencias, etc.)
- **Tiempo entre evento y asistencia hospitalaria:**
  - Fecha y hora del ingreso a la asistencia (se registra automáticamente al ingresar al paciente por admisión o al comenzar una nueva evaluación (si el paciente es grave se va directamente a la evaluación sin pasar por admisión))
  - El tiempo entre el evento y la asistencia se calcula automáticamente desde el tiempo de ingreso y el tiempo del evento.
- **Trasladado por:**
  - Ambulancia:
    - Empresa: Valores posibles en “Tabla maestra de empresas de emergencia móvil”.
    - Médico actuante:
      - Nombre
      - Cédula
      - Dada la cantidad de errores que detectamos en las conductas médicas prehospitalarias, que se pudiera identificar claramente el médico actuante. Sirve para evaluar la atención del prehospitalario.
  - Particular
  - Policía
  - Otro (texto libre)

Contexto del evento:

- **Intencionalidad: (Una de las 3 opciones)**
  - **No intencional (accidental):**
    - **Auto inflingida**
    - **Evento de tránsito**
      - **Tipo de transporte del paciente**
        - Ninguno (Peatón), Bicicleta, Moto, Carro, Automóvil, Camión, Ómnibus, Máquina, Otro (texto libre)
      - **Chocó contra:**
        - Objeto fijo, Bicicleta, Moto, Carro, Automóvil, Camión, Ómnibus, Máquina, Otro (texto libre)
      - **Rol:** Conductor, Acompañante delantero, Acompañante trasero
      - **Estado del paciente:**
        - Despedido del vehículo, Atrapado y extricado, Embestido, Arrollado
        - Extricado: es un anglicismo. Es sacar una víctima atrapada de un auto o de escombros. Este término es ampliamente utilizado en el dominio de la emergencia, por lo que poner otro término es para complicación.
      - **Tipo de choque:** Frontal, Lateral izquierdo, Lateral derecho, Posterior, Vuelco
      - **Chocó contra:**
        - Objeto móvil (si chocó contra un objeto móvil, como un auto o una moto), Objeto fijo (si chocó contra un objeto fijo, como un árbol o un poste)

- **Protección:** Casco, Cinturón de seguridad, Bolsa de aire (airbag), Otras (texto libre)
- **Otros eventos:**
  - **Caída:**
    - Con precipitación (caída de más del doble de su altura)
      - De qué altura (metros aprox.)
    - Sin precipitación
  - **Aplastamiento**
  - **Electrocución**
  - **Quemadura** (*la información completa se registra en la evaluación secundaria*)
    - % superficie calculado según la “regla de los 9”
    - Agente: Térmico, Químico, Eléctrico, Otro (texto libre)
  - **Ahogamiento**
  - **Intoxicación**
  - **Otra forma de trauma** (texto libre)
- **Intencional:**
  - **Agresión:**
    - Tipo: No sexual, Sexual, Se desconoce, Otra situación (texto libre)
  - **Auto inflingida**
    - IAE (intento de autoeliminación)
- **Se desconoce intencionalidad**

Tipo de herida:

- Herida por Proyectoil de Arma de Fuego (HPAF)
  - Es un tipo de trauma penetrante (clasificación necesaria para indicadores)
- Herida de Punzo Cortante
  - Es un tipo de trauma penetrante (clasificación necesaria para indicadores)
- Otro tipo (texto libre)

Otras condiciones del paciente al ingreso:

- *Es frecuente tener pacientes intoxicados con alguna sustancia que pueda alterar su respuesta al tratamiento o al cálculo de indicadores como Glasgow (para medir disfunción neurológica). Este dato es muchas veces brindado por el propio paciente.*
- Bajo efecto del alcohol
  - Si / No / Se desconoce
- Bajo efecto de drogas (Si/No/Se desconoce):
  - Para “Si”: (pueden seleccionar más de una)
    - Marcar cuál o cuáles:
      - Marihuana, Cocaína, Pasta base, Pegamento, Otras (texto libre)

#### 2.5.2.4 *Cálculo del porcentaje de quemado*

En la sección de “contexto del evento” se registra si el paciente ingresa por quemadura, debiendo especificar el porcentaje del cuerpo que este tiene quemado. Este porcentaje se calcula mediante la “regla de los 9”.

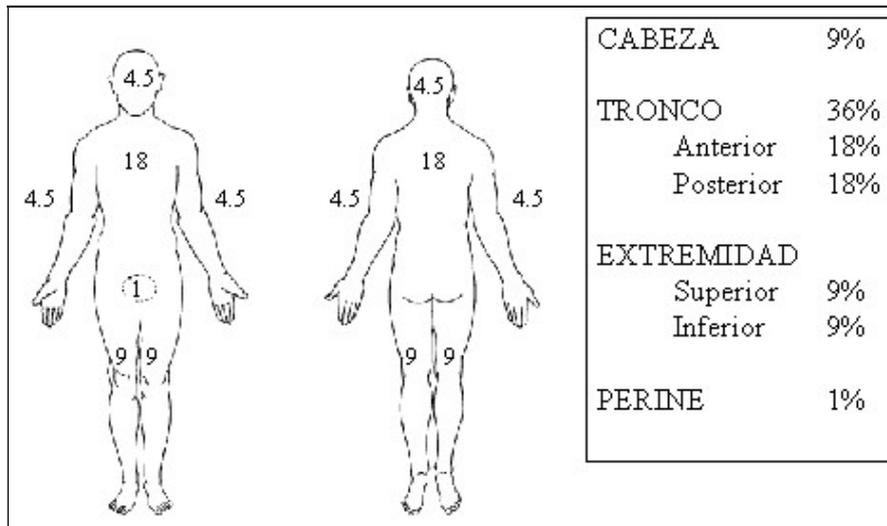


Fig. f9: Cálculo del porcentaje quemado del cuerpo [30]

¿Qué clases de quemaduras existen?

Primer grado: Son las quemaduras menos graves, que afectan tan solo la parte mas externa del tegumento, son dolorosas, y la piel afectada se torna rojiza.

Segundo grado: Es una quemadura mas profunda y más grave que la anterior, se caracteriza porque las lesiones son ampollares y con contenido claro y espeso.

Tercer grado: Es el tipo de quemadura mas grave y mas profunda que las anteriores, se caracteriza por ser indolora, y la lesión puede ser blanca o negra, carbonizada y endurecida.

¿Cuándo se considera que una quemadura es grave?

- Cuando es de mayor extensión y de mayor profundidad.
- Cuando la extensión de la quemadura es de más del 30% de superficie corporal, el paciente tiene un gran riesgo de morir.

¿Cómo se estima la extensión de una quemadura?

**Mediante la regla de los nueve:**

- Cabeza y cuello: 9%
- Tórax anterior: 9%
- Tórax posterior: 9%
- Abdomen anterior: 9%
- Región lumbosacra: 9%
- Miembros superiores: 9% cada uno.
- Miembros inferiores:
  - a. cara anterior: 9%
  - b. cara posterior: 9%
  - c. por cada miembro: 18%
- Región inguinal: 1%

Referencias: [30, 31]

### 2.5.2.5 *Resumen clínico*

Resumen del estado del paciente, por qué viene, datos relevantes de su historia de salud y enfermedades actuales. Si hubiera HCE única para el paciente, mucha de esta información quedaría cargada automáticamente al identificar al paciente.

#### **Roles participantes:**

- Interno de medicina (estudiante) o médico residente.

#### **Datos a registrar:**

##### Motivo de consulta:

- Se selecciona un valor de la tabla maestra de “Motivos de Consulta”.
  - Deberá ser consistente con lo ingresado en el contexto del evento.

Antecedentes: “AMPLE” (Alergias, antecedentes patológicos relevantes, medicación habitual, embarazo.)

- Alergias: penicilina, dipirona, yodo (medios de contraste), otros (texto libre)
- Medicamentos usados actualmente por el paciente: warfarina, betabloqueantes, aspirina, otros (texto libre).
- Enfermedades y operaciones pasadas (past): Antecedentes de trauma, Cardiopatía isquémica, HTA, asma, EPOC, diabetes, obesidad, otros (texto libre).
- Última (last) comida: Texto libre. En cuadro adjunto debería poder registrarse la hora de la última comida que es lo relevante (no importa tanto “qué” comió (salvo alcohol, drogas...) sino “cuándo” comió.
  - Las drogas y el alcohol que irían como registro en la “última comida” las estamos registrando en la sección previa de “Otras condiciones del paciente al ingreso”, dejamos solo texto libre.
- Eventos y ambiente relacionados con la lesión: Texto libre.

##### Resumen clínico (texto libre)

Para que puedan poner las peculiaridades del enfermo y los eventos que no se ven reflejados en las opciones brindadas por el sistema.

## 2.5.2.6 Evaluación inicial

La **evaluación primaria se divide en cuatro subetapas**, dirigida a reconocer y tratar situaciones que implican un riesgo vital inmediato (causas de muerte más frecuentes) para los pacientes gravemente traumatizados. Estas subetapas están ordenadas por la frecuencia de causas de muerte, para poder atender lo más urgente primero y asegurar que se estabiliza al paciente previo a revisar cualquier otro tipo de herida que este tenga. Estas cuatro subetapas siguen la sigla nemotécnica ABCD, por “**vía aérea**”, “**respiración y ventilación**”, “**estado circulatorio**” y “**disfunción neurológica (Airway, Breathing, Circulation, Disability en inglés)**”.

### Roles participantes:

- Interno de medicina (estudiante) o médico residente.

### Información a registrar:

#### A (Airway) – Vía aérea:

- **Observaciones / Evaluaciones:**
  - Presenta alteraciones (Si/No)
    - Esto es que la vía aérea está permeable (VEA). Puedo tener acciones registradas aunque se marque que no hay alteraciones. En la mayoría de los casos no hay alteraciones.
  - Trauma directo sobre vía aérea: Si/No (observación)
    - No se puede marcar si “Presenta alteraciones” es “No”
    - Contuso / Penetrante
  - Dificultad respiratoria: Si/No (evaluación)
    - No va en “Breathing” porque es simplemente la detección de una dificultad, luego se ve que dificultad particular presenta.
    - No se puede marcar si “Presenta alteraciones” es “No”
  - Obstruida (Si/No): no interesa el grado de obstrucción.
    - No se puede marcar si “Presenta alteraciones” es “No”
    - Causa de la obstrucción:
      - Cuerpo extraño
      - Lengua (causa más frecuente en coma)
      - Otros (texto libre)
- **Acciones:**
  - Al traumatizado grave se le DEBE poner oxígeno (opción “máscara de oxígeno” Si/No), independientemente de si hay o no alteración de la vía aérea. Otra acción posible es la de “Apoyo ventilatorio” (BVM).
  - Si está obstruida, se debe registrar “maniobra de desobstrucción” (Texto libre)
  - Intubación orotraqueal
    - Protocolo de intubación (drogas) (texto libre)
  - Máscara Fastrach
  - Máscara laríngea
  - Combitubo
  - Abordaje quirúrgico (uno de los dos)
    - Cricotiroidotomía
    - Traqueostomía

- Otras (texto libre): aquí se puede registrar si el paciente murió por vía aérea obstruida y demás cosas particulares.

#### A (Airway) – Control de Columna vertebral

- **Evaluaciones:**
  - Exploración clínica cervical anormal (Si/No) Para aquellos pacientes con factores de riesgo de lesión del raquis cervical, pero que bajo determinadas circunstancias, y una de ellas es la exploración clínica normal, se les puede retirar el collar sin imágenes previas.
  - Indicación de collar cervical (Si/No)
    - Solo se permite marcar si “Exploración clínica cervical anormal es Si”.
    - La indicación es la evaluación que indica si se le debe poner un collar. La indicación de collar cervical está dada por las características del traumatismo. Entra dentro de lo que llamamos “cinemática” del trauma.
  - No existen otras evaluaciones en esta etapa.
- **Acciones:**
  - Collar cervical
    - Mantiene collar: si vino con collar del prehospitalario y se lo deja
    - Retira collar: si vino con collar del prehospitalario y se le saca
    - Coloca collar: si no vino con collar y se coloca en la emergencia
      - Con esto se puede medir que cantidad de pacientes que tienen indicación de collar vienen sin collar del prehospitalario.
  - Inmovilización (empaquetado)
    - Mantiene (para traslados): si vino empaquetado del prehospitalario y se lo deja así
    - Retira: si vino empaquetado del prehospitalario y se le saca
    - Coloca: si no vino empaquetado y se empaqueta en la emergencia

#### A (Airway): resumen y otros detalles de vía aérea y raquis cervical

- Diagnóstico / Actuación sobre vía aérea y raquis cervical (texto libre)

#### B (Breathing) – Ventilación / Respiración:

- **Observaciones:**
  - Frecuencia Respiratoria (Entero, en RPM)
    - En la evaluación se toma una vez. Si queda en observación se le toma cada 2 horas.
- **Evaluaciones:**
  - Presenta alteraciones (Si/No)
    - Rangos de FR: (se clasifica automáticamente a partir de la observación) Si FR está fuera del rango normal, Presenta alteraciones debe ser “Si”
      - FR <10 rpm (bradipneas extremas)
      - 10 <= FR <= 20 rpm (rango normal)
      - 21 <= FR <= 30 rpm (polipnea)
      - FR > 30 rpm (polipneas extremas)
    - Buena entrada de aire bilateral (Si/No)
      - Solo se registra si “Presenta alteraciones” es “Si” y debe registrar la “mala” entrada de aire bilateral.

- Si la respuesta es No, indicar:
    - Hipoventila a izquierda (Si/No)
    - Hipoventila a derecha (Si/No)
    - Estertores
      - izquierda / derecha
      - secos / húmedos
  - Ocupación pleural
    - La ocupación pleural puede ser detectada clínicamente, radiológicamente o –eventualmente- por EcoFAST.
    - Derecha
      - por aire (Si/No)
      - por sangre (Si/No)
    - Izquierda
      - por aire (Si/No)
      - por sangre (Si/No)
- **Acciones:**
  - Drenaje de:
    - Neumotórax
      - Derecho / Izquierdo
      - Tipo:
        - Isotensivo
        - Hipertensivo
    - Hemotórax
      - Derecho / Izquierdo
    - Hemoneumotórax (es una entidad en si, no alcanza con marcar las 2 anteriores)
      - Derecho / Izquierdo
  - Detalles del procedimiento (Texto libre)

#### B (Breathing): resumen y otros detalles de Ventilación / Respiración

- Diagnóstico / Actuación sobre ventilación / respiración (texto libre)

#### C (Circulation): Estado Circulatorio

- **Observaciones:**
  - Frecuencia Cardíaca (Entero, en CPM)
    - CPM no es una unidad UCUM válida, lo más parecido dentro de UCUM es el Hz (ciclos por segundo) los que se podrían convertir a CPM y viceversa (60 CPM = 1 Hz).
  - Presión Arterial:
    - Sistólica / Diastólica (cada una es entero en mm[Hg])
- **Evaluaciones:**
  - Presenta alteraciones (Si/No)
    - Si presenta alteraciones:
      - Hemorragia externa: (Si/No)
        - activa / detenida
      - Evidencia/sospecha de Hemorragia interna (Si/No)
      - Relleno capilar:

- < 2 seg (normal)
  - $\geq$  2 seg (lento)
- Rangos para FC:
  - FC < 60 cpm (bradicardias)
  - $60 \leq$  FC  $\leq$  100 cpm (normal)
  - FC > 100 cpm (taquicardias)
- Rangos para PA:
  - PAS/PAD < 120/80 mm[Hg] (normal)
  - En trauma lo importante es la hipotensión: PAS < 90 mm[Hg]
- Monitorización Electrocardiográfica (para situaciones de paro cardiorrespiratorio (PCR))
  - Asístole (Si/No)
  - Fibrilación ventricular (Si/No)
  - Actividad eléctrica sin pulso (Si/No)
  - Taquicardia ventricular (Si/No)
  - ¿Estas opciones son excluyentes o se pueden tener 2 o las 3 al mismo tiempo?
    - Lo ponemos como texto libre, en realidad no se puede tener 2 al mismo tiempo, si tener uno y pasar a otro. Se registra una de las tres y los cambios se registran en texto libre.
- **Acciones:**
  - Comentario sobre las vías: no son excluyentes, puede tener 2 VVP y una VVC)
  - Vía venosa periférica (VVP)
    - [[http://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral\\_venous\\_catheter](http://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral_venous_catheter)]
      - Número de vías (Entero): es necesario registrar esto porque a veces no registran la topografía y el calibre de cada vía, es una forma rápida de registrar.
      - Topografía: antebrazo izquierdo / derecho, miembros inferiores
      - Calibre: 14, 16, 18, 20, 22, 24
  - Vía venosa central (VVC) [[http://en.wikipedia.org/wiki/Central\\_venous\\_catheter](http://en.wikipedia.org/wiki/Central_venous_catheter)]
    - Yugular interna: derecha / izquierda
    - Subclavia: derecha / izquierda
    - Femoral: derecha / izquierda
  - Reposición:
    - Duración: durante cuanto tiempo (horas y minutos) se pasa un suero.
    - Tipo:
      - Suero SF (fisiológico) ml
      - Suero Ringer Lactato (SRL) ml
      - Coloides ml
      - Glóbulos rojos (volumen): volumen no es una unidad UCUM válida, habría que ver cual es su equivalente en ml.
      - Plasma (volumen): volumen no es una unidad UCUM válida, habría que ver cual es su equivalente en ml.
      - Plaquetas (volumen): volumen no es una unidad UCUM válida, habría que ver cual es su equivalente en ml.
      - Cristaloides
  - Control de sangrados externos (Si/No) (Marcar solo si se evaluó “Hemorragia externa”)
  - Reanimación de paro PCR (Texto libre)

### C (Circulation): resumen y otros detalles de Estado Circulatorio

- Diagnóstico / Actuación sobre estado circulatorio (texto libre)

### D (Disability): Disfunción Neurológica

- **Evaluaciones:**
  - Escala de Coma de Glasgow (GCS)
    - $GCS < 8$  (Severo)
    - $9 \leq GCS \leq 13$  (Moderado)
    - $14 \leq GCS \leq 15$  (Leve)
  - Presenta alteraciones (Si/No)
    - Corresponde a un GCS menor que 15.
  - Pupilas normales (Si/No)
    - Puede tener  $GCS=15$  y puede NO tener las pupilas normales
    - Si es No:
      - Anisocoria (Si/No): asimetrías en el tamaño de las pupilas. [CIE10: H57.0, anomalías de función pupilar]
        - Podemos marcar automáticamente sabiendo que ingresaron la dilatación de las pupilas y que estas son diferentes. Si la pupila derecha es igual que la izquierda no hay anisocoria.
      - Grado de dilatación de las pupilas:
        - Pupila izquierda (1 a 6)
        - Pupila derecha (1 a 6)
    - Sector espinal (Frankel): A, B C, D, E
  - **Acciones:**
    - Acciones (Texto libre):
    - Poner texto: “especifique horarios de las acciones”

### D (Disability): resumen y otros detalles de Disfunción Neurológica

- Diagnóstico / Actuación sobre disfunción neurológica (texto libre)

### 2.5.2.7 Escala de coma de Glasgow (GCS)

La escala de coma de Glasgow (Glasgow coma scale, GCS) es una escala neurológica diseñada para evaluar el nivel de conciencia de los pacientes que han sufrido un trauma craneoencefálico (TCE) durante las primeras 24 horas post-trauma, al valorar tres parámetros: apertura ocular, respuesta motora y respuesta verbal. Actualmente es empleada en varios campos de la medicina. De esta forma se evalúan las funciones neurológicas, detectando posibles problemas.

#### Descripción de la escala

La escala está compuesta por tres apartados: respuesta ocular, motora y verbal. A cada uno se le asigna un valor dependiendo de la respuesta del paciente, los resultados se suman al final para realizar la interpretación. El valor más bajo que puede obtenerse es de 3 (1+1+1), y el más alto de 15 (4+5+6).

#### Apertura ocular (E)

- Espontánea: **4**
- Al estímulo verbal (al pedírselo): **3**
- Al recibir un estímulo doloroso: **2**
- No responde: **1**

#### Respuesta verbal (V)

- Orientado: **5**
- Confuso: **4**
- Palabras inapropiadas: **3**
- Sonidos incomprensibles: **2**
- No responde: **1**

#### Respuesta motora (M)

- Cumple órdenes expresadas por voz: **6**
- Localiza el estímulo doloroso: **5**
- Retira ante el estímulo doloroso: **4**
- Respuesta en flexión (postura de decorticación): **3**
- Respuesta en extensión (postura de descerebración): **2**
- No responde: **1**

#### Interpretación

La puntuación es el principal factor pronóstico en el TCE e indica la terapéutica a emplear; puede aplicarse en exploraciones repetidas para realizar un seguimiento de estado neurológico. De acuerdo con la puntuación obtenida, a los pacientes se les clasifica como:

- TCE leve: 14 -15
- TCE moderado: 9 - 13
- TCE severo: < 8, mal pronóstico, requiere intubación

Referencias: [32, 33]

### 2.5.2.8 Clasificación de lesiones en la médula espinal (Frankel)

En la subetapa D de la evaluación primaria se debe registrar la evaluación de las lesiones en la médula espinal según la clasificación de Frankel. A continuación se muestra esta clasificación:

- **A: completa** (no preserva ninguna función motora o sensitiva)
- **B: incompleta** (preserva sensación demostrable, función motora voluntaria ausente)
- **C: incompleta** (los músculos clave están a menos de 3 en la escala de evaluación motora EEM)
- **D: incompleta** (la mayoría de los músculos claves están con 3 o más en la EEM)
- **E: normal** (funciones motoras y sensitivas son normales)

Existe otra escala para evaluar las lesiones en la médula espinal, la Escala de Evaluación Motora (EEM):

- 0: ausente (parálisis total)
- 1: contracción palpable o visible
- 2: movimiento en todo el arco articular con gravedad eliminada
- 3: movilidad en todo el arco articular con gravedad eliminada
- 4: movimiento activo en todo el arco articular contra resistencia
- 5: normal

Para este proyecto se utilizará Frankel.

Referencias: [28, 34, 35]

### 2.5.2.9 Escala de trauma revisada: RTS

Al finalizar la evaluación inicial se realiza el cálculo del RTS (Revised Trauma Score), el cual indica la probabilidad de supervivencia del paciente en cuanto a las medidas de Presión Arterial Sistólica (PAS), Frecuencia Respiratoria (FR) y la Escala de Coma de Glasgow (GCS) [28]. Existe una medida más refinada para la evaluación de la supervivencia del paciente en base a las mismas medidas que es llamada la RTS pronóstica o RTSp. En la fig. f10 se muestra la probabilidad de supervivencia en base al resultado del RTSp.

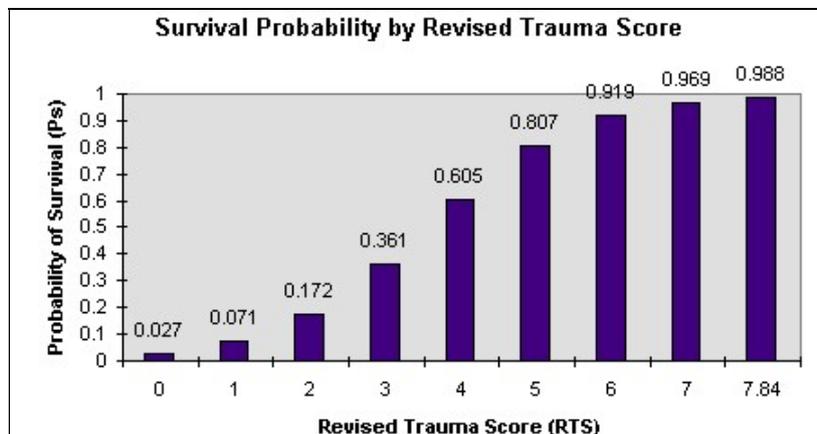


Fig. f10: probabilidad de supervivencia en función al RTS [36]

**RTS se calcula en base a números asociados a los rangos de los valores anteriores:**

FR	PAS	GCS	Valor
0	0	3	0
1..5	1..49	4..5	1
6..9	50..75	6..8	2
> 29	76..89	9..12	3
10..29	> 89	13..15	4

Tabla t1: cálculo del RTS

Se suman los 3 valores obtenidos para cada una de las 3 observaciones, y se obtiene el RTS.

### **Interpretación del resultado de RTS:**

- RTS < 12 hay que trasladarlo a un centro de trauma y es necesario atenderlo de urgencia.
- RTS = 12 normal.

### **Escala de Trauma Revisada Pronóstica (RTSp)**

- $RTSp = 0.7326 * PAS + 0.2908 * FR + 0.9368 * GCS$
- El resultado estará en el rango 0,0 .. 7,8408

#### **2.5.2.10 Evaluación secundaria**

Una vez resuelta la **evaluación inicial**, se puede proceder a la **evaluación secundaria**, llamada **“Exposición corporal total” o “E”** (E por Exposure en inglés), donde se resuelven situaciones que no implican un riesgo vital, por lo menos en lo inmediato, lesiones que obviamente habrá que tratar, como fracturas, heridas cortantes, etc. [28]. La **evaluación secundaria** es, en general, una evaluación de tipo “anatómico”, es decir, de lesiones muchas veces visibles y que a veces son “espectaculares” por su magnitud (como las fracturas expuestas) y que pueden actuar como “distractores” del evaluador, llamando su atención desde las verdaderas injurias –a veces silenciosas- que implican un riesgo vital inmediato y que por lo tanto hay que reconocer y tratar en la **evaluación primaria**.

### **Roles participantes:**

- Interno de medicina (estudiante) o médico residente.

### **Datos a registrar:**

#### Observaciones:

- Temperatura (importante para casos de hipotermia)
- Se registran hasta 3 códigos y texto libre por región del cuerpo, similar a los que se muestra en la fig. f11 obtenida del protocolo general de trauma:
  - Cráneo y cara
  - Cuello

- Tórax
- Abdomen
- Pelvis
- Miembros
- Genitourinario/Recto (texto libre)
- Otras lesiones externas (texto libre)
- Códigos de problemas por zona:
  - Cualquier parte:
    - Dolor / Hinchazón / Edema / Deformidad
    - Equimosis / Contusión / Hematoma
    - Erosión / Escalpe
    - Pérdida de sustancia (piel y celular)
    - Pérdida de sustancia (grandes astringencias)
    - Herida Punzante / Cortante / Cortocontusa
    - Por arma blanca
    - Herida de Arma de Fuego (a. entrada, b. salida, c. indeterminada)
    - Herida de Arma de Fuego Múltiple
    - Perdigonada
  - Miembros:
    - Estiramiento / Esguince
    - Luxación
    - Fractura cerrada
    - Fractura expuesta
    - Amputación traumática
    - Pulso disminuido
    - Pulso ausente
    - Hipoestesia / Disestesia / Anestesia
    - Paresia / Plejia
  - Cualquier parte:
    - Quemadura de primer grado
    - Quemadura de segundo grado
    - Quemadura de tercer grado
    - Enfisema subcutáneo
  - Abdomen:
    - Defensa / Contractura
- Otros detalles de la evaluación: Texto libre

### Acciones:

- Sonda Nasogástrica (SNG)
- Sonda Vesical (SV)
- Talla suprapúbica
- Férulas
- Detalles del procedimiento (Texto libre) (Texto: drogas, reposición, etc)

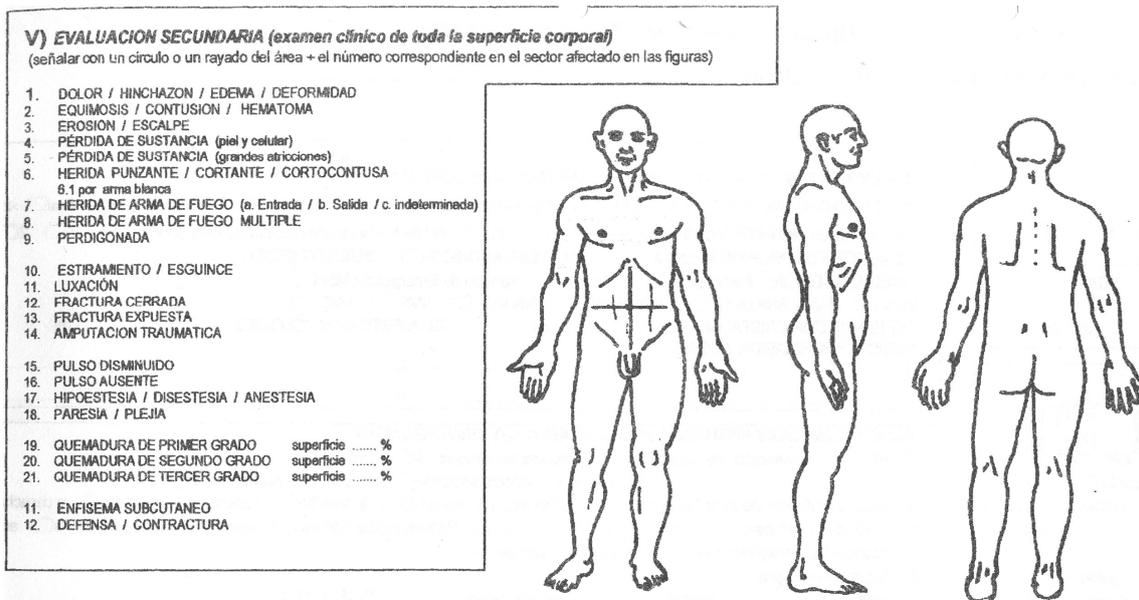


Fig. fl1: registro de problemas encontrados por región del cuerpo

### 2.5.2.11 Pedido de imágenes

Son indicaciones (órdenes) de médicos, que deben registrarse. Pueden realizarse en cualquier momento luego de la evaluación secundaria (por ejemplo estando en observación o con el paciente internado).

#### Roles participantes:

- Equipo médico.

#### Datos a registrar:

- Momento de la indicación: fecha y tiempo
- Quien hace la indicación (médico responsable que debe “firmar” la indicación)
  - Importa el médico responsable de la atención, no quien pide las imágenes.
- **Lista de comunes:**
  - Radiografía de raquis cervical
    - Frente / Perfil / Boca abierta (trans-oral)
  - Radiografía de tórax
    - Frente / Perfil (no interesa lado)
  - Radiografía de columna
  - Radiografía de abdomen
  - Radiografía de pelvis
  - Radiografía de miembro
    - Superior / Inferior
  - Ecografía / Ultrasonografía
    - Ecografía abdominal
    - Ecodopler
      - Vasos de cuello
      - Arterial de miembro superior (izquierda/derecha)

- Arterial de miembro inferior (izquierda/derecha)
- Tomografía computada
  - Cráneo
  - Cuello
    - ¿Con raquis cervical? (Si/No)
  - Tórax
  - Abdomen / Pelvis
  - Miembros
- Resonancia Magnética Nuclear

### 2.5.2.12 *Pedido de exámenes de laboratorio*

Son indicaciones (órdenes) de médicos que deben registrarse. El registro de las órdenes de exámenes de laboratorio permiten calcular diversos indicadores como: “cuáles exámenes se piden con más frecuencia para cuáles tipos de trauma” o “cantidades de exámenes pedidos en determinados períodos de tiempo”.

#### **Roles participantes:**

- Equipo médico.

#### **Datos a registrar:**

- Momento de la indicación (fecha y tiempo)
- Quien hace la indicación (médico responsable que debe “firmar” la indicación)
  - Importa el médico responsable de la atención, no quien pide los estudios.
- “Rutinas de laboratorio”: (se deben poder pedir individualmente)
  - Clasificación de grupo sanguíneo (para cualquier gravedad de trauma menos los “leves” que no llevan ninguna paraclínica)
  - Hemograma
  - Glicemia (o glucemia)
  - Ionograma
  - Azoemia
  - Creatininemia
- Gasometría en sangre (solo pacientes críticos) y es una acción que la hace el médico, no es una orden. Se registra si se pide o no.

### 2.5.2.13 *Índice de Gravedad del Trauma*

El Índice de Gravedad del Trauma o ISS (por su sigla en inglés Injury Severity Score) es un índice anatómico que se calcula al final de la evaluación. Sirve como pronóstico de sobrevivencia. Es distinto al RTS porque para calcular el ISS se necesitan los resultados de los estudios realizados, por eso se hace al final.

El ISS se calcula en base al AIS (Abbreviated Injury Scale), evaluando lesiones por región y asignando puntajes según la tabla t2. Su valor es igual a los cuadrados de los puntajes que se le da a las regiones más afectadas. **Con un ISS mayor a 15, el paciente es traumatizado grave**

[37]. La Escala Abreviada de Lesiones (AIS) es un sistema de puntuación anatómica que se introdujo por primera vez en 1969. Desde este momento se ha revisado y actualizado en para sobrevivir por lo que ahora ofrece una “razonablemente precisa” clasificación de la gravedad de las lesiones. La última versión de la puntuación de AIS es la revisión de 1990. El AIS es supervisado por un comité de la expansión de la “Association for the Advancement of Automotive Medicine”. Las lesiones se clasifican en una escala de 1 a 6, siendo 1 menor, 5 grave y 6 no puede sobrevivir a la lesión. Esto representa la “amenaza a la vida” asociada a una lesión y no pretende representar una medida de la gravedad. El AIS no es una escala de lesiones, en la que las diferencias entre AIS1 y AIS2 no son las mismas que entre AIS4 y AIS5. Existen muchas similitudes entre el AIS y la escala “Organ Injury Scale” de la “American Association for the Surgery of Trauma”. [38]

Puntuación AIS	Lesión
1	Menor
2	Moderado
3	Grave
4	Grave
5	Crítica
6	No puede sobrevivir

Tabla t2: puntuaciones AIS para gravedad de heridas, fuente [38]

### 2.5.3 Pedido de evaluación por especialista: (Interconsultas)

Pueden registrarse varias interconsultas, registrando la especialidad a la que se quiere consultar y el momento del pedido. Las especialidades posibles se obtendrán del la tabla maestra de especialidades, la cual contiene las especialidades médicas a las cuales se puede derivar un paciente o pedirle opinión a un colega sobre un caso clínico.

**En el Hospital Maciel las especialidades son (se deberá adaptar la lista a la institución):**

- Cirugía general (en general es el médico a cargo del paciente politraumatizado)
- Traumatología
- Hemoterapeuta
- Neurocirugía
- Cirugía vascular
- Cirugía maxilofacial
- Cirugía de tórax
- Otorrinolaringología
- Cirugía plástica
- Intensivista
- Medicina Interna

## 2.5.4 Diagnóstico

Es el registro de los diagnósticos que realiza el equipo médico sobre el paciente luego de evaluarlo y posiblemente realizarle estudios complementarios. Con la atención de trauma se pueden diagnosticar otras dolencias que no sean específicas de trauma (diagnósticos complementarios). Estos diagnósticos serán hechos en texto libre. En el futuro, estos diagnósticos se podrán también codificar, sobre todo pensando en la Historia General de Emergencia. Cómo el paciente puede evolucionar y tener distintos problemas durante la atención, se deberá tener el registro de diagnósticos abierto para poder diagnosticar otros problemas que surjan durante la atención, es decir, que este no sería el único punto de registro de diagnóstico. Para cada diagnóstico posterior se debería tener: el momento en el que se hizo y la firma del médico responsable del diagnóstico. Se tomará como guía para este registro la interfaz de usuario de Google Health, la cual es de agrado de los médicos del Hosp. Maciel, y al ser propuesta por google lleva oculto un sello de calidad. En la fig. f12 se muestra la pantalla de búsqueda y selección los problemas de salud de un paciente. Es una interfaz simple e intuitiva, la cual organiza los problemas de salud alfabéticamente, y a la vez ofrece la funcionalidad de realizar búsquedas inteligentes en base al texto parcial ingresado implementado utilizando pedidos AJAX al servidor de búsqueda de problemas de salud de Google.



Fig. f12: Registro de problemas de salud, fuente [39]

### Roles participantes:

- Equipo médico.

### Datos a registrar:

- Múltiples códigos CIE10 (subconjunto de códigos para trauma)
- Diagnóstico complementario (texto libre)

## 2.5.5 Decisiones terapéuticas evolutivas (tratamiento)

Este registro será similar al Protocolo Único del Traumatizado Grave que hoy existe en papel. En la fig. f13 se muestra esta sección de dicho formulario.

<b>X) TRATAMIENTO</b>	
EL PACIENTE NO SE OPERA PORQUE:	
1) no presenta lesiones de indicación quirúrgica <input type="checkbox"/> Otra razón: .....	
2) ES SELECCIONADO PARA MANEJO NO OPERATORIO (MNO) DE TRAUMA CONTUSO	
VÍSCERA COMPROMETIDA Y GRADO DE LESIÓN	
HÍGADO <input type="checkbox"/>	lesión grado: I II III IV V
BAZO <input type="checkbox"/>	lesión grado: I II III IV V
RIÑÓN <input type="checkbox"/>	lesión grado: I II III IV V
PÁNCREAS <input type="checkbox"/>	lesión grado: I II III IV V
OTRA: ..... lesión grado: <input type="checkbox"/> El paciente ingresa a manejo no operatorio por resultado de: TAC <input type="checkbox"/> ECOGRAFIA <input type="checkbox"/> FIBROLAFAROSCOPIA <input type="checkbox"/>	
MANEJO NO OPERATORIO (MNO) EXITOSO <input type="checkbox"/> FALLO DEL MNO <input type="checkbox"/> CAUSA DEL FALLO: .....	
Tiempo entre Ingreso y cirugía: ..... min. .... horas ..... días	
3) FUE OPERADO: FECHA DE LA OPERACIÓN: ..... / ..... / .....	
DIAGNOSTICO OPERATORIO / NECROPSICO (GRADO DE LESION VISCERAL SEGUN ESCALA AT)	
1) NEUROCIRUGIA <input type="checkbox"/>	.....
2) CIRUGIA MAXILOFACIAL <input type="checkbox"/>	.....
3) CIRUGIA DE TORAX <input type="checkbox"/>	.....
4) CIRUGIA ABDOMINAL Y/O PELVIANA <input type="checkbox"/>	.....
5) CIRUGIA ORTOPEDICA <input type="checkbox"/>	.....
6) CIRUGIA VASCULAR <input type="checkbox"/>	.....
4) LESIONES INADVERTIDAS: .....	
PROCEDIMIENTO(S) REALIZADO(S): CONTROL DE DAÑOS <input type="checkbox"/> OTROS PROCEDIMIENTOS: .....	

Fig. f13: protocolo único del traumatizado grave, sección de registro del tratamiento, fuente: Dpto. de Emergencia del Hospital Maciel.

### Roles participantes:

- Equipo médico.

### Datos a registrar:

#### Cirugía:

- Si (indicación de pase a block)
  - Especialidades (pueden seleccionarse varias)
    - Valores posibles en “Tabla maestra de especialidades quirúrgicas”
  - Fechas de operación (seleccionar al mismo día por defecto, se puede llenar a posteriori)
- No (evaluación)
  - Razón:
    - No presenta lesiones de indicación quirúrgica (Si/No)
    - Otra razón (texto libre)
  - Seleccionado para manejo no operatorio del trauma
    - Viscera comprometida y grado de lesión:
      - hígado: I, II, III, IV, V, VI
      - bazo: I, II, III, IV, V
      - riñón: I, II, III, IV, V
      - páncreas: I, II, III, IV, V

## 2.5.6 Alta/Traslado

Esta etapa es común a todas las etapas del ciclo asistencial. Las opciones presentadas para especificar el destino del paciente dependen de la etapa actual. Estas opciones son las que están definidas en el diagrama del ciclo asistencial, donde de cada etapa solo se puede ir a algunas de las otras etapas.

### Roles participantes:

- Médico responsable: es quien genera el alta o traslado.
- Personal de admisión: realiza el registro administrativo del traslado del paciente.

### Datos a registrar:

Destino: (depende de la etapa actual)

- **Observación:** el paciente queda en observación en el servicio de emergencia.
- **Alta:** se da de alta al paciente y se va a su casa.
- **Traslado:** a otra institución
  - Nombre de la institución (texto libre)
  - Seleccionar un departamento para indicar derivaciones de mutualistas del interior. Valores posibles en “Tabla maestra de departamentos”.
- **Morgue:** el paciente fallece (implica constatación de fallecimiento)
- **Block quirúrgico:** el paciente pasa a block a ser intervenido quirúrgicamente.
  - Se podría mediante algún identificador del episodio de trauma o de la orden de pase a block, vincular la descripción operatoria a la orden de la HCE de trauma (habría que integrar ambos sistemas y que en la descripción operatoria se guarden identificadores de la HCE de trauma).
- **Internación:** ingresa al hospital a internarse
  - **Sala:** Lista de valores posibles en “Tabla maestra de habitaciones”, Otra (texto libre)
  - **Cuidados intermedios:** No se registra otro dato. Cuidados intermedios tiene un conjunto de camas reducido.
  - **CTI:** Si hay indicación de Asistencia Respiratoria Mecánica (ARM), se registrará en el texto libre de motivo de traslado.

Fecha y hora de registro del traslado / alta / internación

- Se calcula automáticamente al guardar el registro del traslado.
- Se deja además ingresar fecha y hora a mano, por si el momento del registro difiere del momento del traslado real, si no se ingresa, se considerará que el momento del traslado es el momento del registro. [ver requerimiento 9]

Médico responsable del traslado / alta / internación

- Firma con su nombre de usuario y clave.

Motivo de traslado / alta / internación (texto libre)

## 2.6 Modelo conceptual del dominio

Como resultado del relevamiento se obtuvo un modelo conceptual del dominio analizado. En este modelo se representan los conceptos relacionados con las personas y sus roles, los cuales se localizaron en el paquete Demográfico. Los conceptos relacionados con el registro en la HCE y su estructura interna fueron localizados en el paquete Clínico, el cual se vio influenciado por el modelo de información de OpenEHR, el cual fue tomado como referencia. Los conceptos relacionados con los estudios imagenológicos y su representación electrónica fueron localizados en el paquete Imagenología. Y los conceptos relacionados con códigos y terminología clínica fueron localizados en el paquete Tablas Maestras. En la fig. f14 se pueden apreciar los conceptos o entidades aquí mencionadas.

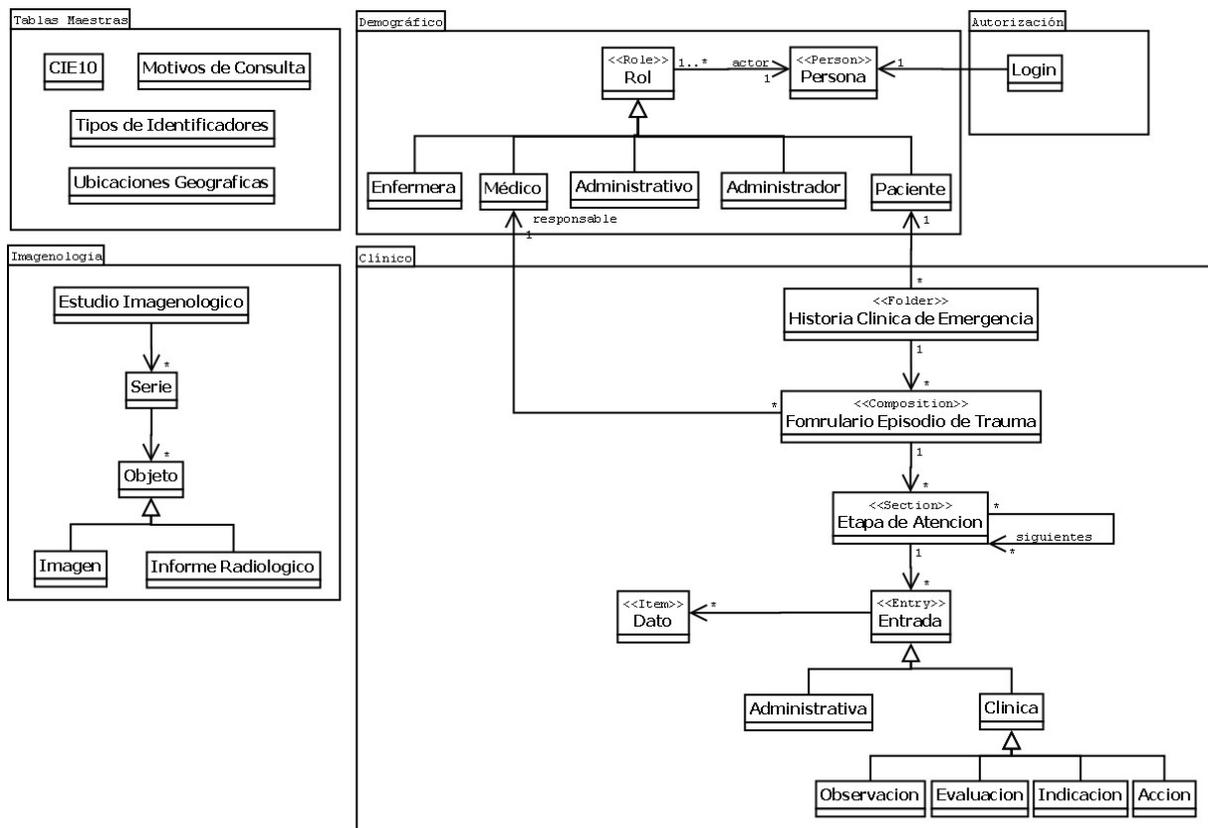


Fig. f14: modelo conceptual del dominio

### 2.6.1 Descripción de las entidades

#### Historia Clínica de Emergencia

Es la historia de un paciente en la emergencia, la cual está compuesta por todos los registros clínicos hechos para ese paciente a lo largo del tiempo, o sea que puede contener información de varios episodios traumáticos distintos, para el mismo paciente.

#### Formulario de Episodio de Trauma

Contiene toda la información clínica registrada en un único episodio traumático, para un paciente determinado.

## **Etapa de Atención**

Modela la subdivisión del registro del episodio para una etapa determinada del proceso asistencial. Contiene toda la información clínica relevada en una única etapa del proceso asistencial.

## **Entrada**

Es un contenedor de información que está relacionada. Por ejemplo, en el registro en papel se encuentran varias secciones y se registra información relacionada para cada sección, cada una de estas secciones es una Entrada. A su vez, la Entrada puede ser Clínica o Administrativa. Las entradas clínicas modelan el proceso de resolución de problemas clínicos que se plantea en OpenEHR, mientras que las entradas administrativas sirven para dar contexto a las clínicas.

## **Dato**

Modela el dato atómico que puede registrarse para cada Entrada. En el ambiente clínico los datos atómicos pueden ser estructuras complejas como árboles o tablas de datos.

## **Persona**

Modela a una persona que participa de alguna forma en el proceso asistencial, ya sea jugando el rol de paciente, médico, enfermero o personal administrativo.

## **Rol**

Modela el rol que juega una persona en el proceso asistencial. Se agregó un rol Administrador que modela a un usuario que ingresa al sistema con el objetivo de analizar los indicadores asistenciales, este rol no participa del proceso asistencial.

## **Tablas Maestras**

Todas las entidades contenidas en este paquete modelan tablas de términos codificados. Por ejemplo, CIE10 son los términos a utilizar para los diagnósticos, y Motivos de Consulta son los términos para catalogar los motivos de consultas y facilitar el cálculo de indicadores.

## **Estudio imagenológico**

Modela un estudio como puede ser una tomografía computada o una ecografía. Este modelo se obtuvo del estándar DICOM.

## **Serie**

Las series son contenedores de objetos relacionados, dentro de un estudio.

## **Objeto**

Los objetos pueden ser imágenes, por ejemplo los cortes de una tomografía, también pueden ser reportes estructurados que modelan los informes radiológicos de los estudios. También pueden modelar video, sonido, electrocardiogramas y otras formas de información.

Cabe aclarar que algunos conceptos fueron extraídos o identificados en distintos estándares estudiados, como sucede con la estructura interna de los Estudios Imagenológicos que se extrajo del estudio del estándar DICOM. Otros conceptos dentro de los paquetes Demográfico y Clínico tienen correspondencias con conceptos del modelo de referencia del estándar OpenEHR, estos conceptos fueron identificados mediante estereotipos en las clases. También se agregaron conceptos del modelo de referencia de OpenEHR en la estructura interna de las entradas del Formulario Episódico de Trauma, como ser Observación, Evaluación, Indicación y Acción.

## Capítulo 3: requerimientos

### 3.1 *Requerimientos funcionales*

#### 3.1.1 **Req. 1: Registro de información clínica**

El principal requerimiento en todo sistema de Historia Clínica Electrónica es el registro de la información clínica asociada a un determinado paciente. Este requerimiento implica varios factores, como la estructuración de la información clínica, la interfaz de usuario en la cual los médicos cargarán los datos, la interacción del usuario con esta interfaz, y el modelo de registro que mejor se aplique a la realidad planteada.

##### 3.1.1.1 *Interfaz de usuario y modelo de registro*

La interfaz de usuario fue un tema de importante discusión con los médicos que participaron en el proyecto, y también entre el equipo de desarrollo. Dos temas importantes que se hablaron son el del tipo de registro y de la organización de la información en pantalla. Un requerimiento no funcional establecido desde el inicio del proyecto es que toda la interfaz de usuario sería web.

En cuanto al modelo de registro fueron analizadas dos alternativas, la abierta y la estructurada, que son diametralmente opuestas. Por un lado el modelo abierto permite que el médico registre toda la información en formato de texto libre, mientras que el modelo estructurado reduce las opciones de texto libre al mínimo y el médico realiza su registro en un formulario dividido en campos simples, muchas veces con valores predeterminados a seleccionar. Llegamos a la conclusión de que un registro semi-abierto es la mejor opción, dejando mucha información estructurada, pero siempre contemplando el ingreso de texto libre para contextualizar la información estructurada. En el cap. 6, sección “registro narrativo, control terminológico y codificación” se trata a fondo este tema.

Sobre la organización de la información en pantalla, fueron analizados varios casos. El primero fue de replicar el registro en papel en la pantalla. Este enfoque se planteó pensando en simplificar la adaptación de los médicos, que están acostumbrados al registro en papel, para que no haya resistencia al registro electrónico, ya que lo que éste ve en pantalla es algo con lo que está familiarizado. Por otro lado, esto tiene grandes desventajas, ya que el tamaño y proporciones de la pantalla son fijos, no se puede tener la libertad de disposición de los objetos de registro que se tiene en papel, y la complejidad del registro en papel hace que sea dificultoso su llenado en la web, sobre todo pensando en que sería necesario desplazar constantemente la pantalla para poder ver los registros que no entran en el área visible.

Un argumento de los propios médicos es que ellos ya están acostumbrados a trabajar con interfaces web y a llenar formularios en línea. Por este argumento se decidió probar con una organización más adaptada a lo que es la web, dividiendo formularios complejos en secciones con pocos registros cada una. Estas secciones están marcadas por las secciones que hoy existen en el registro en papel, y por el propio análisis del ciclo asistencial. De esta forma se logra una interfaz comprensible por el usuario, por que se adapta a su proceso de trabajo, y donde cada pantalla de registro es relativamente simple, por lo menos más simple que en papel o en pantalla si se adaptaba el registro en papel. Si bien el ingreso se hará por secciones y cada sección será una pantalla distinta, una necesidad planteada por los médicos es que al final necesitan ver toda la información junta, por lo que se implementará una pantalla especial donde se muestre el

registro como uno solo integrando las diferentes secciones del documento clínico. En el cap. 5, sección “Diseño de la interfaz de usuario” de la presente documentación se dan más detalles sobre las decisiones tomadas y los prototipos de interfaces que fueron hechos y validados con los médicos en distintas etapas del proyecto.

### **3.1.2 Req. 2: Subir fotos digitales**

Muchas veces los médicos sacan fotos a los pacientes para registrar casos de traumatismos interesantes para poder discutir estos casos con otros profesionales, o como caso de estudio para estudiantes de medicina.

Se planteó la necesidad de poder unir este registro fotográfico a la Historia Clínica Electrónica de dicho paciente, de modo de que el registro clínico pueda tener toda la información recabada sobre el caso clínico en un mismo lugar, de modo de no fragmentar el registro.

Los médicos podrán subir imágenes sacadas con cámaras digitales. Se requiere poder subir múltiples imágenes, cada una con un texto libre a modo de descripción. Las imágenes se podrán subir junto al registro de la evaluación secundaria del paciente traumatizado.

### **3.1.3 Req. 3: Firma del registro médico**

Todos los registros sobre la atención médica y los procedimientos hechos sobre el paciente deben estar firmados por un médico. En el caso particular de la atención en la emergencia, interesa que el registro tenga la firma del médico responsable de la atención de cada paciente, independientemente de que un paciente sea atendido por varios médicos. Así el médico responsable se responsabiliza por la atención brindada desde el punto de vista médico y legal.

Las opciones sobre cómo registrar la firma del médico son varias:

- Usuario y clave: ingresando un nombre de usuario y clave privada, de la misma forma que se realiza en ingreso de usuarios al sistema.
- PIN: mediante un número privado que es solo conocido por el médico.
- Captura de la firma: mediante un capturador de firmas se obtiene una imagen digital de la misma y se adjunta al registro médico.
- Código de barras: cada médico podría tener una tarjeta con un código de barras que se pueda escanear. Se puede combinar con el ingreso de un PIN.
- Existen otros dispositivos que permiten realizar la firma:
  - Certificado digital en pendrive.
    - Podría tener protección por reconocimiento de huella dactilar.
  - Tarjetas RFID: reconocimiento por proximidad.
    - Junto con un PIN.

Aquí el requerimiento es solamente la firma del registro, luego se podría analizar las implicancias de seguridad que tiene cada alternativa, cómo para asegurarse de que quien firma sea la persona correcta y no otra. Por ejemplo se podría utilizar algo que el médico sabe (PIN, clave), algo que el médico tiene (una tarjeta), algo que le es propio (huella dactilar). Estos factores combinados permiten que aunque la tarjeta se pierda y el dato privado se haga público, por el factor de lo que le es propio, se evita la posibilidad de registro por otra persona.

### **3.1.4 Req. 4: Creación de documentos clínicos CDA**

La Historia Clínica Electrónica del hospital Maciel es mantenida digitalmente en un repositorio documental con formato CDA (Clinical Document Architecture, estándar de almacenamiento e intercambio de documentos clínicos, basado en XML, es parte del estándar HL7) [24]. Para poder integrar la Historia Clínica Electrónica de Trauma al Repositorio Documental del Hospital Maciel, es necesario que el sistema que desarrollemos pueda presentar los datos de las Historias Clínicas de Trauma en archivos XML con formato CDA. Cuando un episodio de Trauma sea catalogado como Completo, el sistema debe crear (o dar la posibilidad de) un archivo CDA para ese episodio con todos los datos que fueron registrados. El estándar CDA es muy amplio y mucha de la información que se registra en un archivo de este tipo es opcional. TRAUMAGEN creará CDAs con los campos mínimos necesarios para cumplir el estándar.

### **3.1.5 Req. 5: Implementación de indicadores**

Uno de los principales atractivos del uso de una Historia Clínica Electrónica, es el poder obtener indicadores de atención y desempeño. En este sentido, el grupo de profesionales del Departamento de Emergencia del Hospital Maciel con los cuales estuvimos trabajamos, nos plateo la necesidad de que el sistema debía contar con un conjunto mínimos de indicadores.

A continuación se presentan estos indicadores. Cabe acotar que para la consulta de cada uno de estos, el sistema debe permitir filtrar los datos, sobre los cuales se obtendrán los indicadores, definiendo intervalos de tiempo.

#### **3.1.5.1 *Tiempo de permanencia en cada etapa del ciclo de atención***

Muestra el tiempo de permanencia promedio (en minutos) de pacientes en cada etapa del ciclo de atención. Se tomaran en cuenta las siguientes etapas del ciclo de atención: admisión, evaluación inicial y evaluación secundaria.

#### **3.1.5.2 *Gravedad en episodios de pacientes que llegan a emergencia***

Muestra la cantidad de episodios que se registran en la emergencia, discriminando por la gravedad (dada por el resultado del Triage) con la que ingresan estos.

#### **3.1.5.3 *Cantidad de episodios por tipo de trauma***

Muestra la cantidad de episodios por tipo de trauma (diagnostico resultado de la etapas de Evaluación) para los tipos de trauma con mayor cantidad de ocurrencias en la totalidad de episodios registrados en el sistema. La cantidad de tipos de trauma será definida por el usuario que consulte el indicador.

#### **3.1.5.4 *Cantidad de episodios con pases a block quirúrgico agrupado por tipo de trauma y gravedad***

Muestra cantidad de episodios tomando en cuenta si el paciente tuvo pase a Block Quirúrgico, el tipo de trauma que éste tenía y la gravedad del mismo (dada por el RTS). En cuanto a los tipos de trauma, se tomaran en cuenta solamente un determinado grupo de estos, que coincidirá con

los tipos de trauma con mayor cantidad de ocurrencias en la totalidad de episodios registrados en el sistema. La cantidad de este grupo será definida por el usuario.

### **3.1.5.5**      *Cantidad de exámenes por diagnóstico*

Muestra la cantidad de exámenes realizados para los tipos de trauma con mayor cantidad de ocurrencias en la totalidad de episodios registrados en el sistema. La cantidad de tipos de trauma será definida por el usuario que consulte el indicador.

### **3.1.6 Req: 6: Autenticación y autorización**

El sistema tendrá dos tipos de usuario bien diferenciado, el usuario clínico y el usuario administrativo. El primero es para los médicos, enfermeras y otro personal que sea parte de la atención del paciente. El segundo es el personal administrativo que realiza el ingreso y egreso de los pacientes al Departamento de Emergencia.

Todos los usuarios deberán autenticarse para ingresar al sistema, esto se hará mediante la verificación de usuario y clave.

En el sistema existen dos tipos de registros, los administrativos y los clínicos. La regla para restricción del acceso de los usuarios a estos registros será que: solo el personal médico puede acceder a los registros clínicos, el acceso implica poder ver, editar y generar nuevos registros.

### **3.1.7 Req. 7: Administración integrada de pacientes**

Tal como se mencionó en la sección “Registros y roles por etapa: admisión”, en general los hospitales ya tienen una base de datos de pacientes informatizada, por lo que crear un sistema de historia clínica para instalar en cualquier institución que no contemple ese hecho e implemente su propia base de datos de pacientes, atenta contra la unicidad de los registros clínicos favoreciendo la fragmentación de los mismos entre varios sistemas. Esto se debe a que distintos sistemas utilizan distintos mecanismos para identificar a las personas, entonces si se tiene a la misma persona registrada en dos sistemas, y en ambos sistemas la persona tiene asociados registros clínicos, es probable que estos no se puedan integrar para formar la Historia Clínica única de dicho paciente. Por esto es que se plantea el requerimiento de implementar de forma integrada lo que se conoce como “administración de pacientes”. Esto implica que la base de datos de pacientes es única (llamado Índice Maestro de Personas/Pacientes dependiendo de la bibliografía), y que tiene una interfaz estándar para que otros sistemas puedan realizar las operaciones de administración necesarias para su correcto funcionamiento, tales operaciones son:

- Alta de nuevos pacientes.
- Modificación de información de pacientes existentes.
- Búsqueda de pacientes en la base de datos única.

Como interfaz estándar se utilizará el mecanismo de intercambio de mensajes, los cuales están especificados en el estándar HL7.

### **3.1.8 Req. 8: Selección de diagnósticos usando CIE 10**

Debido al planteo de los médicos sobre la necesidad de poder clasificar a los pacientes según su diagnóstico, y así poder calcular diversos indicadores para medir la calidad de la atención, la relación entre diagnósticos y sobrevida del paciente, y los costos asociados a la atención de los distintos tipos de trauma, entre otros. Se planteó también la utilidad que podría tener utilizar la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10) de la OMS para codificar los diagnósticos. Para esto se utilizarán solamente los capítulos correspondientes a “Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa”, agrupados por los capítulos S y T de la CIE 10, sumando un total de 1457 términos codificados. Los 21 capítulos de la CIE 10 contienen unos 14000 términos en total.

Se podrán seleccionar múltiples códigos CIE 10 para denotar los diagnósticos, y se registrará un texto libre para registrar información de contexto no contemplada en los códigos CIE 10.

Se profundizará la información al respecto de este requerimiento en la sección “Registro narrativo, control terminológico y codificación”.

### **3.1.9 Req. 9: Gestión integrada de pacientes**

Cómo en la gran mayoría de las instituciones de atención médica, en el Hospital Maciel se cuenta con una base de datos informatizada de los pacientes. Por este motivo, generar sistemas que tengan su propia base de datos de pacientes atentan contra la unicidad de los registros y la coherencia entre distintos sistemas. Por lo tanto se plantea el requerimiento de poder interactuar con la base de datos de pacientes del Hospital Maciel mediante las interfaces con las que cuenta hoy en día, las cuales son accedidas desde Web Services, y fueron implementadas para intercambiar mensajería HL7 según los perfiles PIX y PDQ de la IHE. Estos perfiles definen transacciones para el alta, modificación y búsqueda de información de pacientes, mediante el intercambio de mensajes HL7 del dominio de administración de pacientes (HL7 PA). Asimismo, se plantea la necesidad de que el sistema pueda funcionar sin depender de una base de datos externa de pacientes, ni de una interfaz particular, por lo que se implementará también una base de datos de pacientes interna, y mediante configuración de podría indicar si usar la base local o la externa. En el anexo 4 se resumen los detalles de los mensajes HL7 y de los perfiles IHE aquí mencionados.

## 3.2 *Requerimientos no funcionales*

### 3.2.1 *Aplicación de estándares*

Uno de los objetivos del proyecto es estudiar la aplicabilidad de estándares en un sistema de Historia Clínica Electrónica funcional, en este caso particular se aplicarán a la HCET, evaluando las dificultades y las ventajas de dicha aplicación.

Los estándares en consideración para este proyecto son los siguientes:

- **OpenEHR:** para la arquitectura y diseño del sistema de Historia Clínica Electrónica. Su propuesta de un paradigma dual, separando el software del conocimiento necesario para generarlo, es sumamente atractivo para la investigación, ya que propone cambiar la forma en la que es creado el software hoy en día, concentrándose en los sistemas de Historia Clínica Electrónica, aunque muchos de los conceptos se podrían aplicar a otros dominios. El anexo 1 contiene un resumen de la investigación sobre OpenEHR [10].
- **DICOM:** estándar de facto para la extracción, comunicación y almacenamiento de estudios imagenológicos digitales, tales como tomografías computadas, rayos X, ecografías, etc. Desde el inicio del proyecto se planteó que la HCE creada debería poder acceder a estudios imagenológicos digitales, utilizando DICOM es la forma de hacerlo. En los anexos 2 y 3 se resume la investigación sobre DICOM y sobre la imagenología digital en general [8].
- **HL7:** estándar de intercambio de información clínica y demográfica entre sistemas de HCE. Se utilizará para crear un repositorio documental clínico y para implementar la administración distribuida de pacientes. En los anexos 4 y 5 se resume la investigación sobre estos estándares [40].
- **CIE 10:** la Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10 será utilizada para codificar los diagnósticos [25].
- **UCUM:** las unidades de las cantidades a registrar serán codificadas según el Unified Codeo of Units of Measure [41].

#### 3.2.1.1 *Implementación orientada por OpenEHR*

Se buscará la compatibilidad con OpenEHR en el modelo de información y el modelo del conocimiento en base a la definición de arquetipos y plantillas. También se seguirán las especificaciones de OpenEHR en cuanto a los componentes e interfaces que conforman la arquitectura del sistema.

OpenEHR propone una opción mínima de implementación de una HCE compatible con OpenEHR, en la fig. f15 se muestra un esquema de este sistema. Se buscará implementar este esquema mínimo de HCE.

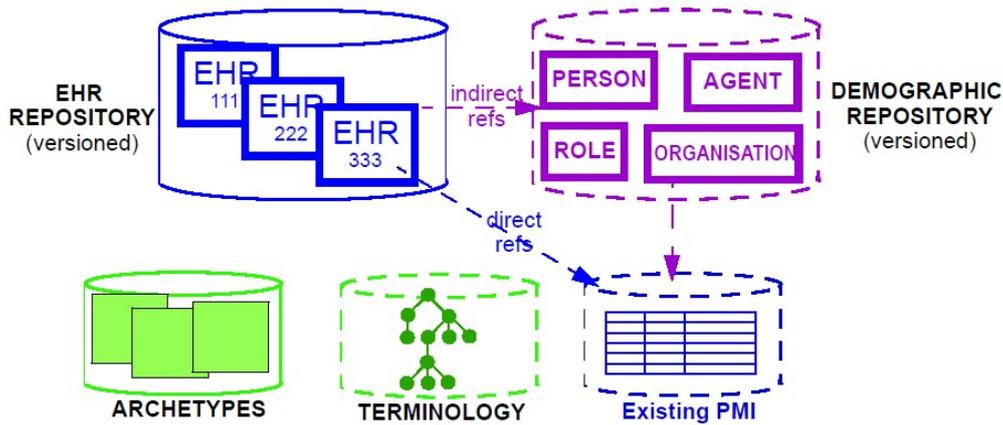


Fig. f15: HCE mínima según OpenEHR, fuente [42]

Esta HCE mínima implica la implementación del modelo de información clínica, el modelo de información demográfica o patronímica, el modelo de arquetipos, interoperabilidad con un Índice Maestro de Pacientes existente (PMI en inglés), y algún tipo de control terminológico y codificación. Implícitamente se encuentran las funcionalidades que dan vida al sistema de información, como ser la creación, edición y búsqueda de registros clínicos y demográficos, más otras funcionalidades de seguridad para autenticación y autorización de los usuarios. En la fig. f16 se muestran algunas de estas funcionalidades y las relaciones entre los artefactos que forman la HCE mínima, mencionados previamente.

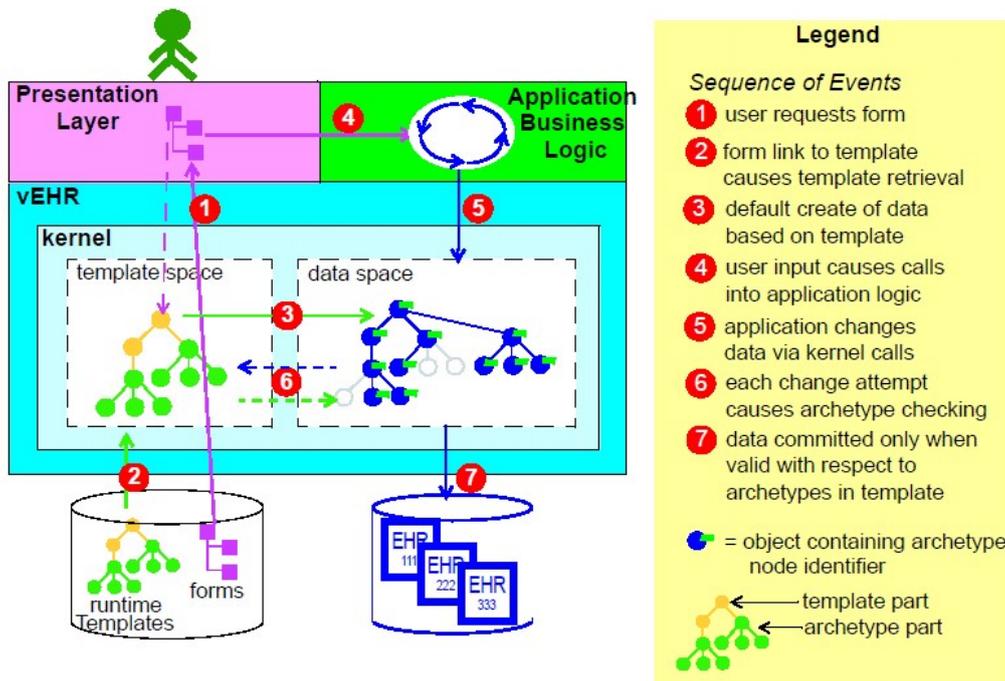


Fig. f16: proceso de creación y envío de los datos, fuente [42]

Tanto del modelo de información clínica y demográfica, cómo del modelo de arquetipos, ya existen implementaciones en varias tecnologías por lo que se podría reutilizar mucho trabajo ya realizado. La persistencia de la información clínica es un problema abierto en OpenEHR, ya que su especificación no define los mecanismos de persistencia de la información clínica, por lo que las opciones de persistencia quedan en manos de los implementadores.

### **3.2.2 Registro episódico**

**Los registros de atención de trauma serán registros orientados al episodio de trauma o simplemente “registros episódicos”. [43]**

La característica de este tipo de registros es que tienen una fecha de inicio y de fin bien definidas. La emergencia es un caso común del uso de este tipo de registros donde el paciente viene con un problema, se lo trata y en el mejor de los casos se le da de alta. En general, cada vez que el paciente pasa por la emergencia es por un problema de salud distinto, y por lo tanto es otro episodio. Otro tipo de registro episódico es el de internación. El otro tipo de registros es el registro ambulatorio, donde el paciente puede tener varios encuentros con los médicos que lo atienden y en todos ellos tratar un mismo problema de salud.

### **3.2.3 Texto libre para registrar situaciones no previstas**

Cada etapa del registro, que así lo necesite, contará un espacio para registrar en forma de texto libre para consignar situaciones no previstas en el ingreso estructurado. Este es un requerimiento de los médicos sobre la HCE de Trauma.

Esto puede servir para ingresar información de contexto del acto médico, que se agrega con la información clínica registrada en forma estructurada.

En el caso de trauma el registro semiabierto es el modelo de registro que más se adapta, ya que se puede sacar información valiosa de la parte estructurada (registro cerrado) pero se tienen textos libres para contemplar las singularidades de cada caso (registro abierto).

## Capítulo 4: arquitectura

En este capítulo se describe la arquitectura general del sistema con sus principales componentes y las relaciones entre estos. Los componentes del sistema son descritos desde distintos puntos de vista para poder abarcar y simplificar la comprensión de todos sus aspectos, en cuanto a las responsabilidades de cada componente, sus funcionalidades, y a las decisiones de arquitectura que han sido tomadas para la creación del sistema.

**Convención:** los términos “modelo dual”, “modelo en dos niveles”, “enfoque en dos niveles”, “diseño en dos niveles”, serán utilizados como sinónimos.

**Convención:** los términos “vistas”, “presentación”, “pantallas”, “interfaz de usuario” y “GUI”, serán utilizados como sinónimos.

### 4.1 Vista de contexto

El presente proyecto de Historia Clínica Electrónica de Trauma se enmarca en la creación del Sistema Nacional de Trauma, ya que será una pieza clave y una de las principales fuentes de información para dicho sistema. En la fig. f17 se muestra una imagen global de los distintos sistemas de información que compondrían al futuro Sistema Nacional de Trauma, contextualizando a su vez dichos sistemas en sistemas de mayor nivel a cómo el Sistema Integrado de Salud del Ministerio de Salud Pública, y éste a su vez dentro de la plataforma de interoperabilidad del Estado Uruguayo.



Fig. f17: HCE de Trauma enmarcada en el Sistema Nacional de Trauma

## 4.2 Vista por componentes

Todo sistema de Historia Clínica Electrónica (HCE) tiene dos componentes esenciales, el componente clínico y el componente demográfico. El componente clínico es el que ofrece todas las funcionalidades de registro y visualización de información clínica al personal del equipo de salud (médicos, enfermeras, técnicos, etc.). El componente demográfico es el que ofrece las funcionalidades relacionadas con la gestión de personas, roles, instituciones y medios de contacto.

En general las instituciones de asistencia médica tienen algún grado de informatización, por lo tanto es necesario contar con un componente de servicios para resolver temas relacionados con la interoperabilidad entre la HCE y los sistemas existentes, también llamados “sistemas legados”. Estos sistemas legados pueden ser el sistema de laboratorio, el de CTI o el de radiología. También existen Sistemas de Información Administrativos (SIA), es frecuente que se tenga una base de datos con los pacientes, con los empleados, algún sistema de compras y control del stock de insumos, entre otros. Los sistemas legados pueden tener información útil para la creación de registros en la HCE, o también la HCE puede tener información que debe enviar a estos sistemas, por ejemplo para notificar el uso de un determinado insumo y actualizar el stock, o para verificar los estudios que le fueron solicitados a un determinado paciente. En la fig. f18 se muestra un diagrama con los componentes mencionados, donde, a modo de ejemplo, para la conexión con los sistemas legados se muestran dos opciones, una directa y otra utilizando un Enterprise Service Bus (ESB) como capa de abstracción en la comunicación, el cual puede efectuar tareas de ruteo, transformación y manejar múltiples protocolos de comunicación.



Fig. f18: componentes de una HCE

El componente de servicios, aparte de implementar la funcionalidad necesaria para la interoperabilidad, es donde se implementa la seguridad con la verificación de credenciales y la autorización a la ejecución de funcionalidades que el sistema provee. En particular, para TRAUMAGEN, el componente de servicios también incluirá toda la lógica de negocio donde están todas las funcionalidades básicas de infraestructura y soporte a las funcionalidades de más alto nivel de los demás componentes.

### 4.3 Vista por capas

Debido a que en la implementación se utilizará un framework MVC, las capas del sistema son básicamente MVC+Servicios. En la fig. f19 se muestran las capas:

- **Presentación:** permite al usuario acceder a las funcionalidades del sistema.
- **Controladores:** procesa los pedidos del usuario, verificar si el mismo está autorizado para ejecutar las acciones que solicita y ejecutar dichas acciones.
- **Modelo:** es el modelo de información (RM) clínica y demográfica.
- **Servicios:** provee servicios de infraestructura y de comunicación con otros sistemas.

En la capa de persistencia podemos notar dos bases de datos bien separadas, una almacena la Información Clínica que registra el equipo médico (CDR), y la otra es la Base de Conocimiento. Esta última surge de la implementación de OpenEHR como arquitectura del sistema de HCE, la cual requiere que la información sobre el conocimiento clínico esté por fuera de la aplicación en forma de arquetipos. Más adelante se profundizará sobre el concepto de los arquetipos y cómo representar el conocimiento clínico con ellos.

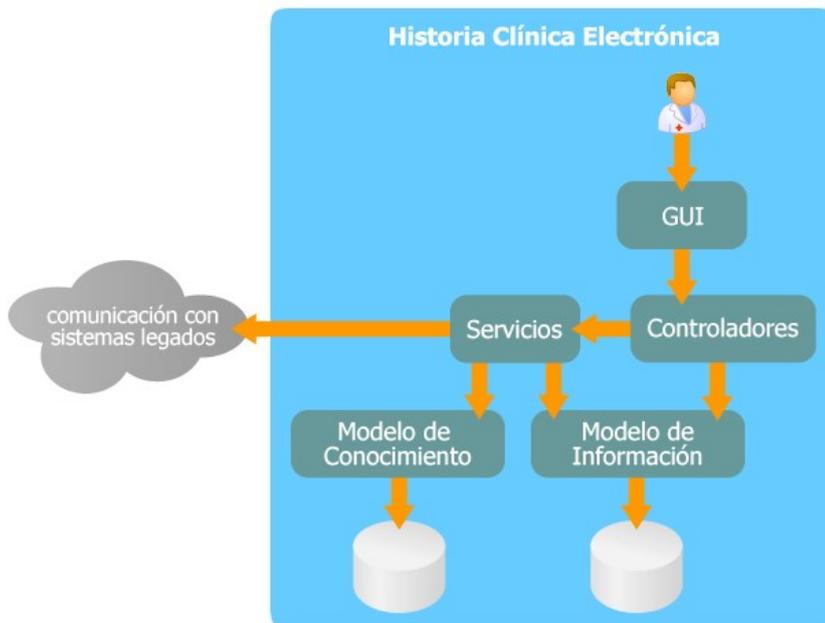


Fig. f19: vista de la HCE por capas

A su vez el CDR, en general, no es la única base de datos clínicas, ya que se necesitan otros tipos de bases de datos para realizar otras tareas. Existen tres bases de datos bien separadas en cuanto a su función [44]. En la fig. f20 se muestran estas bases de datos, donde el repositorio de datos clínicos (CDR) es la base de datos operativa, donde se almacenan todos los datos que registran los médicos y desde donde éstos pueden acceder a los datos registrados. También es la fuente de datos de las otras dos bases de datos. El repositorio documental viene a ser el análogo a la Historia Clínica en papel, donde los registros del CDR son agrupados y organizados en documentos auto-contenidos, los cuales deben estar firmados por el médico responsable de la atención, lo cual determina la validez legal de estos documentos clínicos. El repositorio documental es la base de datos a consultar ante cualquier problema legal. Por último, el datawarehouse es donde residen todos los datos que son necesarios para el cálculo de indicadores y creación de informes, que sirven tanto para la gestión como para la investigación. Es la fuente

de datos para cualquier análisis que requiera gran cantidad de datos, de diversos pacientes. En general estos datos se encuentran de-identificados, o sea, no se sabe a qué paciente particular pertenecen. Utilizando técnicas de minería de datos sobre el datawarehouse se podrían encontrar tendencias y relaciones que podrían ser de utilidad para el tratamiento de enfermedades a nivel poblacional.



Fig. f20: distintas bases de datos en un sistema de HCE.

#### 4.4 Vista de funcionalidades

En el análisis de requerimientos no fueron planteados casos de uso, se utilizó una metodología similar al de las “historias de usuario” que propone el proceso Extreme Programming (XP). Si bien XP propone que las historias sean escritas por los usuarios, lo que se buscó de los usuarios, en este caso médicos, fue la descripción oral de distintos episodios de atención médica, considerando problemas de salud bien diferentes aunque dentro de lo que es la atención del paciente traumatizado. De estas descripciones se logró especificar el proceso de atención y los registros que realizan los usuarios en el mismo. La principal funcionalidad detectada es la de poder realizar el registro de información clínica y demográfica a medida que se ejecuta el proceso de atención sobre un determinado paciente. La fig. f21 a continuación muestra un diagrama con el flujo de las principales funcionalidades del sistema con su relación de precedencia en la ejecución.

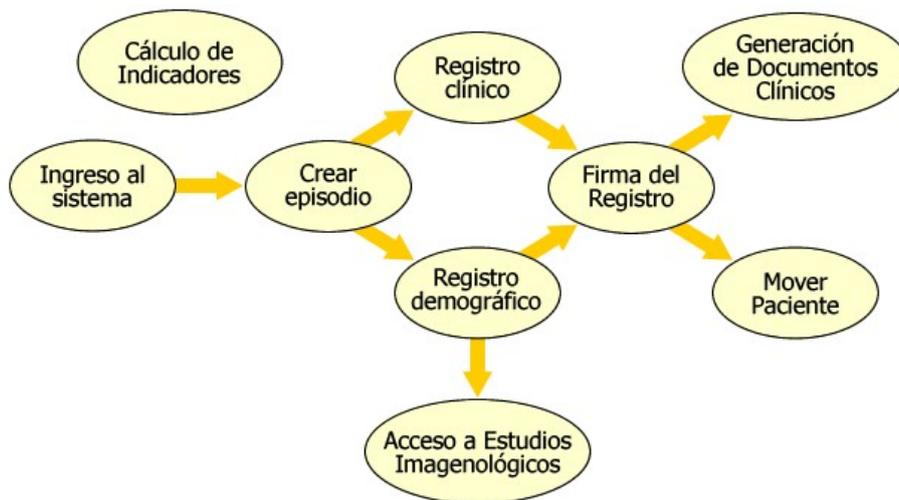


Fig. f21: principales funcionalidades del sistema

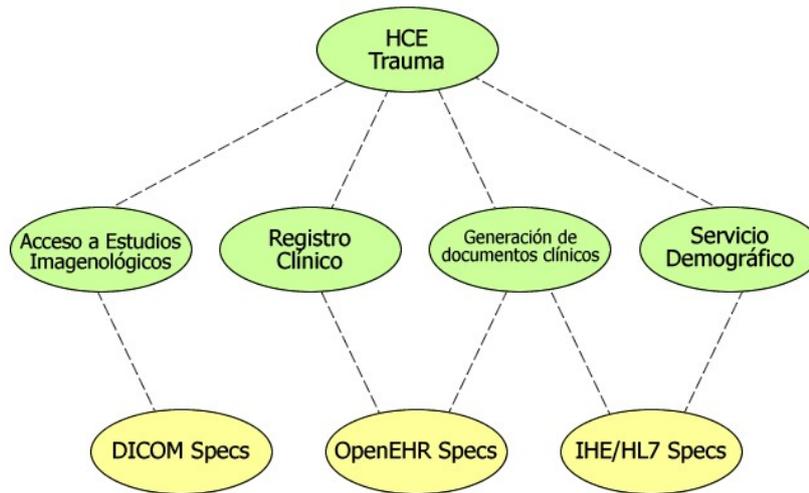


Fig. f22: funcionalidades del sistema y sus dependencias a especificaciones de distintos estándares.

TRAUMAGEN está fuertemente basado en estándares internacionales, y su aplicación afecta al diseño de las distintas funcionalidades del sistema. En la fig. f22 se muestran algunos de los grupos de funcionalidades más importantes y sus dependencias de las especificaciones de distintos estándares, los cuales se evaluarán para el diseño y la implementación de dichas funcionalidades.

#### 4.4.1 Descripción de las funcionalidades

##### 4.4.1.1 Ingreso al sistema

Es la autenticación del usuario ante el sistema, la cual lo acredita al ingreso al sistema. Luego de que el usuario ingrese al sistema, se autorizará o no a ejecutar las distintas funcionalidades, según el rol del usuario. Se deriva del requerimiento funcional 6.

Se evaluaron distintos enfoques para encarar esta funcionalidad. El primero fue el más frecuente, el ingreso de un nombre de usuario y una clave privada, evaluando como traba potencial la necesidad de gestionar las claves cuando los usuarios médicos la olvidan y deben ingresar al sistema para registrar datos clínicos o acceder a datos registrados de forma urgente. Otra opción es la de ingreso de un PIN por rol, no por persona individual al inicio de la sesión, así múltiples personas que tengan un mismo rol, como médico, enfermera, administrativo, etc., pueden ingresar al sistema y compartir la sesión, con la ventaja de que en caso de olvido habrá otras personas en el mismo sector de trabajo que sabrán el PIN, la desventaja es de seguridad, ya que no se tiene a cada persona identificada individualmente, y no se puede asociar un comportamiento determinado a una única persona, por lo que es imposible saber si alguien hizo algo que no debía hacer. Por último está la alternativa de la validación a posteriori, o sea que la ejecución de las funcionalidades del sistema es libre, pero cuando se quiera realizar una acción de modificación del registro, en el momento de querer guardar los datos ingresados se le pide autenticación al usuario. La ventaja de este último enfoque es que no se le ponen trabas al usuario en su trabajo cotidiano, el problema es que el acceso a la información registrada sería libre, por lo menos desde determinadas estaciones de trabajo, a las cuales un usuario no autorizado podría tener fácil acceso.

Luego de discutir las opciones con los médicos se llegó a la conclusión de que habría que asegurar cierto grado de seguridad, identificando individualmente a los usuarios, y que como muchos de los usuarios ya manejan Internet e email, están acostumbrados a trabajar con usuario y clave, y a realizar procedimientos de “recordar la clave” o “resetear la clave” que muchos de los servicios web ofrecen, así que alcanzaría con automatizar los proceso de recordar la clave para poder implementar una solución de este estilo y que no le presenten grandes inconvenientes a los usuarios cuando olvidan su clave y les urge acceder a determinada información clínica en la HCE.

#### **4.4.1.2      *Crear episodios***

Mediante esta funcionalidad se crea el registro de un nuevo episodio de trauma en la HCET. Esto correspondería con el preparado de una nueva hoja en la atención de emergencia, que se adjuntará a la HC en papel del paciente. Se da cuando el paciente ingresa al departamento de emergencia y pasa por admisión (en casos leves), o cuando un paciente es traído por una ambulancia y se comienza la atención médica y el registro en la hoja.

La creación del episodio registra la hora de comienzo del mismo (cuando el paciente ingresa) y una descripción corta del motivo de ingreso del paciente. Con el episodio creado, el equipo médico puede comenzar a registrar información clínica y demográfica sobre el paciente, lo análogo a escribir en la hoja de emergencia.

El estado del episodio creado será “incompleto” hasta que se complete y se cierre, en donde pasará a ser “completo” y posteriormente sea firmado por el médico responsable, en donde pasará a estar “firmado”. Más adelante se profundizará sobre el proceso de cierre y firma del episodio y los cambios de estados de este.

#### **4.4.1.3      *Registro clínico***

Esta funcionalidad implica el registro de la información relevada en el análisis del proceso asistencial. Esto incluye la implementación del avance por las distintas etapas del proceso de atención y del registro clínico en cada etapa. Las funcionalidades a implementar detectadas son:

- El ingreso de información clínica para cada etapa asistencial.
- La vista de la información registrada para cada etapa.
- Edición de la información registrada para cada etapa.
- Vista de la información integrada de todas las etapas para las que existen datos.

La aplicación de los estándares y las tecnologías seleccionadas para este proyecto influyen en la arquitectura necesaria para soportar estas funcionalidades. En particular, el modo de trabajo propuesto por OpenEHR implica que:

- Las vistas que forman la interfaz con el usuario deben ser generadas a partir de los arquetipos que modelan en conocimiento médico.
- Deben existir plantillas donde se especifican los meta-datos necesarios para generar las vistas. Las plantillas modelan formularios de registro, y utilizan arquetipos para referenciar a los conceptos clínicos que serán parte de dicho registro clínico.

Por lo tanto, las vistas serán creadas dinámicamente a partir de la información presente en la base de conocimiento. Estas vistas contendrán los formularios para el registro de la información clínica y servirán también para mostrar información ya registrada. En la fig. f23 se muestra este proceso de generación de interfaz de usuario. Lo que se desprende de estos comentarios, en cuanto a la arquitectura, es que:

- La Base de Conocimiento, mencionada en la sección de “Vista por Capas” necesita ser accedida desde los servicios, controladores y la capa de presentación, por lo que habrán componentes para resolver estos accesos, el Archetype Manager y el Template Manager. En la fig. f24 se puede visualizar la Base de Conocimiento formada por arquetipos y plantillas, la base de datos operativa (CDR) formada por la información clínica registrada, y una base intermedia de formularios, arquetipos y plantillas que en la arquitectura de TRAUMAGEN estará formada por el Archetype Manager y el Template Manager. En la fig. f16 del capítulo 3, se muestra cómo interactúan los distintos componentes de la arquitectura propuesta por OpenEHR para generar el sistema de información que le permite a los médicos registrar y acceder a la información clínica.
- De lo anterior se desprende también que deberá haber un componente que se encargue de generar la interfaz de usuario a partir de los arquetipos y plantillas. Este componente será el GuiGen.
- Otro componente importante que surge del análisis de OpenEHR es el “Data Binder”. Éste es el nexa entre el modelo de información (RM) y los datos que registren los médicos en la GUI. Se encargará de crear instancias del RM a partir de arquetipos, plantillas, y de los datos ingresados por el usuario. También de verificar las restricciones presentes en los arquetipos, para validar los datos ingresados por el usuario.

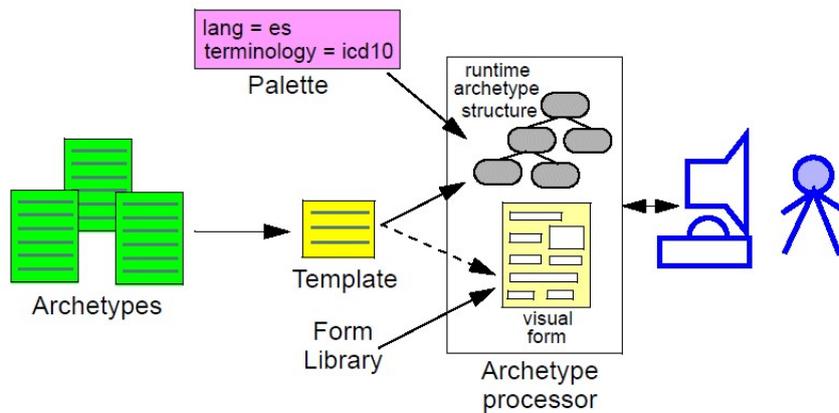


Fig. f23: uso de arquetipos y plantillas para generar la interfaz de usuario [45].

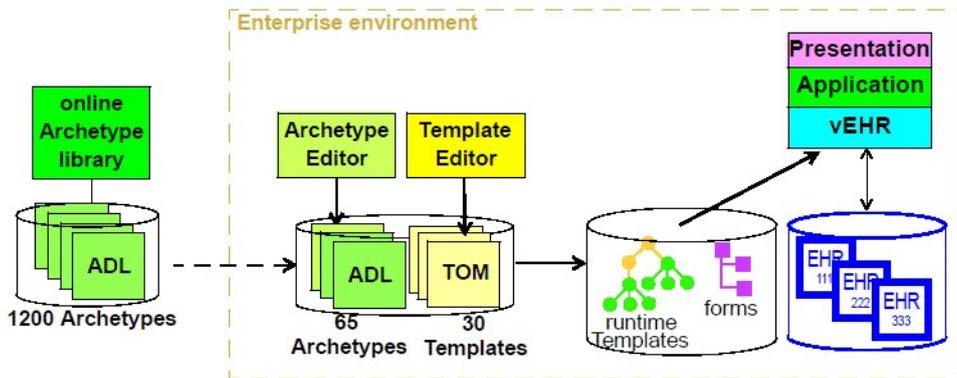


Fig. f24: arquetipos y plantillas, vista de despliegue [42].

En la fig. f25 se muestran los componentes que se derivan de la utilización de OpenEHR como arquitectura del sistema de HCE. Los mismos conforman un marco de trabajo (framework) capaz de implementar cualquier HCE basándose en la información contenida en la Base de Conocimiento, logrando así un marco de trabajo genérico basado en el conocimiento clínico. Este enfoque presenta una forma novedosa en la creación de sistemas de información marcando una separación clara entre lo que es el Modelo de Información implementado en la Aplicación de Software, y el Modelo del Conocimiento Clínico, que reside fuera del software.

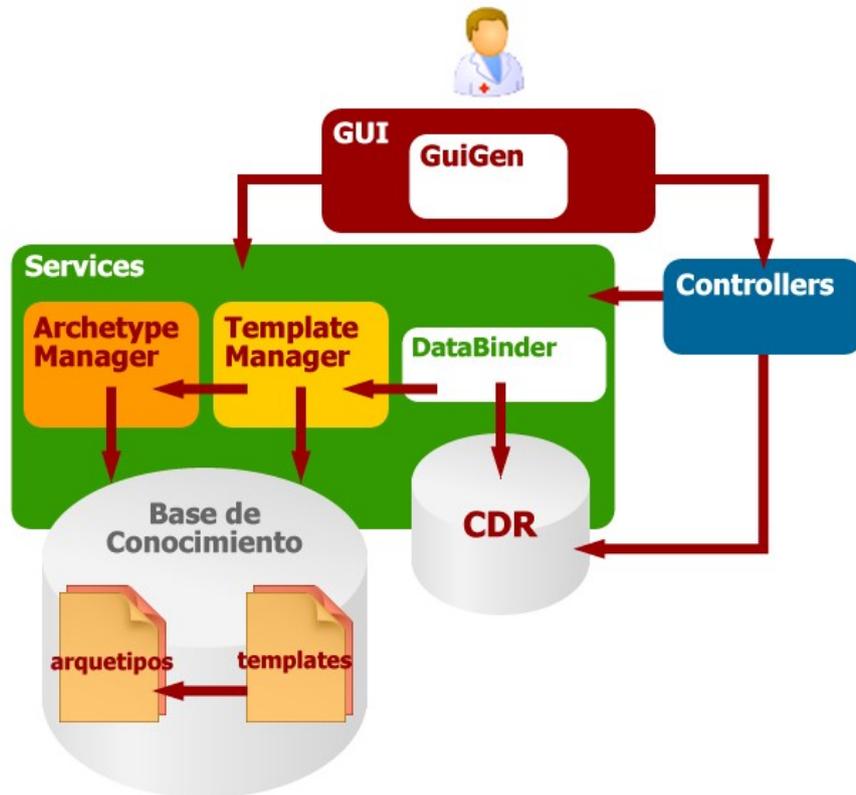


Fig. f25: componentes derivados de la aplicación de OpenEHR como arquitectura

Si bien esta arquitectura considera los elementos necesarios para utilizar OpenEHR como arquitectura del sistema, faltan los componentes específicos que darán a TRAUMAGEN las funcionalidades faltantes. Estas funcionalidades son las que se describen en el capítulo 3. En la fig. f1 del capítulo 1, se muestra el diagrama de la arquitectura completa, en donde se muestran todos los componentes del sistema. Los componentes que se agregan a los que aparecen en la fig. f25 son:

- **Repositorio Documental y Document Manager:** para implementar la generación y almacenamiento de documentos clínicos CDA, con la información del registro de todo el episodio de trauma para cada paciente.
- **Demographic Service:** es donde se implementa la búsqueda de pacientes mediante IHE PDQ y HL7 PA, para buscar pacientes en el IMP de la institución.
- **AEI Service:** es donde se implementa la búsqueda y acceso a los estudios radiológicos, a sus imágenes e informes, en los PACS que se tengan configurados.

## **Cambiando la forma de hacer software**

La aplicación del modelo de diseño dual de OpenEHR afecta la forma en que el software debe ser desarrollado, en cuanto a que cambian las funciones de los actores involucrados en el desarrollo. Ahora se tiene un componente nuevo fuera de la Aplicación de Software, la Base del Conocimiento. Este componente debe ser gestionado por Expertos en el Dominio clínico, no por profesionales en TIC. Entonces cuando se desee agregar un nuevo formulario para registro clínico en el sistema, en lugar de que el experto necesite a un rol informático (en gral. un analista) para expresarle sus requerimientos, éste especifica arquetipos y plantillas en la base de conocimiento, y es el rol informático quien habilita el nuevo registro dentro del software. De forma análoga se realiza la actualización del conocimiento clínico en la Base de Conocimiento.

Algunas ventajas de este cambio en la forma de crear el software:

- Los Expertos del Dominio (médicos, enfermeras, técnicos, etc.) tienen mayor independencia de otros roles, control sobre el registro clínico, y cumplen un rol más activo en los desarrollos informático-médicos. Contribuyendo a su participación en el proyecto, y a difundir el uso y las ventajas de las nuevas herramientas informáticas entre sus pares, los que pueden no estar del todo convencidos del cambio que implica dejar el papel y comenzar a utilizar herramientas informáticas. Disminuyendo así la resistencia al cambio.
- Los roles informáticos se concentrarán en mantener los componentes de la HCE, y en desarrollar herramientas que ayuden a la gestión del conocimiento por parte de los Expertos del Dominio, ahorrando recursos en el relevamiento y especificación de las nuevas necesidades, e implementación de los cambios que requieren los usuarios, lo que ahora pueden hacer los expertos de forma independientemente a los informáticos.
- Se evitan errores de interpretación de los requerimientos expresados por un Experto del Dominio a un rol informático (no experto en el dominio médico). Si estos errores en la interpretación llegan a implementarse, el costo de corrección puede ser alto. Con el enfoque de diseño dual, no existe interpretación de los requerimientos por un rol informático, son los propios expertos quienes expresan sus requerimientos en un formato computable.
- Como el registro de información clínica es definido por los Expertos del Dominio, por fuera de la Aplicación de Software, el costoso proceso de realizar un cambio al software (relevamiento del requerimiento, análisis de impacto, diseño del cambio, implementación del cambio, verificación del software, puesta en producción de la nueva versión) ya no es necesario. Los Expertos del Dominio quienes gestionan los cambios en el conocimiento clínico, no los informáticos.
- Cómo resumen, se mejoran las tareas tanto del experto clínico como del informático (cada uno realiza tareas propias a su rol), se tiene un proceso bien definido, y se tiene una oportunidad de mejorar los tiempos de desarrollo e integración de los cambios (en el caso de los cambios en el conocimiento, la puesta en producción con los cambios podría ser instantánea).

Algunos temas que podrían verse como desventajas:

- Los Expertos del Dominio clínico necesitan capacitarse en el modelo dual y en las herramientas que les permiten expresar conceptos clínicos mediante arquetipos y plantillas. Esta capacitación se realizaría una sola vez, y se ahorraría mucho tiempo de análisis de requerimientos de los roles informáticos, por lo que la relación costo/beneficio puede ser muy buena.

- A primera vista, se le están sacando responsabilidades y control a los roles informáticos. En realidad, se están corrigiendo las responsabilidades al rol correcto, ya que, en general, quien mejor conoce el dominio clínico y las necesidades de registro de información clínica no es el rol informático, es el Experto del Dominio.

**El resultado de este enfoque, es un sistema de HCE capaz de ser fácilmente modificado, sin necesidad de modificar el código fuente de la Aplicación de Software, logrando un sistema más durable en el tiempo y económicamente viable a largo plazo.**

El cambio en la forma de crear el software se muestra en las figs. f26 y f27, donde se esquematizan el proceso clásico de desarrollo de software (en “un nivel”) frente al propuesto por la arquitectura de “dos niveles” de OpenEHR.

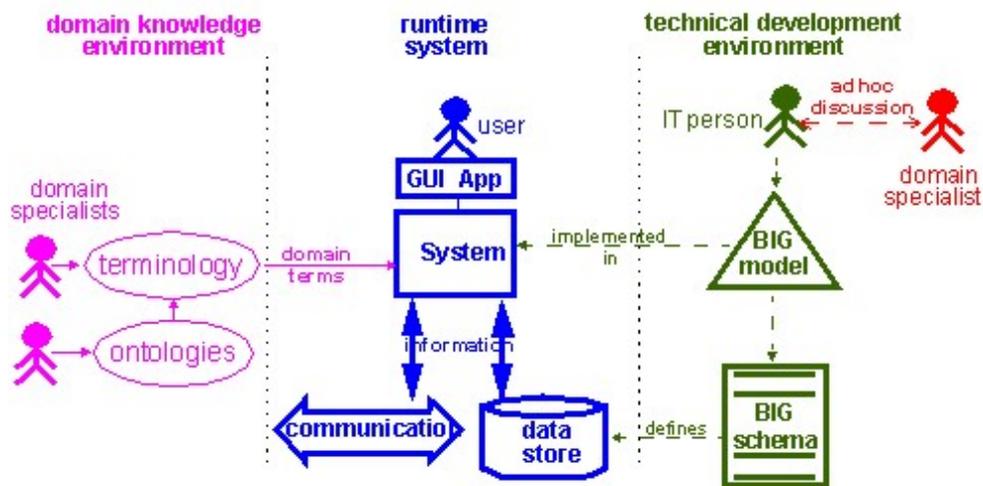


Fig. f26: proceso actual de desarrollo de software [46].

En la fig. f26 se muestra al analista (IT person) que extrae los requerimientos del experto en el dominio, y en base a esos requerimientos define el sistema, sus componentes, su lógica y el modelo de datos. Todos estos elementos crecen en tamaño y cantidad a medida que el sistema se adapta a nuevos requerimientos durante el tiempo que esté en producción.

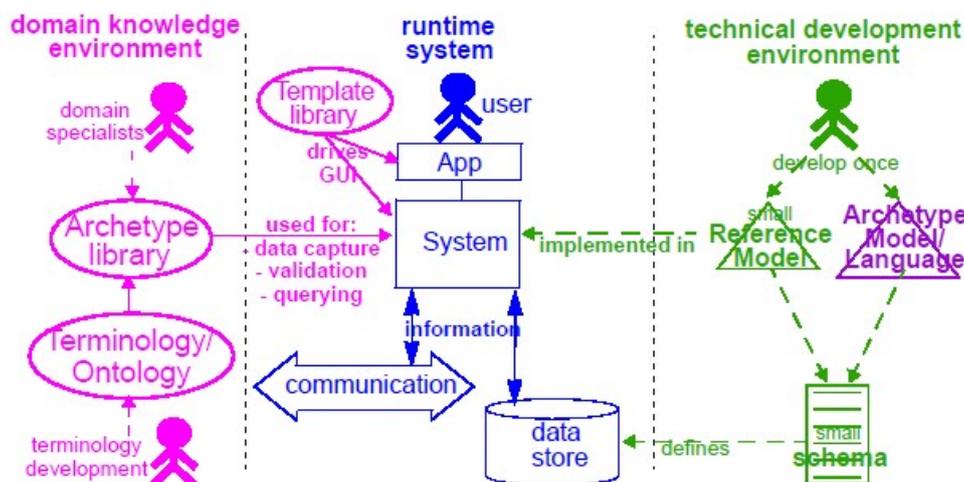


Fig. f27: proceso modificado mediante la aplicación de la arquitectura de dos niveles [46]

En cambio, la fig. f27 muestra al experto en el dominio definiendo él mismo el conocimiento de la aplicación mediante arquetipos, mientras el analista se dedica a definir los requerimientos en función de un modelo de referencia pequeño y estable, y de dar soporte al formalismo en el cual están definidos los arquetipos, el Archetype Definition Language (ADL). Otro efecto colateral es que debe establecerse un proceso para la gestión del conocimiento clínico. Si bien ahora los expertos del dominio pueden agregar y modificar los conceptos clínicos modelados en la Base de Conocimiento, se debe establecer un proceso claro de versionado y puesta en producción de estos conceptos en forma de arquetipos, para garantizar la calidad y consistencia de todo el sistema. OpenEHR propone un proceso para realizar este control de calidad y versionado de los conceptos clínicos en forma de arquetipos. Si bien hoy en día podemos estar relativamente lejos de tener expertos del dominio (médicos) especializados en las herramientas necesarias para definir y gestionar correctamente el conocimiento clínico, podemos intentar lograr un paso intermedio con roles informático-médicos y médico-informáticos, cerrando la brecha existente entre los informáticos y los médicos en cuanto a los sistemas de información clínicos, sobre los cuales tienen visiones bien distintas debido a la formación de cada rol.

A modo de resumen, el marco de trabajo propuesto está formado por:

- **Base de conocimiento:** es la definición estática de plantillas y arquetipos en forma de archivos en el sistema de archivos.
- **Archetype y Template Manager:** acceden a las definiciones estáticas y las cargan para poder ser utilizados en la aplicación.
- **DataBinder:** toma los datos ingresados por el usuario en la GUI y genera una instancia del modelo de datos, basándose en los arquetipos y la plantilla que se utilizó para generar la GUI, inyectando los datos en dicha instancia.
- **CDR:** repositorio de datos clínicos, es la base de datos operativa del sistema.
- **Controllers:** es la capa de acceso a las funcionalidades del sistema por los usuarios desde la interfaz de usuario.
- **GuiGen:** es el componente que en base a arquetipos y plantillas genera la interfaz de usuario para que éste ingrese información clínica.

## Modelo de información de OpenEHR

El modelo de información a utilizar en este proyecto será el OpenEHR Reference Model (RM), el cual se muestra como parte de la arquitectura de TRAUMAGEN en la fig. f1. El OpenEHR RM es la base de la arquitectura de sistemas de Historia Clínica Electrónica propuesta por OpenEHR. Esta arquitectura está organizada en paquetes como muestra la fig. f28. El RM modela toda la información que puede ser registrada por el equipo médico en la HCE del paciente. También incluye el modelo de la información demográfica, que incluye a las personas, organizaciones, roles, funciones, medios de contacto como direcciones y teléfonos, y las relaciones entre todas estas entidades. El modelo de información clínica de OpenEHR es un árbol que modela los diferentes componentes de la Historia Clínica en papel. En la fig. f29 se muestra esta estructura y cómo se integran los diferentes objetos que modelan desde los documentos clínicos, lo que vendría a ser una hoja de la Historia Clínica, hasta los datos simples, como puede ser el registro del resultado de un estudio, una observación clínica o el texto de evolución del estado de un paciente. Entre el modelado de la hoja y el dato simple existe una estructura que clasifica y relaciona distintos tipos de información clínica. Dentro de estas clasificaciones se pueden crear estructuras tan complejas como sea necesario para modelar correctamente la información a ser registrada mediante este modelo.

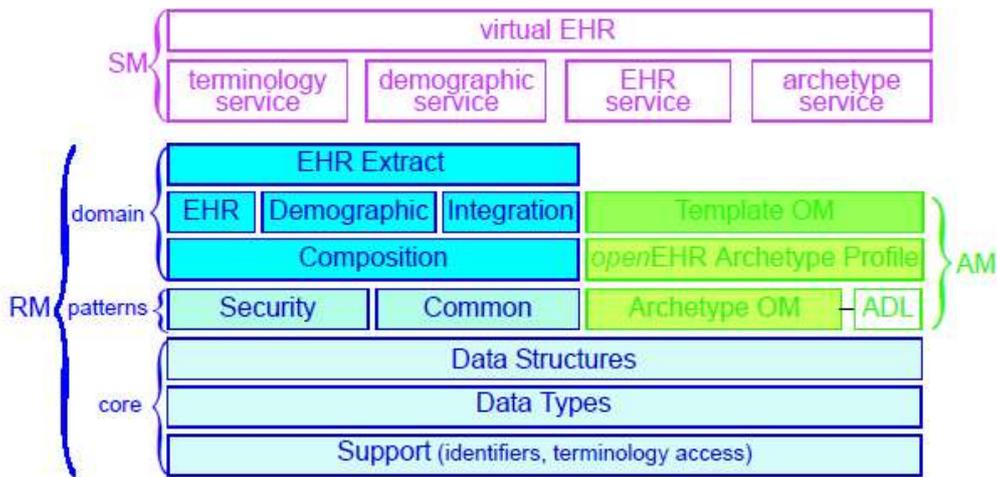


Fig. f28: OpenEHR vista de paquetes, fuente [42].

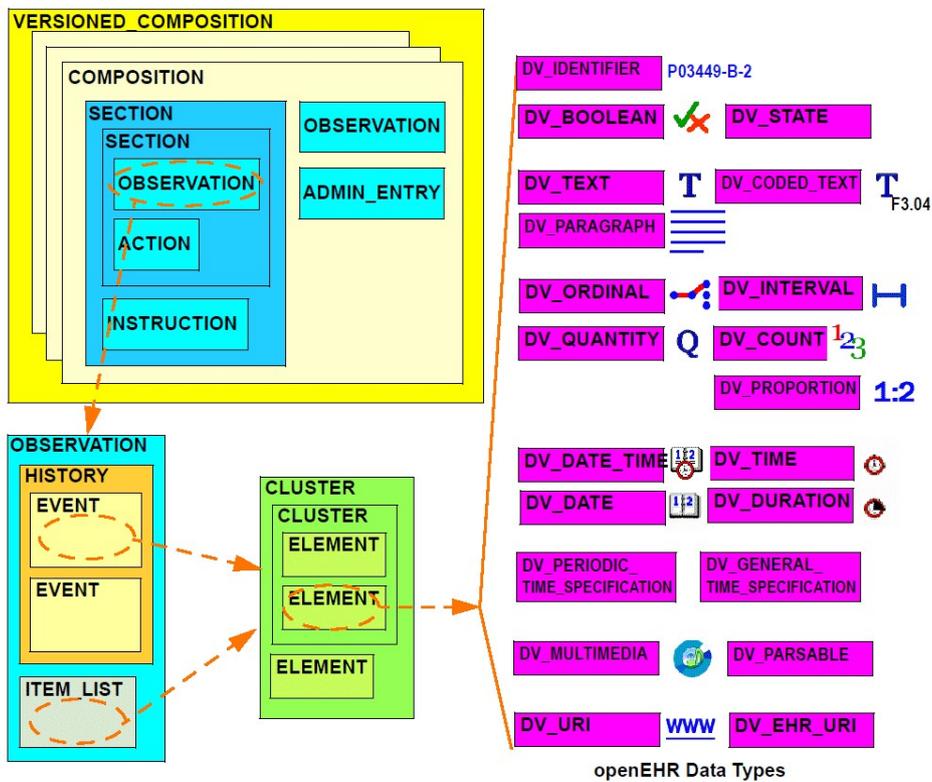


Fig. f29: elementos que forman los documentos clínicos según OpenEHR, fuente: [42]

En el OpenEHR RM los documentos clínicos son modelados utilizando la clase COMPOSITION, la cual contiene ítems que modelan el contenido de dicho documento. Estos ítems pueden ser “entradas” o “secciones”. La diferencia entre una entrada y una sección, es que la seccion es meramente una clase organizadora de contenido, y las entradas son grandes conjuntos de información. En el RM, estos objetos se modelan mediante las clases SECTION y ENTRY. Las secciones pueden contener otras secciones y entradas. Las entradas pueden ser de varios tipos, dividiéndose en dos grandes clases, las entradas de cuidado (o entradas clínicas) y las entradas administrativas. Las entradas clínicas se dividen en cuatro grandes clases: observaciones, evaluaciones, instrucciones y acciones. Estas cuatro clases siguen el modelo de resolución de problemas clínicos que se muestra en la fig. f30, donde un problema se resuelve con la realización de observaciones, la formación de opiniones (hipótesis), y las acciones de

prescripción (instrucciones, plan) para los pasos siguientes (para profundizar la investigación o las acciones destinadas a resolver el problema), y la ejecución de las instrucciones (acciones) [42]. El proceso se vuelve a repetir observando los resultados y evaluando si el problema fue resuelto o no, y posiblemente resolviendo nuevos problemas que vayan surgiendo.

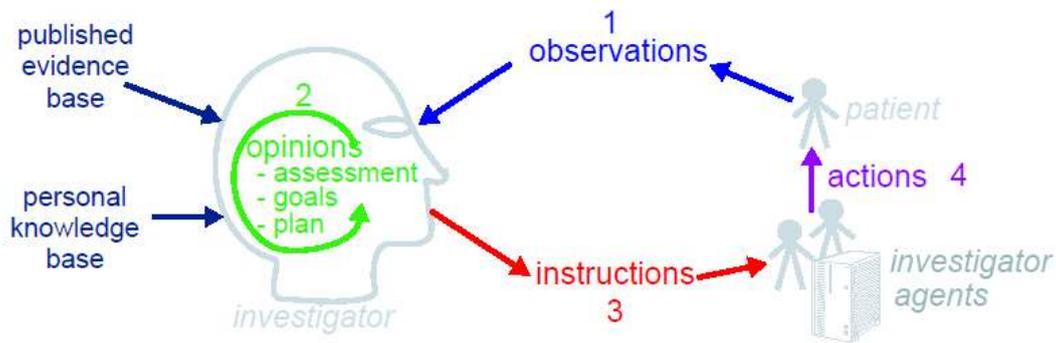


Fig. f30: modelo del proceso de resolución de problemas clínicos, fuente: [42]

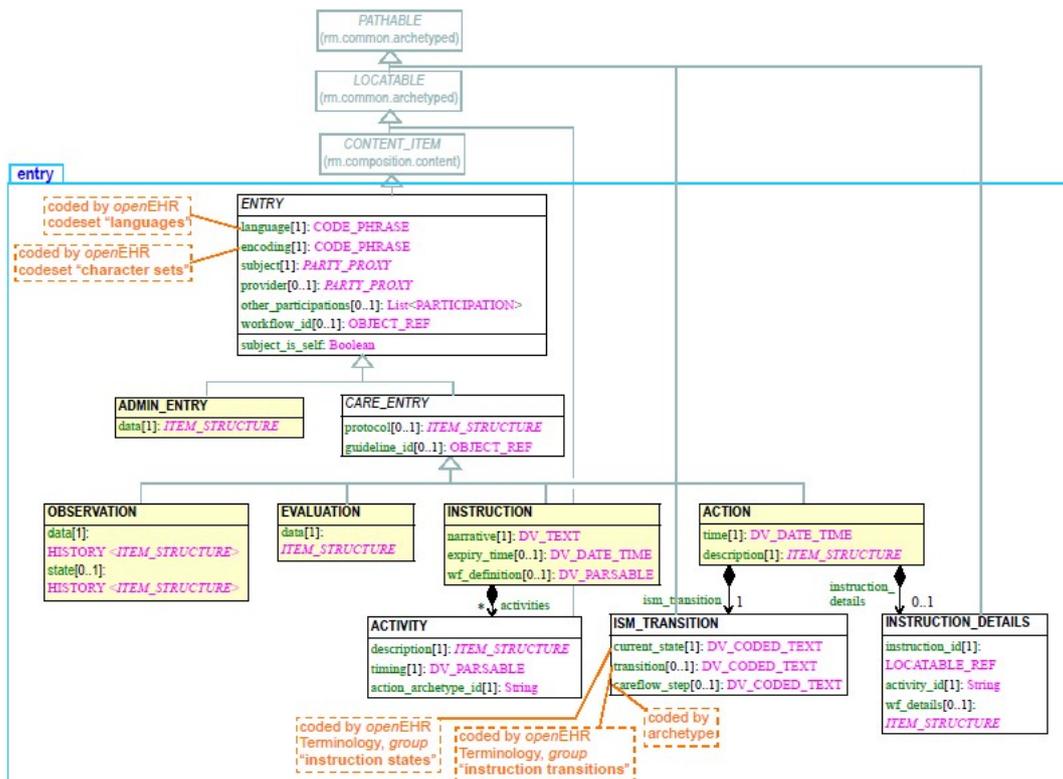


Fig. f31: diagrama UML del modelo de entradas OpenEHR [20]

La fig. f31 muestra el diagrama UML con el modelo de entradas de OpenEHR, donde se pueden apreciar las distintas clases de entradas, sus campos y sus relaciones.

Como muestra la fig. f29, a su vez las entradas están compuestas por objetos genéricos que representan estructuras de datos comunes. Estas estructuras de datos son:

- **Tabla:** sirve para representar información tabular, es un caso particular de la estructura de árbol.
- **Árbol:** sirve para representar información compleja sin que siga un patrón conocido.
- **Lista:** sirve para representar listas de datos simples.
- **Simple:** sirve para representar un dato simple, es como una lista de un solo elemento.

En el OpenEHR RM existe un tipo especial de estructura llamado HISTORY, el cual se utiliza para registrar un determinado conjunto de información y su evolución en el tiempo. Por ejemplo si un paciente está internado en CTI, se podría utilizar una estructura HISTORY para modelar el registro de la evolución de sus signos vitales a medida que pasa el tiempo. En la fig. f32 se muestra un ejemplo de uso de la estructura HISTORY.

Por debajo de las estructuras de datos está el modelo de representación de la información. Este nivel en el modelo de información de OpenEHR es el previo a llegar al modelo de tipos de datos simples. Mediante el modelo de representación se pueden combinar tipos de datos simples para modelar conceptos complejos, como podría ser la toma de una presión arterial. En las figs. f33, f34, f35 y f36 se muestran ejemplos de cómo se utilizan las distintas clases del modelo de información de OpenEHR para modelar conceptos clínicos concretos.

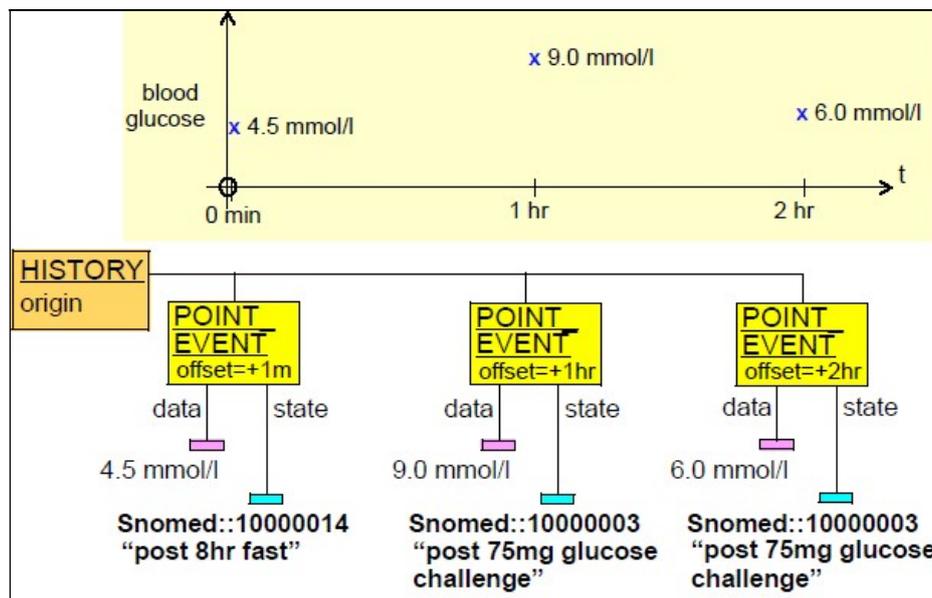


Fig. f32: evolución de una observación en distintos momentos

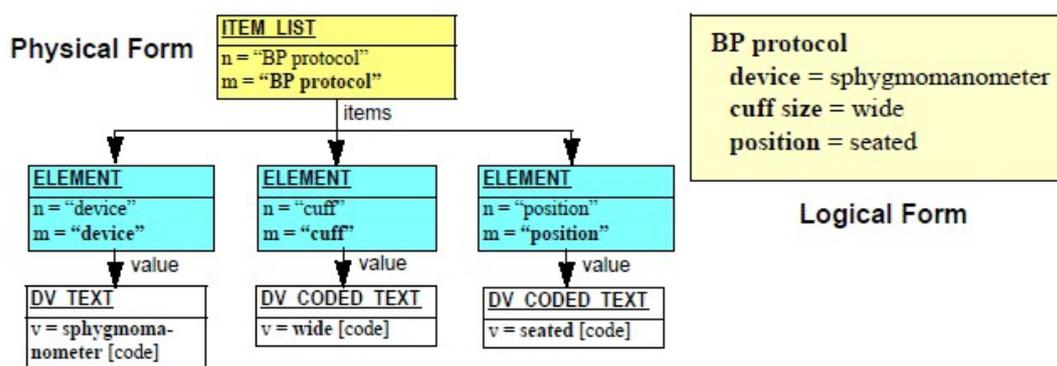


Fig. f33: protocolo de medida de la presión arterial

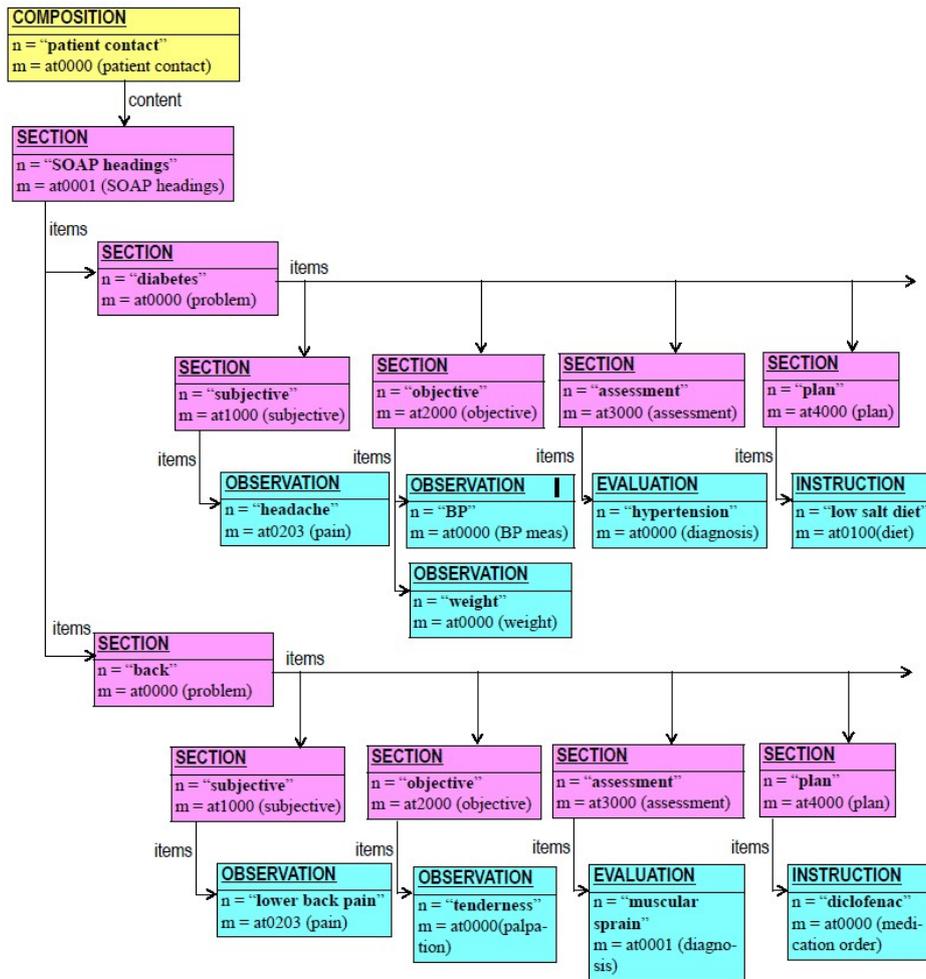


Fig. f34: registro SOEP (Subjetivo, Objetivo, Evaluación, Plan) modelado con OpenEHR

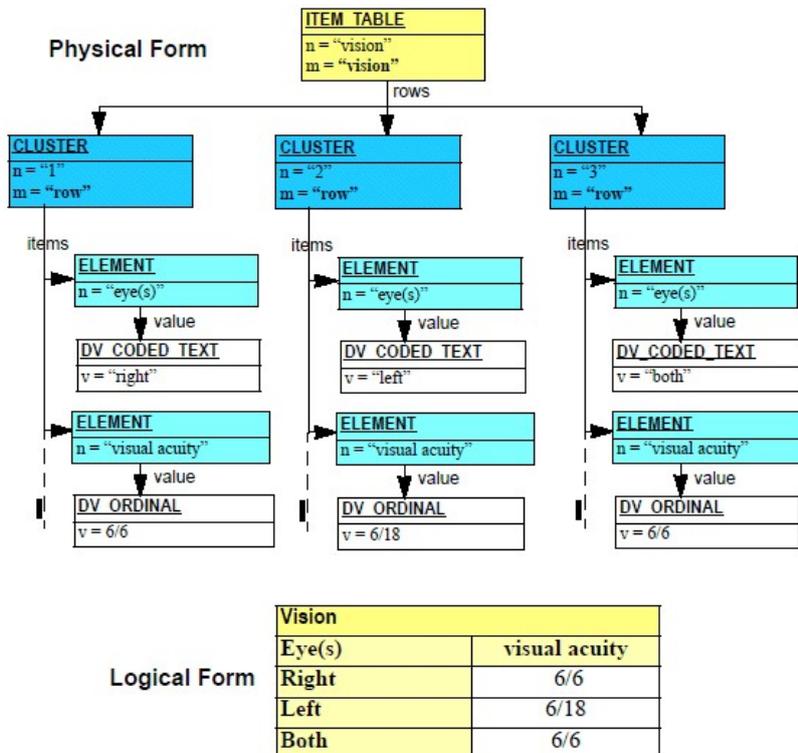


Fig. f35: examinación ocular modelada con tablas en OpenEHR

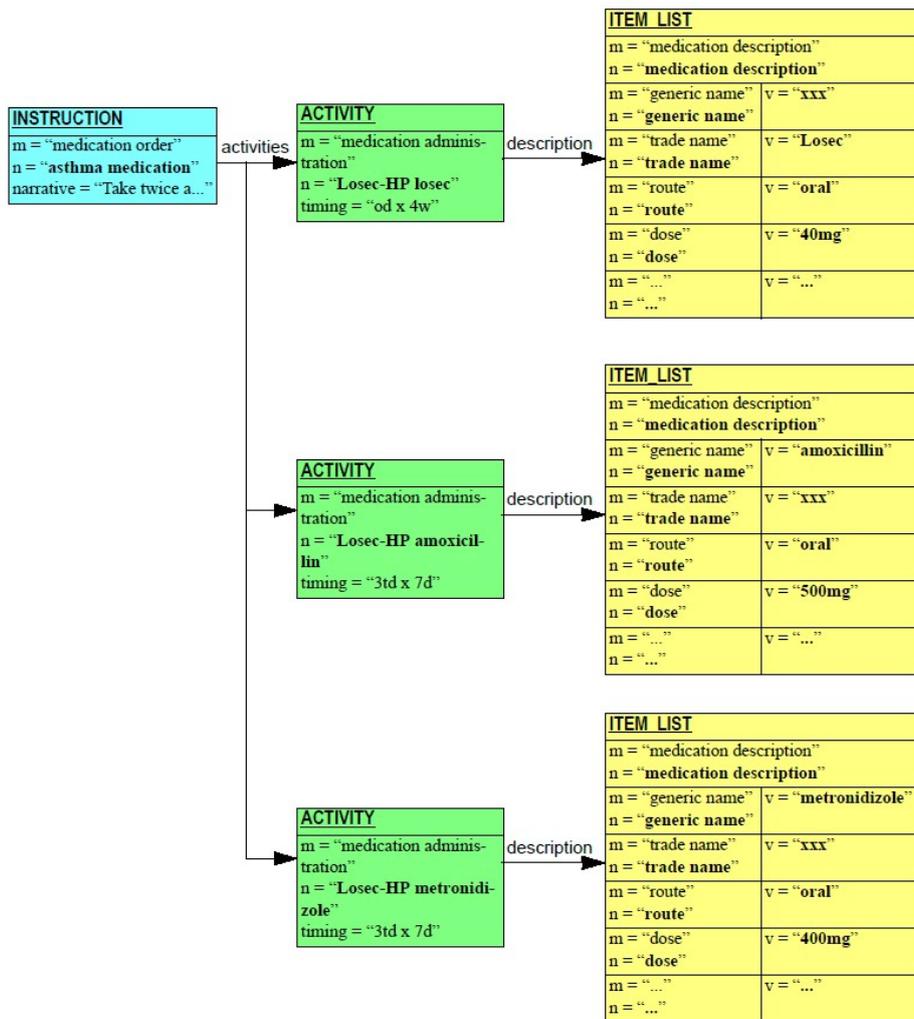


Fig. f36: instrucción de terapia medicamentosa

#### 4.4.1.4 Componente demográfico

Este componente es el que se encarga de mantener toda la información referente a las personas, los roles, las instituciones y los medios de contacto y ubicación geográfica. Todas las personas que participen en un acto médico deberán estar registradas dentro de este componente. Una responsabilidad que se le dará a este componente será la de mantener la información de autorización de los usuarios del sistema, ya que esta depende de los datos de las personas registrados en este componente. Dicha información será utilizada para restringir el acceso al sistema y a las funcionalidades que este provee.

#### 4.4.1.5 Acceso a estudios imagenológicos (AEI)

El enfoque de acceso a estudios imagenológicos planteado para este proyecto implica la creación de una base de datos de PACS única dentro de la HCE de Trauma, con la característica de que la comunicación será unidireccional, donde la HCET realiza búsquedas de estudios mediante el estándar DICOM, y los PACS devolverán la información de los estudios que correspondan al criterio de búsqueda. Este enfoque centralizado y unidireccional es suficiente para los objetivos del proyecto, aunque pensando en que en la realidad habrá múltiples instituciones, cada una con múltiples sistemas de HCE y sus propios PACS, este enfoque no es del todo adecuado. Para esto, se plantea un enfoque basado en "convenios", que funcionaría de la siguiente forma:

- Cada institución sanitaria tendrá su PACS, sus sistemas de HCE, y su componente de Acceso a Estudios Imagenológicos (AEI).
- En un repositorio central se almacenarán las reglas de acceso de cada AEI a cada PACS en el sistema de convenios.
- Estas reglas permitirían especificar qué instituciones comparten qué tipos de imágenes con qué otras instituciones, basándose en parámetros como, cuál es la institución origen, la institución destino, el paciente (la persona a la cual pertenecen las imágenes a ser transferidas), la modalidad del estudio (tomografías, rayos X, ecografías, etc.), problemas de salud del paciente (pasados y presentes, tener un historial de trauma puede ser una regla posible para habilitar el envío de imágenes), entre otros.

Este enfoque implica una comunicación bidireccional de cada “nodo” con los demás nodos, por lo que pensar en un componente de abstracción de las comunicaciones, como un ESB, podría ayudar a simplificar la gestión de las comunicaciones. La fig. f37 muestra los diagramas de arquitectura del componente AEI considerando los enfoques aquí mencionados.

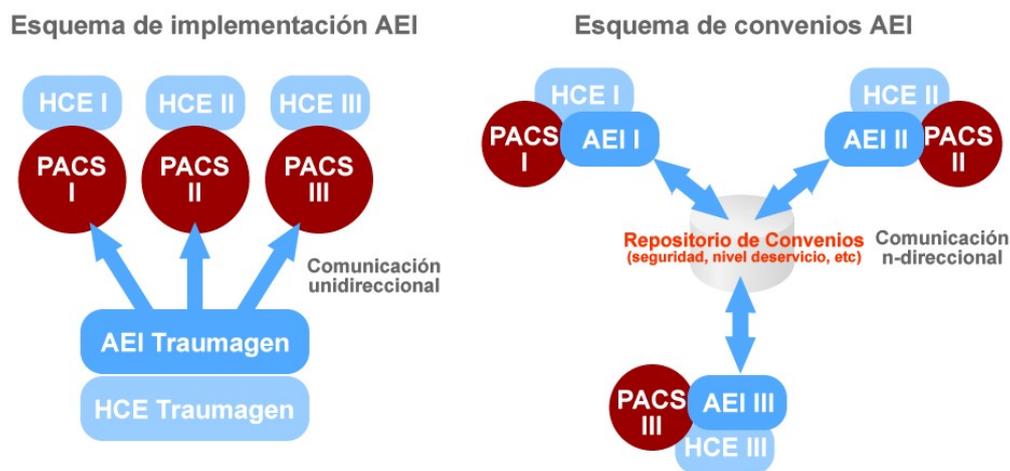


Fig. f37: arquitectura de AEI

#### 4.4.1.6 Mover paciente

Esta funcionalidad es especial porque indica la finalización de la atención médica por parte del departamento de emergencia en la etapa de evaluación. Si existieran sistemas en otros sectores de la institución que son posibles destinos del paciente, en este momento se debería generar un “resumen de atención” para dar como entrada al siguiente sistema donde se registrará información clínica del paciente. Estos sistemas podrían ser de internación en CTI, block quirúrgico o sistemas clínicos en otras instituciones. Con esto se lograría dar lo que se denomina “continuidad del cuidado”, que implica que toda la información relevante en etapas previas del cuidado del paciente sea accesible a los profesionales médicos que atenderán al paciente en etapas posteriores. Existe un estándar internacional llamado “Registro de Continuidad del Cuidado” (Continuity of Care Record o CCR) de la ASTM, que es un formato de documento para registrar resúmenes con la información relevante en la atención de un paciente. Existe también una versión del CCR en HL7, el Documento de Continuidad del Cuidado (CCD) basado en el modelo HL7 CDA.

#### **4.4.1.7      *Firma del registro***

Al culminar la atención médica del paciente, completando su registro clínico, teniendo al paciente correctamente identificado, se procede a la firma. La firma será realizada por el médico responsable de la atención del paciente, en este caso no interesa quien o quienes ingresaron datos al sistema, solo interesa el médico responsable. Un registro clínico firmado implica que se convierte en un documento médico-legal inalterable, y habilita a la generación del documento clínico en formato HL7 CDA para poder integrar el registro al gestor de documentos clínicos del Hospital Maciel.

#### **4.4.1.8      *Generación de documentos clínicos***

Esta funcionalidad permite que una vez cerrado y firmado el registro clínico, se pueda generar un documento clínico en formato HL7 CDA [24] con todos los datos del registro hechos en la HCE de Trauma. Poder contar con documentos en este formato permite que los mismos sean integrados al gestor de documentos clínicos del Hospital Maciel y de cualquier hospital que posea un gestor de documentos CDA. Si se deseara poder contar con integración en cualquier ámbito, sería útil contar también con la generación de documentos clínicos en formato CEN/ISO 13606, que es un estándar surgido en la Unión Europea para el modelado de documentos clínicos electrónicos, que hoy es estándar internacional ISO [26]. La ventaja de generar este tipo de documentos es que este modelo es compatible con el modelo de información de OpenEHR, por lo que la generación de los documentos sería más simple y directa que la generación de CDA.

#### **4.4.1.9      *Cálculo de indicadores***

Esta funcionalidad consiste en el cálculo de algunos indicadores con información agregada, que son útiles para la gestión clínica. Toda la información necesaria para el cálculo de indicadores estará registrada en el CDR. Se orientó la necesidad de los médicos de contar con múltiples indicadores, los cuales seguramente deberán cambiar con el tiempo. En este sentido, se aconsejó que lo óptimo fuera utilizar una solución de almacén de datos (datawarehouse) con una interfaz de cuadro de control (BSC), para el cálculo de indicadores, la agregación de información para visualizar gráficas y la generación de informes. Un sistema de estas características está fuera del alcance de este proyecto.

## Capítulo 5: diseño detallado

En este capítulo se describen las decisiones tomadas para el diseño detallado de los componentes del sistema, presentados de forma general en el capítulo previo de Arquitectura del Sistema. Los componentes del sistema se resumen en la siguiente lista:

- **Componente de registro clínico**
  - Gestor de plantillas
  - Gestor de arquetipos
  - Generador de interfaz de usuario
  - Data Binder
  - Modelo de Información
  - Versionado y control de cambios
- **Componente demográfico**
  - Modelo de Información
  - Gestión de pacientes
  - Componente de autenticación de usuarios
- **Componente de Servicios**
  - Acceso a Estudios Imagenológicos (AEI)
    - Modelo de Información
  - Servicios de Infraestructura
    - Generación de Documentos Clínicos CDA
    - Gestor de eventos
  - Cálculo de indicadores

### 5.1 Componente de registro clínico

En esta sección se especifican en detalle todos los elementos que componen el registro de información clínica, considerando los requerimientos, la arquitectura y los estándares que serán aplicados en la implementación del sistema.

#### 5.1.1 Gestor de plantillas

Como se especificó en capítulos previos, los arquetipos son el soporte para la definición de conceptos reusables del dominio válidos en cualquier contexto, mientras que las plantillas permiten definir usos localizados de los arquetipos a una realidad específica, pudiendo modelar formularios, mensajes, informes, entre otros objetos que pueden contener información clínica. Las plantillas, al igual que los arquetipos, pueden ser compartidos entre distintos sistemas. Y pueden expresar requisitos de información para situaciones clínicas específicas y algunas hasta pueden expresar las necesidades de los usuarios individuales, de modo que desde unos pocos arquetipos se pueden derivar a una gran cantidad de plantillas [47].

El uso de las plantillas dentro de la HCET será solamente para expresar los formularios de registro clínico según los requisitos recopilados directamente de médicos que se dedican al tratamiento de los pacientes traumatizados. En particular, las plantillas son necesarias para la

generación de la interfaz de usuario, con los formularios para registro, mediante el uso de arquetipos, por lo tanto son fundamentales para la construcción del registro clínico.

El gestor de plantillas o `TemplateManager`, es el componente que se encarga de buscar y cargar las plantillas bajo demanda. En la fig. f38 se muestra el diagrama UML del `TemplateManager`. El método `getTemplate(...)` se utiliza para cargar una plantilla desde el sistema de archivos a memoria, para ser utilizado por la aplicación. Internamente utiliza el método `parseTemplate(...)`, que se encarga de cargar el archivo XML de la plantilla en el `Template Object Model`. Cuando una plantilla es cargada, se guarda en el caché para acelerar las posteriores referencias a la misma plantilla, y no tener que volver a cargarla del sistema de archivos. Los métodos `unload(...)` y `unloadAll(...)` serán utilizados para actualizar el caché. Por último, el método `getLoadedTemplates(...)` se utilizará para obtener todas las plantillas que estén en el caché.

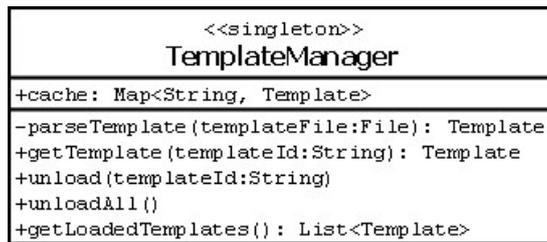


Fig. f38: diagrama UML de la clase `TemplateManager`

Si bien `OpenEHR` define la estructura interna de las plantillas, esta definición se encuentra en etapa de desarrollo y está incompleta, por lo que se tomó la decisión de diseñar un modelo de plantillas acorde a las necesidades de este proyecto. En `OpenEHR` este modelo es llamado `Template Object Model` o `TOM`. En la fig. f39 se muestra el `TOM` diseñado para este proyecto. Este modelo será el que utiliza el `TemplateManager` para cargar las plantillas desde el sistema de archivos a memoria de la aplicación. También se diseñó la sintaxis para expresar plantillas mediante XML, en el próximo capítulo se especifica la sintaxis de plantillas diseñada para este proyecto.

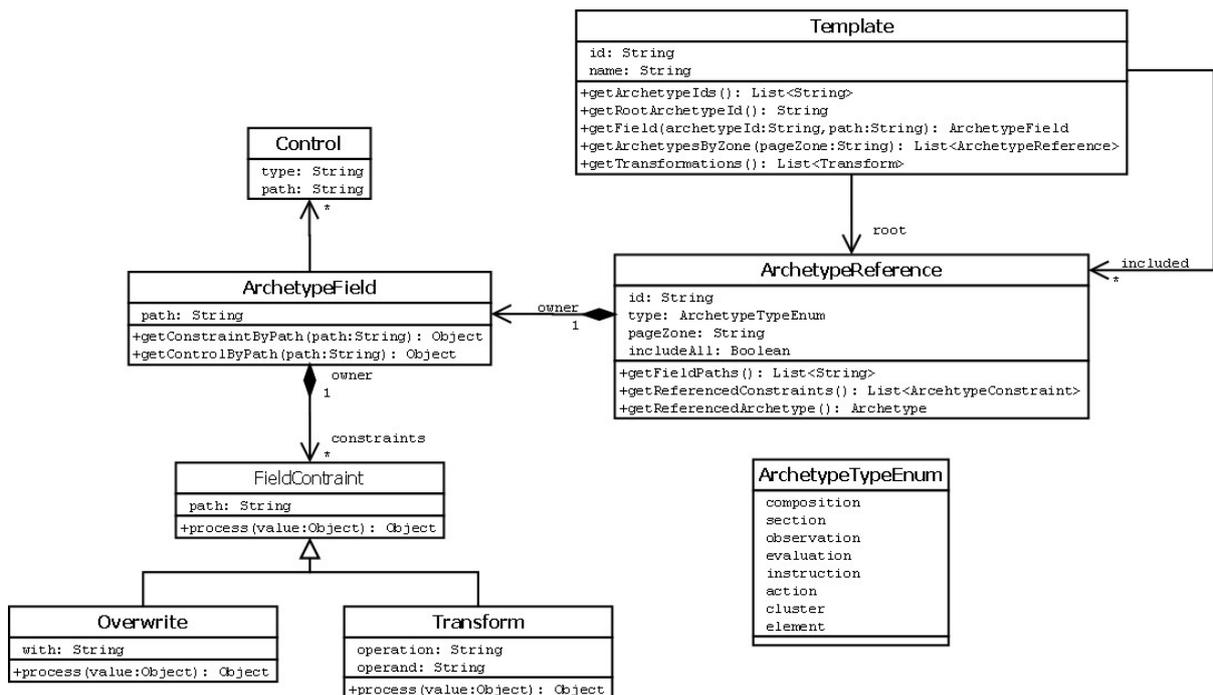


Fig. f39: diagrama UML del `Template Object Model`

### 5.1.2 Gestor de arquetipos

El gestor de arquetipos o `ArchetypeManager` es el componente que se encarga de buscar y cargar arquetipos desde el repositorio de arquetipos a memoria para ser usados por la aplicación. Como la aplicación hace un uso exhaustivo de los arquetipos, ya que se usan para generar la interfaz de usuario, para guardar la información que este ingresa y para modificar la información ya ingresada, es útil mantener un caché en memoria con los arquetipos cargados, para no realizar cargas sucesivas desde el sistema de archivos cada vez que se necesita un arquetipo, ya que el repositorio de arquetipos es un conjunto de archivos en el sistema de archivos. En la fig. f40 se muestra el diagrama UML de la clase `ArchetypeManager` con sus operaciones. El método `getArchetype(...)` sirve para obtener un arquetipo mediante el identificador especificado, si no se encuentra en caché lo intentará cargar del sistema de archivos. El método `loadAll(...)` carga todos los arquetipos de la Base de Conocimiento al caché en memoria. El método `getLoadedArchetypes(...)` se utilizará para obtener los arquetipos en caché. Y el método `unloadAll(...)` se utilizará para vaciar el caché.

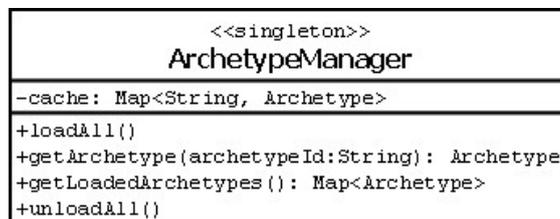


Fig. f40: diagrama UML de la clase `ArchetypeManager`

Notar que `ArchetypeManager` depende de la clase `Archetype`, la cual está definida en el modelo de arquetipos de OpenEHR, el Archetype Object Model o AOM [48]. A diferencia de lo que sucede con el TOM, existe una especificación completa y estable del AOM, y existen implementaciones de referencia del mismo. Para este proyecto se utilizará la especificación del AOM de OpenEHR y la implementación de referencia hecha en Java por Rong Chen [15].

### 5.1.3 Generador de interfaz de usuario

La arquitectura propuesta por OpenEHR implica que la interfaz de usuario (comúnmente llamada GUI por su sigla en inglés), a través de la que se hará el registro clínico, se genere automáticamente a partir de arquetipos y plantillas. En esta sección se especificará el diseño del componente de generación de GUI, se mostrará el resultado del proceso de prototipado de la GUI y la interfaz para soporte papel. Se tomó como referencia general el siguiente trabajo “Towards Automatically Generating Graphical User Interfaces from openEHR Archetypes” [49].

### Análisis de componentes de formularios web

El componente de generación de GUI se encarga de tomar arquetipos y plantillas, y generar formularios (o fichas) a ser llenados por los médicos, registrando así la atención de un paciente traumatizado. La estructura del formulario está dada por la estructura interna de los arquetipos que especifican el conocimiento clínico en la HCET. Esta estructura está formada por entradas de distintos tipos, en los cuales el médico debe ingresar la información indicada. Cada entrada contiene un conjunto de controles en los cuales se ingresa cada dato clínico. Los tipos de datos clínicos a registrar están dados por el modelo de información clínica de OpenEHR. Los

arquetipos son árboles de nodos, los tipos de datos clínicos a registrar son especificados como los tipos de esos nodos. La generación de GUI es básicamente la definición de una correspondencia entre los distintos tipos de nodos en los arquetipos y un conjunto de controles (campos de formularios web) para ingreso de información. Cómo la GUI será web, el conjunto de los controles que se pueden utilizar son los controles HTML para formularios. Estos controles básicos se pueden componer para el ingreso de información estructurada más compleja, por ejemplo fechas. En la tabla t3 se muestran los controles mencionados y su función.

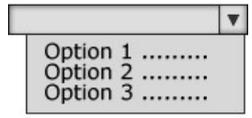
Tipo control HTML	Expresión gráfica	Observaciones
input-radio	<input type="radio"/> Opcion 1 <input type="radio"/> Opcion 2 <input type="radio"/> Opcion 3	Selección de un valor en un grupo de valores
input-checkbox	<input checked="" type="checkbox"/> Opcion 1 <input type="checkbox"/> Opcion 2 <input type="checkbox"/> Opcion 3	Selección de varios valores en un grupo de valores
textarea		Ingreso de texto largo
select		Menú desplegable, selección de una opción
input-text	<input type="text" value="Hola mundo!"/>	Ingreso de texto corto

Tabla t3: expresiones gráficas de controles HTML para formularios

Una decisión tomada para la generación de la GUI es que los únicos tipos de nodos en los arquetipos que tendrán expresión gráfica serán CLUSTER y ELEMENT, que son las clases dentro del paquete “representation” del modelo de información de OpenEHR. Estos tipos son contenedores de los datos que serán parte del registro clínico. En los nodos de tipo ELEMENT se define el tipo un dato simple que será donde se registren los datos clínicos, pudiendo ser este tipo cualquiera de las clases definidas en el paquete “datatypes” del modelo de información de OpenEHR. Es para estos tipos de datos simples que se define la correspondencia con algún control HTML de los antes mencionados, como se muestra en la tabla t4.

Tipo OpenEHR	Control HTML	Observaciones
CLUSTER	DIV para agrupar sus ítems internos	Agrupar de CLUSTER y ELEMENT para crear estructuras complejas.
ELEMENT	DIV para contener controles según su tipo simple	Contenedor de ítems simples de registro.
DV_BOOLEAN	Select con 3 opciones, SI/NO/Nulo, se descartó el uso de input-radio o input-checkbox porque no pueden representar el nulo	Item donde se registran valores Booleanos.
DV_TEXT	Textarea	Item donde se registra texto libre.
DV_CODED_TEXT	Select con las opciones codificadas según alguna terminología especificada en el arquetipo	Item donde se registra texto codificado según algún sistema de codificación o terminología.
DV_DATE	Grupo de select, uno para cada elemento: año, mes, día	Item donde se registra un punto absoluto en el tiempo mediante el calendario gregoriano, hasta el día.
DV_DATE_TIME	Grupo de select, uno para cada elemento: año, mes, día, hora, minuto, segundo	Item donde se registra un punto absoluto en el tiempo mediante el calendario gregoriano, hasta los segundos.

DV_QUANTITY	Input-text para la magnitud, select para las unidades	Item donde se registran cantidades científicas representadas por una unidad y una magnitud.
DV_ORDINAL	Select, al igual que en DV_CODED_TEXT pero las opciones están ordenadas según un índice interno determinado en el arquetipo	Item donde se registran categorías o índices con algún orden relativo.
DV_COUNT	Input-text, pudiendo ingresar solo números enteros	Item donde se registran cantidades contables mediante una magnitud entera.

Tabla t4: correspondencia entre tipos de nodos de arquetipos OpenEHR y controles HTML.

En la fig. f41 se muestra el diagrama UML del componente GuiGen. La clase GuiGen es el punto de entrada para la generación de la GUI, mediante el método generateGUI(...), el cual recibe como parámetros el identificador de la plantilla utilizada para generar el formulario y el tipo de generación que se debe realizar. Los tipos son 3, “create”, “show” y “edit”. El primer tipo es para generar un formulario para un nuevo ingreso de información clínica. El tipo “show” es para generar la interfaz que muestre información ya ingresada, y el tipo “edit” es para generar la interfaz de edición de información ya ingresada. La clase GuiGen depende de TemplateManager y de ArchetypeManager, ya que para generar la GUI debe cargar la plantilla identificada con el “templateId”, y todos los arquetipos referenciados desde esta plantilla. Las clases en verde, o sea GuiGenCObject, GuiGenArchetypeInternalRef, GuiGenCComplexObject, GuiGenCDomainType, GuiGenCPrimitive, GuiGenArchetypeSlot, GuiGenAttribute, GuiGenCCodedPhrase, GuiGenCDvOrdinal, y GuiGenCDvQuantity, se utilizan para recorrer los distintos tipos de nodos presentes en un arquetipo e ir generando cada parte de la GUI en base a la información presente en el arquetipo para cada nodo. Las clases en azul, o sea RenderPrimitive y RenderDomainType son las que generan con controles de los formularios para ingreso de datos, ya que corresponden a la recorrida de los nodos “hoja” en la estructura de árbol de cada arquetipo. Tanto para los casos de generar la GUI de tipo “show” o “edit” es necesario además pasar un parámetro de clase Locatable, con la estructura del RM que contiene los datos que se desean mostrar.

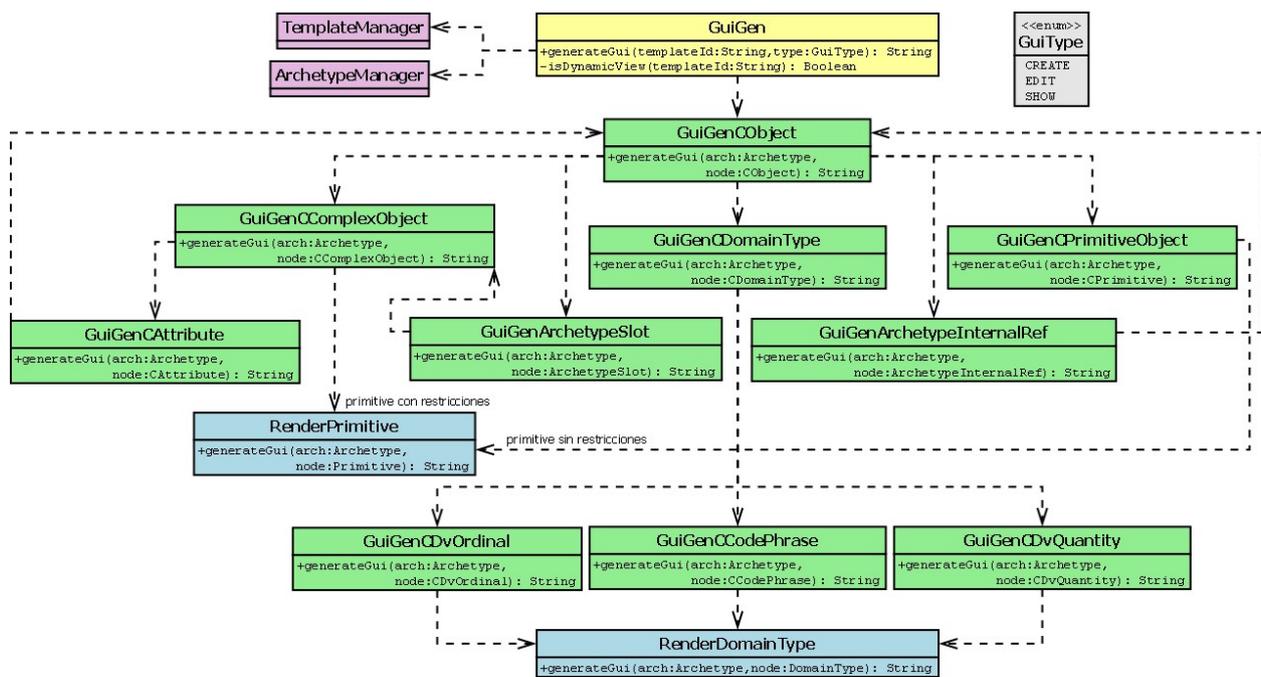


Fig. f41: diagrama UML del componente GuiGen.



TRAUMAGEN									
Número de Documento		Tipo de Documento		Fecha de Nacimiento		Edad		Sexo M F	
Apellidos		Nombre		Dirección Institucional		Teléfono de Contacto		Incluso SI NO	
ATENCIÓN PREHOSPITALARIA									
Responsable				Fecha			Hora		
Oxígeno con MFL		Collar cervical		Resolución:		PAD:		PAS:	
Apoyo ventilatorio con B-V-M		Empaquetado		Cristaloides		Intravenosa		Dosis	
Intubación Orotraqueal		Férulas en miembros		Coloides		Intravenosa		Farmacología	
Máscara laríngea		Torniquete		VVC		Cable		Cable	
Vía aérea quirúrgica		VVC		Cable		Cable		Cable	
Drenaje de neumotórax a tensión		VVC		Cable		Cable		Cable	
EVALUACIÓN PRIMARIA									
Triaje Inicial				Lugar Evaluación			Fecha		
A1) VÍA AEREA			Observaciones y Evaluaciones			Acciones			Mantorno de desobstrucción
Presenta alteraciones			Presenta alteraciones			Mantorno de oxígeno			Abordaje Quirúrgico
Dificultad respiratoria			Escala de Coma de Glasgow (GCS):			Apoyo ventilatorio (BVM)			Intubación oro-traqueal
Trauma directo Sobre VA			Apertura Ocular			Máscara laríngea			Protocolo de Intubación
Distorsión			Respuesta Verbal			Máscara Fawcett			Combitubo
Contorno			Respuesta Motora			Traqueostomía			Cricotiroidotomía
Penetrante			Sector Espinal (Frankel):			Mantorno			
Cuerpo Ext.			A B C D E			Colooca			
Otro						Retira			
A2) COLUMNA VERTEBRAL									
Espiración Clínica Cervical Anormal									
Indicación de collar cervical									
B) VENTILACIÓN/RESPIRACIÓN									
Observaciones y Evaluaciones			Acciones			Resumen y Otros detalles			
Presenta alteraciones			Presenta alteraciones			Neumotórax Iatrogénico			
Buena entrada de aire bilateral			Escala de Coma de Glasgow (GCS):			Neumotórax Hipertensivo			
Hipoventilación a izquierda			Apertura Ocular			Hemotórax			
Hipoventilación a derecha			Respuesta Verbal			Hemoneurotórax			
FC:			Respuesta Motora						
CPM			Sector Espinal (Frankel):						
Ocupación pleural:			A B C D E						
Derecha									
Izquierda									
C) CIRCULACIÓN									
Observaciones y Evaluaciones			Acciones			Resumen y Otros detalles			
Presenta alteraciones			Presenta alteraciones			Control de sangrados esternos			
Evidencia ecocardiografía de Hemorragia Interna			Escala de Coma de Glasgow (GCS):			Rearmación de paro PCR			
Monitorización Electrocardiográfica			Apertura Ocular						
ASISTOLE			Respuesta Verbal						
FIBRILACIÓN VENTR.			Respuesta Motora						
TADICARDIA VENTR.			Sector Espinal (Frankel):						
Hemorragia extensa:			A B C D E						
ACTIVA									
DETENIDA									
Ritmo capilar:									
<10 seg									
>2 seg									
D) DISFUNCIÓN NEUROLÓGICA									
Observaciones y Evaluaciones			Acciones			Resumen y Otros detalles			
Presenta alteraciones			Presenta alteraciones			Control de sangrados esternos			
Pupilas Normales			Escala de Coma de Glasgow (GCS):			Rearmación de paro PCR			
Anisocoría			Apertura Ocular						
Grado de Dilatación:			Respuesta Verbal						
Pupila der			Respuesta Motora						
1 2 3 4 5			Sector Espinal (Frankel):						
Pupila izq			A B C D E						
1 2 3 4 5									
EVALUACIÓN SECUNDARIA									
E) EXPOSICIÓN CORPORAL TOTAL				Observaciones y Evaluaciones			Acciones		
Diagnóstico Definitivo:				Temperatura			Férulas		
Cráneo y Cara				Abdomen			Sonda Nasogástrica		
Cuello				Pecho			Sonda Vesical		
Tórax				Miembros			Talla suprapúbica		
				Genitourinario/Recto			VVC		
				Otras lesiones externas			Yugular Int.		
							Subclavia		
							Femorot		
CONTEXTO DEL EVENTO									
UBICACIÓN TEMPORAL									
Día - Dom Lun Mar Mié Jue Vie Sab									
Fecha									
UBICACIÓN GEOGRÁFICA									
Se conoce lugar del evento									
Depos									
Localidad									
Código Postal									
Tipo de ubicación:									
TRABAJO DOMICILIO									
VIA PÚBLICA INSTITUCIÓN									
Intersección									
Seccional Policial									
CIRCUNSTANCIAS DEL TRASLADO									
Procedencia: ESPECIA									
OTRO CENTRO ASISTENCIAL									
Médico Actuante:									
Trasladado por:									
Ambulancia									
Empresa: UCM									
SURT									
UNICAR									
Policia									
MSP									
SRMM									
OTRA									
TIPO DE EVENTO									
Intencionalidad:									
NO INTENCIONAL ACCIDENTAL									
INTENCIONAL									
SE DESCONOCE									
TIPO DE TRANSPORTE DEL PACIENTE									
Chocó Contra									
Bot									
CONDUCTOR									
ACC. DELANT									
ACC. TRAFI									
NO APLICA									
Protección:									
CASCO									
DENTURON									
AIRBAG									
OTROS									
TIPO DE CHOQUE									
FRONTAL									
LATERAL IZQ									
LATERAL DER									
VUELCO									
OBJETO MOVIL									
OBJETO FIJO									
Estado Paciente:									
DESP DEL VEHICULO									
ATRAPADO/EXTRICADO									
EMBESTIDO									
ARROLLADO									
OTROS EVENTOS									
Casta									
Altura									
Apilamiento									
Electrocución									
Atragantamiento									
Intoxicación									
Quemadura									
Porcentaje									
Agente: TÉRMICO									
QUÍMICO									
OTRO									
ADRESIÓN									
AUTORFLAJEADA									
Tipo:									
SE DESCONOCE									
INTERPERSONAL									
SEXUAL									
OTRA SITUACIÓN									
IAE									
SI NO									
Intento									
Autolimitación									
Tipo de Herida:									
ARMA BLANCA (CORTO PUNZANTE)									
OTRO									
PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO (PFAF)									
OTRAS CONDICIONES DEL PACIENTE AL INGRESO									
Bajo efecto del alcohol									
Bajo efecto de drogas									
MARIHUANA									
COCAINA									
PASTABASE									
PCGAYENTO									
OTRAS									
RESUMEN CLÍNICO									
Antecedentes (AMPLE):									
Alergias: Penicilina									
Dipirona									
Yodo									
Otras									
Mención actual: Warfarina									
Betabloqueantes									
Aspirina									
Otras									
Enfermedades y operaciones: Trauma									
Cardiopatía isquémica									
HTA									
EPOC									
Ama									
Diabetes									
Obesidad									
Otras									
Embarazo									
SI NO									
Semenov									
Hora Última Comida									

Fig. f43: interfaz propuesta para el soporte en papel

Sobre la organización y distribución de la información de la interfaz web, fueron analizados varios casos. El primero fue el de replicar exactamente el registro en papel en la interfaz web. Este enfoque se planteó pensando en simplificar la adaptación de los médicos, que están acostumbrados al registro en papel, para que no haya resistencia al nuevo registro electrónico. Por otro lado, esto tiene grandes desventajas, ya que el tamaño y proporciones de la pantalla son fijos, no se puede tener la libertad de disposición de los elementos que se tiene en papel, y la complejidad del registro en papel hace que sea dificultoso su llenado en la web (son demasiados campos en un espacio muy reducido). Además se deberá desplazar la página web constantemente para poder ver los registros que no entran en el área visible de la pantalla.

Por otro lado, los propios médicos están acostumbrados a trabajar con interfaces web y a llenar formularios en línea, ya que usan herramientas web frecuentemente, como el correo electrónico. Por esto se decidió probar con una organización más adaptada a lo que es la web, dividiendo formularios complejos en secciones, cada una con un número reducido de datos a ingresar. Estas secciones están orientadas por las etapas del proceso asistencial relevado. De esta forma se logra una interfaz comprensible por el usuario y que se adapta a su proceso de trabajo porque sigue el proceso asistencial. Algunos ejemplos del prototipo de interfaz web se muestran en las figs. f44, f45, f46, f47 y f48.

### Ingreso del usuario al sistema

Cada persona con acceso al sistema cuenta con un nombre de usuario y una clave privada, las cuales deben ingresar en esta pantalla para poder entrar al sistema.



Fig. f44: prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de credenciales de una persona

### Listado de episodios en emergencia de trauma

En esta pantalla se listan los episodios, mostrando algunos datos a modo de resumen. Al hacer clic en el botón “ingresar” se pasa a ver el detalle del registro clínico para ese episodio.



Fig. f45: prototipo de GUI web, pantalla listado de episodios

### Menú principal para el registro clínico

Dentro del detalle de registro de un episodio, esta pantalla muestra un índice de las secciones que componen el registro completo de la atención del paciente traumatizado. Se muestran accesos rápidos a todas las etapas del registro, tanto para ingresar datos como para poder ver los datos ya ingresados.

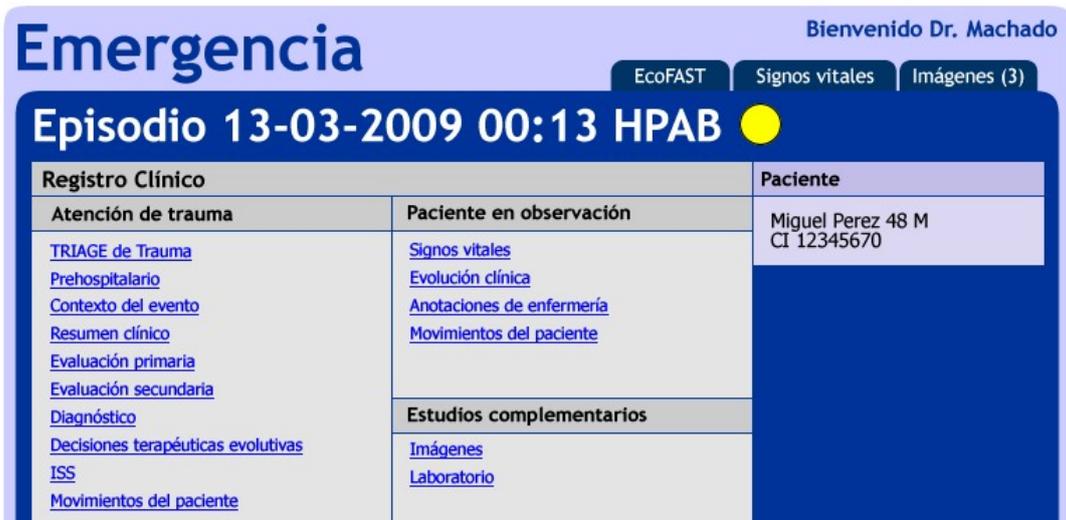


Fig. f46: prototipo de GUI web, pantalla de ingreso a las secciones del registro clínico del episodio

### Registro clínico de evaluación inicial

Aquí se presenta una pantalla particular para registro de la etapa de “evaluación inicial”, en la sub-etapa de registro de “vía aérea (columna)”.

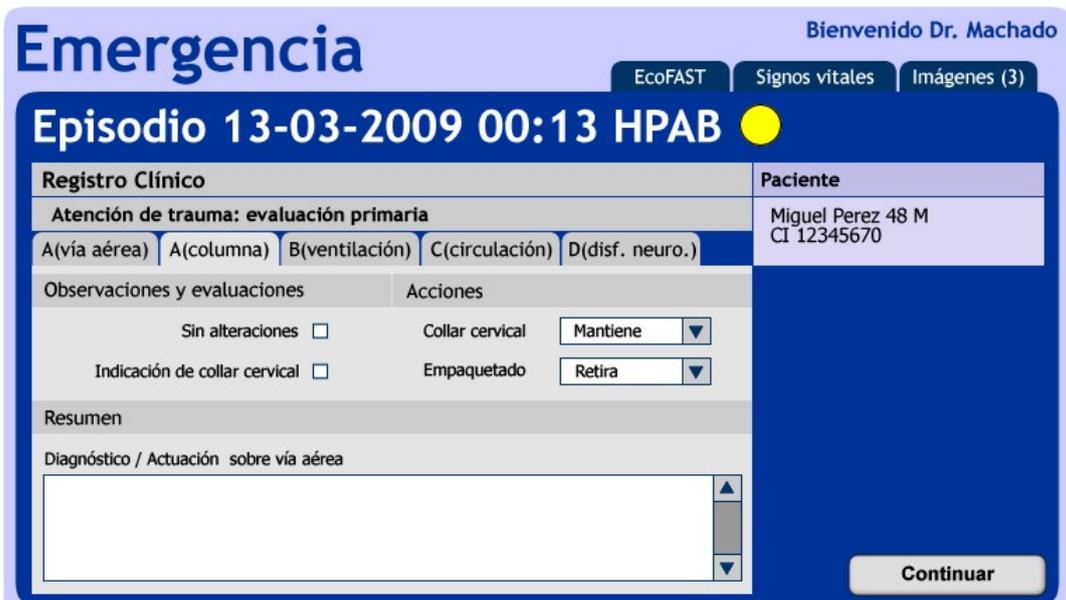


Fig. f47: prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de información clínica en la etapa de evaluación primaria

### Registro de diagnósticos

Esta pantalla se usará para realizar la búsqueda inteligente en descripciones de diagnósticos codificados con la clasificación CIE 10 de la OMS, para su selección y registro en la HCET.

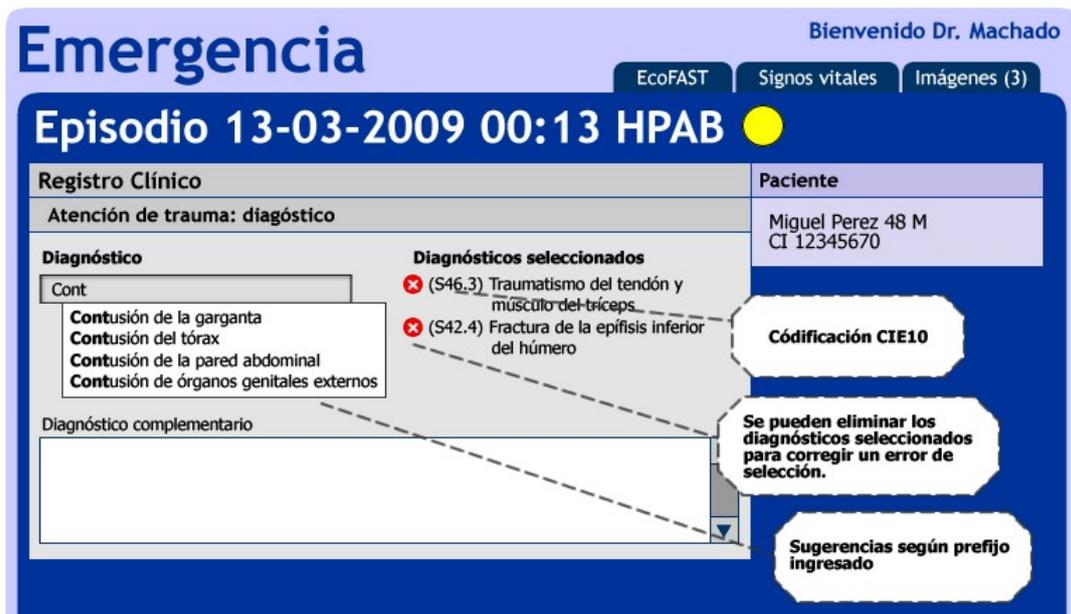


Fig. f48: prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de los diagnósticos codificados.

Algunas decisiones importantes con respecto a la interfaz web:

- Los datos personales del paciente siempre deben estar visibles, si no, debido a que los médicos atienden múltiples pacientes a la vez, se podrían registrar datos en la historia clínica incorrecta.
- Clasificación de triage y resumen de ingreso siempre deben estar visibles, por la misma razón que deben estar visibles los datos personales. Para los médicos muchas veces los pacientes son referenciados como casos clínicos, por ejemplo: el paciente “herido de bala” o “quemado”.

#### 5.1.4 Data binder

Este componente se encarga de tomar los datos ingresados por el usuario en el registro clínico y crear estructuras del RM para contener dichos datos. Este componente es especialmente complejo porque debe tomar información de varias fuentes, como son las plantillas, arquetipos, terminologías médicas, tablas maestras, y los datos clínicos que ingresa el usuario. Una segunda responsabilidad del componente Data Binder, es la validación de los datos ingresados por el usuario en base a las restricciones presentes en los arquetipos. Estas restricciones son por ejemplo, verificación de obligatoriedad en la ocurrencia de algunos datos, validaciones particulares de datos, como que un número esté dentro de un determinado rango, o que el valor de un determinado campo esté en una lista de valores, toda esta información se especifica dentro de los arquetipos. La salida del proceso de “data binding” será entonces una estructura del modelo de referencia de OpenEHR, la cual será válida con respecto a la información dentro de la Base de Conocimiento, y en caso de que la estructura no sea válida se obtendrá conjunto de errores que indican los problemas encontrados.

La principal dificultad del proceso de “data binding”, es que los datos ingresados por los usuarios en la web están en formato plano, y se debe construir una estructura jerárquica a partir de estos datos planos. Este proceso sería imposible sin contar con los meta-datos, que representan los arquetipos y plantillas, los cuales indican qué lugar en la estructura de datos ocupa cada dato en formato plano. Otra dificultad es que en los arquetipos también aparecen nodos múltiples, es

decir que para un único nodo del arquetipo pueden haber múltiples datos simples. La tercera dificultad es que también se pueden tener nodos multivaluados (como en el caso de los DV\_QUANTITY o DV\_DATE), o sea que para cada nodo de un arquetipo se tengan múltiples datos que formen el mismo nodo, por ejemplo un DV\_QUANTITY tiene una magnitud (real) y una unidad (texto).

Las decisiones tomadas para poder hacer el “data binding” de nodos múltiples y multivaluados es la siguiente:

- Caso múltiple y no multivaluado: si para un nodo múltiple se ingresan varios valores, todos para el mismo campo, el DataBinder debe crear nodos hermanos en el RM, cada uno con un solo valor. Por ejemplo, si el nodo múltiple es un ELEMENT con su valor de tipo “texto” y se ingresan 3 textos, se crearán 3 ELEMENT, cada uno con uno de los textos ingresados.
- Caso múltiple y multivaluado: si para un nodo múltiple se ingresan varios valores para más de un campo (por ejemplo para DV\_QUANTITY magnitud y unidad), se toma como que los datos vienen ordenados, el primer dato para la magnitud y el primer dato para la unidad serán los que se tomen para crear el primer DV\_QUANTITY, con los segundos magnitud y unidad se creará el segundo DV\_QUANTITY, etc.

En la fig. f49 se muestra un diagrama UML con las clases que intervienen en el proceso de “data binding”. La clase DataBinder es responsable ejecutar el proceso, y depende del ServicioTerminologico, ArchetypeManager y del TemplateManager, ya el proceso de binding depende de la terminología, las tablas maestras, arquetipos y plantillas. Por otro lado, se tiene la clase RMFactory, que se encarga de crear instancias de las distintas estructuras del RM.

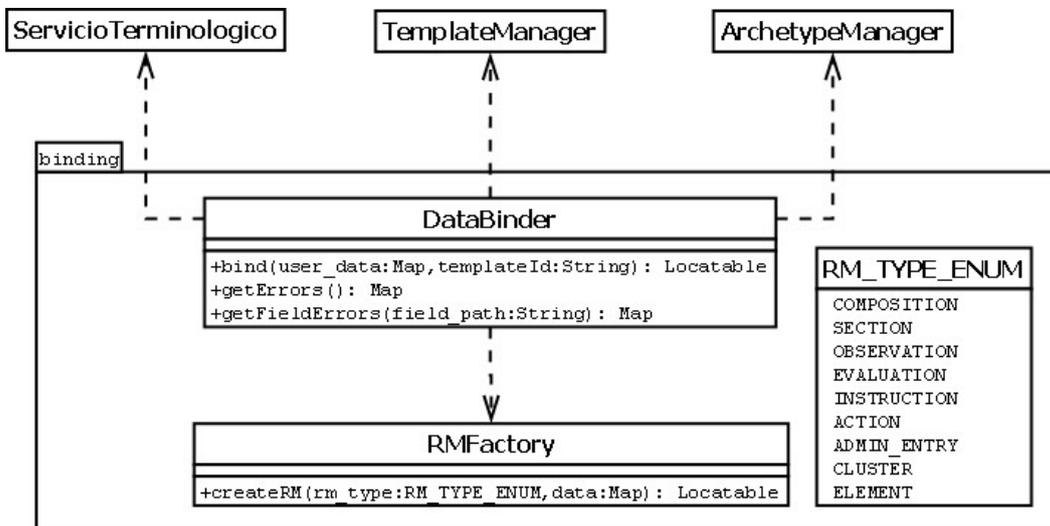


Fig. f49: diagrama UML del paquete binding.

Los métodos de DataBinder son:

- **bind**: toma los datos ingresados por el usuario y el identificador de la plantilla para la cual se hizo el registro, y se obtiene una estructura del RM con los datos cargados.
- **getErrors**: obtiene todos generados en el proceso de binding.
- **getFieldErrors**: obtiene los errores para un nodo determinado.

### 5.1.5 Modelo de información

El modelo de información clínico será el OpenEHR RM. Este modelo contiene todos los conceptos necesarios para modelar cualquier registro clínico. Fue verificado que este modelo satisface las necesidades de información relevadas en la etapa de análisis del dominio, creando una correspondencia entre el modelo conceptual del dominio, como se muestra en la fig. f14 del cap. 2, y el modelo de referencia de OpenEHR. Dicha correspondencia se muestra en la tabla t5.

Concepto de dominio	Concepto OpenEHR	Observaciones
Historia Clínica	Folder	Fichero donde se guardan todos los formularios.
Formulario Episódico de Trauma	Composition	Un formulario por cada episodio de trauma con toda la información clínica de ese episodio.
Etapa de Atención	Section	Etapa en el proceso de atención médica.
Entrada en HC	Entry	Entrada de información clínica en la HC.
Evaluaciones	Evaluation	
Observaciones	Observation	
Indicaciones	Instruction	
Acciones	Action	
Datos	Item	Estructuras de datos clínicos.

Tabla t5: correspondencia entre conceptos del dominio y conceptos OpenEHR.

El modelo de referencia de OpenEHR es de acceso público [48]. En la fig. f50 se muestra un diagrama simplificado de este modelo. Los paquetes que necesariamente deben ser implementados para poder realizar el registro de información clínica son:

- **composition:** modela formularios de registro de un episodio de atención médica.
- **content:** modela estructuras de alto nivel del registro clínico.
- **navigation:** modela secciones que modelan distintas etapas dentro del mismo episodio.
- **entry:** modela entradas de registro dentro de un formulario.
- **data\_structure:** modela estructuras de datos dentro de las entradas.
- **data\_type:** modela tipos básicos de los datos a registrar en una entrada.
- **archetyped:** modela soporte para las clases arquetipadas que componen el registro clínico.

Los paquetes **directory** y **ehr** serían necesarios en caso de implementar una HCE genérica para un hospital. Como en este proyecto se modela una única HCE, la de trauma, no es necesario implementar el concepto **folder** que sirve para diferenciar entre HCE de distintos sectores, por ejemplo: internación, emergencia, ambulatorio, etc. El paquete **ehr** sería necesario si se implementara el control de cambios sobre la HCE. Estos elementos se dejaron afuera del prototipo por considerar que simplifica la implementación. Los elementos ligados a los objetos versionados también se dejaron fuera del alcance del prototipo, también para simplificar la implementación. Más adelante, en la sección “estados, control de cambios y versionado del registro” de este capítulo se explican las consideraciones sobre el control de cambios y las decisiones tomadas para este proyecto.

El registro clínico será arquetipado, es decir que la implementación del modelo de referencia de OpenEHR contendrá solo conceptos genéricos con la semántica mínima necesaria para modelar el registro clínico completo. La información particular de los conceptos que forman el registro clínico estará especificada en arquetipos por fuera de la aplicación de software, en la Base de

Conocimiento. En resumen, el modelo de referencia es algo genérico, que a priori no determina que información particular se va a registrar en este. La información que determina la semántica de los conceptos, en un contexto determinado, es especificada mediante arquetipos. Este es el paradigma de dos niveles propuesto por OpenEHR y mencionado anteriormente en esta documentación.

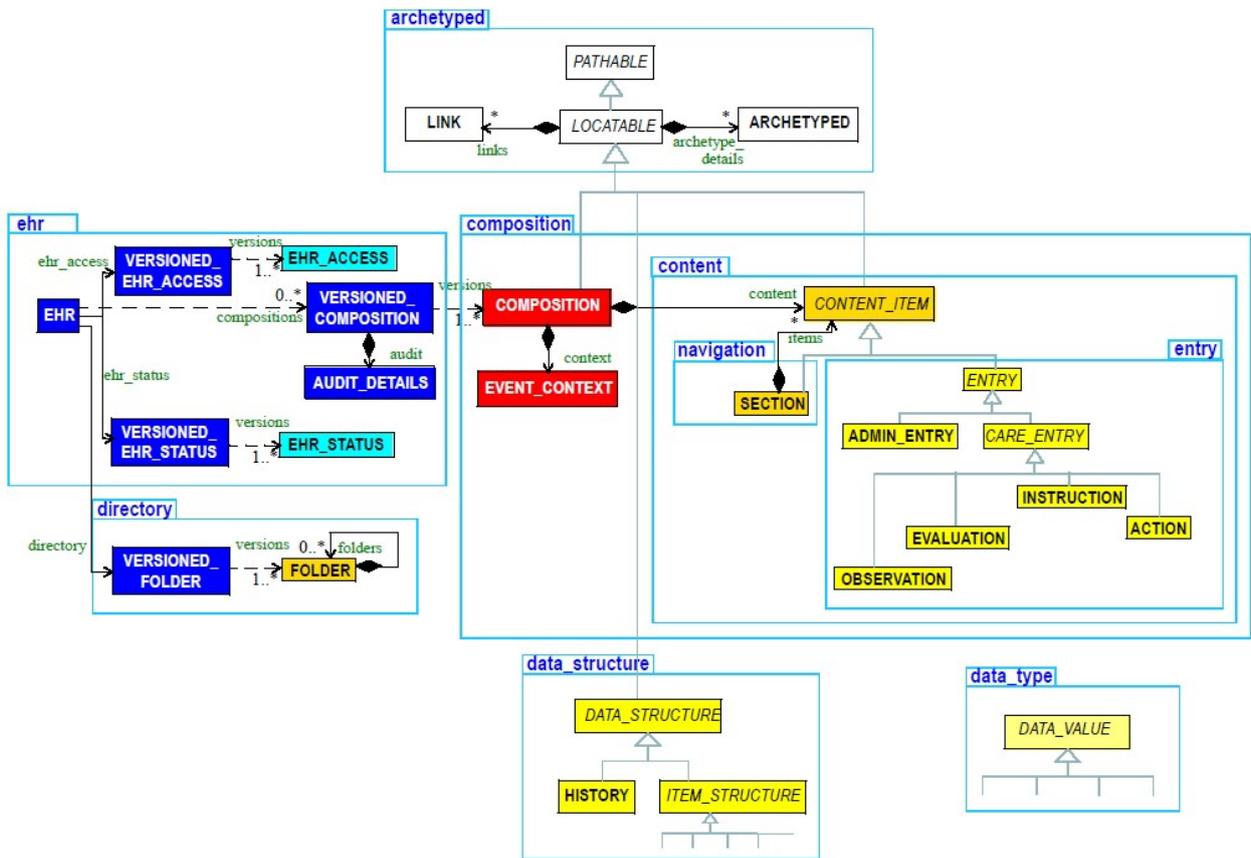


Fig. f50: diagrama simplificado del modelo de referencia de OpenEHR

A modo de ejemplo, a continuación se listan algunos de los conceptos que serán modelados mediante arquetipos, los cuales se desprenden del relevamiento del dominio. Todos estos conceptos serán modelados mediante Evaluaciones, Observaciones, Indicaciones y Acciones, los cuatro tipos de entradas propuestos por OpenEHR.

- Acción de desobstrucción de vía aérea obstruida
- Frecuencia respiratoria
- Frecuencia cardiaca
- Presión arterial
- Escala de coma de Glasgow
- Colocación de vía venosa central
- Indicación de estudios de laboratorio
- Indicación de estudios imagenológicos
- Evaluación del sector espinal de Frankel

## 5.1.6 Estados, control de cambios y versionado del registro

Una parte de la especificación de OpenEHR está dedicada al manejo de los distintos estados por los que pasa el registro clínico y el control de cambios sobre éste. A continuación se mencionan los principales elementos involucrados y las consideraciones particulares hechas para este proyecto.

### 5.1.6.1 *Propuesta de OpenEHR*

OpenEHR en su especificación define mecanismos para el control de cambios y versionado de los registros de salud en la HCE compartida. Al igual que en un servidor de versionado como puede ser CVS o SVN para el código fuente de los desarrollos de software, OpenEHR ve al registro médico como un artefacto que puede ser editado de forma colaborativa, en un mismo período de tiempo, por varios profesionales del equipo de salud, por lo tanto éste registro debe ser correctamente versionado y se debe tener un riguroso control de cambios para poder auditar quien hizo un cambio, cuando se hizo, qué se cambió, etc. Los mecanismos para el control de cambios están definidos en la especificación del EHR Information Model de OpenEHR, en la sección 4.3 del mismo, y el mecanismo de versionado es introducido en el OpenEHR Architecture Overview, sección 8. Por último, en la especificación del Common Information Model de OpenEHR, sección 6, se define el modelo de información que es la base del soporte para el control de cambios.

El mecanismo de control de cambios propuesto por OpenEHR busca lograr un sistema capaz de contar las características de consistencia, ser indeleble, tener trazabilidad y ser compartida de forma distribuida.

### 5.1.6.2 *Consideraciones para este proyecto*

La implementación del control de cambios completo quedó fuera del alcance por considerar que se excedería el uso de los recursos disponibles, y por que el registro particular de trauma en emergencia, según el análisis realizado, estaría hecho por una única persona a la vez, por lo que el control de cambios no sería necesario para la HCE de trauma. Por otra parte, sí se consideró que el versionado como mecanismo para cuando un registro se completa, se cierra y se detectan errores por lo que el registro debe ser reabierto. Estos errores podrían ser de subregistro, o sea datos relevados pero no registrados en la HCE, o también valores ingresados de forma errónea, por ejemplo una presión arterial que se relevó con un valor y se registró con otro valor en la HCE. Cuando el registro es reabierto, se genera una nueva versión, quedando toda la información previamente registrada, debidamente respaldada.

En la fig. f51 se muestra un diagrama de una máquina de estados donde se señalan los estados y acciones que generan cambios en los estados y versionados del registro clínico. La vista fue pensada para un único episodio de trauma de un solo paciente, por lo que los registros médicos de distintos pacientes o los registros para distintos episodios de un mismo paciente, serán vistos como ejecuciones de distintas instancias de esta máquina de estados. El estado “Nuevo registro” corresponde a un registro incompleto sobre el cual se está trabajando actualmente. Dicho registro puede ser modificado sin restricciones en las primeras 24 horas de atención o hasta que sea hecho el movimiento del paciente, o sea que el paciente sea dado de alta, internado, trasladado, o fallezca durante la atención.

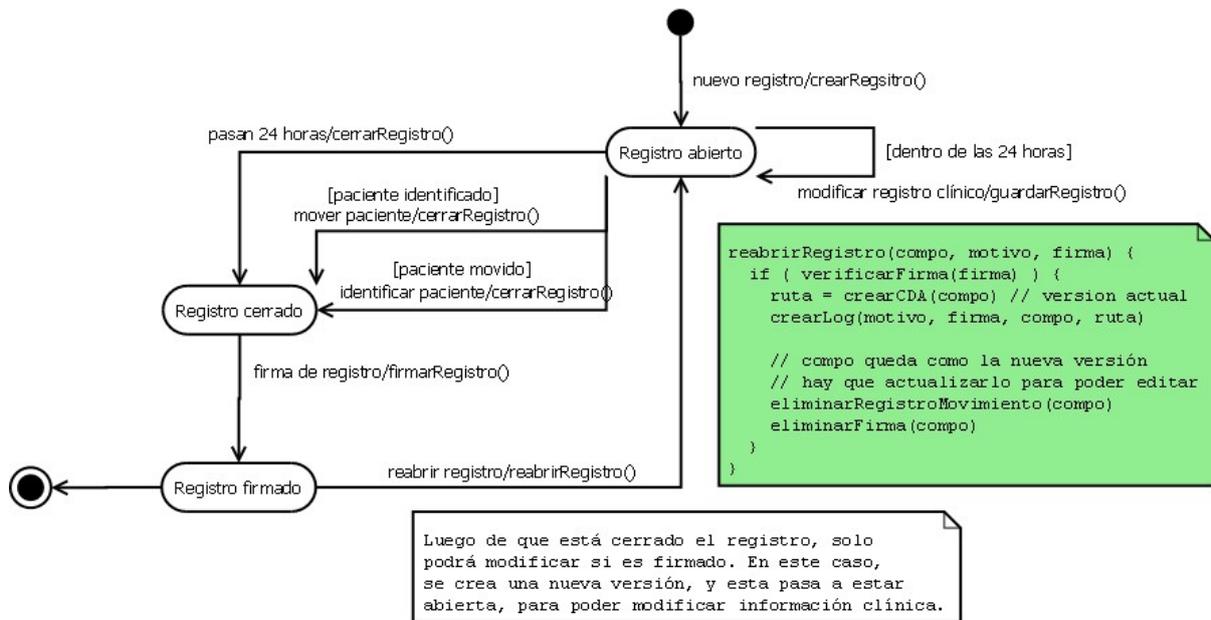


Fig. f51: flujo de estados del registro clínico

Luego de que se de alguna de las condiciones de cierre, el registro queda marcado como “Cerrado”, en este estado el registro no puede ser modificado, y la única acción que se puede realizar sobre éste es la de ser firmado por el médico responsable de la atención del paciente. La firma del registro es un acto importante porque dicho registro médico pasa a ser un registro documental del acto médico, el cual de ser firmado digitalmente tiene validez jurídica. Además pasa a ser un documento disponible en el repositorio documental de la institución donde funcione el sistema de HCET, por lo cual es accesible al recorrer la HCE del paciente, no solo de trauma. Por otro lado, si la HCET fuera a implementarse a nivel federal o nacional, este documento clínico podría ser accesible a esos niveles, por lo que se contaría con una HCE completa del paciente a nivel federal o nacional. En este proyecto se implementó un mecanismo simple de firma electrónica, similar a un login en el cual se asocia al registro clínico el médico al que corresponde el login ingresado. Cabe aclarar que este mecanismo de firma no tiene validez legal y no garantiza la integridad del registro, porque si bien luego de firmado no podrá ser modificado mediante la HCE de trauma, puede ser modificado mediante otros mecanismos, como por ejemplo la edición directa de los valores a nivel de base de datos. La implementación de un mecanismo de firma electrónica que permita contar con las características deseadas como integridad de la información y no repudio fue evaluado pero se dejó fuera del alcance por considerarlo como un módulo que se podría agregar fácilmente sin necesidad de modificar el desarrollo actual, una vez implementado el registro clínico completo, a esto último fue a lo que se le dio prioridad sobre cualquier otro requerimiento.

Por último, una vez firmado el registro, se podrían hacer “enmiendas” corrigiendo problemas encontrados en el registro. Dichas correcciones generarán nuevas versiones del registro, dejando intacto el registro originalmente firmado y generando una nueva instancia con las correcciones incorporadas. Las nuevas versiones deben ser firmadas de la misma forma que el registro original. No existe un límite a la cantidad de versiones que se pueden crear luego de firmado el registro. Con esto se logra identificar todos los cambios que se hacen luego de firmado el registro, y a su respectivo médico responsable. La información de las firmas y las versiones del registro servirá luego como fuente principal de información para las auditorías clínicas que sean necesarias a realizar sobre la HCE.

## 5.2 Componente demográfico

El componente demográfico es en donde se modela toda la información respecto a las entidades como organizaciones y personas, sus relaciones, roles y funciones, información de contacto y ubicación geográfica. También se menciona el paquete de autorización que permite el acceso de usuarios al sistema, el cual está relacionado con el componente demográfico.

### 5.2.1 Modelo de información

Este modelo es una versión simplificada del modelo demográfico de OpenEHR [50]. En la fig. f52 se muestra el diagrama UML del modelo demográfico diseñado para este proyecto. Si bien la seguridad del sistema es algo independiente al modelo de información demográfica, en la fig. f52 se muestra también el paquete de autorización, que permite asignar credenciales a distintas entidades, y mediante la verificación de estas credenciales es que se permitirá o no el acceso al sistema.

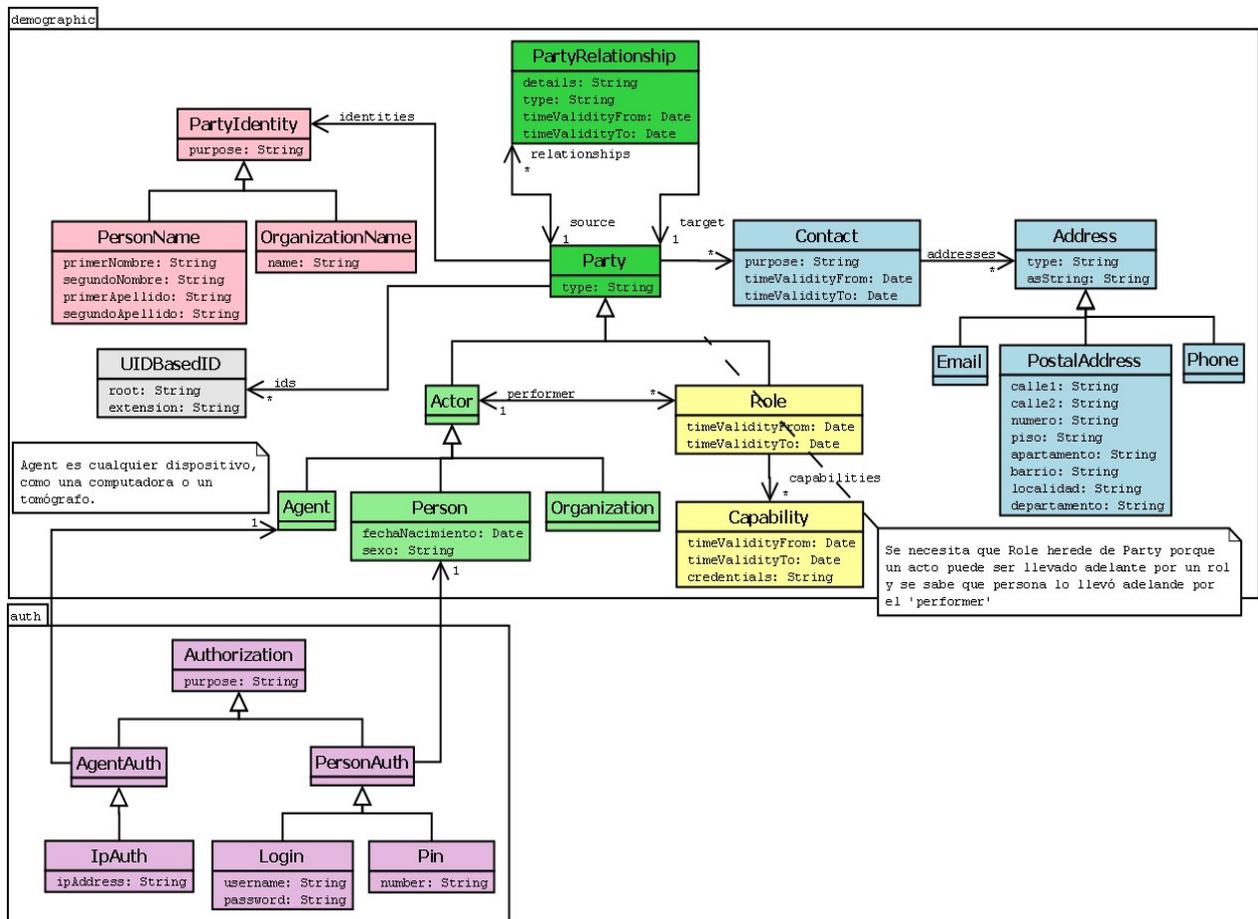


Fig. f52: diagrama UML de los paquetes demographic y auth.

### 5.2.1.1 *Entidades del paquete demográfico*

**Party:** esta clase representa una entidad genérica.

**Actor:** se una entidad que puede tener roles.

**Agent:** es un actor que no es ni una organización ni una persona, como podría ser un dispositivo como un tomógrafo o una estación de trabajo.

**Person:** esta clase modela la entidad persona.

**Organization:** esta clase modela a una organización, por ejemplo un hospital, un departamento o un sector dentro del hospital.

**Role:** esta clase modela el rol que puede jugar un actor.

**Capability:** modela capacidades de un rol, por ejemplo calificaciones profesionales de las personas.

**Contact:** contenedor de los medios de contacto de las entidades.

**Address:** clase genérica para modelar formas de contacto basadas en direcciones.

**Email:** clase que modela el medio de contacto por correo electrónico.

**Postal Address:** clase que modela el medio de contacto por dirección geográfica.

**Phone:** clase que modela el medio de contacto por número de teléfono.

**Party Identity:** clase que modela la identidad de una entidad.

**Person Name:** clase que modela la identidad de una persona que contiene su nombre.

**Organization Name:** clase que modela la identidad como nombre de una organización.

### 5.2.2 **Gestión de pacientes**

La gestión de pacientes es la parte fundamental del componente demográfico del sistema, ya que su diseño no es trivial debido al requerimiento de “gestión integrada de pacientes”, que implica:

- interoperabilidad entre sistemas
- implementación de especificaciones estándares
- transformación entre modelos de información demográficos

Cómo resultado del análisis del proceso de gestión de pacientes, se diseñó parte de este proceso como un flujo a ser implementado dentro de este proyecto. Particularmente, las altas, bajas y modificaciones de pacientes se harán en sistemas informático administrativos con los que ya cuentan las instituciones de salud. Dentro de este proyecto solo se implementará el proceso de búsqueda e identificación de los pacientes. En la fig. f53 se muestran las etapas del flujo de

búsqueda de pacientes. En este diagrama se hace referencia al empadronamiento, subproceso que se ejecutará por fuera del sistema de HCE de Trauma. También se muestra cómo se realiza una búsqueda del paciente en el Índice Maestro de Pacientes (IMP). Dependiendo de la configuración de la aplicación, el IMP puede residir dentro de la aplicación o puede ser un IMP externo, por ejemplo el de la institución donde se instale el sistema. Éste último caso será frecuente ya que muchas instituciones ya cuentan con una base de datos de sus pacientes. El flujo de identificación de pacientes termina cuando un paciente es identificado positivamente, en donde se selecciona como “sujeto de cuidado” del episodio de trauma.

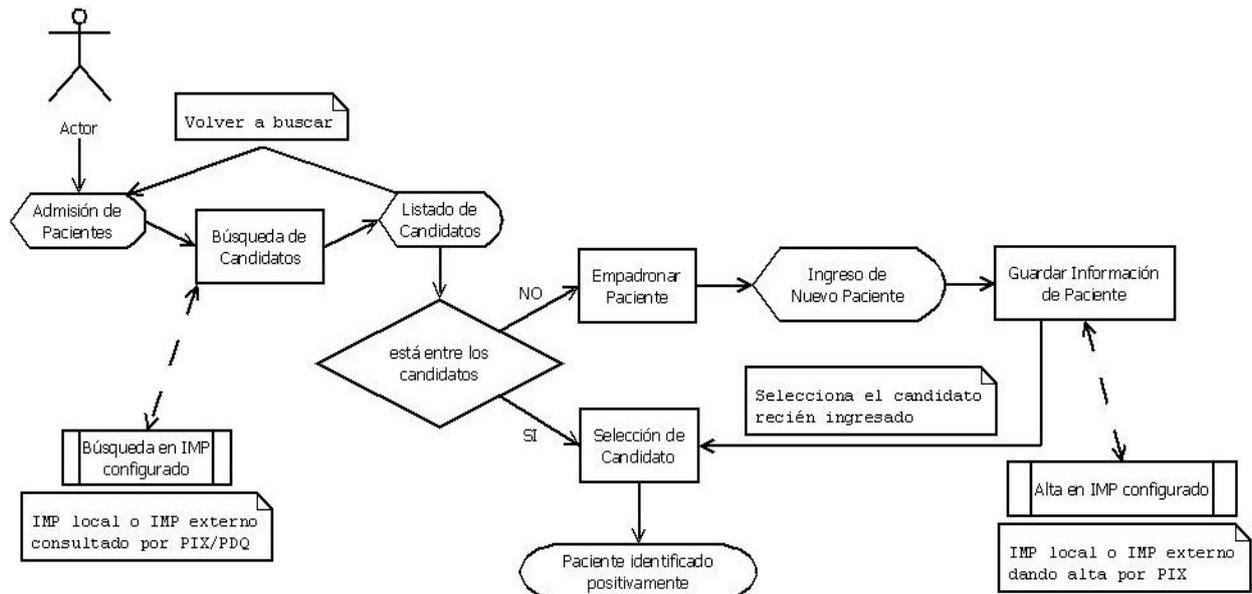


Fig. f53: flujo de identificación del paciente

### 5.2.2.1 Descripción del flujo de búsqueda e identificación de personas

Interfaz de usuario: entradas o salidas del sistema.

- Admisión de Pacientes
- Listado de Candidatos
- Ingreso de Nuevo Paciente

Tareas: ejecución de lógica

- Búsqueda de Candidatos
- Empadronar paciente
- Guardar Información de Paciente
- Selección de Candidato

#### **Admisión de pacientes**

El usuario ingresa a esta vista para comenzar la búsqueda de pacientes con el fin de seleccionar al paciente que será atendido, para poder asociarlo con el registro electrónico de su información clínica.

### **Búsqueda de candidatos**

Se ingresa un criterio de búsqueda para realizar la búsqueda. Esta búsqueda podrá ser local o remota, buscando en el registro de pacientes de la institución, utilizando el perfil PDQ de la IHE.

### **Listado de candidatos**

Esta vista presenta los datos de los pacientes que son resultado de la búsqueda según el criterio ingresado. Si el paciente buscado está dentro de estos pacientes “candidatos”, se procede a su selección. En caso contrario, se puede agregar un nuevo paciente o volver a realizar la búsqueda cambiando el criterio. También se permite volver a buscar aunque el paciente esté en la lista.

### **Empadronar paciente**

Esta acción se agregó como acción genérica donde se realizarán todas las tareas previas a dar de alta un nuevo paciente, como podría ser la comunicación con otros sistemas pidiendo datos o enviando notificaciones.

### **Ingreso de nuevo paciente**

En esta vista se ingresan los datos del nuevo paciente para registrarse. El alta del paciente se realiza solamente si no se utiliza una base de pacientes externa. En el caso contrario, el alta del nuevo paciente deberá realizarse en algún sistema administrativo de la institución, para luego ejecutar la búsqueda siguiendo este flujo, para que ahora el paciente aparezca como candidato.

### **Guardar información del paciente**

Es el registro de la información del paciente propiamente dicha. El paciente se registra localmente si es que no se tiene una base externa de pacientes, si no, esta acción se realiza en algún sistema administrativo de la institución.

### **Selección de candidato**

Es la acción que selecciona al paciente candidato como el sujeto de la atención médica. Todo el registro clínico que se realice luego de esta selección será asociado a este paciente. El flujo termina con un paciente identificado correctamente, y aunque no se muestra en el diagrama, se podría abortar el flujo en cualquier momento.

## **5.2.3 Componente de autenticación de usuarios**

Este componente se encarga de validar el acceso de los usuarios al sistema. Esta validación se realiza cuando un usuario desee ingresar al sistema para poder ver o registrar información clínica de la atención del paciente traumatizado. Cada usuario que desee ingresar al sistema debe previamente pasar por un proceso de asignación de credenciales, y dichas credenciales serán utilizadas cada vez que desee ingresar al sistema. Quien provea las credenciales será un administrador del sistema, quien debe llevar control de todas credenciales emitidas, sabiendo a que persona corresponde cada credencial. En la fig. f52 se muestra el diagrama UML de clases que contiene el paquete “auth”, encargado de mantener la información de las credenciales de cada usuario, tanto para las personas como para los agentes. Para la verificación de credenciales de usuarios de tipo “persona”, en la fig. f44 se muestra el prototipo de la pantalla donde estos usuarios deben ingresar los datos de su credencial, los cuales serán verificados contra las credenciales almacenadas dentro del sistema, para permitir o denegar el acceso al mismo. En la fig. f54 se muestra el servicio encargado de verificar la existencia o no de una credencial. Si la credencial que ingresa el usuario existe, se procede a crear una sesión para éste. Cuando el usuario termine de trabajar con el sistema se destruirá la sesión creada para ese usuario.



Fig. f54: diagrama UML de la clase AuthorizationService

### 5.3 Componente de servicios

En los servicios es donde reside la lógica de negocio del sistema y los componentes de interoperabilidad para comunicarse con otros sistemas.

#### 5.3.1 Servicio de acceso a estudios imagenológicos (AEI)

Este componente se encarga de la búsqueda y acceso a estudios imagenológicos y a objetos como imágenes (tomografías, radiografías, etc.) e informes radiológicos hechos sobre esas imágenes. Se utilizará el estándar DICOM para acceder a los estudios y los distintos objetos que componen los estudios. Existe un el proyecto DCM4CHE que implementa los servicios DICOM, el cual será utilizado mediante el diseño de un adaptador [51] para adaptarlo a las necesidades particulares de este proyecto. En la fig. f55 se muestra un diagrama UML de las clases que componen el adaptador, que implementa una interfaz para uso simple de la API de consola que ofrece la librería DCM4CHE. **QRWrapper** es la clase principal del adaptador, en donde se definen los métodos de búsqueda, uno por cada nivel de búsqueda (paciente, estudio, serie y objeto). El método **patientLevelQuery** busca identificadores de estudios usando datos demográficos del paciente. El método **studyLevelQuery** busca datos de estudios usando identificadores de estudios y de pacientes. El método **seriesLevelQuery** busca datos de las series de un estudio, usando el identificador del estudio. Y el método **objectLevelQuery** se usa par buscar los datos de los objetos dentro de una determinada serie, usando el identificador de la serie. La clase **QLLifecycle** se encarga de manejar la comunicación con el PACS mediante DCM4CHE.

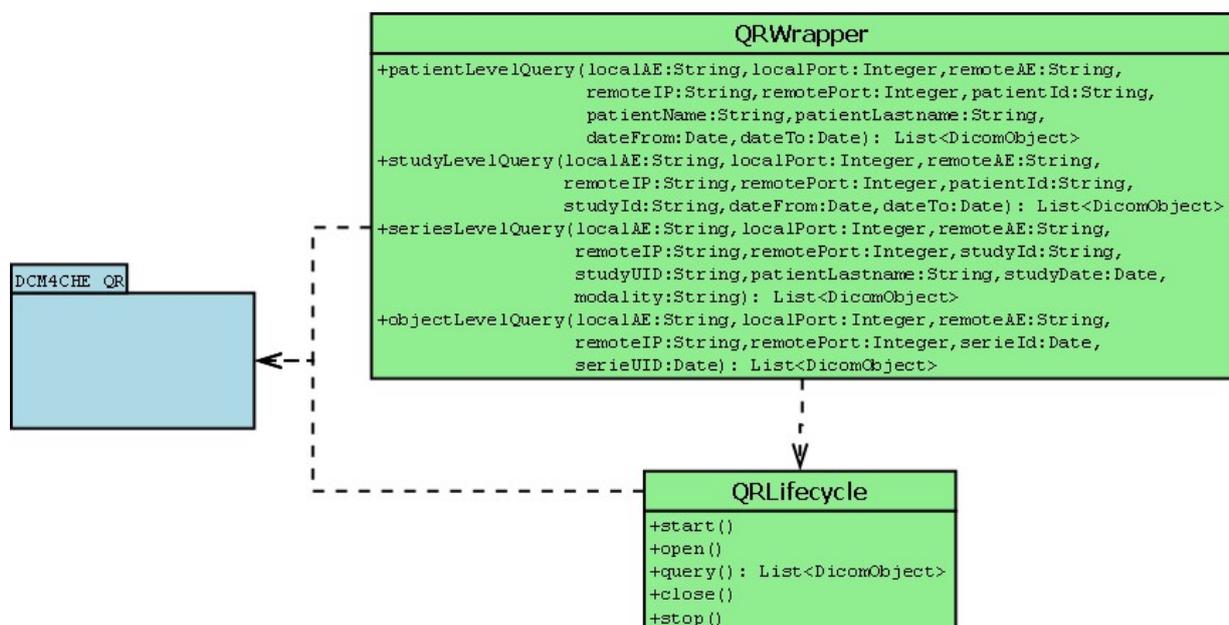


Fig. f55: diagrama UML del adaptador de la herramienta de consola QR de DCM4CHE

## Descripción del funcionamiento

El proceso de búsqueda de estudios se lanzará cuando el paciente sea identificado, ya que la identidad del paciente es la que se utiliza como criterio de búsqueda para realizar la búsqueda de sus estudios imagenológicos. Esta búsqueda se hará en segundo plano, así mientras el usuario continúa registrando y visualizando información clínica del paciente, las búsquedas de estudios están siendo ejecutadas sin interferir con su trabajo. El usuario será notificado de nuevos hallazgos de estudios a través de la interfaz gráfica mediante un pequeño contador de estudios encontrados, como se muestra en la fig. f47 del prototipo de GUI, con un botón que indica “Estudios img. (3)” en el menú que aparece en dicha imagen.

Cabe destacar que la búsqueda de estudios se realizará en múltiples PACS, los cuales estarán previamente registrados en el sistema. Esto se debe a que aunque en general una institución tenga un solo PACS, el paciente puede tener estudios imagenológicos en otras instituciones, de esta forma se accedería a toda la información imagenológica disponible para ese paciente. La comunicación con cada PACS será hecha utilizando el servicio de búsqueda de estudios Query-Retrieve (QR) definido en DICOM.

### 5.3.1.1 *Modelo de información imagenológica*

En la fig. f56 se muestra el diagrama UML del paquete de Acceso a Estudios Imagenológicos (aei). Las búsquedas en los PACS son hechas en segundo plano, de modo que cuando un paciente es identificado, las búsquedas son programadas para hacerse luego así el usuario puede seguir registrando información. La clase **BusquedaProgramada** modela la programación de la búsqueda. La configuración de los PACS se modela en la clase **PACSRegistry**, todos los PACS configurados serán consultados por estudios del paciente. Los resultados de la búsqueda son modelados mediante la clase **ResultadoBusqueda**, en donde se guardan los datos cada estudio encontrado, del paciente correspondiente, y del PACS desde el cuál se obtuvo ese resultado.

Por otro lado, los estudios imagenológicos en el modelo de datos de DICOM cuentan de tres niveles. El primer nivel es el propio estudio, el segundo son las series de objetos DICOM, y el tercer nivel son los objetos DICOM. Existen varios tipos de objetos DICOM como pueden ser electrocardiogramas, ondas de sonido, videos, entre otros. Para este proyecto los objetos DICOM de interés son las imágenes del estudio y los reporte estructurados (SR). El SR modela el informe radiológico sobre el estudio, el cual es hecho por un médico radiólogo al analizar las imágenes del estudio para diagnosticar un problema mediante un conjunto de imágenes. Luego, el médico que indicó el estudio obtiene el resultado del mismo, el cual está compuesto por el informe radiológico y posiblemente alguna imagen de referencia seleccionada por el médico radiólogo.

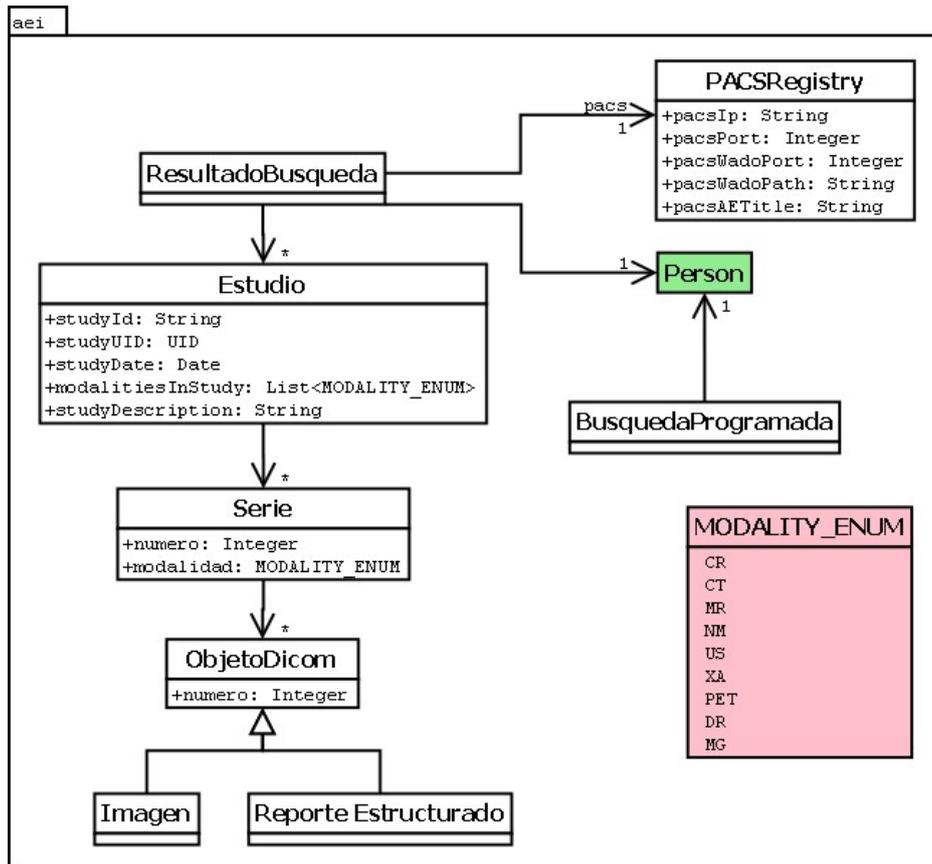


Fig. f56: diagrama UML del modelo de información del paquete aei.

### 5.3.2 Servicios de infraestructura

#### Generación de Documentos Clínicos CDA

CDA (Clinical Document Architecture) es un estándar HL7 basado en XML, usado para el almacenamiento e intercambio de documentos clínicos. El Repositorio Documental del Hospital Maciel mantiene los documentos clínicos cumpliendo este estándar. Con el objetivo de poder integrar la HCE de trauma con el Repositorio Documental del Hospital Maciel, el sistema generará documentos CDA a partir de la información registrada en cada episodio de trauma.

Para generar los documentos CDA a partir de los datos de un determinado episodio, habrá un controlador que se encargará de recibir el pedido del usuario, solo cuando el episodio esté cerrado y firmado por un responsable. El documento clínico generado contendrá toda la información del paciente, del médico responsable de la atención y la información clínica registrada durante la atención médica. Para representar la información clínica en el CDA, se tomó la decisión de utilizar la alternativa no estructurada para el cuerpo del documento CDA, de esta forma se tiene libertad en la sintaxis que se utilice para representar la información clínica. En la fig. f57 se presenta un diagrama UML de las clases que intervienen en la generación del documento CDA. La clase **RMLoader** es responsable de cargar la estructura completa del registro de un episodio existente, el cual será convertido a una sintaxis basada en texto para poder colocarse dentro del cuerpo del documento CDA. La clase **ManagerCDA** será la encargada de realizar la serialización de la información clínica del episodio, que es una instancia de la clase **Composite** del RM, a la sintaxis definida por el estándar HL7 CDA.

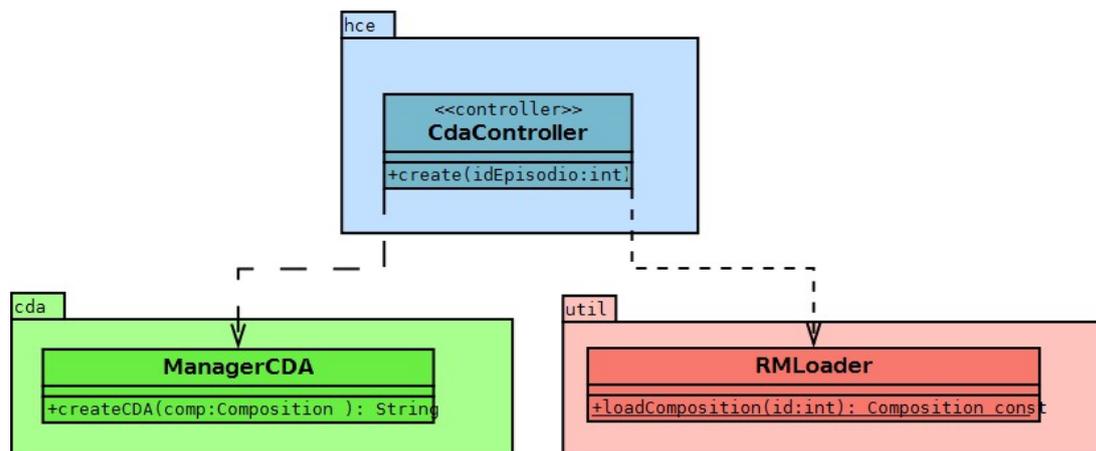


Fig. f57: Diagrama UML de clases involucradas en la creación de CDA

## Gestor de eventos

En el análisis de la arquitectura y de los distintos flujos de trabajo que serán ejecutados durante el registro clínico, la identificación del paciente y la obtención de estudios imagenológicos, se detectó que sería útil agregar puntos de extensión de dichos flujos. El objetivo es poder agregar funcionalidad a la aplicación sin necesidad de modificarla cada vez. Para realizar esto se implementará el patrón Observer [51], de forma de poder asociar distintos manejadores de eventos, a eventos particulares que ocurren en la aplicación. Cada manejador de eventos podrá agregar distinta funcionalidad al sistema. A continuación se mencionan algunos de los eventos que ocurren en el sistema:

- Identificación positiva de un paciente
- Creación de un episodio
- Cierre de un episodio
- Firma de un episodio
- Registro de información en una etapa particular del proceso asistencial
- Ingreso de un usuario al sistema
- Salida de un usuario del sistema

Cómo se comentó en la sección Servicio de Acceso a Estudios Imagenológicos, la búsqueda de estudios se programan al identificar positivamente a un paciente, entonces se podría crear un manejador del evento “identificación positiva del paciente” donde se haga la planificación o programación de la búsqueda de estudios. La ventaja de este enfoque es que el flujo donde se ejecuta el evento no tiene conocimiento la lógica que ejecutan los manejadores de eventos, en este caso particular, de que se ha programado la búsqueda de estudios. Logrando así un bajo acoplamiento y una mejora a la capacidad de extender de la aplicación sin modificarla.

Algunos usos de los manejadores de eventos podrían ser:

- Crear registros de acciones de usuarios (qué hizo, quien lo hizo, cuando, etc.)
- Enviar emails o SMS con notificaciones a otros médicos
- Enviar mensajes y notificaciones a otros sistemas
- Buscar documentos clínicos existentes del paciente (resumen de HC, últimos estudios, problemas de salud, alergias, medicamentos, etc.)

En la fig. f58 se muestra un diagrama UML del componente de gestión de eventos. En ese diagrama, la clase **EventManager** se encarga de recibir las notificaciones de ocurrencia de los eventos. Dadas esas notificaciones, y la configuración que asigna manejadores (handlers) a eventos, se cargan los manejadores y se ejecutan usando el método **handle(context)**, siendo **context** una colección de las variables de contexto relevantes al evento, que cada manejador podrá o no utilizar para ejecutar sus tareas. De esta forma, la aplicación no conoce la implementación particular de cada manejador, por lo que se pueden agregar nuevos manejadores por configuración, sin necesidad de cambiar el código de la aplicación.

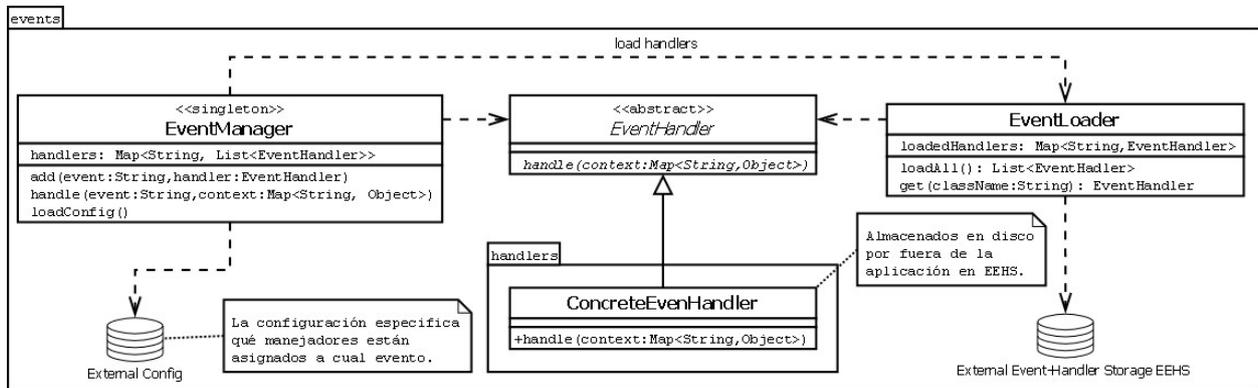


Fig. f58: diagrama UML del componente manejador de eventos

## Cálculo de indicadores

TRAUMAGEN presentará un conjunto mínimo de indicadores de calidad asistencial, definidos en el alcance del proyecto (ver cap. 1, “Cálculo de indicadores de calidad asistencial”). Con el objetivo de que en el futuro puedan agregarse indicadores con un esfuerzo mínimo, se optó por diseñar los componentes de presentación genéricos en lo que refiere a indicadores. Para esto se diseñó una definición de tabla de resultados genérica la cual define los Cabezales a nivel de **Filas** y de **Columnas** y para cada uno de estos, los diferentes rangos de valores u opciones (ver fig. f59). La clase **IndicadorController** tendrá la responsabilidad del cálculo y presentación de indicadores a los usuarios del sistema. Para cada uno de esto se definirá una tabla de resultados y una matriz de datos. La construcción de ambas estructuras dependerá de la semántica del indicador. La obtención de datos necesarios para el cálculo de cada indicador se encapsula en la clase de servicio **CustomQueryService** (ver fig. f59). Este componente dependerá del contenido de los arquetipos definidos, por lo que es el único componente del sistema que quedará acoplado a los mismos.

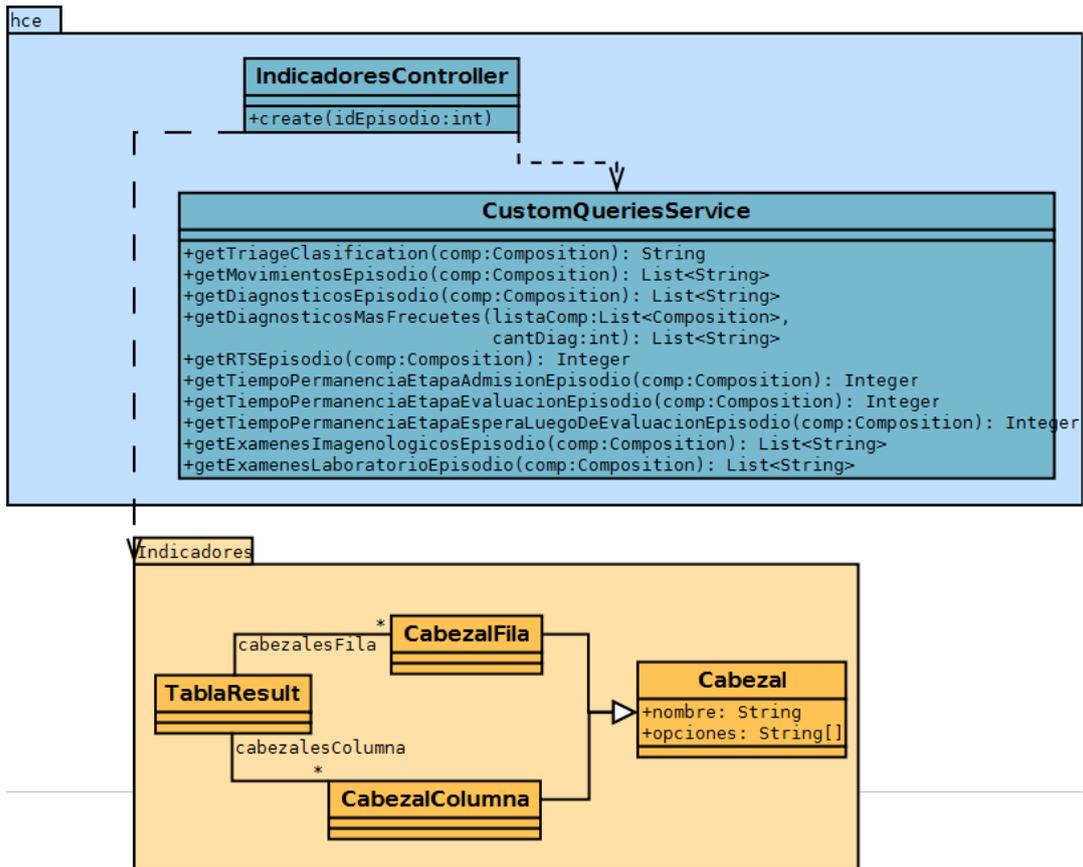


Fig. f59: Diagrama UML de componentes involucrados en el cálculo de indicadores

## Capítulo 6: documentación técnica

En este capítulo se detallan las decisiones técnicas que se tomaron, los principales problemas y obstáculos que surgieron, y las soluciones encontradas. También se detallan algunos elementos que fueron importantes para resolver la implementación del sistema utilizando las tecnologías seleccionadas y los estándares mencionados en los capítulos previos.

### 6.1 Tecnologías

Para este proyecto se utilizaron tecnologías abiertas de la familia Java, en particular para implementar el sistema se utilizó Grails framework, el cual está basado en Groovy, el lenguaje dinámico de Java.

Grails es un framework de “pila completa”, lo que significa que solo con Grails se puede implementar una aplicación web completa. El funcionamiento general del framework sigue el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), e implementa un mecanismo de persistencia orientado a objetos llamado GORM (Grails Object-Relational Mapping [52]). Grails es un framework robusto ya que está basado en tecnologías abiertas, aceptadas por la comunidad y probadas durante varios años como Spring Framework, Hibernate, Sitemesh, Jetty y Maven. Además su arquitectura está orientada a plugins que extienden la funcionalidad del framework, y existe una gran cantidad de plugins implementados y publicados por la comunidad Grails.

Groovy es un lenguaje de programación ágil y dinámico para la máquina virtual de Java (JVM). Se crea sobre la fortaleza de Java, agregando características inspiradas por lenguajes como Python, Ruby y Smalltalk. La curva de aprendizaje para desarrolladores Java es pequeña. Soporta lenguajes específicos de dominio (DSL) y otras sintaxis compactas para hacer el código más fácil de leer y de mantener. Facilita la creación de scripts de consola y de compilación, con sus poderosas primitivas de proceso, capacidades de Orientación a Objetos y un DSL para Ant [53]. Incrementa la productividad del programador, reduciendo el código necesario para tareas de infraestructura, tanto en el desarrollo web, de escritorio, de bases de datos o de aplicaciones de consola. Simplifica el testeo, soportando testeo unitario y testeo de integración mediante “mocking”. Se integra sin problemas con objetos Java existentes y librerías, y compila directamente a bytecode Java, por lo que se puede correr en cualquier lugar donde corra Java.

Se trabajó con MySQL como administrador de bases de datos [16].

### 6.2 Internacionalización

Una característica importante de Grails, es que tiene un mecanismo de internacionalización o i18n [54], que permite hacer que traducir los textos que aparecen en cualquier sistema a diversos idiomas, o adaptarlos a culturas regionales o locales. Por ejemplo si en distintos departamentos de Uruguay al mismo concepto se le llama de distintas formas, se podría adaptar el sistema para nombrar los conceptos según el lugar donde se utilice. Esta característica permite que las traducciones se hagan sin necesidad de modificar el código fuente de la aplicación. Para lograr esto, todo texto “duro” debe ser exteriorizado de la aplicación y referenciado mediante una clave

que se utilizará para traer cada texto de archivos de configuración que dependen del idioma y de la cultura local.

Si bien el mecanismo de i18n de Grails sirve para traducir los términos que aparecen en las vistas del sistema, pero no sirve para traducir los términos clínicos que son parte de los arquetipos o de las codificaciones, clasificaciones y terminologías médicas. Para una completa traducción de la aplicación fue necesario crear una interfaz auxiliar para abstraer la búsqueda de este tipo de traducciones de términos. A continuación en la fig. f60 se muestra esta interfaz. En este sistema en particular las fuentes de términos traducibles que se utilizan están en tablas maestras, la clasificación CIE 10 o dentro de los arquetipos. Independientemente de cuál sea la fuente de la información, el método `getTermino(...)` se encarga de buscar el término referenciado mediante el código, el cual pertenece a una determinada terminología, y puede estar dentro de un arquetipo. El idioma de salida será el que esté configurado en la aplicación, aunque para esta implementación no se hicieron traducciones de los términos clínicos a otros idiomas. Los métodos `getNombreTerminos(...)` y `getCodigoTerminos(...)` se utilizan para obtener la lista de nombres y códigos dentro de una determinada terminología respectivamente. Sirven para acceder fácilmente a listados de términos cuando se está generando la interfaz de usuario dinámicamente.



Fig. f60: diagrama UML de la interfaz ServicioTerminologico

## 6.2.1 Búsqueda de textos traducibles en Grails

Una característica a destacar es que la búsqueda de textos se realiza en cascada, por lo cual no es necesario cambiar todo un archivo de traducciones para adaptarse a una cultura particular, por ejemplo, si se tienen todos los textos en español en un archivo de configuración, en otro archivo se pueden definir los textos particulares adaptados a como se habla en Uruguay, y en este último será necesario redefinir sólo los textos que difieran de los textos en la configuración general para español.

Esa búsqueda en cascada se realiza mediante la definición de códigos de localización formados por códigos de idioma, país y variantes locales, por ejemplo:

- **es**: código para los textos en español.
- **es\_UY**: código para los textos en español pero particulares para Uruguay.
- **es\_UY\_hmaciel**: idem al anterior pero adaptados al Hospital Maciel

Si el código de localización seleccionado es **'es\_UY\_hmaciel'**, Grails comenzará a buscar en el archivo de configuración correspondiente a ese código, si no encuentra el texto busca en el siguiente archivo más general, o sea en el correspondiente a **'es\_UY'**. Si tampoco encuentra el texto en ese archivo, sube otro nivel, o sea busca en el archivo correspondiente a **'es'**. Grails viene por defecto con un conjunto de traducciones a distintos idiomas de los mensajes de error más comunes. Todos los archivos de configuración con las internacionalizaciones y adaptaciones a culturas particulares se encuentran en el directorio `/i18n` de todas las aplicaciones Grails, como se muestra en la fig. f61.

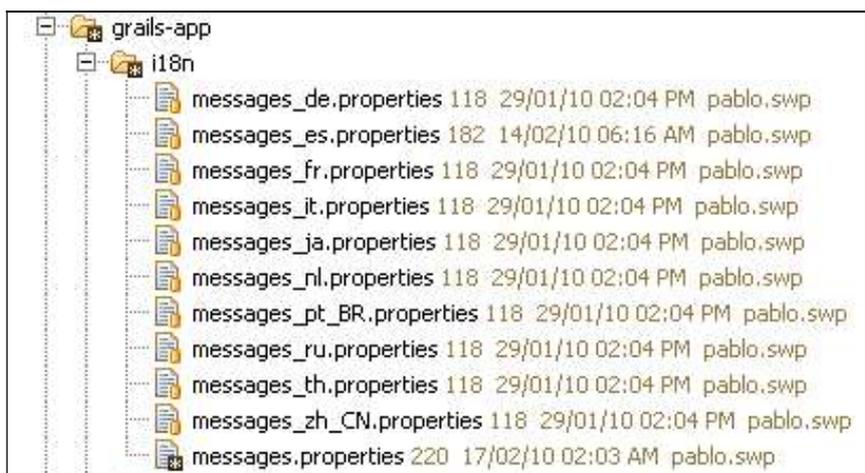


Fig. f61: archivos de configuración de i18n en Grails

### 6.3 Persistencia de información clínica

Dado que el modelo de información propuesto por OpenEHR (OpenEHR RM) es complejo, en cuanto a la cantidad de conceptos que se modelan y a las relaciones entre estos, a priori se pensó que tanto la persistencia como la consulta de información en la base de datos clínicos iban a ser poco performantes.

Por otro lado, Grails ofrece un mecanismo de persistencia orientado a objetos de alto nivel, el GORM, donde se definen clases y sus instancias tienen la capacidad de ser persistidas de forma automática. En este proyecto se utilizó el GORM para implementar el OpenEHR RM, tanto los modelos clínicos y demográficos, como los datatypes. Con esto se logra una independencia de implementación y mantenimiento del esquema en la base de datos, ya que el mismo es generado automáticamente por el GORM. Así una modificación en una clase del modelo es actualizado automáticamente en el esquema de base de datos. Grails permite además definir scripts de actualización de información en la base cuando ocurren modificaciones en el esquema, pudiendo hacer actualizaciones conservando la consistencia de los datos y sin mayores problemas. Este es otro aporte a la modificabilidad y mantenibilidad del sistema.

En las pruebas de almacenado y cargado de información que fueron realizadas, la performance fue aceptable. Esto se debe a que si bien para cargar un registro clínico completo se necesitarían unir varias tablas, cargando decenas de registros, la carga es perezosa, o sea que se puede cargar un documento clínico pero hasta no acceder a su información esta no es cargada, como resultado se obtiene una carga optimizada, donde solo se cargan los datos que son utilizados.

Para la implementación del OpenEHR RM se utilizó el esquema por defecto creado por el GORM, por lo que no se especificó ninguna estructura particular de tablas en la base. Por lo tanto, sería interesante realizar pruebas exhaustivas de carga y persistencia de información, probando con distintos esquemas en la base de datos, para detectar si con algún esquema particular la aplicación tiene mejor performance. Estas modificaciones al esquema se pueden realizar mediante el DSL definido por GORM para controlar como se realiza la correspondencia entre el modelo de objetos y el esquema de la base con tablas y columnas.

## 6.4 Implementación de las plantillas

En el capítulo de diseño, la sección “gestor de plantillas” muestra para qué sirven las plantillas, y cómo estas son cargadas y utilizadas por la aplicación, pero no se detalla cómo se representan las plantillas. En esta sección se describe la sintaxis de plantillas creada para satisfacer los requerimientos del registro clínico y los fundamentos de las decisiones tomadas.

### 6.4.1 Sintaxis de plantillas

En las plantillas se incluye información que no se encuentra en los arquetipos y que es necesaria para generar la interfaz de usuario. Esta información es la inclusión de arquetipos, la inclusión de nodos particulares del arquetipo, y la selección de los controles que se mostrarán en los formularios. La inclusión de nodos de los arquetipos permite, que al tener un arquetipo muy complejo, se puedan utilizar distintas partes del mismo arquetipo según el contexto.

Si bien OpenEHR propone una sintaxis para la definición de plantillas, su especificación está actualmente en desarrollo y la sintaxis es compleja. Por lo tanto se propone una sintaxis para especificar plantillas que es más simple y considera las necesidades de este proyecto, aunque la sintaxis propuesta es genérica y aplicable a otras realidades.

La sintaxis propuesta se basa en XML, tiene un cabezal con información de la propia plantilla y un cuerpo donde se define la inclusión de arquetipos. A continuación se describe esta sintaxis en detalle.

#### Cabezal:

El cabezal incluye el identificador de la plantilla y su nombre para facilitar la referencia.

```
<template>
  <id>EVALUACION_PRIMARIA-via_aerea</id>
  <name>Evaluación de vía aérea (a1)</name>

  <!-- CUERPO -->
  ...
  <!-- CUERPO -->

</template>
```

#### Cuerpo:

El cuerpo tiene dos secciones, la primera es la referencia al arquetipo raíz, y la segunda la lista de referencias a los arquetipos incluidos en el raíz. Esta notación alcanza para modelar el árbol de arquetipos a utilizar ya que los arquetipos utilizados en este proyecto tienen como máximo un nivel de anidamiento. Ampliar la sintaxis para soportar niveles no acotados de anidamiento es sencillos, simplemente sería anidar etiquetas de referencias a arquetipos.

```
<root_archetype>
  <!-- referencia al arquetipo raíz -->
</root_archetype>
```

```
<included_archetypes>
  <!-- referencia a los arquetipos incluidos dentro del raíz -->
</included_archetypes>
```

## Referencias a arquetipos:

Las referencias a arquetipos indican el tipo del nodo principal del arquetipo (un arquetipo es un árbol de nodos), el identificador del arquetipo, la ubicación en pantalla de los controles que se generen a partir de este arquetipo y un indicador para decir si se incluyen todos los nodos del arquetipo en la generación de la interfaz de usuario, en caso de que este indicador sea “true” no se deben especificar referencias a los nodos del arquetipo.

```
<archetype type="observation"
  id="openEHR-EHR-OBSERVATION.frecuencia_cardiaca.v1"
  pageZone="left"
  includeAll="true">

  <!-- Referencias a nodos del arquetipo -->

</archetype>
```

## Referencias a nodos del arquetipo:

Las referencias a nodos son las que especifican que nodos del arquetipo estarán representados en la interfaz de usuario. Cada nodo es referenciado mediante su ruta dentro del arquetipo. A su vez se pueden definir transformaciones y sobrescribir los nombres de los controles generados a partir de este nodo.

```
<field path="/data[at0001]/events[at0002]/data[at0003]">

  <!-- transformaciones y sobrescrituras -->

</field>
```

## Transformaciones:

Una transformación permite indicar que el valor ingresado por el usuario para el campo referenciado mediante la ruta, se le debe aplicar una transformación para ser almacenado en la base de datos. En este ejemplo, el valor ingresado por el usuario será dividido entre 60 para ser ingresado en la base de datos. Esta característica es útil para realizar transformaciones entre distintas unidades de medida.

```
<transform
  path="/data[at0001]/events[at0002]/data[at0003]/
  item[at0004]/value/magnitude"
  operation="/"
  operand="60" />
```

## Sobrescrituras:

Este elemento sirve para sobrescribir la etiqueta de un campo del arquetipo referenciado por su ruta dentro del arquetipo. En este ejemplo, la ruta referencia a un nodo cuyo campo “units” está

en Hz y se desea expresar el mismo en ciclos por minuto (CPM), donde 1 CPM equivale a 1/60 Hz (ver ejemplo previo de “transformaciones”).

```
<overwrite
  path="/data[at0001]/events[at0002]/data[at0003]/
    item[at0004]/value/units"
  with="CPM" />
```

## 6.4.2 Identificación, ubicación e inclusión de las plantillas

En esta sección se especifican las convenciones usadas en cuanto a la identificación de las plantillas, a su nombrado, a su ubicación dentro de la aplicación y a cómo son incluidas y usadas dentro de la misma.

### Identificación de las plantillas

El identificador de las plantillas está formado por el nombre de la etapa asistencial y el nombre del registro que modela la plantilla. La aplicación cuenta con las siguientes plantillas, las cuales hacen referencia a la información que se obtuvo en el relevamiento del dominio:

- ADMISION-contexto\_del\_evento
- ADMISION-prehospitalario
- INGRESO-triage
- ANAMNESIS-resumen\_clinico
- EVALUACION-PRIMARIA-via\_aerea
- EVALUACION-PRIMARIA-columna\_vertebral
- EVALUACION-PRIMARIA-ventilacion
- EVALUACION-PRIMARIA-estado\_circulatorio
- EVALUACION-PRIMARIA-disfuncion\_neurologica
- PARACLINICA-pedido\_imagenes
- PARACLINICA-pedido\_laboratorio
- EVALUACION-SECUNDARIA-exposicion\_corporal\_total
- DIAGNOSTICO-diagnostics
- COMUNES-movimiento\_paciente

### Ubicación de las plantillas

La convención utilizada ubicar las plantillas dentro de la aplicación es que todas sean guardadas en el directorio “/templates/hce/trauma” de la misma. De esta forma, el gestor de plantillas puede buscarlas y cargarlas desde ahí cuando estas sean solicitadas por la aplicación. El nombre de los archivos de plantillas es “\_identificador\_plantilla\_.xml”, donde “\_identificador\_plantilla\_” es el identificador de la plantilla en cuestión.

### Inclusión de las plantillas en la aplicación

La inclusión de plantillas en la aplicación se realiza mediante configuración en el archivo de configuración de la aplicación (“/grails-app/conf/Config.groovy”). En este archivo se define una estructura que a cada etapa le hace corresponder un conjunto de registros o subetapas, donde el

nombre de la etapa y el nombre del registro forman el nombre de la plantilla correspondiente. A continuación se muestra un ejemplo de configuración:

```
hce {
  emergencia {
    sections {
      trauma {
        INGRESO      = ['triage']
        ADMISION     = ['prehospitalario', 'contexto_del_evento']
        ANAMNESIS    = ['resumen_clinico']
        EVALUACION_PRIMARIA =
          ['via_aerea',
           'columna_vertebral',
           'ventilacion',
           'estado_circulatorio',
           'disfuncion_neurologica']
        PARACLINICA = ['pedido_imagenes', 'pedido_laboratorio']
        EVALUACION_SECUNDARIA =
          ['exposicion_corporal_total']
        DIAGNOSTICO = ['diagnosticos']
        COMUNES     = ['movimiento_paciente']
      }
      emergencia_general {
        // etapas de otro proceso asistencial
      }
      internacion_cti {
        // etapas de otro proceso asistencial
      }
      ambulatorio {
        // etapas de otro proceso asistencial
      }
    }
  }
}
```

En este caso, los nombres de las etapas del proceso asistencial son:

- INGRESO
- ADMISION
- ANAMNESIS
- EVALUACION\_PRIMARIA
- PARACLINICA
- EVALUACION\_SECUNDARIA
- DIAGNOSTICO
- COMUNES

Esta estructura sirve para integrar las plantillas al sistema de registro clínico, ya que a partir de los nombres de etapas se forma el menú principal de la interfaz de usuario. Si la etapa seleccionada tiene más de un registro o subetapa, en la interfaz de usuario es verá un “menú de registro” que permite navegar entre los distintos registros de la etapa actual (ver fig. f63).

De esta forma se integran las plantillas a la aplicación y mediante la selección de los registros desde el “menú de registro”, se generan dinámicamente los formularios de ingreso de información clínica.

## 6.5 Interfaz de usuario

En esta sección se comentarán los detalles de la interfaz de usuario implementada, haciendo énfasis en las pantallas del registro clínico, por tener mayor complejidad. La interfaz de usuario lograda es simple e intuitiva. Como se puede apreciar en la fig. f62, el registro clínico está compuesto de las siguientes partes:

- Barra de usuario
- Resumen del episodio
- Identificación del paciente
- Menú principal (que sigue etapas del proceso asistencial)
- Registro clínico

TRAUMAGEN | Bienvenida: Marta Stewart 2010-04-22 06:03:54 EN ES salir

### Resumen de episodio

comienzo: 2010-04-22 17:16:00 observaciones: asdfasdfadfsfa  
fin:

Evaluación de triage:

- estable
- estable con lesiones a tratar
- inestable, grave
- moribundo, agónico
- muerto

Justificación de evaluación:

Guardar

### Paciente

Paciente no identificado:  
[identificar paciente](#)

- Lista de episodios
- Episodio actual
- Registro clínico
- Estudios img. (-)
- Triage**
- Prehospitalario
- Resumen clínico
- Evaluación primaria
- Indicación de paraclínica
- Evaluación secundaria
- Diagnósticos
- Mover paciente

Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Fig. f62: interfaz de usuario del registro clínico de triage.

### Barra de usuario:

Esta barra se sitúa en la parte superior de la pantalla, la misma contiene el nombre del usuario que ingresó al sistema, la fecha actual, la selección de idiomas y la acción para salir del sistema. Toda acción que tenga un alcance global dentro de la aplicación (por ejemplo ver indicadores asistenciales), será accesible desde esta barra.

### Resumen del episodio:

En este panel se muestra la información básica del episodio de trauma, con la fecha y hora de inicio, las observaciones al ingreso, la clasificación de triage con su código de color (ver fig. f63)

y la fecha de finalización de la atención (cierre del registro). Toda la información general del episodio, que sea interés para el médico tratante, será parte de este panel.



Fig. f63: interfaz de usuario, registro clínico de evaluación inicial.

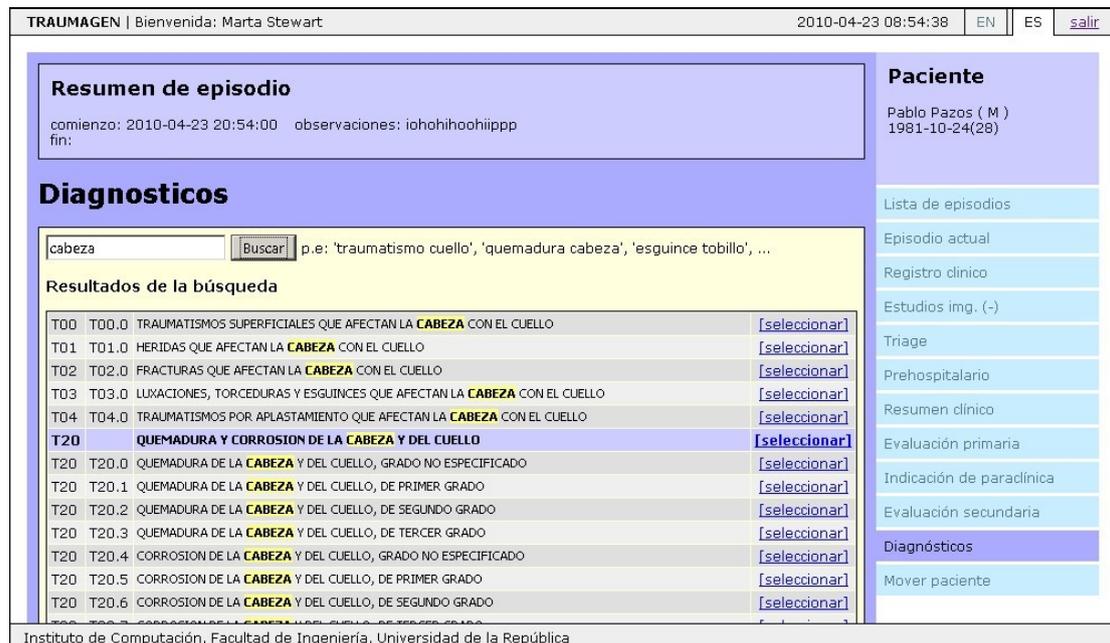


Fig. f64: interfaz de usuario, registro clínico de diagnósticos.

## Identificación del paciente

En el panel ubicado en la parte superior derecha de la pantalla, se encuentra la información de identificación del paciente asociado al episodio actual. Este panel está visible durante todo el registro clínico para que no haya confusión entre pacientes (ver fig. f64). Cuando el paciente no ha sido identificado aún, en el panel se muestra un vínculo para acceder a la sección de identificación del paciente.

## Menú principal

Este panel está situado a la derecha de la pantalla, debajo del panel con información del paciente. El menú cuenta con un conjunto de botones fijos y otros botones dinámicos (ver fig. f64) para acceder y navegar el registro clínico. Los botones fijos son los siguientes:

- **Lista de episodios:** vuelve al listado de los episodios de trauma.
- **Episodio actual:** vuelve a la pantalla principal de datos del episodio.
- **Registro clínico:** muestra la pantalla de acceso a los registros del episodio.
- **Estudios imagenológicos:** muestra la cantidad de estudios imagenológicos encontrados para un paciente, esta cantidad se actualiza automáticamente usando AJAX. Se usa para mostrar el listado de estudios encontrados para el paciente.

Los botones dinámicos dependen de la configuración de plantillas mencionada anteriormente en este documento. El menú de la HCET incluirá un botón por cada etapa del proceso asistencial de trauma.

## Registro clínico

Este panel está formado por el “menú de registro” y el “contenido del registro”. El menú de registro sirve para navegar por los múltiples registros de una etapa asistencial, y será visible solo si la etapa seleccionada tiene más de un registro. Por ejemplo, en la etapa del ingreso (ver fig. f62) se tiene un solo el registro del triage, mientras que en la etapa de evaluación primaria se tienen cinco registros (ver fig. f63). El contenido del registro muestra el formulario de ingreso de datos, si es que no hay datos ingresados para dicho registro, o los datos que ya fueron ingresados para el registro seleccionado en el “menú de registro”.

### 6.5.1 Comentarios sobre la generación de la interfaz de usuario

Como se comentó en el cap. 5: diseño de la interfaz de usuario, cada nodo de un arquetipo tiene un conjunto de controles que representan sus campos en la interfaz de usuario web. En el caso de la fig. f62, el formulario de triage está formado por la “clasificación del triage”, especificada como un nodo de tipo DvCodedText y mostrado como un grupo de radio buttons, y un nodo de tipo DvText para el registro en texto narrativo de la justificación de la evaluación, representado como un textarea. En este formulario se destaca la utilización de códigos de colores estándar para la evaluación del triage, especificados mediante CSS no invasivo (no incrustado dentro del HTML), ya que la interfaz es creada dinámicamente. En el caso de la fig. f63 de evaluación de vía aérea, el formulario está formado por nodos de distintos tipos como DvBoolean (Si/No), DvCodedText (para el “tipo de trauma” y la “causa de obstrucción”), y DvText para registrar textos narrativos. También se puede apreciar la organización de los elementos simples (cuadros en amarillo), en otros elementos más complejos (cuadros en azul), los cuales sirven para agrupar preguntas simples que tienen alguna relación entre ellas. Los cuadros amarillos que expresan preguntas simples son las representaciones gráficas de los nodos de tipo ELEMENT referenciados desde los arquetipos, mientras que los cuadros azules de agrupación de ELEMENTs son representaciones gráficas de los nodos de tipo CLUSTER referenciados desde los arquetipos. Tanto ELEMENT como CLUSTER son objetos del modelo de referencia de OpenEHR. También se aprecian títulos en color gris, los cuales denotan evaluaciones y acciones, dos de los cuatro tipos posibles de entradas en la Historia Clínica Electrónica. Los tipos posibles de entradas según el modelo de referencia de OpenEHR son: OBSERVATION (para registrar

observaciones clínicas), EVALUATION (para registrar evaluaciones clínicas), INSTRUCTION (para registrar indicaciones hechas por el médico hacia el paciente o hacia otros miembros del equipo de salud, como la extracción de sangre o la indicación de un medicamento), ACTION (para registrar las acciones y actividades hechas o por hacerse sobre el paciente, cómo procedimientos o estudios diagnósticos). Estos tipos de entradas se corresponden al modelo de resolución de problemas clínicos sobre el que se basa OpenEHR (ver anexo 1).

## 6.6 Registro narrativo, control terminológico y codificación

El registro médico, con más de 2500 años de antigüedad desde la época de Hipócrates hasta hoy en día, ha sido un registro de tipo narrativo ordenado cronológicamente. En este registro, las observaciones, hallazgos y evoluciones clínicas, son registrados como texto narrativo en lenguaje natural. Este modelo de registro abierto tiene muchas ventajas gracias a que el lenguaje natural tiene características como ser:

- Permite una gran expresividad y flexibilidad
- No requiere entrenamiento previo.
- Nuevos conceptos son fáciles de expresar.

Pero esa gran expresividad impide o dificulta el procesamiento automático de la información registrada, estos problemas se deben a otras características del lenguaje natural, como ser:

- Ambigüedad: sinonimia y polisemia.
- Altamente dependiente del contexto.
- No está estandarizado: existen jergas y acrónimos.

Según [55], el registro narrativo en lenguaje natural *“proporciona muchos mecanismos que aumentan o enriquecer los hechos simples, por ejemplo, para calificar su gravedad o grado, transmitir las relaciones temporales, indicar las pautas de la causalidad, proveer una fundamentación, proponer hipótesis y sugerir alternativas”*. Por otra parte, el registro cerrado, es decir el ingreso de la información de forma totalmente estructurada, carece de la flexibilidad en el registro del lenguaje natural pero permite el proceso automático de la información, lo cual aumenta la capacidad de reutilización de la misma [56].

El ingreso estructurado simplifica la codificación de la información, incluso permite tener mucha codificada previamente al ingreso, por ejemplo creando listas de valores para que el usuario seleccione. Con la estructuración básica dividiendo el ingreso en zonas bien definidas como “anamnesis”, “signos vitales” o “diagnóstico”, aún si se registra en texto libre en cada una de ellas, el saber en que zona se registra cada texto libre, es una información muy útil para simplificar el procesamiento automático y la codificación de la información, por que de alguna forma estas zonas sirven para precatalogar la información ingresada. Los datos registrados en texto libre también pueden contener información útil que puede ser extraída, codificada y reutilizada (por ejemplo valores numéricos como la presión arterial). La codificación es necesaria para poder reutilizar la información ingresada y permitir su procesamiento automático a posteriori, por ejemplo puede servir para [57]:

- el soporte a la toma de decisiones clínicas (recordatorios, alertas)
- para la gestión y el control del gasto (análisis de datos, cálculo de indicadores de gasto, creación de informes)

- para la educación e investigación (acceso a fuentes de conocimiento externas como material bibliográfico y trabajos científicos relacionados con determinada patología, fuente de información para realizar estudios estadísticos, cálculo de indicadores asistenciales)
- epidemiología y medicina preventiva (control de la salud poblacional mediante el cálculo de indicadores).

La codificación mediante diccionarios comunes también simplifica la interoperabilidad, ya que al enviar o recibir documentos clínicos electrónicos entre sistemas informáticos, se puede hacer uso de la información codificada muy fácilmente. Por todo lo expuesto hasta el momento, la codificación es un tema clave y agrega un gran valor a la información clínica registrada electrónicamente.

Según [58] *“A pesar de que está demostrado que las Historias clínicas electrónicas mejoran la calidad de atención y los procesos de gestión en salud, resulta difícil su introducción en el ambiente médico, tal vez, porque extraer información proveniente de los profesionales presenta a menudo más de un obstáculo.”*. Y muchas veces es difícil lograr el equilibrio para poder realizar la extracción de la información, ya que es necesario proveer mecanismos de registro que no impongan barreras para los médicos, y a la vez es necesario garantizar la reutilización de la información, restringiendo las posibilidades de registro del texto libre mediante el control terminológico, para permitir disminuir la complejidad y variabilidad de los textos a registrar para poder codificarlos, ayudando así a resolver los problemas de computabilidad de la información expresada en lenguaje natural. Por lo tanto, el modelo de registro debe adaptarse caso a caso y debe estar de consensuado con los usuarios del sistema, de lo contrario el sistema no será utilizado por la mayoría de los médicos.

### **6.6.1 Control terminológico y codificación**

El control terminológico implica la restricción del lenguaje natural, tal que el resultado sea no ambiguo, para permitir su correcta codificación para el procesamiento automático de la información a posteriori. Las desventajas del control terminológico son que se obtiene un vocabulario más rígido, que requiere entrenamiento para su uso, y donde los nuevos conceptos necesitan un pre-procesamiento antes de poder ser utilizados. Cómo ya se señaló previamente, es necesario buscar un equilibrio entre la libertad de registro y la capacidad de reutilizar la información ingresada. Existen varias opciones para lograr la codificación de la información ingresada como texto narrativo. El más simple es el ingreso de la información totalmente estructurada donde la información ya se encuentra codificada al ser presentado el formulario al usuario que realizará el registro, este registro sería de múltiple opción, donde tanto las preguntas como las respuestas posibles están dadas por el sistema y el usuario no debe ingresar información, si no que selecciona opciones, lo cual no siempre es posible de implementar. Otra opción es que los usuarios utilicen directamente los vocabularios controlados para realizar el ingreso de la información, este tipo de codificación es en general asistido por el sistema ya que es probable que el usuario no recuerde exactamente todos los posibles términos del vocabulario controlado. Otra opción es que la codificación se haga de forma secundaria, o sea que quien codifica la información sea un usuario distinto a quien la ingresa, y quien la ingresa puede utilizar texto libre. Por último, la opción más compleja desde el punto de vista técnico es la implementación de Servicios Terminológicos, los cuales son capaces de tomar un texto libre, procesarlo utilizando técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) resolviendo temas de ambigüedad (sinonimia y polisemia), devolviendo al usuario el término controlado, o una lista de alternativas, que se corresponda a su ingreso de texto libre, estos términos estarán debidamente codificados [59].

## 6.6.2 Decisiones tomadas para este proyecto

El tipo de registro que más se adapta a las necesidades relevadas en el Dpto. de Emergencia del Hospital Maciel es el registro semiabierto, ya que ofrece el equilibrio entre la libertad del médico de registrar de forma narrativa en lenguaje natural y permite la reutilización automática de información útil mediante la codificación de los datos. Esto posibilita denotar situaciones no contempladas en el registro estructurado y dar información sobre el contexto del estado del paciente y la atención brindada, registrando datos evaluatorios como ser severidad, temporalidad y condicionalidad [55], lo cual es útil para dejar constancia fiel del evento traumático y la atención médica, complementando a la información estructurada. Un supuesto que podemos formular es que, debido a los argumentos expuestos hasta el momento, este esquema de registro se pueda adaptar bien a las realidades de otras instituciones que atienden pacientes traumatizados. Los conceptos útiles para calcular indicadores, como lo son el Motivo de Consulta y el Diagnóstico, son ingresos codificados. Los Motivos de Consulta se codifican mediante una tabla maestra creada a partir de la información relevada en el proceso asistencial del paciente traumatizado en el Hospital Maciel. Los Diagnósticos están codificados según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10) de la OMS, utilizando solamente los capítulos correspondientes a “Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa”, agrupados por los capítulos S y T de la CIE 10, sumando un total de 1457 términos codificados. Los 21 capítulos de la CIE 10 contienen unos 14000 términos en total. La codificación de estos conceptos se genera la fuente de información básica para calcular numerosos indicadores asistenciales y de control del gasto, lo cual es muy importante tanto para la epidemiología como para la gestión de las instituciones que prestan servicios asistenciales.

Para los diagnósticos, CIE 10 es utilizado como vocabulario controlado. La ventaja de este enfoque es que se tienen los diagnósticos más comunes para pacientes traumatizados con su respectiva codificación, además de que CIE 10 es un estándar internacional y este es un enfoque más simple de implementar que el de los Servicios Terminológicos. La desventaja es que CIE 10 es muy rígido, sus descripciones de las enfermedades desechan mucha información de contexto que puede ser útil y las mismas están expresadas en términos un poco alejados del lenguaje médico. Esto podría solucionarse fácilmente agregando información de sinónimos a las actuales descripciones de enfermedades, haciendo posible la búsqueda mediante términos más frecuentemente manejados por los médicos. Lamentablemente la versión con sinónimos del CIE 10 no es de acceso público. Por otro lado, el registro de diagnósticos implementado cuenta con un cuadro para ingreso de información en formato de texto libre, lo que permite dar mayor flexibilidad al ingreso de diagnósticos mediante CIE 10, dando información de contexto útil para su interpretación por otros profesionales del equipo de salud. Otros conceptos son codificados mediante tablas maestras o directamente dentro de los arquetipos OpenEHR que modelan estos conceptos. El criterio que definido para realizar la codificación dentro de un arquetipo es que los códigos que se manejan no sean numerosos (unos 14000 códigos como lo son los CIE 10 sería inapropiado definirlos dentro de un arquetipo), y por otro lado son códigos que están ligados al concepto que define el arquetipo y no son útiles para el uso externo al arquetipo (los códigos CIE 10 tienen significado por fuera del arquetipo que define al concepto Diagnóstico, ya que pueden utilizarse entre otras tareas para crear o interpretar mensajes con información clínica codificada que se comuniquen hacia o desde otros sistemas clínicos).

## 6.6.3 Ingreso asistido de diagnósticos

Debido a la complejidad de la funcionalidad necesaria para soportar las búsquedas de términos diagnósticos, para asistir al médico en el registro de los diagnósticos codificados, la pantalla de

diagnósticos es la única pantalla de ingreso de información clínica que no es generada automáticamente a partir de arquetipos y plantillas. Aún así esta información está arquetipada y es registrada, como toda la información clínica del sistema, según el modelo de referencia OpenEHR. A continuación se muestran algunos ejemplos de esta interfaz de usuario y se describe brevemente el mecanismo de búsqueda. Existe un patrón en las descripciones de los términos CIE 10 y es que están formados por un problema de salud y una localización en el cuerpo del paciente, por lo que realizar las búsquedas es bastante sencillo al ingresar dos palabras como “fractura pierna”, “esguince cuello”, “quemadura cabeza”, etc. En las figs. f65, f66 y f67 se muestran las búsquedas de los términos mencionados, obteniendo una lista de candidatos, con el código de la clasificación al que pertenece, el código CIE 10 del término individual y la descripción del término. Un detalle, que hace más amigable esta interfaz, es el resaltado del texto ingresado en los términos candidatos obtenidos como resultado de la búsqueda.

The screenshot shows a search interface titled "Diagnosticos". At the top, there is a search input field containing "fractura pierna" and a "Buscar" button. Below the input field, the text "Resultados de la búsqueda" is displayed. A table lists the search results with columns for CIE 10 codes and descriptions. The results are:

S82		<b>FRACTURA DE LA PIERNA, INCLUSIVE EL TOBILLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82	S82.7	<b>FRACTURAS MULTIPLES DE LA PIERNA</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82	S82.8	<b>FRACTURA DE OTRAS PARTES DE LA PIERNA</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S82	S82.9	<b>FRACTURA DE LA PIERNA, PARTE NO ESPECIFICADA</b>	<a href="#">seleccionar</a>

Fig. f65: búsqueda del diagnóstico “fractura pierna”

The screenshot shows a search interface titled "Diagnosticos". At the top, there is a search input field containing "esguince cuello" and a "Buscar" button. Below the input field, the text "Resultados de la búsqueda" is displayed. A table lists the search results with columns for CIE 10 codes and descriptions. The results are:

T03	T03.0	<b>LUXACIONES, TORCEDURAS Y ESGUINCES QUE AFECTAN LA CABEZA CON EL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S13		<b>LUXACION, ESGUINCE Y TORCEDURA DE ARTICULACIONES Y LIGAMENTOS DEL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
S13	S13.6	<b>ESGUINCES Y TORCEDURAS DE ARTICULACIONES Y LIGAMENTOS DE OTROS SITIOS ESPECIFICADOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS DEL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>

Fig. f66: búsqueda del diagnóstico “esguince cuello”

The screenshot shows a search interface titled "Diagnosticos". At the top, there is a search input field containing "quemadura cabeza" and a "Buscar" button. Below the input field, the text "Resultados de la búsqueda" is displayed. A table lists the search results with columns for CIE 10 codes and descriptions. The results are:

T20		<b>QUEMADURA Y CORROSION DE LA CABEZA Y DEL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20	T20.0	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, GRADO NO ESPECIFICADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20	T20.1	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE PRIMER GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20	T20.2	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE SEGUNDO GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T20	T20.3	<b>QUEMADURA DE LA CABEZA Y DEL CUELLO, DE TERCER GRADO</b>	<a href="#">seleccionar</a>
T95	T95.0	<b>SECUELAS DE QUEMADURA, CORROSION Y CONGELAMIENTO DE LA CABEZA Y DEL CUELLO</b>	<a href="#">seleccionar</a>

Fig. f67: búsqueda del diagnóstico “quemadura cabeza”

Una vez obtenidos los términos candidatos, el médico deberá seleccionar el o los términos que más se ajusten a sus diagnósticos. En la fig. f68 se muestran los términos seleccionados para los diagnósticos, y un campo de texto libre para considerar información de contexto que es imposible de representar con códigos CIE 10.

Diagnósticos seleccionados
<input checked="" type="checkbox"/> (S13.6) <b>ESGUINCES</b> Y TORCEDURAS DE ARTICULACIONES Y LIGAMENTOS DE OTROS SITIOS ESPECIFICADOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS DEL <b>CUELLO</b> <input checked="" type="checkbox"/> (S82.8) <b>FRACTURA</b> DE OTRAS PARTES DE LA <b>PIERNA</b> <input checked="" type="checkbox"/> (T20.3) <b>QUEMADURA</b> DE LA <b>CABEZA</b> Y DEL CUELLO, DE TERCER GRADO
Observaciones específicas

Fig. f68: diagnósticos seleccionados desde los resultados de búsquedas

## 6.6.4 Tablas maestras

Previamente se mencionaron algunas tablas maestras, el rol que estas cumplen es almacenamiento de diccionarios comunes de términos y códigos que puedan utilizarse para codificar correctamente el registro médico. A continuación se describen las tablas maestras que son parte de la implementación de las HCET.

### 6.6.4.1 *Tabla de departamentos de Uruguay*

Sirve para llenar el listado de departamentos del interior para el campo que registra de donde proviene el paciente, para el caso de que el paciente provenga de una institución del interior del país. También sirve para registrar el lugar del evento, seleccionando un departamento (en este caso incluye a Montevideo). Esta tabla tiene una doble codificación, por un lado tiene la letra del departamento, la cual aparece en las placas vehiculares. La segunda codificación es la que asigna el estándar ISO 3166-2:UY, formado por el código de 2 letras del país (UY) y otras 2 letras que codifican cada departamento.

### 6.6.4.2 *Tabla de empresas de emergencia móvil*

Sirve para llenar el listado de las empresas que pudieron trasladar al paciente hasta la emergencia del Hospital Maciel. Serán los valores posibles para el campo “trasladado por” del prehospitalario, cuando se seleccione “Emergencia móvil”.

### 6.6.4.3 *Tabla de diagnósticos CIE10*

Esta tabla contendrá los diagnósticos comunes codificados en CIE10. Sirve para llenar el listado de diagnósticos comunes al final de la evaluación. Se utiliza el capítulo de “traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa”.

#### **6.6.4.4**      *Tabla de motivos de consulta*

Esta tabla se utiliza para clasificar grandes motivos de consulta, de los pacientes traumatizados, con fines estadísticos. La clasificación se realiza en el registro del resumen clínico, al inicio de la atención.

- Traumatizado por colisión vehicular
- Peatón embestido
- Precipitado
- Caída desde su altura
- Injurio por quemadura
- Injurio por frío
- Herida(s) por proyectil(es) de arma de fuego
- Herida(s) punzocortante(s)

#### **6.6.4.5**      *Tabla de modalidades para exámenes imagenológicos*

Esta tabla contiene los nombres de los exámenes imagenológicos más comunes en la atención de trauma, se utiliza para llenar el listado de la pantalla para ordenar exámenes.

#### **6.6.4.6**      *Tabla de exámenes de laboratorio*

Esta tabla contiene los nombres de los exámenes de laboratorio más comunes en la atención de trauma, se utiliza para llenar el listado de la pantalla para ordenar exámenes.

### **6.7**      *Utilización de herramientas existentes*

La aplicación de los estándares utilizados en este proyecto habría sido mucho más difícil si no se hubieran utilizado herramientas existentes. Sobre todo considerando el poco tiempo y recursos humanos disponibles para desarrollar este proyecto. Las herramientas utilizadas van desde aplicaciones de usuario final, hasta librerías para desarrolladores. A continuación se listan las herramientas más importantes que fueron utilizadas en este proyecto.

#### **6.7.1**      *Integración de estudios imagenológicos*

Para entender cómo desarrollar y probar el componente de acceso a estudios imagenológicos (AEI), se probaron y utilizaron varias herramientas. Por un lado, las aplicaciones que se utilizaron fueron:

##### **ClearCanvas Server**

Servidor de imágenes DICOM implementado en .Net. Se utilizó como PACS para realizar pruebas de forma local del componente AEI. Cuenta con una interfaz web para administrar fácilmente el servidor y poder visualizar los estudios en su repositorio. Permite que cualquier cliente DICOM pueda buscar y obtener información sobre los estudios de un paciente [60].

### **ClearCanvas Workstation**

Visualizador de imágenes DICOM implementado en .Net, con capacidad de conexión con servidores de imágenes (PACS) DICOM para búsqueda, petición y envío de estudios. Se destaca por su interfaz de usuario simple e intuitiva. Se utilizó para acceder a estudios de prueba residentes en el servidor ClearCanvas [61].

### **ImageJ**

Visualizador y procesador de imágenes DICOM implementado en Java. Entre sus funcionalidades cuenta con la visualización de estudios en 3D. Fue probado para la visualización de estudios radiológicos. Existen proyectos que integraron este visualizador para poder ver y manejar imágenes DICOM desde sistemas web, como un applet Java [62].

Se utilizó la librería DCM4CHE, implementada en Java, la cual permite buscar estudios imagenológicos mediante comandos de consola. DCM4CHE implementa el protocolo DICOM para realizar estas consultas y pedidos de información. En particular se utilizó el comando “dcmqr” que implementa la transacción “Query/Retrieve” de DICOM. Utilizando solo este comando se pudo implementar toda la funcionalidad del componente AEI. Se utilizó el código fuente del comando “dcmqr” de la librería DCM4CHE, sobre el cual se implementó un adaptador para permitir invocar al comando desde la aplicación, en lugar de desde consola. Este adaptador fue exportado en forma de JAR e incluido como librería de la aplicación principal de la HCET. Desde la aplicación, un servicio (AeiService) accede a las funcionalidades que le brinda el adaptador. De esta forma, la aplicación se abstrae de toda la lógica tanto del protocolo DICOM, del manejo de datos DICOM, como de la comunicación TCP/IP que se da en el pedido de información al servidor de imágenes o PACS.

## **6.7.2 Modelado del conocimiento médico**

Los conceptos clínicos dentro de la aplicación se modelan utilizando arquetipos. Los arquetipos son básicamente restricciones sobre un modelo de referencia. Los mismos son especificados mediante archivos de texto en formato ADL (Archetype Definition Language). Existen varias herramientas que son útiles a la hora de crear y modificar arquetipos, a continuación se listan las que se probaron y utilizaron en el proyecto:

### **Ocean Archetype Editor**

Editor de arquetipos OpenEHR implementado en .Net. Es el editor seleccionado para crear los arquetipos necesarios para este proyecto. [19]

### **LiU Archetype Editor**

Editor de arquetipos OpenEHR implementado en Java. Se evaluó como posible editor de arquetipos para utilizar en el proyecto [63].

### **LinkEHR-Ed**

Editor de arquetipos multimodelo. Soporta la definición de arquetipos para OpenEHR, HL7 CDA, CEN/ISO 13606, ASTM CCR. Se evaluó como posible editor de arquetipos para el proyecto [64].

### **OpenEHR Java Reference Implementation**

Se utilizaron partes de la implementación de referencia de OpenEHR en Java. El componente ADLParser fue utilizado para poder cargar los arquetipos, expresados en ADL, desde la base de

conocimiento a la aplicación. También se utilizó la implementación del Archetype Object Model (AOM), ya que es el modelo en el cual el ADLParser carga los arquetipos, creando instancias en memoria [15].

## 6.8 Servicios utilitarios

Los servicios descritos en esta sección fueron implementados para soportar funcionalidades básicas sobre la historia clínica, como cambios y consultas del estado del registro, y otras consultas necesarias. En la fig. f69 se muestra un diagrama UML con estos servicios.

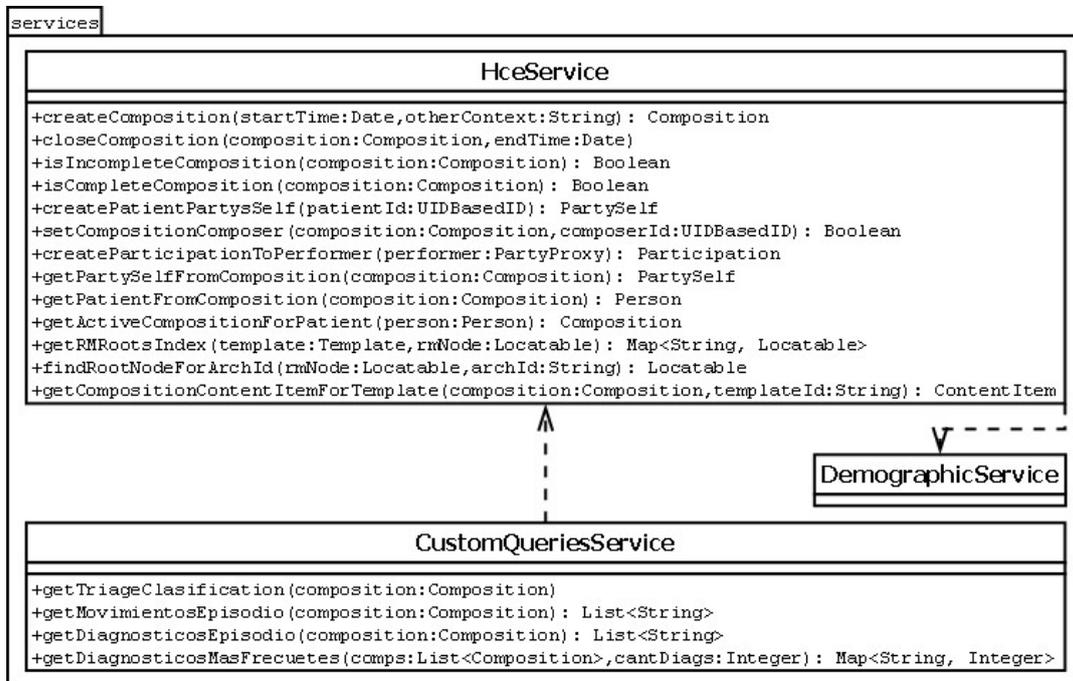


Fig. f69: diagrama UML con los servicios utilitarios

La clase **HceService** ofrece las funcionalidades genéricas para cualquier historia clínica electrónica, donde se implementan los siguientes métodos:

- **createComposition**: crea un nuevo registro clínico con la fecha de comienzo y un resumen al ingreso del paciente.
- **closeComposition**: cierra el registro con la fecha de finalización.
- **isIncompleteComposition**: retorna true si el registro está abierto.
- **isCompleteComposition**: retorna true si el registro está cerrado.
- **createPatientPartySelf**: crea una instancia de PartySelf a partir del identificador del paciente, esa instancia es la que representa al paciente en el registro clínico sin hacer referencia a sus datos demográficos.
- **createParticipationToPerformer**: crea Participation para el PartyProxy dado.
- **getPartySelfFromComposition**: obtiene el proxy del paciente, de un registro dado. Es auxiliar para setPatientFromComposition.
- **setPatientFromComposition**: obtiene el paciente del registro clínico.
- **getActiveCompositionForPatient**: el paciente puede tener varios registros clínicos, pero uno solo activo, este método sirve para obtener el registro activo del paciente dado.
- **getRMRootsIndex**: se utiliza para obtener una estructura auxiliar para generar las vistas de la información ya registrada. La estructura es un mapa que contiene los identificadores de los arquetipos referenciados desde el template dado, y las raíces de las estructuras del RM que son referenciadas mediante ArchetypeSlots dentro del arquetipo principal.

- **findRootNodeForArchId:** auxiliar para getRMRootsIndex, obtiene un nodo raíz dentro de la estructura dada, para el arquetipo dado.
- **getCompositionContentItemForTemplate:** obtiene una entrada del registro clínico y el template dados.

La clase **CustomQueriesService** ofrece funcionalidades específicas para la HCE de Trauma y otras funcionalidades que ofrece el sistema en base a la información clínica, implementa los siguientes métodos:

- **getTriageClasification:** obtiene la clasificación de triage para el registro clínico dado.
- **getMovimientosEpisodio:** retorna la lista de todos los movimientos de un paciente para un episodio de trauma.
- **getDiagnosticosEpisodio:** retorna la lista de diagnósticos del episodio de trauma, codificados con CIE 10.
- **getDiagnosticosMasFrecuentes:** devuelve un mapa de los diagnósticos más frecuentes y la cantidad de episodios que tienen estos diagnósticos.
- **getRTSEpisodio:** retorna el valor del RTS para un episodio (objeto Composition).
- **getTiempoPermanenciaEtapaAdmicionEpisodio:** devuelve el tiempo de permanencia (en minutos) de la persona protagonista de un Episodio en la etapa de Admisión. El tiempo de ingreso en la etapa esta dado por el tiempo registrado en la Admisión y la salida por el tiempo que se registra en el triage.
- **getTiempoPermanenciaEtapaEvaluacionEpisodio:** retorna el tiempo de permanencia (en minutos) de la persona protagonista de un Episodio en la etapa de Evaluación. El tiempo de ingreso en la etapa esta dado por el tiempo que se registra en el triage y la salida por el tiempo que se registra en la Evaluación Secundaria.
- **getTiempoPermanenciaEtapaEsperaLuegoDeEvaluacionEpisodio:** retorna el valor del tiempo de permanencia (en minutos) del paciente en la etapa de espera luego de la evaluación. El tiempo de ingreso en la etapa esta dado por el tiempo que se registra en la Evaluación Secundaria y la salida por el tiempo mas temprano de todos los movimientos registrados para el paciente.
- **getExámenesImagenologicosEpisodio:** retorna la lista de todos los exámenes imagenologicos de un episodio, identificados por su archetypeId, path y codeString.
- **getExámenesLaboratorioEpisodio:** retorna la lista de todos los exámenes de laboratorio de un episodio, identificados por su archetypeId, path y codeString.

## 6.8.1 Generación de documentos clínicos CDA

Con el objetivo de poder realizar la integración de la información clínica que está dentro de la HCET con el Repositorio de Documentos Clínicos del Hospital Maciel, se implementó la clase **CdaController**. A partir del identificador del episodio, por medio del método **loadComposition** de la clase **RMLoader**, se carga el objeto **Composition** correspondiente. Luego, se crea el contenido del documento XML por medio de la operación **createCDA** de la clase **ManagerCDA**.

Esta operación obtiene datos demográficos por medio del servicio **DemographicService** y datos clínicos del objeto **Composition** cargado para completar los elementos obligatorios del CDA. En particular el elemento **component**, del estándar CDA da la opción de incluir datos estructurados (Component, Section, Entry, etc.) o datos no estructurados. Para este proyecto se decidió trabajar con la opción no estructurada, de modo de resolver la creación del CDA de manera rápida, dados los tiempos del proyecto. Por tanto en el elemento **component** del XML incluimos el elemento **nonXMLBody**, este tiene el objeto **Composition** convertido a XHTML (para esto se utiliza la operación **convertirObjetoXHTML**). Se eligió esta opción de manera de que fuese fácil integrar el contenido del CDA al sistema de visualización Web de CDA del Hospital Maciel.

Los archivos CDA creados tienen como nombre “CDA-IdEpisodio-VX-AAAAMMDDhhmmss.xml”, donde IdEpisodio es el identificador del episodio en la base de datos, VX es la versión del episodio, con X entero, y AAAAMMDDhhmmss es el momento en el que el documento fue creado. El directorio en donde se almacenaran los archivos CDA se puede configurar en el archivo de configuración de la aplicación.

En la fig. f70 se puede ver el diagrama de clases con los paquetes, clases y métodos involucrados en la creación del CDA para un Episodio.

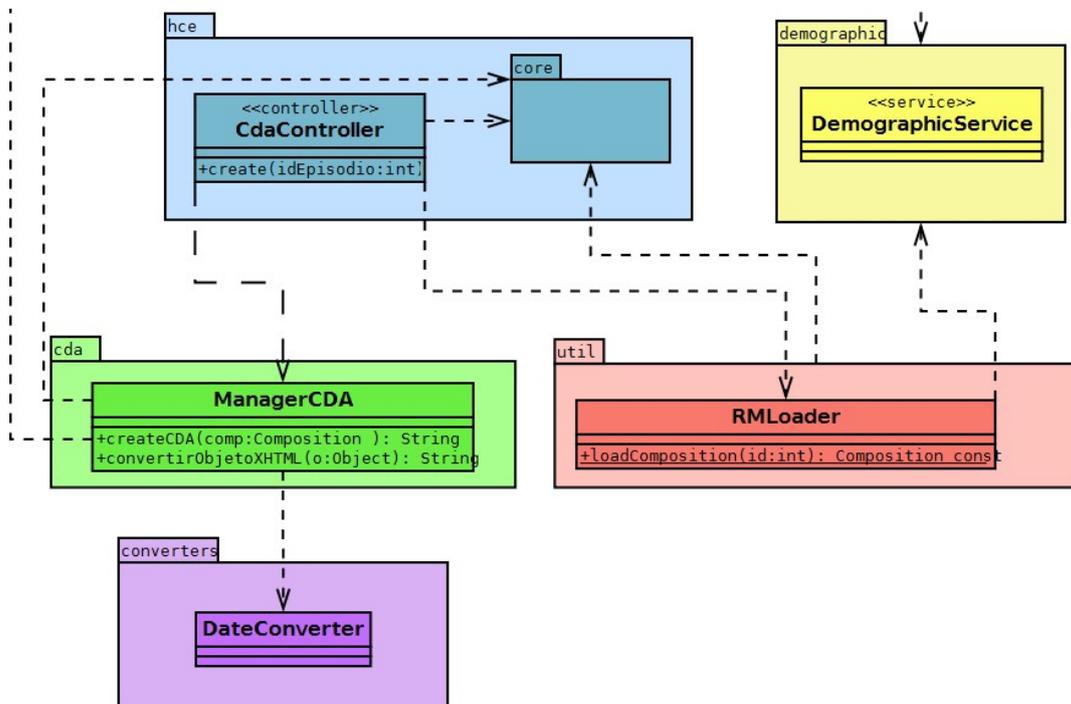


Fig. f70: Diagrama UML de clases involucradas en la creación de CDA

## 6.8.2 Cálculo de indicadores

TRAUMAGEN presenta una cantidad mínima de indicadores de calidad asistencial. Con el objetivo de que en el futuro puedan agregarse mas indicadores con un esfuerzo mínimo, se optó por diseñar e implementar una capa de presentación genérica en lo que refiere a indicadores. Para esto se diseñó un modelo de tabla de resultados genérica, que incluye las clases: **TablaResult**, **Cabecal**, **CabecalFila** y **CabecalColumna** (ver fig. f73). Con esta estructura se definirá cuales serán los cabecales filas y los cabecales columnas que estarán presente en el indicador y para cada uno de estos los diferentes rangos de valores u opciones. A continuación se muestra un ejemplo:

Dado el indicador: “Cantidad de Pacientes por Gravedad (habiendo los siguientes rangos de gravedad según determinado índice de gravedad: 0-1, 1-10 y 11-15) discriminando por sexo y por rango de edades (0-18, 19-45, 46 o más)”. Se tendrían los siguientes cabecales: Gravedad, Sexo y Edad. Si se eligen gravedad y sexo como cabecales de Columna y edad un cabecal de Fila. Con las clases descritas anteriormente, podemos ver en la fig. f71 que objetos se tendrían que crear para representar la tabla de resultados para este indicador.

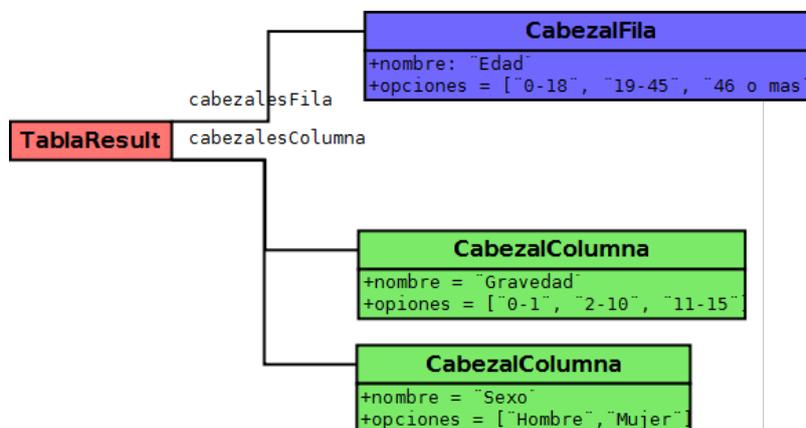


Fig. f71: Diagrama UML de instancias (snapshot)

Los datos del indicador deben almacenarse en una matriz de Strings, respetando el orden para cada fila y columna en la matriz. Esta matriz y la definición de la Tabla de resultados son pasados al generador de la presentación de Indicadores. Para este ejemplo se visualizaría un grafico similar a lo que muestra la fig. f72.

	Sexo	Hombre			Mujer		
	Gravedad	0 a 1	2 a 10	11 a 15	0 a 1	2 a 10	11 a 15
Edad							
0 a 18		3	5	34	6	23	43
19 a 45		4	76	43	56	33	76
46 o más		5	3	23	34	43	6

Fig. f72: Ejemplo de Presentación de Indicador

La clase **IndicadorController** tiene la responsabilidad del cálculo y presentación de indicadores. Para cada uno de esto se define una estructura **TablaResult** y una matriz de datos. La construcción de ambas estructuras dependerá de la semántica del indicador.

El servicio **CustomQueryService** encapsula la lógica de consulta sobre los Episodios. Cada consulta se comunica con el componente del sistema necesario para resolver la misma.

Las clases **TemplateManager**, **ArchetypeManager** y **CtrlTerminologia** son utilizadas por **IndicadoresController** para obtener los términos definidos en los arquetipos involucrados en los indicadores. En la fig. f73 puede observarse un diagrama UML con estas clases, los paquetes y principales operaciones involucradas en el cálculo y presentación de Indicadores.

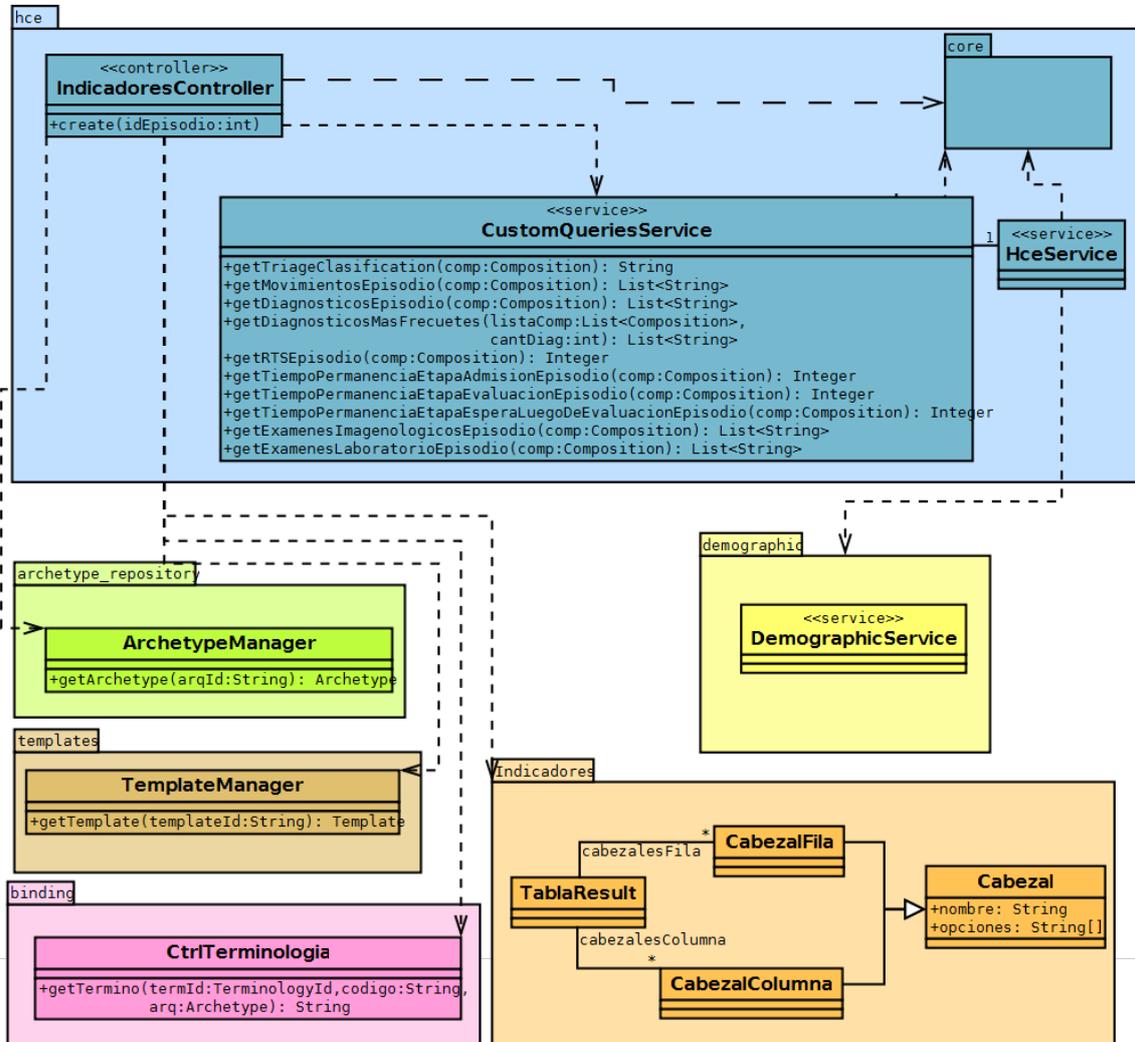


Fig. f73: Diagrama UML de clases usadas para el cálculo y presentación de indicadores

## 6.9 Consideraciones sobre performance

La HCET implementada es una aplicación genérica y dinámica, factores que en general se contraponen al de buena performance. La performance del sistema es uno de los factores que puede influir en la usabilidad del mismo, por lo que merece ser considerado especialmente. En particular los componentes que más problemas de performance tienen son los que funcionan en base a metadatos, como lo son el generador de la interfaz de usuario (GuiGen) y el generador de estructuras del RM (DataBinder). Estos componentes son además el núcleo del marco de trabajo orientado a la gestión del conocimiento. En particular, el componente DataBinder es el que más problemas de performance tiene ya que depende de las plantillas, arquetipos y datos ingresado por el usuario para realizar sus tareas, y además de generar estructuras del RM se encarga de validar los datos ingresados por el usuario en base a las restricciones definidas en los arquetipos.

La primer optimización que se realizó fue la de cachear los metadatos en memoria, para acelerar su uso, ya que los componentes mencionados hacen un uso exhaustivo de las plantillas y los arquetipos. Si bien esto disminuyó el tiempo de carga a menos de la mitad, igualmente las tareas que realizan estos componentes tardan un poco más de lo aceptable para el tiempo de respuesta de un sistema basado en web.

A continuación se plantean algunas alternativas para acelerar los tiempos de procesamiento de estos componentes:

- Refactoring
- Cachear estructuras
- Hilos
- Generación de código

### Refactoring

Analizar el código existente para detectar oportunidades de optimización del mismo. También detectar las tareas que llevan la mayor cantidad del tiempo para ejecutarse (profiling) y modificar el diseño y la lógica de esas tareas.

### Cachear estructuras

En el caso de GuiGen, el HTML generado para una plantilla siempre será el mismo, a no ser que se modifiquen los arquetipos que contiene. Ahora la interfaz de usuario se genera dinámicamente cada vez que el usuario solicita llenar un formulario para registrar información clínica. Si se cacheara el resultado de la generación de cada pantalla que el usuario solicita, se acelerarían enormemente los tiempos de carga, ya que no habría más generación dinámica. Con este enfoque habría que tener la precaución de que cuando una plantilla o un arquetipo son modificados, las pantallas del caché generadas en función de estos elementos serían inválidas y se deberían volver a generar.

Para el caso del DataBinder, se está generando una estructura de datos compleja, a partir de una plantilla, un conjunto de arquetipos y un conjunto de datos. Una parte de la estructura depende de los datos ingresados por el usuario, pero otra parte depende solamente de la plantilla y de los arquetipos. La idea sería tener en caché estructuras genéricas correspondientes a cada plantilla de

registro, y que el DataBinder en lugar de crear las estructuras desde cero, tome estas estructuras parciales y las termine de crear a partir de los datos ingresados por el usuario, así se podría tener del 20% al 40% de las tareas que se realizan en el DataBinder, hechas previamente al momento de ingreso de los datos, acelerando la generación de estructuras del RM.

## **Hilos**

Debido a que tanto la interfaz de usuario como las estructuras del RM son básicamente árboles de nodos, se podrían utilizar múltiples hilos de procesamiento para procesar ramas independientes, y cuando terminan de ejecutar, las estructuras parciales se componen en la estructura global. De esta forma se lograría una aceleración en el procesamiento global gracias al procesamiento en paralelo de los distintos hilos.

## **Generación de código**

Esta alternativa es la más drástica, ya que modificaría la arquitectura de la aplicación, y el proceso de desarrollo y despliegue de la aplicación. Mediante este enfoque, todas las tareas que hoy son hechas de forma dinámica en tiempo de ejecución, se harían de forma estática mediante el código generado a partir de metadatos obtenidos de la Base de Conocimiento. En GuiGen, esto implica que en lugar de tener un conjunto reducido de pantallas dinámicas, cada pantalla sería generada previamente, y lo que se usaría es la pantalla generada, como si fuera un recurso estático. También en el DataBinder, se modificaría la lógica para generar estructuras del RM, ya que en lugar de contar con lógica genérica, se tendría lógica particular para procesar los datos recibidos desde cada pantalla de registro clínico, así que en lugar de tener un único DataBinder genérico para procesar cualquier plantilla, se tendría un DataBinder particular para cada formulario de registro, los cuales se generan dinámicamente a partir de la Base de Conocimiento, pero en tiempo de desarrollo, no en tiempo de ejecución.

La ventaja de la generación de código es que al no tener componentes genéricos y con un comportamiento dinámico, se acelerarían los tiempos de procesamiento. La desventaja es que para cada cambio en el conocimiento clínico se necesita regenerar el código de la aplicación. Esta desventaja es relativa, ya que seguramente no es necesario regenerar toda la aplicación, y el proceso de regeneración sería automático. Lo único con lo que se debería tener especial cuidado es en verificar si los datos registrados hasta el momento necesitan algún tipo de actualización, para quedar consistentes con respecto a los cambios realizados en la base de conocimiento.

## **6.10 Decisiones sobre el uso de OpenEHR**

Si bien se trató de respetar las especificaciones de OpenEHR, en algunos casos puntuales se tuvieron que tomar decisiones para simplificar el prototipado de la especificación, como para implementar lo mínimo necesario de esa especificación para que el sistema funcione correctamente. A continuación se detallan estas decisiones de implementación.

### **Acciones sin máquina de estados**

Las acciones en OpenEHR se modelan mediante la clase Action, subclase de Entry. Action tiene una relación a una máquina de estados, que hace referencia a una determinada instrucción y a una actividad, dentro de las múltiples actividades involucradas en una instrucción. Esto sirve para definir procesos y expresar los flujos que se van ejecutando a medida que transcurren las acciones de los profesionales del equipo asistencial. También sirve para expresar el estado en el que está cada acción que se esté ejecutando en este momento o que se haya ejecutado, por ejemplo si está pendiente, si está en curso, si se canceló, si se terminó, etc. Se tomó la decisión de no guardar las referencias a la máquina de estados, para simplificar la gestión de acciones, ya que, particularmente para este proyecto, las acciones registradas modelan tareas que ya se hicieron, o sea que con acciones en estado “finalizado”. Para corregir esto alcanzaría con registrar solamente el estado “finalizado” y asociar este a cada acción.

### **La terminología OpenEHR como tabla maestra**

La terminología es un tema que no ha sido prioridad para OpenEHR en el tiempo, pero la especificación de OpenEHR depende de esta terminología. La idea detrás de la terminología OpenEHR es poder especificar un servidor de terminologías, y que el modelo de información clínica haga referencia a terminologías dentro de este servidor. Consultando a este servidor, tanto para enviar o recibir información clínica, puede lograrse la interoperabilidad semántica de partes de documentos clínicos (extractos de HCE), y también puede utilizarse para mapear con distintos sistemas de codificación como los clasificadores CIE 9 y CIE 10 o con ontologías médicas como SNOMED CT. Otra funcionalidad que podría tener este servidor es el de traducción de términos. La terminología propuesta por OpenEHR sirve para la correcta codificación de los campos definidos en el modelo de referencia, lo que permite luego la interoperabilidad semántica. En este proyecto se adoptó esta terminología como una tabla maestra más, no hay ningún servidor de terminologías para acceder a estos términos. Como trabajo futuro se podrían investigar los trabajos hechos hasta el momento por la comunidad OpenEHR, las distintas codificaciones y necesidades de codificación de los sistemas locales y hacer alguna propuesta acorde para la especificación del servidor de terminologías. Además se podría resolver también el problema de la internacionalización de los términos también dentro del servidor de terminologías.

### **No se usaron “assertions”**

El Archetype Object Model de OpenEHR ofrece el constructor de Assertions para poder definir restricciones complejas, como puede ser la verificación cruzada de valores de campos (por ejemplo que el valor de un campo sea mayor que el valor de otro). Debido a la complejidad del modelo y a que las herramientas disponibles para crear arquetipos no soportaban assertions, no se implementaron verificaciones cruzadas. Por otra parte, en este momento hay discusiones en la

comunidad para modificar la forma de verificación de las restricciones cruzadas para simplificar su definición y uso. Una alternativa es definir estas restricciones complejas dentro de las plantillas en lugar de dentro de los arquetipos, ya que estas restricciones pueden ser distintas en distintos contextos, mientras que los arquetipos intentan ser válidos independientes del contexto debido a su generalidad. Como trabajo futuro se podría explorar esta alternativa, extendiendo la sintaxis de plantillas propuesta par este proyecto.

### **Información no arquetipada**

Si bien la fortaleza de OpenEHR es el modelo en dos niveles, con el sistema de software por un lado y el conocimiento clínico definido en forma de arquetipos por otro, en algunos casos particulares se optó por utilizar el modelo de referencia de OpenEHR pero sin arquetipar. Uno de los casos es la Composition, la clase que modela el documento clínico. No fue necesario arquetipar esta clase porque el prototipo implementado manejará solo un tipo de documento, la HCE de Trauma. Igualmente con la implementación hecha sería muy sencillo agregar el arquetipado de “compositions” para poder soportar varios tipos de documentos clínicos.

Otras clases no arquetipadas son las del modelo demográfico. Se optó por no arquetipar estas clases para ahorrar tiempo en la creación del registro clínico si arquetipado. Con la solución actual sería muy sencillo definir arquetipos para el modelo demográfico e integrarlos a la solución, generando las vistas de registro de la información demográfica o patronímica de forma dinámica, al igual que el registro clínico implementado en este proyecto.

## **6.11 Soluciones a problemas detectados**

### **Adjuntar imágenes digitales a la HCET**

#### **Múltiples imágenes**

Spring, el framework que utiliza Grails para implementar MVC no permite el envío de múltiples archivos al servidor con el mismo nombre. Esto si está permitido para los demás tipos de campos y está dentro de la especificación de HTTP. Como la generación de la GUI, genera los campos múltiples con los mismos nombres, en este momento no es posible enviar múltiples imágenes al servidor. Una opción es hacer un pedido de corrección a la comunidad de Spring. Otra opción es agregar soporte para campos múltiples utilizando distintos nombres para cada ocurrencia. Esta segunda opción implica modificar los componentes GuiGen, DataBinder y posiblemente los controladores y los servicios.

#### **Problema con MySQL al enviar imágenes muy grandes**

Al enviar imágenes grandes el servidor puede devolver una excepción diciendo que el tamaño máximo del paquete es menor que el tamaño del paquete enviado. Para resolver esto es necesario modificar la configuración de MySQL, en los archivos my.ini y my-large.ini, agregar o modificar la opción max\_allowed\_packet y asignarle un valor de 20M (20 megas). Este valor debe ser de más del doble del tamaño máximo permitido. El tamaño máximo de imagen permitido por la HCET es de 10M (10 megas) [65].

# Capítulo 7: conclusiones y trabajo futuro

## 7.1 *Resumen y conclusiones*

### 7.1.1 Conclusiones sobre aplicación general de estándares

Si bien al comenzar el proyecto se contaba con una noción de cuáles estándares se podían aplicar en diferentes áreas del sistema, la investigación y profundización en estos y otros estándares fue un gran consumidor de tiempo. Además para entender cómo se usan y funcionan estos estándares aplicados a sistemas, esta investigación también involucró la prueba de herramientas relacionadas con los estándares. En este proyecto se aprendió que la aplicación de estándares es un tema complejo, que consume tiempo de investigación y pruebas, y de que se ahorra mucho tiempo y es muy útil contar con la opinión de expertos en cada área. La reutilización de las herramientas disponibles, como Ocean Archetype Editor, OpenEHR Java Reference Implementation y DCM4CHE (para DICOM), fueron centrales en la implementación, ahorrando mucho tiempo de desarrollo y facilitando la integración de distintos estándares a la aplicación de software.

#### 7.1.1.1 *Sobre el uso de OpenEHR*

OpenEHR se utilizó para modelar la arquitectura general del sistema de HCE. En su aplicación se tuvieron varias dificultades, aunque también se obtuvieron numerosos beneficios en el sistema creado. La primera dificultad es entender los conceptos detrás de la propuesta de OpenEHR, ya que muchos de estos conceptos como arquetipos, plantillas, modelado en dos niveles y gestión del conocimiento son complejos y si se miran desde el enfoque de desarrollo de software tradicional en “un nivel”, a priori parecen innecesarios. Justamente OpenEHR lo que propone es cambiar la forma tradicional en que se crean los sistemas de información, más específicamente los sistemas de información clínica, pasando del enfoque de un nivel a un enfoque dual o en dos niveles, donde conocimiento y aplicación de software son dos componentes separados.

OpenEHR propone que con el enfoque dual, se tendrán beneficios a largo plazo, como el costo total de creación y mantenimiento del software durante su ciclo de vida. Este enfoque busca ser económicamente viable, mantenible y adaptable a nuevas necesidades (cualidades no menores considerando el contexto nacional y regional, donde no se disponen de muchos recursos para el mantenimiento de este tipo de sistemas). Si bien la evaluación del costo de creación y mantenimiento de un software basado en el diseño en “dos niveles”, comparado con el enfoque tradicional, está fuera del alcance de este trabajo, la alta mantenibilidad del sistema logrado, tanto del conocimiento clínico y como de la aplicación de software, podría tomarse como un buen indicador de que el costo total del software durante su ciclo de vida será menor con el enfoque en “dos niveles”. Por ejemplo, que un cambio en el conocimiento se vea reflejado de forma automática en el registro clínico, es un gran ahorro de recursos, sobre todo porque no es necesario modificar la aplicación de software para poder ver el cambio.

El enfoque dual también mejora el proceso de desarrollo de los sistemas de información clínica, en el sentido de que el conocimiento es creado y gestionado directamente por expertos del dominio (médicos), simplificando la tarea de análisis en el proceso tradicional, donde se debe extraer e interpretar el conocimiento los expertos. Así se podrían evitar errores de interpretación y representación del conocimiento extraído por profesionales no expertos en el dominio clínico.

También se da un rol más activo a los médicos dentro de los proyectos, favoreciendo el cambio cultural en el proceso de informatización (la cultura y resistencia al cambio son de los factores más importantes en cuanto al fracaso de proyectos de TIC en salud).

El cambio más grande en el proceso de desarrollo y mantenimiento del sistema con el enfoque dual, es que se debe definir un proceso de gestión del conocimiento. Como el conocimiento es representado mediante arquetipos, los cuales pueden ser actualizados y corregidos, deben definirse las etapas y responsables para:

- **Creación o reuso de arquetipos:** se debe definir en qué herramientas se trabajará para crear arquetipos, con qué criterios se crearán, por cuales etapas de aseguramiento de la calidad pasarán, etc. También si se decide usar arquetipos existentes, se debe definir el aseguramiento de la calidad de cada arquetipo, y si es necesario, pedir modificaciones al autor o permiso para modificarlos.
- **Modificación y versionado de arquetipos:** si se trabaja con arquetipos existentes, es necesario versionarlos ante modificaciones en la estructura de los arquetipos. El criterio de asignación de números de versión debe estar especificado para no generar inconsistencias entre la información almacenada en los sistemas y los arquetipos que se utilizaron para modelarla. Para cambios como los de cardinalidad de los nodos, o cambio de un nodo que estaba como obligatorio a opcional no es necesario versionar porque no afectan los datos ya registrados, es decir si se pasa de algo más restrictivo a algo menos restrictivo. Por el contrario, si se tiene un nodo opcional y se pasa a obligatorio, se debe versionar porque en caso contrario habrán inconsistencias.
- **Traducción de arquetipos:** si se utilizan arquetipos existentes, en muchos casos no tendrán traducción de sus términos al español. Se debe definir un proceso de traducción con el correcto aseguramiento de la calidad, y la devolución a la comunidad de los arquetipos con traducciones al español para que otros puedan hacer (re)uso de los mismos.
- **Liberación al uso:** cuales son las etapas a seguir luego de crear o modificar un arquetipo existente para que llegue al sistema de información clínica y pueda ser utilizado para realizar registros en el mismo. Se debe garantizar que para los arquetipos liberados se ha verificado su calidad, se ha verificado que tenga las traducciones de la terminología médica al español, y cuáles son las modificaciones que afectan a los datos ya registrados.
- **Actualización de la información:** si ya existe información registrada en el sistema y las modificaciones a los arquetipos afectan la consistencia entre datos y arquetipos, debe definirse una conversión y adaptación de los datos existentes para resolver las inconsistencias.

Este nuevo proceso de gestión del conocimiento, a priori puede parecer complejo e innecesario, pero el mismo proceso existía de forma implícita en el enfoque en “un nivel”, dentro del análisis y especificación de requerimientos. Al existir de forma implícita, en general la gestión que se realiza del conocimiento extraído es pobre, ya que el objetivo no es la representación del conocimiento como conceptos clínicos, si no como conceptos informáticos, de modo que esa especificación pueda ser diseñada e implementada. Con el enfoque en “dos niveles”, se cuenta con un proceso explícito y bien definido, que es ejecutado por expertos del dominio, lo cuales generan y gestionan el conocimiento clínico independientemente de cualquier rol técnico.

Para sortear las dificultades en la comprensión del estándar y en su aplicación se recurrió a la comunidad internacional de OpenEHR, la cual cuenta con listas de correo donde se puede acceder a expertos técnicos, médicos y académicos. También existen herramientas como los

editores de arquetipos y las implementaciones de referencia de OpenEHR en diversas tecnologías (Java, Python, Eiffel, .Net), que facilitan la implementación de prototipos. Todos estos elementos facilitaron y permitieron la implementación de un prototipo funcional basado OpenEHR.

En resumen, la aplicación de OpenEHR permite mejorar el proceso de desarrollo, mejorar la relación y participación de médicos, enfermeras y técnicos en los proyectos de TIC en salud, permite crear sistemas de software genéricos, reusables y adaptables, y permite generar de forma sistemática una base de conocimiento clínico que alimenta el sistema de software, el cual adapta el registro clínico a la definición de los conceptos clínicos en la base del conocimiento, permitiendo una consistencia semántica entre diversos registros clínicos. Todas estas son ventajas del enfoque de diseño dual sobre el enfoque clásico de diseño en un nivel.

### **Algunas limitaciones detectadas sobre los arquetipos:**

Las tareas que se mencionan a continuación no son limitaciones reales de los arquetipos en si, ya que no es el fin de estos realizar dichas tareas, pero son tareas necesarias en cualquier implementación de HCE basadas en arquetipos, y que dependen de estos para realizarse:

Solo con arquetipos es difícil representar restricciones complejas sobre el modelo de información clínica. Estas restricciones serían las que involucran múltiples nodos de múltiples arquetipos, como por ejemplo que si el sexo de una persona es “masculino”, el registro de embarazo debería ser siempre “nulo”. Un lugar donde sería posible especificar estas restricciones es en las plantillas, ya que mediante la referencia a los nodos de distintos arquetipos se podrían especificar restricciones que se deben cumplir y que se puedan ejecutar al contar con todos los datos necesarios en los nodos referenciados, mostrando al usuario algún tipo de mensaje que indique si alguna de las restricciones no se cumplió y porqué. Esta característica garantizaría la calidad y consistencia de la información clínica registrada en el sistema y sería mantenible por fuera de la aplicación de software.

En cuanto a los datos calculados en base a información arquetipada, los arquetipos no cuentan con ningún mecanismo de especificación de cómo deben ser calculados estos datos. Esta es otra tarea que podría ser responsabilidad de las plantillas, en donde se pueden especificar referencias a nodos de distintos arquetipos, y fórmulas matemáticas para su interpretación en el momento que todos los datos necesarios para su cálculo estén registrados.

#### **7.1.1.2 *Búsqueda de pacientes en un IMP externo***

El dominio “Patient Administration” del estándar HL7 (HL7 PA) define los mensajes necesarios para intercambiar información demográfica de pacientes en el dominio clínico. El perfil PDQ de la IHE define la forma en que estos mensajes son utilizados para realizar búsquedas de registros de pacientes en un IMP. Si bien la implementación de la búsqueda es trivial, las dificultades radican en entender los formatos de los mensajes que se envían y reciben, y las transformaciones entre los mensajes y el modelo de información demográfica que usa el sistema. Ambas dificultades radican más que nada en que la documentación de HL7 está expresada en un lenguaje poco accesible para no expertos. Experiencias previas con este estándar y las pruebas realizadas contra los servicios PDQ del Hospital Maciel, ayudaron a sortear las dificultades.

Técnicamente, el diseño del perfil PDQ agrega un requerimiento que hace más compleja la implementación, y es que las consultas son transacciones con estado. Esto se debe a que las consultas son paginadas, de modo que si la cantidad de candidatos supera una cota dada, debe

enviarse otro mensaje al IMP para obtener los registros de la siguiente página. Este nuevo mensaje es distinto al mensaje original de consulta, ya que no incluye el criterio de búsqueda, si no que incluye un identificador de la transacción. De modo que tanto servidor como cliente deben guardar el estado de cada transacción, haciendo más compleja la implementación, en comparación a una implementación que no requiera guardar el estado. PDQ define además un mensaje de cancelación de la consulta, que es la tarea accesoria a implementar para saber cuando eliminar el estado, tanto del IMP como del sistema cliente que realiza la búsqueda. Esto se podría simplificar si no se guardara el estado, para que en lugar de tener tres mensajes se tuviera uno solo, y se usara la misma consulta cada vez, cambiando los parámetros que determinan la ventana de cuántos registros de pacientes traer y a partir de que página. De esta forma se simplificaría la implementación tanto del cliente como del servidor.

### 7.1.1.3 *Representación de los documentos clínicos*

Se utilizó el estándar HL7 CDA como sintaxis de representación de los documentos clínicos dentro del repositorio documental de la HCET. Si bien la sintaxis es relativamente simple, la documentación disponible está escrita en un lenguaje poco accesible y los ejemplos son pocos, esto hace dificultosa la investigación, al igual que en el caso anterior del HL7 PA. Luego de entender la sintaxis es sencillo crear un documento XML con formato CDA.

Para la utilización de estos documentos clínicos para el intercambio de información entre sistemas es limitada cuando no se cuenta con una “guía de implementación”, que es un acuerdo entre las partes que especifica que estructura y que datos tiene cada documento CDA. Esto sirve para que los implementadores de los sistemas que manejen estos documentos, sepan qué información vendrá en estos, cuáles nodos son obligatorios, cuáles opcionales, etc. Sin esa guía, se hace dificultosa la comunicación de información que no esté determinada a priori, o sea la interoperabilidad semántica.

Una de las desventajas de las guías de implementación es que son documentos en texto narrativo, por lo que no son procesables automáticamente por computadora. Existen proyectos para crear una forma computable de las guías de implementación, por ejemplo el proyecto miniClin [66] que pueden ayudar a la interoperabilidad semántica.

Existe una alternativa al estándar HL7 CDA, el estándar CEN/ISO 13606 [26], el cual especifica un modelo de información (13606 IM) que está basado en el modelo de información de OpenEHR. El 13606 IM es una simplificación del OpenEHR RM y agrega elementos que orientan el modelo para el intercambio entre sistemas. Este modelo es más simple que el modelo propuesto por CDA ya que modela un documento en papel, con una estructura más correcta desde el punto de vista semántico que el modelo CDA. La diferencia principal es que CDA define una sintaxis mientras que CEN/ISO 13606 define un modelo de información genérico, que además es arquetipable, y una sintaxis para expresar los documentos clínicos en XML. En cuanto a la dificultad de usar uno u otro modelo, CDA es más directo de utilizar, aún sin una “guía de implementación”, 13606 es más complejo, ya que necesita que su información sea especificada mediante arquetipos.

Cualquiera sea el estándar para representar los documentos clínicos, toda aplicación de HCE debería contar con algún mecanismo de extracción de información clínica, y la opción de representar la información como documentos clínicos es una buena forma de hacerlo, sobre todo si estos documentos están basados en estándares. Esto permite el reuso de la información clínica por otros sistemas.

## **7.2 Mejoras y trabajo futuro**

### **Extensión de plantillas**

Una extensión posible es agregar múltiples niveles de anidamiento de arquetipos, esto dará flexibilidad a la definición de la base del conocimiento de la aplicación, por simplicidad, hoy se permite un solo nivel de anidamiento.

Otra extensión necesaria es la de poder definir restricciones cruzadas que permitan verificar condiciones complejas sobre una estructura de información clínica, especificada a partir de un conjunto de arquetipos y que estén referenciadas dentro de una plantilla. Esto dará mayor poder a los expertos del dominio (médicos, enfermeras, técnicos) de poder definir completamente los conceptos que utilizan en el registro clínico, y de poder verificar automáticamente la consistencia de la información ingresada por los usuarios del sistema de HCE.

Como los arquetipos son conceptos generales, en las plantillas se debería permitir la redefinición de restricciones, haciéndolas tan restrictivas como se necesite para la aplicación a una realidad local. Entonces, otra extensión necesaria es la de poder redefinir restricciones presentes en los arquetipos que son referenciados dentro de la plantilla.

### **Arquetipado de todo el modelo de información**

Para simplificar la implementación del proyecto se optó por no arquetipar la clase Composition (que modelan documentos clínicos), ni tampoco el modelo demográfico (información de personas, roles e instituciones). Una mejora necesaria para lograr una base de conocimiento completa, es arquetipar estas clases para lograr una aplicación de software completamente independiente del conocimiento, para lograr una flexibilidad y mantenibilidad completa. Otra ganancia es en la interoperabilidad de los datos contenidos en estos objetos, por que intercambiando datos y arquetipos se permite el (re)uso automático de los datos, ayudado por su definición semántica. Así se podrá lograr una verdadera interoperabilidad semántica. El uso de codificaciones estándar en los datos, como la CIE 10, también ayuda en el (re)uso de la información.

### **Mejorar el generador de GUI**

Para el componente GuiGen, encargado de generar la interfaz gráfica de usuario, los únicos elementos del OpenEHR RM que tienen representación gráfica son: ENTRY, CLUSTER, ELEMENT, los tipos primitivos y los SLOTS. Como mejora sería útil que los elementos de estructura (subclases de DATA\_STRUCTURE), también puedan tener representación gráfica. Por ejemplo, los objetos de tipo HISTORY, que representa una evolución temporal, podrían representarse gráficamente como datos graficados en función del tiempo (p.e. evolución de la glucosa en sangre durante un día) [fig. f32], y los objetos de tipo ITEM\_TABLE, que representan matrices de datos, podrían representarse gráficamente como tablas (p.e. planillas de pacientes e indicaciones médicas para enfermería en el CTI).

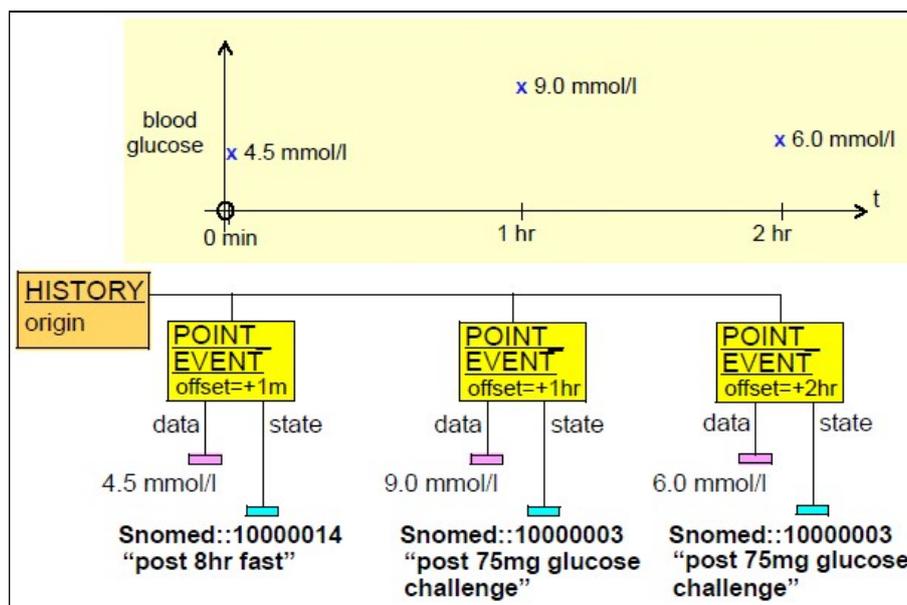


Fig. f32: evolución de una observación en distintos momentos

## Implementación de EHR Query Language (EQL)

El EQL [67] es un lenguaje de consultas de alto nivel orientado a Historias Clínicas Electrónicas. Esta especificación se encuentra en estado de borrador y está actualmente en revisión. Se basa en el arquetipado de la información clínica y en el mecanismo de rutas (paths) para ubicar la información dentro de estructuras de datos complejas. Puede ser una buena opción para la implementación de la extracción de información clínica para el cálculo de indicadores de calidad asistencial y de gestión, donde los propios médicos podrían armar sus consultas dinámicamente utilizando una herramienta visual. Como trabajo futuro se podría realizar una implementación de referencia de EQL sobre Java o Groovy, e integrarla a la HCET para su uso.

## Generación de documentos clínicos 13606

Para completar el componente de integración de la información clínica, sería útil la implementación de la generación de documentos clínicos CEN/ISO 13606 [26], un formato alternativo al CDA y que se está utilizando en Europa. Así se lograría interoperabilidad con sistemas que cumplan uno u otro estándar. La ventaja de CEN/ISO 13606 es que especifica un modelo arquetipable, y que es compatible con el modelo de información de OpenEHR, por lo que convertir de un modelo al otro sería trivial.

## Cerrar el ciclo de estudios radiológicos

La HCET integra el acceso a estudios radiológicos digitales, consultando a un servidor de estudios a partir de los datos patronímicos de un paciente. La integración faltante es la de la indicación médica de realización de un determinado estudio, con la modalidad correspondiente (tomógrafo, ecógrafo, rayos X, etc.). Esta integración es la que comunica el sistema de HCET con la “lista de trabajo” (worklist) de una determinada modalidad. De esta forma, la identificación del paciente, de la orden, del médico, y del estudio a realizar, son ingresadas de forma automática, en la modalidad. Así se logra cerrar el ciclo entre la solicitud de un estudio y

la obtención del resultado, pudiendo ahora buscar por el identificador de la orden o del médico que hizo dicha orden. Esto resuelve problemas de transcripción de datos, que muchas veces se hacen cuando la orden es entregada en papel, y el técnico radiólogo ingresa la información del papel a la modalidad. A nivel del sistema de información, garantiza una coherencia entre los datos registrados en diversos sistemas, y permite asociar la orden con los resultados del estudio (imágenes, informe radiológico, etc.).

### **Integración de estudios radiológicos históricos**

Debido a que la búsqueda de estudios radiológicos se lleva a cabo en múltiples PACS, los cuales pueden ser externos a la institución donde se está atendiendo al paciente, sería útil contar con la característica de poder seleccionar estudios, imágenes e informes radiológicos, almacenados en PACS remotos, para ser guardados junto con la HCET localmente, de esta forma se garantiza que toda la información útil del paciente se encuentra en el CDR local, y en sucesivos accesos no se depende del sistema remoto para acceder a esos datos. Otro motivo es que el sistema remoto podría no ser accesible en distintos momentos, imposibilitando el acceso posterior a datos existentes sobre el paciente.

### **Performance**

En la sección “consideraciones sobre performance”, se plantearon varias opciones para mejorar el tiempo de respuesta de la aplicación de registro clínico. Se plantea como trabajo futuro la implementación de alguna de estas opciones para evaluar que tanto se puede mejorar la performance del sistema, y para validar o refutar las opciones planteadas para esta mejora, y para encontrar alternativas a estas. Dentro de todas las alternativas, la de generación de código es la más interesante técnicamente, ya que plantea un enfoque muy distinto al tomado en este proyecto, ya que en lugar de generar la interfaz de usuario a partir de arquetipos y guardar la información mediante componentes genéricos en tiempo de ejecución, plantea generar la interfaz de usuario de forma estática y componentes a medida en tiempo de compilación. Así el sistema trabajará en tiempo de ejecución como un sistema típico desarrollado en un nivel, pero generado a partir de la base de conocimiento.

## Bibliografía y referencias

- [1] T. Beale. The health record - why is it so hard? In IMIA Yearbook of Medical Informatics 2005: Ubiquitous Health Care Systems, pages 301–304. Schattauer, 2005.  
[http://www.openehr.org/wiki/download/attachments/196659/Beale\\_imia\\_2005\\_yb.pdf?version=1&modificationDate=1212946124000](http://www.openehr.org/wiki/download/attachments/196659/Beale_imia_2005_yb.pdf?version=1&modificationDate=1212946124000)
- [2] The Complexity of Healthcare Business  
<http://www.expresshealthcare.in/201003/strategy02.shtml>
- [3] EHR, EMR  
[ftp://ftp.software.ibm.com/software/ae/arab\\_health/state\\_of\\_the\\_ehr\\_arab\\_health08\\_y\\_moosa\\_v2.pdf](ftp://ftp.software.ibm.com/software/ae/arab_health/state_of_the_ehr_arab_health08_y_moosa_v2.pdf)
- [4] EHR  
[http://www.himss.org/ASP/topics\\_ehr.asp](http://www.himss.org/ASP/topics_ehr.asp)
- [5] ISO/TS 18308:2004 Requirements for an electronic health record architecture, ISO organization, 2004.
- [6] HIS  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Hospital\\_information\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Hospital_information_system)  
<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/hospital+information+system>
- [7] Radiology Information System  
<http://www.adsc.com/ris.asp>  
<http://www.biohealthmatics.com/technologies/his/ris.aspx>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Radiology\\_Information\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Radiology_Information_System)
- [8] Digital Imaging and Communications in Medicine  
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2009/>
- [9] Picture Archiving and Communication System  
[http://www.dicommexico.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=118&Itemid=192](http://www.dicommexico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=192)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Picture\\_archiving\\_and\\_communication\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Picture_archiving_and_communication_system)
- [10] Fundación OpenEHR  
<http://www.openEHR.org>
- [11] OpenEHR Clinical Knowledge Manager  
<http://openehr.org/knowledge/>
- [12] Grails Framework  
<http://www.grails.org/>
- [13] Groovy, An agile dynamic language for the Java Platform  
<http://groovy.codehaus.org/>
- [14] DCM4CHE, implementación Java de la norma DICOM

<http://www.dcm4che.org/>

[15] Rong Chen, OpenEHR Java Reference Implementation v1.0.1, 2009.

<http://www.openehr.org/projects/java.html>

[16] MySQL

<http://www.mysql.com/downloads/mysql/>

[17] ISO 9126: Software Quality Characteristics

[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=22749](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=22749)

<http://www.oasis->

[open.org/committees/download.php/20795/Software%20Quality%20Characteristics.doc](http://www.oasis-open.org/committees/download.php/20795/Software%20Quality%20Characteristics.doc)

[18] P. Bengtsson, N. Lassing, J. Bosch and H. van Vliet: Analyzing Software Architectures for Modifiability

[http://www.rug.nl/informatica/onderzoek/programmas/softwareengineering/publication\\_files/SAAModifiability.pdf](http://www.rug.nl/informatica/onderzoek/programmas/softwareengineering/publication_files/SAAModifiability.pdf)

[19] Ocean Archetype Editor

<https://wiki.oceaninformatics.com/confluence/display/TTL/Archetype+Editor+Releases>

[20] Beale T., Heard S., Kalra D., Lloyd D., openEHR EHR Information Model, 2008.

[http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/ehr\\_im.pdf](http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/ehr_im.pdf)

[21] DICOM Part 18: Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO), PS 3.18-2009.

[ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2009/09\\_18pu.pdf](ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2009/09_18pu.pdf)

[22] HL7 PA: HL7 Patient Administration Domain

<http://www.hl7.org/v3ballot2008may/html/domains/uvpa/uvpa.htm>

[23] IHE IT Infrastructure Technical Framework

[http://www.ihe.net/Technical\\_Framework/upload/IHE\\_ITI\\_TF\\_Supplement\\_PIX\\_PDQ\\_HL7v3\\_TI\\_2009-08-10.pdf](http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_TF_Supplement_PIX_PDQ_HL7v3_TI_2009-08-10.pdf)

[24] HL7 CDA: HL7 Clinical Document Architecture

<http://www.hl7.org/v3ballot2008may/html/infrastructure/cda/cda.htm>

[25] Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10, Organización Mundial de la Salud

<http://www.who.int/classifications/icd/en/>

[26] CEN/ISO EN13606

[http://pangea.upv.es/en13606/index.php/resources/files/cat\\_view/50-last-draft-specifications](http://pangea.upv.es/en13606/index.php/resources/files/cat_view/50-last-draft-specifications)

[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=40784](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40784)

[27] User stories, Xtreme Programming.

<http://www.extremeprogramming.org/rules/userstories.html>

[28] Mattox K, Feliciano D, Moore E. Trauma. 4ª edición. MÉXICO DF: McGrawHill, 2001.

- [29] Contreras M. J., Restrepo Cuartas J., Múnera Duque A., Manual de normas y procedimientos en trauma, 3<sup>a</sup> edición, Universidad de Antioquia, 2006.
- [30] José Félix Patiño Restrepo, Quemaduras, 2007.  
<http://www.aibarra.org/Guias/1-16.htm>
- [31] Dr. Amilcar Rios Reyes, Quemaduras, 2003.  
[http://www.geocities.com/amirhali/\\_fpclass/quemaduras.htm](http://www.geocities.com/amirhali/_fpclass/quemaduras.htm)
- [32] Glasgow Coma Scale, Scoring systems for ICU and surgical patients.  
<http://www.sfar.org/scores2/glasgow2.php>
- [33] Escala de Coma de Glasgow, Wikipedia.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_Glasgow](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Glasgow)
- [34] Segun T Dawodu, Spinal Cord Injury - Definition, Epidemiology, Pathophysiology  
<http://emedicine.medscape.com/article/322480-overview>
- [35] Wise Young, Spinal Cord Injury Levels & Classification  
<http://www.sci-info-pages.com/levels.html>
- [36] Revised Trauma Score, Trauma.org  
<http://www.trauma.org/archive/scores/rts.html>
- [37] Baker SP et al, "The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care", J Trauma 14:187-196;1974
- [38] Copes WS, Sacco WJ, Champion HR, Bain LW, "Progress in Characterising Anatomic Injury", In Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, Baltimore, MA, USA 205-218
- [39] Google Health: plataforma de PHR de Google  
<http://health.google.com>
- [40] HL7 Organization  
<http://www.hl7.org/>
- [41] Unified Codeo of Units of Measure  
<http://unitsofmeasure.org/>
- [42] Thomas Beale and Sam Heard. openEHR Architecture – Architecture Overview. <http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/overview.pdf>, 2008.
- [43] Sergio Montenegro, Introducción a la Informática Biomédica: Registro Clínico Electrónico, 2008.  
[http://www.aaim.com.ar/tutoriales/T01\\_introIM/05\\_registro\\_clinico\\_electronico.pdf](http://www.aaim.com.ar/tutoriales/T01_introIM/05_registro_clinico_electronico.pdf)
- [44] Componentes de un sistema de información en salud, Curso de Sistemas de Información en Salud, Oregon Health & Science University.
- [45] Beale T., Heard S., Archetype Definition Language, OpenEHR.org, 2008.  
<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/adl.pdf>

- [46] T. Beale, Archetypes and the Knowledge Environment of the EHR, Changing how we do software, 2002  
[http://www.openehr.org/downloads/presentations/archetypes\\_Eurorec2002.ppt](http://www.openehr.org/downloads/presentations/archetypes_Eurorec2002.ppt)
- [47] T. Beale, S. Heard. OpenEHR Archetype Definitions and Principles, 2007.  
[http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/archetype\\_principles.pdf](http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/archetype_principles.pdf)
- [48] T. Beale, Archetype Object Model, Release 1.0.2, OpenEHR Foundation, 2008.  
<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/aom.pdf>
- [49] T. Schuler, S. Garde, S. Heard, T. Beale. Towards Automatically Generating Graphical User Interfaces from openEHR Archetypes. In Studies in Health Technology and Informatics, volume 124, pages 221–226. IOS, 2006.
- [50] T. Beale, S. Heard, D. Kalra, D. Lloyd, Archetype Object Model, Release 1.0.2, OpenEHR Foundation, 2008.  
[http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/demographic\\_im.pdf](http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/demographic_im.pdf)
- [51] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides, Design Patterns, Elements of Reusable Object Oriented Software, Addison Wesley, 1995.
- [52] GORM  
<http://www.grails.org/GORM>
- [53] Apache Ant  
<http://ant.apache.org/>
- [54] Internacionalización (I18N)  
<http://www.w3.org/2001/12/Glossary#I18N>
- [55] An Electronic Health Record Based on Structured Narrative  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2274868/pdf/54.S1067502707002605.main.pdf>
- [56] Chute, C., Medical concept representation, in Medical informatics : knowledge management and data mining in biomedicine, H. Chen, Editor. 2005, Springer: New York, NY. p. 163-182.
- [57] The computerized patient record: balancing effort and benefit, Astrid M. van Ginneken  
<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/ijb/article/PIIS1386505602000072/abstract>
- [58] Características asociadas al uso de Registros Médicos Electrónicos Estructurados  
[http://www.hospitalitaliano.org.ar/archivos/servicios\\_attachs/4801.pdf](http://www.hospitalitaliano.org.ar/archivos/servicios_attachs/4801.pdf)
- [59] Implementación de servicios terminológicos en una red de atención ambulatoria  
<http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/viewArticle/306/637>
- [60] Clear Canvas Server  
<http://www.clearcanvas.ca/dnn/Creations/ImageServer/tabid/104/Default.aspx>
- [61] Clear Canvas Workstation

<http://www.clearcanvas.ca/dnn/Creations/PACSWorkstation/tabid/64/Default.aspx>

[62] ImageJ: Visualizador y manejador Java de imágenes DICOM

<http://rsb.info.nih.gov/ij/>

[63] LiU Archetype Editor

<http://www.imt.liu.se/mi/ehr/tools/>

[64] LinkEHR-Ed: editor de arquetipos OpenEHR

[http://pangea.upv.es/linkehr/?page\\_id=42](http://pangea.upv.es/linkehr/?page_id=42)

[65] MySQL: problema con paquetes grandes al guardar imágenes

<http://dev.mysql.com/doc/refman/4.1/en/packet-too-large.html>

[66] Pablo Pazos Gutiérrez, MiniClin: Marco de trabajo genérico para crear sistemas de Historia Clínica Electrónica basados en documentos clínicos HL7-CDA,

<http://code.google.com/p/miniclin/downloads/list>

[67] Ma C., Frankel H., Beale T., Heard S., EHR Query Language (EQL) – A Query Language for Archetype-Based Health Records, MedInfo 2007

Todos los links fueron verificados al 03-05-2010.

La información de fuentes secundarias fue validada por los médicos que participaron en el proyecto.

# Índice de figuras

- [f1] arquitectura general de TRAUMAGEN
- [f2] proceso de evaluación del paciente grave
- [f3] visualización de imágenes en estudios radiológicos
- [f4] visualización de imágenes en estudios radiológicos
- [f5] resultado del relevamiento del proceso asistencial de emergencia especializado en trauma
- [f6] búsqueda del diagnóstico “fractura pierna”
- [f7] búsqueda del diagnóstico “quemadura cabeza”
- [f8] diagnósticos seleccionados desde los resultados de las búsquedas
- [f9] cálculo del porcentaje quemado del cuerpo
- [f10] probabilidad de sobrevida en función al RTS
- [f11] registro de problemas encontrados por región del cuerpo
- [f12] registro de problemas de salud de Google Health
- [f13] protocolo único del traumatizado grave
- [f14] modelo conceptual del dominio
- [f15] HCE mínima según OpenEHR
- [f16] proceso de creación y envío de los datos clínicos
- [f17] HCE de Trauma enmarcada en el Sistema Nacional de Trauma
- [f18] componentes de una HCE
- [f19] vista de la HCE por capas
- [f20] distintas bases de datos en un sistema de HCE
- [f21] principales funcionalidades del sistema
- [f22] funcionalidades del sistema y sus dependencias a especificaciones de distintos estándares
- [f23] uso de arquetipos y plantillas para generar la interfaz de usuario
- [f24] arquetipos y plantillas, vista de despliegue
- [f25] componentes derivados de la aplicación de OpenEHR como arquitectura
- [f26] proceso actual de desarrollo de software
- [f27] proceso modificador mediante la aplicación de la arquitectura de dos niveles
- [f28] OpenEHR vista de paquetes
- [f29] elementos que forman los documentos clínicos según OpenEHR
- [f30] modelo del proceso de resolución de problemas clínicos
- [f31] diagrama UML del modelo de entradas OpenEHR
- [f32] evolución de una observación en distintos momentos
- [f33] protocolo de medida de la presión arterial
- [f34] registro SOEP (Subjetivo, Objetivo, Evaluación, Plan) modelado con OpenEHR
- [f35] examinación ocular modelada con tablas en OpenEHR
- [f36] instrucción de terapia medicamentosa
- [f37] arquitectura de AEI
- [f38] diagrama UML de la clase TemplateManager
- [f39] diagrama UML del Template Object Model
- [f40] diagrama UML de la clase ArchetypeManager
- [f41] diagrama UML del componente GuiGen
- [f42] interfaz original en soporte papel
- [f43] interfaz propuesta para el soporte papel
- [f44] prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de credenciales de una persona
- [f45] prototipo de GUI web, pantalla de listado de episodios
- [f46] prototipo de GUI web, pantalla de ingreso a las secciones del registro clínico del episodio
- [f47] prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de información clínica en la etapa de evaluación primaria

[f48] prototipo de GUI web, pantalla de ingreso de los diagnósticos codificados  
[f49] diagrama UML del paquete binding  
[f50] diagrama simplificado del modelo de referencia de OpenEHR  
[f51] flujo de estados del registro clínico  
[f52] diagrama UML de los paquetes demographic y auth  
[f53] flujo de identificación del paciente  
[f54] diagrama UML de la clase AuthorizationService  
[f55] diagrama UML del adaptador de la herramienta de consola QR de DCM4CHE  
[f56] diagrama UML del modelo de información del paquete aei  
[f57] diagrama UML de clases involucradas en la creación de CDA  
[f58] diagrama UML del componente manejador de eventos  
[f59] diagrama UML de componentes involucrados en el cálculo de indicadores  
[f60] diagrama UML de la interfaz ServicioTerminologico  
[f61] archivos de configuración de i18n en Grails  
[f62] interfaz de usuario del registro clínico del triage  
[f63] interfaz de usuario, registro clínico de evaluación inicial  
[f64] interfaz de usuario, registro clínico de diagnósticos  
[f65] búsqueda del diagnóstico “fractura pierna”  
[f66] búsqueda del diagnóstico “esguince tobillo”  
[f67] búsqueda del diagnóstico “quemadura cabeza”  
[f68] diagnósticos seleccionados desde los resultados de las búsquedas  
[f69] diagrama UML con los servicios utilitarios  
[f70] diagrama UML de clases involucradas en la creación de CDA  
[f71] diagrama UML de instancias de clases que calculan indicadores  
[f72] ejemplo de presentación de un indicador asistencial  
[f73] diagrama UML de clases usadas para el cálculo y presentación de indicadores

## Índice de tablas

[t1] cálculo del RTS  
[t2] puntuaciones AIS para gravedad de heridas  
[t3] expresiones gráficas de controles HTML para formularios  
[t4] correspondencia entre tipos de nodos de arquetipos OpenEHR y controles HTML  
[t5] correspondencia ente conceptos del dominio y conceptos OpenEHR

## Glosario

AIS: Abbreviated Injury Scale (Sirve para calcular ISS)  
ARM: Asistencia Respiratoria Mecánica  
ASTM: American Society for Testing and Materials (SDO)  
BSC: Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard)  
CCD: Continuity of Care Document  
CCR: Continuity of Care Record  
CDA: Clinical Document Architecture  
CDR: Clinical Data Repository  
CIE: Clasificación estadística internacional de enfermedades y otros problemas de salud.  
CTI: Centro de Tratamiento Intensivo  
DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine  
DSL: Lenguaje Específico de Dominio  
EEM: Escala de Evaluación Motora (Sirve para calcular grado de lesión espinal)  
EHR: Electronic Health Record  
ESB: Enterprise Service Bus  
FC: Frecuencia Cardíaca  
FR: Frecuencia Respiratoria  
GCS: Glasgow Coma Scale  
GUI: Graphic User Interface  
HC: Historia Clínica (formato papel)  
HCE: Historia Clínica Electrónica  
HCT: Historia Clínica de Trauma (formato papel)  
HCET: HCE de Trauma  
HIS: Hospital Information System  
HL7: Health Level Seven (SDO)  
HTML: Hypertext Markup Language  
IM: Modelo de Información (Information Model)  
ISS: Injury Severity Score (Escala de Severidad del Trauma)  
MVC: Model View Controller  
NEMA: National Electrical Manufacturers Association  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
PA: Presión Arterial  
PACS: Picture Archiving and Communication System  
PAS: Presión Arterial Sistólica  
PAD: Presión Arterial Diastólica  
PCR: Paro Cardiorrespiratorio  
PHR: Personal Health Record  
RIS: Radiology Information System  
RM: Reference Model (Modelo de Referencia)  
RTS: Revised Trauma Score (Escala de Trauma Revisada)  
SDO: Standard Development Organization  
TCE: trauma craneoencefálico  
UCI: Unidad de Cuidados Intensivos (análogo CTI)  
UML: Unified Modeling Language  
XML: eXtensible Markup Language

## Anexos

### Anexo 1: investigación sobre OpenEHR

Este anexo intenta dar una idea resumida de qué es el estándar OpenEHR, para qué sirve y cómo se utiliza en el dominio médico. Este es el resultado de la investigación del estándar OpenEHR hecha para el proyecto TRAUMAGEN. La especificación del estándar puede encontrarse aquí: <http://www.openehr.org>

#### *Introducción*

Aunque las TICs son usadas constantemente en diversos dominios, están lejos de ser aplicadas con efectividad en la Asistencia Sanitaria. El objetivo de OpenEHR es permitir la aplicación efectiva de las TICs en el dominio de la Asistencia Sanitaria, para permitir enfrentar el principal problema en este dominio, que es la falta de información computable y que pueda ser compartida entre múltiples actores [10]. Uno de los principales retos para las TICs es representar la semántica del dominio, ya que es mucho más compleja que en otros dominios [2]. Esta complejidad se debe a los múltiples procesos que se dan en paralelo en la atención de un mismo paciente, y en los múltiples actores que ejecutan estos procesos, sin mencionar que la gestión de todo el sistema es compleja porque los gestores no cuentan con información completa y en el momento en que la necesitan.

OpenEHR propone la necesidad de un **marco de trabajo orientado a la gestión del conocimiento clínico**, basado en ontologías, terminologías, y una plataforma computacional de salud abierta desde el punto de vista semántico, en la cual los conceptos clínicos complejos pueden ser representados y compartidos. Al mismo tiempo **se debe soportar la viabilidad económica de la construcción de sistemas informáticos de salud mantenibles y adaptables**.

Técnicamente, OpenEHR trata de crear especificaciones, software de código abierto y herramientas que ayuden en el desarrollo de sistemas de información en salud. En el espacio clínico trata de crear modelos clínicos de alta calidad, que a la vez sean reutilizables a nivel de contenidos y procesos, este modelo es conocido como "modelo de arquetipos", junto con contactos formales con las terminologías médicas [a1.01]. OpenEHR propone un paradigma de diseño basado en dos niveles, donde el Conocimiento Clínico y la Información Clínica, dentro de la Aplicación de Software, son dos componentes bien separados. Esto contribuye a la mantenibilidad y adaptabilidad tanto del software como del conocimiento clínico a medida que este cambia y se actualiza.

En pocas palabras, el paradigma de dos niveles consiste en:

- Separar conocimiento clínico de la aplicación de software,
- logrando una aplicación genérica capaz de adaptarse a los cambios en el conocimiento médico y en la tecnología.
- Necesita de un proceso de gestión del conocimiento clínico, para permitir que todos los sistemas de HCE usados en distintas organizaciones puedan basarse en definiciones de conceptos clínicos genéricos, siendo computables, consistentes y semánticamente equivalentes entre las distintas organizaciones.

- Esto permite que la representación del conocimiento evolucione bajo la responsabilidad de los Expertos del Dominio clínico, mientras que el software evoluciona por separado bajo la responsabilidad del Equipo Técnico.

El modelado del conocimiento clínico se realiza mediante arquetipos y plantillas. Un arquetipo está formado por un conjunto de restricciones sobre un modelo de información. Por ejemplo, en la base de conocimiento libre de OpenEHR podemos encontrar arquetipos que modelan los conceptos de “presión arterial”, “temperatura corporal”, “frecuencia respiratoria”, “evaluación de triage”, “transfusión de sangre”, entre otros. Cada arquetipo es expresado mediante un formalismo llamado Archetype Definition Language (ADL), cuya sintaxis define una forma computable para estos conceptos clínicos. El ADL representa un modelo de restricciones definido por OpenEHR, este modelo se llama Archetype Object Model (AOM), y es el modelo por el cual se restringe el modelo genérico de información de OpenEHR, el Reference Model (RM). Por otro lado, como en general los registros clínicos están formados por varios conceptos, los arquetipos se deben referenciar desde un plantilla. Las plantillas son interfaces entre el conocimiento en forma de arquetipos y la interfaz gráfica del sistema de registro y visualización de los datos clínicos. La especificación de los plantillas y su representación computable se encuentra en desarrollo y está incompleta, por lo que para el presente proyecto fue necesario diseñar plantillas propios.

### **Definición de Arquetipo:**

Expresión computable del contenido de un modelo de dominio en forma de declaraciones estructuradas de restricciones, basadas en un modelo de información de referencia. Los arquetipos OpenEHR se basan en el modelo de referencia de OpenEHR (OpenEHR RM). Los arquetipos son expresados mediante el mismo formalismo (ADL). En general se definen para un re-uso global, sin embargo, pueden ser especializados a fin de incluir particularidades locales. Pueden alojar cualquier número de idiomas naturales y terminologías [47].

### **Definición de Plantilla:**

Es una definición utilizable directamente a nivel local, que compone arquetipos en estructuras mayores, que con frecuencia se corresponden con formularios en pantalla, documentos, reportes o mensajes. Una plantilla puede añadir nuevas restricciones locales sobre los arquetipos que referencia, incluyendo la eliminación o la imposición de secciones opcionales, y pueden definir valores por defecto [47].

Las propiedades y aplicaciones de los arquetipos se resumen en este esquema:

- **Los arquetipos pueden componerse:** Pueden encadenarse para definir grandes composiciones de información clínica.
- **Los arquetipos pueden especializarse:** De forma análoga al paradigma de Orientación a Objetos, los arquetipos pueden especializarse, definiendo arquetipos con restricciones menos estrictas, y sus especializaciones pueden definir restricciones más precisas, creando una versión más restrictiva del mismo arquetipo.
- **Los arquetipos pueden versionarse:** Las versiones se utilizan cuando se encuentra un error en un arquetipo existente, donde la nueva versión ocupa el lugar de la versión

anterior. Con el cuidado de que la información registrada para la vieja versión del arquetipo debe ser migrada para se compatible con la nueva versión. Un algoritmo para convertir información debe ser definido formalmente e implementado para llevar la migración a cabo.

- **Los arquetipos tienen un mecanismo interno de direccionamiento:** Mediante las “rutas”, cada nodo del arquetipo puede ser referenciado. Esto permite que las restricciones de cada nodo del AOM puedan ser aplicadas individualmente a cada nodo del RM.
- **La información del RM contiene los identificadores y las rutas de los arquetipos que los restringen:** la información necesita incluir el identificador del arquetipo para asegurar que el arquetipo correcto puede ser encontrado a posteriori para: la modificación de datos: actualización / corrección., y realizar consultas: bajo demanda / soporte a la toma de decisiones. Los identificadores de arquetipo son incluidos en los nodos raíz de la información en estructuras del RM. Luego a fin de coincidir los nodos de información y los nodos de los arquetipos, la información debe contener significados normalizados de arquetipos y nombres para mostrar.
- **Los arquetipos para realizar consultas inteligentes:** el identificador, la interfaz y la estructura interna de rutas de un arquetipo, sumado a el identificador de arquetipo dentro de las estructuras del RM, permiten que la estructura interna de la información sea conocida sin mirar su contenido. Partes de las consultas complejas pueden ser satisfechas sin recuperar documentos potencialmente grandes (transacciones de HCE), solo la comparación de valores requieren pedir la estructura completa.

Sumado a los objetivos de OpenEHR, en cuanto a la problemática de la aplicación de TICs en la Asistencia Sanitaria, **la propuesta de OpenEHR es en sí una arquitectura para implementar cualquier sistema de HCE.** La arquitectura OpenEHR incorpora 15 años de investigación de numerosos proyectos y estándares alrededor del mundo y fue diseñada basándose en requerimientos capturados durante varios años.

Debido a que la arquitectura propuesta es altamente genérica, y al estar basada particularmente en arquetipos, esta satisface varios requerimientos fuera del concepto original de la Historia Clínica Electrónica (HCE), por ejemplo, la misma arquitectura puede ser utilizada para la atención veterinaria. Esto se debe a que el Modelo de Referencia (RM) de OpenEHR incorpora solamente los conceptos genéricos relacionados con servicios y eventos administrativos, relacionados éstos a un “sujeto de cuidado” genérico. Es entonces, en los arquetipos y los plantillas donde las especificidades de los tipos de eventos de cuidado y sujetos del cuidado son definidas [42]. Una característica del modelo de referencia es que, al ser genérico, no define a priori la información que será almacenada en este, y esta capacidad es primordial ya que hace que el sistema sea altamente modificable debido a que los cambios en la información que se registra en el sistema no afectan a los esquemas de datos utilizados para la implementación del mismo.

En otra dimensión, aunque uno de los requerimientos para las HCE basadas en OpenEHR es que sea una HCE centrada en el paciente, longitudinal y compartida, no está limitada a esto y puede ser utilizada en atención puramente episódica (cómo los son la atención de emergencia o en la internación), para especialistas como una HCE para el departamento de radiología. Los requerimientos para varios tipos de HCE pueden ser categorizados basándose en dos dimensiones: el alcance y tipo de sujeto de cuidado como se muestra en la siguiente figura:

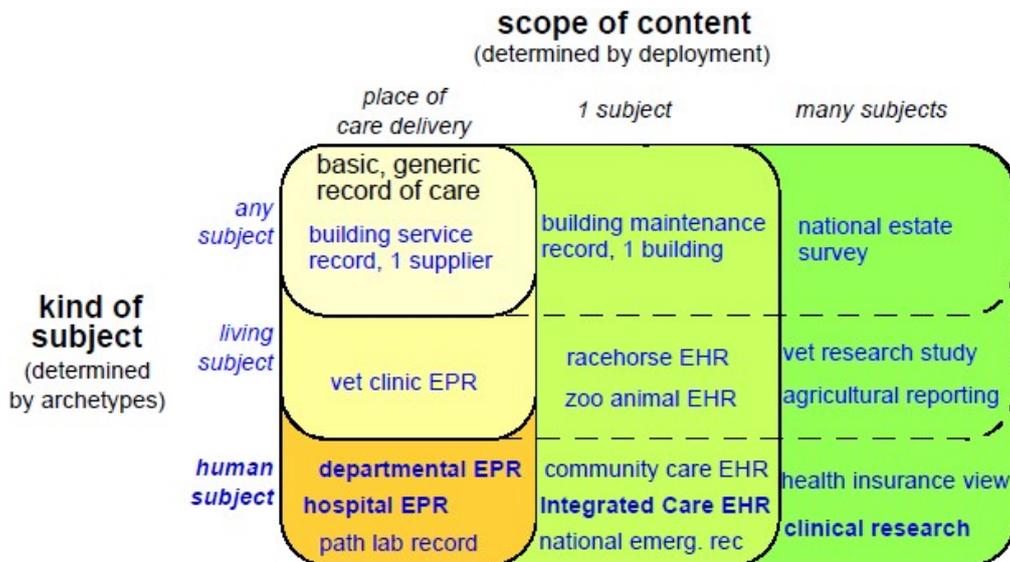


Fig. fa1.01: requerimientos satisfechos por OpenEHR, fuente: [42]

Otra característica de la arquitectura genérica de OpenEHR es que está fuertemente basada en estándares como ISO 18308, ISO 11404, ISO 8601, UCUM, y es compatible con estándares como CEN/ISO 13606, HL7 CDA, GEHR, Snomed, CIE.

### **Modelo de diseño en dos niveles**

Bajo el enfoque de dos niveles, un modelo de referencia estable constituye el primer nivel de modelado, mientras las definiciones formales de los conceptos clínicos en forma de arquetipos y plantillas, constituyen el segundo.

Solo el primer nivel compuesto por el modelo de referencia (RM) es implementado en el sistema de software, reduciendo significativamente la dependencia de los sistemas desplegados y la información sobre definiciones de contenido variables. Las únicas otras partes implementadas en el software son lenguajes y modelos de representación muy estables (lenguajes de programación, UML, XML Schema, OpenEHR Archetype Model, OWL). Como consecuencia los sistemas tienden a ser más pequeños y más mantenibles que los sistemas tradicionales con enfoque de un solo nivel, en los que el conocimiento del dominio está dentro de la aplicación de software. También son inherentemente auto-adaptables, ya que están diseñados para consumir arquetipos y plantillas a medida que sean desarrollados en el futuro.

Los arquetipos y plantillas también actúan como una puerta de enlace semántica bien definida hacia terminologías, clasificaciones y guías de prácticas clínicas informatizadas. La alternativa en el pasado ha sido el tratar de hacer que los sistemas funcionen únicamente como una combinación cableada “a mano” de software y terminología. Este enfoque es erróneo, puesto que las terminologías no contienen definiciones de los conceptos del dominio (por ejemplo el “resultado de microbiología”), si no hechos sobre el mundo real (por ejemplo: tipos de microbios y efectos de la infección en los humanos). El uso del arquetipado en OpenEHR engendra nuevas relaciones entre la información y los modelos, cómo se muestra en la fig. fa1.02.

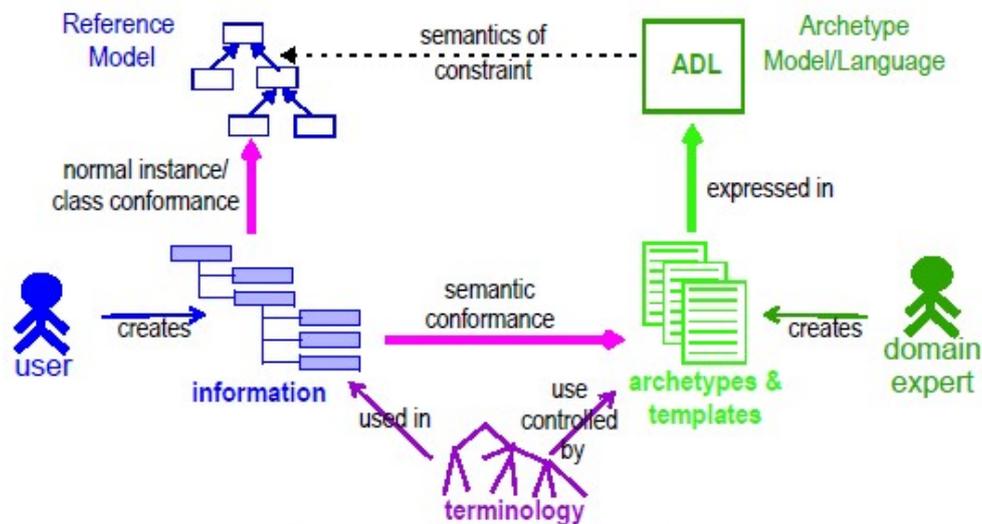


Fig. fa1.02: meta-arquitectura de arquetipos, fuente: [42]

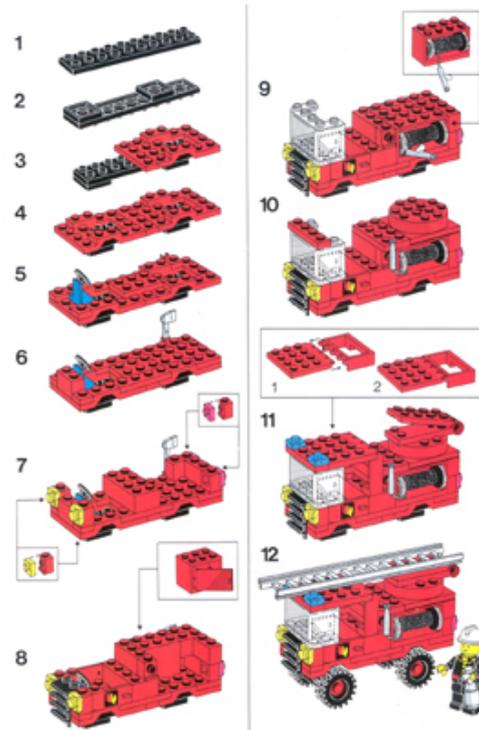
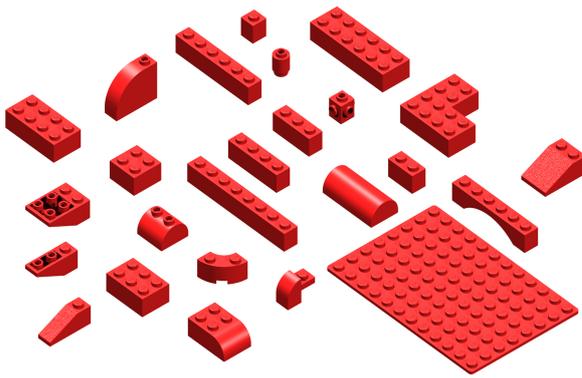
En esta figura, la información como la conocemos en sistemas de información tradicionales se ajustan a un modelo de objetos. Los sistemas diseñados en la forma “clásica” (es decir, donde toda la semántica es codificada dentro de la aplicación de software o en una base de datos), están limitados por este tipo de arquitectura. Con el uso del modelo en dos niveles, la información en tiempo de ejecución se ajusta semánticamente a los arquetipos y al modelo de referencia. Todos los arquetipos son expresados en un lenguaje genérico para definición de arquetipos, el ADL.

## Analogía con LEGO

El modelo de información de OpenEHR es como el conjunto de las piezas básicas de LEGO. Cada pieza define la semántica mínima como la forma que tiene y cómo se puede conectar con las otras piezas. No define en sí ninguna forma particular de cómo se deben utilizar, ni tampoco representan por sí solas ningún concepto de la realidad.

Por otro lado, los arquetipos son como los manuales de LEGO, en donde se especifica cómo se componen las piezas básicas (modelo de información) para representar un concepto de la realidad, en el caso de OpenEHR se busca representar un concepto del dominio clínico. Esta composición representa al concepto de la realidad, pero no es el concepto en sí.

Por ejemplo, la clase Action del OpenEHR RM modela una acción genérica. Si se quiere modelar la “administración de una droga”, mediante un arquetipo se define la información que se debe registrar dentro de la Action para modelar la “administración de droga”, donde se necesita el nombre de la droga, la dosis administrada, el lugar del cuerpo donde se administró y el método de administración. Estos serán los datos que se registran en el sistema de información informático y que representan una “administración de sustancia” que sucedió en la realidad.



## ***Cambiando la forma en la que hacemos software***

El enfoque propuesto por OpenEHR es muy ambicioso, ya que trata de resolver un problema muy complejo como lo es el lograr una arquitectura que pueda expresar la semántica del dominio clínico, pero a la vez sea lo suficientemente genérica para que se aplique en varios contextos, y que también sea viable desde el punto de vista económico tratando de lograr sistemas modificables, que duren decenas de años y que puedan adaptarse fácilmente a nuevos requerimientos. Para lograr estos objetivos se propone que no hay otro camino que cambiar la forma en la que pensamos y hacemos el software.

En la presentación de T. Beale [46], uno de los creadores de OpenEHR, presenta un conjunto de diagramas que muestran cómo se cambiaría el proceso de desarrollo de software desde el enfoque “clásico” (el enfoque actual) al enfoque del paradigma en dos niveles, el cambio más notable que podemos apreciar es que los Analistas de Requerimientos dejan de depender de los Expertos del Dominio, y que éstos últimos pasan a tener un rol más activo en el desarrollo, modelando el conocimiento clínico. Quitando así un nivel de indirección entre la especificación de los requerimientos y el Experto del Dominio, quien ahora es capaz de especificar directamente sus requerimientos. El problema del enfoque clásico es que los Analistas no son expertos en el dominio, por lo que para un dominio complejo como lo es el de la salud, se tarda mucho en entender los requerimientos de información, los procesos y los roles que participan y ejecutan esos procesos, además de que se pueden cometer faltas y errores debido también a la complejidad del dominio, aumentando los costos y tiempos de los proyectos de Historia Clínica Electrónica [66].

En los siguientes diagramas [46], T. Beale muestra cómo en el 1998 se trabajaba diseñando el modelo de información orientado a objetos, y también se debía diseñar el modelo de datos con su esquema a ser implementado en algún DBMS [fig. fa1.03]. En este enfoque, a medida que crecen los requerimientos del Experto del Dominio crece el modelo de información y funcionalidades del sistema.

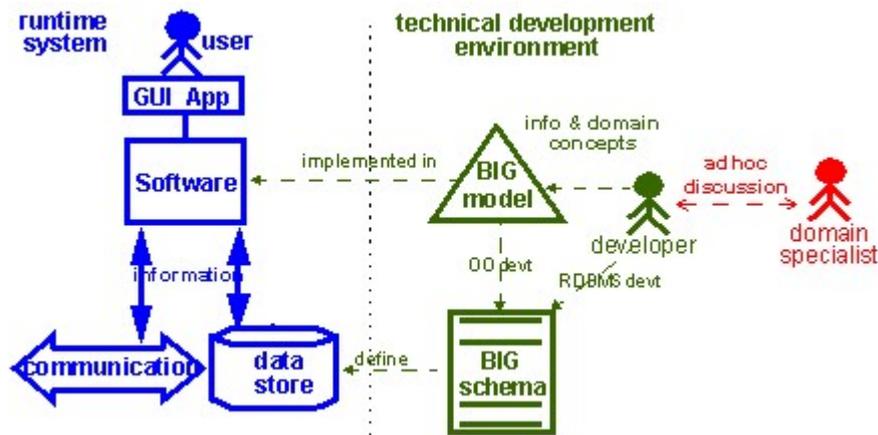


Fig. fa1.03: desarrollo de software en 1998, fuente [46]

En la fig. fa1.04 se muestra como unos años después se simplifica el trabajo del Analista, el cual gracias al uso de herramientas de ORM no necesita diseñar el modelo de datos concentrándose en el modelo de información, aún así éste último sigue aumentando en proporción a los requerimientos del Experto del Dominio. Por otro lado se agregan componentes de conocimiento particular del dominio clínico como ser las terminologías médicas y las clasificaciones ontológicas de la información.

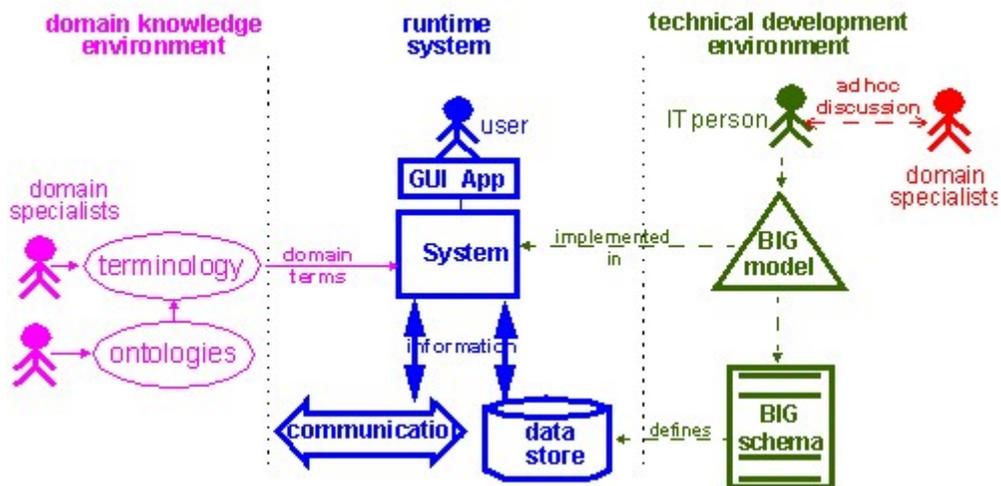


Fig. fa1.04: desarrollo de software en 2000, fuente [46]

En la fig. fa1.05 se muestra como luego los Expertos del Dominio ya son capaces de definir ellos mismos el conocimiento clínico que es la base de sus requerimientos sobre el sistema, quedando ahora el Analista sin tareas aparentes, ya que si el sistema que se creó es capaz de incorporar directamente los requerimientos de los Expertos, sus servicios no parecen ser necesarios. Pero en la fig. fa1.06 se muestra que estos Analistas y Desarrolladores del sistema de software ahora deben encargarse de otras tareas, como ser soporte de la aplicación de software, implementando modelos pequeños y actualizaciones que se hagan en las especificaciones de OpenEHR, y otras funcionalidades particulares para la aplicación de software o para la interoperabilidad entre sistemas de la organización donde se esté implementando la HCE. También muestra que el área de conocimiento del dominio se fue formalizando hasta llegar al uso de arquetipos como principal formalismo para expresar conceptos clínicos que serán parte del sistema. Y por último el componente de plantillas que es necesario para la presentación de estos conceptos al usuario.

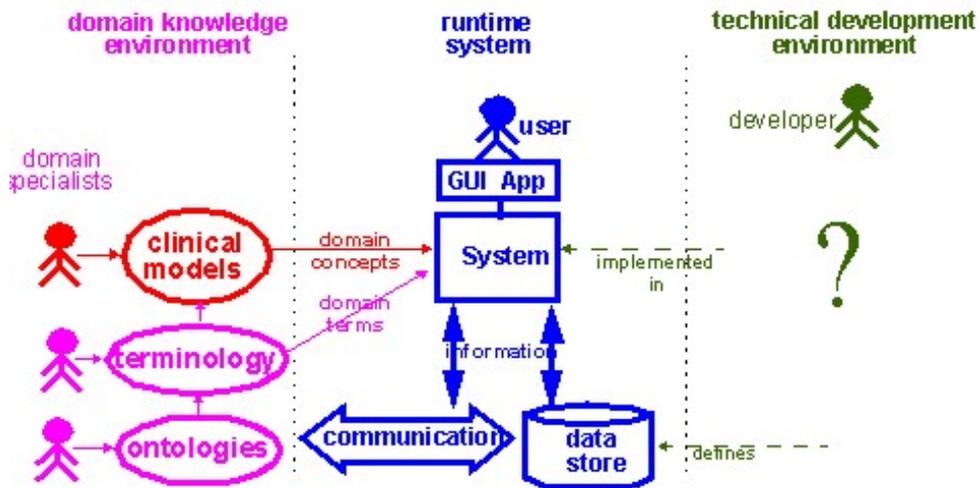


Fig. fa1.05: desarrollo de software en 2002, fuente [46]

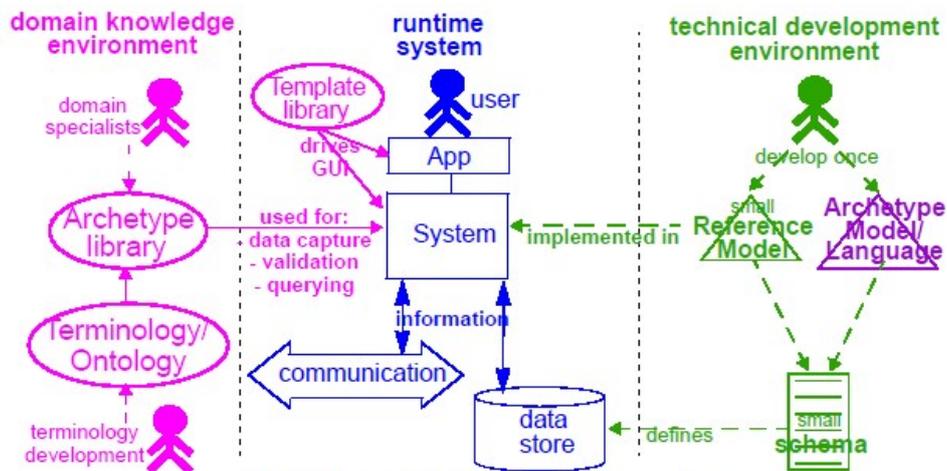


Fig. fa1.06: desarrollo de software utilizando el paradigma de dos niveles, fuente [46]

## Trabajos relacionados

Experiences with a Two-Level Modelling Approach to Electronic Health Records  
<http://www.jrpit.acs.org.au/jrpit/JRPITVolumes/JRPIT35/JRPIT35.2.121.pdf>

Templates and Archetypes: how do we know what we are talking about?  
[http://www.openehr.org/publications/archetypes/templates\\_and\\_archetypes\\_heard\\_et\\_al.pdf](http://www.openehr.org/publications/archetypes/templates_and_archetypes_heard_et_al.pdf)

Archetypes: Constraint-based Domain Models for Future-proof Information Systems  
[http://www.openehr.org/publications/archetypes/archetypes\\_beale\\_oopsla\\_2002.pdf](http://www.openehr.org/publications/archetypes/archetypes_beale_oopsla_2002.pdf)

## Referencias

[a1.01] OpenEHR-ES: comunidad OpenEHR en español  
<http://groups.google.com/group/openehr-es>

## Anexo 2: investigación sobre DICOM

Este anexo intenta dar una idea resumida de qué es el estándar DICOM, para qué sirve y cómo se utiliza en el dominio médico. Este es el resultado de la investigación del estándar DICOM hecha para el proyecto TRAUMAGEN.

La especificación del estándar puede encontrarse aquí: <http://medical.nema.org/>

### Introducción

DICOM es el estándar de-facto en lo que refiere a la imagenología médica digital. Su especificación está formada por 16 capítulos y es de libre acceso, por lo que se lo clasifica como “estándar abierto”. Esta especificación define los modelos de datos para las imágenes médicas digitales y reportes radiológicos, las transacciones y flujos de información entre los componentes del sistema, y los servicios que debe proveer cada componente para poder implementar estos flujos [a2.01]. El objetivo es informatizar el flujo de trabajo de pedido de estudios radiológicos y posterior obtención de los resultados, logrando mejorar los tiempos y disminuir las esperas, brindar accesibilidad ubicua a los estudios y sus resultados, ahorros en materiales de revelado (placas, químicos), menor exposición a radiación para el paciente, entre otros. En la fig. fa2.01 se comentan algunas ventajas del proceso digital.



Fig. fa2.01: proceso digital vs. proceso analógico, fuente: presentación “Imagen Digital Médica”, Ing. Rafael Sanguinetti.

## Componentes y comunicación

Un PACS está compuesto de cuatro elementos: servidor de imágenes, que es donde se almacenan las imágenes obtenidas desde varias modalidades (ver anexo 3); las estaciones de trabajo, que acceden a las imágenes del servidor; y la red que interconecta todos los elementos, incluyendo la conexión con las modalidades [a2.02]. Las distintas modalidades cuentan con una capacidad limitada de almacenamiento de estudios radiológicos digitales, por eso es necesario el servidor de imágenes, que cuenta con una capacidad superior. El servidor permite el acceso a las imágenes desde múltiples estaciones de trabajo. Al mover los estudios de las modalidades al servidor se libera el espacio, lo que permite realizar y guardar temporalmente nuevos estudios en estas. Una vez que las imágenes están en el servidor, utilizando un software cliente se buscan y descargan las imágenes desde el servidor para visualización y manipulación en cualquier estación de trabajo. El primer pedido al servidor lo realiza el médico radiólogo, que es quien analiza las imágenes en una estación diagnóstica y genera el informe radiológico. Las estaciones diagnósticas tienen más prestaciones que las estaciones de trabajo comunes, por ejemplo se utilizan monitores de “grado médico” que son superiores a los monitores comunes. Por ejemplo para diagnosticar una mamografía es necesario un monitor de 5mp, que como mínimo cuestan 17.000 USD, que es más de 56 veces el precio de un monitor común<sup>1</sup>. Luego de realizado el informe de radiología, el mismo se almacena dentro del estudio en el servidor. Luego, el médico que pidió el estudio puede acceder al informe y a las imágenes, cerrando así el ciclo desde el pedido del estudio hasta la recepción del resultado. Hoy en día es frecuente que las modalidades vengan de fábrica con interfaces DICOM listas para ser usadas directamente en un PACS. En la fig. fa2.02 se muestra un diagrama de los sistemas involucrados en los flujos de solicitud, creación, transmisión, almacenamiento y búsqueda de estudios radiológicos digitales.

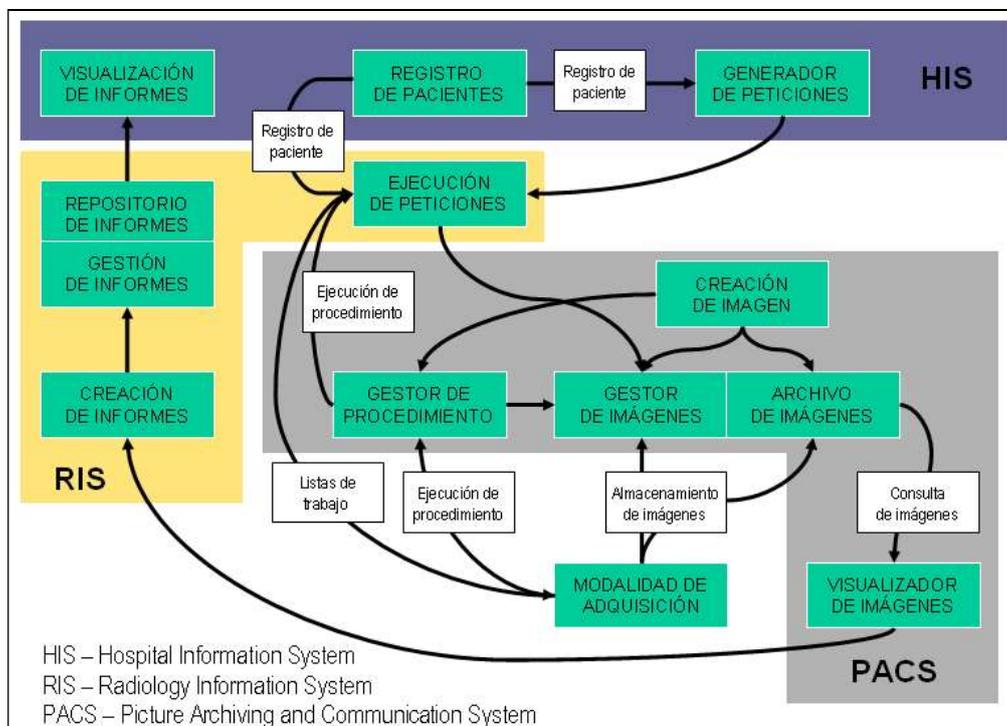


Fig. fa2.02: sistemas involucrados en el flujo de trabajo sobre estudios radiológicos, fuente: curso de imágenes médicas, NIB [a2.03].

<sup>1</sup> [http://medicaldisplaysforless.com/product\\_largeimage.cfm?pk\\_product=434](http://medicaldisplaysforless.com/product_largeimage.cfm?pk_product=434)

## Representación de datos

El objeto de información DICOM puede representar tanto imágenes como informes radiológicos, señales de audio, video, electrocardiograma, etc. El mismo está compuesto de un cabezal y una sección de datos. En el cabezal se incluye toda la información de contexto de ese objeto, tal como: información del paciente, del equipo en el que fue creado, del estudio y serie a los que pertenece, e información sobre la representación de los datos de la imagen. La sección de datos está codificada según la información de representación de la imagen del cabezal del objeto DICOM. En la fig. fa2.03 se muestra la información en el cabezal DICOM [a2.04].

Cada atributo del cabezal DICOM tienen una etiqueta numérica asociada. Las etiquetas pueden ser propias del estándar o implementadas por distintos proveedores. Las etiquetas estándar terminan en un número par mientras que las implementadas por los proveedores terminan en impar. La lista de etiquetas DICOM puede encontrarse en el capítulo 6 de la norma DICOM [a2.05].

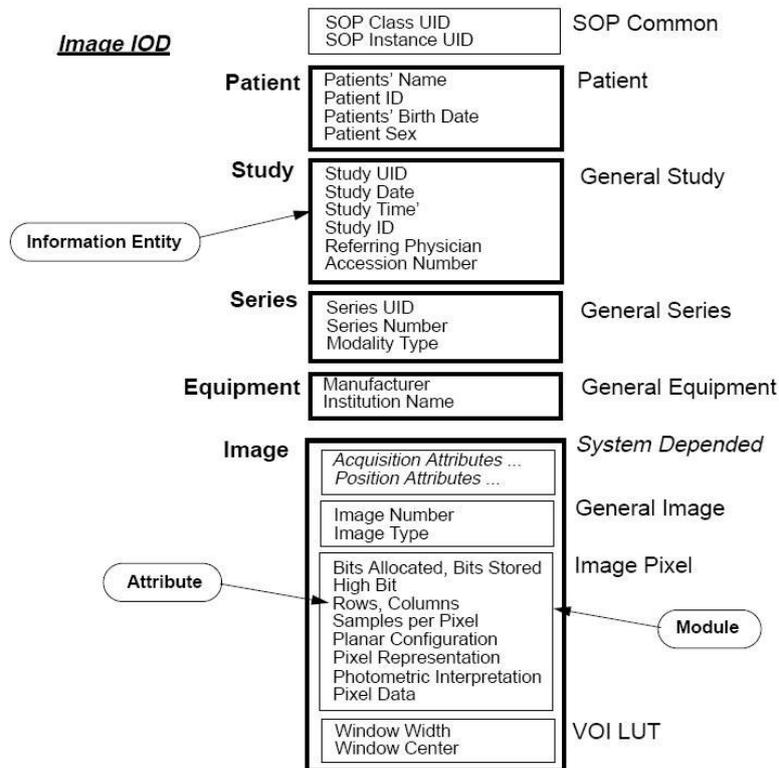


Fig. fa2.03: cabezal del objeto DICOM, fuente [a2.03]

Internamente los objetos DICOM se organizan en tres niveles, el nivel de estudios, el de series y el de objetos. Se puede considerar un cuarto nivel, el de pacientes. Los pacientes pueden tener varios estudios en varias modalidades (ver anexo 3) cada uno. Cada estudio puede contener varias series, y cada serie varios objetos DICOM como imágenes e informes (ver figura fa2.04).

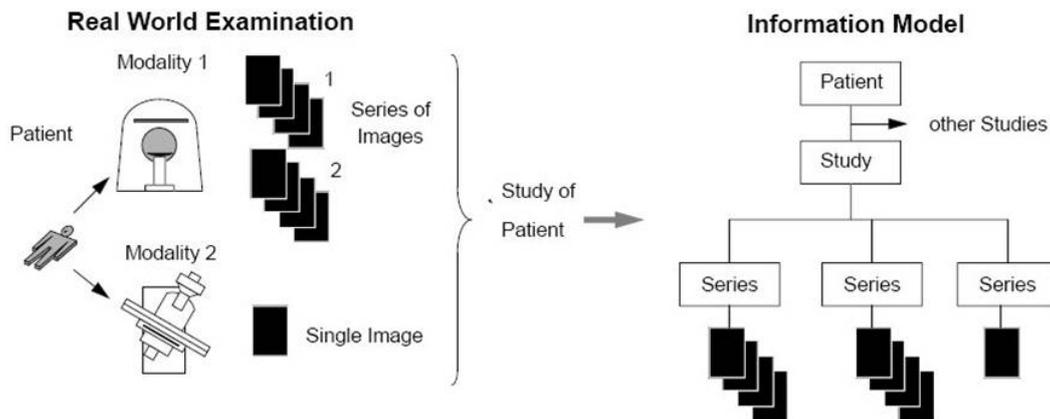


Fig. fa2.04: estructura interna de los estudios DICOM, fuente [a2.04]

## Servicios DICOM

Los objetos de información DICOM son utilizados para comunicar varias imágenes y datos relacionados entre componentes de hardware, aunque dicha información aislada no es suficiente para asegurar la correcta operación. En la comunicación con dispositivos, uno necesita que estos dispositivos hagan algo (las estaciones de trabajo muestran información, las impresoras imprimen, el archivo almacena, etc.). DICOM provee servicios estándar que son utilizados con los objetos de información DICOM. Estos fueron construidos sobre un conjunto de servicios elementales, y como DICOM tiene objetos de información normalizados y compuestos (composite), hay dos tipos de servicios, los normalizados y los compuestos. Los servicios son implementados utilizando un elemento de servicio (Service Element) [a2.06].

DICOM crea servicios complejos a partir de un conjunto de servicios simples llamados DICOM Message Service Elements (DIMSEs), hay servicios utilizados para objetos de información compuestos (DIMSE-C) y seis para objetos de información normalizados (DIMSE-N). Estos "DIMSEs" caen en categorías de operaciones como "STORE" (almacenamiento de datos) o "NOTIFICATIONS" (reportar eventos que ocurren hacia algún dispositivo). Estos DIMSEs simples son utilizados para crear los servicios que esperamos que provea un PACS. Esto incluye servicios de "STORAGE" o de "QUERY-RETRIEVE" que causa que un dispositivo sea consultado y se obtenga un resultado del mismo. Algunos servicios como "STORAGE" tienen una contraparte DIMSE directa, sobre la cual el servicio de almacenamiento de DICOM puede invocar el servicio "STORE" de la DIMSE. Otros servicios requieren más de una DIMSE para ser creados, p.e. "QUERY-RETRIEVE" la cual utiliza los DIMSEs "FIND", "GET" y "MOVE".

### Clases servicio DICOM:

Como DICOM está Orientado a Objetos, se referencia a los servicios como "clases servicio", en parte porque un servicio dado puede ser aplicado a una variedad o "clase" de objetos de información.

También es importante saber si un dispositivo provee un servicio o lo utiliza, DICOM refiere a esto como el Rol del Servicio. Los dispositivos deben ser proveedores de un servicio, usuarios de un servicio, o ambos. Por lo tanto, ante un intercambio entre dispositivos no solo es necesario proveer que "clases servicio" son soportadas, si no también en que rol juega el dispositivo.

El par “clase servicio” y “objeto de información” se combina para lograr una unidad funcional llamada SOP (Service Object Pair).

Las clases de servicio DICOM son:

- Composite
  - Verification
  - Storage
  - Query/Retrieve
  - Study Content Notification
- Normalized
  - Patient Management
  - Study Management
  - Results Management
  - Basic Print Management

## **Descripción de los servicios DICOM**

### **Servicios DIMSE-C**

- El servicio C-STORE es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar el almacenamiento de la información de una instancia de un SOP compuesto.
- El servicio C-FIND es invocado por un usuario de servicio DIMSE para obtener una lista de atributos de instancias de SOPs pedidos que se correspondan con una serie de atributos brindados.
- El servicio C-GET es invocado por un usuario de servicio DIMSE para obtener información de uno o más objetos de información, basado en los atributos suministrados para invocar al servicio.
- El servicio C-MOVE es invocado por un usuario de servicio DIMSE para mover información de una o más instancias de SOP compuestas, a un usuario de servicios DIMSE de terceros, basado en los atributos suministrados para invocar al servicio.
- El servicio ECHO es invocado por un usuario de servicio DIMSE para verificar que la comunicación de extremo a extremo con un usuario de servicio DIMSE.

### **Servicios DIMSE-N**

- El servicio N-EVENT-REPORT es invocado por un usuario de servicio DIMSE para reportar un evento acerca de una instancia de SOP.
- El servicio N-GET es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar la transferencia de información.
- El servicio N-SET es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar la modificación de información.
- El servicio N-ACTION es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar a un usuario de servicio DIMSE para realizar una acción.
- El servicio N-CREATE es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar a un usuario de servicio DIMSE que cree una instancia de un objeto de información.
- El servicio N-DELETE es invocado por un usuario de servicio DIMSE para solicitar a un usuario de servicio DIMSE la eliminación de un objeto de información.

## **Referencias**

[a1.01] IMÁGENES DIAGNOSTICAS Y COMUNICACIONES EN MEDICINA,  
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO

[http://www.telemedicina.buap.mx/Archivos/Estandar\\_4.pdf](http://www.telemedicina.buap.mx/Archivos/Estandar_4.pdf)

[a2.02] Ing. Rafael Sanguinetti, presentación: Imagen Digital Médica

[a2.03] Curso de imágenes médicas, núcleo de ingeniería biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería.

<http://www.nib.fmed.edu.uy/imagemed/imagemed.html>

[a2.04] A very Basic DICOM Introduction, DCM4CHE.org

<http://www.dcm4che.org/confluence/display/d2/A+Very+Basic+DICOM+Introduction>

[a2.05] Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 6: Data Dictionary

[a2.06] Steven C. Horii, MD, A Nontechnical Introduction to DICOM: DICOM Services.

<http://www.rsna.org/Technology/DICOM/intro/services.cfm>

# **Anexo 3: investigación sobre modalidades DICOM**

## ***Introducción***

El presente documento es el resultado de la recopilación de información sobre las modalidades imagenológicas soportadas por DICOM más comúnmente utilizadas. Esta recopilación se realizó en el marco de la comprensión del tema y búsqueda de información sobre el estado del arte en imagenología médica digital (estudios médicos que requieran imágenes).

La representación de cada modalidad en la norma DICOM se realiza a través de módulos de información que dependiendo de cada modalidad su inclusión puede ser: “requerida”, “opcional” o “condicional”. Esta información la podemos encontrar en el apéndice A del documento 3 del estándar DICOM bajo el título: Composite information object definitions – Normative.

Para cada modalidad se presentara una breve descripción y las fuentes de la información recabada. Si bien se investigaron todas las modalidades soportadas por DICOM, aquí se presentan solo las más comúnmente utilizadas, ya que para muchas modalidades nuevas su uso no está ampliamente difundido, incluso algunas todavía no tienen aprobación para realizarse como exámenes médicos.

## ***Modalidades***

### **CR: radiografía computarizada**

La Radiografía Computarizada (CR), es una tecnología digital para la adquisición de imágenes radiográficas que en los últimos años ha ido incrementando cada vez más su presencia en los Servicios de Diagnóstico por la Imagen. Esto es debido a que para su instalación y uso no es necesario sustituir los equipos de rayos X en funcionamiento en los servicios de Radiodiagnóstico. Esta tecnología se basa en las propiedades emisoras del fósforo fotoestimulable con que están fabricadas las pantallas utilizadas (que en adelante denominaremos fósforos). Durante la irradiación, la energía de los rayos X es depositada en los fósforos, que posteriormente son estimulados con un haz láser y emiten esa energía en forma de luz visible. La luz recogida de cada punto de la pantalla es amplificada y convertida en señal digital. Estos datos digitales son a continuación tratados con distintos algoritmos de procesado para obtener una imagen óptima para el diagnóstico médico.

Fuentes:

J. I. Jiménez Alarcón, M. L. Chapel Gómez, A. T. Núñez Quintanilla, Evaluación del sistema de radiografía computarizada Konica REGIUS 170, Revista de Física Médica; 6(2): 71-80, 2005.

[http://www.sefm.es/fisica-medica/es/download/?n=2005\\_2\\_6\\_evaluacion-sistema-radiog&idf=209\\_160\\_pdf\\_docrev](http://www.sefm.es/fisica-medica/es/download/?n=2005_2_6_evaluacion-sistema-radiog&idf=209_160_pdf_docrev)

ILOG SA, Radiografía Computarizada

[http://www.ilogsa.com/nueva\\_web/Productos/Radiografia/ImgDig\\_radComp.html](http://www.ilogsa.com/nueva_web/Productos/Radiografia/ImgDig_radComp.html)

## **CT: tomografía computarizada**

La tomografía computada (CT o CAT, por sus siglas en inglés) combina la ciencia de los rayos X con la tecnología computarizada para producir imágenes más enfocadas e informativas que los rayos X tradicionales. Las tomografías computadas producen imágenes claras de los huesos, tejidos blandos, órganos, discos intervertebrales y médula espinal. Las imágenes pueden reproducirse en tonos de negro/gris/blanco o en color. Para mejorar la imagen puede inyectarse al paciente un medio de contraste (tinción) durante la prueba. Se pueden crear modelos tridimensionales de órganos juntando los cortes individuales inclusive pintar con diferentes colores a los diferentes órganos. Durante una tomografía, una serie de rayos X se dirigen en ángulos específicos para atravesar la parte del cuerpo que se está examinando. Un detector del lado opuesto transmite los detalles de la exploración a una computadora, la cual analiza la información y produce imágenes transversales de esa parte del cuerpo. Las imágenes transversales o “rebanadas” se conocen como tomogramas. Las imágenes pueden mostrarse en un monitor, guardarse como archivos en la computadora, o imprimirse en película común de rayos X.

Fuentes:

Shaw AS, Dixon AK. Multidetector computed tomography. In: Grainger RC, Allison D, Adam, Dixon AK, eds. *Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging*. 4th ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2001:chap 4.

Scoliosis and Spine Associates, Tomografía Computada

<http://www.scoliosisassociates.com/subject.php?pn=tomografia-computada-027>

## **MR: resonancia magnética**

La resonancia magnética es el más reciente avance tecnológico de la medicina para el diagnóstico preciso de múltiples enfermedades, aún en etapas iniciales.

Está constituido por un complejo conjunto de aparatos emisores de electromagnetismo, antenas receptoras de radio frecuencias y computadoras que analizan datos para producir imágenes detalladas, de dos o tres dimensiones con un nivel de precisión nunca antes obtenido que permite detectar, o descartar, alteraciones en los órganos y los tejidos del cuerpo humano, evitando procedimientos molestos y agresivos como mielografía (punción lumbar), artrografía (introducción de medios de contraste en articulaciones) y otros que involucran una agresión o molestia para el paciente.

Para producir imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gama o X), la resonancia magnética se obtiene al someter al paciente a un campo electromagnético con un imán de 1.5 Tesla, equivalente a 15 mil veces el campo magnético de nuestro planeta. Este poderoso imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de hidrógeno que conforman los tejidos humanos, los cuales, al ser estimulados por las ondas de radio frecuencia, salen de su alineamiento normal. Cuando el estímulo se suspende, los protones regresan a su posición original, liberando energía que se transforma en señales de radio para ser captadas por una computadora que las transforma en imágenes, que describen la forma y funcionamiento de los órganos.

Fuentes:

Dr. Manuel Martínez López, Resonancia Magnética  
<http://www.ciberhabitat.gob.mx/hospital/rm/index.html>

## **NM: medicina nuclear**

La medicina nuclear es un área especializada de la radiología que utiliza cantidades muy pequeñas de sustancias radioactivas, o radiofármacos, para examinar la función y estructura de un órgano. La generación de imágenes en la medicina nuclear es una combinación de muchas disciplinas diferentes, entre ellas la química, la física, las matemáticas, la tecnología informática y la medicina. Esta rama de la radiología se utiliza a menudo para ayudar a diagnosticar y tratar anomalías muy temprano en la progresión de una enfermedad, como un cáncer de tiroides.

Como los rayos X atraviesan los tejidos blandos como intestinos, músculos y vasos sanguíneos, es difícil visualizarlos con rayos X convencionales, salvo que se utilice un agente de contraste para facilitar la visualización del tejido. El método de imágenes nucleares permite la visualización de la estructura y la función órganos y tejidos. El grado de absorción o “captación” del radiofármaco por un órgano o tejido específico puede indicar el nivel de funcionalidad del órgano o tejido en estudio. Por lo tanto, los rayos X de diagnóstico se usan principalmente para estudiar la anatomía, mientras que las imágenes nucleares se utilizan para estudiar la función de órganos y tejidos.

Fuentes:

University of Virginia, La Medicina Nuclear  
[http://www.healthsystem.virginia.edu/UVAHealth/adult\\_radiology\\_sp/nucmed.cfm](http://www.healthsystem.virginia.edu/UVAHealth/adult_radiology_sp/nucmed.cfm)

Radiology Info Org, General Nuclear Medicine  
<http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=gennuclear>

## **US: ecografía / ultrasonido / sonografía / ultrasonografía**

En qué consiste el diagnóstico por imágenes con ultrasonido general.

La máquina de ultrasonido crea imágenes que permiten examinar varios órganos en el cuerpo. Esta máquina envía ondas sonoras de alta frecuencia que hacen eco en las estructuras corporales y un computador recibe dichas ondas reflejadas y las utiliza para crear una imagen. A diferencia de los [Rayos X](#), en este examen no se presenta ninguna exposición a la radiación ionizante. Al igual que cualquier onda, el ultrasonido sufre el fenómeno de atenuación dentro de las diferentes estructuras del cuerpo, como regla general a mayor frecuencia se logra menor penetración y a la inversa, a menor frecuencia podemos lograr mayor penetración.

Las frecuencias típicas utilizadas para aplicaciones en abdomen pueden ir desde 2,0 MHz a 5,0 MHz mientras que para regiones como mama, musculo-esqueleticas, tiroides, etc., las frecuencias pueden oscilar entre 8,0 MHz a 16,0 Mhz.

Fuentes:

Cosgrove DO, Meire HB, Lim A, Eckersley RJ. Ultrasound: general principles. In: Grainger RC, Allison D, Adam, Dixon AK, eds. *Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging*. 4th ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2001:chap 3.

Dr Gonzalo E. Díaz M., Ecografía CAD en Color  
<http://www.drgdiaz.com/eco/index.shtml>

## **XA: X-Ray angiography, angiografía o arteriografía por rayos X**

La angiografía es un examen de diagnóstico por imagen utilizado para visualizar el interior de los vasos sanguíneos y órganos del cuerpo, con particular interés en las arterias, venas y cámaras del corazón

El médico usa un catéter (un tubo flexible largo y delgado) para inyectar una tintura en la arteria y tomar radiografías (rayos X), que sirven para ver si hay problemas ya sean malformaciones u obstrucciones totales o parciales. La angiografía le permite al médico estudiar la parte interna de un vaso sanguíneo para ver si está estrecho, pierde sangre, tiene una forma irregular, o si está agrandado o bloqueado. La angiografía es un procedimiento de diagnóstico invasivo que se realiza en la sala de hemodinamia utilizando un equipo de angiografía (rayos X) y que produce imágenes radiológicas dinámicas (series de imágenes llamadas cuadros) de los vasos sanguíneos. El equipo incluye un tubo de rayos X que se coloca por detrás del paciente y un reforzador de imagen que recibe la imagen formada y amplificada que se envía a una cámara de vídeo. La señal de vídeo se transforma en digital y alimenta al sistema informático. Otras posibilidades de la angiografía es realizarlas por Resonancia Magnética Nuclear (RMN) o Tomografía Computarizada (TC)

### **Diferenciación según el objeto del estudio:**

**Arteriografía** es cuando el objeto de estudio son las arterias, **flebografía** cuando el objeto son las venas, **angiocardiografía** cuando el objeto son las arterias del corazón, **angioneumografía** cuando el objeto son los vasos sanguíneos de los pulmones y **linfografía** cuando se trata de los vasos linfáticos. Tradicionalmente se inyecta una sustancia de contraste en la sangre y se toman imágenes mediante rayos X para ver como fluye la sangre por los distintos vasos sanguíneos

### **Sub-modalidades o modalidades relacionadas:**

#### **3D-XA**

**Nombre en inglés:** Three-dimensional X-ray angiography

**Nombre en español:** angiografía 3D por rayos X

### **Fuentes:**

Hojas de Información Educativa para Pacientes, Greenwich Hospital  
[www.greenhosp.org/pe\\_pdf\\_espanol/cardiology\\_angiography.pdf](http://www.greenhosp.org/pe_pdf_espanol/cardiology_angiography.pdf)

Angiografía por cateter, Radiology Info Org.  
<http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=angiocath>

Angiografía  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Angiography>

## **PET: positron emission tomography / tomografía por emisión de positrones**

Técnica de diagnóstico por imagen similar a SPECT o CT (Tomografía Computada). En PET, radio nucleidos de corta vida son inyectados al paciente, adjuntos a una molécula de carga con afinidad al órgano o estructura específicos que se quiere estudiar. Los radio nucleidos envían un positrón que inmediatamente colisiona con un electrón, resultando en 2 rayos de alta energía en posiciones opuestas. Cuando estos rayos chocan contra un detector circular, una computadora puede calcular la línea recta desde donde salió el positrón inicial. Contando un gran número de rodamientos, el tamaño y posición del órgano o estructura puede ser determinado en tres dimensiones.

Fuentes:

Harry Loats, CT and SPECT Image Registration and Fusion for Spatial Localization of Metastatic Processes Using Radiolabeled Monoclonals, Loats Associates, Inc., Westminster, Maryland

<http://www.loats.com/docs/3DBS-CTandSPECT/CTandSPECT.htm>

PET, *GE Healthcare Glossary*

<http://www.medcyclopaedia.com/library/glossaries/pet.aspx?s=pet&mode=1&syn=&scope=>

PET, Wikipedia

[http://en.wikipedia.org/wiki/Positron\\_emission\\_tomography](http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography)

## **DX, DR: digital radiography (rayos X)**

Radiografía digital es una técnica de rayos X donde sensores de rayos X son utilizados en lugar de la película fotográfica tradicional. Las ventajas son varias, entre ellas se mejoran los tiempos ya que no es necesario pasar la película con la imagen por agentes químicos para revelarla y mejorarla, se puede mejorar de forma digital, además puede transferir las imágenes digitales a otros lugares físicos, también se utiliza menos radiación para producir una imagen con contraste similar a la radiografía convencional.

Fuentes:

Digital Radiography

[http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_radiography](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_radiography)

## **MG, MAMMO: mammography / mamografía**

La mamografía digital es similar a la mamografía estándar donde son utilizados rayos X para producir una imagen detallada del seno. En la mamografía digital se utiliza el mismo sistema que en la mamografía convencional, pero el mismo está equipado con un receptor digital y una computadora, en lugar de una película en una carcasa. Varios estudios demostraron que la mamografía digital es al menos tan precisa como la mamografía convencional.

Las estaciones de visualización de imágenes digitales permiten una visión más rápida del examen, resultando en tiempos más cortos de examinación lo que disminuye el tiempo de espera del paciente, aumentando la calidad de la atención. En las estaciones de visualización de mamografías digitales, las imágenes son adquiridas y visualizadas inmediatamente en el monitor. Los monitores para visualizar mamografías deben ser monitores de grado médico, aprobados por la FDA de EEUU. Los mismos deben tener una definición de imagen de 5 Mpx, por lo que un monitor común no sirve para realizar tareas diagnósticas sobre mamografías digitales por no tener el nivel de detalle ni la calidad de imagen suficiente para este fin.

Fuentes:

Digital Mammography, Imaginis.com, 2008.

[http://www.imaginis.com/breasthealth/digital\\_mammo.asp](http://www.imaginis.com/breasthealth/digital_mammo.asp)

Mammography, Radiology Info Org

<http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?PG=mammo>

Digital Mammography, University of South Florida

<http://marathon.csee.usf.edu/Mammography/Database.html>

## **Anexo 4: investigación sobre HL7 e IHE**

Este documento intenta dar una idea resumida de qué es el estándar HL7 para el manejo de información demográfica y la especificación IHE y sus perfiles que refieren a la administración de pacientes. Se describe para qué sirven y cómo se utilizan en el dominio médico estos estándares y especificaciones. Este es el resultado de la investigación del estándar HL7 y la especificación IHE hecha para el proyecto TRAUMAGEN.

La especificación de los perfiles IHE pueden encontrarse aquí:

<http://www.ihe.net/profiles/index.cfm>

La especificación del dominio “Patient Administration” de HL7 puede encontrarse aquí:

<http://www.hl7.org/v3ballot2008may/html/welcome/downloads/downloads.htm>

### ***Introducción***

La IHE es una organización que brinda pautas sobre cómo utilizar los estándares existentes dentro del dominio clínico en cuanto a los sistemas de información. Los principales estándares en los que depende son HL7 y DICOM. Sus especificaciones se dividen en dominios y en perfiles dentro de los dominios. Algunos dominios son: anatomía patológica, cardiología, infraestructura, laboratorio, radiología, entre otros. Dentro del dominio de infraestructura encontramos los perfiles PIX y PDQ. PIX sirve para resolver las referencias cruzadas en la identificación de los pacientes entre distintos hospitales, sitios, redes de información de salud de cambio, etc; y PDQ permite a las aplicaciones consultar en un servidor central y obtener información demográfica de un paciente. Estos perfiles se basan en el intercambio de los mensajes HL7 definidos dentro del dominio “Patient Administration” de HL7 [22].

### ***Perfil PIX***

Este perfil especifica las transacciones y mensajes HL7 necesarios para implementar las siguientes funcionalidades [a4.01]:

- Agregar pacientes al IMP.
- Modificar información de pacientes en el IMP.
- Notificar a otros participantes de eventos en el IMP.
- Resolver duplicados de información (si dos o más registros corresponden a la misma persona).

Debido a que las funcionalidades especificadas en PIX no serán implementadas dentro de este proyecto, no se profundizará en la descripción de este perfil. Toda la información está en la página web con la especificación del perfil [23].

## Perfil PDQ

El perfil PDQ es donde se definen las transacciones y mensajes HL7 para que distintas organizaciones puedan consultar índices de pacientes y obteniendo información demográfica consistente. La motivación de utilizar PDQ como protocolo de consultas de datos demográficos de pacientes es que será uno de los protocolos que se utilizará en FEMI (700.000 usuarios aprox.) y en ASSE (1.100.000 usuarios aprox.), para realizar la búsqueda de pacientes desde diversas instituciones. Por este motivo se lograría una gran adaptabilidad de la HCET al contexto nacional.

A nivel de implementación, la funcionalidad de búsqueda de pacientes implica básicamente el crear un mensaje en un formato XML dado, éste mensaje es enviado a un Web Service que lo procesa y devuelve un mensaje XML de respuesta. El mensaje enviado incluye el criterio de búsqueda de los registros que se desean obtener, y el mensaje recibido contiene una lista de candidatos, con los posibles registros que se corresponden con el criterio enviado inicialmente.

Las consultas PDQ se llevan a cabo implementando los mensajes “Patient Registry Find Candidates Query” y “Patient Registry Find Candidates Query Response”. El primero se utiliza para consultar y el segundo es el que devuelve la respuesta a la consulta. Los mensajes siguen el modelo de HL7. En la fig. fa4.01 se muestra el mensaje HL7 que se envía para hacer la consulta. En la misma se muestra que la consulta se realiza enviando una lista de parámetros que debe contener alguna información de las personas buscadas como: nombres y apellidos, fecha de nacimiento, sexo, identificadores globales o identificadores asignados por la institución que atiende al paciente. La fig. fa4.02 muestra la parte del mensaje HL7 de respuesta a la consulta PDQ en la que se especifica la información de los pacientes obtenidos como candidatos de la búsqueda. El listado de candidatos tiene los datos completos de las personas que se corresponden con el criterio de búsqueda ingresado en la consulta PDQ, incluyendo información de sus identificadores, nombres y apellidos, fecha de nacimiento, sexo, medios de comunicación (dirección, teléfono, email), dirección postal, nacionalidad, e información de las personas con las que está relacionado (familiares, responsables, etc.).

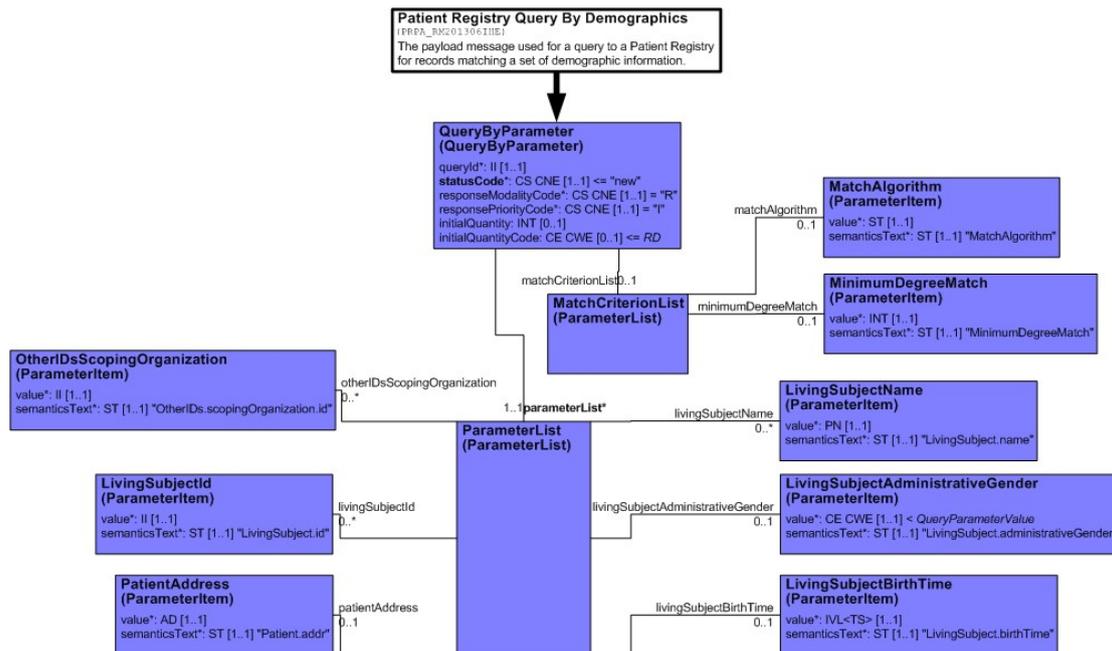


Fig. fa4.01: estructura de la consulta PDQ, fuente [23]

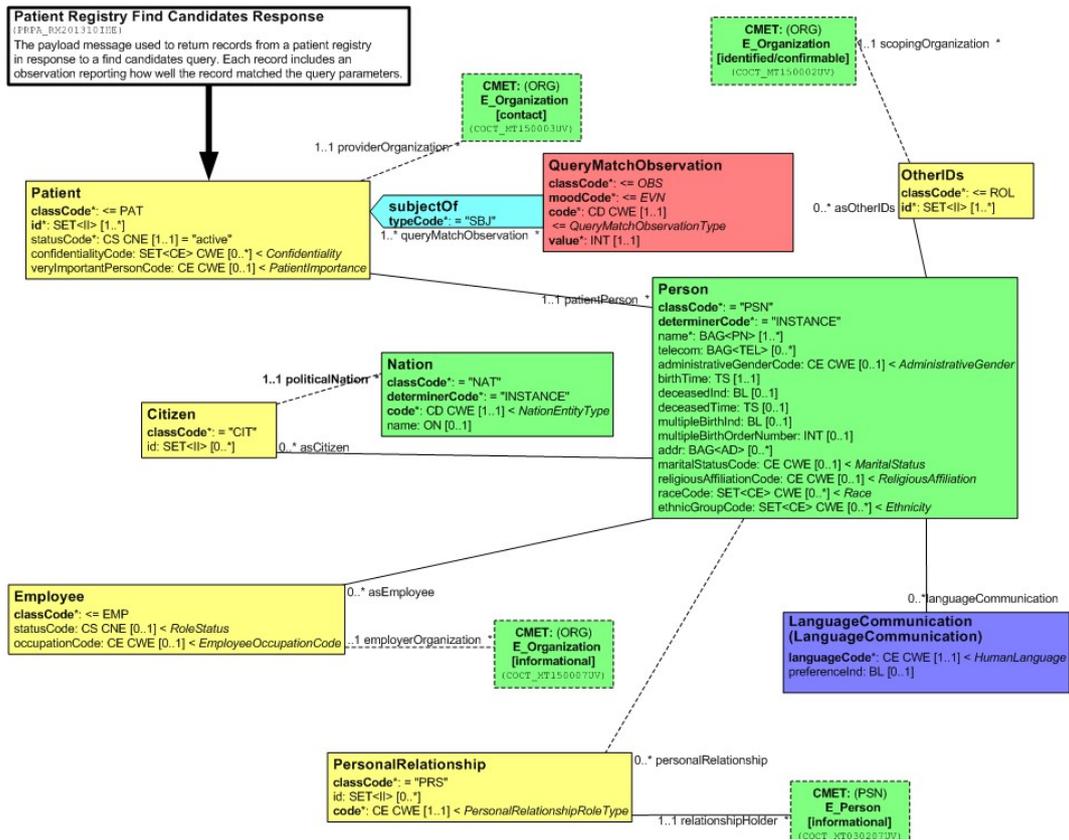


Fig. fa4.02: estructura de la respuesta a la consulta PDQ, fuente [23]

## Referencias

- [a4.01] Arquitectura Orientada a Servicios para Sistemas que utilizan HL7  
<http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/tsi/TSI3/2008/trabajos/HL7.pdf>  
<http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/tsi/TSI3/2008/presentaciones/HL7.pdf>

## **Anexo 5: investigación sobre HL7 CDA**

Este documento intenta dar una idea resumida de qué es el estándar HL7 CDA (Clinical Document Architecture). Se describe para qué sirve y cómo se utiliza en el dominio médico este estándar. Este es el resultado de la investigación del estándar HL7 CDA hecha para el proyecto TRAUMAGEN. La especificación del estándar HL7 CDA puede encontrarse aquí:

<http://www.hl7.org/v3ballot2008may/html/welcome/downloads/downloads.htm>

### ***Introducción***

El estándar CDA es una sintaxis basada en XML para modelar cualquier documento clínico. Fue ideado como soporte para la comunicación de información clínica, pero hoy en día es muy utilizado como medio de persistencia en repositorios de documentos clínicos [66]. Según su especificación, “Un documento clínico es una documentación de las observaciones clínicas y servicios, con las siguientes características:

- **Persistencia:** un documento clínico sigue existiendo en su estado natural, por un período de tiempo definido por las necesidades locales y de reglamentación.
- **Administración:** un documento clínico es mantenido por una organización encargada de su cuidado.
- **Potencial para la autenticación:** un documento clínico es un conjunto de información que se destina a ser legalmente autenticada.
- **Contexto:** un documento clínico establece el contexto por defecto de su contenido.
- **Integridad:** la autenticidad de un documento clínico se aplica a la totalidad y no se aplica a partes del documento sin el contexto completo del documento.
- **Legibilidad Humanos:** un documento clínico es legible.

Un documento CDA es un objeto definido y completo de información que puede incluir texto, imágenes, sonidos y otros contenidos multimedia” [24].

### ***Modelo de información clínica***

CDA define un modelo de información sobre el que están basadas las instancias de los documentos en formato XML. Este modelo es una restricción del HL7 RIM, el cual incluye información del documento, información demográfica (personas y organizaciones) e información clínica. El CDA define que los documentos clínicos están formados por dos partes, el cabezal y el cuerpo. El cabezal es donde se incluye toda la información del documento, del paciente al que hace referencia, del autor del documento, de los participantes en los actos médicos que se registran el documento, de otros documentos relacionados, entre otra información. El cuerpo del CDA es el que contiene toda la información clínica. CDA define dos tipos de cuerpos, el estructurado y el no estructurado. El CDA con cuerpo no estructurado permite contener cualquier otro tipo de documento, por ejemplo un PDF, una imagen, etc. Un cuerpo estructurado contiene en su primer nivel el registro de secciones y en un segundo nivel el registro de entradas. Las secciones pueden tener sub-secciones y múltiples entradas, y las entradas pueden tener sub-entradas. Las entradas son las contenedoras de los datos clínicos del documento con cuerpo estructurado. En la fig. fa5.01 se muestra el modelo CDA conteniendo la estructura del cabezal, y en la fig. fa5.02 se muestra la estructura del cuerpo, descritas previamente.



## Ejemplo de documento CDA

```
<ClinicalDocument>
  <!--
  *****
  CDA Header
  *****
  -->
  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>
  <id extension="00001" root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4.2"/>
  <code code="11539-4" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
    displayName="STUDY RESULT" codeSystemName="LOINC"/>
  <title>Informe de tomografía computada de cráneo</title>
  <effectiveTime value="20090930104817"/>
  <confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25"/>
  <recordTarget>
    <patientRole>
      <id extension="20291920" root="2.16.840.1.113883.2.14.1"/>
      <patient>
        <name>
          <given>Mario</given>
          <family>Nuñez</family>
          <family>Vazquez</family>
        </name>
        <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/>
        <birthTime value="19940101"/>
      </patient>
      <providerOrganization>
        <id root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4"/>
        <name>Centro de Referencias Marcela</name>
      </providerOrganization>
    </patientRole>
  </recordTarget>
  <author>
    <time value="20090930104817"/>
    <assignedAuthor>
      <id extension="12345678" root="2.16.840.1.113883.2.14.1"/>
      <assignedPerson>
        <name>
          <prefix>Dr.</prefix>
          <given>Gonzalo</given>
          <family>de las Marías</family>
          <family>Valenzuela</family>
        </name>
      </assignedPerson>
      <representedOrganization>
        <id root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4"/>
        <name>Centro de Referencias Marcela</name>
      </representedOrganization>
    </assignedAuthor>
  </author>
  <dataEnterer>
    <assignedEntity>
      <id extension="30292" root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4.8"/>
      <assignedPerson>
        <name>
          <given>Maria Juana</given>
          <family>Miguens</family>
        </name>
      </assignedPerson>
      <representedOrganization>
        <id root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4"/>
        <name>Centro de Referencias Marcela</name>
      </representedOrganization>
    </assignedEntity>
  </dataEnterer>
  <custodian>
    <assignedCustodian>
      <representedCustodianOrganization>
```

```

        <id root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4"/>
        <name>Centro de Referencias Marcela</name>
    </representedCustodianOrganization>
</assignedCustodian>
</custodian>
<legalAuthenticator>
    <time value="20090930104817"/>
    <signatureCode code="S"/>
    <assignedEntity>
        <id root="2.16.840.1.113883.2.14.1" extension="12345678"/>
        <assignedPerson>
            <name>
                <prefix></prefix>
                <given>Gonzalo</given>
                <family>de las Marías Valenzuela</family>
                <family></family>
            </name>
        </assignedPerson>
        <representedOrganization>
            <id root="2.16.840.1.113883.2.14.50.4"/>
            <name>Centro de Referencias Marcela</name>
        </representedOrganization>
    </assignedEntity>
</legalAuthenticator>
<participant typeCode="IND">
    <associatedEntity classCode="GUAR">
        <id extension="2029102" root="2.16.840.1.113883.2.14.1"/>
        <associatedPerson>
            <name>
                <family>Nuñez Vazquez</family>
                <given>Pedro</given>
            </name>
        </associatedPerson>
    </associatedEntity>
</participant>
<!--
*****
CDA Body
*****
-->
<component>
    <structuredBody>
        <component>
            <section>
                <title>INFORME MÉDICO</title>
                <text>No se observan lesiones. Estructuras intracraneales
conservadas.</text>
            </section>
        </component>
    </structuredBody>
</component>
</ClinicalDocument>

```

## Anexo 6: cronograma y gestión del proyecto

A continuación se muestra el cronograma ejecutado a lo largo del proyecto, con las tareas realizadas y productos obtenidos en cada etapa del mismo.

**Abril, Mayo 2009:** estudio de la problemática, relevamiento del dominio, especificación de requerimientos, estudio de estándares disponibles (OpenEHR, DICOM, HL7, IHE, CIE 10), creación de un glosario.

**Junio 2009:** creación del documento de especificación de requerimientos y comienzo de definición de la arquitectura del sistema. Continúa el estudio de estándares.

**Julio 2009:** primera definición del alcance del prototipo, se completa la arquitectura del sistema, se especifica modelo conceptual del dominio basándose en el modelo de referencia de OpenEHR (cínico y demográfico). Se comienza la prueba de herramientas para el trabajo con estándares. Se revisan el análisis del dominio y los requerimientos por correcciones y faltas. Continúa el estudio de estándares.

**Agosto 2009:** comienza la definición del diseño detallado del sistema. Siguen las pruebas de herramientas, sobre todo servidores y visualizadores de imágenes DICOM. Se hacen las primeras pruebas de creación y carga de arquetipos OpenEHR que modelan los conceptos clínicos presentes en el análisis de requerimientos. Se realizan pruebas de las tecnologías seleccionadas (Grails, Groovy, Java, MySQL, DCM4CHE). Se realizó la selección y carga de los códigos CIE 10 para los diagnósticos.

**Setiembre 2009:** Se continúa trabajando en el diseño detallado. Se comienza la implementación del modelo de dominio en las tecnologías seleccionadas. Se realizan pruebas locales de acceso a estudios imagenológicos digitales en servidores de imágenes, mediante DICOM. Se comienza la implementación del componente AEI.

**Octubre 2009:** Se realizan pruebas de acceso a estudios imagenológicos digitales en el Hospital Maciel y en COMEPA (FEMI Paysandú). Se completa la implementación del modelo de dominio. Se comienza a especificar la sintaxis para plantillas y con la implementación del generador de interfaz de usuario a partir de arquetipos.

**Noviembre 2009:** Se termina la implementación del componente de acceso a estudios imagenológicos digitales. Se crea un prototipo de la interfaz de usuario para validar con los médicos (versiones web y papel). Se termina la especificación de plantillas y se realizan pruebas de generación de interfaz de usuario. Se comienza a implementar el componente de “data binding”, que vincula los datos ingresados por los usuarios al modelo de dominio implementado. Se crean arquetipos y plantillas para modelar todo el registro clínico.

**Diciembre 2009:** Se sigue trabajando sobre el componente de “data binding”, se comienza con la verificación de restricciones de los arquetipos. Se implementa la consulta de pacientes mediante HL7 PA e IHE PDQ, se realizan pruebas de consulta en el Hospital Maciel. SE implementa el buscador de diagnósticos para codificación CIE 10.

**Enero 2010:** Se termina la implementación de la verificación de restricciones. Se trabaja en el estilo de la interfaz de usuario. Se implementa la autenticación de usuarios y la firma del registro

clínico. Se implementa el “manejador de eventos” y se integra la consulta de estudios imagenológicos digitales.

**Febrero 2010:** Se implementa la visualización unificada del registro de las distintas etapas asistenciales. Se comienza la implementación de los indicadores de calidad. Se implementa la edición de información cuando hay errores en el registro.

**Marzo 2010:** Se implementa la generación de documentos clínicos en formato CDA. Se realizan pruebas generales, corrección de problemas y algunos ajustes finos (estilo, interfaz de usuario).

**Abril 2010:** Se comienza la documentación final del proyecto. Se realizan correcciones puntuales de problemas detectados en la prueba general del sistema.

**Mayo/Junio 2010:** Se termina la documentación final del proyecto y se crea la presentación final. Se genera trabajo para presentación en congresos científicos.

**Gestión del proyecto** Este proyecto fue gestionado mediante reuniones de tutoría bi-semanales y reuniones grupales semanales, registrando las actividades en una bitácora en google docs, accesible desde la web. También se utilizó un grupo google para facilitar la comunicación de los estudiantes, con el supervisor, con el usuario responsable y con otras personas relacionadas al proyecto. Se utilizó un grupo en google code como sistema de seguimiento de incidentes y como repositorio de código y versionado compartido (SVN).

A continuación se presenta un resumen de las principales áreas de dedicación horaria:

El proyecto fue ejecutado por dos personas en un tiempo total de 14 meses, con una carga total de horas dedicadas de 1612. En la fig. fa6.01 se grafican las horas totales dedicadas por tipo de tarea. Las tareas se clasificaron en 7 grandes grupos como ser:

- **Estudio:** todo lo relativo al estudio e investigación acerca del dominio, los estándares y las tecnologías.
- **Coordinación:** todo lo relativo a la coordinación del proyecto, al seguimiento y control de las tareas, a la comunicación y a las reuniones.
- **Análisis:** todo lo relativo al análisis y especificación de requerimientos, modelo de dominio, procesos asistenciales y de registro.
- **Diseño:** todo lo relativo a diseñar la arquitectura, los componentes e interfaces que se vayan a implementar en la aplicación.
- **Implementación:** todo lo relativo al prototipado y pruebas de tecnologías, a la programación de los componentes diseñados y a las pruebas unitarias y de integración de estos componentes.
- **Testing:** todo lo relacionado a la prueba del sistema para detectar problemas.
- **Documentación:** todo lo relacionado con documentar el proyecto realizado y el producto obtenido, además de documentación interna surgida en la investigación que se realizó en este proyecto.

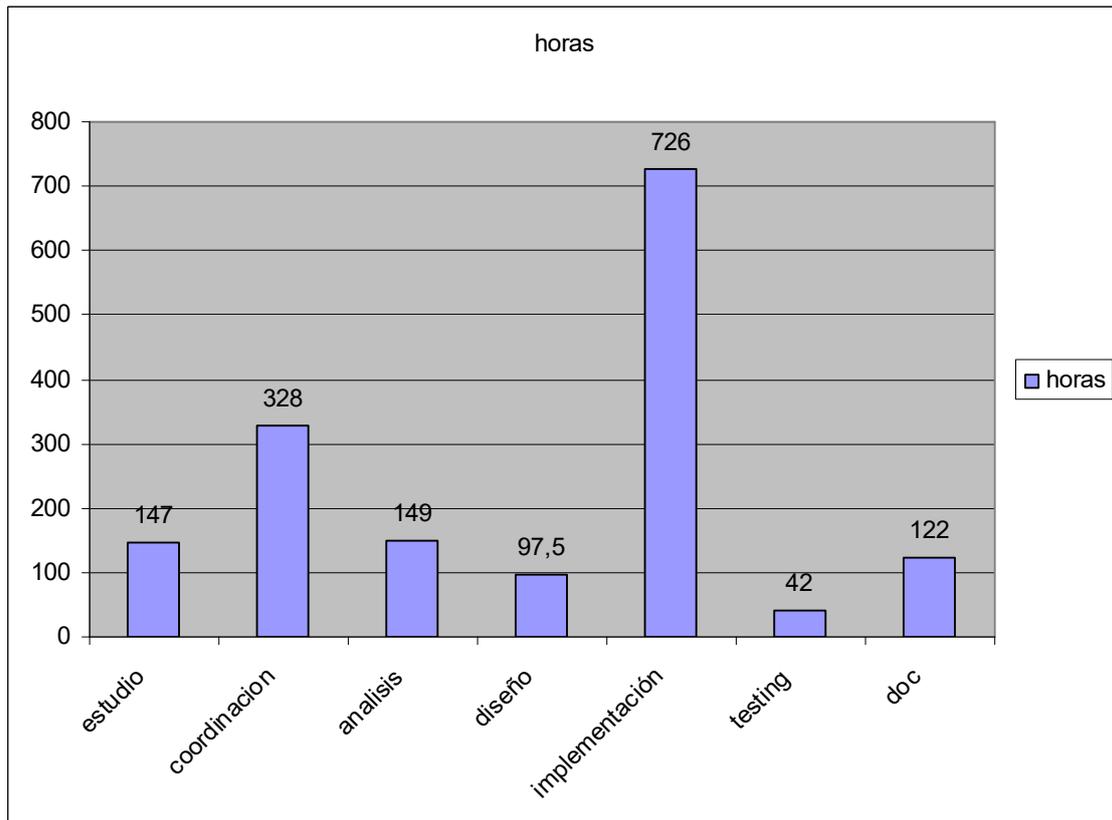


Fig. fa6.01: distribución de horas en grupos de tareas

Las tareas de “estudio”, parte del “análisis”, “diseño” y parte de la implementación, se podrían agrupar bajo el título de “tareas de investigación”, ya que estas abarcaron gran parte de la investigación en cuanto a los estándares (cuáles había, para que se usaban, cómo se usaban) y al dominio informático-médico en general. Gran parte de las horas de “análisis” fueron dedicadas a entender el proceso de atención del paciente gravemente traumatizado, y al proceso de registro de la información que acompaña la atención médica.



# **Anexo 7: manual de usuario**

## ***Introducción***

El presente documento describe cómo utilizar el sistema TRAUMAGEN. El público objetivo de este documento son todas aquellas personas que utilizaran el sistema: Médicos, Enfermeros, Personal Administrativo y Técnicos Informáticos de la institución en cuestión.

Primeramente se explicara en que consiste este sistema. Luego se describirá generalidades de la interfaz gráfica, se mostrara como utilizar el sistema siguiendo casos típicos de atención y por último se atacaran funcionalidades particulares.

## ***Generalidades del Sistema***

TRAUMAGEN es un sistema de historia clínica electrónica (HCE) con acceso telemático a estudios de imágenes médicas digitales, especializado en el registro de la atención de pacientes de trauma. Cumple con estándares y especificaciones internacionales como ser OpenEHR, DICOM, HL7 CDA, HL7-PA, IHE-PDQ y la CIE 10. TRAUMAGEN es una aplicación accesible desde Internet con vocación de sistema de alcance nacional, protegido por niveles de seguridad y confidencialidad. El sistema también cuenta con un conjunto básico de indicadores de calidad asistencial.

Siendo TRAUMAGEN un sistema de Historia Clínica Electrónica, el principal cometido del mismo en este sentido, es el registro de datos clínicos y demográficos relacionados a episodios de trauma. Una vez llegado un paciente de trauma (ya sea por admisión o por puerta de emergencia), deberá crearse un nuevo episodio de trauma en el sistema. Posteriormente se le asociara al episodio un paciente (por parte de personal de admisión) y se registran datos clínicos sobre este (acompañando el ciclo asistencial). El orden de esto dependerá de las circunstancias de ingreso del paciente.

El registro se hará por medio del llenado de formularios. Existe un formulario por cada etapa y sub etapa del ciclo asistencial (como se verá en la siguiente sección). Una vez cerrado un episodio, ya sea porque se registró un movimiento del paciente (Alta, Traslado, pase a Internación, pase a Block Quirúrgico, pase a Observación o Morgue) o porque paso determinado tiempo luego de que se creó el episodio en el sistema (tiempo determinado por la institución médica), el sistema pedirá que sean firmados electrónicamente los datos registrados (por medio de nombre de usuario y password).

Los datos ingresados en los formularios podrán ser editados en las siguientes circunstancias:

- El episodio no se ha cerrado.
- El episodio fue cerrado y no ha firmado (pudiendo editar solo los formularios en los que se ingresaron datos y no pudiéndose editar los formularios que se dejaron en blanco).

Cuando un episodio es cerrado y firmado por un médico, no podrán ser editados los datos en ningún formulario. En caso de que se quiera modificar algo de lo registrado deberá reabrirse el

episodio. Para realizar esta acción el sistema pedirá que se firme la reapertura, y se creará un documento clínico CDA con todos los datos de los formularios asociados al episodio. También se creará una nueva versión del episodio (la cual si podrá ser editada). De esta manera se no se perderá el historial de un episodio quedando registrado quien reabrió determinada versión y los datos que cambiaron.

Con el objetivo de que los médicos dispongan de más información para tratar a un paciente de trauma, una vez identificado el paciente de un episodio, TRAUMAGEN comenzara una búsqueda de exámenes imagenológicos en los repositorios imagenológicos de todas las instituciones médicas registradas en el sistema. A medida que TRAUMAGEN encuentre imágenes indicara al usuario de esto y en cualquier momento podrán visualizarse estos exámenes imagenológicos.

Un conjunto mínimo de indicadores asistenciales fueron incluidos en el sistema con el propósito de que pueda ayudar en la mejora de la atención de los pacientes traumatizados.

## Generalidades de la Interfaz Gráfica

TRAUMAGEN posee una interfaz gráfica Web, por tanto los usuario del sistema deben acceder a ella a través de un navegador (como Mozilla Firefox o Microsoft Internet Explorer). Una vez abierto el navegador, en su barra de direcciones, escribimos la URL del sitio web, que dependerá de la institución en donde se utilice (Ver figura 1).

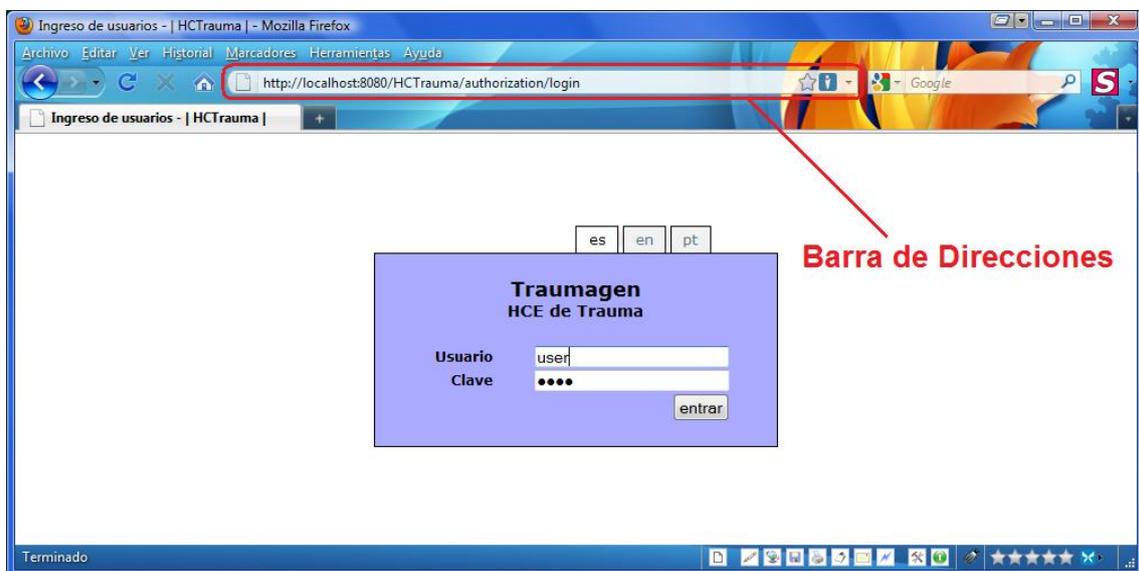


Figura 1 – Pagina Inicial (Ubicación de la barra de direcciones)

Para utilizar el sistema primeramente debemos iniciar una sesión en el mismo. Para esto el sistema en su pantalla inicial nos pide un nombre de usuario y una contraseña (ver figura 1). En el ejemplo que veremos en este documento, el usuario que inicia sesión se llama “user” y corresponde a la persona Marta Stewart.

Una vez que entramos en el sistema, en la parte superior de la página veremos de izquierda a derecha, el nombre del sistema, el nombre del usuario que inicio la sesión, la fecha y hora actual, opciones para cambiar de idioma, y un menú con funcionalidades del sistema, Episodios, Indicadores, PACS y Admisión (ver figura 2).

En la parte de contenido de la página (parte central) se puede ver el listado de episodios que fueron registrados en el sistema. Eligiendo la opción “ver detalles” a la derecha de cada fila correspondiente a cada episodio, podremos entrar en la página de registro y visualización de datos del episodio. En esta página también podremos crear nuevos episodios eligiendo la opción “Nuevo Episodio” (ver figura 2).

id	Comienzo	Fin	Observaciones	estado	acciones
4	08-01-2010 01:23:32	08-08-2010 20:24:16	El paciente ingresa con dolor en el tobillo	completo	<a href="#">ver detalles</a>
8	08-08-2010 21:35:00	08-08-2010 23:04:22	Paciente ingresa con herida de arma blanca en abdomen	firmado	<a href="#">ver detalles</a> Documento Clinico Creado
31	08-08-2010 22:24:00		Paciente politraumatizado.	incompleto	<a href="#">ver detalles</a>

Figura 2 – Página de Listado de Episodios

Una vez que vamos a ver los detalles de un episodio, ingresamos en la página de registro y visualización de datos para el episodio (ver figura 3). En esta vemos sobre la parte superior el recuadro “Resumen del Episodio”, que contiene la fecha y hora de comienzo y de fin del episodio, el resultado de la evaluación de Triage (si es que se registró), los valores calculados de RTS y RTSp (si es que se ingresaron datos necesarios para su cálculo) y una descripción en texto libre del episodio. Sobre la parte superior derecha se muestran los datos demográficos del paciente (recuadro “Paciente”) y en la misma parte derecha debajo los datos demográficos un menú de opciones. Mientras registremos datos para el episodio, los elementos antes descritos siempre estarán presentes, lo que cambiara, a medida que se seleccionen las opciones del menú de la derecha, será la parte central de la página, en donde por lo general se mostrara uno o más formularios para su registro o visualización (si ya fue o fueron llenados).

En la figura 4 podemos apreciar el resultado de elegir la opción “Evaluación Primaria” del menú de la derecha. Como se ve solo cambia la parte central de la página; también podemos apreciar que, en este caso, en la parte central aparecen un conjunto de formularios (uno por cada etapa de la Evaluación Primaria). Accederemos a cada uno de ellos eligiendo la pestaña correspondiente.

Los formularios se llenan como cualquier formulario Web típico. Eligiendo una de varias opciones, ingresando valores numéricos o texto libre. Hay que tener en cuenta que para los datos en los que debe elegirse una de varias opciones, la no elección de una opción no indica la negativa en esa opción, lo único que indica es la ausencia de información. Por ejemplo para la opción “Exploración clínica cervical anormal” podremos elegir las opciones: SI, NO y “ausencia de información acerca de ese dato” (gráficamente se muestra una opción en blanco). Por lo que si una opción es NO, deberá indicarse explícitamente.

TRAUMAGEN   Bienvenida: Marta Stewart		08-08-2010 23:47:57	es	en	pt	Episodios	Indicadores	PACS	Admisión	salir
---------------------------------------	--	---------------------	----	----	----	-----------	-------------	------	----------	-------

<b>Resumen de episodio</b> Comienzo: 08-08-2010 23:43:00 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span>		RTS: 12 (FR = 25.0, PAS = 130.0, GCS = 13.0) Fin: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RTSp: 114,69</span>	<b>Paciente</b> 1234567 [CI] Pablo Pazos ( M ) 1981-10-24 ( 28 )
Observaciones: Paciente con fractura de Tibia			

<b>Detalles del episodio</b> <b>REGISTRO DEMOGRAFICO</b> 1234567 [CI] Pablo Pazos ( M ) 1981-10-24 ( 28 )		<b>REGISTRO CLINICO</b> <a href="#">Registro clínico</a>	<a href="#">Lista de episodios</a> <b>Episodio actual</b> <a href="#">Registro clínico</a> <a href="#">Estudios img. (-)</a> <a href="#">Triage (+)</a> <a href="#">Prehospitalario</a> <a href="#">Resumen clínico</a> <a href="#">Evaluación primaria (+)</a> <a href="#">Indicación de paraclínica</a> <a href="#">Evaluación secundaria</a> <a href="#">Diagnósticos</a> <a href="#">Mover paciente</a>
---	--	---	--

[Ver registro unificado](#)

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura 3 – Registro y Visualización de Datos de un Episodio (2)

Finalmente luego de llenar un formulario, para que los datos queden registrados, deberá presionar el botón “Guardar” que en cada formulario se situara en la parte inferior del mismo (ver figura 4). Al guardar el sistema hará un controles de restricciones definidas sobre cada campo de datos (por ejemplo si un campo es obligatorio, o si es numérico, o si debe ser perteneciente a algún rango de valores en particular, etc.). Si alguno de estos controles falla, el sistema dará aviso al usuario para que corrija o ingrese el dato en cuestión.

TRAUMAGEN   Bienvenida: Marta Stewart		09-08-2010 00:13:39	es	en	pt	Episodios	Indicadores	PACS	Admisión	salir
---------------------------------------	--	---------------------	----	----	----	-----------	-------------	------	----------	-------

<b>Resumen de episodio</b> Comienzo: 08-08-2010 23:43:00 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span>		RTS: 12 (FR = 25.0, PAS = 130.0, GCS = 13.0) Fin: 09-08-2010 00:12:47 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RTSp: 114,69</span>	<b>Paciente</b> 1234567 [CI] Pablo Pazos ( M ) 1981-10-24 ( 28 )
Observaciones: Paciente con fractura de Tibia			

(A) Vía aérea (*)	(B) Columna (*)	(B) Ventilación (*)	(C) Estado circulatorio (*)	(D) Disfunción neurológica (*)
-------------------	-----------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------------

<b>Columna vertebral:</b> <b>Exploración clínica cervical anormal</b> Si <input type="checkbox"/>	<b>Columna vertebral:</b> <b>Collar cervical:</b> <input type="text"/>
<b>Indicación de collar cervical</b> Si <input type="checkbox"/>	<b>Inmovilización (empaquetado):</b> <input type="text"/>

<b>Resumen de actuación:</b> <b>Diagnóstico / Actuación</b> bbb
---

<b>Fecha y Hora de evaluación</b> 8 agosto 2010 23 : 45
--

[Guardar](#) | [Volver](#)

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura 4 – Registro y Visualización de Datos de un Episodio (2)

## **Ejemplo de registro**

A grueso modo podemos dividir a los episodio de trauma, en dos escenarios, los episodios en los que el paciente entra por admisión (por sus propios medios) y los episodios en los que el paciente entra por puerta de emergencia (requiriendo atención inmediata).

En los episodios que se referencian en el escenario primeramente descrito, el personal de Admisión crea un episodio e identifica al paciente cuando este se presenta en admisión. Posteriormente cuando el paciente sea llamado a ser atendido se registraran los datos clínicos.

Por el contrario en el segundo escenario, dada la criticidad de la situación, se procede primeramente con la evaluación del paciente. Por consiguiente se realizara en primera instancia el registro de datos clínicos y posteriormente, con el paciente estabilizado, se procederá a registrar su identificación.

TRAUMAGEN fue pensado para que el registro de datos clínicos y demográficos acompañe al proceso asistencial, por tanto soporta cualquiera de los dos escenarios. El sistema en todo momento sugerirá implícitamente un curso a seguir, pero en se podrá desviar de ese curso para atender cualquier particularidad de un episodio.

A continuación veremos ejemplos de registro para los escenarios a anteriormente detallados.

### **Escenario 1 – Paciente leve (entra por Admisión)**

El paciente entra por Admisión movilizándose por sus propios medios (supondremos que llega con una fractura de miembro superior).

En este escenario quien tiene un primer contacto con el paciente es el personal administrativo de la institución. Antes de proceder a la identificación del paciente, debemos iniciar una sesión en el sistema, si es que todavía no lo hemos hecho (ver Figura A1).

Una vez dentro del sistema, para identificar al paciente vamos “Admisión” que es una opción del menú superior (ver figura A2). Allí buscaremos al paciente en el sistema. Para esto llenemos uno o más datos del formulario de búsqueda presentado y damos “Buscar” (ver figura A3). El resultado de la búsqueda será una lista de candidatos. El usuario será quien decida si alguno de los pacientes candidatos presentados corresponde al paciente. Cuanto más datos se ingresen, más precisa será la búsqueda y menor será la cantidad de candidatos, pudiendo ser eventualmente uno solo o ninguno, tal como es el caso presentado (ver figura A4).

El no obtuvimos ningún candidato puede deberse a que ingresamos datos insuficientes o que realmente no exista el paciente en el sistema. Si es el primer caso, podemos volver a realizar la búsqueda (siendo más o menos específicos en esta) dando en “Volver a buscar”. Si es el segundo caso, debemos agregar el paciente al sistema. Para esto damos en “Agregar Paciente” (ver figura 4A).

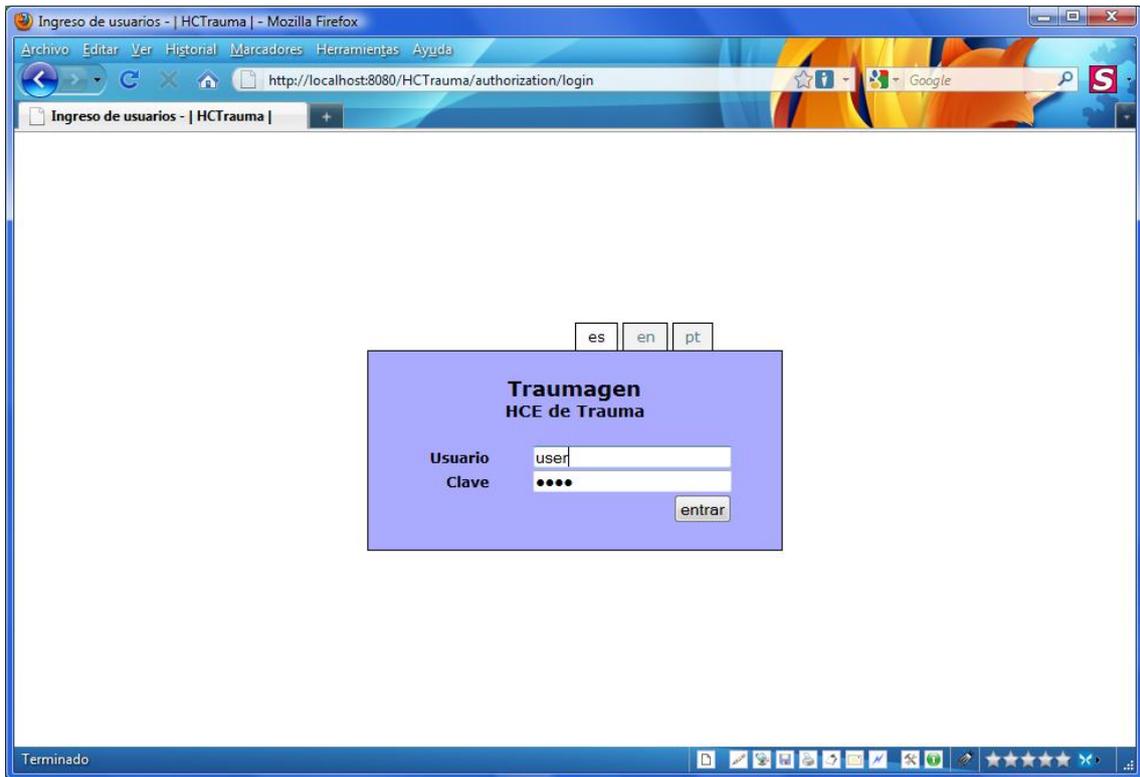


Figura A1 – Inicio de Sesión

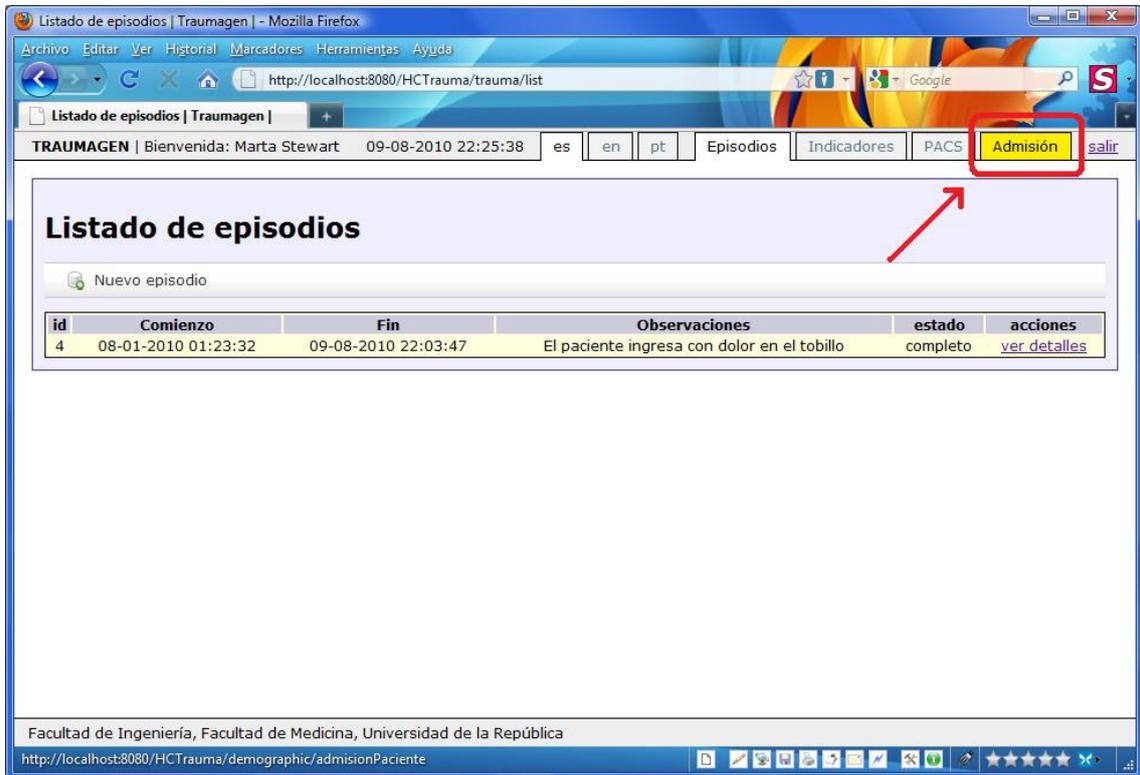


Figura A2 – Admisión de Paciente

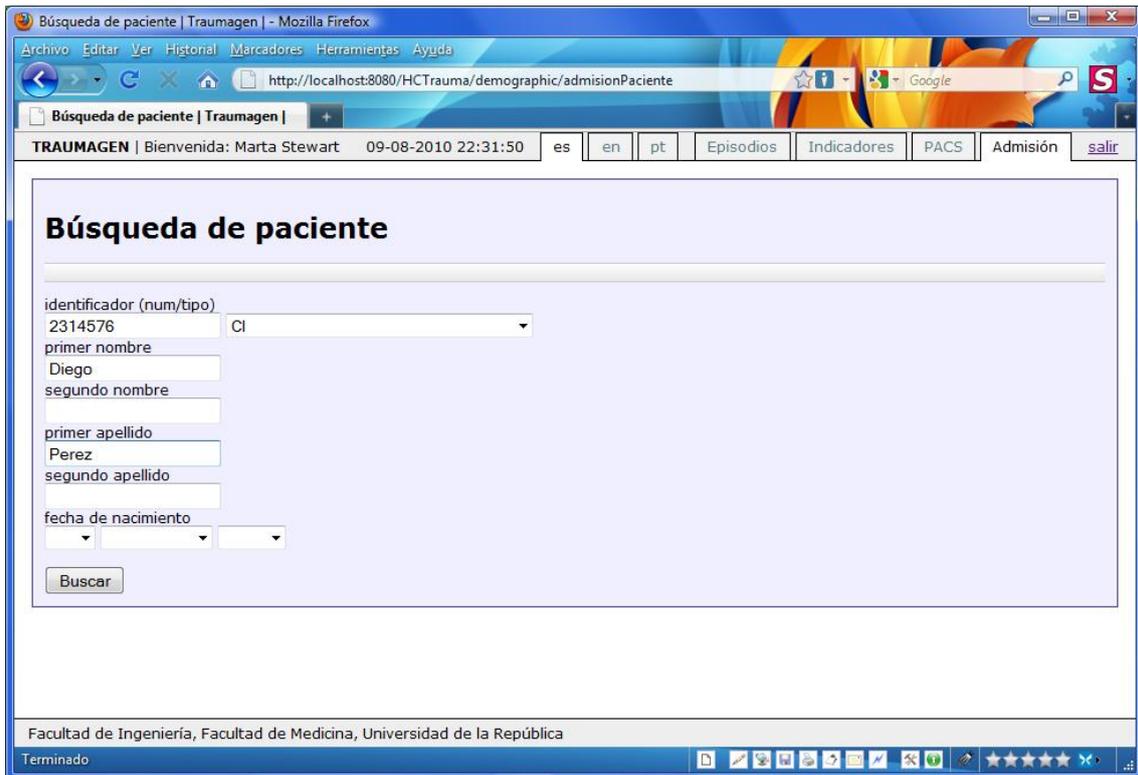


Figura A3 – Búsqueda de Paciente

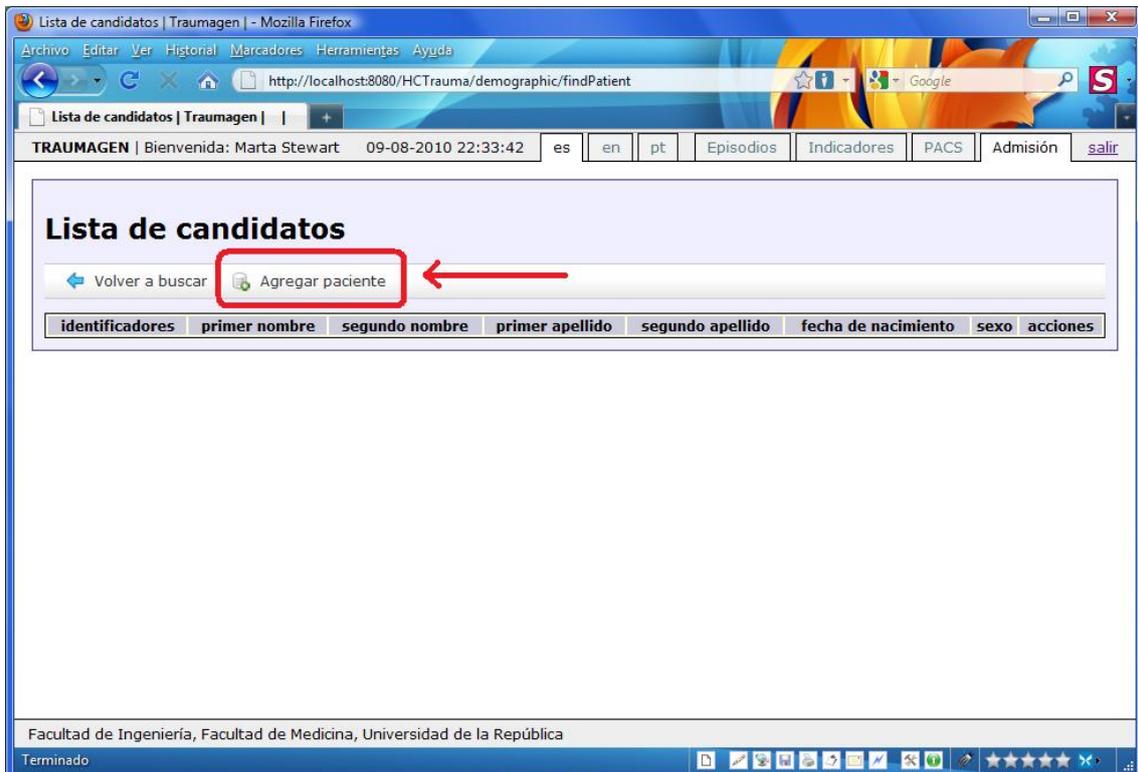


Figura A4 – Lista de Candidatos

En la página de Agregar Paciente, agregamos todos los datos de paciente y damos en “Agregar Paciente” (Ver figura A5). Hecho esto, el sistema nos mostrara los datos del paciente agregado y nos da la opción de crear un nuevo episodio para el paciente recién ingresado. Realizamos esta

acción dando en “Crear episodio para este paciente” (ver figura A6). En la página de creación de episodio, seleccionamos la fecha y hora de inicio del mismo (el sistema sugerirá la fecha y hora actual), escribimos un detalle del mismo y damos “Crear” (ver figura A7). Esto nos llevara a la ventana de Listado de Episodios (ver figura A8).

Agregar paciente | Traumagen | - Mozilla Firefox  
http://localhost:8080/HCTrauma/demographic/agregarPaciente

TRAUMAGEN | Bienvenida: Marta Stewart 09-08-2010 22:36:15 es en pt Episodios Indicadores PACS Admisión salir

### Agregar paciente

identificador (num/tipo)  
2314576 CI

primer nombre  
Diego

segundo nombre

primer apellido  
Perez

segundo apellido  
Gomez

fecha de nacimiento  
11 enero 1979

sexo  
M

Agregar paciente Volver a buscar

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República  
Terminado

Figura A5 – Agregar Paciente

Detalles del paciente | Traumagen | - Mozilla Firefox  
http://localhost:8080/HCTrauma/demographic/seleccionarPaciente/17

TRAUMAGEN | Bienvenida: Marta Stewart 09-08-2010 22:38:16 es en pt Episodios Indicadores PACS Admisión salir

### Detalles del paciente

Volver a buscar **Crear episodio para este paciente**

identificadores	primer nombre	segundo nombre	primer apellido	segundo apellido	fecha de nacimiento	sexo
2314576 [CI]	Diego		Perez	Gomez	1979-01-11 00:00:00.0	M

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República  
Terminado

Figura A6 – Detalles del paciente



Figura A7 – Crear nuevo episodio

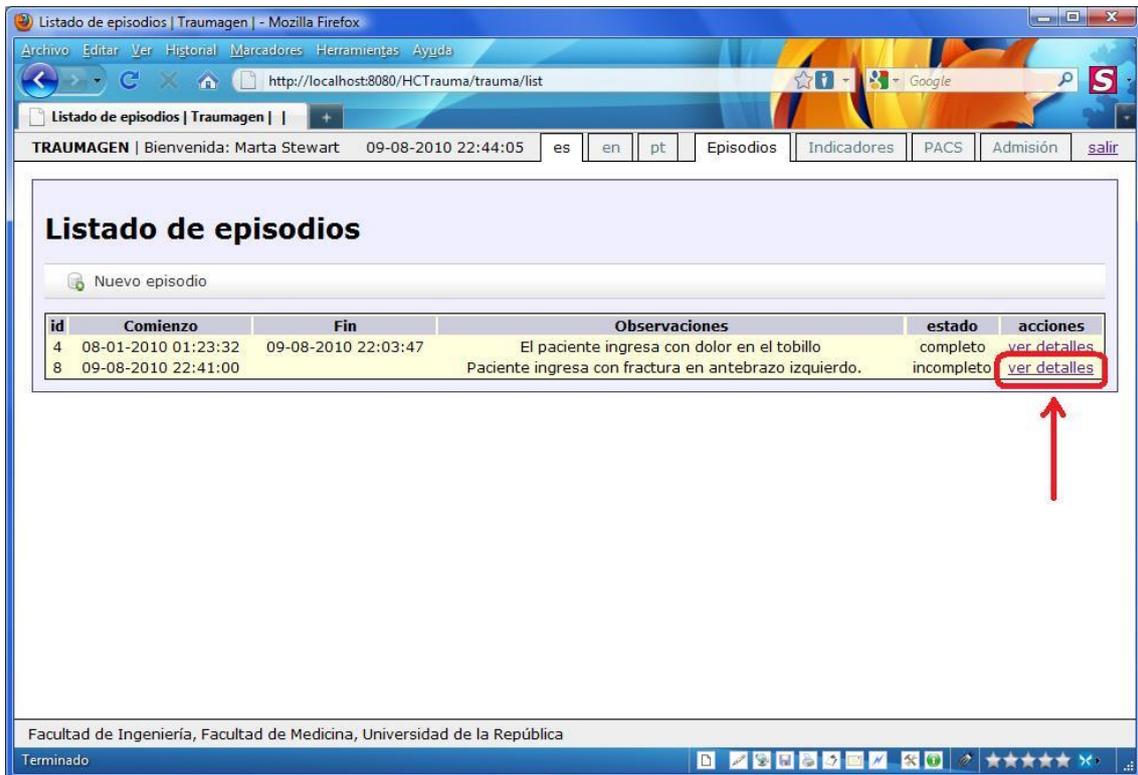


Figura A8 – Listado de Episodios

Notar como el listado ha cambiado luego de crear un nuevo episodio (comparar figuras A2 y A8). Aquí finalizan las acciones administrativas de buscar/crear paciente y la creación de un episodio para el mismo.

Cuando el paciente es llamado para ser atendido, el funcionario encargado de los registros de datos clínicos del episodio inicia sesión en el sistema y selecciona uno de los episodios listados en la página inicial. En este listado da en “ver detalles” sobre la fila correspondiente al episodio en cuestión (ver figura A8).

Realizada esta acción el sistema nos mostrará la página de detalles del episodio (ver figura A9). Allí veremos en la parte superior de la página un resumen del mismo (fecha de comienzo y de fin, observaciones, información clínica como evaluación de triage, RTS y RTSp).

Acompañando al proceso asistencial, la primera etapa del registro clínico que completaremos será el Triage. Para esto damos en la opción “Triage” del menú de la derecha (ver figura A9). En la página de Triage seleccionaremos una de las cinco opciones presentadas (en este caso la opción “estable con lesiones a tratar”), la fecha y hora de la evaluación (esto último estará presente en todos los formularios que de aquí en más llenemos; en todos los casos el sistema sugerirá la fecha y hora actual) y una justificación de la evaluación (ver figura A10). Para guardar este formulario damos en el botón “Guardar” que se encuentra al final del formulario (esto también será así para todos los formularios del sistema). Al realizar esta acción el sistema responderá con la misma página pero con los datos ingresados fijos en el formulario. Si desea editar estos datos debe dar en el link “editar registro” (ver figura A11).

Lo siguiente que llenaremos serán los correspondientes a la atención Prehospitalario y Contexto del Evento, para esto damos en la opción del menú de la derecha “Prehospitalario” (ver figura A11). Para el prehospitalario en este caso en particular no hay nada para llenar ya que por las características del escenario planteado, esta atención no ocurrió. De haber ocurrido llenaríamos los datos correspondientes y daríamos en el botón “Guardar” que se encuentra al final del formulario (en la imagen no se ve dado el tamaño del formulario). Proseguimos con el formulario de Contexto del Evento, para esto damos en la pestaña “Contexto del evento” (ver figura A12).

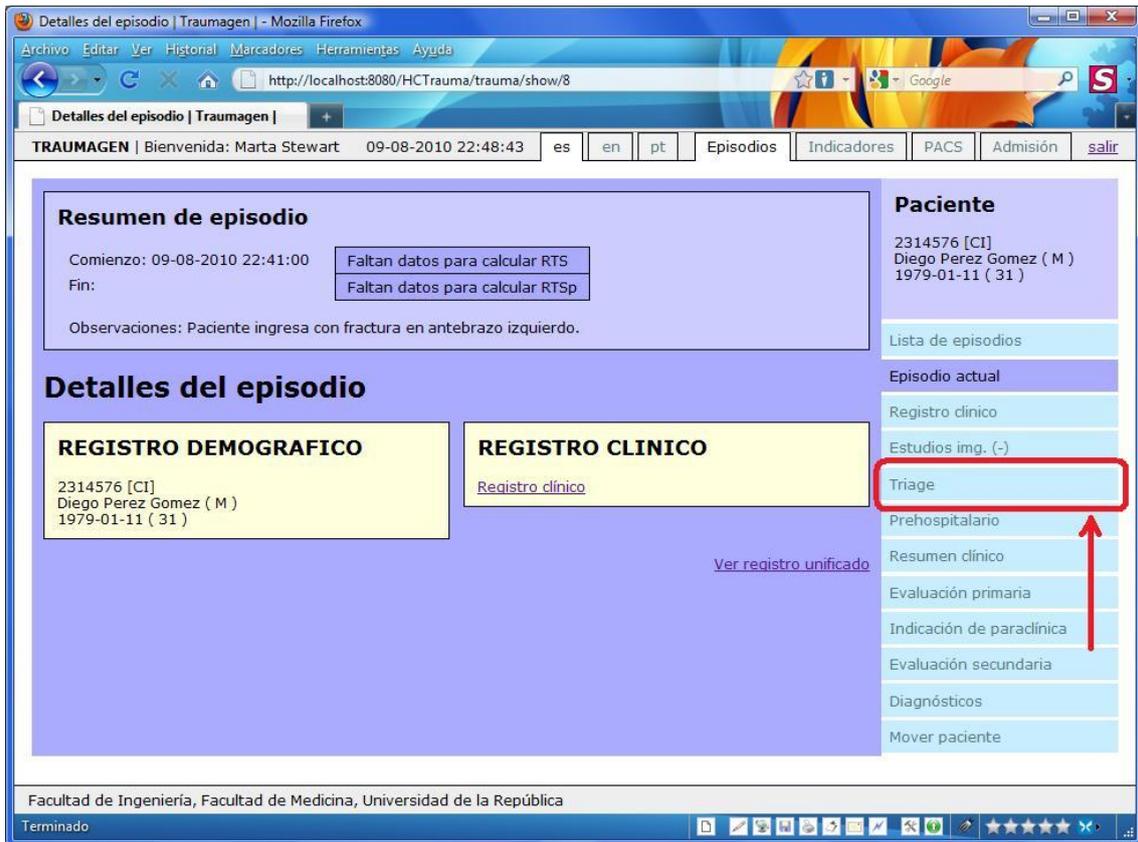


Figura A9 – Detalles del Episodio

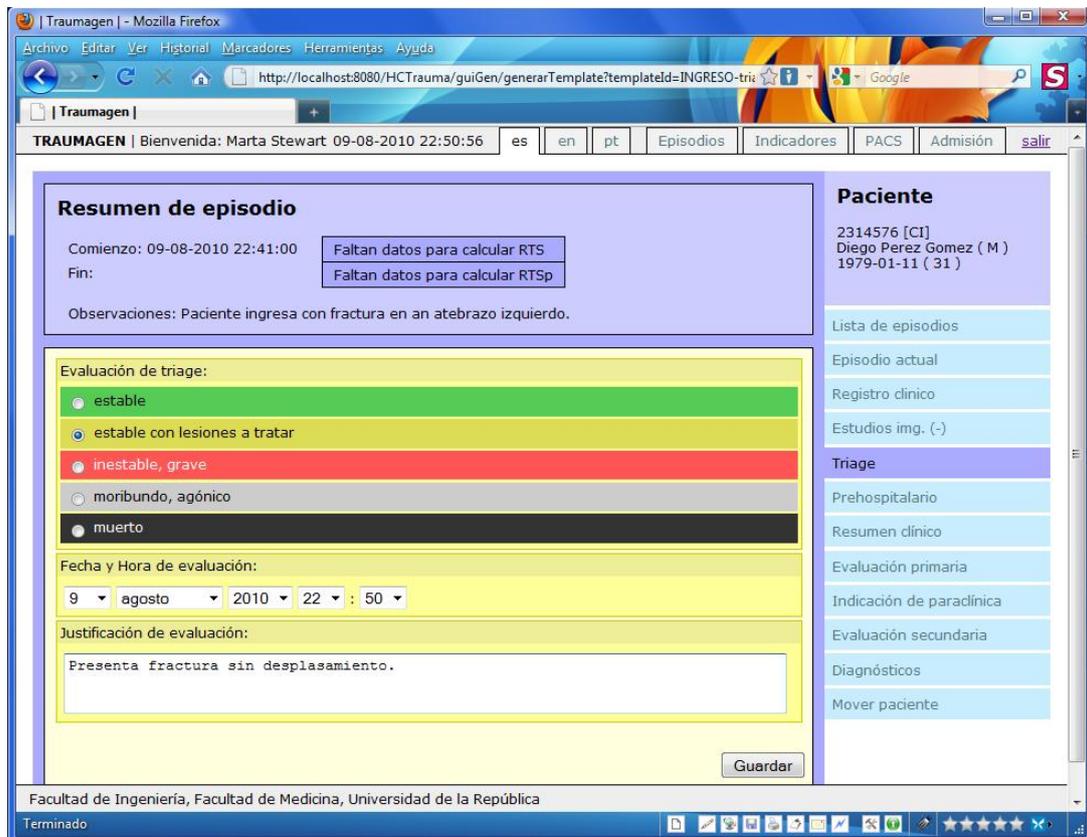


Figura A10 – Triage (Ingreso de datos)

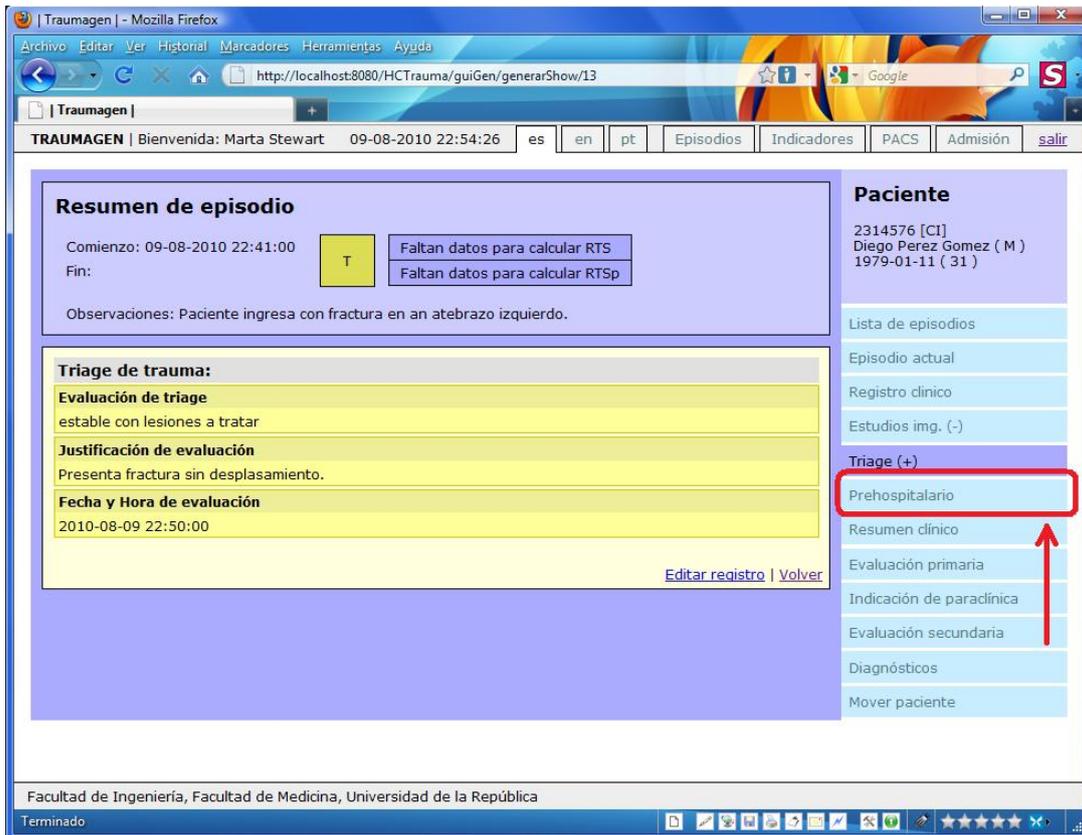


Figura A11 – Triage (Datos guardados)

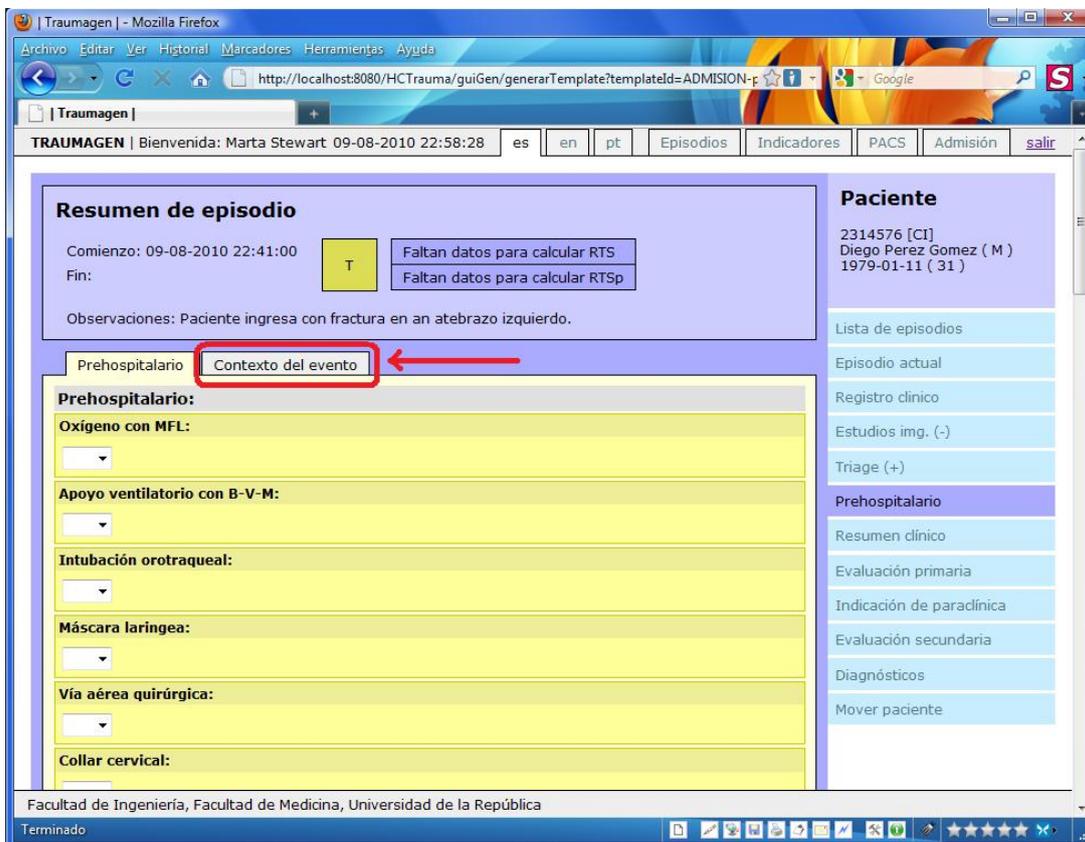


Figura A12– Prehospitalario

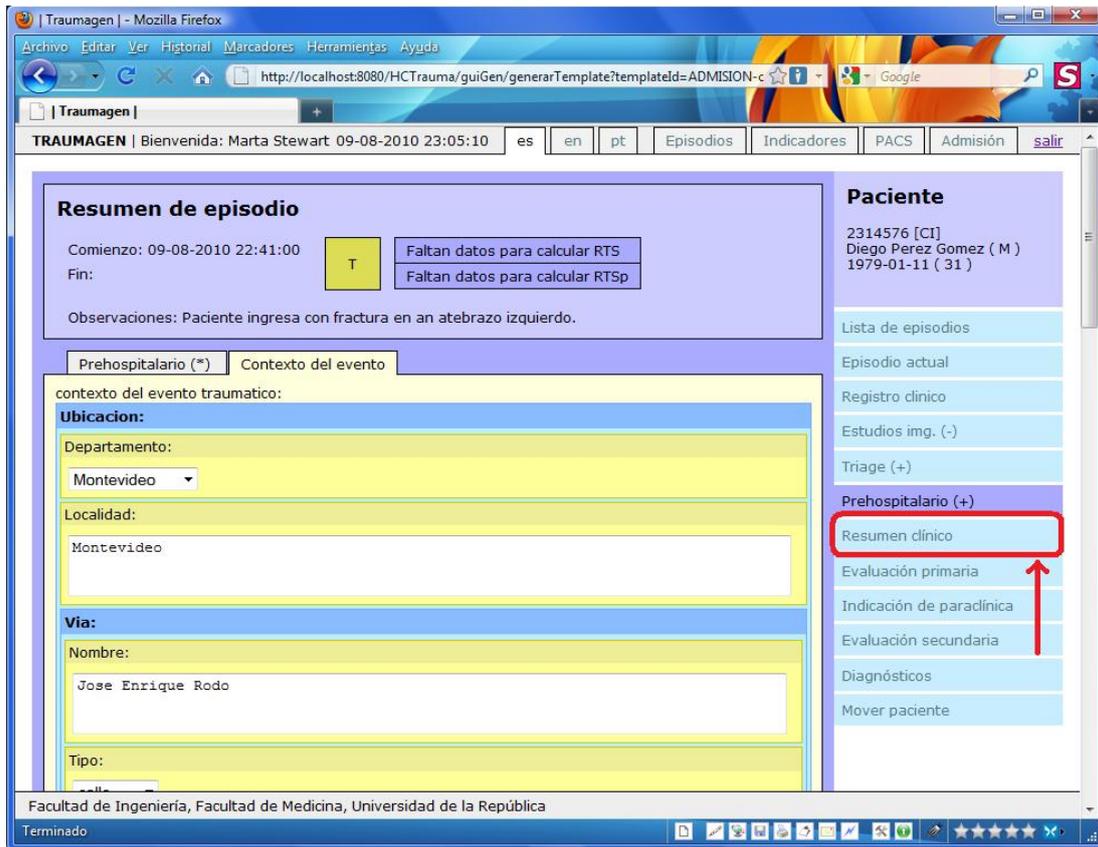


Figura A13– Contexto del Evento

La última acción realizada hará que el sistema muestre el formulario de Contexto del Evento (ver figura A13). Llenamos este y lo guardamos. Luego de esto llenamos el formulario de Resumen Clínico, para esto elegimos la opción “Resumen clínico” del menú de la derecha (ver figura A13). Llenamos el formulario y lo guardamos. Posteriormente damos paso a la Evaluación Primaria del paciente, para esto elegimos la opción “Evaluación primaria” del menú de la derecha (ver figura A14). Esto hará que el sistema muestre los formularios de la evaluación primaria que corresponden a la evaluación sobre: Vía Aérea, Columna, Ventilación, Estado Circulatorio y Disfunción Neurológica. Llenamos y guardamos cada uno de estos, pasando de uno a otro dando sobre la pestaña correspondiente (ver figura A15).

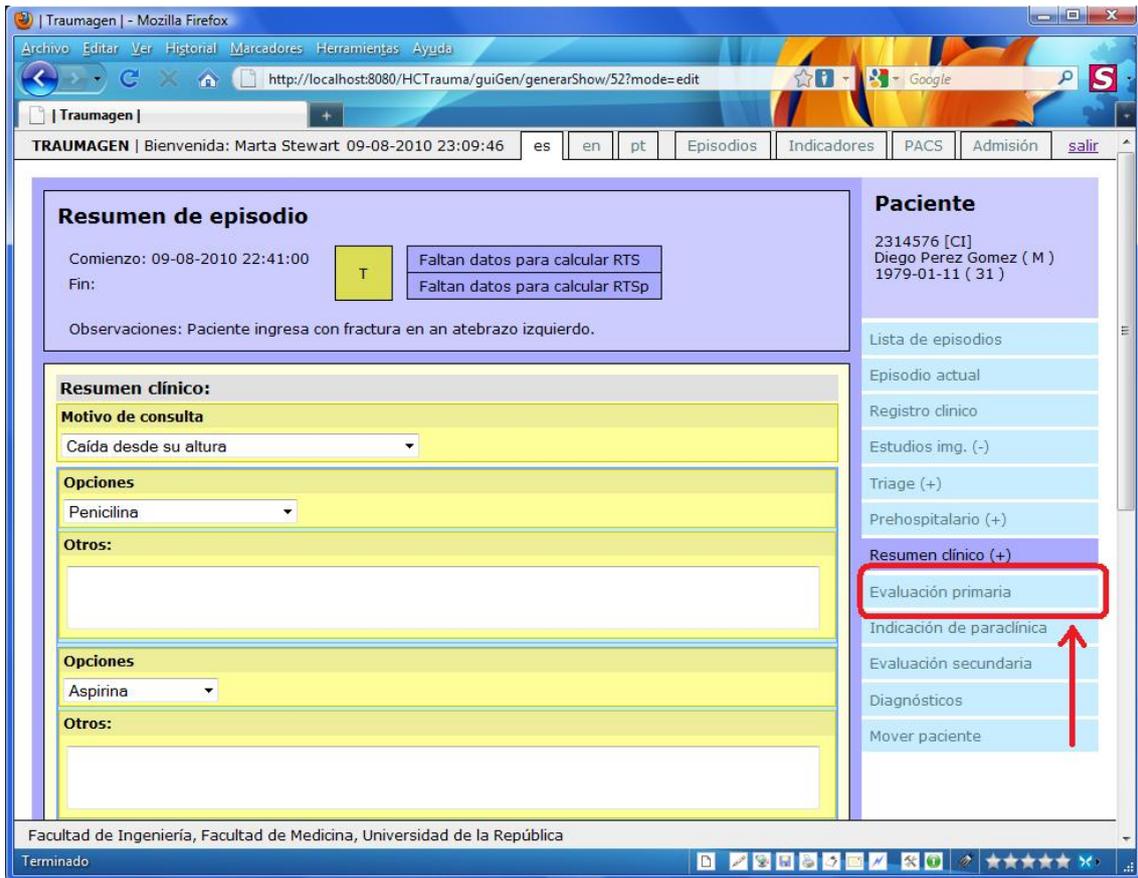


Figura A14 – Resumen Clínico

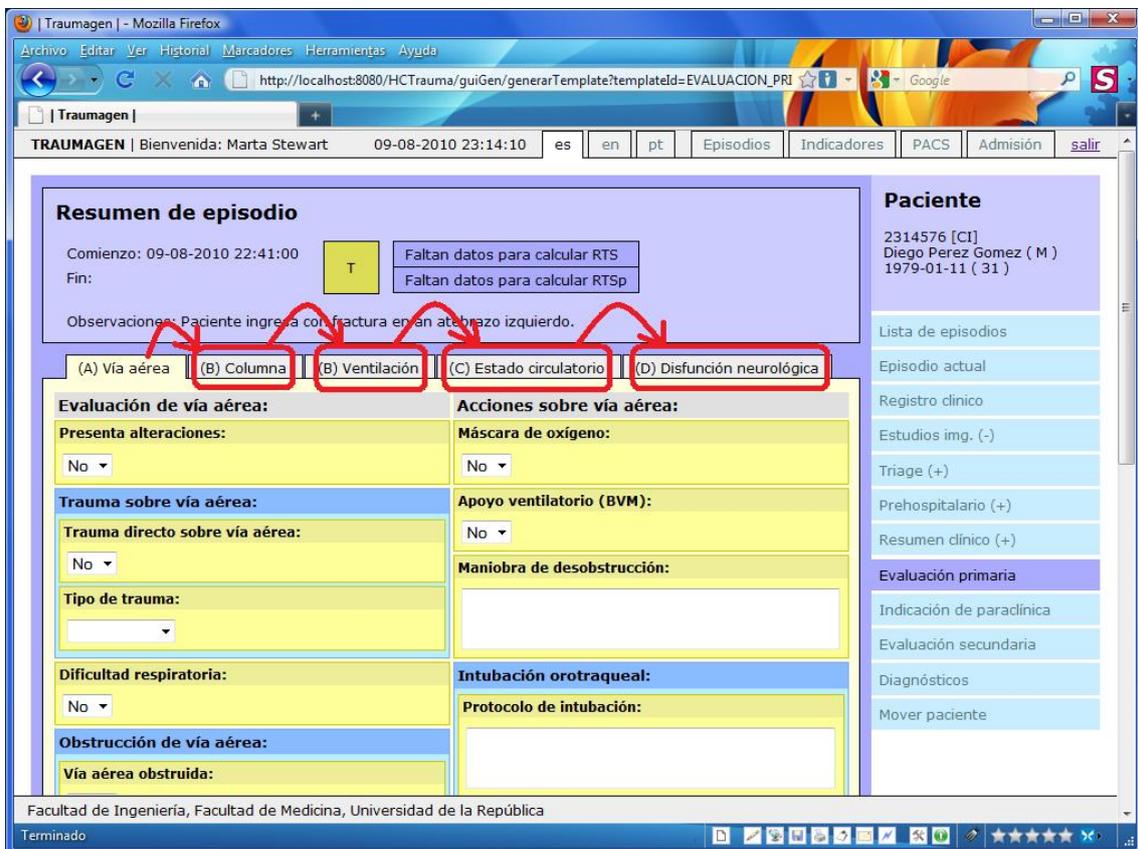


Figura A15 – Evaluación Primaria (Ingreso de Datos)

Luego de llenados todos estos formularios (que en conjunto corresponden a la Evaluación Primaria), veremos como ahora aparece calculado el RTS y el RTSp (figura A16). Luego de realizada la evaluación primaria realizamos el registro de la solicitud de estudios imagenológicos y de exámenes de laboratorio, para esto elegimos la opción “Indicación Paraclínica” del menú de la derecha (ver figura A16).

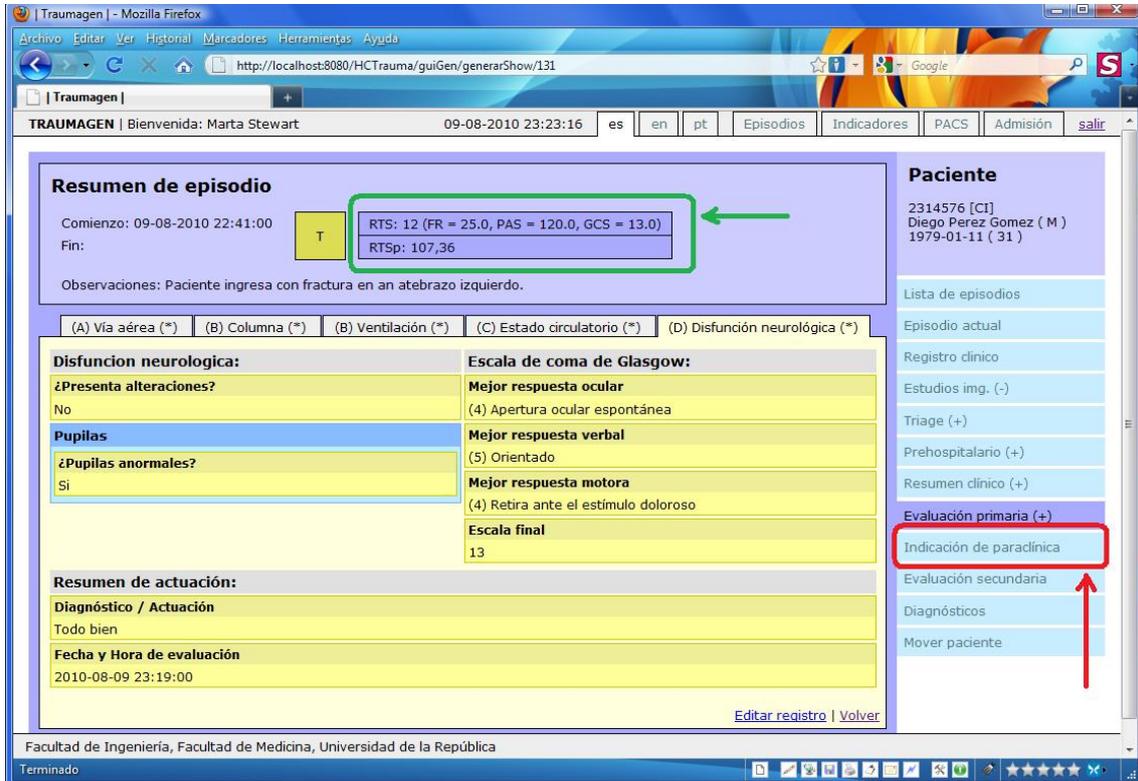


Figura A16 – Evaluación Primaria (Datos guardados, RTS y RTSp calculados)

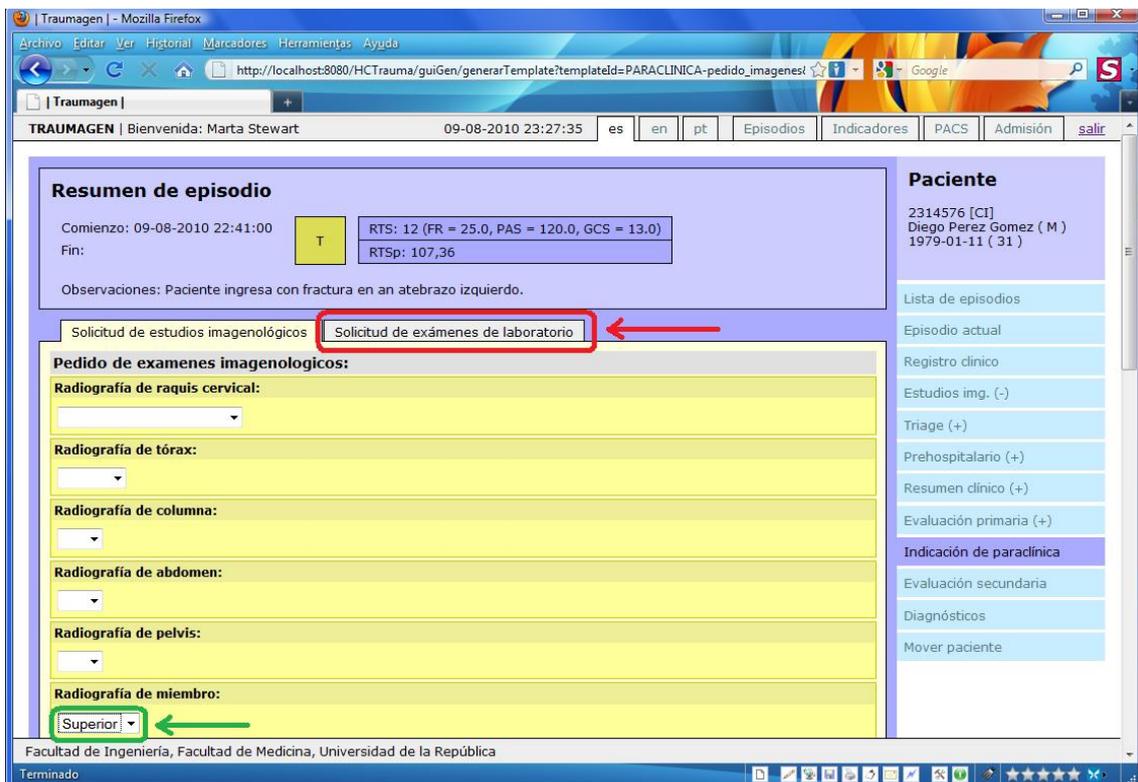


Figura A17 – Indicación Paraclínica (Solicitud de Estudios Imagenológicos)

En este caso pedimos solamente una radiografía de miembro superior (ver figura A17). Luego de guardar vamos al formulario de que corresponde a los exámenes de laboratorio dando en la pestaña “Solicitud de exámenes de laboratorio”. Luego de pedir los exámenes de laboratorio que se crean necesarios vamos a completar el formulario de Evaluación Secundaria, para esto elegimos la opción “Evaluación secundaria” del menú de opciones de la derecha.

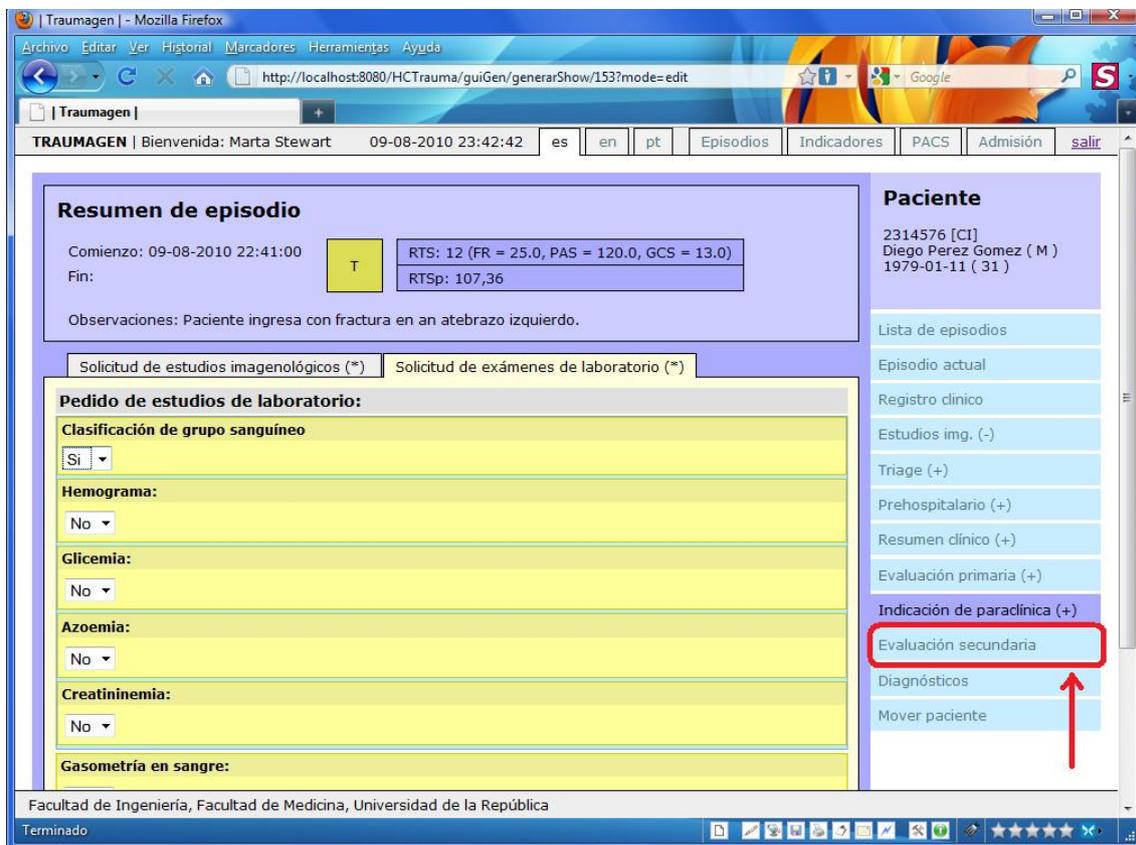


Figura A18 – Indicación Paraclínica (Solicitud de Exámenes de Laboratorio)

Llenamos el formulario de evaluación secundaria y guardamos los datos ingresados. Luego de esto vamos a la selección de diagnósticos eligiendo la opción “Diagnósticos” del menú de la derecha (ver figura A19).

En la página que corresponde a la selección de diagnósticos, dada la enorme cantidad de diagnósticos de trauma existentes (tomados del CIE-10), la operativa cambia respecto al llenado de los formularios anteriores. En esta página tenemos un buscador de diagnósticos. Buscaremos por una o más palabras claves que creamos representativas de él o los diagnósticos que se ajustan al episodio. Existe un patrón en las descripciones de los términos CIE 10 y es que están formados por un problema de salud y una localización en el cuerpo del paciente, por lo que realizar las búsquedas es bastante sencillo, ingresando grupos de palabras como “fractura pierna”, “esguince cuello”, “quemadura cabeza”, etc. En este caso decidimos buscar solo por la región afectada (antebrazo).

Como resultado de la búsqueda veremos un listado de diagnósticos, mostrándose resaltadas (con fondo de color amarillo) las palabras que componen el criterio de búsqueda. Seleccionamos el o los diagnósticos que creamos adecuados para el episodio (en este caso solo el diagnostico S52 – Fractura de antebrazo). Esto lo hacemos presionando el link “Seleccionar” que está a la derecha en cada fila (ver figura A20).

Esto último hará que él o los diagnósticos seleccionados sean agregados al listado de “Diagnósticos seleccionados” que se encuentra en la parte inferior de la página (ver figura A21). Podemos quitar los diagnósticos seleccionados dando sobre el link “borrar”. Luego de haber seleccionado todos los diagnósticos damos guardar. Podremos ver ahora un formulario con los diagnósticos seleccionados fijos. Como cualquier otro formulario, podemos editar los datos ingresados dando sobre el link “Editar registro” (ver figura A22).

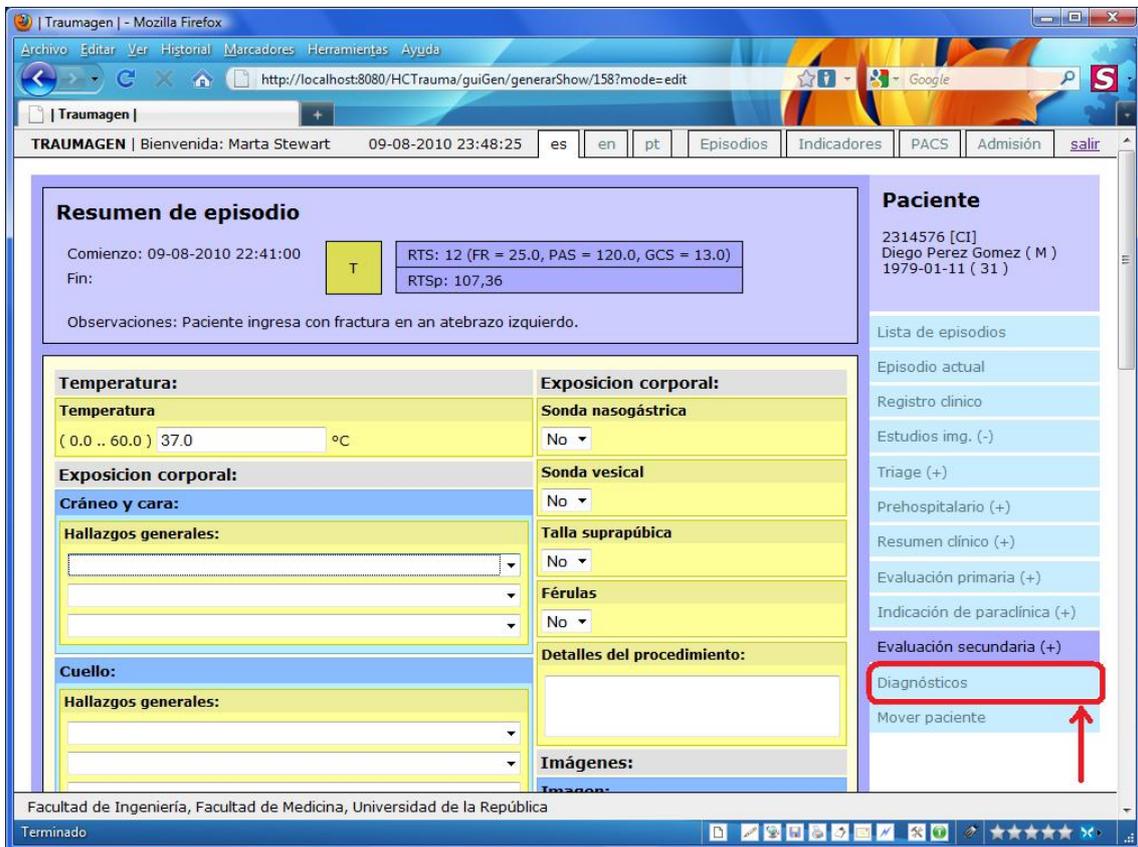


Figura A19 – Evaluación Secundaria

**Resumen de episodio**

Comienzo: 09-08-2010 22:41:00 T RTS: 12 (FR = 25.0, PAS = 120.0, GCS = 13.0)  
 Fin: RTSp: 107,36

Observaciones: Paciente ingresa con fractura en an atebrazo izquierdo.

**Paciente**

2314576 [CI]  
 Diego Perez Gomez ( M )  
 1979-01-11 ( 31 )

**Diagnósticos**

antebrazo  Buscar p.e: 'traumatismo cuello', 'quemadura cabeza', 'esguince tobillo', ...

**Resultados de la búsqueda**

<b>S50</b>	<b>TRAUMATISMO SUPERFICIAL DEL ANTEBRAZO Y DEL CODO</b>	[seleccionar]
S50	S50.1 CONTUSION DE OTRAS PARTES DEL ANTEBRAZO Y DE LAS NO ESPECIFICADAS	[seleccionar]
S50	S50.7 TRAUMATISMOS SUPERFICIALES MULTIPLES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S50	S50.8 OTROS TRAUMATISMOS SUPERFICIALES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S50	S50.9 TRAUMATISMO SUPERFICIAL DEL ANTEBRAZO, NO ESPECIFICADO	[seleccionar]
<b>S51</b>	<b>HERIDA DEL ANTEBRAZO Y DEL CODO</b>	[seleccionar]
S51	S51.7 HERIDAS MULTIPLES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S51	S51.8 HERIDA DE OTRAS PARTES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S51	S51.9 HERIDA DEL ANTEBRAZO, PARTE NO ESPECIFICADA	[seleccionar]
<b>S52</b>	<b>FRACTURA DEL ANTEBRAZO</b>	[seleccionar]
S52	S52.7 FRACTURAS MULTIPLES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S52	S52.8 FRACTURA DE OTRAS PARTES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura A20 – Diagnósticos (Búsqueda diagnósticos)

S56	S56.4 TRAUMATISMO DEL TENDON Y MUSCULO EXTENSOR DE OTRO(S) DEDO(S) A NIVEL DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S56	S56.5 TRAUMATISMO DE OTRO TENDON Y MUSCULO EXTENSOR A NIVEL DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S56	S56.7 TRAUMATISMO DE MULTIPLES TENDONES Y MUSCULOS A NIVEL DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S56	S56.8 TRAUMATISMO DE OTROS TENDONES Y MUSCULOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS, A NIVEL DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
<b>S57</b>	<b>TRAUMATISMO POR APLASTAMIENTO DEL ANTEBRAZO</b>	[seleccionar]
S57	S57.8 TRAUMATISMO POR APLASTAMIENTO DE OTRAS PARTES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S57	S57.9 TRAUMATISMO POR APLASTAMIENTO DEL ANTEBRAZO, PARTE NO ESPECIFICADA	[seleccionar]
<b>S58</b>	<b>AMPUTACION TRAUMATICA DEL ANTEBRAZO</b>	[seleccionar]
S58	S58.9 AMPUTACION TRAUMATICA DEL ANTEBRAZO, NIVEL NO ESPECIFICADO	[seleccionar]
<b>S59</b>	<b>OTROS TRAUMATISMOS Y LOS NO ESPECIFICADOS DEL ANTEBRAZO</b>	[seleccionar]
S59	S59.7 TRAUMATISMOS MULTIPLES DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S59	S59.8 OTROS TRAUMATISMOS ESPECIFICADOS DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]
S59	S59.9 TRAUMATISMO NO ESPECIFICADO DEL ANTEBRAZO	[seleccionar]

**Diagnósticos seleccionados**

(S52) FRACTURA DEL ANTEBRAZO [borrar]

**Observaciones específicas**

Guardar diagnósticos

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura A21 – Diagnósticos (Diagnósticos seleccionados)

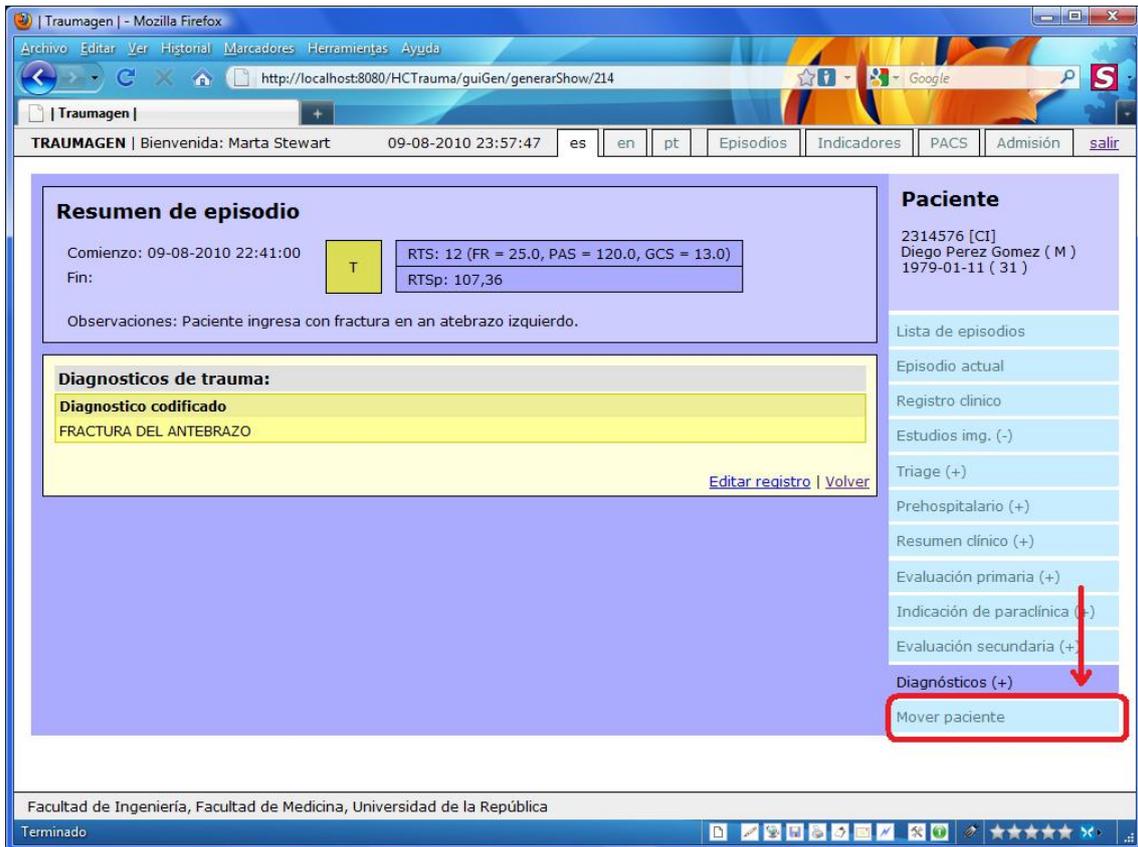


Figura A22 – Diagnósticos (Diagnósticos guardados)

Finalmente vamos a registrar el movimiento del paciente, para esto elegimos la opción “Mover paciente” del menú de la derecha (ver figura A22). En el formulario de movimiento de paciente tendremos que seleccionar el destino del paciente, siendo las opciones: Alta, Traslado, Internación, Block Quirúrgico, Observación y Morgue. En nuestro caso elegimos “Alta” (ver figura A23). Ingresamos la fecha del movimiento, alguna observación del mismo y damos guardar. Esto hará que el episodio de trauma se cierre. El episodio pasa a estar en el estado “Completo”.

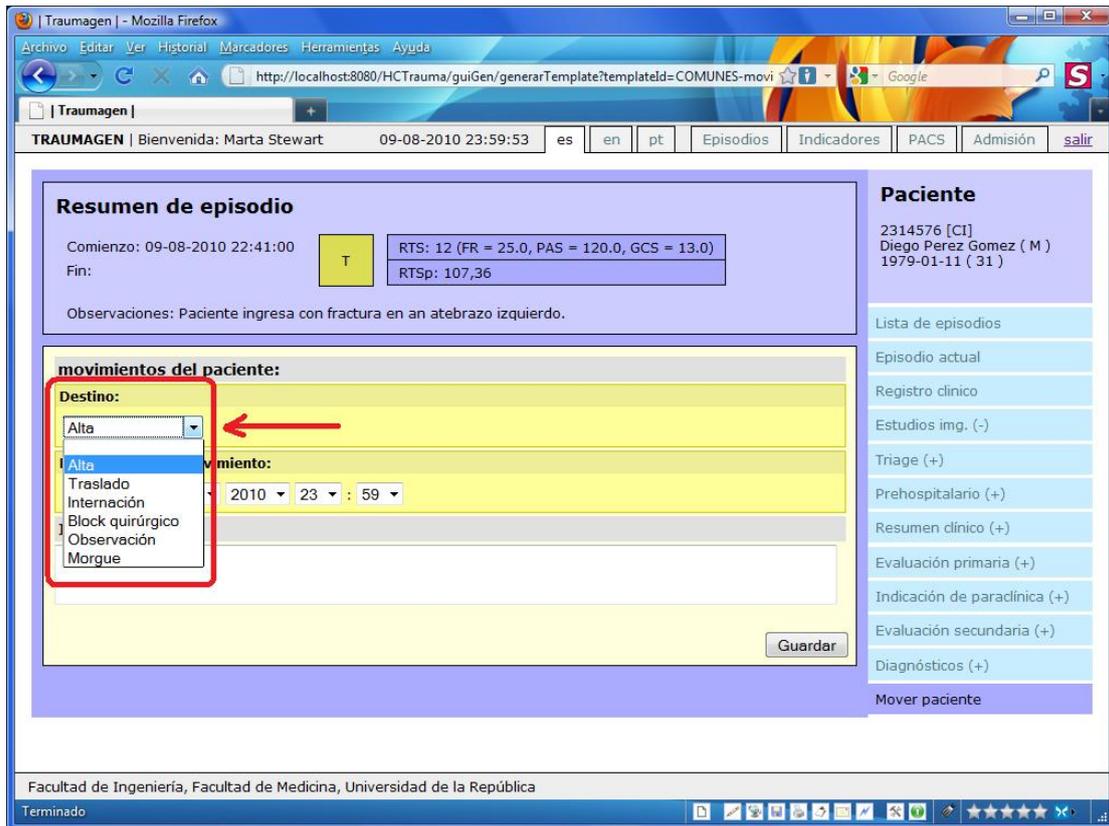


Figura A23 – Movimiento de Paciente (Ingreso de datos)

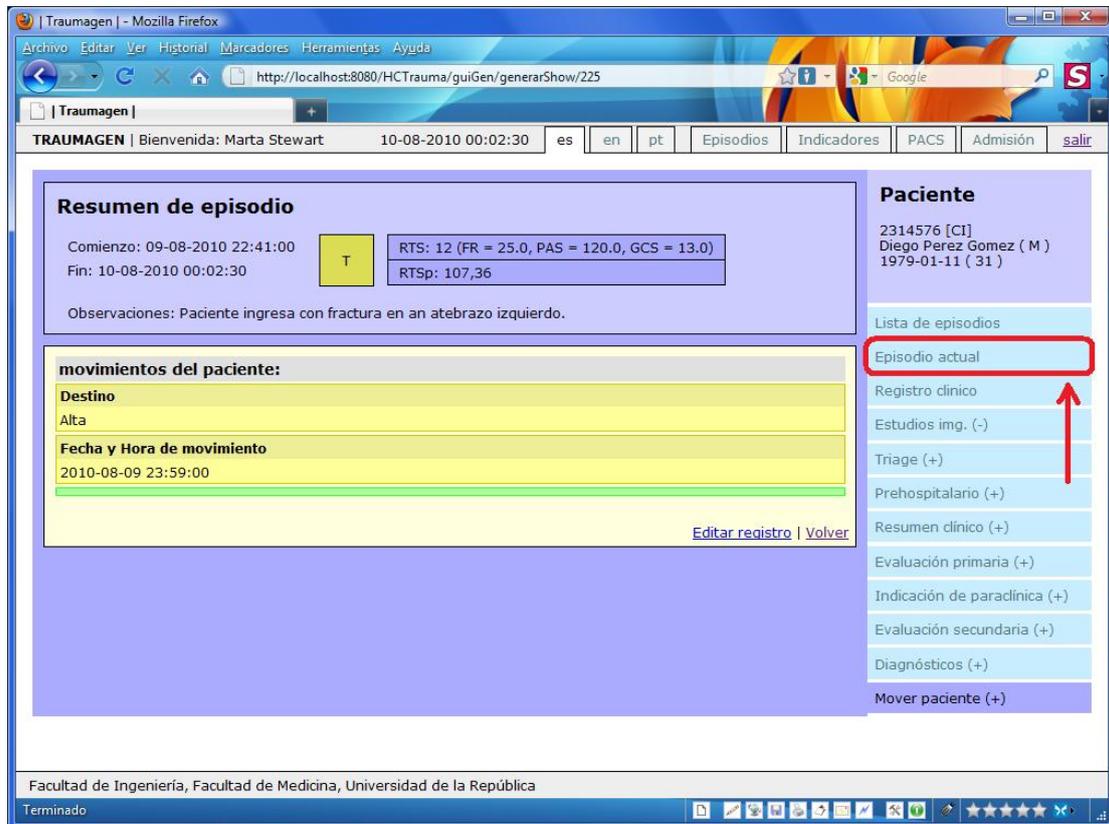


Figura A24 – Movimiento de paciente (datos guardados)

En este estado del episodio solo podremos editar los formularios que hayamos llenado con anterioridad (en el menú de la derecha aparecen con un “+” las opciones que corresponden a formularios llenados).

Si elegimos la opción “Episodio Actual” del menú de la derecha (ver figura A24), veremos nuevamente la pantalla de “Detalles del episodio”. Notaremos que en ella, aparecen un link para ver el registro unificado (un solo formulario con los datos de todos los formularios) y un link para firmar el registro (ver figura A25).



Figura A25 – Detalles del Episodio (Episodio Completo)

Lo que queda ahora es firmar el registro. Quien firme estos datos será responsable de los mismos, teniendo eventualmente validez legal (según lo establezca la institución médica). Para firmar el registro, damos en el link “Firmar Registro”, esto hará que aparezca un formulario similar al de inicio de sesión (ver figura A26). Allí ingresamos nuestro usuario y contraseña que utilizamos para iniciar sesión.

Primeramente debe registrarse al paciente, para esto buscamos al paciente en el sistema (figura 5) y creamos un episodio para el mismo. Si el paciente no es encontrado en el sistema, ingresamos. El sistema nos avisara si el episodio fue firmado correctamente (ver figura A27).

Ahora el episodio pasó a estar en estado “Firmado”. Elegimos la opción “Episodio Actual” del menú de la derecha (ver figura A27). En este estado no podrá hacerse ninguna modificación en ningún formulario (llenado o no llenado). Si se quiere hacer alguna modificación en los datos registrados, debe reabrirse el registro. Para esto damos en el link “Reabrir registro” (Ver Figura A28) y actuamos análogamente a la firma del registro (ver figuras A29 y A30). La reapertura del registro creara un documento clínico CDA con todos los datos de los formularios asociados al

episodio. También se creará una nueva versión del episodio (la cual si podrá ser editada). De esta manera se no se perderá el historial de un episodio quedando registrado quien reabrió determinada versión y los datos que se cambiaron.

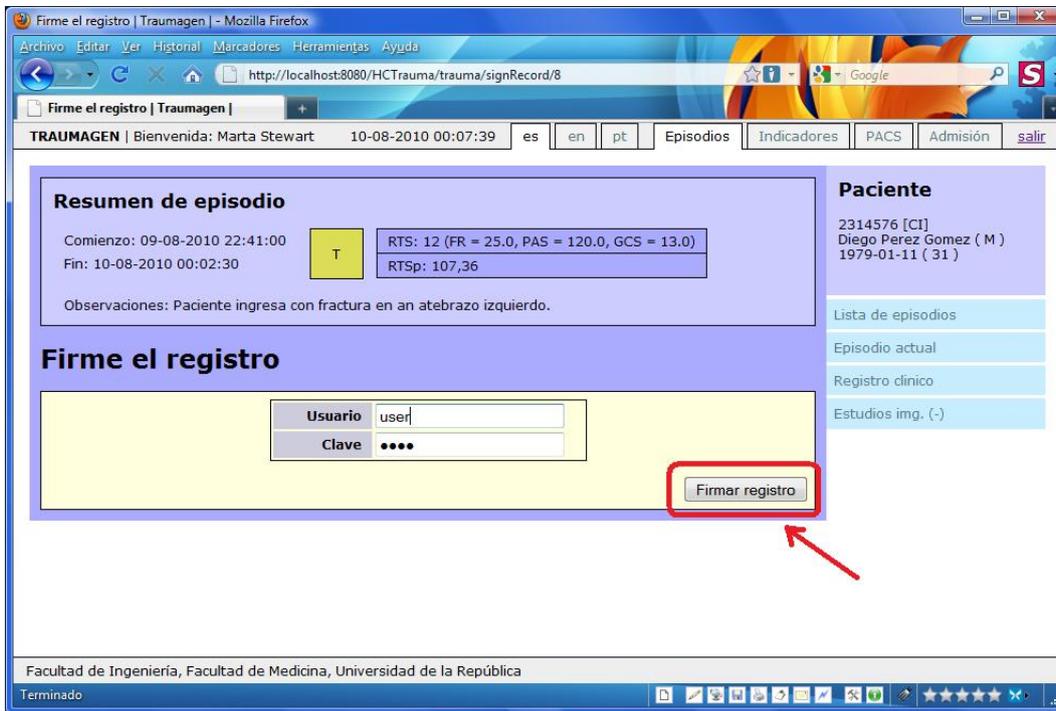


Figura A26 – Firmar Registro

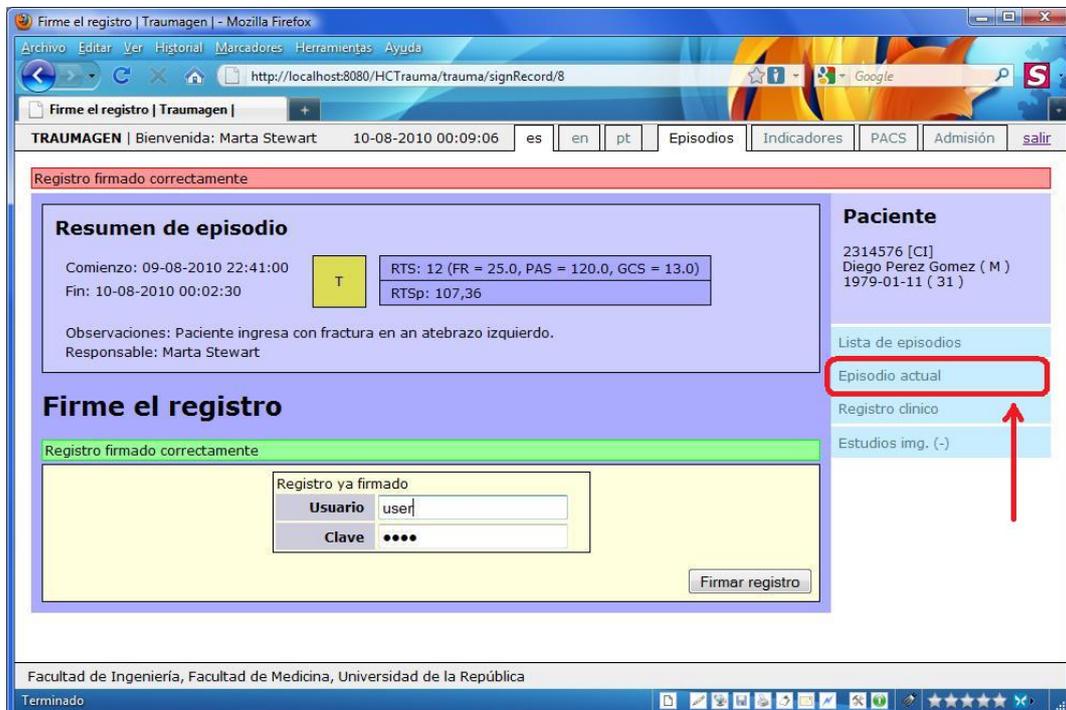


Figura A27– Firmar Registro (Registro Firmado)

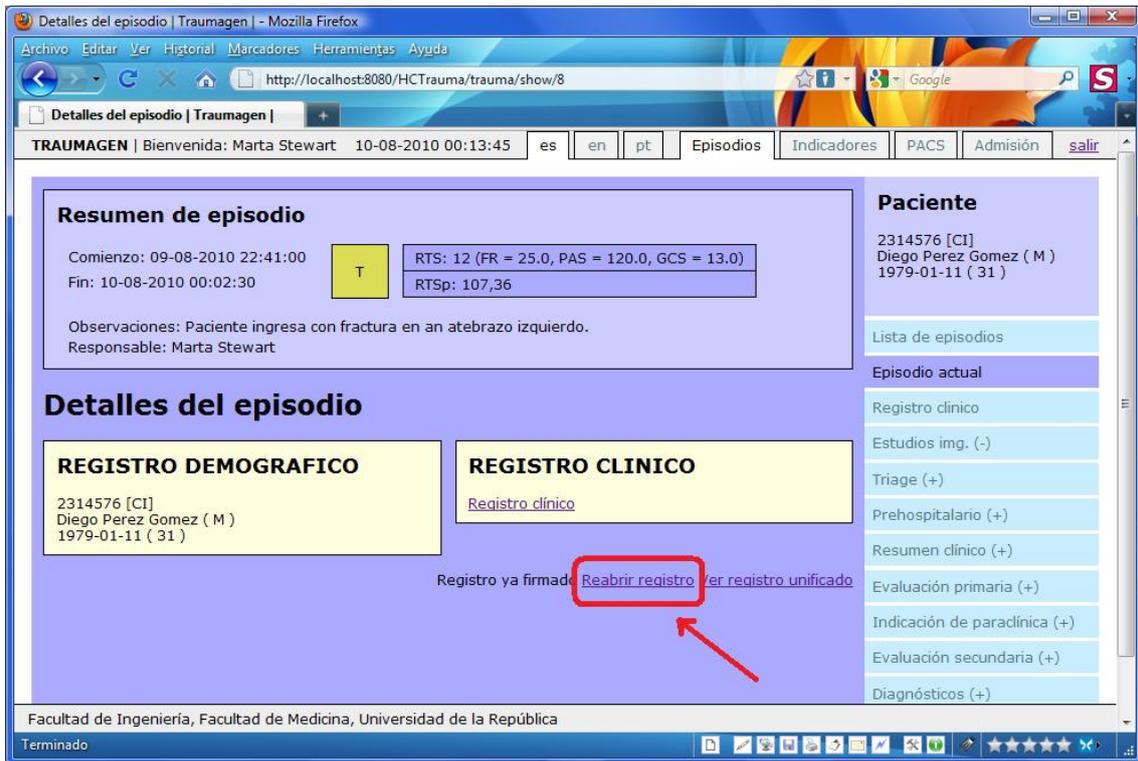


Figura A28– Detalles del Episodio (Registro Firmado)

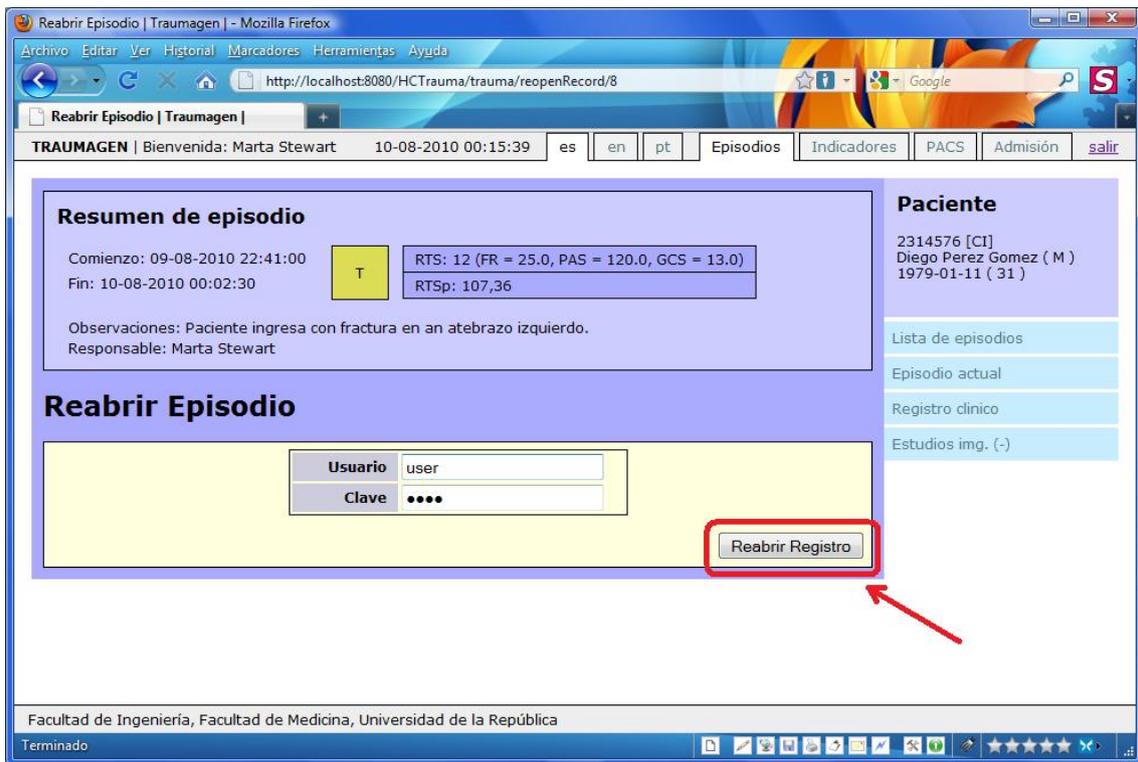


Figura A29– Reapertura de Registro

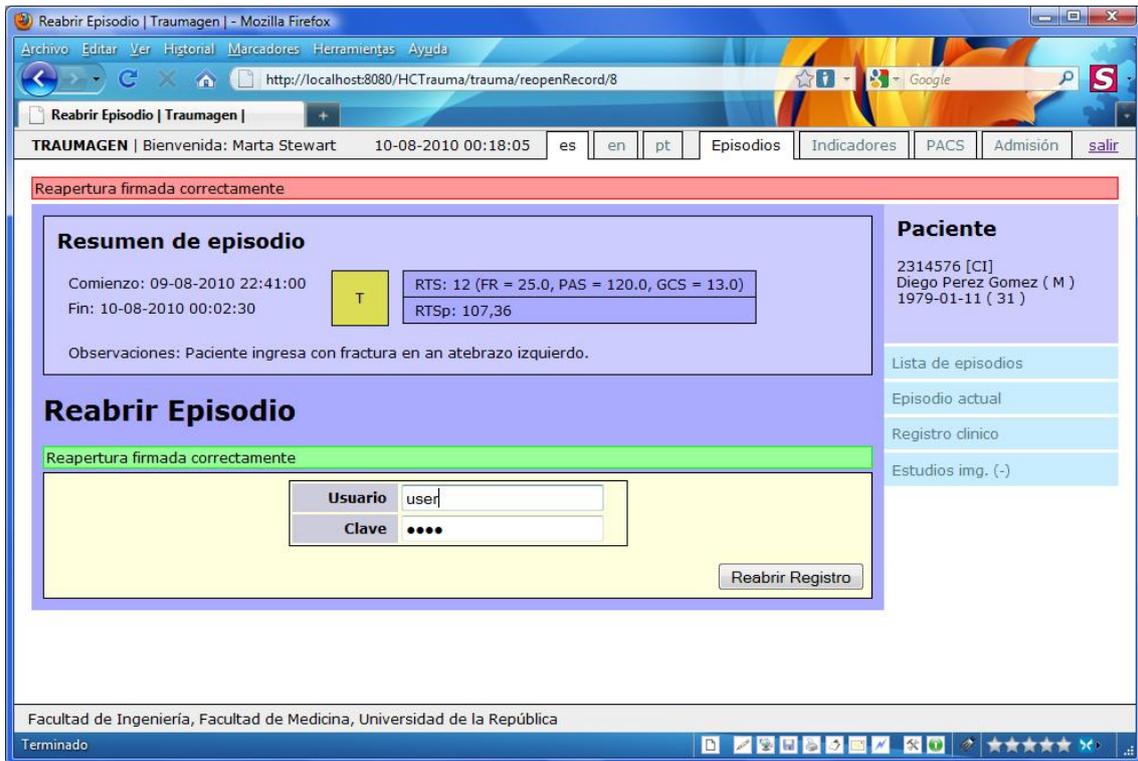


Figura A30– Reapertura de Registro (Registro Reabierto)

## Escenario 2 – Paciente grave (entra por puerta de Emergencia)

En este escenario el paciente entra por puerta de emergencia en estado grave, sin pasar por admisión. A diferencia del escenario anteriormente planteado, la identificación del paciente no estará a cargo del personal de admisión, sino de quien sea responsable del registro en la emergencia.

En estos casos, dadas las circunstancias, por lo general se comienza con el registro de datos clínicos y los datos demográficos (identificación del paciente) se hace o bien al final del registro clínico o en medio de este.

Luego de iniciar sesión en el sistema, este nos presentará la lista de episodios y nos dará la opción, en esa misma página, de crear un nuevo episodio (sin haber identificado al paciente). Para esto damos clic en “Nuevo episodio” (ver figura B1). Llenamos el formulario que se despliega y damos clic en el botón “Crear” (ver figura B2). El sistema nos volverá a mostrar el listado de episodios. Damos clic en el link “detalles” de la fila correspondiente al episodio recién creado (ver figura B3).

Veremos que se mostrarán los detalles del episodio y en la esquina superior derecha, nos indicará que el paciente no está identificado. Llenamos los formularios correspondientes a información clínica, como se explicó en el ejemplo anterior (abarcando imágenes desde A10 a A24).

Si se quiere identificar al paciente, en cualquier momento, damos clic en el link “Identificar Paciente” de la esquina superior derecha. En la página de búsqueda del paciente, buscamos según los datos con los que dispongamos igual que se explicó en el ejemplo anterior, pero al contrario de este, supondremos que la búsqueda arroja una lista de candidatos que contiene al paciente. Seleccionamos al paciente dando clic en el link “Seleccionar paciente” de la fila correspondiente al mismo (ver figura B4).

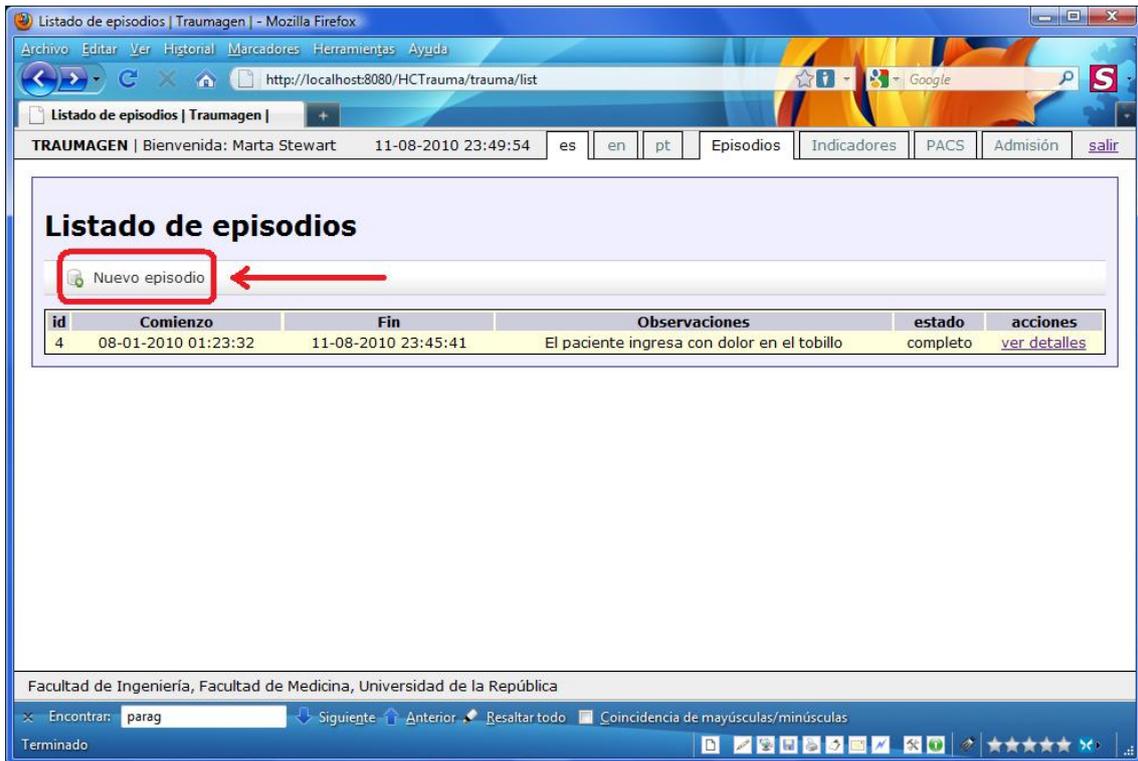


Figura B1– Listado de Episodios (Luego de inicio de sesión)

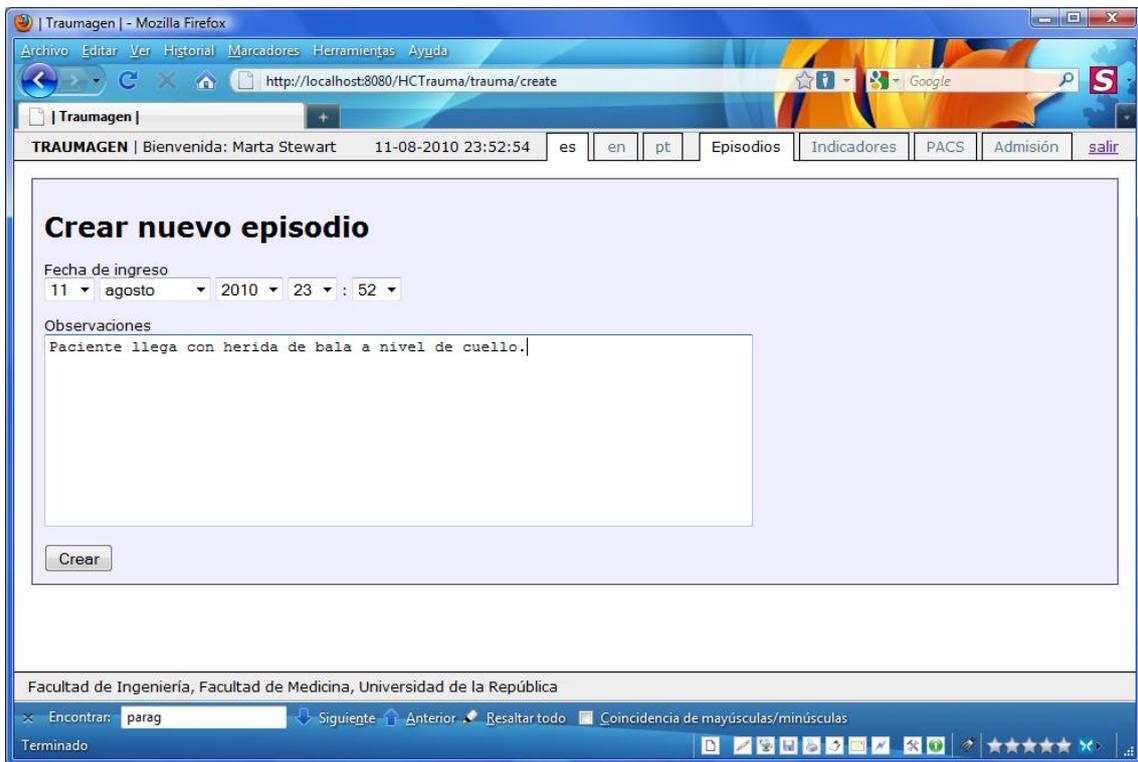


Figura B2– Creación de nuevo episodio

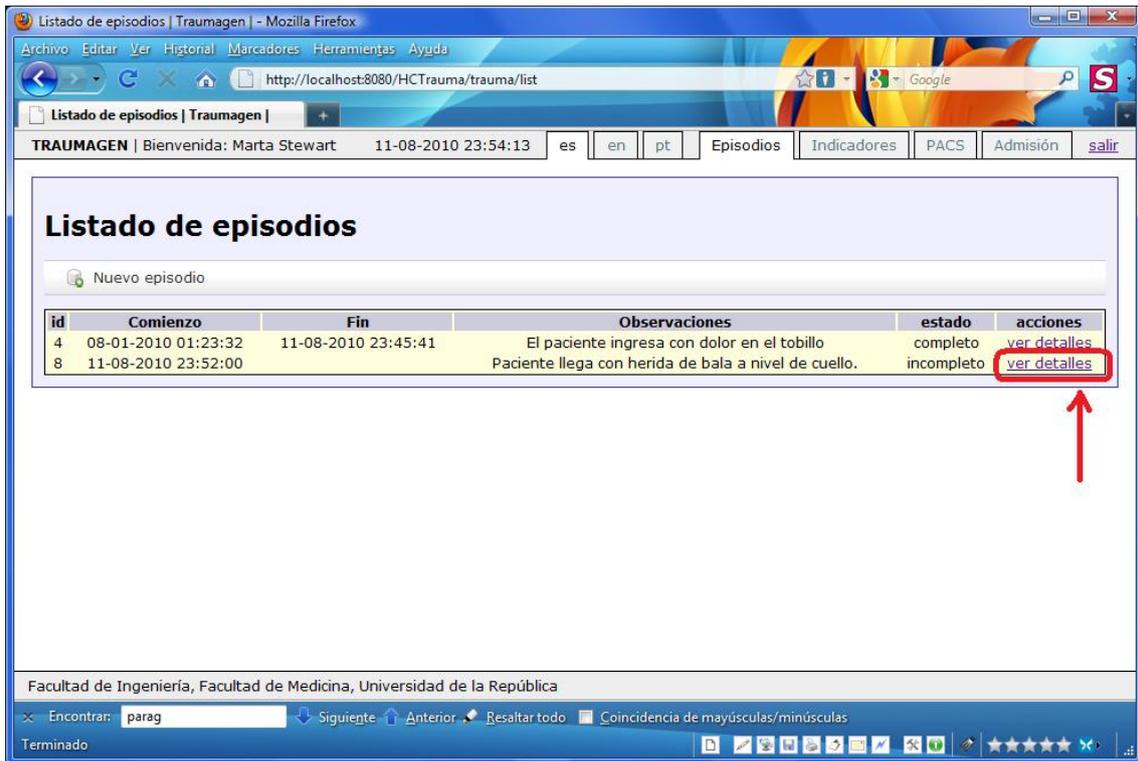


Figura B3– Listado de Episodios (Luego de la creación del episodio)

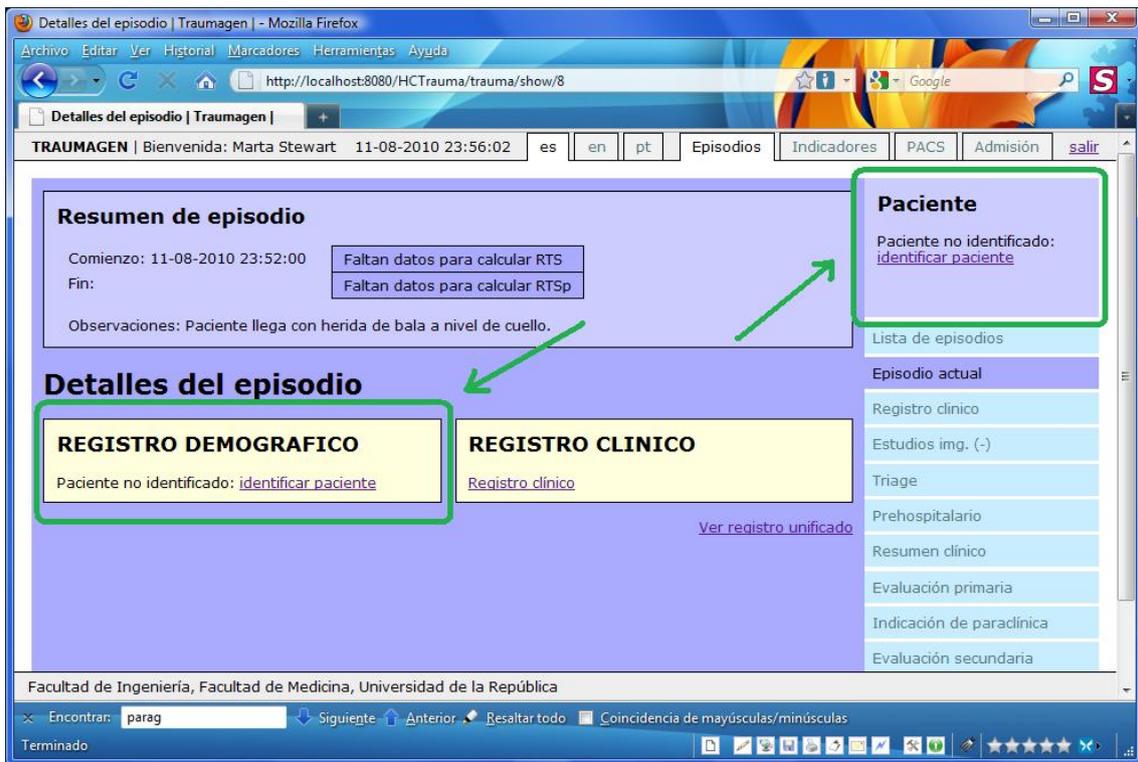


Figura B4 – Detalles del episodio recién creado (sin paciente identificado)

Cabe aclarar que para poder firmar un episodio, el paciente debe estar identificado.

## Funcionalidades particulares

### Acceso a imágenes

Una vez identificado un paciente, TRAUMAGEN comenzará una búsqueda de estudios imagenológicos (automáticamente, en segundo plano) en los PACS a los que tenga acceso, tanto locales como remotos a la institución (en donde el paciente puede haberse realizado estudios). El conjunto de PACS en los cuales buscará el sistema serán definidos por la institución médica.

En la opción “Estudios ima.” del menú de la derecha, vemos que aparece (a la derecha de esta opción), una numero encerrado entre paréntesis (ver figura C1). Este número hace referencia a la cantidad de exámenes imagenológicos encontrados para el paciente (inicialmente y mientras no se encuentren exámenes habrá un guión). A medida que TRAUMAGEN encuentre exámenes imagenológicos, actualizara este valor.

The screenshot displays the TRAUMAGEN interface for a patient named Carlos Suarez (M). The main area is divided into sections: 'Resumen de episodio' with start and end times and observations, 'Detalles del episodio' containing 'REGISTRO DEMOGRAFICO' (with patient ID 2314576, name Diego Perez Gomez, and birth date 1979-01-11) and 'REGISTRO CLINICO' (with a link to 'Registro clínico'). A sidebar on the right lists various menu options: 'Lista de episodios', 'Episodio actual', 'Registro clínico', 'Estudios ima. (2)', 'Triage', 'Prehospitalario', 'Resumen clínico', 'Evaluación primaria', 'Indicación de paraclínica', 'Evaluación secundaria', 'Diagnósticos', and 'Mover paciente'. The 'Estudios ima. (2)' option is highlighted with a red box, and a green arrow points to the '(2)'. A red arrow points upwards from the bottom of the sidebar towards the highlighted option.

Figura C1 – Acceso a Estudios Imagenológicos

Si elegimos la opción “Estudios ima.” iremos a una página en donde se listarán los estudios encontrados.

Al elegir esa opción el sistema nos mostrara el listado de estudios imagenológicos para el paciente (ver figura C2). Se puede apreciar que en este caso el sistema encontró dos estudios, una tomografía de cráneo (CT) y un reporte de ese estudio (SR).

Antes de seguir cabe aclarar lo siguiente: los estudios imagenológicos en el modelo de datos de DICOM (estándar para el intercambio de imágenes médicas utilizado por TRAUMAGEN y los PACS que este consume) constan de tres niveles. El primer nivel es el propio estudio, el segundo son las series de objetos DICOM, y el tercer nivel son los objetos DICOM. Existen varios tipos de objetos DICOM como pueden ser electrocardiogramas, ondas de sonido, videos, entre otros. Para este proyecto los objetos DICOM de interés son las imágenes del estudio y los reporte estructurados (SR). El SR modela el informe radiológico sobre el estudio, el cual es hecho por un médico radiólogo al analizar las imágenes del estudio para diagnosticar un problema mediante un conjunto de imágenes.

**Resumen de episodio**  
 comienzo: 2010-03-30 14:06:00 observaciones: dsafdfadasdfad  
 fin:

**Estudios imagenológicos**

id	paciente	descripcion	fecha del estudio	modalidades	id estudio	# series	#imagenes	fuelle	acciones
1	SUAREZ , CARLOS	TOMOGRAFIA	20100117	SR	20100117014137	1	2	PACS del Hospital Maciel	Series
2	SUAREZ , CARLOS	CRA	20100117	CT	6739	3	26	PACS del Hospital Maciel	Series

**Paciente**  
Carlos Suarez ( M )

- Lista de episodios
- Episodio actual
- Registro clinico
- Estudios img. (2)
- Triage
- Prehospitalario
- Resumen clinico
- Evaluación primaria
- Indicación de paraclínica
- Evaluación secundaria
- Diagnósticos
- Mover paciente

Figura C2– Selección de Estudio

Por tanto cada fila que veamos en el listado corresponderá a un estudio y cada uno de estos estudios tendrá una o más series que a su vez se compondrán de un conjunto de imágenes.

Podemos ver que el segundo estudio que aparece en el listado tiene tres series. Al dar en el link “Series” (ver figura C2), el sistema nos mostrará otra tabla en la cual cada fila se corresponderá a cada una de las series. Al dar en el link imágenes de una serie, se mostrará una nueva tabla que contendrá en cada fila a cada imagen (ver Figura C3).

Al dar en uno de los links “ver objeto” es sistema mostrara la imagen correspondiente debajo de la tabla de imágenes (ver figura C4).

**Resumen de episodio**  
 comienzo: 2010-03-30 14:06:00 observaciones: dsafdfadasdfad  
 fin:

**Estudios imagenológicos**

id	paciente	descripcion	fecha del estudio	modalidades	id estudio	# series	#imagenes	fuelle	acciones
2	SUAREZ , CARLOS	CRA	20100117	CT	6739	3	26	PACS del Hospital Maciel	Series

Modalidad	Descripcion	Numero de serie	Objetos en serie	acciones
CT	SCOUT	1	1	Imágenes
CT	CRÁNEO RUTINA	2	24	Imágenes
CT	Informe de dosis	999	1	Imágenes

**Paciente**  
Carlos Suarez ( M )

- Lista de episodios
- Episodio actual
- Registro clinico
- Estudios img. (2)
- Triage
- Prehospitalario
- Resumen clinico
- Evaluación primaria
- Indicación de paraclínica
- Evaluación secundaria
- Diagnósticos
- Mover paciente

Figura C3– Selección de Serie

### Resumen de episodio

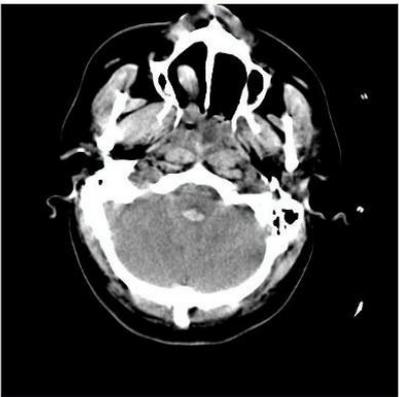
comienzo: 2010-03-30 14:06:00 observaciones: dsafdfadadfad  
fin:

### Estudios imagenológicos

id	paciente	descripcion	fecha del estudio	modalidades	id estudio	# series	#imagenes	fuelle	acciones
2	SUAREZ , CARLOS	CRA	20100117	CT	6739	3	26	PACS del Hospital Maciel	Series

Modalidad	Descripcion	Numero de serie	Objetos en serie	acciones
CT	CRÁNEO RUTINA	2	24	Imágenes

Numero de objeto	acciones
1	<a href="#">Ver objeto</a>
2	<a href="#">Ver objeto</a>
3	<a href="#">Ver objeto</a>
4	<a href="#">Ver objeto</a>
5	<a href="#">Ver objeto</a>
6	<a href="#">Ver objeto</a>
7	<a href="#">Ver objeto</a>
8	<a href="#">Ver objeto</a>



### Paciente

Carlos Suarez ( M )

- [Lista de episodios](#)
- [Episodio actual](#)
- [Registro clinico](#)
- [Estudios img. \(2\)](#)**
- [Triage](#)
- [Prehospitalario](#)
- [Resumen clinico](#)
- [Evaluación primaria](#)
- [Indicación de paraclínica](#)
- [Evaluación secundaria](#)
- [Diagnósticos](#)
- [Mover paciente](#)

- [common.lang.en](#)
- [common.lang.es](#)

Figura C4– Selección de Imagen

## Cálculo de indicadores

El sistema ofrece un conjunto de indicadores asistenciales. Accederemos a ellos por medio de la opción “Indicadores” que aparece en el menú superior (ver figura D1). Posteriormente seleccionamos uno de ellos dando sobre el link correspondiente (ver figura D2).

TRAUMAGEN | Bienvenida: Marta Stewart 12-08-2010 00:42:34 es en pt Episodios **Indicadores** PACS Admisión salir

### Listado de episodios

[Nuevo episodio](#)

id	Comienzo	Fin	Observaciones	estado	acciones
4	08-01-2010 01:23:32	11-08-2010 23:45:41	El paciente ingresa con dolor en el tobillo	completo	<a href="#">ver detalles</a>
8	11-08-2010 23:52:00		Paciente llega con herida de bala a nivel de cuello.	incompleto	<a href="#">ver detalles</a>

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura D1– Acceso a Indicadores Asistenciales

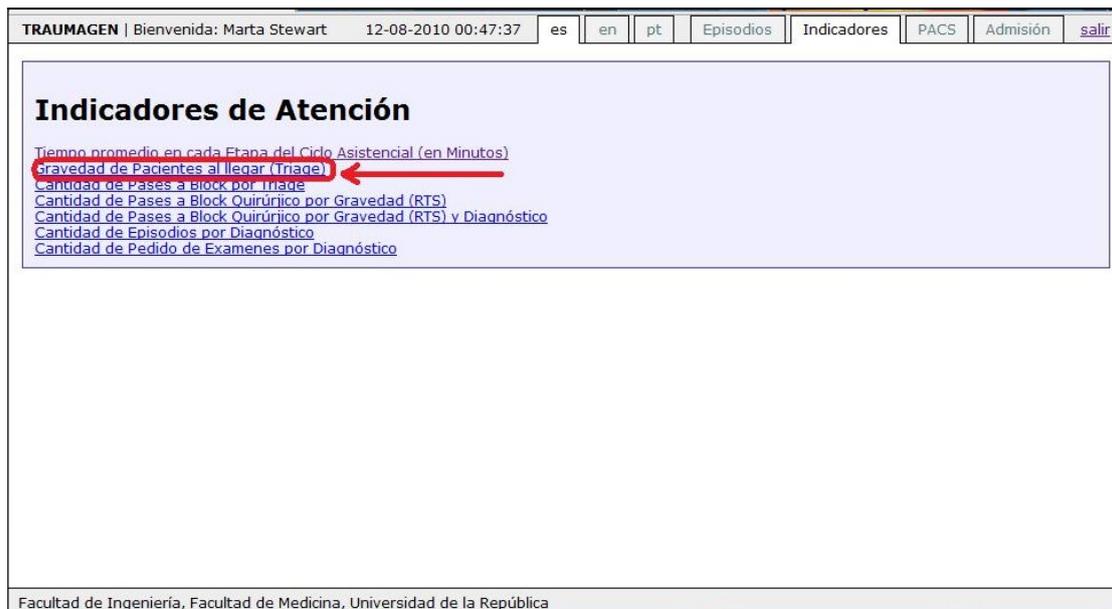


Figura D2– Selección de Indicador Asistencial

Los datos tomados en cuenta por cada indicador podrán ser filtrados por un rango de fechas que el usuario podrá especificar (ver figura C3). Adicionalmente en los indicadores que involucran diagnósticos, se podrá especificar la cantidad de diagnósticos con mayor frecuencia a tomar en cuenta (por ej.: si se eligen 15, serán tomados en cuenta los 15 diagnósticos con más frecuencia en los episodios). Dando en el botón “obtener datos” el sistema nos mostrará el resultado (ver figura C4).

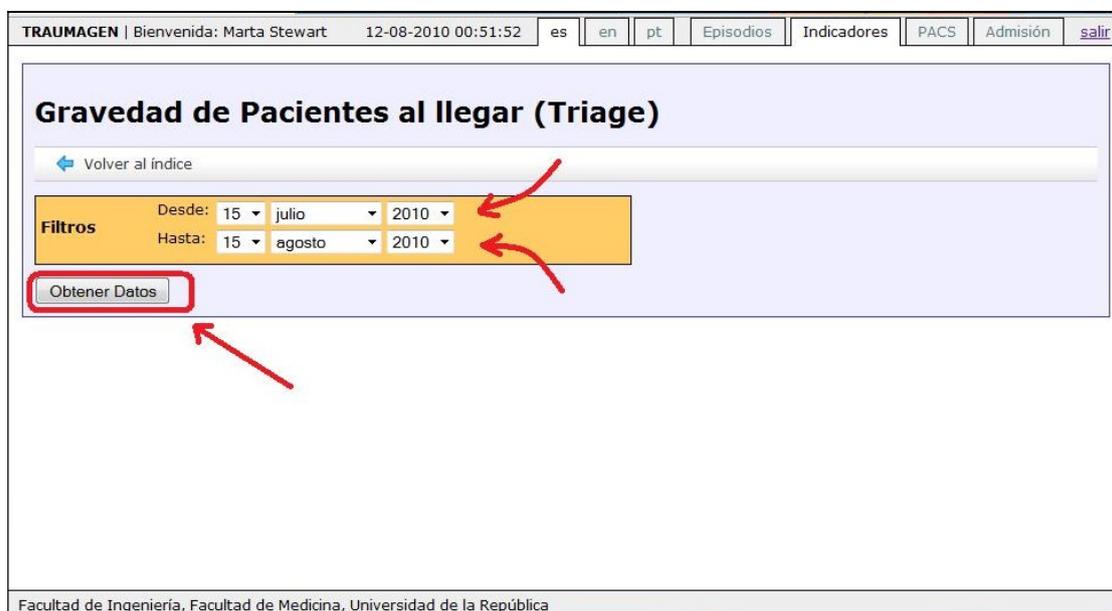


Figura D3– Filtrado por fecha

TRAUMAGEN | Bienvenida: Marta Stewart 12-08-2010 00:54:37 es en pt Episodios Indicadores PACS Admisión salir

## Gravedad de Pacientes al Llegar (Triage)

[← Volver al índice](#)

**Filtros** Desde: 15 julio 2010 Hasta: 15 agosto 2010

Obtener Datos **Cant. Episodios: 3**

Gravedad	estable	estable con lesiones a tratar	inestable, grave	moribundo, agónico	muerto
Cantidad de Pacientes	1	0	2	0	0

Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Universidad de la República

Figura D4– Resultados del indicador