

Un Sistema Electrónico de Salud Personal Interoperable para el Control de la Diabetes Mellitus Tipo 2 conforme al estándar ISO 16527



Proyecto De Grado

Jesús David Cerón Bravo
Guillermo Gómez Fuertes

Director del Proyecto:

PhD. Diego Mauricio López

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Ingeniería Telemática
Línea de Investigación en eSalud
Popayán, Enero de 2014

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.	Definición.....	1
1.1.2.	Pregunta de Investigación	4
1.1.3.	Justificación.....	4
1.2.	OBJETIVOS.....	5
1.2.1.	Objetivo general	5
1.2.2.	Objetivos específicos	5
1.3.	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	5
CAPITULO 2.	MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE.....	7
2.1.	MODELO FUNCIONAL PARA UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE SALUD PERSONAL (HL7 PHR-S FM).....	7
2.2.	ESTADO DEL ARTE	11
2.2.1.	S-ESP dirigidos a dispositivos móviles para el control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2	11
2.2.2.	S-ESP con funcionalidades de interoperabilidad.....	16
2.3.	CONCLUSIONES	17
CAPITULO 3.	ADAPTACIÓN PLATAFORMA INDIVO	19
3.1.	DESCRIPCIÓN DE INDIVO	19
3.1.1.	Componentes.....	19
3.2.	ANÁLISIS DETALLADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE INTEROPERABILIDAD DE INDIVO.....	22
3.3.	IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONALIDADES DE INTEROPERABILIDAD PARA INDIVO.....	23
3.3.1.	Modelo de casos de uso.....	24
3.3.2.	Modelo de implementación.....	30
3.3.3.	Modelo de implantación.....	31
3.3.4.	Tecnologías utilizadas	33
3.4.	CONCLUSIONES	34
CAPITULO 4.	DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO	35
4.1.	OBTENCIÓN DE LAS DECISIONES DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO DEL S-ESP	35
4.1.1.	Tablas de frecuencia.....	35

4.1.2. Análisis	41
4.2. DESARROLLO DEL S-ESP	44
4.2.1. Aplicación de laboratorio	44
4.2.2. Mirth Connect.....	50
4.2.3. Aplicación LabConector	53
4.2.4. Envío de mensajes de texto automáticos.....	64
4.3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE INTEROPERABILIDAD DE INDIVO ADAPTADO	65
4.4. CONCLUSIONES	66
CAPITULO 5. EVALUACIÓN DEL S-ESP	67
5.1. DESMET	67
5.1.1. Tipos de procesos de evaluación	67
5.1.2. Organización de la evaluación.....	68
5.1.3. Selección del método de evaluación	68
5.2. PLANEACIÓN DE LA EVALUACIÓN	71
5.3. DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN	72
5.4. RESULTADOS	74
5.4.1. Tablas de frecuencia:.....	74
5.4.2. Análisis de resultados	76
5.4.3. Observaciones	80
5.5. CONCLUSIONES:.....	82
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	83
6.1. CONCLUSIONES	83
6.1.1. Conclusiones del estado del arte	83
6.1.2. Diseño e implementación del S-ESP para el control de la diabetes mellitus tipo 2.....	84
6.1.3. Conclusiones de la Evaluación.....	85
6.2. TRABAJOS FUTUROS	85
REFERENCIAS	86
ANEXOS	90
ANEXO A	91
ANEXO B	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Secciones PHR-S FM	7
Figura 2.2 Subsecciones PHR-S FM.....	8
Figura 3.1 Estructura de Indivo	20
Figura 3.2 Casos de uso de alto nivel	24
Figura 3.3 Casos de Uso interoperar	25
Figura 3.4 Diagrama de actividades caso de uso Visualizar CDA.....	26
Figura 3.5 Diagrama de actividades caso de uso Generar CDA.....	27
Figura 3.6 Diagrama de actividades caso de uso Importar CDA.....	28
Figura 3.7 Diagrama de actividades caso de uso Exportar CDA.....	29
Figura 3.8 Diagrama de Componentes	30
Figura 3.9 Diagrama de despliegue	32
Figura 4.1 Resumen perfil tecnológico	42
Figura 4.2 Búsqueda de información en salud respecto a las personas con acceso a internet	43
Figura 4.3 Arquitectura general del S-ESP propuesto.....	44
Figura 4.4 Interfaz Inicial Aplicación de Laboratorio.....	45
Figura 4.5 Interfaz Registrar Paciente.....	46
Figura 4.6 Interfaz Búsqueda de Paciente	47
Figura 4.7 CDA elaborado según la Guía de implementación de CDA para el caso de uso de resultados de laboratorio clínico de la fundación HL7 Colombia	49
Figura 4.8 Arquitectura de un canal Mirth	50
Figura 4.9 Interfaz Origen de datos Mirth Connect.....	51
Figura 4.10 Mapeo de campos y atributos de un CDA.....	52
Figura 4.12 Ingreso a la aplicación de un usuario ya registrado	56
Figura 4.13 Usuario que ingresa a la aplicación por primera vez.....	56
Figura 4.14 Lista de exámenes disponibles para un paciente.....	57
Figura 4.15 Datos del examen seleccionado.....	58
Figura 4.16 Esquema xml utilizado para guardar datos del examen en Indivo.	59
Figura 4.17 Widget que permite compartir exámenes entre pacientes.	60
Figura 4.18 Generar un CDA a partir del registro del resultado de un examen de glicemia tomado en casa.....	61
Figura 4.19 Resumen de resultado de prueba de glicemia ingresado manualmente	61
Figura 4.20 CDA elaborado según la Guía Elementos mínimos para el desarrollo de CDA HL7 Spain_v1.0	63
Figura 5.1 Sección 1 de la encuesta de evaluación	73
Figura 5.2 Resumen tablas de frecuencias	79
Figura 5.3 Frecuencia de las opciones elegidas	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Componentes de una función en el HL7 PHR-S FM	10
Tabla 3.1 Análisis de los criterios de conformidad obligatorios del PHR-S FM en Indivo.....	23
Tabla 4.1 Tabla de frecuencias: acceso computador	35
Tabla 4.2 Tabla de frecuencias: frecuencia de uso de computador	36
Tabla 4.3 Tabla de frecuencias: acceso internet	36
Tabla 4.4 Tabla de frecuencias: frecuencia uso de Internet.....	37
Tabla 4.5 Tabla de frecuencias: búsqueda de información de salud en Internet... 37	
Tabla 4.6 Tabla de frecuencias: Frecuencia búsqueda de información de salud.. 38	
Tabla 4.7 Tabla de frecuencias: Uso correo electrónico	38
Tabla 4.8 Tabla de frecuencias: Frecuencia de uso correo electrónico	39
Tabla 4.9 Tabla de frecuencias: Acceso celular	39
Tabla 4.10 Tabla de frecuencias: Frecuencia uso de celular	40
Tabla 4.12 Tabla de frecuencias: Frecuencia de lectura de SMS	41
Tabla 4.13 Análisis de los criterios de conformidad obligatorios del PHR-S FM en Indivo adaptado.....	66
Tabla 5.1 Selección del método de evaluación	70
Tabla 5.2 Tabla de frecuencias Sección 1	74
Tabla 5.3 Tabla de frecuencias Sección 2	74
Tabla 5.4 Tabla de frecuencias Sección 3	75
Tabla 5.5 Tabla de frecuencias Sección 4	75
Tabla 5.6 Tabla de frecuencias Sección 5	76
Tabla 5.7 Tabla de frecuencias Sección 6	76
Tabla 5.8 Equivalencia numérica de las opciones.....	76
Tabla 5.9 Estadísticos descriptivos	77
Tabla 5.10 Prueba T para una muestra.....	78
Tabla 5.11 Resumen tablas de frecuencias	78
Tabla 5.12 Cantidad de observaciones escritas por sección	80
Tabla 5.13 Observaciones escritas por los expertos.....	81

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Definición

Enfermedades crónicas como enfermedades del corazón, accidentes cerebrovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes son claramente las mayores causantes de mortalidad en el mundo, representando el 63% del total de las muertes. En 2008, 36 millones de personas murieron de enfermedades crónicas [1]. En países desarrollados, las enfermedades crónicas están incrementando su prevalencia, debido principalmente al incremento de la esperanza de vida y a causas ocupacionales [2]. Más de 347 millones de personas alrededor del mundo padecen diabetes, de las cuales el 90% padecen de diabetes mellitus tipo 2. En el 2004, un estimado de 3.4 millones de personas murieron como consecuencia de los altos niveles de azúcar en la sangre. Más del 80% de las muertes por diabetes ocurren en países de bajos y medianos ingresos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la mortalidad por la diabetes puede doblarse entre los años 2005 y 2030 [3].

Uno de los principales componentes de cualquier sistema de salud en el mundo son sus sistemas de información. Los sistemas de información en salud han demostrado mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la información, especialmente cuando están soportados por Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) [4]. El uso efectivo y seguro de las TIC en diferentes procesos de salud es conocido como eSalud (eHealth) o salud electrónica [5]. El componente fundamental de cualquier sistema de información en salud soportado por TIC es la Historia Clínica Electrónica (HCE) o Registro de Salud Electrónico (en inglés Electronic Health Record, EHR), y es definido como un repositorio de información en un formato procesable por un computador, que abarca el estado de salud de las personas, el cual es almacenado y transmitido de manera segura [6]. Una HCE puede reducir los errores en la entrada de datos y asegurar el acceso oportuno y simultáneo a la información por parte de muchos usuarios, reduciendo así los costos de atención [7]. Esto es fundamental en enfermedades crónicas como la diabetes, que es considerada una enfermedad de alto costo.

Por otro lado, una Historia de Salud Personal o Registro de Salud Personal (RSP), en inglés Personal Health Record (PHR); es un repositorio de información que

sigue los mismos principios de una HCE, pero en lugar de ser administrado por una institución de atención en salud (por ejemplo una Institución Prestadora de Servicios de Salud -IPS), es controlado y manejado directamente por el paciente o persona interesada en su propia salud [6]. Un RSP permite a los pacientes acceder a su historial médico, realizar un auto-manejo de enfermedades y proveer nuevos caminos de comunicación con sus proveedores de atención en salud. Los RSP son un componente valioso para la atención primaria en el modelo centrado en el paciente para atención en el hogar. Los médicos generales, quienes manejan la mayoría de las enfermedades crónicas, pueden soportarse en un sistema de RSP para ayudar a los pacientes a controlar su diabetes y otras enfermedades crónicas que requieran continuidad en el cuidado y un mejor flujo de información entre el paciente y el médico [8].

Un Sistema Electrónico de Salud Personal – S-ESP (en Inglés Personal eHealth Systems – PHS o PHR-S) es un sistema para la gestión de los RSP. Una característica que puede tener un S-ESP es habilitar el uso de dispositivos médicos y dispositivos móviles. Los dispositivos médicos complementan el control de la salud y el tratamiento de enfermedades. Ejemplos de dispositivos médicos son glucómetros, monitores de presión arterial, básculas, monitores de signos vitales, etc. Los S-ESP han sido desarrollados principalmente en Europa, para promover atención personalizada a través de sistemas portables o implantables, con el objetivo de diagnosticar tempranamente y manejar remotamente las enfermedades. Estos sistemas ofrecen un método eficiente de manejo de las enfermedades crónicas y usualmente permiten a los pacientes permanecer en casa tanto como puedan reduciendo significativamente los costos de atención [4].

Es claro que una intervención efectiva de un S-ESP afecta la totalidad del sistema de salud en un país. Por esta razón es esencial que las soluciones S-ESP sean interoperables con otros sistemas de información en salud, especialmente las soluciones de Historia Clínica Electrónica (HCE) ya existentes en las Instituciones de Salud (IPS por ejemplo). Por lo tanto, un desafío actual de investigación es permitir que los S-ESP y Sistemas de HCE intercambien información [9]. En este contexto, La adopción y conformidad con estándares internacionales por parte de los S-ESP es muy importante porque puede ayudar a cumplir las políticas nacionales, regionales o institucionales de interoperabilidad y portabilidad. Esto es especialmente cierto en interoperabilidad a nivel de procesos de negocio, donde es requerido que las organizaciones sean capaces de colaborar. Un mecanismo para lograr este fin es la definición de servicios de negocio comunes.

Existe un estándar internacional propuesto por la organización HL7 internacional, y en proceso de adopción por parte de la ISO [10], que define los requisitos funcionales de los S-ESP, denominado Modelo Funcional para Sistemas

Electrónicos de Salud Personal, por sus siglas en inglés: PHR-S FM (Personal Health System Functional Model), ISO 16527 [11]. Este estándar define una serie de requisitos funcionales para S-ESP y cada requisito debe tener uno de los siguientes criterios:

- Obligatorio: el requisito tiene que cumplirse, ya que su función asociada es de vital importancia para el S-ESP.
- Recomendado: la funcionalidad descrita en este requisito puede ser incluida en el S-ESP, pero no es obligatoria.
- Opcional: los requisitos pueden incluirse o no, es elección del desarrollador del sistema o el proveedor de servicios de salud.

Las funciones de interoperabilidad, y sus respectivos requisitos funcionales obligatorios son:

- Estándares de interoperabilidad
 1. El S-ESP debe proveer la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específicos y/o locales.
 2. El S-ESP debe proveer la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con los sistemas de RSP o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.
 3. El S-ESP debe ajustarse a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar estándares de terminología de acuerdo al rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.
- Control de versiones y mantenimiento de estándares de interoperabilidad
 1. El S-ESP debe proveer la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.
 2. El S-ESP debe proveer la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos son transmitidos, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.

- Integración de aplicaciones basada en estándares
 1. El S-ESP debe proveer la capacidad para soportar integración de aplicaciones basada en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares

Según el estado del arte presentado en la siguiente sección, ninguno de los S-ESP desarrollados hasta el momento han considerado en su desarrollo los requisitos de interoperabilidad obligatorios propuestos en la especificación ISO 16527.

1.1.2. Pregunta de Investigación

Considerando los problemas descritos anteriormente, este proyecto de grado plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo desarrollar un S-ESP para el tratamiento y control de la diabetes Mellitus 2 que cumpla con los requisitos funcionales de interoperabilidad establecidos en la especificación internacional ISO 16527?.

La hipótesis planteada establece que es posible desarrollar o adaptar un S-ESP existente para que cumpla con los requisitos funcionales de interoperabilidad establecidos en la especificación internacional ISO 16527.

1.1.3. Justificación

Las estadísticas en salud informan que en el año 2000 se registraron en América Latina y el Caribe aproximadamente 340 mil muertes causadas por diabetes, siendo el costo asociado con el tratamiento y control de esta enfermedad de más de 65 millones de dólares [12]. En Colombia, la Asociación Colombiana de Diabetes estimó que el 7% de la población colombiana mayor de 30 años de edad tiene diabetes tipo 2 y alrededor del 40% de los afectados no conoce su enfermedad [13]. Este proyecto de grado es relevante para el desarrollo del proyecto: “Perfil epidemiológico de la diabetes mellitus tipo II en una población del departamento del Cauca”, cuyo objetivo es obtener el perfil epidemiológico de pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 en una población del departamento del

Cauca. Dentro de las actividades de este proyecto está la implantación de un S-ESP.

Desde la perspectiva del uso de las TICs en salud en Colombia, la aplicación de tecnologías móviles es uno de los componentes fundamentales definido en el documento marco del nodo de innovación en Salud del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTic) [14].

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Proponer un S-ESP para el tratamiento y control de la diabetes Mellitus 2 que cumpla con los requisitos funcionales de interoperabilidad establecidos como obligatorios en la especificación internacional ISO 16527 [11].

1.2.2. Objetivos específicos

1. Adaptar la plataforma Indivo para el cumplimiento de los requisitos funcionales de interoperabilidad obligatorios establecidos en la especificación internacional ISO 16527.
2. Desarrollar un Sistema Electrónico de Salud Personal para el control y tratamiento de Pacientes con Diabetes Tipo 2 en una población del Departamento del Cauca soportado en la plataforma adaptada.
3. Evaluar el cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del Sistema Electrónico de Salud Personal para el control y tratamiento de Pacientes con Diabetes Tipo II desarrollado en el objetivo 2.

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El capítulo 2 describe el modelo funcional para un sistema electrónico de salud personal realizado por la organización HL7 y del estado del arte en S-ESP.

El capítulo 3 describe la plataforma Indivo, son estudiadas sus características de interoperabilidad y un análisis para lograr adaptarla es realizado, de tal manera que cumpla con los requisitos de interoperabilidad obligatorios del PHR-S FM.

El capítulo 4 expone las decisiones de diseño para el desarrollo del S-ESP y posterior a ello es descrito todo el proceso de desarrollo del mismo.

El capítulo 5 describe la elección de una metodología de evaluación para el S-ESP, es descrito el proceso de evaluación escogido y realiza un análisis estadístico de los resultados del mismo.

Finalmente están las conclusiones y el trabajo futuro.

CAPITULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

Este capítulo presenta la base conceptual sobre la cual es soportado el presente proyecto. Hace una descripción acerca del modelo funcional para un sistema electrónico de salud personal (PHR-S FM) y la revisión del estado del arte sobre sistemas electrónicos de salud personal (S-ESP) dirigidos al tratamiento o control de la diabetes mellitus tipo 2.

2.1. MODELO FUNCIONAL PARA UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE SALUD PERSONAL (HL7 PHR-S FM)

El HL7 PHR-S FM define un modelo estandarizado de las funciones que pueden o deben estar presentes en un S-ESP. El PHR-S FM está dividido en tres secciones:

- Salud Personal
- Soporte
- Infraestructura de la información.

Un perfil funcional consiste en una agrupación de diversas funciones presentes en una o más secciones con el fin de describir los requisitos que deben estar presentes en un S-ESP. La figura 2.1 ilustra lo dicho anteriormente:

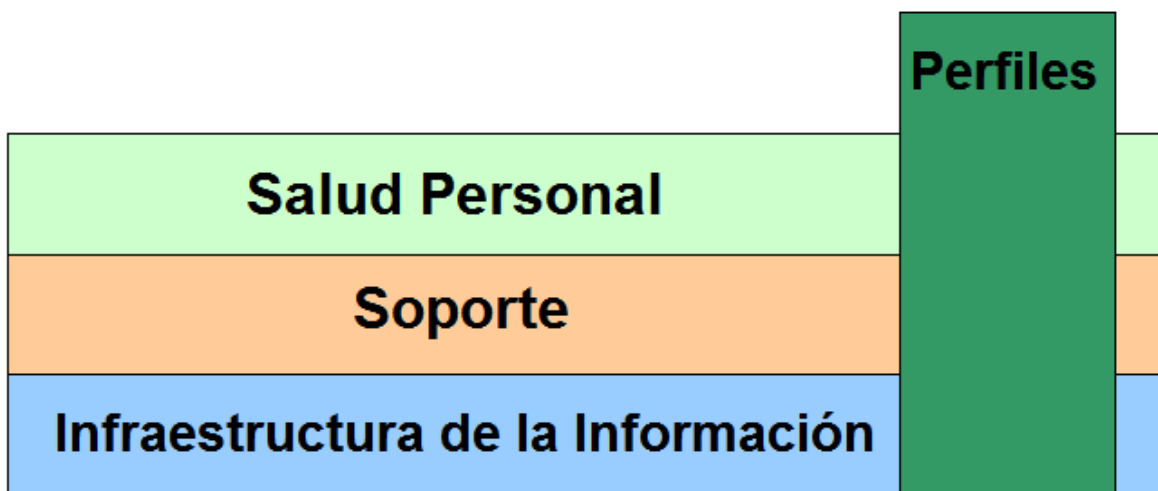


Figura 2.1 Secciones PHR-S FM

Dentro de las tres secciones principales existen una serie de apartados o subsecciones (figura 2.2). Cada subsección está compuesta de un número de funciones individuales. Las funciones describen el comportamiento de un sistema en el lenguaje orientado al consumidor y se pretende que sean reconocibles para todos los actores clave de un S-ESP. Cada función tiene un nombre, un enunciado y uno o más criterios de conformidad.

Personal Health	PH.1.0	Account Holder Profile
	PH.2.0	Manage Historical Clinical Data And Current State Data
	PH.3.0	Wellness, Preventive Medicine, and Self Care
	PH.4.0	Manage Health Education
	PH.5.0	Account Holder Decision Support
	PH.6.0	Manage Encounters with Providers
Supportive	S.1.0	Provider Management
	S.2.0	Financial Management
	S.3.0	Administrative Management
	S.4.0	Other Resource Management
Information Infrastructure	IN.1.0	Health Record Information Management
	IN.2.0	Standards Based Interoperability
	IN.3.0	Security
	IN.4.0	Auditable Records

Figura 2.2 Subsecciones PHR-S FM

➤ **Funciones de Salud Personal**

Las funciones personales de salud (Personal Health –PH-) gestionan la información y actividades relacionadas con el autocuidado a través del tiempo. Las

funciones PH pueden producir un acta resumida de la atención de un individuo, incluyendo visitas ad hoc del RSP en general.

Ejemplo de una función de Salud Personal: una función PH en el PHR - S FM que está encargada de que la información demográfica del individuo es capturada y mantenida de forma que el individuo es identificado sin ambigüedad.

Actores de las funciones personales de salud: el titular de la cuenta es el usuario principal de funciones PH.

➤ **Funciones de apoyo**

Las funciones de apoyo son el subconjunto de funciones que ayudan con los requisitos administrativos y financieros asociados a la prestación de asistencia sanitaria. Las funciones de apoyo también proporcionan información a los sistemas que realizan investigación médica, promueven la salud pública o que tratan de mejorar la calidad de la atención médica suministrada.

Ejemplo de una función de apoyo: durante una cita médica, las funciones de apoyo pueden consultar electrónicamente los registros locales de inmunización para garantizar el estado de vacunación del paciente. Después del tratamiento, las funciones de apoyo podrían reportar cualquier vacuna a un registro de vacunación y proporcionarán los datos de las consultas requeridas por los sistemas financieros y administrativos.

Actores de las funciones de apoyo: el titular de la cuenta es el usuario principal de las funciones de apoyo, pero en ciertas circunstancias, puede esperarse que profesionales de la salud realicen diversas funciones de apoyo.

➤ **Funciones de infraestructura de la Información**

Las funciones de infraestructura de la información constan de funciones comunes que apoyan a las funciones de salud personal y a las funciones de apoyo. Estas funciones de infraestructura de la información aseguran que el S-ESP proporcione privacidad y seguridad de la información, promueven la interoperabilidad entre los S-ESPs y potencialmente sistemas que manejen HCE, y ayudan a hacer las características del S-ESP accesibles y fáciles de usar.

Ejemplo de una función de Infraestructura de la Información: el PHR- S debe operar en un entorno seguro. Las funciones de infraestructura de la información aseguran que los datos del PHR, como una tarjeta de vacunas, sólo puedan ser vistos y actualizados después de que un individuo o un sistema autentican la identidad del paciente en el S-ESP.

Actores de Información de las funciones de infraestructura: las funciones de infraestructura de la información deben ser llevadas a cabo de forma transparente por las aplicaciones S-ESP.

En conclusión, las funciones RSP pueden utilizarse para:

- Promover un entendimiento común de las funciones RSP sobre las cuales los desarrolladores, proveedores, pacientes y otras partes interesadas puedan planificar y evaluar las funciones de RSP.
- Proporcionar el marco necesario para conducir los requisitos y aplicaciones de los estándares de nivel siguiente, como el contenido del RSP, codificación, modelos de información, construcciones e interoperabilidad, para la portabilidad de la información entre los sub -sistemas de S-ESP y en más de un S-ESP.
- Establecer un método basado en estándares mediante los cuales cada país pueda aplicar estas funciones para cuidar ajustes, usos y prioridades.
- Informar a los interesados en el uso secundario de los datos de RSP y la infraestructura nacional de qué funciones pueden ser espera en un S-ESP.
- Asegurarse de que la información clínica o datos de fuentes autorizadas no son editados o modificados sin anotación apropiada.

Hay que tener en cuenta que el PHR-S FM aún no ha sido aprobado como norma plenamente acreditada, es por eso que aunque el PHR-S FM contiene muchos componentes, no todos los componentes son técnicamente aquellos que deben ser adheridos como parte de la norma. Los componentes «de referencia» son incluidos en el modelo para ofrecer más explicaciones, detalles u orientación. Los componentes que deben cumplirse como parte de la norma son llamados «normativos». Teniendo en cuenta lo anterior, cada función en el HL7 PHR-S FM es compuesta como lo muestra la tabla 2.1.

ID	Tipo	Nombre	Enunciado/ Descripción	Ver también en PHR-S FM	Ver también en EHR-S FM	Criterios de conformidad
Referencia	Referencia	Normativa	Normativa/ Referencia	Referencia	Referencia	Normativa

Tabla 2.1 Componentes de una función en el HL7 PHR-S FM

2.2. ESTADO DEL ARTE

Para el control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 se han encontrado, en el ámbito internacional, los siguientes trabajos relacionados con S-ESP:

2.2.1. S-ESP dirigidos a dispositivos móviles para el control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2

- El artículo “Diagnostic System for Diabetes mellitus using SANA platform” [15] describe el desarrollo de un sistema para diagnóstico de diabetes, llamado S2DIA, usando la plataforma SANA, la cual está soportada en Android. Esta plataforma ofrece servicios de salud en áreas remotas, mejora el acceso de los pacientes a especialistas médicos para un diagnóstico e intervención más rápida, de mejor calidad y más costo-efectiva. El S2DIA es el primer paso hacia el conocimiento de los riesgos para la diabetes tipo 2, y será evaluado especialmente en las áreas más alejadas y de bajos recursos de Brasil. Este es un trabajo en desarrollo, y como trabajo futuro plantea la extensión de la plataforma SANA para permitir el uso de un glucómetro vía USB. En lo que respecta a interoperabilidad, el documento no hace mención de la especificación ISO 16527.
- El artículo “Usability of a Mobile Self-Help Tool for People with Diabetes: the Easy Health Diary” [16] resalta que hay disponibles varias herramientas de auto-ayuda para pacientes con diabetes, aunque solo unas pocas de ellas son de fácil uso e integración con las rutinas diarias de los pacientes y el equipamiento médico necesario, de tal forma que motive su uso a largo plazo. El grupo de investigación ha desarrollado el “Easy Health Diary”, que es una herramienta de autoayuda para gente con diabetes tipo 2. Esta herramienta está desarrollada para teléfonos inteligentes y su funcionalidad está dirigida a cada una de las tres piedras angulares del manejo de la diabetes: la actividad física, nutrición y valores de glucosa en la sangre. Ya que el grupo de pacientes objetivo tiene típicamente 50 años o más, es muy importante que la herramienta de auto-ayuda requiera poco conocimiento técnico y un diseño que garantice una fácil usabilidad. No hay evidencia en el artículo de que se haya tomado en cuenta los requisitos de interoperabilidad descritos en la especificación ISO 16527.
- Mobile Technology to Empower People with Diabetes Mellitus: Design and Development of a Mobile Application [17]: este artículo aborda el desarrollo de un sistema realizado para el control de la diabetes mellitus tipo 1, el cual está compuesto por la Unidad del Paciente y la Unidad de Manejo del Paciente. En la Unidad del Paciente están los dispositivos médicos como medidores de presión arterial, glucómetros y el dispositivo principal: un teléfono móvil con sistema operativo Windows Mobile, el cual es el encargado de guardar los

datos de la aplicación localmente y cuando sea necesario enviarlos por medio de una red GPRS, 3G o WIFI a la Unidad de Manejo de Paciente, donde está un servidor web y una base de datos diseñada bajo el estándar Health Level 7 (HL7). El servicio web que este sistema utiliza es el responsable del intercambio de datos entre el teléfono móvil y la base de datos, en donde dicho intercambio de información es llevado a cabo usando mensajes XML que siguen el protocolo Simple Object Access Protocol (SOAP). Es importante anotar que este artículo menciona que para el diseño de la aplicación móvil fueron tenidos en cuenta los requerimientos de los usuarios finales y una revisión extensa de la literatura, pero carece de alguna referencia de dicha revisión. No es mencionado el uso de la especificación ISO 16527 en la definición de los requisitos de interoperabilidad.

- A Mobile Feedback System for Integrated E-health Platforms to improve Self-Care and Compliance of Diabetes Mellitus Patients [18]: este artículo describe una plataforma llamada METABO, la cual sirve de ayuda para el control y tratamiento de personas que padecen diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2. METABO es un sistema inteligente que recoge y analiza la información de los pacientes, establece las relaciones entre las actividades reportadas y el estado metabólico de los pacientes y muestra resultados de ello tanto al paciente como a su médico, de tal manera que puede facilitar la comprensión de la situación y la toma de decisiones. La aplicación, hasta la fecha del artículo, está en desarrollo y es mencionado que será probada en 5 centros médicos en Europa. No es especificado para qué sistema operativo está siendo desarrollada la aplicación móvil, pero es valioso mencionar que el diseño de dicha aplicación está basado en ISO 13407 Human Centered Design Process e ISO 18529 - Ergonomics of human-system interaction - Human-centered life cycle process descriptions. No es mencionado el cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad.
- El documento “An Issue Brief on eHealth Tools and Diabetes Care for Socially Disadvantaged Populations 2012” [19] contiene un resumen detallado acerca de las aplicaciones móviles dirigidas al control de la diabetes mellitus más conocidas en Estados Unidos. En ninguna de las aplicaciones es mencionado el uso de la especificación ISO 16527 en la definición de los requisitos de interoperabilidad. Entre ellas están:
 - WellDoc Diabetes Manager System: una aplicación móvil para iPhone que proporciona entrenamiento semanal clínico automatizado a través de algoritmos de comportamiento impulsado por los datos del paciente en tiempo real, como los valores de glucosa en sangre, la ingesta de carbohidratos, los medicamentos, y el peso. WellDoc también incluye un programa de cumplimiento de la medicación y permite la transferencia de datos en tiempo real de glucosa en sangre del paciente al proveedor.
 - iglucose mobile health solution: recoge y transmite los datos almacenados de un número de medidores electrónicos compatibles de glucosa en sangre en un iPhone. Los datos son enviados a un portal de manejo de la diabetes a través de tecnología inalámbrica celular, donde

las lecturas de glucosa pueden compartirse con miembros de la familia o con los médicos.

- The Diabetes QOL: permite a los pacientes transferir sus reportes semanales de niveles de glucosa en la sangre a su proveedor. En un modo trial, la aplicación interactúa directamente con un glucómetro, lo que permite a los pacientes enviar sin problemas la información a través de SMS en su teléfono.
- GlucoseBuddy: fue creado por TuDiabetes.com (una comunidad en línea para los diabéticos), permite a los pacientes introducir información sobre su régimen de dieta, ejercicio y medicamentos en un iPhone. Los usuarios pueden acceder a una gran variedad de gráficos e informes a la tendencia de la diabetes y el estado de salud y acceso a un foro interactivo de educación diabética y apoyo.
- Vree: es una aplicación que permite a los usuarios hacer un seguimiento a las variables de control de la diabetes, proporcionando una interfaz para introducir datos sobre la glucosa en sangre, la dieta, el ejercicio y la medicación. La aplicación también contiene una gran base de datos de alimentos que proporciona información nutricional para ayudar a manejar la dieta.
- iBGStar: diabetes Manager App & Glucose Meter: incluye un dispositivo que es conectado al teléfono inteligente para ver, almacenar y controlar los niveles de glucosa en la sangre, los cuales son almacenados en un servidor.

En la tienda de aplicaciones de android, “Google Play”, haciendo una búsqueda con las palabras clave: “diabetes” AND “type” AND “2”, las siguientes aplicaciones relacionadas al manejo de la diabetes mellitus tipo 2, que permiten el ingreso de información por parte del usuario (enfoque de los S-ESP), fueron encontradas:

- HelpDiabetes (gratuita): es una aplicación para facilitar el conteo de carbohidratos consumidos. Provee una base de datos de comida (diferentes bases de datos para varios idiomas), que ayuda a monitorear el nivel de glucosa del usuario. Esta es su funcionalidad más relevante, ya que el usuario solo tiene que buscar el alimento en la base de datos en lugar de conocer la cantidad de carbohidratos que tiene cada alimento. Genera un total de carbohidratos, grasa, proteína y kilocalorías. Puede calcular un estimado de la cantidad de insulina necesaria basándose en la relación carbohidratos-insulina del usuario. También permite hacer un seguimiento de los niveles de glucosa, medicación y sesiones de deporte.
- dbees.com (gratuita): esta aplicación es parte de la página web para diabéticos dbees.com. Para activar la aplicación es necesario registrarse en la página. Puede seleccionarse entre diferentes tipos de diabetes (tipo 1, tipo 2, LADA, gestacional) y el tipo de terapia a seguir; para así ingresar información detallada como tipo de insulina, tipo de medicamento, etc. Permite sincronización de la aplicación con el servicio web, la información

puede ser compartida con el médico (el médico también debe estar registrado en el sistema) y permite visualizar los datos en gráficas y estadísticas.

- SiDiary (gratuita con limitaciones): permite registrar el nivel de glucosa, carbohidratos, presión arterial, sesiones de deporte, peso. Tiene la opción de calculadora de dosis, envío de información por SMS, sincronización con una cuenta online (requiere registrarse). Es parte de una plataforma muy completa (SINOVO). Con la aplicación para computador personal es posible conectarse con HealthVault de Microsoft. Es afirmado que es posible comunicarse con más de 100 dispositivos, y transferencia de datos de medidores de glucosa, medidores de presión, bombas de insulina, podómetros, etc.
- OnTrack Diabetes (gratuita): ayuda al manejo de la diabetes haciendo un seguimiento del nivel de glucosa, alimentación, presión sanguínea, pulso, ejercicio y peso. Provee además numerosas opciones para visualización de gráficas y reportes, e ingreso manual de carbohidratos. Los datos son guardados a nivel local con posibilidad de realizar copias de seguridad en la memoria SD y transferir el archivo por correo electrónico.
- Glucol Diabetes (gratuita con limitaciones): permite el registro del nivel de glucosa, dosis de insulina, presión sanguínea y peso. Es posible realizar una copia de seguridad en la memoria SD. La versión Premium (de pago) incluye funcionalidades adicionales como el registro de la toma de medicamentos, ingesta de carbohidratos, plan de ejercicios, índice de control diabético (HbA1c)¹ y alarmas. También permite compartir los datos vía email y otras opciones adicionales en la visualización de gráficos, calculadora de dosis de insulina, etc.
- Diabetes App (gratuita): posibilita el seguimiento del nivel de azúcar en la sangre, tiene recordatorios para el consumo de medicinas, sistema de recompensas (puntos y medallas) por logros alcanzados. Un punto a destacar es que posee una interfaz muy conveniente para agregar una comida en el registro, dividiendo los alimentos por grupos (carnes, productos lácteos, frutas, granos, entre otros) y con valores de carbohidratos por ración. Las gráficas tienen niveles de referencia que indican si el nivel de azúcar está en el rango normal o muy alto. También ofrece la opción de tomar una foto de la comida y enviar la información por correo electrónico, o compartirla por otros medios (redes sociales, aplicaciones de mensajería, etc.). Los datos son guardados a nivel local. La

¹La medición de la hemoglobina glucosilada (HbA1c) consiste en una prueba de laboratorio muy utilizada para pacientes con diabetes para saber si el control que ellos realizan ha sido correcto durante los últimos dos meses

gran falencia de esta aplicación es que tiene una traducción incompleta (algunas palabras aparecen en holandés).

Una búsqueda de aplicaciones para iPad y iPhone en el “AppStore” utilizando las palabras clave: “diabetes” AND “type” AND “2”, ofreció como resultado las siguientes aplicaciones:

- Diabesties (gratuita): esta aplicación permite el registro manual de niveles de glucosa, cantidad de carbohidratos, insulina, y estado de ánimo. Los datos son guardados de manera local y pueden ser compartidos con otros usuarios de la aplicación. También permite seleccionar qué tipo de diabetes tiene el paciente, pero los datos a guardar siguen siendo los mismos. (Disponible para iPhone y iPad).
- Gluco Registrator (gratuita): esta aplicación permite la creación de registros de los niveles de glucosa en la sangre del paciente. El paciente ingresa cuantas veces desee, sus niveles de glucosa y puede compartirlos por medio de correo electrónico. (Disponible para iPhone y iPad).
- Diabetes app (gratuita con limitaciones): permite al paciente llevar un registro de glucosa, medicamentos, actividad física, carbohidratos, agua y peso. Tiene una interfaz agradable e intuitiva, permite registrar nuevos alimentos que no estén en su base de datos para llevar un mejor control de carbohidratos, al igual que para los medicamentos. (Disponible para iPhone y iPad).
- AAP Essentials: Type 2 Diabetes (no gratuita): esta aplicación está hecha específicamente para el manejo de la diabetes tipo 2 en niños y adolescentes a los que le haya sido diagnosticado la enfermedad recientemente. Brinda una guía de práctica clínica con la cual un profesional de la salud puede orientarse para elaborar un programa para el tratamiento de la diabetes tipo 2 de sus pacientes. La aplicación además permite el monitoreo de HbA1c y de glucosa en la sangre. (Disponible para iPhone y iPad).
- bSugaz (no gratuita): esta aplicación, además de permitir registrar los niveles de glucosa en la sangre, tiene una herramienta que permite comparar gráficamente estos datos, promediarlos y estimar un nivel de HbA1c. Provee además una interfaz intuitiva y sencilla. (Disponible para iPad)
- Glucose Tracker Lite (gratuita con limitaciones): esta aplicación brinda al paciente una manera fácil de ingresar sus medidas de nivel de glucosa. Permite la visualización de gráficos donde puede observarse el comportamiento de la glucosa por semanas o meses. (Disponible para iPhone)

- Blood Sugar Tracker (gratuita con limitaciones): los niveles de azúcar en la sangre son ingresados por el paciente y la aplicación genera los gráficos con ellos para ver el comportamiento del azúcar en la sangre en semanas, meses o años y así poderla controlar. (Disponible para iPhone).
- Blood Pal Free (gratuita): los niveles de glucosa en la sangre son ingresados por el paciente, quien podrá observar a través del tiempo cómo ha sido el comportamiento de éstos. La aplicación genera estadísticas y las presenta en gráficos. Tiene una interfaz de usuario agradable. (Disponible para iPhone)
- Diabetes Team Lite (gratuita con limitaciones): el paciente puede guardar de manera manual sus datos de carbohidratos, glucosa e insulina. La aplicación posee un contador de pasos y permite también la visualización de datos históricos en un gráfico. (Disponible para iPhone)
- Bant app: A diabetes app for the ePatient (gratuita): permite almacenar las medidas de glucosa automáticamente en una cuenta de Microsoft HealthVault. Dichas medidas de glucosa son tomadas en un glucómetro y enviadas por medio de bluetooth al iPhone o al iPad, donde pueden visualizarse y compararse de manera gráfica con respecto al tiempo.

En ninguna de las aplicaciones analizadas de las tiendas de aplicaciones móviles es mencionado el uso de la especificación ISO 16527 en la definición de los requisitos de interoperabilidad.

2.2.2. S-ESP con funcionalidades de interoperabilidad

Fue realizada, también, una búsqueda específica en la base de datos de PubMed sobre S-ESP multipropósito que describan aspectos de interoperabilidad (usando las palabras clave “interoperability” AND “PHR”), encontrando los siguientes resultados:

- Indivo [20]: es una plataforma personal de salud, que permite a una persona poseer y gestionar una copia completa de la información de su salud y bienestar. Indivo fue desarrollado por “Children’s Hospital Informatics Program (CHIP)” es gratuita y de código abierto.
- Microsoft HealthVault [21]: permite a los pacientes recolectar, almacenar y compartir información de salud con miembros de la familia y proveedores de atención en salud. Este sistema, a diferencia de Indivo, no es de código abierto.

- Factors influencing consumer adoption of USB-based Personal Health Records in Taiwan [22]: este estudio es parte de un proyecto nacional llevado a cabo por el Departamento de Salud de Taiwán en mayo del 2008. El objetivo principal es la creación de un medio de intercambio de datos portable para permitir que las personas conserven y apropien su información de salud esencial. Explora los factores que influyen en el comportamiento y adopción en Taiwán, de un HSP basado en USB.
- The military health system's personal health record pilot with Microsoft HealthVault and Google Health [23]: una plataforma flexible que incorpora modelos basados en estándares de interoperabilidad de documentos clínicos como CCR (Continuity of Care Record) y CCD (Continuity of Care Document) para enviar los datos de salud de pacientes desde el sistema de información del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, hacia los aplicativos de RSP de Microsoft HealthVault y Google Health.
- Interoperability of Personal Health Records [24]: el artículo destaca los requerimientos relacionados con el intercambio de información PHR no clínica entre aplicaciones y servicios, y muestra cómo este intercambio puede ser logrado. Usa un mensaje SOAP para transportar el contenido del PHR mediante una estructura de información llamada "Health Diary Entry (HDE) document".
- Personal health folder [25]: la carpeta personal de salud (CPS) de Cataluña permite que la ciudadanía de esta comunidad autónoma en España, acceda a través de internet, a los datos disponibles y más relevantes respecto a su estado de salud registrado en los sistemas de información del sistema público de salud. La CPS es accesible a través de teléfonos móviles, y hasta el momento tres aplicaciones han sido integradas en este sistema, habiendo obtenido la homologación por iSalut (Oficina de Estándares e Interoperabilidad de la Fundación TicSalut de Cataluña).

A nivel nacional no fueron encontrados estudios acerca de sistemas electrónicos de salud personal para el tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2.

2.3. CONCLUSIONES

Al concluir el estudio del PHR-S FM es deducido que, para tratar el tema de interoperabilidad en un S-ESP, es necesario enfocarse en la sección dedicada a las funciones de infraestructura de la información, ya que en ella están consignados todos los criterios de conformidad que serán necesarios cumplir para el desarrollo del S-ESP propuesto en este proyecto de grado.

Del estado del arte puede concluirse que la mayoría de S-ESP no proveen funciones que ofrezcan interoperar con otros sistemas, como por ejemplo con un sistema de manejo de Historia Clínica Electrónica (HCE). También es posible concluir que los S-ESP dirigidos a teléfonos inteligentes tienen la característica de solamente guardar datos médicos localmente, o en su defecto, en plataformas propietarias que no permiten algún tipo de interoperabilidad.

El siguiente capítulo contiene un análisis detallado de la plataforma Indivo, la cual fue seleccionada luego del estudio del estado de arte presentado para ser adaptada y de esa manera cumplir los requisitos funcionales del PHR-S FM, requisitos que también serán vistos en el siguiente capítulo.

CAPITULO 3. ADAPTACIÓN PLATAFORMA INDIVO

Este capítulo contiene la descripción general de Indivo y el análisis de sus características de interoperabilidad según los criterios de conformidad dirigidos al tema de interoperabilidad presentes en la sección de infraestructura de la información del PHR-S FM. Luego de este análisis se aborda todo lo concerniente a la adaptación de Indivo para que este sistema cumpla los mencionados criterios a través de los modelos de análisis, diseño e implementación. Por último se presentan todas las tecnologías a utilizar para lograr dicha adaptación.

3.1. DESCRIPCIÓN DE INDIVO

Indivo es una plataforma web que permite a un paciente reunir, mantener y controlar una recopilación digital de sus datos médicos, ha sido construido con estándares públicos, y está disponible bajo una licencia de código abierto. Es un proyecto llevado a cabo por la escuela médica de Harvard (Harvard Medical School) y el hospital de niños (Children's Hospital) en Boston, Estados Unidos.

Indivo está centrado en aplicaciones de cara al paciente, el RSP le pertenece al paciente, y es éste quien decide con quien compartir su información médica, para ello cuenta con diferentes grupos o redes de atención (carenets), por defecto se tiene: trabajo/colegio, familia y médicos.

El usuario puede crear o modificar estos grupos, y agregar las personas que desee a cada uno de ellos.

Así mismo, es el paciente quien decide cuales aplicaciones comparte con cada grupo, por ejemplo: puede compartir la aplicación “alergias” con sus familiares usando el grupo “Family”, o toda la información con sus médicos por medio del grupo “Physicians”.

3.1.1. Componentes

Indivo consiste de múltiples componentes, cada uno funcionando en su propio servidor web. Según las necesidades del entorno de producción, puede optarse

por instalar múltiples componentes en un solo servidor físico. El servidor Indivo X es el núcleo del sistema; otros componentes, incluyendo la interfaz de usuario de Indivo, pueden ser fácilmente sustituidos por implementaciones personalizadas.

Toda la comunicación entre componentes es realizada sobre HTTPS, con una API regida por la filosofía de diseño REST. La autenticación es llevada a cabo por medio del protocolo OAuth.

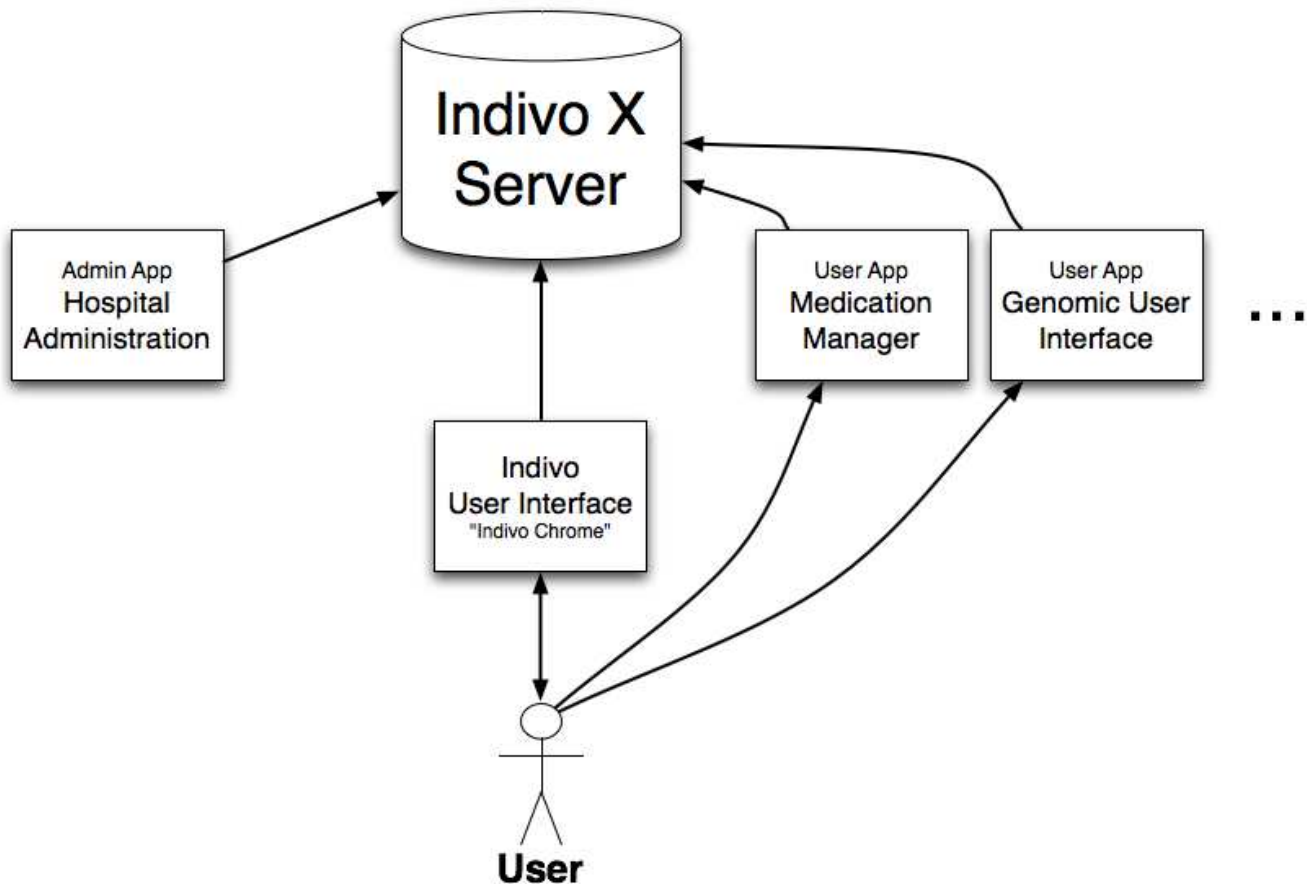


Figura 3.1 Estructura de Indivo

➤ Servidor de Indivo X:

En cualquier instalación de la plataforma Indivo, el servidor Indivo X cumple las siguientes funciones:

- Guarda toda la información de cuentas de Indivo, así como registros médicos y documentos.
- Es responsable de la autenticación y autorización antes de permitir el acceso a los datos de Indivo.

- Expone una API para el acceso de aplicaciones administrativas y de usuario, y para la interfaz de usuario Indivo.

➤ **Interfaz de usuario Indivo / Indivo Chrome**

La interfaz de usuario Indivo, también conocida como “Indivo Chrome”, implementa una interfaz visual basada en web que será visualizada al usuario y usada por este. Las marcas, colores y detalles son controladas por Indivo Chrome. Esta interfaz se conecta a Indivo X usando la API de Indivo estándar, incluyendo algunas llamadas específicas solo accesibles para el componente Chrome.

Indivo X se entrega con una implementación por defecto del Indivo Chrome que puede ser personalizada, manteniendo una interfaz limpia a la API de Indivo X. Las personalizaciones son recomendadas para cambios de marca o para dispositivos completamente diferentes, como el iPhone.

➤ **Aplicación administrativa**

Una aplicación administrativa puede conectarse a Indivo X y permite:

- Crear nuevas cuentas y registros de Indivo.
- Restablecer contraseñas.
- Gestionar la propiedad de los registros, por ejemplo asignar una cuenta como el propietario de un registro.

Una aplicación administrativa no puede acceder a datos médicos, solo puede gestionar los metadatos de un registro. Una aplicación administrativa es por lo tanto ideal para un administrador de hospital, un miembro del personal de servicio de asistencia Indivo, un administrador de investigación, etc.

➤ **Aplicación de usuario/ aplicación de salud personal**

Una aplicación de usuario, o aplicación de salud personal, es una aplicación que los usuarios de Indivo agregan manualmente a su registro para proveer una mayor funcionalidad. Algunos ejemplos de aplicación de salud personal son:

- Registro de enfermedades diagnosticadas
- Control de toma de medicamentos
- Despliegue de datos genómicos
- Asociación de ensayos clínicos y mensajería (Clinical trial matching and messaging)

Las aplicaciones de Usuario suelen ofrecer una interfaz web al usuario de Indivo, mientras se conecta al registro de salud del usuario directamente a través del servidor Indivo X. Los usuarios tienen un control completo sobre los datos que están accesibles para una determinada aplicación de usuario, ellos pueden, en

cualquier momento, cambiar esos permisos o eliminar completamente la aplicación.

3.2. ANÁLISIS DETALLADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE INTEROPERABILIDAD DE INDIVO

Para efectos del presente proyecto de grado fueron tenidos en cuenta los criterios de conformidad obligatorios de la subsección “Interoperabilidad basada en estándares” presente en la sección de infraestructura de la información del PHR-FM. La tabla 3.1 lista dichos criterios y su análisis para el S-ESP Indivo.

ID y nombre de la función	Criterio de conformidad	Análisis en Indivo
IN.2.1 Estándares de interoperabilidad	1. El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específicos y/o locales.	Indivo trabaja con esquemas xml que describen los formatos válidos para el ingreso de datos y posibilita añadir los esquemas que se requieran. En ese sentido, es posible crear un documento xml que conforme un esquema CCR o CCD y crear su transformación (archivo necesario para relacionar un esquema con un modelo de datos y poder guardar datos posteriormente) para lograr este requerimiento
	2. El S-ESP proporcionará la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con otros S-ESP o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.	Actualmente Indivo no cuenta con alguna funcionalidad para proveer interoperabilidad. La versión 1.0 de Indivo brindaba una aplicación llamada “IndivoConector”, la cual se conectaba a la base de datos de un hospital por medio de una API REST, esta aplicación ya no está disponible en la versión 2.0 de Indivo y según sus desarrolladores, no existe la intención de retomarla.

ID y nombre de la función	Criterio de conformidad	Análisis en Indivo
	3. El S-ESP debe ajustarse a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.	Indivo hace uso de terminologías como SNOMED CT y LOINC para el correcto funcionamiento de sus aplicaciones, aunque no integra estas terminologías en la instalación de Indivo, su integración solamente consiste en copiar estos archivos de texto en una carpeta específica del Indivo X.
IN.2.2 Versiones y mantenimiento en estándares de interoperabilidad	1. El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.	Para este criterio de conformidad, Indivo no provee ninguna solución
	2. El S-ESP proporcionará la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos son transmitidos, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.	Para este criterio de conformidad, Indivo no provee ninguna solución.
IN.2.3 Integración de aplicaciones basada en estándares	El S-ESP debe proveer la capacidad para soportar integración de aplicaciones basada en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares	Indivo puede integrar aplicaciones hechas en Python que tengan una interfaz gráfica web, o aplicaciones que son compartidas como un servicio web. Además puede compartir información entre aplicaciones y también es posible integrar aplicaciones SMART [26] De acuerdo a lo anterior, Indivo cumple este requisito.

Tabla 3.1 Análisis de los criterios de conformidad obligatorios del PHR-S FM en Indivo

3.3. IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONALIDADES DE INTEROPERABILIDAD PARA INDIVO

A continuación son descritas las funcionalidades agregadas a través de los modelos de casos de uso, implementación e implantación.

3.3.1. Modelo de casos de uso

En primer lugar son descritos, de manera superficial, los casos de uso de la plataforma Indivo y después, en detalle, el caso de uso Interoperar, que es la funcionalidad adicionada a la plataforma para su adaptación.

3.3.1.1. Casos de uso de alto nivel

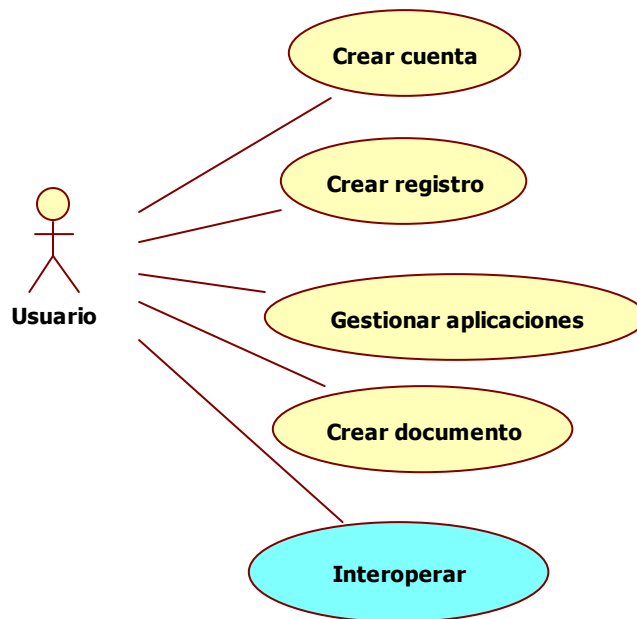


Figura 3.2 Casos de uso de alto nivel

Crear cuenta: el paciente se registra en Indivo proporcionando: su nombre, correo electrónico, nombre de usuario y contraseña.

Crear registro: al crear una cuenta, automáticamente es creado el RSP para esa cuenta, pero el usuario también puede crear RSP adicionales para otras personas (por ejemplo para sus hijos).

Gestionar aplicaciones: el usuario decide cuales aplicaciones de Indivo quiere activar y con qué usuario de su red de salud (carenets) estas aplicaciones comparten su información (si así lo desea).

Crear documento: la información alojada en Indivo es creada a través de aplicaciones y guardada en forma de documento.

El caso de uso Interoperar es descrito en detalle a continuación.

3.3.1.2. Caso de Uso Interoperar (detallado)

El presente proyecto de grado hará uso de HL7 CDA R2 [27], la cual es una especificación de arquitectura de documentos clínicos en formato XML que puede contener cualquier información médica y cuyo propósito es simplificar el intercambio de información clínica. En el contexto del presente proyecto los documentos CDA utilizados contienen el resultado de una prueba de laboratorio para la medición de glicemia en la sangre. A continuación es realizada una descripción de los casos de uso mostrados en la figura 3.3, así como los diagramas de actividades correspondientes para lograr su mejor descripción.

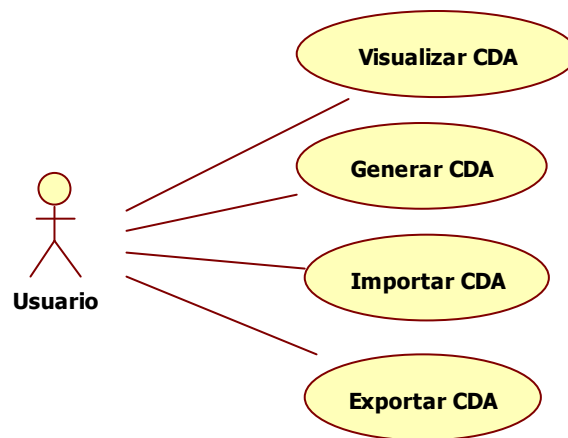


Figura 3.3 Casos de Uso interoperar

- **Caso de uso Visualizar CDA**

Resumen: el sistema muestra al usuario un resumen del CDA seleccionado.

Actor: usuario

Precondición: el usuario ha activado la aplicación de Indivo llamada LabConector.

Secuencia principal:

1. El sistema identifica los CDA que pertenecen al usuario usando el número del documento de identidad.
2. El sistema despliega una lista de los documentos clínicos que están disponibles en el S-ESP y que están relacionados con el número de identidad del usuario
3. El usuario selecciona el documento que desea visualizar.
4. El sistema muestra un resumen del documento seleccionado.

Postcondición: la información resumida del documento seleccionado es visualizada.

Excepción:

Paso 1: no existen documentos clínicos para este usuario, un mensaje explicando esta situación es mostrado.

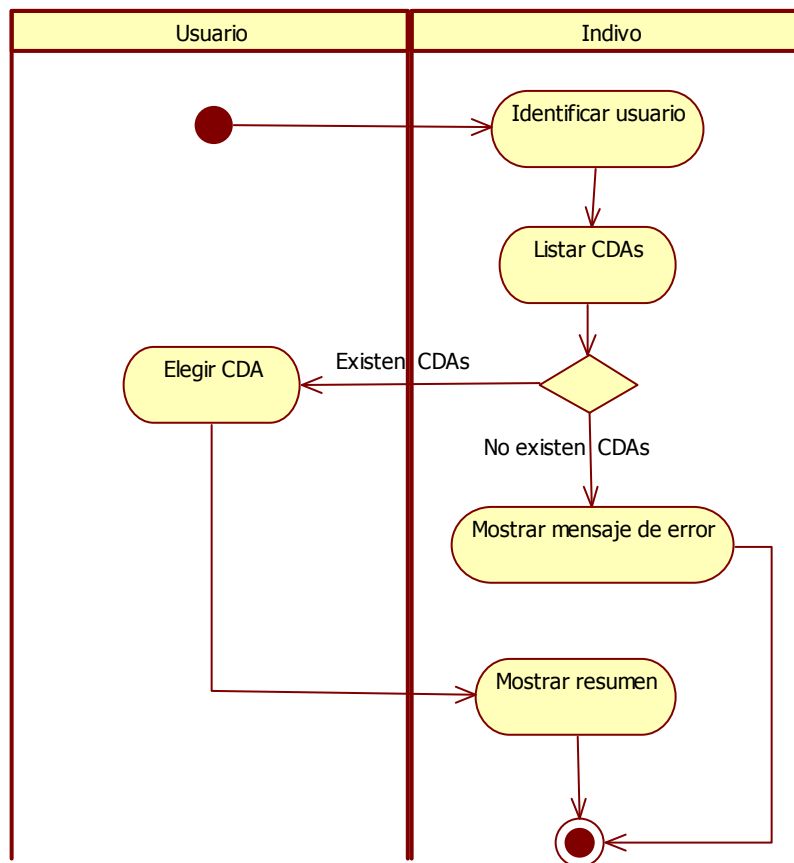


Figura 3.4 Diagrama de actividades caso de uso Visualizar CDA

- **Caso de uso Generar CDA**

Resumen: el usuario ingresa manualmente el resultado del examen de glucosa tomado en casa, el CDA es generado con ayuda de los datos personales almacenados previamente y es guardada en Indivo.

Actor: usuario

Precondición: el usuario usó un glucómetro para realizar una medición de su nivel de glucosa.

Secuencia principal:

1. El usuario ingresa el nivel de glucosa.
2. El sistema genera el documento CDA y es guardado en la base de datos de Indivo.

Postcondición: la información de la medición realizada por el usuario está disponible en Indivo.

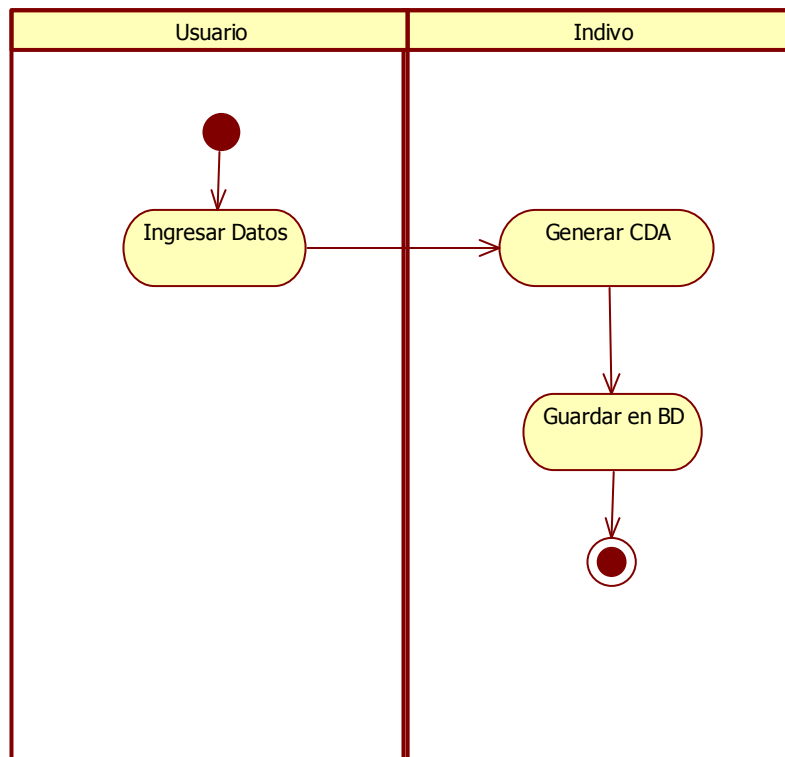


Figura 3.5 Diagrama de actividades caso de uso Generar CDA

- **Caso de uso Importar CDA**

Resumen: un canal de Mirth Connect [28] espera documentos CDA y los almacena en el S-ESP.

Actor: usuario

Precondición: existe al menos un CDA disponible en el S-ESP para ser importado a la cuenta de Indivo.

Secuencia principal:

1. Un canal de Mirth supervisa un repositorio que contiene documentos CDA provenientes de un ente externo (en este caso un sistema de laboratorio clínico es simulado, en el son generados documentos CDA a partir de los resultados del examen de glucosa en la sangre).
2. Al detectar un nuevo CDA, Mirth Connect guarda su información en el S-ESP.
3. El usuario ingresa a la aplicación LabConector e importa el resultado del examen seleccionado.

Postcondición: la información del documento CDA está disponible en el S-ESP.

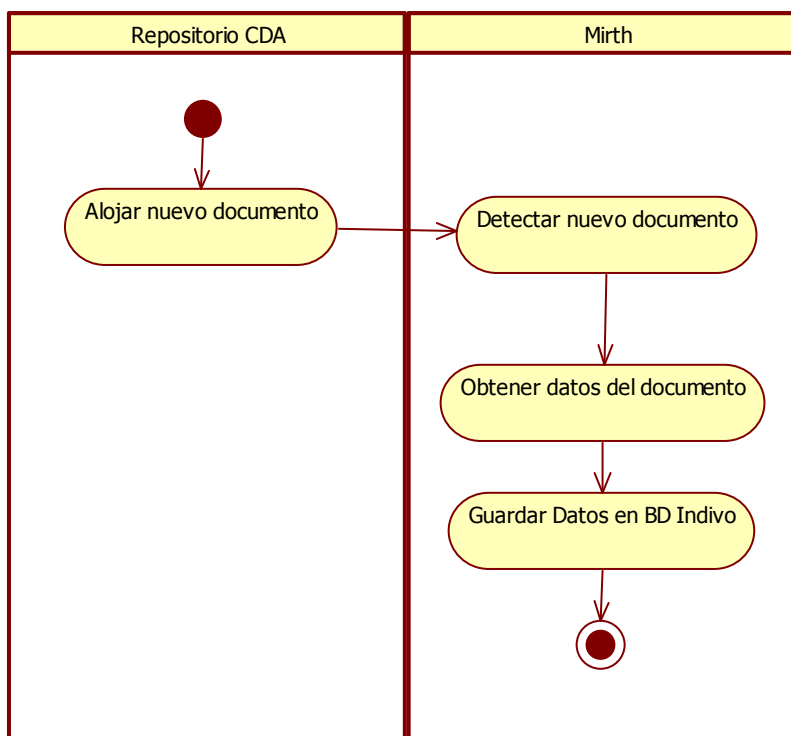


Figura 3.6 Diagrama de actividades caso de uso Importar CDA

- **Caso de uso Exportar CDA**

Resumen: el sistema genera un documento CDA que contiene la información que el usuario está visualizando.

Actor: usuario

Dependencia: caso de uso Visualizar CDA.

Precondición: el usuario está observando el resumen de un documento clínico.

Secuencia principal:

1. Incluir el caso de uso Visualizar CDA.
2. El sistema determina si el CDA pertenece al usuario (ya que un carenet puede visualizar un resumen del CDA pero no exportarlo), en tal caso ofrece la opción de exportar el documento.
3. El usuario decide exportar el resultado del examen como CDA.
4. El usuario especifica el destino del documento a crear.
5. El sistema obtiene la información de la base de datos y genera el CDA.

Postcondición: El usuario obtiene una copia del CDA en su computador.

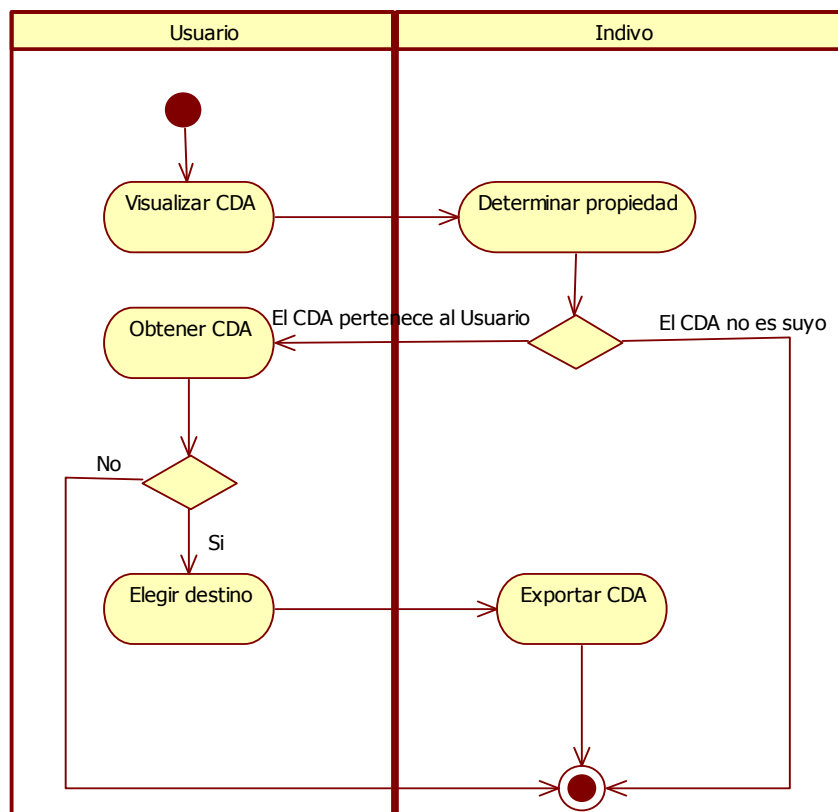


Figura 3.7 Diagrama de actividades caso de uso Exportar CDA

3.3.2. Modelo de implementación

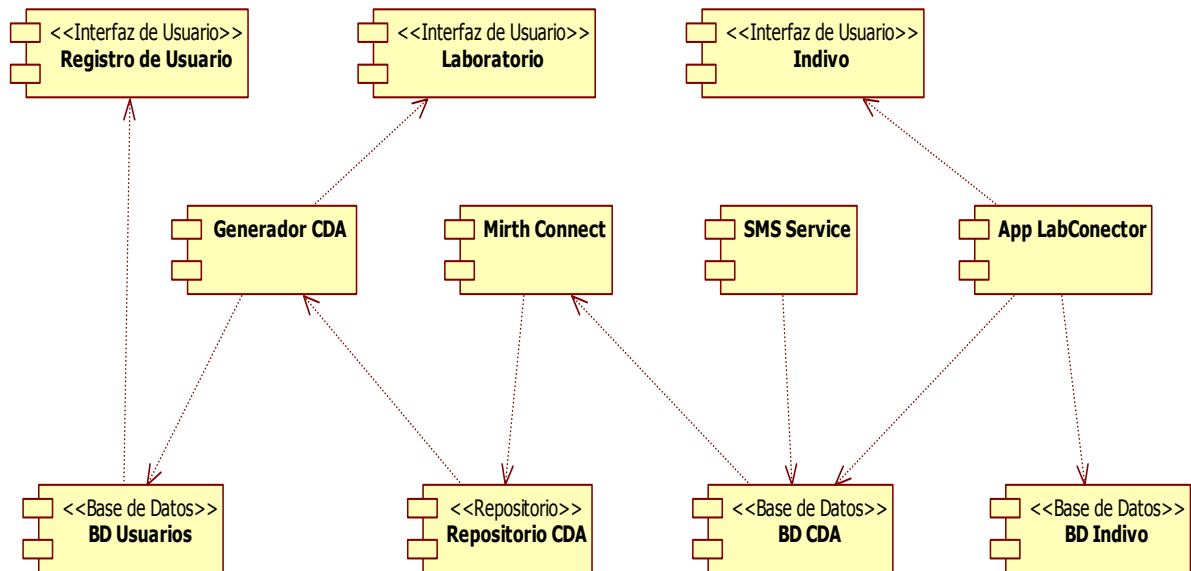


Figura 3.8 Diagrama de Componentes

Descripción de los componentes:

Registro Usuario: esta interfaz permite registrar los datos personales como número de identificación, nombre, fecha de nacimiento, número de teléfono celular y una clave de seguridad para dar acceso a los CDA propios de un usuario en Indivo según su número de identificación.

BD Usuarios: en esta base de datos es alojada la información de los usuarios registrados y su clave de seguridad.

Laboratorio: esta interfaz permite ingresar los datos del nivel de glucosa, del médico que realizó la prueba de laboratorio y del usuario (datos necesarios para generar el CDA).

Generador CDA: este componente usa la información provista por la interfaz laboratorio y los datos de la base de datos Usuarios para generar un CDA.

Repositorio CDA: aloja los CDA producidos por el componente Generador CDA.

Mirth Connect: este motor de integración está encargado de reproducir la información de los documentos CDA en la base de datos de Indivo, también envía la clave de acceso necesaria para la validación del usuario al activar la aplicación LabConector.

BD CDA: esta base de datos aloja toda la información de los documentos CDA luego de ser procesados por Mirth Connect.

Indivo: la interfaz de usuario de Indivo es la interfaz con la cual el paciente interactúa.

App LabConector: es una aplicación desarrollada en el contexto del presente trabajo de grado para el control de la diabetes mellitus tipo 2, por medio del registro de niveles de glucosa. Esta aplicación es la encargada de permitir visualizar, generar, importar y exportar dichos resultados como CDA.

BD Indivo: la base de datos de Indivo, en la cual es guardada la información de los CDA importados por el paciente.

SMS service: una rutina escrita en Python que mantiene a la espera de nuevos CDAs disponibles en la base de datos “BD CDA”. Esta rutina envía un mensaje de texto avisando al paciente que un nuevo resultado de examen de glicemia está disponible en su cuenta de Indivo. Un ejemplo del sms es: “Hola (NOMBRE DEL PACIENTE) tienes un nuevo resultado de tu examen de glicemia, visita Indivo para más información”.

3.3.3. Modelo de implantación

Esta sección contiene los detalles de la implementación del servicio por medio del diagrama de despliegue (figura 3.9).

El sistema está dividido en tres nodos, cada uno de ellos podría representar un nodo físico en un entorno real de producción.

- Aplicación de laboratorio
- Mirth Connect
- Servidor S-ESP

El nodo llamado “Laboratorio” tiene el objetivo de generar y guardar CDAs. La aplicación web de laboratorio consiste en una aplicación web desarrollada en PHP que permite crear un CDA de laboratorio para una prueba de Glicemia de un determinado paciente y guardar dicho archivo en el repositorio CDAs.

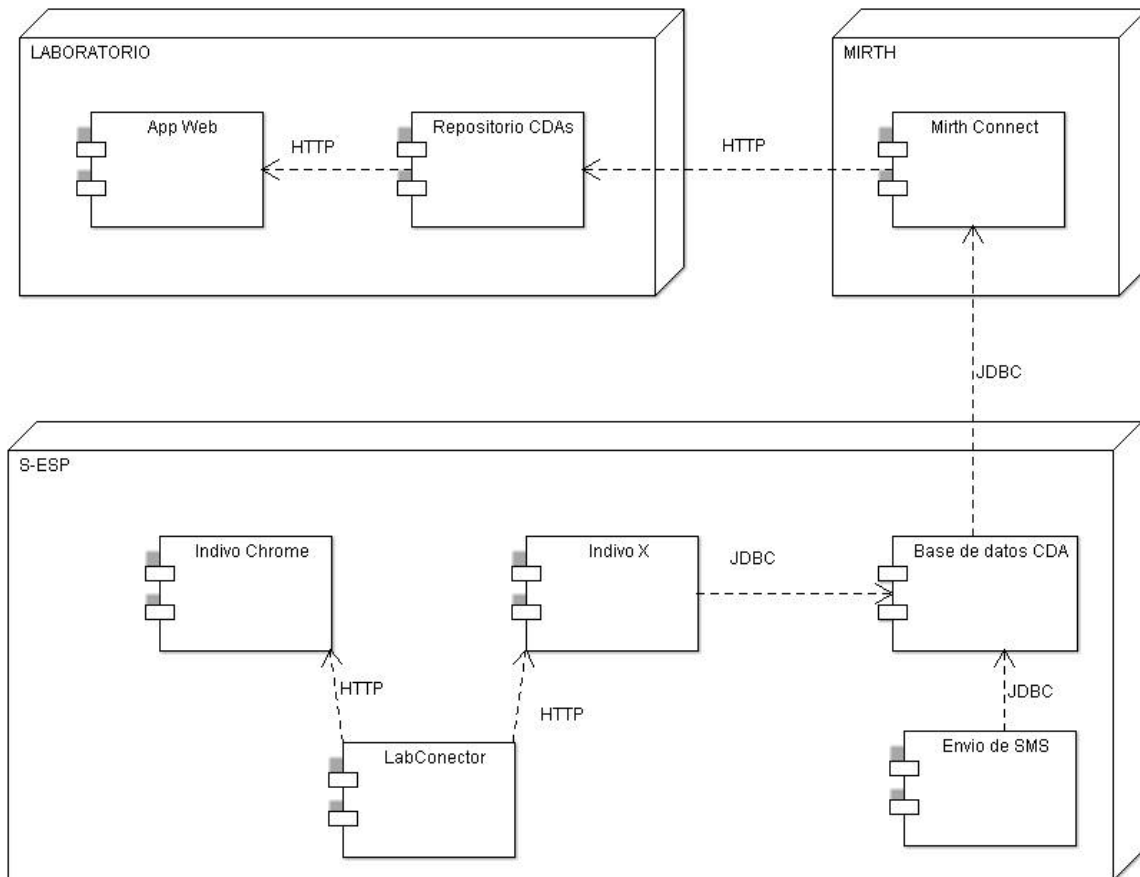


Figura 3.9 Diagrama de despliegue

El nodo “Mirth” es el encargado de tomar todos los datos de los CDA guardados en el repositorio de CDAs, mapearlos y ponerlos a disposición del nodo “Servidor S-ESP, guardándolos en la “Base de datos CDA”.

En el nodo “S-ESP” está alojado Indivo, la base de Datos CDA, y el módulo para envío de mensajes de texto. Indivo, como fue descrito en la sección 3.1, posee dos servidores que pueden o no trabajar físicamente juntos. El Indivo X server se encarga de todo lo relacionado al almacenamiento de los datos provenientes de los CDA, colocando esta información a disposición de las aplicaciones de usuario (en el presente proyecto, para la aplicación “LabConector”) por medio del servidor Indivo Chrome.

3.3.4. Tecnologías utilizadas

Las tecnologías utilizadas para la implementación del S-ESP son descritas a continuación:

- **Ubuntu**

Ubuntu es un sistema operativo basado en Debian distribuido como software libre y gratuito [29]. Tiene su propio entorno de escritorio llamado Unity. Está compuesto de múltiple software normalmente distribuido bajo una licencia libre o de código abierto. Este sistema operativo fue usado ya que es robusto, seguro y de software libre, además de soportar todo el software necesario para el despliegue del S-ESP, tal como apache, Indivo, Mirth Connect, y Oracle Java 7 Web Start.

- **Python**

Python es un lenguaje de programación interpretado que se caracteriza por tener una sintaxis muy limpia que favorece a que el código sea fácilmente leído [30]. Es un lenguaje de programación multiparadigma y multiplataforma. Tiene una licencia de código abierto, llamada Python Software Foundation License, compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1.

- **Django**

Django es un framework de desarrollo web de código abierto escrito en Python, liberado bajo una licencia BSD en julio de 2005 [31]. El principal objetivo de Django es facilitar la creación de sitios web complejos poniendo énfasis en el re-uso, la conectividad y extensibilidad de componentes, el desarrollo rápido y el principio “No te repitas” (DRY, del inglés *Don't Repeat Yourself*). Python es usado en todas las partes del framework, incluso en configuraciones, archivos, y en los modelos de datos. Este framework es usado para el desarrollo de la aplicación LabConector.

- **Indivo**

Indivo es una plataforma web desarrollada en lenguaje python y Django. Indivo permite a un paciente reunir, mantener y controlar una recopilación digital de sus datos médicos. Indivo fue desarrollado con estándares públicos, y disponible bajo una licencia de código abierto [32]. Indivo es usado por muchas organizaciones alrededor del mundo, siendo un ejemplo Dossia [33].

- **Mirth Connect**

Mirth Connect es un motor de integración para el ámbito de la salud, de código abierto, multiplataforma y basado en estándares específicamente diseñado para integración de mensajes HL7 [28]. Mirth Connect provee las herramientas para el enrutado, filtrado y transformación de mensajes entre sistemas de información hospitalario que permiten trabajar con los formatos y protocolos más usados. Mirth Connect es usado para obtener la información de los archivos CDA (en formato .xml) y almacenarla en Indivo.

3.4. CONCLUSIONES

Este capítulo presentó todo el análisis para lograr adaptar Indivo con el objetivo de que cumpla los requisitos de interoperabilidad obligatorios consignados en el PHR-S FM a través de los modelos de análisis, diseño e implementación. De este modo, son mostradas todas las tecnologías necesarias para lograr dicho objetivo y se direcciona hacia el siguiente capítulo, el cual muestra cómo fueron obtenidas las decisiones de diseño para el desarrollo del S-ESP estudiado en el presente capítulo, conforme al perfil tecnológico obtenido en una encuesta realizada a 300 pacientes del departamento del Cauca diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2.

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO

En el presente capítulo serán expuestas las decisiones de diseño para el desarrollo del S-ESP basadas en el perfil tecnológico obtenido gracias a la encuesta realizada en el contexto del proyecto “Perfil epidemiológico de la diabetes mellitus tipo II en una población del departamento del Cauca” del grupo GIGHA [34] de la Universidad del Cauca. Posteriormente, el desarrollo del S-ESP, basado en las decisiones de diseño previamente tomadas, será tratado.

4.1. OBTENCIÓN DE LAS DECISIONES DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO DEL S-ESP

A continuación están enunciadas las preguntas realizadas en la encuesta, las tablas de frecuencia de las respuestas seleccionadas y posteriormente un análisis apoyado con gráficas.

4.1.1. Tablas de frecuencia

Pregunta realizada: ¿Tiene Computador?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	195	65,0	65,0	65,0
	No	105	35,0	35,0	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.1 Tabla de frecuencias: acceso computador

De la tabla 4.1 puede deducirse que el 65% de los encuestados tiene computador, y que el 35% restante no lo posee.

Pregunta realizada: ¿Cuál es su frecuencia de uso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Todos los días	37	12,3	12,3	12,3
Al menos una vez por semana	36	12,0	12,0	24,3
Al menos una vez por mes	10	3,3	3,3	27,7
Al menos una vez por año	1	0,3	0,3	28,0
NS/NR	216	72,0	72,0	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.2 Tabla de frecuencias: frecuencia de uso de computador

Puede observarse, según la tabla 4.2, que 73 personas (24.3%) usan el computador al menos una vez por semana.

Pregunta realizada: ¿Tiene acceso a Internet?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	159	53,0	53,0	53,0
No	112	37,3	37,3	90,3
NS/NR	29	9,7	9,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.3 Tabla de frecuencias: acceso internet

El acceso a internet corresponde al 53% de los pacientes, es decir que el 37,3% de los mismos no tiene acceso a internet según la tabla 4.3.

Pregunta realizada: ¿Con qué frecuencia usa el internet?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Todos los días	35	11,7	11,7	11,7
Al menos una vez por semana	36	12,0	12,0	23,7
Al menos una vez por mes	6	2,0	2,0	25,7
NS/NR	223	74,3	74,3	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.4 Tabla de frecuencias: frecuencia uso de Internet

La tabla 4.4 indica que 71 personas, correspondientes al 23,7% de los encuestados, acceden a internet al menos una vez a la semana.

Pregunta realizada: ¿Busca información de salud por internet?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	92	30,7	30,7	30,7
No	171	57,0	57,0	87,7
NS/NR	37	12,3	12,3	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.5 Tabla de frecuencias: búsqueda de información de salud en Internet

El 30,7% de los pacientes buscan información de salud por medio del internet según la tabla 4.5.

Pregunta realizada: ¿Con que frecuencia busca información de salud?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Todos los días	14	4,7	4,7	4,7
Al menos una vez por semana	27	9,0	9,0	13,7
Al menos una vez por mes	25	8,3	8,3	22,0
Al menos una vez por año	7	2,3	2,3	24,3
NS/NR	227	75,7	75,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.6 Tabla de frecuencias: Frecuencia búsqueda de información de salud

La tabla 4.6 indica que el 13,7% de los pacientes busca información de salud en internet al menos una vez por semana.

Pregunta realizada: ¿Usa correo electrónico?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	75	25,0	25,0	25,0
No	172	57,3	57,3	82,3
NS/NR	53	17,7	17,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.7 Tabla de frecuencias: Uso correo electrónico

En la tabla 4.7 puede observarse que el uso del correo electrónico equivale al 25% de los pacientes.

Pregunta realizada: ¿Con qué frecuencia?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Todos los días	35	11,7	11,7	11,7
Al menos una vez por semana	27	9,0	9,0	20,7
Al menos una vez por mes	6	2,0	2,0	22,7
Al menos una vez por año	3	1,0	1,0	23,7
NS/NR	229	76,3	76,3	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.8 Tabla de frecuencias: Frecuencia de uso correo electrónico

La tabla 4.8 muestra que un 20,7% de los pacientes usa al menos una vez a la semana su correo electrónico.

Pregunta realizada: ¿Tiene celular?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	232	77,3	77,3	77,3
No	66	22,0	22,0	99,3
NS/NR	2	0,7	0,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.9 Tabla de frecuencias: Acceso celular

La telefonía celular es una de las más usadas por los pacientes, prueba de ello es que el 77,3% de los pacientes tiene un teléfono celular según la tabla 4.9.

Pregunta realizada: ¿Con qué frecuencia lo usa?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Todos los días	145	48,3	48,3	48,3
Al menos una vez por semana	8	2,7	2,7	51,0
Al menos una vez por mes	3	1,0	1,0	52,0
Al menos una vez por año	2	0,7	0,7	52,7
NS/NR	142	47,3	47,3	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.10 Tabla de frecuencias: Frecuencia uso de celular

El porcentaje de pacientes que usa al menos una vez por semana su teléfono celular es del 51% según la tabla 4.10.

Pregunta realizada: ¿Recibe y lee mensajes de texto por celular?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	154	51,3	51,3	51,3
No	123	41,0	41,0	92,3
NS/NR	23	7,7	7,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.11 Tabla de frecuencias: Uso de SMS

Según la tabla 4.11, el uso de los SMS es del 51,3% de los encuestados. Puede deducirse que esta tecnología es un buen canal de comunicación para los intereses del presente proyecto.

Pregunta realizada: ¿Con que frecuencia lee mensajes de texto?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Todos los días	71	23,7	23,7	23,7
Al menos una vez por semana	58	19,3	19,3	43,0
Al menos una vez por mes	17	5,7	5,7	48,7
Al menos una vez por año	5	1,7	1,7	50,3
NS/NR	149	49,7	49,7	100,0
Total	300	100,0	100,0	

Tabla 4.12 Tabla de frecuencias: Frecuencia de lectura de SMS

Los mensajes de textos son ampliamente usados por los pacientes según la tabla 4.12 con un 43% con el criterio de al menos una vez por semana.

4.1.2. Análisis

La figura 4.1 resume la información presentada en las tablas de frecuencia (tabla 4.1 - 4.12), graficando el acceso y uso habitual de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones. Para realizar un resumen del acceso y uso habitual de las diferentes tecnologías presentes en la encuesta, se asume como uso habitual el uso diario o de al menos una vez por semana.

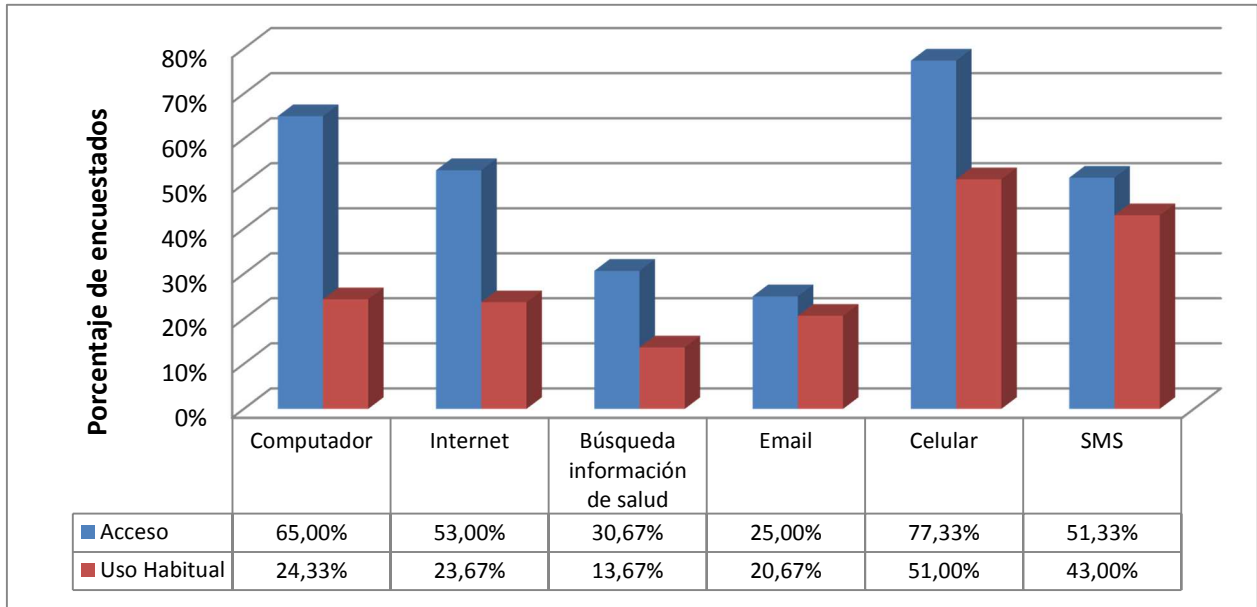


Figura 4.1 Resumen perfil tecnológico

- El acceso de la tecnología web es adecuado, si bien sólo 23,67% usan habitualmente internet, su porcentaje de acceso, con 53% es bueno. Esto implica que sería relevante llevar a cabo jornadas de capacitación para incrementar su uso y mejorar la efectividad de un sistema web dentro de este grupo de pacientes.
- Las tecnologías de celular y mensajes de texto son las de mayor disponibilidad y uso habitual, incluso comparado con el acceso y uso de tecnologías web. El 77,3% de los encuestados tienen un celular, y el 52% lo usa frecuentemente presumiblemente para comunicaciones por voz. También el 43,3% lee mensajes de texto con frecuencia. La lectura de mensajes de texto es incluso mayor que la frecuencia de uso del e-mail que es del 25%. Se concluye que el uso de mensajes de texto es una muy buena alternativa para enviar información a los pacientes, como por ejemplo enviar alertas, recordatorios o resultados de pruebas de laboratorio, sin embargo, puede presumirse que la interactividad queda comprometida, dado que para obtener respuesta por parte del usuario, es necesario que este cuente con la capacidad de responder mensajes de texto, lo cual implica la disponibilidad de saldo en su línea celular. Una alternativa es que a través del mensaje de texto sea brindada cierta información, que puede ser complementada mediante el uso de tecnología web.
- La búsqueda de información de salud es de bastante interés para los pacientes. El 30,7% de los pacientes encuestados busca información de salud en Internet (n=92) y de todas las personas que tienen acceso a Internet, el 54,84% de ellas (n=85) buscan información de salud por este

medio (ver figura 4.2). Se considera relevante el brindar información de calidad para el manejo de diabetes a los pacientes.

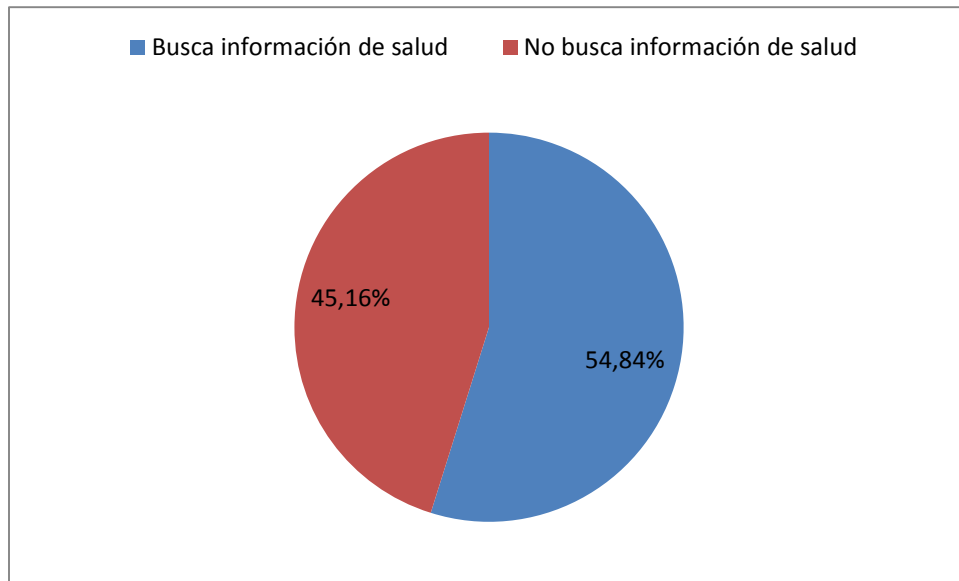


Figura 4.2 Búsqueda de información en salud respecto a las personas con acceso a internet

De acuerdo al anterior análisis se decide que el S-ESP a implementar deberá tener un módulo web principal y otro módulo secundario dirigido hacia los SMS.

Teniendo en cuenta que Indivo permite integrar páginas web como aplicaciones a su entorno, se aprovecha dicha característica para realizar una aplicación web en este sistema. La aplicación mencionada tiene la tarea de permitir al paciente ingresar el valor de sus exámenes de glicemia manualmente, listar y ver los resultados guardados y además podrá importar o exportar documentos de resultados de laboratorio de su prueba de glucosa en formato CDA si así lo desea.

Los mensajes de texto serán de gran utilidad para el S-ESP planteado, por medio de éstos, se enviarán alertas a los pacientes para promover el uso de la aplicación web avisando cada vez que exista un nuevo resultado de un examen de glicemia disponible.

Con base en el anterior análisis estadístico, a continuación es detallado todo el desarrollo del S-ESP que da por cumplidos el primer y segundo objetivo del presente proyecto de grado.

4.2. DESARROLLO DEL S-ESP

La figura 4.3 muestra la arquitectura general del sistema propuesto. Los datos de los documentos CDA que están en el sistema de información de un laboratorio clínico son obtenidos gracias a Mirth, que también guarda esta información en una base de datos accesible para Indivo. El médico y el paciente acceden a la plataforma a través de internet usando un navegador web, el paciente recibe notificaciones vía SMS cuando un nuevo examen está disponible en su cuenta de Indivo. La información puede ser exportada hacia un sistema que maneje historias clínicas electrónicas (en este caso OpenMRS) a través de Mirth.

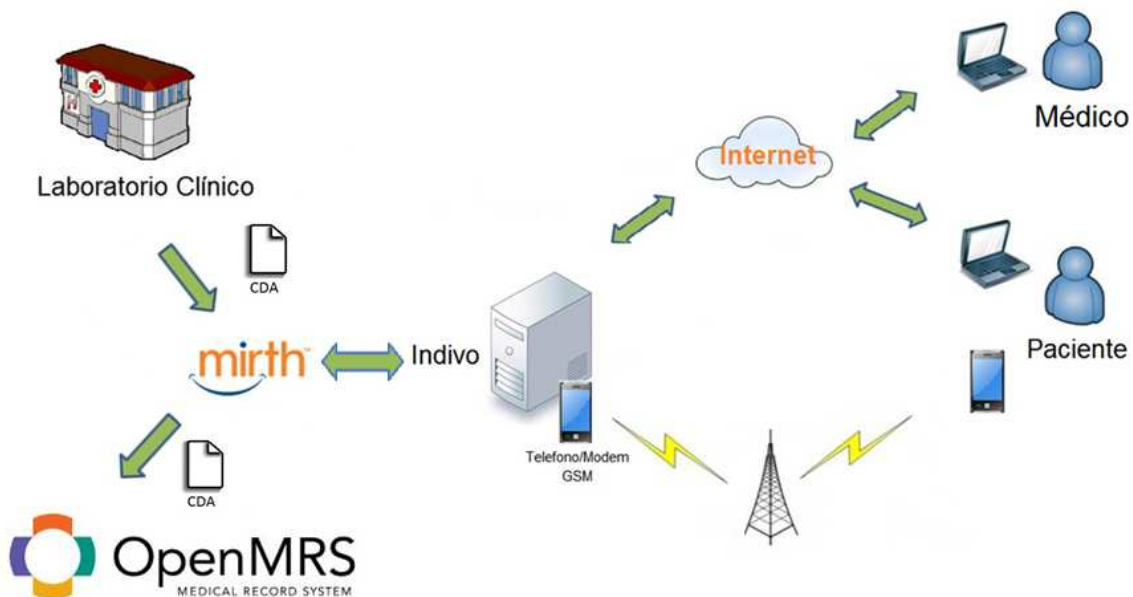


Figura 4.3 Arquitectura general del S-ESP propuesto

4.2.1. Aplicación de laboratorio

Esta aplicación simula ser un sistema informático de un laboratorio clínico en el cual se hace el examen para la medición de glucosa en la sangre y un CDA es generado a partir de su resultado.

Para el desarrollo de esta aplicación, fue utilizada la tecnología PHP del lado del servidor. Esta aplicación web permite generar CDAs con datos suministrados del paciente y del examen.

Los templates han sido alojados en el directorio:

```
/var/www/laboratorio
```

El template principal es "lab.php" (figura 4.4) el cual hace uso de la función require("") para invocar otros archivos PHP, haciendo el código mucho más ordenado y legible.



Figura 4.4 Interfaz Inicial Aplicación de Laboratorio

La interfaz presenta la opción de buscar al paciente (figura 4.6), o de registrar uno nuevo (figura 4.5).

The image shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost/laboratorio/clientgenerate.php'. The page content is a form titled 'Datos del Paciente' on a light green background. The form fields are as follows:

Cedula	<input type="text" value="1061728"/>
Primer nombre	<input type="text" value="jesus"/>
Segundo nombre	<input type="text" value="david"/>
Primer apellido	<input type="text" value="ceron"/>
Segundo apellido	<input type="text" value="bravo"/>
Dirección	<input type="text" value="cra 14"/>
Género	<input type="text" value="Masculino"/>
Fecha de Nacimiento	Año: <input type="text" value="1990"/> Mes: <input type="text" value="05"/> Día: <input type="text" value="08"/>
Número teléfono móvil	<input type="text" value="3106733793"/>
Clave de confirmación	<input type="text" value="*****"/>

At the bottom of the form is a 'Guardar' button.

Figura 4.5 Interfaz Registrar Paciente

Los datos del nuevo paciente son guardados en la tabla "Usuarios_IPS" de la base de datos "IPS".

boratorio/lab.php

Cedula

Primer nombre jesus
Segundo nombre david
Primer apellido ceron
Segundo apellido bravo

Direccion cra 14

Genero Masculino

Numero Celular 3106733793

Fecha de Nacimiento 1990-05-08

Datos del Examen

Valor: mg/dl

Figura 4.6 Interfaz Búsqueda de Paciente

Al dar click en el botón “Guardar”, los datos necesarios para generar un CDA, son enviados al archivo docgenerate.php, en el cual es estructurado con ayuda de la función fputs(“”). El archivo generado es guardado automáticamente en la carpeta donde está activado un canal de mirth connect para su envío automático. El nombre del CDA generado está compuesto por el número de identificación del paciente, la fecha y hora completa de su creación, con esto se asegura no haya duplicidad de archivos. Un ejemplo del CDA generado por esta aplicación puede observarse en la figura 4.7. Para la elaboración de la estructura de este CDA, fue tenido en cuenta la “Guía de implementación de CDA para el caso de uso de resultados de laboratorio clínico de la fundación HL7 Colombia” [35].

```

<?xml version="1.0"?>
<ClinicalDocument xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" moodCode="EVN" xmlns="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">
  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040" />
  <id root="2.16.840.1.113883.19.4" extension="c266" />
  <code code="26436-6" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC" displayName="Laboratory Studies" />
  <title>RESULTADO DE LABORATORIO</title>
  <effectiveTime value="2014-1-13" />
  <confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" />
  <languageCode codeSystem="2.16.840.1.113883.6.121" />
  <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
    <patientRole classCode="PAT">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061728" />
      <addr use="HP">
        <streetAddressLine>cra</streetAddressLine>
      </addr>
      <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061728" />
        <name>
          <given>jesus</given>
          <given>david</given>
          <family>ceron</family>
          <family>bravo</family>
        </name>
        <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1" />
        <birthTime value="1991-5-7" />
      </patient>
      <providerOrganization classCode="ORG" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="890.307.200-5" />
        <name>
          <suffix qualifier="LS">S.A.</suffix>Laboratorio Clinico</name>
        <telecom value="fax: 92 3265723" />
        <telecom value="tel: 92 3265738" />
        <telecom value="tel: 92 3265733" />
        <telecom value="mailto: laboratorio@centromedicoabc.com.co" />
        <telecom value="http: http://www.centromedicoabc.com.co" />
        <addr>
          <streetAddressLine>Carrera 18 No. 122-135</streetAddressLine>
          <city>Cali</city>
          <state>Valle</state>
          <country>Colombia</country>
        </addr>
      </providerOrganization>
    </patientRole>
  </recordTarget>
  <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">
    <time value="201411335" />
    <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="KP00017" />
      <assignedAuthoringDevice determinerCode="INSTANCE">
        <code code="dev1" />
        <manufacturerModelName>DEVMAN</manufacturerModelName>
        <softwareName>DEVSOFT</softwareName>
      </assignedAuthoringDevice>
      <representedOrganization classCode="ORG" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="890.307.200-5" />
      </representedOrganization>
    </assignedAuthor>
  </author>
  <custodian typeCode="CST">
    <assignedCustodian classCode="ASSIGNED">
      <representedCustodianOrganization classCode="ORG" determinerCode="ASSIGNED">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="890.307.200-5" />
      </representedCustodianOrganization>
    </assignedCustodian>
  </custodian>

```

```

</representedOrganization>
  </assignedAuthor>
</author>
<custodian typeCode="CST">
  <assignedCustodian classCode="ASSIGNED">
    <representedCustodianOrganization classCode="ORG" determinerCode="ASSIGNED">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="890.307.200-5" />
    </representedCustodianOrganization>
  </assignedCustodian>
</custodian>
<informationRecipient>
  <intendedRecipient>
    <informationRecipient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
      <name>
        <given>Medico</given>
        <family>Medico</family>
      </name>
    </informationRecipient>
  </intendedRecipient>
</informationRecipient>
<legalAuthenticator typeCode="LA" contextControlCode="OP">
  <time value="201411335" />
  <signatureCode codeSystem="2.16.840.1.113883.5.89" />
  <assignedEntity classCode="ASSIGNED">
    <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="22417" />
    <assignedPerson classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
      <name>
        <given>Patricia</given>
        <given>Elena</given>
        <family>Gomez</family>
        <family>Uribe</family>
      </name>
    </assignedPerson>
  </assignedEntity>
</legalAuthenticator>
<inFulfillmentOf>
  <order moodCode="RQQ">
    <id root="CMABC" extension="12090046" />
  </order>
</inFulfillmentOf>
<component>
  <structuredBody classCode="DOCBODY" moodCode="EVN">
    <component>
      <section classCode="DOCSECT" moodCode="EVN">
        <title>QUIMICA E INMUNOQUIMICA</title>
        <component>
          <section classCode="DOCSECT" moodCode="EVN">
            <title></title>
            <entry>
              <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code displayName="Glicemia en ayunas" />
                <value xsi:type="PQ" value="67" unit="mg/dl" />
                <referenceRange typeCode="REFV">
                  <observationRange moodCode="EVN.CRT">
                    <value xsi:type="IVL_PQ">
                      <low value="75" unit="mg/dl" />
                      <high value="115" unit="mg/dl" />
                    </value>
                  </observationRange>
                </referenceRange>
              </observation>
            </entry>
          </section>
        </component>
      </section>
    </component>
  </structuredBody>
</component>
</clinicalDocument>

```

Figura 4.7 CDA elaborado según la Guía de implementación de CDA para el caso de uso de resultados de laboratorio clínico de la fundación HL7 Colombia

4.2.2. Mirth Connect

Para la creación de interfaces, Mirth Connect maneja un enfoque centrado en plantillas que permite especificar el tipo y formato de los mensajes que son enviados o recibidos, y luego la realización de mapeos y transformaciones usando las herramientas de arrastrar y soltar (drag-and-drop) de la aplicación. Ofrece herramientas gráficas de administración y una interfaz basada en canales.

Un canal de Mirth consiste de:

- Conector de origen: datos de entrada
- Filtros: son creados requisitos para decidir si la información será procesada
- Transformadores: sirven para extraer y dar formato a la información
- Conector de destino (uno o varios): datos de salida

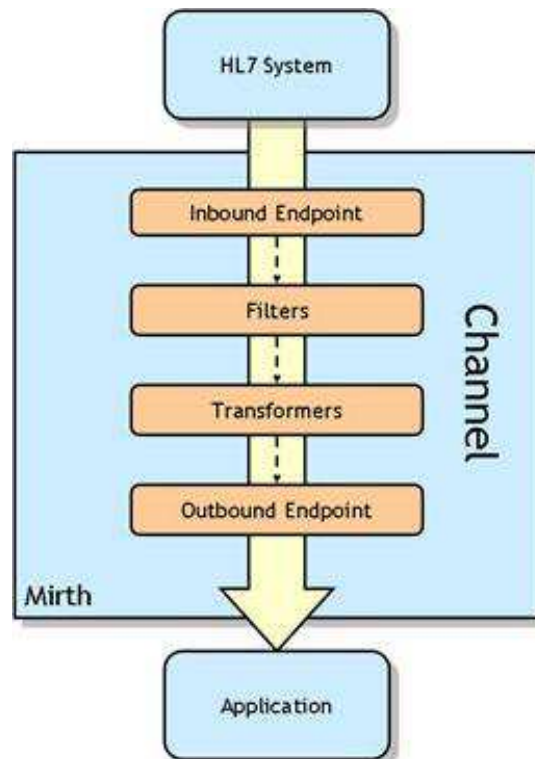


Figura 4.8 Arquitectura de un canal Mirth

4.2.2.1. Conector de Origen

Para establecer el origen de la información disponemos de diversos tipos de conectores, en este caso es usado el lector de archivos (file reader) y los parámetros configurados:

- Método usado para acceder a los archivos: sistema de archivos local
- Ruta de la carpeta en la que son alojados los archivos: /var/www/laboratorio
- Frecuencia de inspección: 5 segundos (5000 ms)
- Acción a realizar con el archivo una vez sea leída la información: mover el archivo a otra carpeta.

La figura 4.9 muestra como luce la interfaz de configuración de origen (source) de Mirth Connect con las opciones descritas anteriormente.

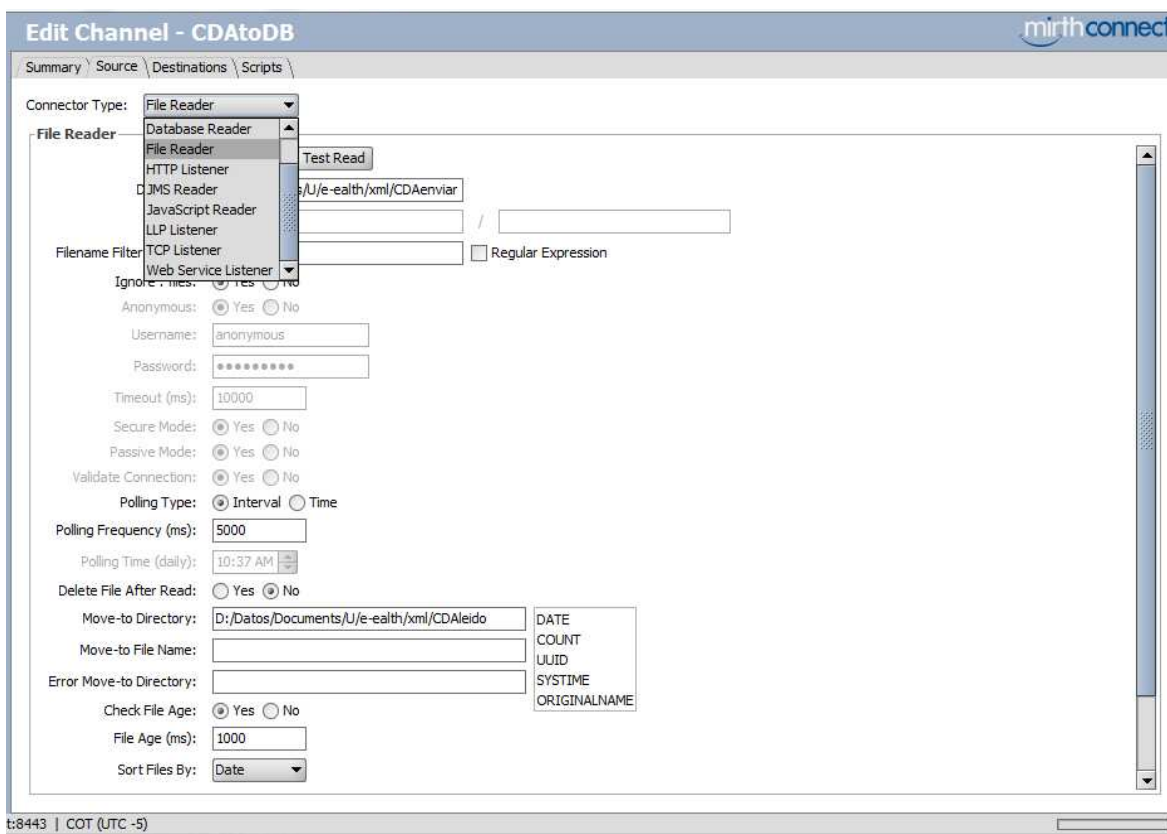


Figura 4.9 Interfaz Origen de datos Mirth Connect

4.2.2.2. Transformador

Para configurar un transformador puede cargarse una plantilla, en este caso fue elegido el ejemplo de CDA presentado en la Guía de implementación para documentos de arquitectura clínica (CDA) para el caso de uso de Resultados de Laboratorio de la Fundación HL7 Colombia [35], y son mapeados todos sus campos y atributos, como puede apreciarse en la figura 4.10.

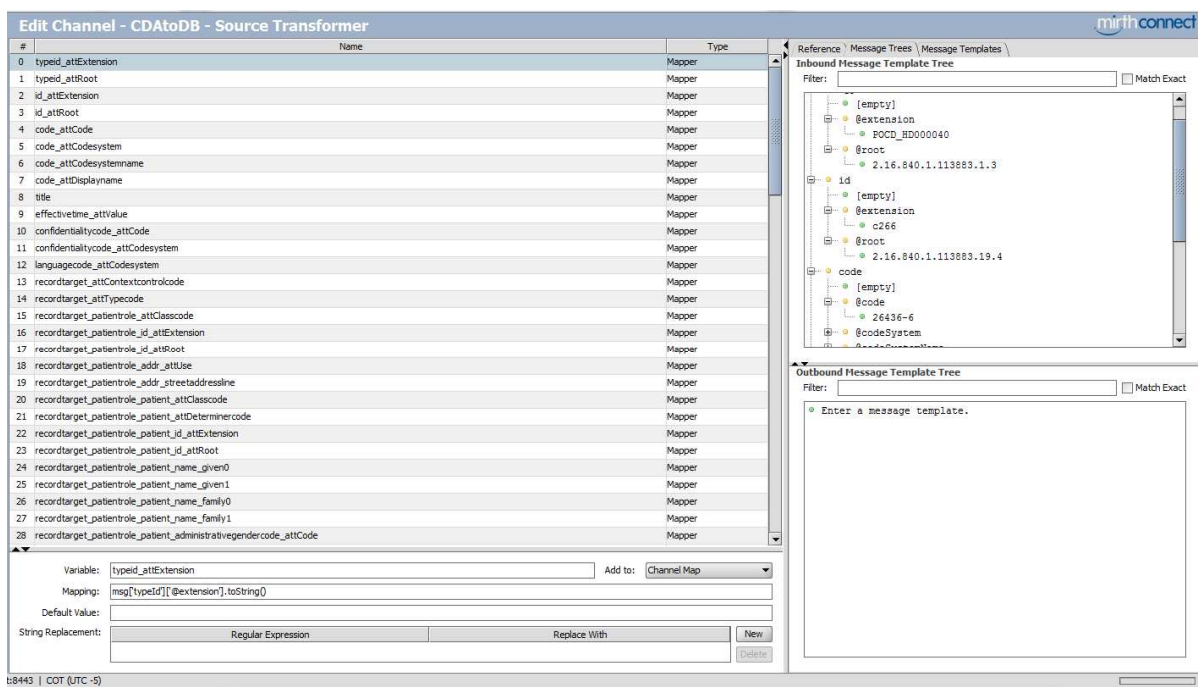


Figura 4.10 Mapeo de campos y atributos de un CDA

4.2.2.3. Conector de destino

La figura 4.11 muestra la interfaz en la cual se puede elegir el destino, en este caso fue usado el escritor de base de datos, este es conectado con una base de datos que contiene un campo para almacenar la información de cada campo y atributo presente en el CDA. En una lista ubicada en la parte derecha de la pantalla están las variables que han sido mapeadas y pueden ser arrastradas a la parte central, donde puede modificarse el comando SQL que será ejecutado.

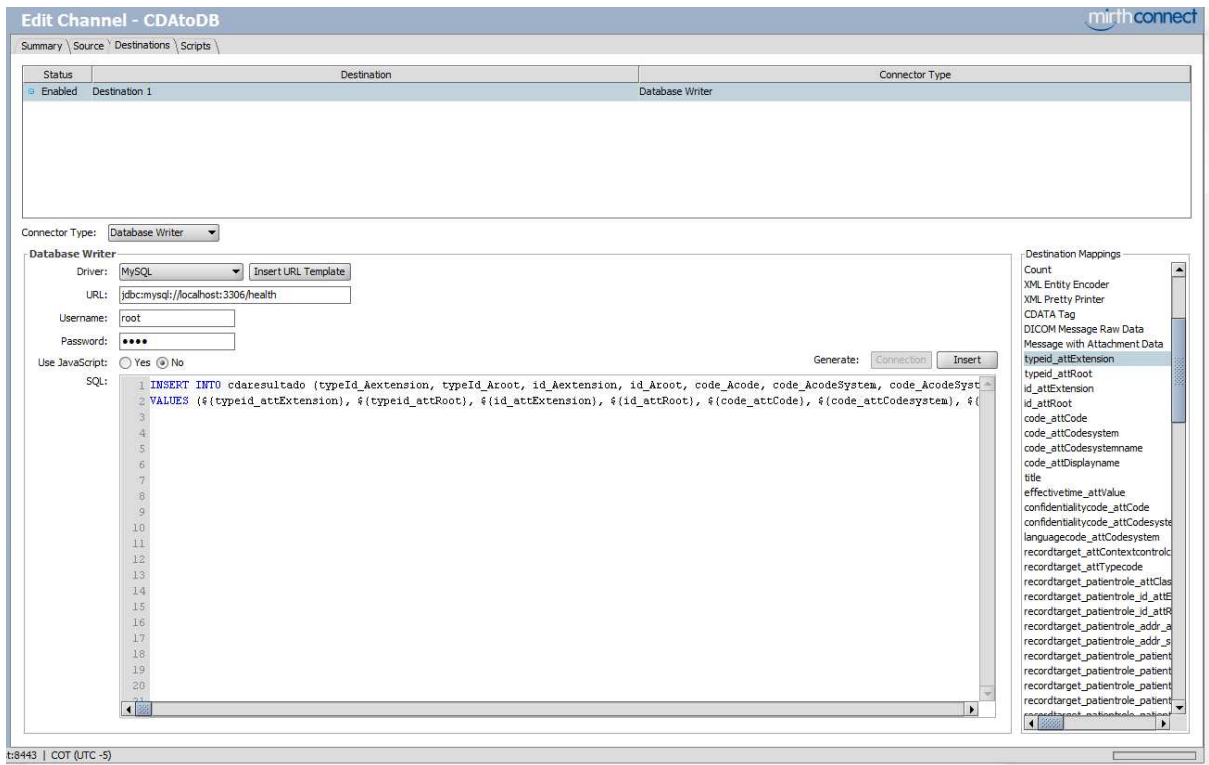


Figura 4.11 Destino Base de datos

4.2.3. Aplicación LabConector

El desarrollo de esta aplicación consiste en crear una nueva aplicación web haciendo uso del framework Django. A continuación son descritos los pasos necesarios para lograrlo:

Asumiendo que Indivo esté previamente instalado, los pasos a seguir por medio de línea de comandos en consola son los siguientes:

- Dirigirse a la carpeta de aplicaciones de Indivo:

```
cd /PATH_INDIVO/indivo_ui_server/apps
```

- Crear la nueva aplicación

```
django-admin.py startproject nombreProyecto
python manage.py startapp labConector
```

El proyecto creado estará organizado así:

```
LabConector/  
    __init__.py  
    models.py  
    tests.py  
    views.py
```

Para tener un mejor orden en el proyecto, es creada una carpeta donde serán alojados los templates en formato html y xml, y otra para las hojas de estilo en formato css e imágenes a usar. El proyecto estará organizado, finalmente, de la siguiente manera:

```
LabConector/  
    templates/  
    static/  
    __init__.py  
    models.py  
    tests.py  
    views.py
```

Para registrar la aplicación en Indivo, y de esta manera hacerla disponible para su activación por parte de un paciente, debe hacerse lo siguiente:

- Crear una carpeta llamada LabConector en la dirección:

```
cd /PATH_INDIVO/indivo_server/registered_apps/user
```

- Al interior de esta carpeta crear dos archivos: credentials.json y manifest.json, los cuales contienen información para la autenticación OAuth e información de descripción de la aplicación respectivamente. Con la realización de este paso, la aplicación debe estar disponible en el panel de aplicaciones de indivo

- Debido a que es necesario crear dos nuevas tablas en la base de datos de Indivo llamadas: patient y LabResultImported, debe crearse un nuevo modelo de datos, para ello se crea una nueva carpeta llamada LabConector dentro del directorio:

```
cd /PATH_INDIVO/indivo_server/indivo/data_models/contrib/
```

Dentro de dicha carpeta debe crearse un archivo llamado model.py donde se crean las dos tablas siguiendo el concepto de modelos de datos de Django y haciendo uso de la clase Facts de Indivo para el correcto almacenamiento de los datos dentro de su base de datos.

La tabla “patient” es utilizada para relacionar el record_id (identificador único del PHR de un paciente) con el número de identificación del paciente. Esta tabla tendrá dos campos: id_patient e id_record.

La tabla LabResultImported alojará todos los exámenes importados por el paciente a su cuenta de Indivo. Esta tabla contiene todos los campos necesarios para alojar los datos provenientes del CDA mostrado anteriormente.

El archivo principal donde está la lógica de la aplicación es views.py. En este archivo son creadas las funciones necesarias para el funcionamiento de la aplicación:

- Las funciones: def start_auth(request), def after_auth(request) son las encargadas de procesar una solicitud de ingreso a la aplicación. Esto es logrado haciendo uso del protocolo OAuth.
- La función: def index(request) carga los datos del paciente que ha ingresado a la aplicación. Si el paciente ya está registrado previamente, la función carga la página web de bienvenida (figura 4.12), si por el contrario, es primera vez que el paciente utiliza la aplicación, le será solicitado al paciente la clave suministrada en el registro de la aplicación de laboratorio para poder registrarse correctamente (figura 4.13).



Figura 4.12 Ingreso a la aplicación de un usuario ya registrado



Figura 4.13 Usuario que ingresa a la aplicación por primera vez.

El número de cédula y la clave que el paciente ingresa al iniciar por primera vez a la aplicación son comparados con los datos almacenados en la tabla “usuarios” de la base de datos “health” (de esta manera es garantizada la seguridad de registro del paciente). La conexión a la base de datos “health” es efectuada por medio de la clase MySQLdb, la cual permite realizar las operaciones C.R.U.D (create, read,

update y delete) desde código Python. Se hace uso de dicha clase ya que “health” es una base de datos externa a Indivo.

Al activar el link “Exámenes Disponibles”, es invocada la función:

def general_information(request), con el parámetro request = GET. Lo anterior activa una búsqueda de CDAs en la tabla “cdare resultado” de la base de datos “health” y los muestra en el template llamado generalinformation.html. El criterio de esta búsqueda es el número de identificación del paciente, con lo cual son listados todos los exámenes guardados asociados a dicho número de identificación (figura 4.14).

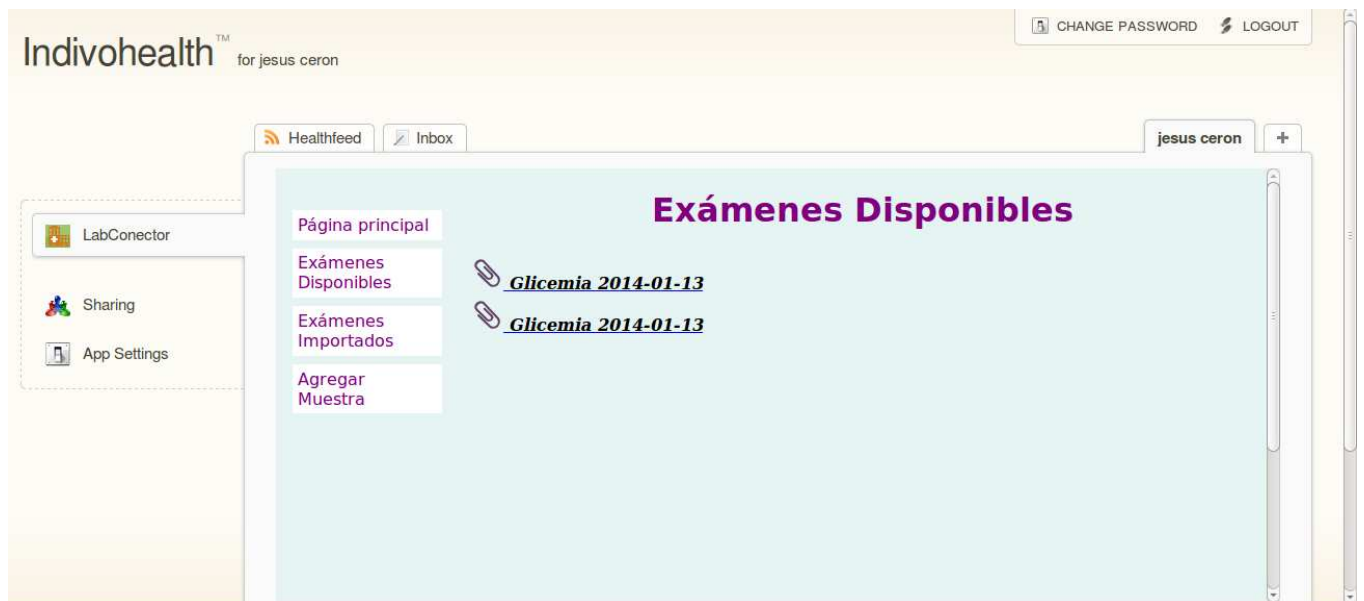


Figura 4.14 Lista de exámenes disponibles para un paciente

Al seleccionar un examen cualquiera, la función general_information(request) es activada nuevamente pero ahora el parámetro request es de tipo POST, lo que hará que sea cargado el template “examenguardar.html”, el cual muestra los datos del examen seleccionado y dispone de un botón para importarlo a la cuenta de Indivo del paciente (figura 4.15).



Figura 4.15 Datos del examen seleccionado.

Al dar click en el botón “IMPORTAR ESTE EXAMEN” el examen seleccionado es guardado dentro de la tabla “labresult” de la base de datos de Indivo, de esta manera el examen puede ser visualizado en la aplicación LabConector en el link “Exámenes Importados” y en la aplicación Labs (aplicación integrada en Indivo para la visualización de todo tipo de exámenes médicos). El proceso para el guardado del examen es el siguiente:

- Crear el esquema xml, el cual describe donde serán guardados los datos, y por supuesto, los datos a guardar. La figura 4.16 muestra un ejemplo de esquema.
- La función `general_information(request)` invoca el esquema creado y los datos del examen son pasados en formato JSON.


```

<Models xmlns="http://indivo.org/vocab/xml/documents#">
  <Model name="LabResult">
    <Field name="accession_number"><![CDATA[A763709999]]></Field>
    <Field name="test_name_title"><![CDATA[{{titulo}}]]></Field>
    <Field name="test_name_system">http://purl.bioontology.org/ontology/LNC/</Field>
    <Field name="test_name_identifier"><![CDATA[{{codigo}}]]></Field>
    <Field name="collected_at"><![CDATA[2013-08-06]]></Field>

    <Field name="quantitative_result_normal_range_max_value"><![CDATA[{{hvalue}}]]></Field>
    <Field name="quantitative_result_normal_range_max_unit"><![CDATA[{{hvalueu}}]]></Field>
    <Field name="quantitative_result_normal_range_min_value"><![CDATA[{{lvalue}}]]></Field>
    <Field name="quantitative_result_normal_range_min_unit"><![CDATA[{{lvalueu}}]]></Field>
    <Field name="quantitative_result_value_value"><![CDATA[{{value}}]]></Field>
    <Field name="quantitative_result_value_unit"><![CDATA[{{valueu}}]]></Field>
  </Model>
</Models>

```

Figura 4.16 Esquema xml utilizado para guardar datos del examen en Indivo.

Al dar click en el link “Exámenes Importados” son listados los exámenes de propiedad del paciente, los cuales ya están guardados en la base de datos de Indivo. Para ello la función: def exam_list(request) es activada, haciendo uso del método suministrado por la API de indivo llamado: “client.generic_list” para obtener los registros de una tabla de Indivo, pertenecientes a un paciente determinado.

Una de las funcionalidades principales de Indivo, es poder compartir información seleccionada entre pacientes. Para proveer de esta funcionalidad a los pacientes que utilizan la aplicación LabConector, es implementado un widget responsable de este trabajo. Para ello, cuando el paciente selecciona uno de los exámenes importados, el widget es activado automáticamente (figura 4.17).

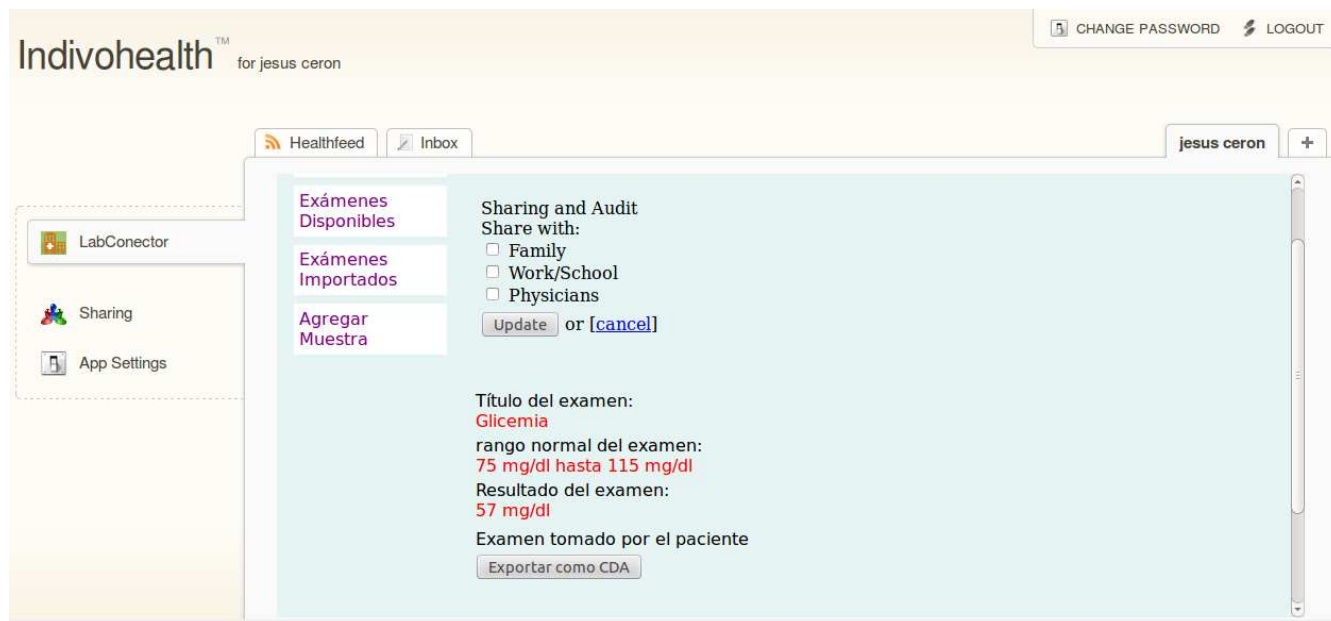


Figura 4.17 Widget que permite compartir exámenes entre pacientes.

Al seleccionar el link “Exámenes Importados” y dar click en alguno de los exámenes listados, los datos de dicho examen son mostrados y también un botón “Exportar como CDA”, el cual permite exportar un CDA con los datos del examen. Este CDA podría ser exportado por un canal de Mirth Connect hacia un sistema externo a Indivo, por ejemplo un sistema de manejo de HCE, debido a limitaciones del proyecto, dicho archivo CDA exportará directamente en el computador sobre el cual el paciente está haciendo uso de Indivo.

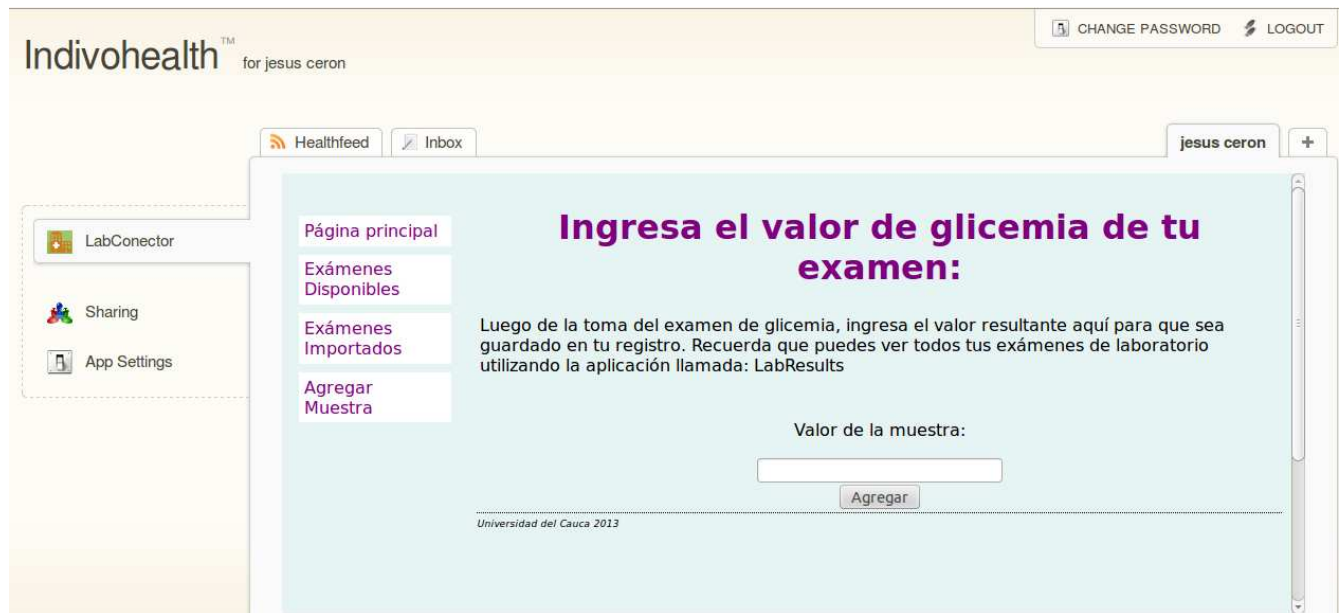


Figura 4.18 Generar un CDA a partir del registro del resultado de un examen de glicemia tomado en casa.

El paciente tiene la opción de importar en su cuenta de Indivo los resultados de exámenes de glicemia practicados en su casa por medio del link “Agregar muestra”. El registro es manual ingresando el valor de la muestra en mg/dl (ver figura 4.18).

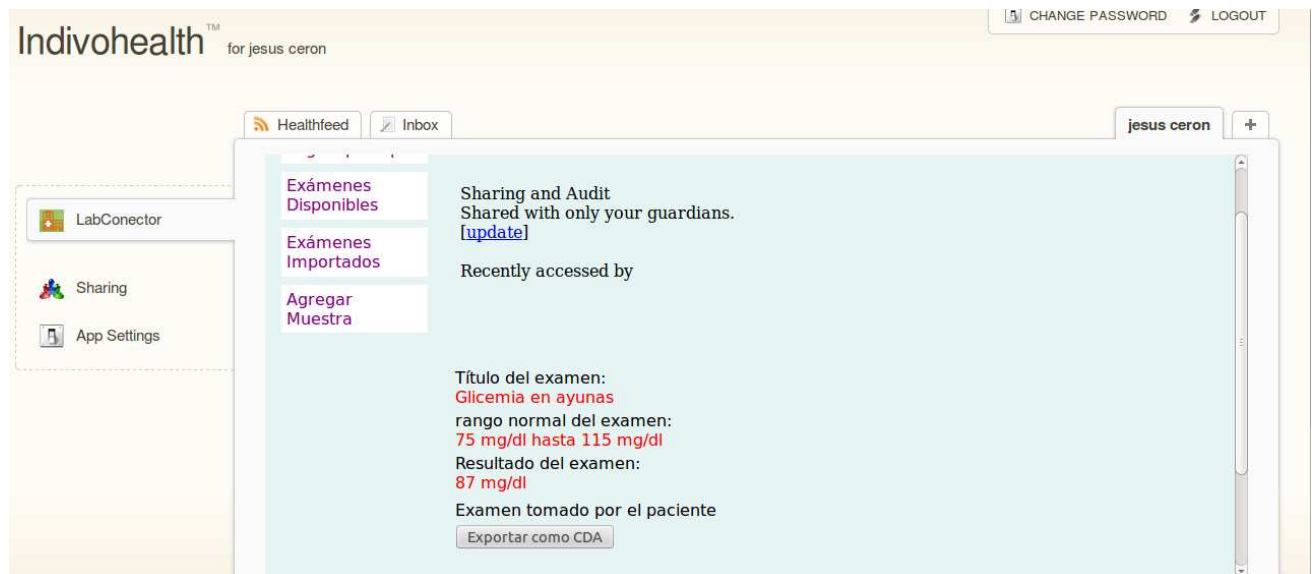


Figura 4.19 Resumen de resultado de prueba de glicemia ingresado manualmente

La aplicación LabConector está programada para generar un CDA según el valor del examen de glicemia ingresado manualmente por el paciente, el resumen del examen informa que el resultado ha sido tomado por el propio paciente, como muestra la figura 4.19. Este CDA es generado según la “Guía de Elementos mínimos para el desarrollo de CDA” de la HL7 España [36]. Un ejemplo de un CDA generado por LabConector para los exámenes ingresados por el usuario puede verse en la figura 4.20.

```

<?xml version="1.0"?>
<ClinicalDocument xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" moodCode="EVN" xmlns="urn:hl7-org:v3_CDA.xsd">
  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040" />
  <id root="2.16.840.1.113883.19.4" extension="c266" />
  <code code="26436-6" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC" displayName="Laboratory Studies" />
  <title>RESULTADO DE LABORATORIO</title>
  <effectiveTime value="20081209001500" />
  <confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" />
  <languageCode codeSystem="2.16.840.1.113883.6.121" />
  <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
    <patientRole classCode="PAT">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061727849" />
      <addr use="HP">
        <streetAddressLine>Carrera 27A4 No. 66B-666</streetAddressLine>
      </addr>
      <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061728514" />
        <name>
          <given>jesus</given>
          <given>david</given>
          <family>vega</family>
          <family>prieto</family>
        </name>
        <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1" />
        <birthTime value="20090203" />
      </patient>
      <providerOrganization classCode="ORG" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5"/>
      </providerOrganization>
    </patientRole>
  </recordTarget>
  <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">
    <time value="20090203001746" />
    <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="KP00017" />
      <assignedAuthoringDevice determinerCode="INSTANCE">
        <code code="dev1" />
        <manufacturerModelName>DEVMAN</manufacturerModelName>
        <softwareName>DEVSOFT</softwareName>
      </assignedAuthoringDevice>
      <representedOrganization classCode="ORG" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="890.307.200-5" />
      </representedOrganization>
    </assignedAuthor>
  </author>
  <custodian typeCode="CST">
    <assignedCustodian classCode="ASSIGNED">
      <representedCustodianOrganization classCode="ORG" determinerCode="ASSIGNED">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="891.500.319-2" />
        <name>Universidad Del cauca</name>
      </representedCustodianOrganization>
    </assignedCustodian>
  </custodian>
  <inFulfillmentOf>
    <order moodCode="RQO">
      <id root="CMABC" extension="12090046" />
    </order>
  </inFulfillmentOf>
  <component>
    <structuredBody classCode="DOCBODY" moodCode="EVN">
      <component>
        <section classCode="DOCSECT" moodCode="EVN">
          <title>QUIMICA E INMUNOQUIMICA</title>
          <component>
            <section classCode="DOCSECT" moodCode="EVN">
              <title>Glicemia en ayunas</title>
              <entry>
                <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                  <code displayName="Glicemia" />
                  <value xsi:type="PQ" value="998" unit="mg/dl" />
                  <referenceRange typeCode="REFV">
                    <observationRange moodCode="EVN.CRT">
                      <value xsi:type="IVL_PQ">
                        <low value="75" unit="mg/dl" />
                        <high value="115" unit="mg/dl" />
                      </value>
                    </observationRange>
                  </referenceRange>
                </observation>
              </entry>
            </section>
          </component>
        </section>
      </component>
    </structuredBody>
  </component>
</ClinicalDocument>

```

Figura 4.20 CDA elaborado según la Guía Elementos mínimos para el desarrollo de CDA HL7 Spain_v1.0

4.2.4. Envío de mensajes de texto automáticos

Como fue sustentado en el análisis estadístico del perfil tecnológico, el envío de mensajes de texto hace parte esencial del sistema. El S-ESP está habilitado para enviar un mensaje de texto cada vez que un nuevo documento CDA sea generado y su resultado esté disponible en Indivo. Para conseguir lo anterior, gammu [37] fue usado, es una API “open source” para el envío de mensajes de texto desde un celular o modem haciendo uso de lenguajes como php, java o Python en lugar de hacerlo utilizando comandos AT.

La implementación de este módulo fue realizada conectando un teléfono celular Nokia 5130 por medio de una interfaz USB. Previamente fue instalado el driver para que el computador reconociera el teléfono y así poder escoger la opción de “*conectar como puerto comm*”, de esta manera el computador reconoce al dispositivo como si estuviera conectado a un puerto serial. Para verificar si está correctamente conectado, el siguiente comando es ejecutado en el terminal:

```
dmesg|grep tty
```

El anterior comando permite visualizar las conexiones actuales a puertos seriales en el computador. El resultado de la ejecución del mencionado comando debe ser parecido al siguiente:

```
[ 1917.331663] usb 2-4: GSM modem (1-port) converter now attached to ttyUSB0
```

La instalación y pruebas de gammu en Linux consisten en ejecutar los siguientes comandos:

```
apt-get install gammu
```

```
apt-get install gammu-python
```

El paquete gammu-python es usado, permite enviar mensajes de texto fácilmente desde código Python, como puede verse a continuación:

```
Import gammu
sm = gammu.StateMachine()
sm.ReadConfig()
sm.Init()
message = {
'Text': 'mensaje de texto a enviar',
'SMSC': {'Location': 1},
'Number': '3104449XX', #número de celular a enviar el mensaje
```

```
}
sm.SendSMS(message)
```

De esa manera es desarrollada la clase que se comporta como un servicio, el cual está a la espera de nuevos registros en la base de datos "BD CDA", captura el nombre y el número de teléfono celular del paciente al que debe enviarse el mensaje de texto (sms) para informar la presencia de un nuevo resultado de examen de glicemia disponible en su cuenta de Indivo.

Hay que mencionar que el envío de sms tiene por supuesto un costo asociado, que en este caso es el costo que el operador celular factura.

4.3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE INTEROPERABILIDAD DE INDIVO ADAPTADO

El mismo análisis de los criterios de conformidad, presentado en la sección 3.2 para Indivo, es realizado nuevamente, pero teniendo en cuenta las adaptaciones realizadas, la tabla 4.13 es obtenida.

ID y nombre de la función	Criterios de conformidad	Análisis en Indivo adaptado
IN.2.1 Estándares de interoperabilidad	1. El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específicos y/o locales.	El estándar HL7 CDA R2 fue utilizado.
	2. El S-ESP proporcionará la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con otros sistemas de PHR o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.	Fue desarrollada la aplicación LabConector que permite realizar las funciones de interoperabilidad manejando documentos CDA.
	3. El S-ESP debe ajustarse a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.	Fue utilizado LOINC para identificar el origen del examen de glicemia.

ID y nombre de la función	Criterios de conformidad	Análisis en Indivo adaptado
IN.2.2 Versiones y mantenimiento en estándares de interoperabilidad	1. El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.	Fueron usadas dos guías de implementación: <ul style="list-style-type: none"> • Guía Elementos mínimos para el desarrollo de CDA HL7 Spain_v1.0 • Guía de implementación de CDA para el caso de uso de Resultados de Laboratorio Clínico de la Fundación HL7 Colombia
	2. El S-ESP proporcionará la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos se transmiten, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.	Mirth permite seleccionar la forma en que son transmitidos los datos mediante la selección del tipo de conector de entrada y salida.
IN.2.3 Integración de aplicaciones basada en estándares	El S-ESP debe proveer la capacidad para soportar integración de aplicaciones basada en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares	Indivo ya cumple este requisito.

Tabla 4.13 Análisis de los criterios de conformidad obligatorios del PHR-S FM en Indivo adaptado

4.4. CONCLUSIONES

Este capítulo presentó la forma en que fue llevado a cabo el proceso para tomar las decisiones de diseño para el desarrollo del S-ESP propuesto. Luego de ello la descripción completa acerca del desarrollo que tuvo lugar para cumplir los objetivos uno y dos del presente trabajo de grado, y un resumen de lo obtenido presentado en la tabla 4.13.

CAPITULO 5. EVALUACIÓN DEL S-ESP

El presente capítulo presenta la selección de una metodología de evaluación adecuada para demostrar el debido cumplimiento de las funcionalidades del S-ESP y la ejecución de la misma. Es usada la tabla resumen proporcionada por la metodología DESMET [38] para seleccionar un método de evaluación adecuado que tenga en cuenta las características del S-ESP y el contexto en el cual será evaluado. Posterior a la selección del método será presentada la evaluación formal de los requisitos de interoperabilidad del S-ESP para el control de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

5.1. DESMET

DESMET fue un proyecto realizado con el objetivo de desarrollar y validar una metodología para la evaluación de métodos y herramientas de ingeniería de software. El proyecto identificó nueve métodos, de los cuales debe ser seleccionado el más adecuado con la ayuda de un conjunto de criterios. Se desarrollaron directrices detalladas para tres importantes métodos de evaluación: experimentos formales, casos de estudio cuantitativos y evaluaciones de análisis de características.

Debido a que el resultado más relevante del presente proyecto de grado es el desarrollo de una herramienta software, DESMET es utilizado porque proporciona una metodología ampliamente conocida con el fin de elegir el método de evaluación más apropiado para comprobar el cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad del S-ESP para el control de pacientes con Diabetes Tipo 2.

5.1.1. Tipos de procesos de evaluación

Evaluaciones cuantitativas u objetivas: destinadas al establecimiento de efectos medibles de la utilización de un método o herramienta software. Los efectos medibles se basan generalmente en la reducción del tiempo de producción, reconstrucción, mantenimiento o costos.

Evaluaciones cualitativas: destinadas al establecimiento de la idoneidad del método o herramienta software. Los evaluadores miden el grado en que el

método/herramienta proporciona las características necesarias de manera útil y eficaz con base, generalmente, en la opinión personal.

Evaluaciones híbridas: finalmente, los métodos híbridos son aquellos que involucran tanto elementos objetivos como subjetivos.

5.1.2. Organización de la evaluación

DESMET ha identificado tres formas para organizar un ejercicio de evaluación:

Experimento formal: donde a muchos sujetos (por ejemplo, ingenieros de software) se les pide realizar una o varias tareas utilizando los diferentes métodos bajo investigación. Los sujetos son asignados a cada método de forma que los resultados son imparciales y pueden ser analizados empleando técnicas estadísticas estándar.

Estudio de caso: donde cada método bajo investigación es probado en un proyecto real utilizando procedimientos para el desarrollo de un proyecto estándar de la organización que está realizando la evaluación.

Encuesta: donde el personal/organizaciones que han empleado métodos en proyectos pasados son interrogados para que proporcionen información sobre dicho método o herramienta software. La información de los usuarios puede ser analizada utilizando técnicas estadísticas estándar.

5.1.3. Selección del método de evaluación

DESMET proporciona una tabla que ayuda a seleccionar el método más adecuado para realizar la evaluación de un método o herramienta. Esta tabla ha sido ampliada con dos columnas: evaluación de presencia de condiciones y su porcentaje. La presencia de cada condición fue analizada detalladamente teniendo en cuenta las características del S-ESP propuesto, obteniendo como resultado la tabla 5.1.

Método de evaluación	Condiciones favorables del método	Condición presente		Porcentaje (%)
		Sí	No	
Experimento cuantitativo	Beneficios claramente cuantificables		X	0 %
	Disponibilidad del personal para participar en el experimento (por ejemplo, realizar trabajo no productivo).		X	
	Método/herramienta relacionado con una sola tarea/actividad.		X	
	Beneficios directamente medibles del resultado de una tarea.		X	
	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.		X	
	Deseo de realizar evaluaciones del método/herramienta independientes del contexto.		X	
Estudio de caso cuantitativo	Beneficios cuantificables en un solo proyecto.		X	20%
	Beneficios cuantificables antes del retiro del producto.	X		
	Procedimientos de desarrollo estables.		X	
	Personal con experiencia en mediciones.		X	
	Plazos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos de tamaño normal.		X	
Encuestas cuantitativas	Beneficios no cuantificables en un solo proyecto.	X		66.6%
	Existencia de una base de datos de logros de proyecto incluyendo: productividad, calidad, datos del método/herramienta.		X	
	Proyectos con experiencia en el uso del método/herramienta.	X		
Análisis de características por chequeo.	Amplio número de métodos/herramientas a evaluar.		X	50%
	Periodos de tiempo cortos para realizar la evaluación.	X		
Análisis de características por estudio de	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		60%
	Beneficios observables en un solo proyecto.	X		

caso	Procedimientos de desarrollo estable.		X	
	Población de usuarios del método/herramienta limitado.	X		
	Plazos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos de tamaño normal.		X	
Análisis de características por experimento	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		50%
	Beneficios directamente observables del resultado de una tarea.	X		
	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.		X	
	Población de usuarios del método/herramienta muy variados.		X	
Análisis de características por encuesta	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		25%
	Población de usuarios del método/herramienta muy variado.		X	
	Beneficios no observables en un solo proyecto.		X	
	Proyectos con experiencia en el uso del método/herramienta, o proyectos preparados para aprender sobre el método/herramienta.		X	
Análisis de efectos cualitativo -Opinión de expertos intercalados	Disponibilidad de opiniones de expertos en evaluaciones de métodos/herramientas (similares).	X		100%
	Ausencia de procedimientos de desarrollo estables.	X		
	Requerimientos de combinar y relacionar métodos/herramientas.	X		
	Interés en la evaluación de métodos/herramientas genéricos.	X		
Benchmarking	Método/herramienta enfocado en máquina, no en humanos.		X	50%
	Salidas del método capaces de ser clasificadas en términos de algún "buen" criterio.	X		

Tabla 5.1 Selección del método de evaluación

Como puede observarse el mejor porcentaje de adecuación al contexto del proyecto de grado lo obtuvo el método de Análisis de Efectos Cualitativo (100%), que es definido como una evaluación subjetiva del efecto cuantitativo del método o

herramienta, por lo que está clasificado como proceso de evaluación de tipo híbrido.

5.2. PLANEACIÓN DE LA EVALUACIÓN

Como es afirmado en el documento de DESMET, una manera común para decidir qué método o herramienta usar en un proyecto es confiar en la opinión de expertos [38]. El objetivo de la evaluación es capturar la opinión de los expertos con respecto al cumplimiento de los criterios de conformidad obligatorios de interoperabilidad del S-ESP desarrollado.

Como es mencionado en la descripción de las evaluaciones cualitativas de DESMET, “los evaluadores miden el grado en que el método/herramienta proporciona las características necesarias de manera útil y eficaz con base, generalmente, en la opinión personal”. Para ello, una encuesta es realizada (ANEXO), mide el grado de conformidad ofrecido por la herramienta asociado con una característica en particular (en este caso cada criterio de conformidad del PHR-S FM). La escala de juicio comprende los siguientes niveles:

- Muy en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

También existe un campo para anotar observaciones.

Para llevar a cabo la evaluación del S-ESP, este proyecto de grado contó con la valiosa colaboración de:

Gustavo Andrés Uribe Gómez, candidato a doctor de la Universidad del Cauca, Magíster en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca.

Peter Emerson Pinchao Solis, ingeniero de desarrollo de aplicativos Web ASMET SALUD EPS, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, candidato a Magister en Ingeniería Telemática de dicha institución.

Marko David García Muñoz, Ingeniero Electrónico de la Secretaría Departamental de Salud del Cauca, candidato a Magíster en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca.

Henry Romero Moncayo, Ingeniero de Sistemas de la Universidad cooperativa de Colombia, sede Popayán, con experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación en el área de eSalud.

Helder Yesid Castrillón, Ingeniero de Sistemas de la Secretaria Departamental de Salud del Cauca, candidato a doctor en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca.

Miguel Fernando Gutiérrez López, profesor catedrático de la Universidad del Cauca, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y candidato a Magister en Ingeniería Telemática de dicha institución

Luis Alberto Erazo Portilla, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca y candidato a Magister en Ingeniería Telemática de dicha institución.

Daniel Cañón, estudiante de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, con su trabajo de grado aprobado titulado: MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EN REDES SOCIALES VIRTUALES EN SALUD

Se formula la siguiente hipótesis:

H01: Los expertos tienen una opinión positiva con respecto al cumplimiento de los criterios de conformidad por parte del S-ESP desarrollado.

5.3. DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN

La encuesta elaborada (ANEXO A) está compuesta por seis secciones que contienen: un criterio de conformidad obligatorio de interoperabilidad del PHR-S FM, los factores a tener en cuenta para la evaluación de dicho criterio, y un espacio para la evaluación y observaciones, como ejemplo es mostrada la primera sección de la encuesta (figura 5.1).

SECCIÓN 1.

Criterio de conformidad 1:

El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específicos y/o locales.

Para este escenario, se debe aclarar que el estándar local a utilizar será la Guía para Resultados de Laboratorio desarrollado por la Fundación HL7 Colombia.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específico y/o locales (como perfil de dominio específico se usa Guía para Resultados de Laboratorio desarrollado por la Fundación HL7 Colombia).

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

Figura 5.1 Sección 1 de la encuesta de evaluación

Los expertos son citados en las instalaciones de la Universidad del Cauca. Una breve exposición del proyecto de grado, sus objetivos y la arquitectura del sistema es realizada. Para cada sección de la encuesta se lee el criterio de conformidad a evaluar y los factores a tener en cuenta, después son ejecutadas una tarea (o varias) en el S-ESP para demostrar el cumplimiento del criterio mencionado, los evaluadores pueden realizar preguntas, sugerencias o comentarios en cualquier momento, y consignan su respuesta en la encuesta. Si no hay más intervenciones de los expertos, se desarrolla la siguiente sección.

Una documentación detallada y material audiovisual de las actividades realizadas puede encontrarse en:

esalud.unicauca.edu.co/sesp

5.4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la encuesta descrita en la sección anterior son expuestos a continuación. En primer lugar la afirmación a evaluar y la tabla de frecuencias para cada sección es mostrada (ver tabla 5.2 a tabla 5.7), posteriormente esta información es analizada y graficada.

5.4.1. Tablas de frecuencia:

SECCION 1: El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específico y/o locales (como perfil de dominio específico se usa Guía para Resultados de Laboratorio desarrollado por la Fundación HL7 Colombia):

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	6	75,0	75,0	75,0
Muy de acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Tabla 5.2 Tabla de frecuencias Sección 1

SECCION 2: El S-ESP proporciona la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con los sistemas de PHR o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	3	37,5	37,5	37,5
Muy de acuerdo	5	62,5	62,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Tabla 5.3 Tabla de frecuencias Sección 2

SECCION 3: El S-ESP debe ajustarse a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
Muy de acuerdo	2	25,0	25,0	75,0
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Tabla 5.4 Tabla de frecuencias Sección 3

SECCION 4: El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
Muy de acuerdo	1	12,5	12,5	62,5
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	37,5	37,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Tabla 5.5 Tabla de frecuencias Sección 4

SECCION 5: El S-ESP proporciona la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos se transmiten, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	8	100,0	100,0	100,0

Tabla 5.6 Tabla de frecuencias Sección 5

SECCION 6: El S-ESP provee la capacidad para soportar integración de aplicaciones basada en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
Muy de acuerdo	4	50,0	50,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Tabla 5.7 Tabla de frecuencias Sección 6

5.4.2. Análisis de resultados

Para realizar algunos análisis es necesaria una transformación a valores numéricos, las equivalencias de la tabla 5.8 fueron usadas.

Opción elegida	Valor numérico asignado
Muy de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

Tabla 5.8 Equivalencia numérica de las opciones

Los valores fueron tomados de tal forma que la opción “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” sea neutra (3), las opciones “Muy de acuerdo” y “de acuerdo” reflejen actitudes positivas (>3), y las opciones “En desacuerdo” y “Muy en desacuerdo” reflejen actitudes negativas (<3).

El análisis estadístico descriptivo de los valores numéricos equivalentes a los datos consignados en las tablas de frecuencia (tabla 5.2- tabla 5.7), genera la tabla 5.9.

	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6
N Válidos	8	8	8	8	8	8
Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media	4,2500	4,6250	4,0000	3,7500	4,0000	4,5000
Moda	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00 ^a
Desv. típ.	,46291	,51755	,75593	,70711	,00000	,53452

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Tabla 5.9 Estadísticos descriptivos

La moda indica que en todas las secciones, la mayoría de expertos consideró que estaba “De acuerdo” con la afirmación de la encuesta, excepto en la sección dos, donde la mayoría opinó que estaba “Muy de acuerdo”.

El valor de la desviación típica nos indica la dispersión de las opiniones de los expertos, según la tabla 5.9 las secciones donde se generaron opiniones más dispares son las secciones 3 y 4.

De acuerdo al valor de la media, la sección con opinión menos favorable es la sección 4, pero aun así su media (3.75) se acerca más a 4, correspondiente a la opinión “De acuerdo”; que a 3, correspondiente a la opción “NI de acuerdo ni en desacuerdo”. Todas las otras secciones tienen una media con valor de 4 o superior.

Teniendo en cuenta que tres corresponde al punto neutro, se formula la siguiente hipótesis estadística para probar la hipótesis H01 (página 72).

Hipótesis nula: la actitud promedio es igual a 3.

Hipótesis alternativa: La actitud promedio es mayor a 3.

Usando una prueba T para una muestra con un 95% de intervalo de confianza, la Tabla 5.10 es obtenida.

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 3					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Sección 1	7,638	7	,000	1,25000	,8630	1,6370
Sección 2	8,881	7	,000	1,62500	1,1923	2,0577
Sección 3	3,742	7	,007	1,00000	,3680	1,6320
Sección 4	3,000	7	,020	,75000	,1588	1,3412
Sección 6	7,937	7	,000	1,50000	1,0531	1,9469

Tabla 5.10 Prueba T para una muestra

Para todas las secciones tenemos que

Sig < 0.05

Es decir que los resultados son significativos, y se rechaza la hipótesis nula.

La tabla 5.11 muestra la frecuencia de una opción para cada sección; por ejemplo, para la sección 5: los 8 expertos eligieron la opción “De acuerdo”.

Opción elegida	Muy de acuerdo	%	De acuerdo	%	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	%	En desacuerdo	%	Muy en desacuerdo	%
Secciones										
Sección 1	2	25%	6	75%	0	0%	0	0%	0	0%
Sección 2	5	63%	3	38%	0	0%	0	0%	0	0%
Sección 3	2	25%	4	50%	2	25%	0	0%	0	0%
Sección 4	1	13%	4	50%	3	38%	0	0%	0	0%
Sección 5	0	0%	8	100%	0	0%	0	0%	0	0%
Sección 6	4	50%	4	50%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	14	29%	29	60%	5	10%	0	0%	0	0%

Tabla 5.11 Resumen tablas de frecuencias

En la figura 5.2 son graficados los datos de la tabla 5.11 para facilidad de visualización:

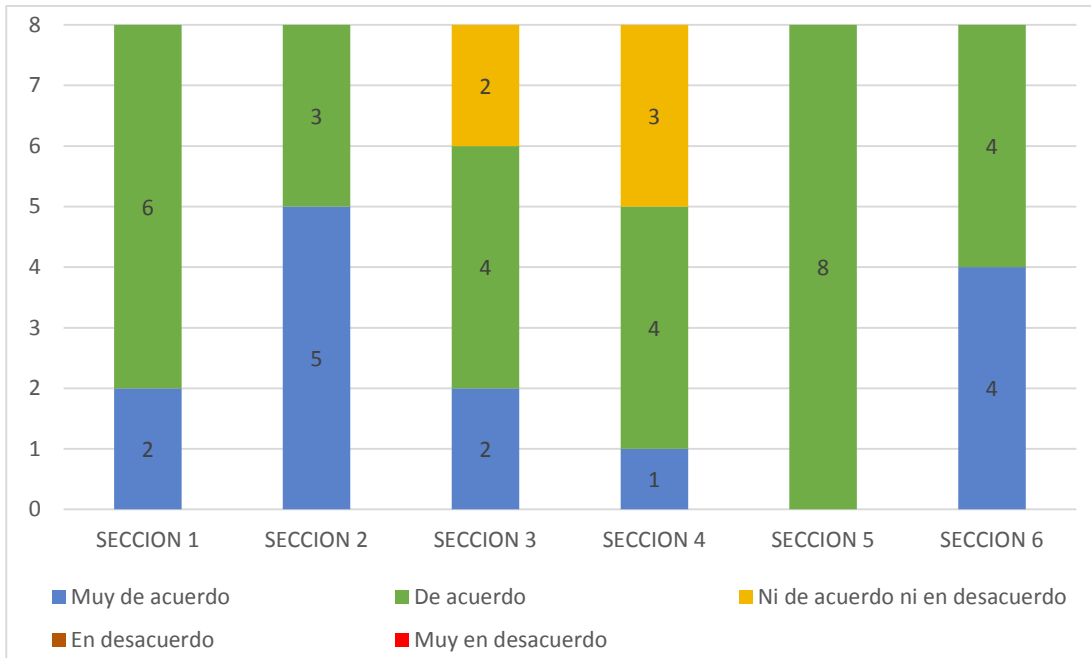


Figura 5.2 Resumen tablas de frecuencias

De la tabla 5.11 y la figura 5.2 es posible observar que el mayor porcentaje de respuestas corresponde a: “de acuerdo” y “Muy de acuerdo”, y no hay ninguna respuesta “En desacuerdo” ni “Muy en desacuerdo”.

Para una perspectiva más general, en la figura 5.3 está graficado el porcentaje de frecuencia de las diferentes opciones en toda la encuesta.

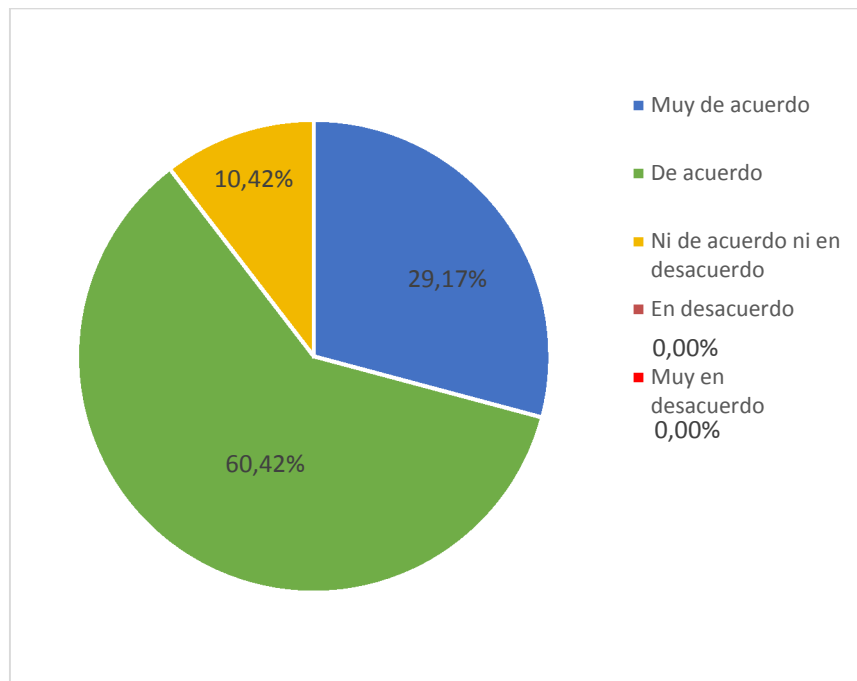


Figura 5.3 Frecuencia de las opciones elegidas

Con respecto a la totalidad de las respuestas elegidas, el 60,42% corresponde a la opción “De acuerdo”, el 29,17% a “Muy de acuerdo” y el 10,42% a “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

Las opiniones positivas (las opciones de “Muy de acuerdo” y “De acuerdo”) en la evaluación constituyen un 89,58%, las opiniones neutras (“Ni de acuerdo ni en desacuerdo”) constituyen el 10,42% restante, y no se presentaron opiniones negativas. Se puede considerar que la evaluación en general resultó exitosa.

5.4.3. Observaciones

Otro aspecto importante de la encuesta es la recolección de observaciones, la tabla 5.12 es un resumen de la cantidad de observaciones escritas para cada sección.

SECCIONES	Cantidad de observaciones
SECCIÓN 1	0
SECCIÓN 2	0
SECCIÓN 3	6
SECCIÓN 4	5
SECCIÓN 5	3
SECCIÓN 6	0

Tabla 5.12 Cantidad de observaciones escritas por sección

Las secciones 3 y 4 registran un mayor número de observaciones y también fueron las que tuvieron opiniones más dispares, como se analizó de la tabla 5.9.

Es posible suponer que el formato con que fue realizada la evaluación, con libertad para participar en cualquier momento, facilitó la creación de mini debates que alentaron a los participantes a registrar su observación en la encuesta. En la tabla 5.13 pueden leerse las observaciones realizadas por los expertos.

AFIRMACIÓN	OBSERVACIONES
<p>El S-ESP se ajusta a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.</p>	<p>Hacer uso de las especificaciones de LOINC y proponer una funcionalidad de mapeo a CUPS</p>
	<p>A pesar que no usa los códigos CUPS</p>
	<p>Mejorar flexibilidad de cómo se definen en la aplicación los códigos de las terminologías utilizadas</p>
	<p>Se podría utilizar Mirth para generar un documento donde se visualice de forma amigable la terminología estándar sin necesidad que este “quemada” en código de un programa.</p>
	<p>Para tener una terminología completa debe considerarse los códigos CUPS. Tener en cuenta los archivos fuente con los códigos LOINC y SNOMED.</p>
<p>El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.</p>	<p>Esta capacidad no debe demostrarse en la aplicación sino en el componente de interoperabilidad</p>
	<p>Presenta limitaciones</p>
	<p>Se podría mejorar (sería ideal) que se adapte a estándares de interoperabilidad sin mayores modificaciones en la codificación de la aplicación.</p>
<p>El S-ESP proporciona la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos se transmiten, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.</p>	<p>Mirth no es funcional en todos los escenarios, ejemplo servicios web (por falta de soporte o documentación). Difícil uso.</p>
	<p>La configuración de los diferentes tipos de canal de entrada no es muy sencilla y la documentación escasa.</p>
	<p>Se observan limitaciones en la plataforma Mirth</p>

Tabla 5.13 Observaciones escritas por los expertos

Las observaciones hechas por los expertos en la sección 3 pueden resumirse en añadir códigos CUPS (Clasificación Única de Procedimientos en Salud) en el CDA y leer los códigos LOINC desde el archivo fuente de Indivo. Debido a que en este proyecto de grado fueron tenidas en cuenta las guías de implementación de CDA propuesta por la fundación HL7 Colombia y la Guía de Elementos mínimos para el desarrollo de CDA propuesta por HL7 España para la construcción de los CDA a usar y en ellas no están consignados los códigos CUPS, consistiría en un trabajo futuro tenerlos en cuenta en la construcción de una versión diferente de CDA. Con respecto a leer los códigos LOINC, desde el archivo fuente de Indivo, fue buscado en su documentación sin tener éxito. Lo anterior no consiste de ninguna manera en un problema crítico en la funcionalidad del sistema.

Para la sección 4, los expertos realizaron observaciones dirigidas a la opción de ampliar el contexto de interoperabilidad del sistema. Lo anterior está por fuera del alcance del presente proyecto, ya que sería necesario, por ejemplo, un sistema de generación automática de código, el cual reconozca cualquier versión de documento CDA y lo procese correctamente. Actualmente está en ejecución un proyecto de investigación en el contexto de doctorado del Grupo de Ingeniería Telemática sobre este tema.

Las observaciones consignadas para la sección 5 evidencian, según la experiencia de los expertos, la falta de documentación de Mirth Connect y por ende lo dificultoso que puede llegar a ser la implementación del mismo para que sea completamente funcional en un entorno real. En este sentido, puede considerarse realizar una búsqueda de otras herramientas para proveer interoperabilidad, por ejemplo, Talend [39].

Además de escribir sus observaciones en el campo de la encuesta destinado para tal fin, los expertos también realizaron numerosos aportes durante la exposición que no fueron registrados por escrito, principalmente en cuanto a diferentes herramientas que pudieron haberse usado, u otra forma en que pudo haberse realizado algunas tareas.

5.5. CONCLUSIONES:

En este capítulo fue presentado el método DESMET, seleccionado el método de evaluación “Análisis de Efectos Cualitativos - Opinión de expertos Intercalados” teniendo en cuenta las características del S-ESP y el contexto en el cual es evaluado, también es descrito su posterior planificación, desarrollo y análisis de resultados.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El presente trabajo de grado propone un S-ESP interoperable para soportar el control de la diabetes mellitus tipo 2. Después de haber realizado un análisis detallado de diferentes aplicaciones y plataformas para la implementación de registros personales electrónicos en salud, se decidió adaptar la plataforma para “Indivo” desarrollada por el Children Hospital de Boston por ser la más completa, además de ser un proyecto de código abierto. A esta plataforma le fueron agregadas funcionalidades de interoperabilidad mediante la integración la plataforma Mirth Connect. También fue implementada una aplicación para la plataforma Indivo, que sirve para el reporte de resultados de laboratorio. Como resultado, un S-ESP capaz de importar, leer, exportar y generar CDAs es obtenido. El cumplimiento de las capacidades de interoperabilidad de la plataforma fue verificado por medio de la opinión de un grupo de expertos, con base en los requisitos de interoperabilidad propuestos en el modelo funcional para sistemas electrónicos de salud personal (estándar ISO 16527).

En este capítulo son expuestas las conclusiones a las que el desarrollo del proyecto dio lugar, como también una lista de trabajos futuros posibles.

6.1. CONCLUSIONES

6.1.1. Conclusiones del estado del arte

- Existen pocos S-ESP que brindan la capacidad de interoperar con otros sistemas y además muy pocos son de código abierto.
- Indivo y Microsoft Health Vault son actualmente los dos S-ESP más reconocidos y usados. Por su parte, Indivo es actualmente el principal S-ESP de código abierto y por ello brinda facilidad para ser adaptado a los requerimientos del presente proyecto de grado.
- Hay diversas aplicaciones para dispositivos móviles que brindan a los pacientes la oportunidad de llevar cierto control de la diabetes mellitus tipo 2. La gran limitación que tienen estas aplicaciones móviles, es que no proveen ningún componente para lograr interoperabilidad.
- Existen algunas aplicaciones móviles que permiten el envío de información para el control de la diabetes hacia servidores web, en los cuales es realizado un análisis posterior de la información. Los sistemas analizados

son completamente cerrados y no presentan características de interoperabilidad.

- Internet es una fuente de información científica enorme, debe usarse de forma correcta, bajo criterios establecidos por los investigadores para hacer una revisión sistemática de la literatura, obteniendo así información científicamente verificable, además ahorrando tiempo y esfuerzo en el proceso investigativo.

6.1.2. Diseño e implementación del S-ESP para el control de la diabetes mellitus tipo 2.

- Con base en los resultados de la encuesta (ver Figura 4.1) fueron generadas las decisiones de diseño para el sistema. En general son dos: el S-ESP debe ser de carácter web y además tener un módulo para el envío de mensajes de texto.
- Es importante contar con el módulo de envío de mensajes de texto en el S-ESP. La tecnología de mensajes de texto tiene un buen porcentaje de capacidad de acceso y uso habitual, convirtiéndose en una excelente alternativa para promover el uso del S-ESP por parte de los pacientes y mejorar control de la diabetes mellitus tipo 2.
- En el trabajo pudo lograrse adaptar Indivo para que cumpla con los criterios de conformidad obligatorios para el tema de interoperabilidad presentes en el PHR-S FM. La plataforma de código abierto Mirth Connect fue utilizada, la cual actúa como un Gateway de interoperabilidad que permite el envío y recepción de CDAs.
- Mirth Connect carece de documentación detallada que facilite el aprendizaje para su uso. Aun así, esto no afectó el desarrollo del proyecto y además se observó un funcionamiento estable y confiable de dicha herramienta en el S-ESP propuesto.
- Las funcionalidades de interoperabilidad fueron complementadas con el desarrollo de la aplicación LabConector. Dicha aplicación escrita en código Python bajo el framework para desarrollo web Django, permite importar, exportar, generar y ver información de los resultados de exámenes de glicemia a través del uso de CDAs. LabConector trabaja en conjunto con Mirth Connect para cumplir los mencionados criterios de interoperabilidad.
- Es importante tener conocimiento del idioma inglés, ya que las comunidades de desarrollo de las herramientas software utilizadas lo tienen como lenguaje base de comunicación.

6.1.3. Conclusiones de la Evaluación

- De acuerdo al resultado de la encuesta realizada, la opinión promedio de los expertos es bastante favorable en cuanto al cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad por parte del S-ESP desarrollado.
- En la sección 2 de la encuesta la mayoría de expertos opinó que estaba “Muy de acuerdo” con la afirmación planteada, en las otras secciones la mayoría de expertos consideró que estaba “De acuerdo” con las afirmaciones planteadas.
- Un 89,58% de las opiniones fueron positivas, 10,42% fueron neutras y no existieron evaluaciones negativas, puede considerarse que el resultado de la evaluación fue exitoso.
- Comentarios importantes fueron recibidos de los expertos, lo que permite verificar algunas funcionalidades que no fueron consideradas inicialmente, además encontrar brechas de investigación a partir de este trabajo.

6.2. TRABAJOS FUTUROS

- Evaluar el S-ESP desarrollado en el presente proyecto de grado en un entorno real.
- Comparar en un entorno real el funcionamiento del S-ESP con Mirth Connect y con Talend. Esta última herramienta también tiene como objetivo proveer interoperabilidad entre sistemas y fue recomendada por los expertos.
- Desarrollar un módulo para que el sistema pueda adaptarse automáticamente a cambios complejos en el contenido de los CDAs sin necesidad de reconfigurar el código de la aplicación LabConector.
- Desarrollar, dentro de la aplicación LabConector, funcionalidades que motiven a los pacientes a seguir un control adecuado de la diabetes mellitus tipo 2, por ejemplo manejo de gráficos de sus niveles de glicemia a través del tiempo, ofrecer recomendaciones personalizadas automáticas, proporcionar información acerca de la diabetes mellitus tipo 2, etc. Las metodologías de diseño centrado en el usuario son una herramienta clave en este proceso.
- Integrar al S-ESP una aplicación móvil capaz de recibir el resultado de una prueba de glicemia tomada con un dispositivo médico y enviarlo automáticamente a la aplicación LabConector.

REFERENCIAS

- [1] World Health Organization, «Chronic diseases,» [En línea]. Available: www.who.int/topics/chronic_diseases/en/. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [2] G. A. Kaplan, M. N. Haan y R. B. Wallace, «Understanding changing risk factor associations with increasing age in adults,» *Annual Review of Public Health*, vol. 20, nº 1, pp. 89-108, 1999.
- [3] World Health Organization, «Diabetes,» WHO, [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/index.html>. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [4] World Health Organization, «STRENGTHENING HEALTH SYSTEMS TO IMPROVE HEALTH OUTCOMES,» World Health Organization, 2007. [En línea]. Available: : http://www.who.int/healthsystems/strategy/everybodys_business.pdf. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [5] World Health Organization, «Resolutions and Decisions of the fifty-eighth World Health Assembly,» 2005. [En línea]. Available: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA58-REC1/A58_2005_REC1-en.pdf. [Último acceso: 22 Enero 2014].
- [6] ISO/TR 20514, «Health informatics — Electronic health record—Definition, scope and context,» 2005.
- [7] A. M. Iqbal, M. Shepherd y S. S. R. Abidi, «An Ontology-Based Electronic Medical Record for Chronic Disease Management,» *HICSS '11 Proceedings of the 2011 44th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1-10.
- [8] M. Tenforde, A. Jain y J. Hickner, «The Value of Personal Health Records for Chronic Disease Management: What Do We Know?,» *FAMILY MEDICINE*, vol. 43, nº 5, pp. 351-354, 2011.
- [9] P. V. Dyke, «HL7 PHR System Funcional Model,» de *HL7 Ambassador Webinar*, 2011.
- [10] HL7 EHR Work Group, «ISO 16527 PHR System Funcional Model Release 1,» 2011. [En línea]. Available: <http://wiki.hl7.org/images/7/7f/TC215-WG8-16527-PHRS-FM-20110524-GLD.pdf>.
- [11] HL7 EHR Work Group, «Information Infrastructure,» de *Personal Health Record System FUnctional Model*, 2008.

- [12] A. Barceló, S. Rajpathak y S. Robles, «The cost of diabetes in Latin America and the Caribbean,» *BULLETIN-WORLD HEALTH ORGANIZATION*, vol. 81, nº 1, pp. 19-27.
- [13] Ministerio de la Protección Social, «Guías de promoción de la salud y prevención de enfermedades en la salud pública,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.minsalud.gov.co/salud/POS/Documents/sitio/Archivos/Tomo%20II.%20Gu%C3%ADas%20de%20atenci%C3%B3n.%20a%20parte.pdf>. [Último acceso: 2013 Mayo 17].
- [14] Ministerio de las Tecnologías de la información y apropiación de TIC en el gobierno, «Subsistema de innovación para el uso y apropiación de TIC en el gobierno,» [En línea]. Available: <http://vivedigital.gov.co/idi/ndi-salud/> . [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [15] M. Calyton, D. D. Costa, H. B. Gondim, G. C. Anna, I. Ribeiro y E. Silva, «Diagnostic System for Diabetes mellitus using SANA platforms,» [En línea]. Available: https://www2.lirmm.fr/lirmm/interne/BIBLI/CDROM/ROB/2012/EMB_2012/PDFs/Papers/18421648.pdf. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [16] E. Arsand, R. Varmedal y Hartvigsen, «Usability of a Mobile Self-Help Tool for People with Diabetes: the Easy Health Diary,» [En línea]. Available: http://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/2762/paper_1.pdf;jsessionid=4D799480A89219DF0BF51366CBE83E1B?sequence=3 . [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [17] G. Stavroula, Mouggiakakou, L. Kouris, Dimitralliopoulou, A. Vazeou y D. Koutsouris, «Mobile Technology to Empower People with Diabetes Mellitus: Design and Development of a Mobile Application,» de *9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*, Lárnaca, 2009.
- [18] A. Fioravanti, G. Fico, M. Arredondo y J. Leuteritz, «A Mobile Feedback System for Integrated E-health Platforms to improve Self-Care and Compliance of Diabetes Mellitus Patients,» de *33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS* , Boston, 2011.
- [19] California HealthCare Foundation, «An Issue Brief on eHealth Tools and Diabetes Care for Socially Disadvantaged Populations 2012,» 2012. [En línea]. Available: http://www.ehdc.org/resource-center/case-studies/doc_download/208-brief-an-issue-brief-on-ehealth-tools-and-diabetes-care-for-socially-disadvantaged-populations-chronic-disease. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [20] Children's Hospital Informatics Program, «THE PERSONALLY CONTROLLED HEALTH RECORD,» [En línea]. Available: <http://indivohealth.org/>. [Último acceso: 2013 Mayo 17].

- [21] Microsoft, «HealthVault:Overview,» [En línea]. Available: <https://www.healthvault.com/co/es/overview>. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [22] e. a. Jian, «Factors influencing consumer adoption of USB-based Personal Health Records in Taiwan,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/12/277>. [Último acceso: 22 2014 Enero].
- [23] Nhan, V, Do; Rick, Barnhill, Rick; Kimberly, A, Heermann-Do; Salzman, Keith; Gimbel, Ronald, «The military health system's personal health record pilot with Microsoft HealthVault and Google Health,» 2011. [En línea]. Available: <http://jamia.bmj.com/content/18/2/118>. [Último acceso: 17 Mayo 2013].
- [24] J. Lähteenmäki, J. Leppänen y H. Kaijanranta, «Interoperability of Personal Health Records,» de *31st Annual International Conference of the IEEE EMBS*, Minneapolis, 2009.
- [25] C. Calafat, G. Continente, L. C. García y C. J. Guanyabens, «Personal health folder,» *Med Clin*, 2010.
- [26] Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC), «Smart: About,» [En línea]. Available: <https://smartplatforms.org/about/>. [Último acceso: 22 Enero 2014].
- [27] Health Level Seven®, Inc., «CDA Release 2,» 2011. [En línea]. Available: http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7. [Último acceso: 10 Octubre 2014].
- [28] Mirth Corporation, «Mirth Connect Overview,» [En línea]. Available: <http://www.mirthcorp.com/products/mirth-connect>. [Último acceso: 22 Octubre 2013].
- [29] Canonical Ltd, «Meet Ubuntu,» [En línea]. Available: <http://www.ubuntu.com/desktop>. [Último acceso: 22 octubre 2013].
- [30] Python Software Foundation, «About Python,» [En línea]. Available: <http://www.python.org/about/>. [Último acceso: 22 octubre 2013].
- [31] Django Software Foundation, «Meet Django,» [En línea]. Available: <https://www.djangoproject.com/>. [Último acceso: 22 Octubre 2013].
- [32] Children's Hospital Informatics Program, «License and Trademark,» [En línea]. Available: <http://indivohealth.org/license>. [Último acceso: 22 Octubre 2013].
- [33] Dossia Consortium, «Dossia: About,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.dossia.org/about-us.html>. [Último acceso: 22 Enero 2014].

- [34] GIGHA, «Grupo de Investigación en Genética Humana Aplicada,» [En línea]. Available: <http://190.216.132.131:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000002140>. [Último acceso: 22 Enero 2014].
- [35] Fundación HL7 Colombia, Guía de implementación de CDA para el caso de uso de Resultados de Laboratorio Clínico, 2009.
- [36] Subcomité Técnico V3-CDA HL7 Spain, Guía Elementos mínimos para el desarrollo de CDA HL7 Spain_v1.0, 2007.
- [37] M. Čihař, «[GW]ammu: Acerca de,» [En línea]. Available: <http://es.wammu.eu/>. [Último acceso: 22 Enero 2014].
- [38] B. Kitchenham, DESMET: A method for evaluating Software Engineering methods and tools, 1996.
- [39] Talend, «Talend: About us,» [En línea]. Available: <http://www.talend.com/about-us>. [Último acceso: 22 Enero 2014].

ANEXOS

ANEXO A

EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CONFORMIDAD OBLIGATORIOS DE INTEROPERABILIDAD PRESENTES EN EL S-ESP DESARROLLADO

Nombre:

Fecha:

El cuestionario evalúa el cumplimiento de los criterios de conformidad obligatorios del PHR-S FM en el S-ESP desarrollado para el trabajo de grado titulado “UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE SALUD PERSONAL INTEROPERABLE PARA EL CONTROL DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 2 CONFORME AL ESTÁNDAR ISO 16527”. Señale su respuesta como se indica en el ejemplo:

Criterio de conformidad:

“Criterio de conformidad obligatorio del PHR-S FM”

“Factores a tener en cuenta para la evaluación”

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

“El S-ESP cumple el criterio de conformidad obligatorio del PHR-S FM”

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
		X		
Observaciones:	“Comentarios que considere relevantes”			

SECCIÓN 1.

Criterio de conformidad 1:

El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específicos y/o locales.

Para este escenario, se debe aclarar que el estándar local a utilizar será la Guía para Resultados de Laboratorio desarrollado por la Fundación HL7 Colombia.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar los estándares de interoperabilidad como es requerido por los perfiles de dominio específico y/o locales (como perfil de dominio específico se usa Guía para Resultados de Laboratorio desarrollado por la Fundación HL7 Colombia).

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

SECCIÓN 2.

Criterio de conformidad 2:

El S-ESP proporcionará la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con otros S-ESP o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.

La interoperabilidad en este caso se consigue mediante el manejo de CDA's, las operaciones a tener en cuenta con este tipo de documento son:

Visualizar, generar, importar, exportar.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP proporciona la capacidad de realizar sin problemas operaciones de interoperabilidad con otros S-ESP o sistemas de HCE adheridos a los estándares de interoperabilidad reconocidos.

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

SECCIÓN 3.

Criterio de conformidad 3:

El S-ESP debe ajustarse a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.

En Colombia no se han definido estándares para terminologías internacionales a usar en historias clínicas electrónicas. Por esta razón en el demo se utilizarán las dos terminologías más usadas internacionalmente que son SMOMED-CT y LOINC.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP se ajusta a la función IN.1.8 (Terminología estándar y servicios de terminología) para soportar los estándares de terminología de acuerdo con el rol de un usuario, la política de la organización, o la ley jurisdiccional.

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

SECCIÓN 4.

Criterio de conformidad 4:

El S-ESP proporcionará la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.

La interoperabilidad en el sistema se demuestra con el uso de la Guía de Resultados de Laboratorio propuesto por la Fundación HL7 Colombia. Esta guía solo tiene una versión.

Para demostrar la capacidad de manejo de diferentes versiones del estándar, se ha utilizado a manera de ejemplo, la “Guía Elementos mínimos para el desarrollo de CDA HL7 Spain_v1.0” del Subcomité Técnico V3-CDA HL7 España para generar el CDA cuando el paciente ingresa un resultado de glicemia a través de la aplicación LabConector de Indivo. Esta se considera otra versión de una guía para resultados de laboratorio. Se puede observar que la aplicación es capaz de procesar ambos documentos.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP proporciona la capacidad de utilizar diferentes versiones de estándares de interoperabilidad.

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

SECCIÓN 5.

Criterio de conformidad 5:

El S-ESP proporcionará la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos se transmiten, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.

En Mirth se puede elegir cualquiera de los siguientes tipos de canal de entrada:

Channel Reader, DICOM Listener, Database Reader, File Reader, HTTP Listener, JMS Reader, JavaScript Reader, LLP Listener, TCP Listener, Web Service Listener.

Y similares tipos de canales de salida. Se demuestra como configurar un canal para que funcione con una base de datos como origen, y un archivo como destino y viceversa.

Teniendo en cuenta la presentación, evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP proporciona la capacidad de cambiar (reconfigurar) la forma en que los datos se transmiten, conforme un estándar de interoperabilidad evoluciona a través del tiempo y de acuerdo con las necesidades del negocio.

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

SECCIÓN 6.

Criterio de conformidad 6:

El S-ESP debe proveer la capacidad para soportar la integración de aplicaciones basadas en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares.

El núcleo de Indivo son las aplicaciones, todas las operaciones se realizan a través de una aplicación. Indivo viene precargado con un conjunto de aplicaciones por defecto pero hay una gran variedad de aplicaciones que pueden ser descargadas e instaladas para su uso, además permite desarrollar soluciones a medida, como es el caso del presente proyecto con LabConector.

Se demuestra que la información importada a Indivo a través de la aplicación LabConector puede ser usada por otras aplicaciones, además desde la versión 2.0 de Indivo, soporta toda la gama de aplicaciones SMART.

Teniendo en cuenta la presentación evalúe la siguiente afirmación:

El S-ESP provee la capacidad para soportar integración de aplicaciones basada en estándares cuando es complementada y/o compuesta por aplicaciones dispares.

Evaluación				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Observaciones:				

Gracias por su colaboración!

ANEXO B

GUIA DE USUARIO

La presente guía de usuario muestra cómo usar el S-ESP desarrollado, desde cómo es el proceso de creación de una nueva cuenta en Indivo hasta cómo manejar la aplicación LabConector.

Al ingresar a la página principal de Indivo, se desplegará la figura 1:

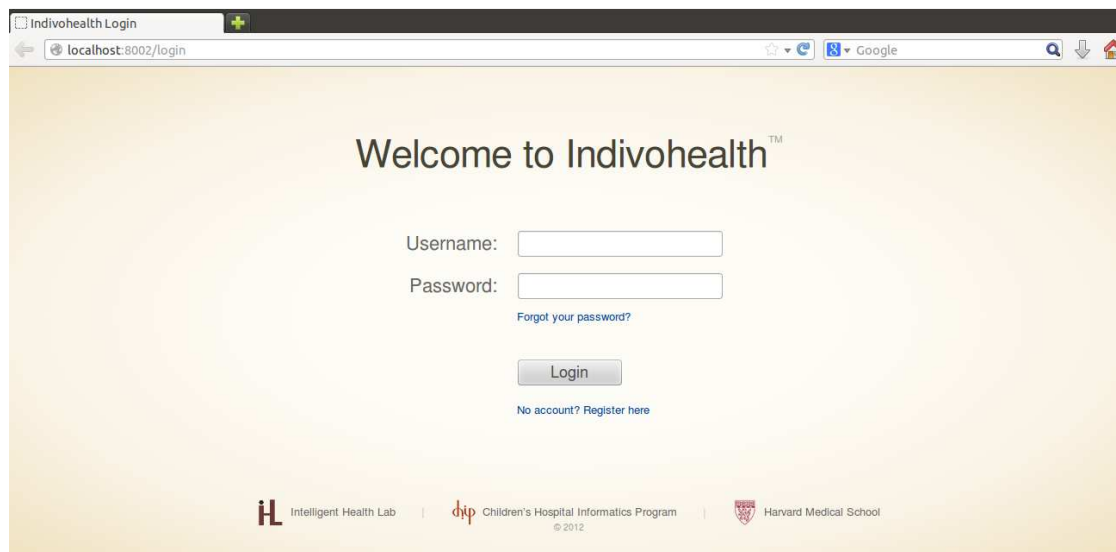


Figura 1. Página de ingreso a Indivo

Para usar el sistema será necesario crear una cuenta de usuario, para ello se debe ingresar en el link “No account? Register here”. Se desplegará la figura 2, donde será necesario ingresar el nombre y la cuenta de correo.

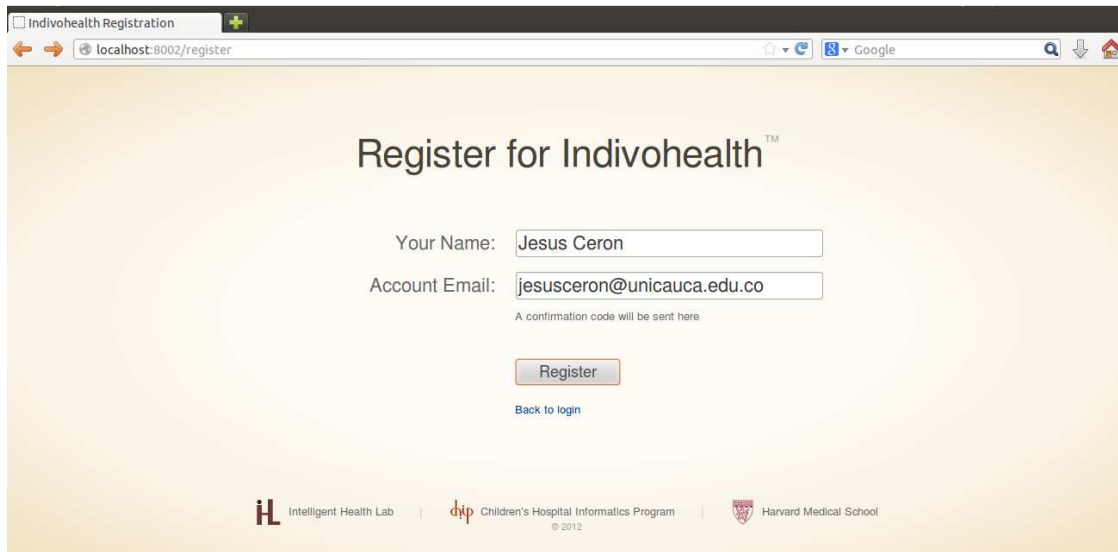


Figura 2. Registro de cuenta en Indivo

Al presionar el botón “Register”, el sistema envía un correo electrónico a la cuenta de correo suministrada anteriormente, además, un código de 6 dígitos es brindado al usuario (ver figura 3).

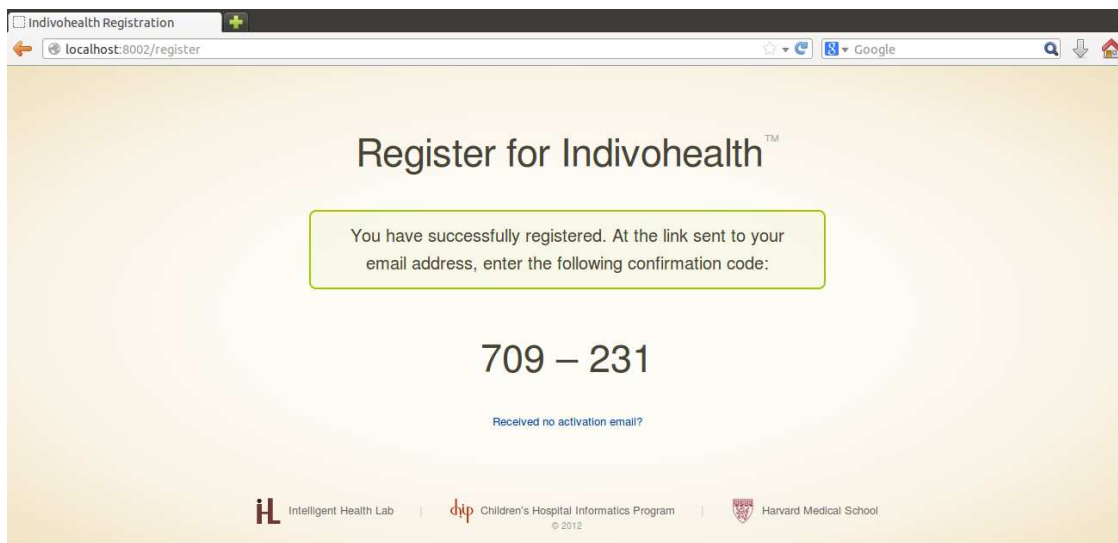


Figura 3. Código de seguridad para activación de cuenta en Indivo

Al ingresar a la cuenta de correo personal, puede observarse un correo como el presentado en la figura 4. Para proceder con la activación de la cuenta será necesario ingresar en la URL resaltada en pantalla. Dicha URL desplegará la página web vista en la figura 5.

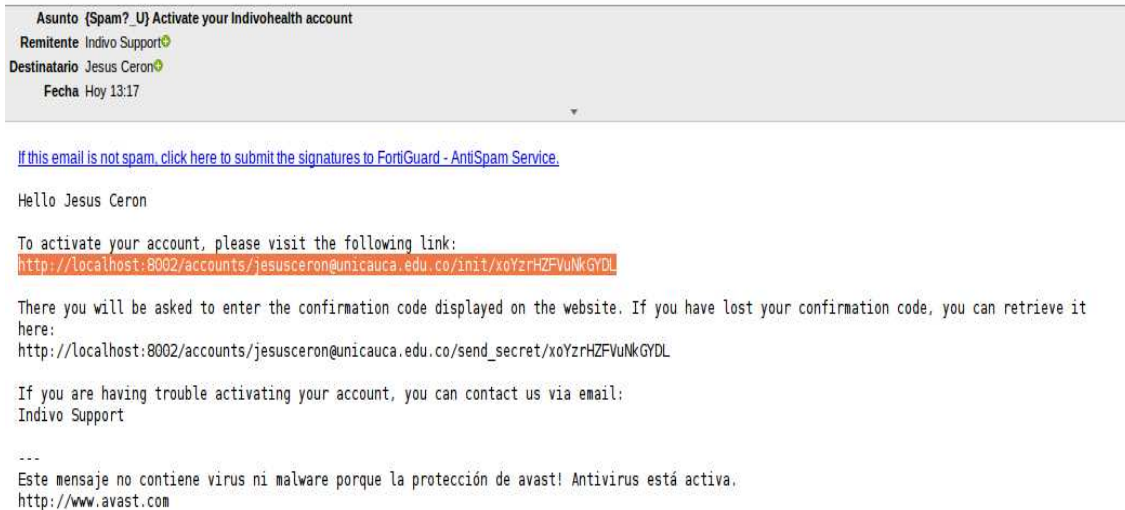


Figura 4. Correo de confirmación

La figura 5 presenta la página de confirmación del código dado anteriormente. Al ingresar los 6 dígitos y presionar el botón “Activate Account” la cuenta queda activa.

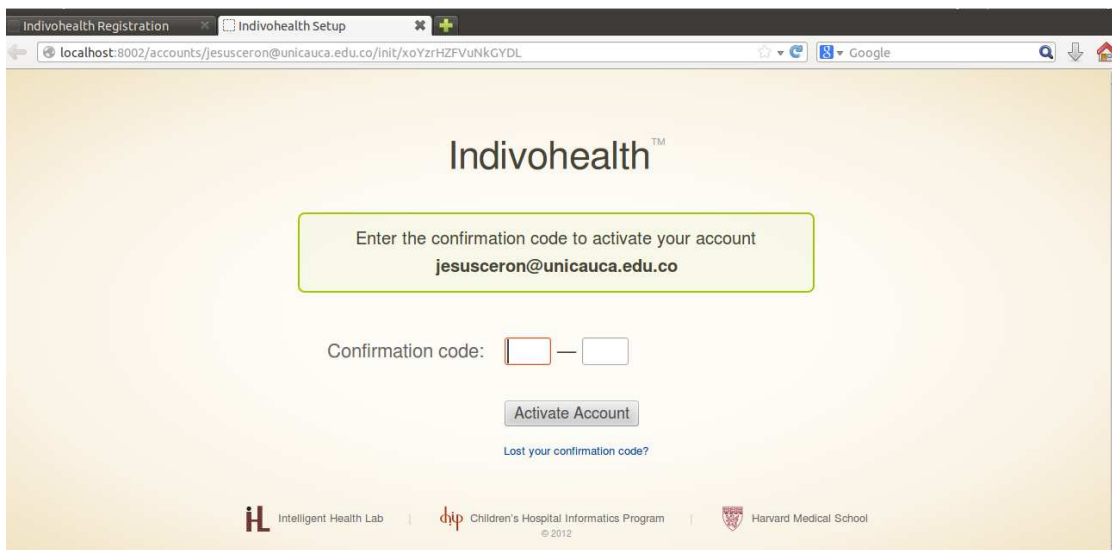


Figura 5. Ingreso del código de seguridad

Si el código fue bien suministrado por el usuario, el sistema pedirá un nombre de usuario (que no debe contener espacios) y una clave de mínimo 6 dígitos (ver figura 6).

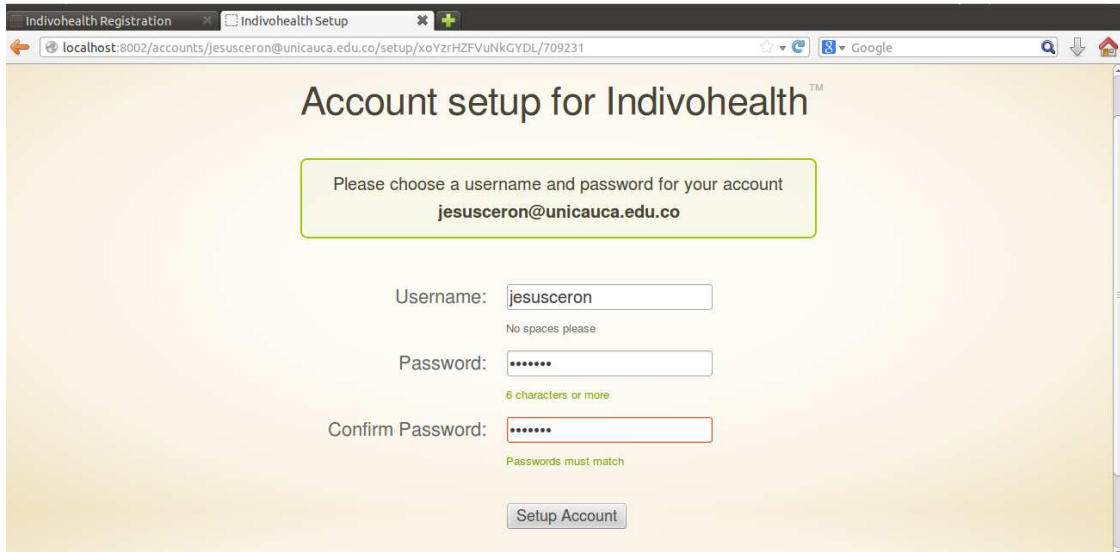


Figura 6. Ingreso de datos para creación de cuenta en Indivo

La figura 7 muestra la página principal de Indivo, en ella puede observarse la cuenta creada.

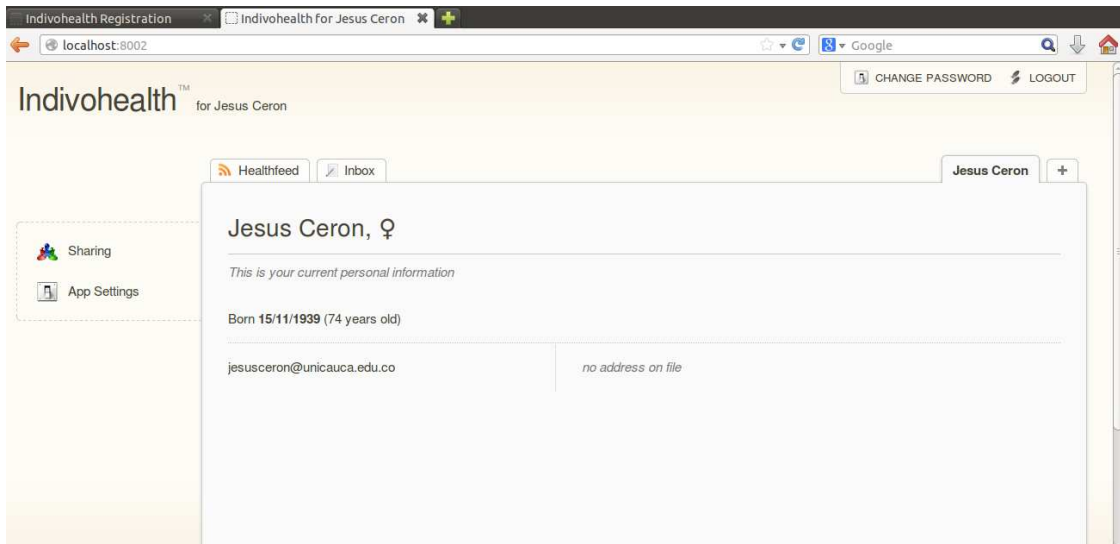


Figura 7. Página principal de Indivo

El paso a seguir es activar la aplicación LabConector, para ello se debe ingresar en la opción “App Settings”. Ella desplegará una lista de aplicaciones disponibles para ser usadas por el paciente, ver figura 8. Para este caso debe seleccionar la aplicación LabConector. Esta acción genera un mensaje de confirmación como el mostrado en la figura 9. Al ser aceptado la aplicación queda lista para su uso.

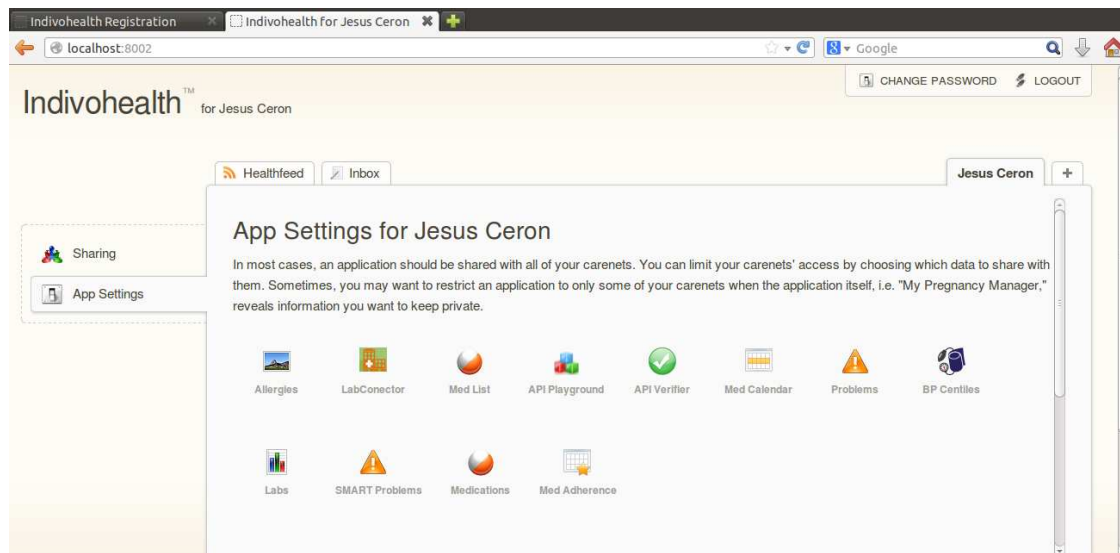


Figura 8. Aplicaciones disponibles

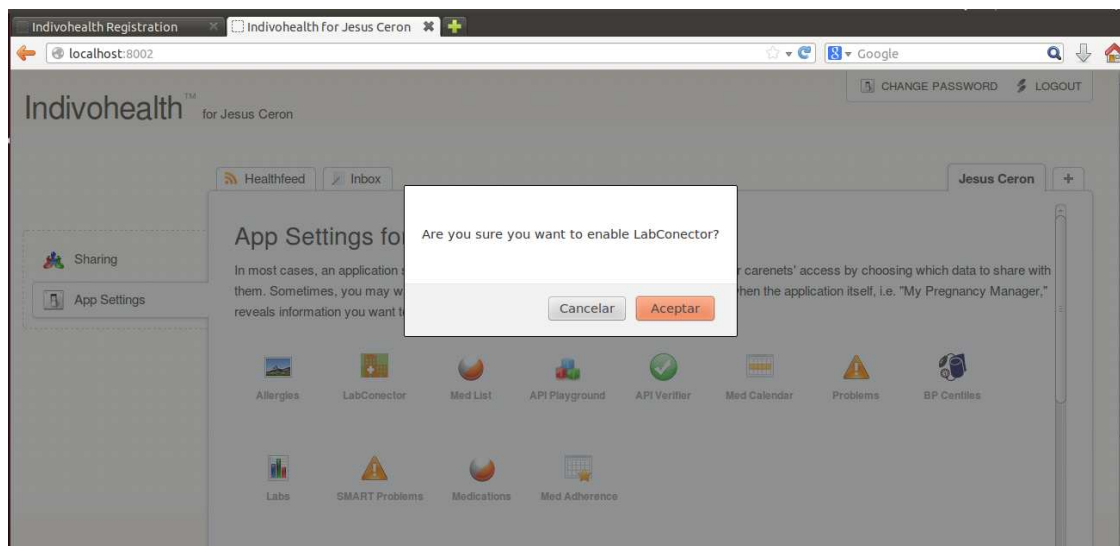


Figura 9. Confirmación de activación de una aplicación

Como es mostrado en la figura 10, la aplicación LabConector debe quedar disponible en el panel del lado izquierdo de la pantalla.

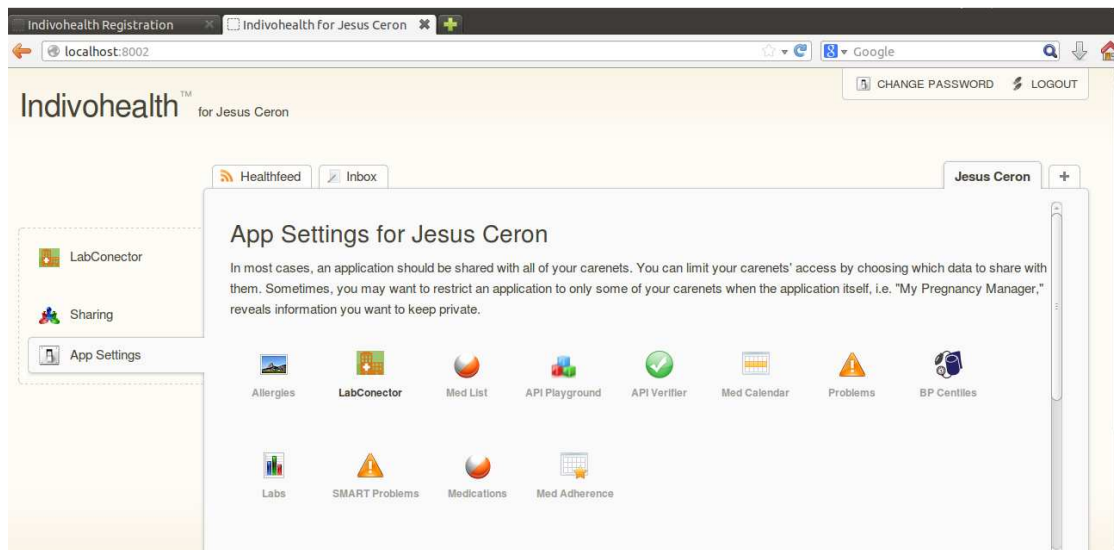


Figura 10. App LabConector activada.

Al seleccionar la opción de la aplicación LabConector, el sistema desplegará la interfaz principal de la aplicación, la cual pide por única vez, por razones de seguridad, el número de identificación y una clave suministrada por el laboratorio clínico donde el paciente asiste a la toma de los exámenes de glucosa (ver figura 11).



Figura 11. Ingreso a LabConector por primera vez.

La figura 12 muestra las opciones disponibles en la aplicación luego de haber ingresado los datos correctamente.



Figura 12. Página de bienvenida a LabConector.

Al seleccionar la opción "Exámenes Disponibles" serán desplegados todos los exámenes que han sido compartidos por un laboratorio o sistema de HCE externo a Indivo (figura 13).

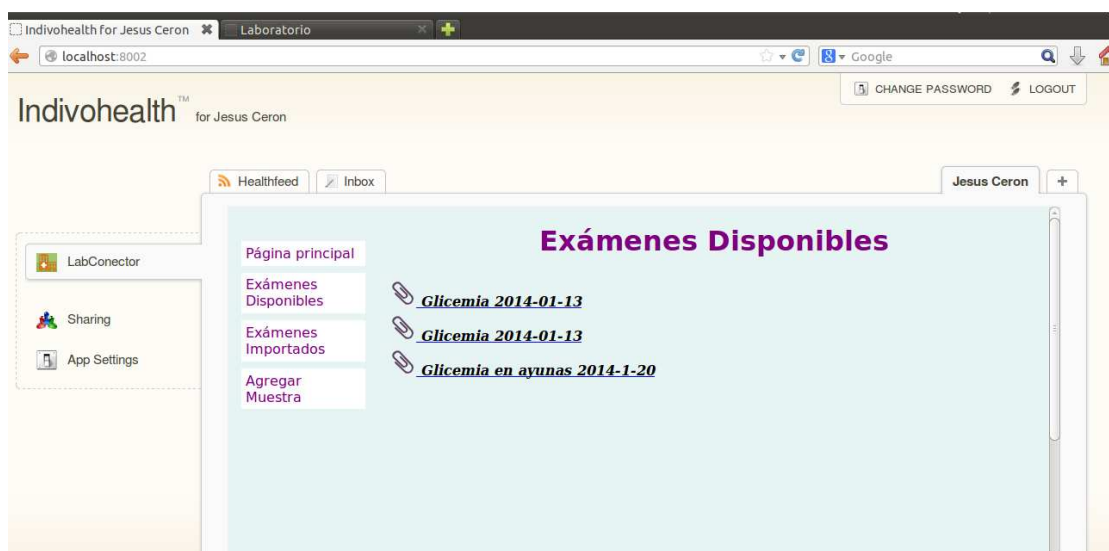


Figura 13. Exámenes disponibles

Al seleccionar cualquier examen de la anterior lista, el paciente puede ver un resumen del resultado del examen, ver la figura 14. Además, puede verse un botón llamado “IMPORTAR ESTE EXAMEN”, al activarlo tomará la información del examen visto y la guardará en la cuenta de Indivo.

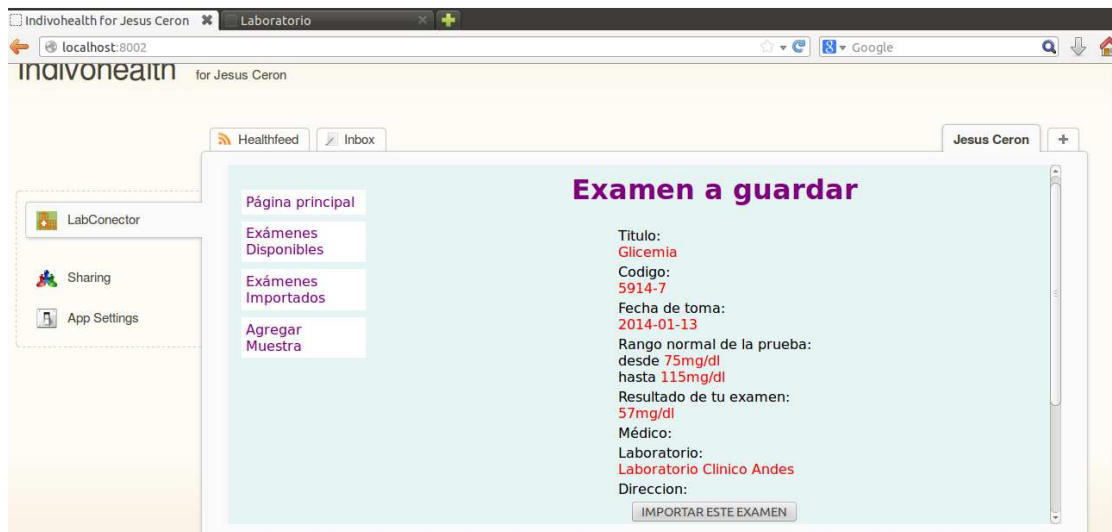


Figura 14. Resumen del resultado seleccionado.

Como es mostrado en la figura 15, al seleccionar la opción “Exámenes Importados” son listados los exámenes que están guardados en la cuenta de Indivo.

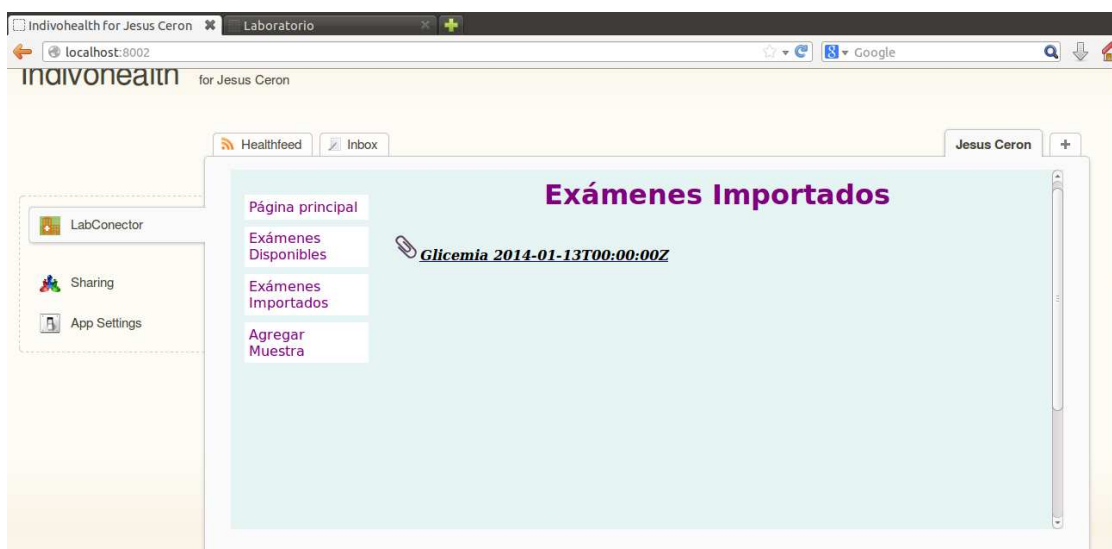


Figura 15. Exámenes importados

Al seleccionar cualquier examen importado, la interfaz de la figura 16 es mostrada. Por medio de ella puede compartirse la información del examen con otras cuentas de Indivo, por ejemplo, con algún familiar o doctor. A la vez, el botón llamado “Exportar como CDA” queda visible.

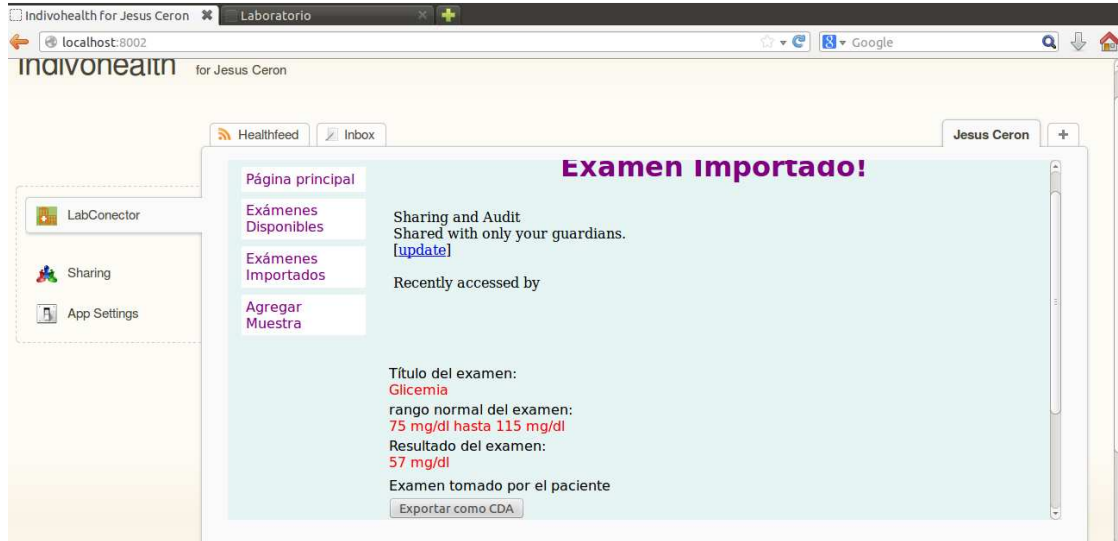


Figura 16. Resumen examen importado

Al oprimir el botón “Exportar como CDA” el CDA es descargado directamente al computador del paciente, como puede apreciarse en las figuras 17 y 18.

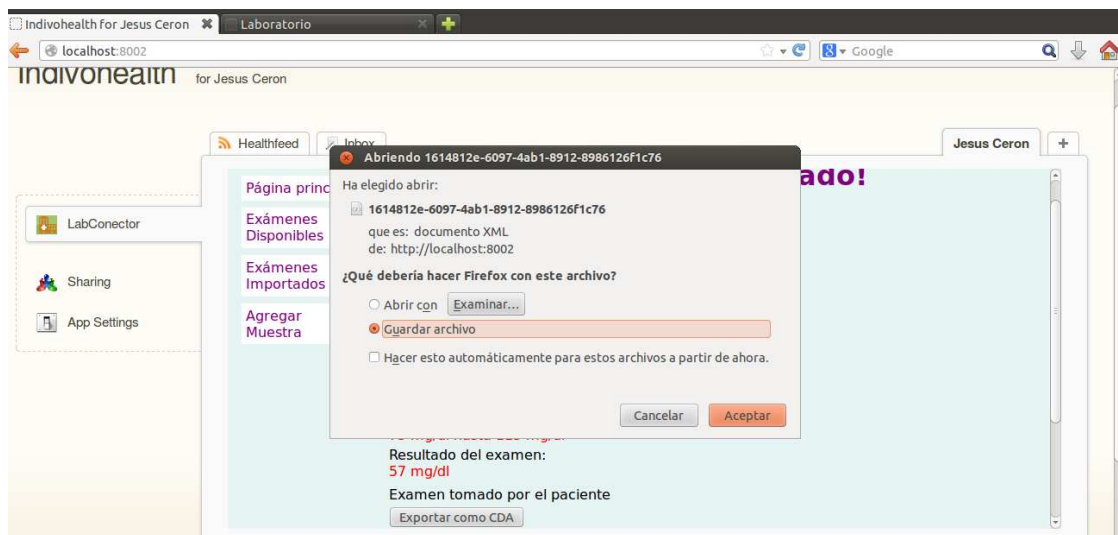


Figura 17. Exportar CDA


```

- <ClinicalDocument moodCode="EVN">
  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>
  <id root="2.16.840.1.113883.19.4" extension="c266"/>
  <code code="5914-7" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC" displayName="Glicemia por medio de tiras reactivas (autoexamen)"/>
  <title>RESULTADO DE MEDICION DE GLICEMIA CASERO</title>
  <effectiveTime value="2014-01-13"/>
  <confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25"/>
  <languageCode codeSystem="2.16.840.1.113883.6.121"/>
  <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
    <patientRole classCode="PAT">
      <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061728"/>
      <addr use="HP">
        <streetAddressLine>cra 14</streetAddressLine>
      </addr>
      <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
        <id root="2.16.840.1.113883.19.5" extension="1061728"/>
        <name>
          <given>jesus</given>
          <given>david</given>
          <family>ceron</family>
          <family>bravo</family>
        </name>
        <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/>
        <birthTime value="1990-05-08"/>
      </patient>
    </recordTarget>
  </providerOrganization classCode="ORG" determinerCode="INSTANCE">

```

Figura 18. CDA exportado.

Por último, el paciente puede ingresar el valor de un examen de glicemia directamente a Indivo. Para ello selecciona la opción “Agregar Muestra” e ingresa el resultado (figura 19). Al presionar el botón “Agregar” un CDA es generado a partir de los datos del paciente y del valor de la muestra del examen de glicemia ingresado, un resumen de este CDA es mostrado en la aplicación (ver figura 20).



Figura 19. Ingreso de resultado de examen de glicemia manualmente.

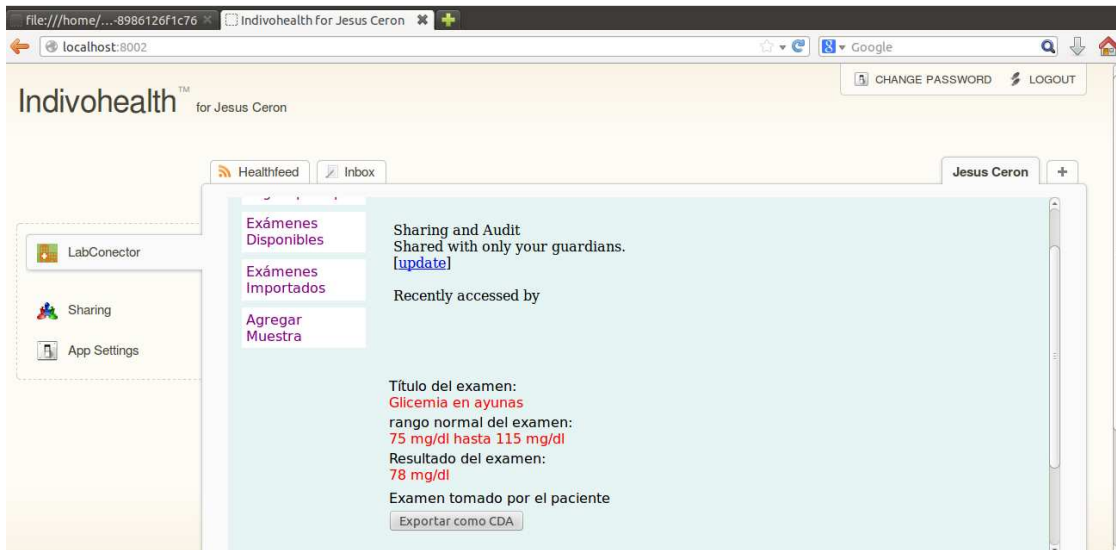


Figura 20. Resumen de examen agregado por el paciente.