



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Desarrollo del módulo de donantes del Sistema
Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

REPORTE DE SERVICIO SOCIAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO(A) EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN

P R E S E N T A:

**NOMBRE DEL ALUMNO
MARCO ANTONIO ESTRADA ROBLES**

TUTOR(A)

**M. en C. María Guadalupe Elena
Ibargüengoitia González**



2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1.Datos del alumno

Estrada

Robles

Marco Antonio

57627914

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Ciencias de la computación

310211299

2.Datos del tutor

M. en C. María Guadalupe Elena

Ibargüengoitia

González

3.Datos del sinodal 1

Dra. Hanna Jadwiga

Oktaba

4.Datos del sinodal 2

Dra. Selene Marisol

Martínez

Ramírez

5.Datos del sinodal 3

M. en I. Karla

Ramírez

Pulido

6.Datos del sinodal 4

M. en I.A. Erick Orlando

Matla

Cruz

7.Datos del trabajo escrito

Desarrollo del módulo de donantes del Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

48 p.

2018

Índice

Capítulo 1. Introducción.....	7
Capítulo 2. Módulo de donadores.....	9
2.1. Precondiciones	12
2.2. Flujo de eventos.....	12
2.2.1. Listado de excepciones	16
2.2.2. Listado de datos generales de donantes	16
2.2.3. Poscondiciones	18
2.2.4. Prototipos de ACM donantes	18
Capítulo 3. Diseño, construcción y pruebas.....	36
Capítulo 4. Conclusiones	47
Capítulo 5. Bibliografía.....	48

Índice de figuras

Figura A. Casos de uso del sistema con sus respectivos actores	9
Figura B. Casos de uso del módulo donantes.....	11
Figura 1. Registro de donantes.....	19
Figura 2. Crear teléfono.....	20
Figura 3. Despliegue de información.....	20
Figura 4. Antecedentes.....	21
Figura 5. Evolución del donante.....	22
Figura 6. Exploración física.....	23
Figura 7. Signos vitales.....	24
Figura 8. Serología.....	24
Figura 9. Biometría hemática.....	25
Figura 10. Biometría hemática registro.....	26
Figura 11. Química sanguínea.....	26
Figura 12. Química sanguínea registro.....	27
Figura 13. Electrolitos séricos.....	27
Figura 14. Electrolitos séricos registro.....	28
Figura 15. Perfil de lípidos.....	28
Figura 16. Perfil de lípidos registro.....	29
Figura 17. Perfil cardiaco.....	29
Figura 18. Perfil cardiaco registro.....	30
Figura 19. Examen de orina.....	30
Figura 20. Examen general de orina registro.....	31
Figura 21. Función hepática.....	31
Figura 22. Función hepática registro.....	32
Figura 23. Estudios de gabinete.....	32
Figura 24. Estudio de gabinete registro.....	33

Figura 25. Procuración.....	34
Figura 26. Procuración registro.....	34
Figura 27. Tiempos de coagulación.....	35
Figura 28. Tiempos de coagulación registro.....	35
Figura 29. Diagrama relacional del módulo.....	39
Figura 30. Diagrama de paquetes.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. Registro de donantes.....	12
Tabla 2. Consulta de donantes.....	12
Tabla 3. Modificación de donantes.....	13
Tabla 4. Activar/Inactivar donantes.....	14
Tabla 5. Flujos alternativos de donante.....	15
Tabla 6. Excepciones del sistema.....	16
Tabla 7. Datos del donante.....	16

Capítulo 1 Introducción

Este reporte tiene como objetivo plasmar las actividades realizadas durante el proyecto en las cuales participé a lo largo de este.

Se presenta el planteamiento del problema en el cual se describe de forma breve el por qué se realizó el Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT), las necesidades que cubrió una vez su finalización, los involucrados en el proyecto además de los roles necesarios y la metodología usada en la planeación del proyecto.

En particular, se describe de forma a detalle el módulo de donadores, describiendo el análisis de requerimientos en el cuál se detallan los diferentes flujos del módulo y los actores involucrados, a su vez se describe la etapa de diseño donde se explica cómo se va a representar la lógica del sistema, las entidades que participan y diagramas de cómo son las relaciones del módulo, en la etapa de construcción se describe el lenguaje de programación y las herramientas usadas en la implementación, se describen algunas características y ventajas al usar estas herramientas, por otra parte en la etapa de pruebas la etapa de pruebas se describe el plan de pruebas que uso para probar los flujos del módulo y pruebas de estrés que se realizaron al servidor de aplicación usando la herramienta Jmeter.

Por último, se describen las conclusiones en la realización de este proyecto y la experiencia que se adquirió en la realización de éste.

1.1 Planteamiento del problema

El proyecto CENATRA tiene como objetivo el desarrollo de un sistema informático que permita optimizar los procesos de donación, distribución, asignación y trasplante de órganos, tejidos y células en México. Además, permite automatizar la gestión, fiscalización y consulta de la actividad de procuración y trasplante de órganos y tejidos en el ámbito nacional.

En el proyecto están involucrados la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) y el Instituto Carlos Slim de la Salud (ICSS), que desempeñarán los roles de desarrollador, usuario y patrocinador del sistema respectivamente.

El sistema cuenta con distintos módulos que permiten administrar información sobre establecimientos y su personal de salud, receptores y donantes de órganos, distribución y trasplantes de órganos, bancos de tejidos, y aduanas. Además, ejecuta tareas programadas para la emisión de alertas, como disponibilidad de órganos, permite la emisión de documentos, verificando y validando la integridad de la información, permitirá controlar el acceso al sistema y contará con algoritmos de asignación de órganos.

Para el desarrollo del sistema se realizarán actividades continuas, tanto técnicas como administrativas, entre estas últimas se encuentran: el diseño e implementación de la base de datos, la generación del diseño gráfico y de la interfaz de usuario, la configuración del ambiente de desarrollo, la definición de estándares, el diseño y mejora de la arquitectura del sistema, la realización de reuniones de control para el seguimiento del proyecto y la ejecución de pruebas al sistema.

Los roles involucrados en el desarrollo del sistema incluyen: analistas, programadores, documentadores, personal de pruebas, administrador de ambientes y servidores, diseñador de bases de datos, administrador de bases de datos, arquitecto, diseñador gráfico,

administrador del proyecto, líder técnico, coordinador, administrativo, especialista médico y programador científico

El sistema se divide en diferentes módulos, los cuales se asignan entre el equipo de desarrollo para su implementación y su posterior integración.

En cuanto a la gestión del proyecto, se le da seguimiento con base en iteraciones cortas, verificaciones programadas, validaciones con usuarios, y liberaciones parciales de productos terminados y funcionales. Por otra parte, la metodología usada considerará las mejores prácticas de SCRUM, PMBOK y la norma ISO/IEC 29110 Perfil básico. Además, se trabajará con el marco de referencia de MAAGTIC.

1.2 Objetivo general

Desarrollar el Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT) que es operado por el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA).

El sistema tendrá como objetivos secundarios:

- Optimizar los procesos de donación, distribución y trasplante de órganos, tejidos y células en México.
- Automatizar la gestión, fiscalización y consulta de la actividad de procuración y trasplante de órganos y tejidos en el ámbito nacional, apegados a la normativa vigente, avances científicos y tecnológicos.
- Garantizar a la sociedad la transparencia, justicia y eficiencia de estas actividades.

En el capítulo 2 titulado “Módulo de donadores” se describen los requerimientos del módulo de donadores, los flujos que tiene, el listado de excepciones, los roles con acceso a este módulo y los prototipos de interfaz del módulo.

En el capítulo 3 titulado “Diseño, construcción y pruebas”, se describe el diseño del sistema usando una base de datos relacional y las herramientas con las que se implementó y probó el sistema.

Capítulo 2 Módulo de donadores

Este módulo tiene como objetivo diseñar, implementar y probar la sección de donadores de órganos que es uno de los principales módulos en el sistema. En este módulo se llevará el registro de los datos personales de los donadores (vivos y muertos), antecedentes clínicos, resultados de diversos exámenes de laboratorio, descripción del órgano donado y descripción de la procuración de los órganos.

A continuación (ver Figura 1), se define el diagrama general de caso de uso de todo el SIRNT, en donde se describen las funcionalidades del sistema:

31 ABCM Centros Estatales de Trasplantes

32 ABCM Coordinaciones Institucionales de Trasplantes

33 ABCM Donantes

34 ABCM Receptores

35 ABCM Sobrevida

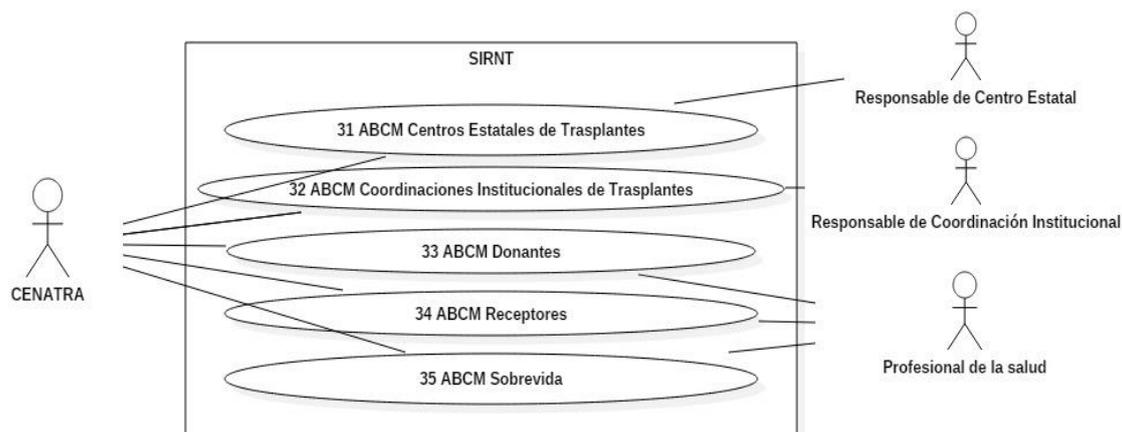


Figura A. Casos de uso del sistema con sus respectivos actores.

Se siguieron las siguientes etapas en el desarrollo del proyecto, las cuales se describen con más detalle a continuación:

2.1 Análisis de requerimientos

3.1 Diseño

3.2 Construcción

3.3 Pruebas

2.1 Análisis de requerimientos

En esta etapa se realiza un estudio del módulo donadores y cuáles serán las necesidades para este sistema.

El módulo debe de registrar los datos personales de los donantes, también debe de ser posible consultar y editar los datos personales de los donantes.

Dado un donante registrado se debe de poder registrar sus antecedentes médicos, su número telefónico, su evolución después de la procuración, información de la procuración de órganos como hora de inicio y fin de pinzamiento, así como la hora de extracción de cada órgano, los resultados de los estudios de laboratorio como química sanguínea, biometría hemática, electrolitos séricos, perfil de lípidos, perfil cardiaco, tiempo de coagulación, estudios de gabinete y examen de orina.

El cliente y el equipo encargado de la toma de requerimientos tendrán participación activa a través de juntas, donde se irán definiendo las características del módulo, se programan futuras juntas para la revisión de prototipos y pruebas de funcionalidades.

Puntos que desarrollar:

1. Caso de uso del módulo
Es el proceso de escribir los requerimientos del usuario y del sistema, lo ideal es que estos requerimientos sean claros, no ambiguos, fáciles de entender, completos y consistentes.
2. Requerimientos funcionales.
Son servicios que el sistema debe de proveer, como debe de reaccionar el sistema a entradas en particular y como el sistema se debe de comportar en situaciones en particular. En algunos casos también se especifica lo que el sistema no debería de hacer.
3. Requerimientos no funcionales.
Estos son restricciones de los servicios o funcionalidades ofrecidas por el sistema, incluyen restricciones en el tiempo, restricciones en el proceso de desarrollo y restricciones impuestas por estándares.
4. Prototipos
Es una versión básica del sistema, donde se busca ejemplificar como sería el diseño visual del sistema y los diferentes flujos del sistema después del desarrollo.

Caso de uso del módulo

El caso de uso realizado es 33 ABCM Donantes, es decir, el que se encarga de la administración de los datos personales de los donantes, así como de los resultados de sus exámenes y observaciones de la procuración de órganos.

Caso de uso: 33 ABCM Donantes.

Actores: CENATRA, Profesional de la salud

Descripción: El actor podrá actualizar, borrar, consultar y modificar donantes. Existen 2 tipos de donantes, los donantes fallecidos y los donantes vivos.

A los donantes fallecidos se le aplican todos los estudios de laboratorio. También se tiene registro de su tipo de muerte y la cama donde estuvieron hospitalizados.

Para donantes vivos se tiene registro si ya fueron donantes previos y a diferencia de los donantes fallecidos no se le aplican los estudios de laboratorio, se tiene registro del historial clínico y de la procuración de órganos.

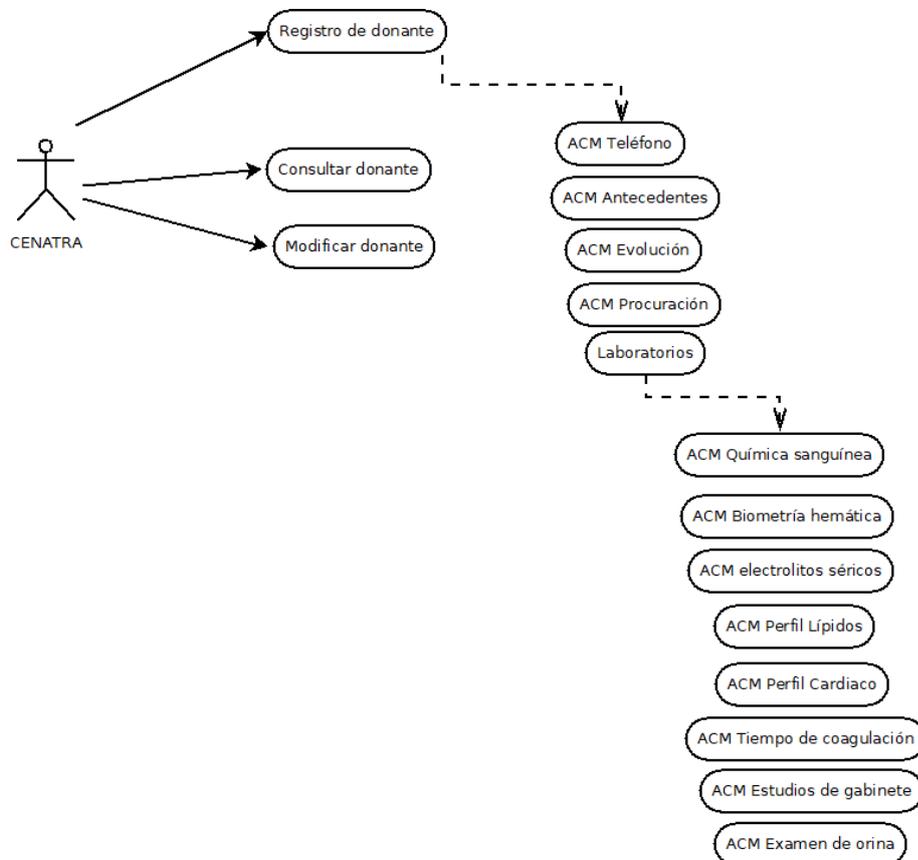


Figura B. Casos de uso del módulo donantes

Casos de uso del módulo

- El sistema registra la información personal de los donadores
- Se inicia y cierra sesión
- Se registra y consultan los signos vitales de los donadores
- Se registra y consultan la información de los órganos procurados.
- Se registra y consultan resultados de estudios de laboratorio.
- Guarda en bitácora la acción realizada.

Precondiciones para los flujos de registro, consulta y modificación de donantes.

- El usuario se autenticó con un rol de acceso autorizado (CENATRA, Profesional de la salud).

Flujo de eventos

Flujo Básico Registro de donante

ACTOR		SISTEMA		
PASO	ACCIÓN	PASO	ACCIÓN	EXCEPCIÓN
1	Elige la opción <i>Donantes (Fallecidos o Vivos)</i> .	2	Muestra los donantes registrados en el sistema.	E1
3	Elige la opción <i>Nuevo Donante (Fallecido o Vivo)</i> .	4	Muestra un formulario para registrar donantes.	-
5	Ingresa los datos del donante.			-
6	Elige la opción <i>Crear</i> .	7	Valida los datos del donante.	E2
		8	Guarda los datos del donante.	E1
		9	Guarda en bitácora la acción realizada.	E1
		10	Muestra un mensaje de confirmación.	-
		11	Muestra los datos del donante creado.	-

Tabla 1. Registro de donantes

Representación del flujo básico de registro de donantes, del lado izquierdo se encuentra la acción realizada por el usuario y del lado derecho la respuesta del sistema.

Flujo básico Consultar donante

ACTOR	SISTEMA
-------	---------

PASO	ACCIÓN	PASO	ACCIÓN	EXCEPCIÓN
1	Elige la opción <i>Donantes (Fallecidos o Vivos)</i> .	2	Muestra el listado de los donantes registrados en el sistema.	E1
3	Elige un donante.	4	Muestra: Los datos del donante elegido Un submenú para agregar datos de teléfonos, antecedentes, evolución, exploración física, signos vitales, manejo, serología, laboratorios y procuración.	E1

Tabla 2. Consulta de donantes

Representación del flujo básico de consulta de donantes, del lado izquierdo se encuentra la acción realizada por el usuario y del lado derecho la respuesta del sistema.

Flujo básico Modificar donante

ACTOR		SISTEMA		
PASO	ACCIÓN	PASO	ACCIÓN	EXCEPCIÓN
<i>Continúa a partir del paso 4 del Flujo</i>		<i>básico Consultar</i>		
1	Elige la opción <i>Editar</i> .	2	Muestra un formulario con los datos del donante.	E1
3	Modifica los datos requeridos.			-

4	Elige la opción <i>Guardar.</i>	5	Valida los datos del donante.	E2
		6	Guarda los datos del donante.	E1
		7	Guarda en bitácora la acción realizada.	E1
		8	Muestra un mensaje de confirmación.	-
		9	Muestra los datos del donante.	-

Tabla 3. Modificación de donantes

Representación del flujo básico de modificación de donantes, del lado izquierdo se encuentra la acción realizada por el usuario y del lado derecho la respuesta del sistema.

Flujo Alternativo Inactivar/Activar

ACTOR		SISTEMA		
PASO	ACCIÓN	PASO	ACCIÓN	EXCEPCIÓN
<i>Continúa a partir del paso 4 del Flujo básico Consultar</i>				
6	Elige la opción <i>Deshabilitar/Habilitar.</i>	6	Muestra un mensaje de confirmación.	-
7	Elige la opción <i>Aceptar.</i>	8	Guarda los datos del donante.	E1
		9	Guarda en bitácora la	E1

			acción realizada.	
		10	Muestra un mensaje de confirmación.	-
		11	Muestra el listado de los donantes.	-

Tabla 4. Activar/Inactivar donantes

Representación del flujo alternativo de activar/inactivar donantes, del lado izquierdo se encuentra la acción realizada por el usuario y del lado derecho la respuesta del sistema.

Otros flujos alternativos

Otros flujos alternativos
<p>Los siguientes flujos alternativos continúan a partir del paso 4 del <i>Flujo Básico Consultar</i> un donante fallecido y se relacionan con los datos específicos de los donantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Agregar/Editar Teléfonos de familiares ● Agregar/Editar Antecedentes ● Agregar/Editar Evolución ● Agregar/Editar Exploración Física ● Agregar/Editar Signos Vitales ● Agregar/Editar Manejo ● Agregar/Editar Serología ● Agregar/Editar Estudios de laboratorio ● Agregar/Editar Procuración ● Agregar/Editar Gabinete ● Agregar/Editar HLA ● Distribución <p><i>Consultar la tabla "Diccionario de Datos" para mayor detalle de los datos relacionados.</i></p>

Tabla 5. flujos alternativos de donante

Listado de excepciones

ID	TIPO	ACCIÓN
E1	Error de conexión	Muestra mensaje de error de conexión.
E2	Datos inválidos	Muestra mensaje de datos inválidos. Registra en la bitácora el detalle del error.

Tabla 6. Excepciones del sistema

Listado de datos generales de donantes

DATO	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO
Nombre	Cadena de caracteres que representa el nombre del donante.	Sí
Apellido Paterno	Cadena de caracteres que representa el apellido paterno del donante.	SI
Apellido Materno	Cadena de caracteres que representa el apellido materno del donante.	No
CURP	Cadena de caracteres que representa el CURP del donante.	Sí
Fecha Nacimiento	Fecha de nacimiento del donante.	Sí
Edad	Cadena de caracteres que representa la edad del donante.	Sí
Establecimiento	Catálogo que representa el establecimiento de registro del donante.	Sí
Registro Hospitalario	Número que representa el registro hospitalario del donante.	No

Servicio	Cadena de caracteres que representa el servicio realizado al donante.	No
Cama	Número que representa la cama del donante.	No
Estado Civil	Catálogo que representa el estado civil del donante.	Sí
Ocupación	Catálogo que representa la ocupación del donante.	Sí
Grupo sanguíneo	Catálogo que representa el grupo sanguíneo del donante.	Si
RH	Catálogo que representa el RH del donante.	Sí
Sexo	Catálogo que representa el sexo del donante.	Sí
País Nacimiento	Catálogo que representa el país del donante.	Si
Estado Nacimiento	Catálogo que representa el estado de nacimiento (catálogo de entidades federativas de México).	SI
Estado Residencia	Catálogo que representa el estado de residencia del donante.	Si
Estatus	Catálogo que representa el estado de la donación.	Si
Tipo Caso	Catálogo que representa el tipo de donación.	Si
Tipo Muerte	Catálogo que representa el tipo de muerte del donante.	Si

Tabla 7. datos del donante

Poscondiciones para los flujos de registro, consulta y modificación de donantes.

- Registro de los datos de los donantes en el sistema.
- Registro de toda operación en la bitácora del sistema.

Requerimientos no funcionales:

- Tendrá seguridad para manejar la información.
- Tiempo de respuesta óptimo.
- Será un sistema web.
- El sistema manejará la información de manera organizada y eficiente.
- Se le podrá dar mantenimiento.
- Será un sistema web.

Prototipos de Acceso Consulta Modificación (ACM) de donantes

Después de haber definido los casos de uso y los requerimientos del software, se diseñan los prototipos del sistema.

Un prototipo es la representación del sistema por medio de propuestas de interfaces que no es el sistema como tal, su única utilidad es la de ejemplificar cómo sería el funcionamiento del sistema.

En esta vista es donde se registra un donante, se debe de ingresar el nombre, apellido paterno, apellido materno, Clave Única de Registro de Población (CURP), fechas de nacimiento, edad, sexo, grupo sanguíneo, Rh, estado civil, ocupación, estado de nacimiento y estado de residencia.

En caso de que no se llenen los campos obligatorios el sistema no continuará con el registro y mostrará un mensaje de datos faltantes, los campos obligatorios son los que tiene "*" en la etiqueta del nombre. (ver Figura 1)

Nombre*

Apellido paterno*

Apellido materno

CURP* [Generar CURP](#) [Consulta tu CURP en RENAPO](#)

Fecha de nacimiento* Edad **Atributo calculado a partir de la fecha de nacimiento** Sexo*

Grupo sanguíneo* Rh* Estado civil*

Ocupación

Estado de nacimiento* Estado de residencia*

Teléfonos de contacto*

TELÉFONO

Agregar un número de teléfono

Agregar teléfono

Registrar

Figura 1. Registro de donantes

En la figura 2 se ejemplifica cuando un usuario selecciona la opción de crear teléfono a un donante, se muestra el formulario para crear un número telefónico, en el cual debe contener lada, número telefónico, extensión (si es que existe) y una descripción del número telefónico.

Figura 2. Crear teléfono

En la figura 3 se muestra la representación el despliegue de información después de haber terminado el registro del donador (sus datos personales), en este submenú se despliegan las opciones como antecedentes médicos, evolución después de que el receptor recibe el organo, exploración física, signos vitales del donante, manejo, serología que permite comprobar la existencia de anticuerpos en la sangre y los resultados de laboratorios mas detallados como exámen de orina y perfil cardiaco, desde donde podremos acceder a esta información del donante en curso.

Figura 3. Despliegue de información

En la Figura 4 el usuario puede registrar los antecedentes del donador, en donde aparece una caja de verificación y una descripción en caso en que se considere agregar notas. Si la caja de verificación se marca, significa que el donador padece, consume o ha sido participe de las opciones marcadas según sea el caso.

Por ejemplo:

Si el donante fuma se marca la caja en la parte de tabaquismo y habilitando el campo de descripción por si se requiere dejar una nota en el historial del donante.

De igual forma si el donante ha recibido transfusiones de sangre se marcará caja de verificación.

La caja de texto correspondiente a cada check box, sólo se desplegará si el check box asociado es marcado.

Tabaquismo

Detalle del consumo de tabaco

Alcohol

Detalle del consumo de alcohol

Drogas IV

Detalle del consumo de drogas IV

Cirugías previas

Diabetes mellitus

Detalle de DM

Hipertensión arterial sistémica

Detalle HAS

Enfermedades autoinmunes

Detalle EAI

Otros antecedentes patológicos

Transfusiones

Registrar

En la Figura 5 el usuario puede registrar los datos referentes a la evolución del donante, en donde el sistema solicita la fecha de ingreso (hospitalización), padecimientos, diagnóstico de defunción, tipo de muerte, diagnóstico de ingreso, fecha y hora de muerte y si hubo eventos de paro, estos campos son necesarios ya que se requiere conocer el estado de salud de los órganos.

CENATRA
CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES

buscar...

ADUANAS | DONACIÓN | ESTABLECIMIENTOS | PROFESIONALES | CENATRA | ADMIN

Fecha de ingreso/hospitalización
[▼] [▼] [▼]
Horas [▼] Minutos [▼]

Padecimiento actual(resumen)
[Text area]

Diagnóstico de defunción [▼] Tipo de muerte [▼] Diagnóstico de ingreso [▼]
[] paro cardiorrespiratorio []
[] muerte encefálica []

Fecha y hora de muerte
[▼] [▼] [▼]
Horas [▼] Minutos [▼]

Estudio diagnóstico complementario [▼]

Eventos de paro

Duración del evento de paro
[Text area]

Sepsis
[Text area]

Cumple criterios extendidos
 Sí/No
Registrar

La caja de texto correspondiente al check box, sólo se desplegará si el check box asociado es marcado.

Cuadro de ayuda

Figura 5. Evolucion del donante

En la Figura 6 el usuario puede registrar los datos referentes a la exploración física del donante, en donde se pedirá ingresar si el donante tiene tatuajes, perforaciones, su peso en kilogramos, talla en metros, el índice de masa corporal y el perímetro abdominal.

Se tiene la opción de agregar notas adicionales sobre los tatuajes y perforaciones en el campo descripción en caso de que el usuario lo considere necesario.

The screenshot shows the CENATRA (Centro Nacional de Trasplantes) web application interface. At the top, there is a logo for CENATRA and a search bar. Below the logo is a navigation menu with options: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains two sections for recording physical examination data:

- Tatuajes:** A checkbox is checked, and there is a large text area labeled "Descripción" for additional notes.
- Perforaciones:** A checkbox is checked, and there is a large text area labeled "Descripción" for additional notes.

Below these sections are five input fields for numerical data: "Peso(Kg)", "Talla(m)", "IMC", "Perímetro torácico", and "Perímetro abdominal". At the bottom left of the form is a blue "Registrar" button.

Figura 6. Exploración física

En la Figura 7 el usuario puede registrar los signos vitales del donante, el formulario de esta vista te solicita que ingreses los resultados de medir “tensión arterial” que es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias, “frecuencia cardiaca” que es el número de veces que el corazón late por minuto, “frecuencia respiratoria” que es el número de respiraciones que realiza un ser vivo por minuto, “temperatura” que es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro, “presión venosa central” se define con la presión sanguínea a nivel de la aurícula derecha y la vena cava, estando determinada por el volumen de sangre, volemia, estado de la bomba muscular cardiaca y el tono muscular., los datos se ingresarán acorde a las unidades especificadas, cabe mencionar que cada campo tiene su propia fecha y hora, esto es por que se pueden realizar estas mediciones varias veces al día sobre un mismo donante.

CENATRA
CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES

ADUANAS - DONACIÓN - ESTABLECIMIENTOS - PROFESIONALES - CENATRA - ADMIN

buscar...

Tensión arterial (mmHg)

Frecuencia cardíaca (Lpm)

Frecuencia respiratoria (rpm)

Fecha y hora

Horas Minutos

Temperatura (°C)

Uresis horaria (ml/hr)

Presión venosa central (cm)

Fecha y hora

Horas Minutos

Registrar

Figura 7. Signos vitales

La siguiente Figura 8 muestra el tipo de información requerida para realizar un estudio de serología del donante, El formulario solicita el tipo de serología aplicada, el resultado y las fechas de inicio y fin del estudio.

CENATRA
CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES

ADUANAS - DONACIÓN - ESTABLECIMIENTOS - PROFESIONALES - CENATRA - ADMIN

buscar...

Fecha

Horas Minutos

Sedación

Fecha inicio

Horas Minutos

Fecha fin

Horas Minutos

Registrar

- Antibióticos
- Soluciones
- Inotrópicos (unidad, duración)
- Esteroides
- Diuréticos
- Hormonas
- Otros

Figura 8. Serología

A continuación se muestran los prototipos de registro y listado de resultados de los diferentes estudios de laboratorio que se le aplican al donante.

En la figura 9 se muestra como el usuario podrá visualizar los resultados del estudio de laboratorio biometría hemática del donante, con la opción de agregar un nuevo registro.

Biometria hemática: Este examen se hace a la sangre e inspecciona las células que la componen y están presentes en ella como los **glóbulos rojos**, encargados de transportar oxígeno; **los glóbulos blancos**, que combaten infecciones, y las **plaquetas**, que detienen hemorragias mediante la formación de coágulos.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area is titled 'Información Donante Fallecido B45'. Below this, there is a section for 'BIOMETRÍA HEMÁTICA' with a blue 'Agregar' button. A table displays the following data:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Leucocitos	-	-	-
Hemoglobina	-	-	-
Hematocrito	-	-	-
VDRL / Sífilis	-	-	-

A dropdown menu is open, showing a list of laboratory tests under the heading 'LABORATORIOS'. The selected option is 'BIOMETRÍA HEMÁTICA'. Other options include: QUIMICA SANGUINEA, ELECTROLITOS SÉRICOS, P. FUNCIÓN HEPÁTICA, PERFIL DE LÍPIDOS, PERFIL CARDIACO, E. GENERAL DE ORINA, TIEMPOS DE COAGULACIÓN, ESTUDIOS DE GABINETE, and PROCURACIÓN.

Figura 9. Biometría hemática

En la figura 10 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio biometría hemática del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de leucocitos, hemoglobina, hematocito y plaquetas.

Fecha y hora

Leucocitos(resultados)

Hemoglobina(resultados)

Hamatocrito(resultados)

Plaquetas(resultados)

Registrar

Figura 10. Biometría hemática registro.

En la figura 11 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio química sanguínea, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro. En la figura 11 se puede ver la opción para agregar un nuevo registro encerrada en un ovalo rojo.

Información Donante Fallecido B45

LABORATORIOS

QUÍMICA SANGUÍNEA

Agregar

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Glucosa	-	-	-	-
Urea	-	-	-	-
BUN	-	-	-	-
Creatinina	-	-	-	-
Amilasa sérica	-	-	-	-
Lipasa sérica	-	-	-	-
Hemoglobina glucosilada (HbA1c)	-	-	-	-

Figura 11. Química sanguínea

En la figura 12 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio química sanguínea del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de glucosa, urea, bun, creatinina, amilasa sérica, lipasa sérica y hemoglobina glucosilada.

Química sanguínea: Es la medición y reporte de los componentes químicos disueltos en la sangre.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...' and a magnifying glass icon. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains a form for recording blood chemistry results. The form has a section for 'Fecha y hora' with three dropdown menus for day, month, and year, and two dropdown menus for 'Horas' and 'Minutos'. Below this are seven input fields for 'Glucosa', 'Urea', 'BUN', 'Creatinina', 'Amilasa sérica', 'Lipasa sérica', and 'Hemoglobina glucosilada (HbA1c)'. At the bottom left of the form is a blue button labeled 'Registrar'.

Figura 12. Química sanguínea registro

En la figura 13 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio electrolitos séricos, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

Electrolitos sericos: tiene por objetivo determinar el grado de concentración de sustancias en el organismo, niveles alterados de potasio, magnesio, sodio o calcio.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...' and a magnifying glass icon. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area displays the donor information 'Información Donante Fallecido B45' and a dropdown menu for 'LABORATORIOS'. Below this is a red circle highlighting the 'Agregar' button next to the 'ELECTROLITOS SÉRICOS' label. Below this is a table with columns for 'Fecha y hora' and four data columns, showing results for Sodium (Na), Potassium (K), and Chlorine (Cl).

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Sodio (Na)	-	-	-	-
Potasio (K)	-	-	-	-
Cloro (Cl)	-	-	-	-

Figura 13. Electrolitos séricos

En la figura 14 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio electrolitos séricos del donante, donde se deberá ingresar la fecha y hora, y los resultados de sodio, potasio y cloro.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...'. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains a form titled 'Electrolitos séricos registro'. The form has the following elements:

- Fecha y hora:** A section with three dropdown menus for the day, month, and year, followed by two dropdown menus for 'Horas' (Hours) and 'Minutos' (Minutes).
- Sodio (Na):** A text input field.
- Potasio (K):** A text input field.
- Cloro (Cl):** A text input field.
- Registrar:** A blue button to submit the form.

Figura 14. Electrolitos séricos registro

En la figura 15 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio perfil de lípidos, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

Perfil de lípidos es un simple análisis de sangre para verificar los niveles de colesterol.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...'. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains a section titled 'Información Donante Fallecido B45'. Below this title is a dropdown menu and a 'LABORATORIOS' dropdown menu. The 'LABORATORIOS' dropdown menu is currently open, showing 'PERFIL DE LÍPIDOS' selected. Below the dropdown menu is a blue button labeled 'Agregar', which is circled in red. Below the 'Agregar' button is a table with the following structure:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Triglicéridos	-	-	-	-
Colesterol total	-	-	-	-
LDL	-	-	-	-
HDL	-	-	-	-

Figura 15. Perfil de lípidos

En la figura 16 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio perfil de lípidos del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de triglicéridos, colesterol total, ldl y hdl.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...'. Below the search bar is a navigation menu with items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains a form for registering a lipid profile. The form has a section for 'Fecha y hora' with three dropdown menus for day, month, and year, and two dropdown menus for 'Horas' and 'Minutos'. Below this are four input fields labeled 'Triglicéridos', 'Colesterol total', 'LDL', and 'HDL'. At the bottom left of the form is a blue button labeled 'Registrar'.

Figura 16. Perfil de lípidos registro

En la figura 17 el usuario podrá visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio perfil cardiaco, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...'. Below the search bar is a navigation menu with items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area shows the 'Información Donante Fallecido B45' section. There is a dropdown menu for 'LABORATORIOS'. Below this, there is a section for 'PERFIL CARDIACO' with an 'Agregar' button circled in red. A table displays the results for 'Fecha y hora', 'Deshidrogenasa láctica', 'CK', and 'CK-MB'.

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Deshidrogenasa láctica	-	-	-	-
CK	-	-	-	-
CK-MB	-	-	-	-

Figura 17. Perfil cardiaco

En la figura 18 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio perfil cardiaco del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de deshidrogenasa láctica, ck y ck-mb.

El perfil cardiaco es un conjunto de pruebas que confirman una lesión en el músculo cardiaco y la detección de un posible infarto por causa de anomalías de ciertas enzimas.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...' and a magnifying glass icon. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area contains a form for recording cardiac profile data. It includes a 'Fecha y hora' section with three dropdown menus for day, month, and year, and two dropdown menus for 'Horas' and 'Minutos'. Below this are three input fields labeled 'Deshidrogenasa láctica', 'CK', and 'CK-MB'. A blue 'Registrar' button is located at the bottom left of the form.

Figura 18. Perfil cardiaco registro

En la figura 19 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio examen general de orina, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar with the text 'buscar...' and a magnifying glass icon. Below the search bar is a navigation menu with the following items: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. The main content area shows the 'Información Donante Fallecido B45' section. Below this, there is a dropdown menu for 'LABORATORIOS'. The 'EXAMEN GENERAL DE ORINA' label and the 'Agregar' button are circled in red. Below this is a table with the following columns: 'Fecha y hora', 'dd/mm/aaa, hh/mm', 'dd/mm/aaa, hh/mm', 'dd/mm/aaa, hh/mm', and 'dd/mm/aaa, hh/mm'. The table contains the following rows:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Densidad	-	-	-	-
pH	-	-	-	-
Proteínas	-	-	-	-
Glucosa	-	-	-	-
Cetonas	-	-	-	-
Urobilinógeno	-	-	-	-
Nitritos	-	-	-	-
Hemoglobina	-	-	-	-
Bilirrubina	-	-	-	-
Leucocitos	-	-	-	-
Bilirrubinas totales	-	-	-	-

Figura 19. Examen de orina

En esta vista el usuario podrá registrar los resultados del estudio de laboratorio **examen general de orina** del donante, donde se deberá ingresar la fecha y hora, y los resultados de densidad, ph, proteínas, glucosa, cetonas, urobilinógeno, nitritos, hemoglobina, bilirrubina, leucocitos, bilirrubinas totales.

Figura 20. Examen general de orina registro

En la figura 21 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio pruebas de función hepática, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

La prueba de función hepática es un análisis de sangre que mide las enzimas, proteínas y otras sustancias producidas por el hígado, sirve para detectar, evaluar y vigilar alguna enfermedad o lesión en el hígado.

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Proteínas totales	-	-	-	-
Albumina	-	-	-	-
Bilirrubinas totales	-	-	-	-
Bilirrubina directa	-	-	-	-
Bilirrubina indirecta	-	-	-	-
TGO/AST	-	-	-	-
TGP/ALT	-	-	-	-
Fosfatasa alcalina	-	-	-	-
Gamma glutamil transferasa	-	-	-	-

Figura 21. Función hepática

En la Figura 22 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio pruebas de función hepática del donante, donde se deberá ingresar la fecha y hora, y los resultados de proteínas totales, albúmina, bilirrubinas totales, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta, TGP/ALT, Fosfatasa alcalina, Gama glutamil transferasa.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options: Aduanas, Donación, Establecimientos, Profesionales, CENATRA, and Admin. The main content area is titled 'Función hepática registro' and contains the following fields:

- Fecha y hora:** Three dropdown menus for date and two for time (Horas and Minutos).
- Proteínas totales:** Input field.
- Albúmina:** Input field.
- Bilirrubinas totales:** Input field.
- Bilirrubina directa:** Input field.
- Bilirrubina indirecta:** Input field.
- TGO/AST:** Input field.
- TGP/ALT:** Input field.
- Fosfatasa alcalina:** Input field.
- Gamma glutamil transferasa:** Input field.
- Registrar:** A blue button to submit the form.

Figura 22. Función hepática registro

En la figura 23 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio estudios de gabinete, del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options: Aduanas, Donación, Establecimientos, Profesionales, CENATRA, and Admin. The main content area is titled 'Información Donante Fallecido B45' and contains the following elements:

- Información Donante Fallecido B45:** A dropdown menu.
- LABORATORIOS:** A dropdown menu.
- ESTUDIOS DE GABINETE:** A red text label.
- Agregar:** A blue button circled in red.

Below the 'Agregar' button is a table with the following data:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Rx tórax	-	-	-	-
Rx abdomen	-	-	-	-
Electrocardiograma	-	-	-	-
Ecocardiograma	-	-	-	-
Ultrasonido abdominal	-	-	-	-
Tomografía axial computadorizada	-	-	-	-
Resonancia magnética	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-

Figura 23. Estudios de gabinete

En la figura 24 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio estudios de gabinete del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de Rx tórax, Rx abdomen, electrocardiograma, ecocardiograma, ultrasonido abdominal, tomografía axial computarizada, resonancia magnética cada uno con la posibilidad de adjuntar un archivo en pdf.

The screenshot displays the CENATRA web application interface for recording laboratory results. At the top, the CENATRA logo and navigation menu are visible. The main content area contains a series of form sections, each corresponding to a different type of study:

- Rx tórax:** Includes a text area for results, a date and time selection (Fecha de inicio de procuración), and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Rx abdomen:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Electrocardiograma:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Ecocardiograma:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Ultrasonido abdominal:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Tomografía axial computarizada:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Resonancia magnética:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.
- Otros:** Includes a text area for results, a date and time selection, and buttons for 'Subir archivo' and 'Agregar'.

At the bottom of the form, there is a 'Registrar' button.

Figura 24. Estudio gabinete registro

En la figura 25 el usuario puede visualizar el listado de resultados de la procuración del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

The screenshot shows the CENATRA web application interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options: ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. Below the navigation menu, the page title is 'Información Donante Fallecido B45'. There are two dropdown menus: one for selecting a donor (currently empty) and another for 'LABORATORIOS'. Below these, the word 'PROCURACIÓN' is displayed in red. A blue button labeled 'Agregar' is circled in red. Below this is a table with the following structure:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Fecha y hora de inicio de procuración	-	-	-	-
Hora de pinzamiento	-	-	-	-
Hora de extracción (por órgano)	-	-	-	-
Fecha y hora de Fin de la procuración	-	-	-	-
Órganos y tejidos procurados	-	-	-	-

Figura 25. Procuración

En la figura 26 usuario puede registrar los resultados de la procuración del donante, donde se deberá ingresar la fecha y hora del inicio de la procuración, fecha y hora de pinzamiento, fecha y hora de extracción de cada órgano, fecha y hora del fin de la procuración.

The screenshot shows the CENATRA web application interface for recording procurement results. It features a search bar and a navigation menu. The main form contains the following fields:

- Fecha de inicio de procuración:** Three date dropdowns followed by 'Horas' and 'Minutos' dropdowns.
- Fecha y hora de pinzamiento:** Three date dropdowns followed by 'Horas' and 'Minutos' dropdowns.
- Fecha y hora de extracción (por órgano):** Three date dropdowns followed by 'Horas' and 'Minutos' dropdowns.
- Fecha y hora de fin de la procuración:** Three date dropdowns followed by 'Horas' and 'Minutos' dropdowns.

A blue 'Registrar' button is located at the bottom of the form.

Figura 26. Procuración registro

En la figura 27 el usuario puede visualizar el listado de resultados del estudio de laboratorio tiempos de coagulación del donante en cuestión, con la opción de agregar un nuevo registro.

The screenshot shows the CENATRA web interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options like ADUANAS, DONACIÓN, ESTABLECIMIENTOS, PROFESIONALES, CENATRA, and ADMIN. Below the navigation, the page title is 'Información Donante Fallecido B45'. There is a dropdown menu for 'LABORATORIOS'. Below this, the text 'TIEMPOS DE COAGULACIÓN' is followed by a blue button labeled 'Agregar', which is circled in red. Below the button is a table with the following structure:

Fecha y hora	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm	dd/mm/aaa, hh/mm
Tiempo protrombina (TP)	-	-	-	-
Tiempo tromboplastina parcial (TTP)	-	-	-	-
INR	-	-	-	-
% Actividad	-	-	-	-

Figura 27. Tiempos de coagulación

En la figura 28 el usuario puede registrar los resultados del estudio de laboratorio tiempos de coagulación del donante, donde se debe ingresar la fecha y hora, y los resultados de tiempo de protombina, tiempo de tromboplastina parcial, INR, %Actividad.

The screenshot shows the registration form in the CENATRA web application. It includes a search bar and a navigation menu. Below the navigation, there is a form with the following fields:

- Fecha y hora: Three dropdown menus for day, month, and year, followed by 'Horas' and 'Minutos' dropdown menus.
- Tiempo de protrombina (TP): A text input field.
- Tiempo de tromboplastina parcial (TTP): A text input field.
- INR: A text input field.
- % Actividad: A text input field.

At the bottom of the form is a blue button labeled 'Registrar'.

Figura 28. Tiempos de coagulación registro

Capítulo 3. Diseño, construcción y pruebas.

3.1 Diseño del sistema informático.

El diseño de un sistema informático es el proceso de visualizar y definir una solución basada en software a un conjunto de problemas.

Con la información obtenida y validada en la etapa de análisis de requerimientos, se modela el sistema por medio de documentación, los documentos que se realizaron tienen ya definido, cual es el comportamiento del sistema, se plasma por medio de diagramas, definiciones y flujos de cómo interactúan los componentes del sistema.

-Esquema de la base de datos:

Se utilizará una base de datos relacional para el modelado, la cual nos permite abstraer situaciones del mundo real por medio de entidades y relaciones, con esto podemos obtener una forma eficiente de organizar y consultar los datos.

Una entidad se considera como un elemento independiente de otros elementos, sustantivos, ejemplo: si queremos modelar el negocio de una empresa, persona y empresa serian entidades.

Las propiedades o características de un tipo de entidad se le conoce como atributos, los cuales a su vez se clasifican en los siguientes tipos: [simples, compuestos, multivaluados, identificadores y calculados].

Ahora con los requerimientos reunidos, se realiza el diseño de la base de datos. Para realizar el modelado de la base de datos se utiliza el diagrama relacional, representando las entidades por medio de rectángulos y las relaciones con líneas rectas entre las entidades.

El diagrama nos permite tener una perspectiva general de lo que se está modelando y como está organizada la información, para poder después implementarlo.

El primer paso es identificar las entidades del caso de uso, se listan a continuación:

Donante fallecido: esta entidad contiene la información primaria de los donantes que hayan fallecido, se especifica el tipo de muerte, establecimiento que generó el reporte, la fecha del evento, órganos y tejidos donados, datos personales como el nombre, CURP, sexo, edad, estado de nacimiento, estado de residencia, etcétera .

En caso de que la donación no se haya concretado, se especifica la razón.

Antecedentes: esta entidad contiene la información relacionada a los antecedentes médicos del donante fallecido, y se especifica si el donante fallecido fumaba, consumía alcohol, drogas, además de la posibilidad de guardar notas en cada rubro en caso de ser necesario. También contiene información sobre si el donante fallecido ha padecido o tuvo cirugías previas, diabetes, hipertensión arterial, enfermedades autoinmunes, cáncer, transfusiones, u alguna otra patología importante.

Evolución: esta entidad contiene información de la evolución del donante fallecido a lo largo de su hospitalización, así como la fecha de ingreso/hospitalización, padecimiento, diagnóstico de ingreso, diagnóstico de defunción, fecha y hora de defunción, fecha y hora de diagnóstico de muerte encefálica, si tuvo o no eventos de paro cardíaco y cuánto tiempo duró el evento.

Exploración física: en esta entidad se almacena a detalle la complejión física del donante fallecido, su peso en kilogramos, la talla en metros, el índice de masa corporal, el perímetro torácico en centímetros y el perímetro abdominal.

Signos vitales: en esta entidad se guardan los valores relacionados con los signos vitales que se registraron del donante, los signos vitales que se guardan son: tensión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura en grados centígrados, presión venosa central en centímetros y la uresis horaria.

Manejo: en esta entidad se guardan los valores relacionados al manejo del donante fallecido, en donde se registran los campos de: antibióticos, soluciones, inotrópicos (hora de inicio, hora de fin, dosis, unidad, duración), esteroides, diuréticos, hormonas, sedación con la hora de suspensión.

Serología: en esta entidad encontraremos los resultados referentes al estudio de serología en el donante fallecido, la cual tendrá los resultados de los siguientes campos: anti VIH, AntiHBcAb (Human Anti-Core Antigen of Hepatitis B Virus Antibody), HBsAg (antígeno de superficie de la hepatitis B), AntiHCV (anticuerpos contra el Virus de la Hepatitis C), VDRL / Sífilis (prueba realizada con sensibilidad y especificidad para complementar el diagnóstico de sífilis), chagas, brucella, AntiCMV (anticuerpos contra *Citomegalovirus*), EBV (IgG) epstein barr virus, EBV (IgM), cultivos.

Laboratorio-Biometría hemática: en esta entidad se almacenan los datos relacionados a las biometrías hemáticas realizadas a los donantes fallecidos, una biometría hemática es un tipo de conteo sanguíneo completo que permite evaluar información detallada de las células importantes presentes en la sangre, se guarda la fecha y hora cuando se hizo la prueba, número de leucocitos, hemoglobina, hematocrito y plaquetas.

Química sanguínea: en esta entidad se guardan los datos relacionados a los estudios de química sanguínea, como: glucosa, urea, BUN, creatinina, amilasa sérica, lipasa sérica y hemoglobina glucosilada.

Electrolitos séricos: en esta entidad se guardan los datos relacionados a los estudios de electrolitos séricos, como: sodio, potasio y cloro.

Pruebas de función hepática: en esta entidad se guardan los datos de las pruebas de función hepática del donante fallecido, son análisis de sangre que chequean cómo está funcionando el hígado, los datos que se miden y almacenan son: proteínas totales, albúmina, bilirrubinas totales, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta, TGO/AST, TGP/ALT, fosfatasa alcalina y gamma glutamil transferasa.

Perfil de lípidos: en esta entidad se guardan los datos del perfil de lípidos del donante fallecido, el cual es un análisis de sangre para verificar los niveles de colesterol, los campos

que se registran serán los resultados de los exámenes: triglicéridos, colesterol total, LDL y HDL.

Perfil cardiaco: en esta entidad se guardan los datos del perfil cardiaco del donante fallecido, el cual es un conjunto de pruebas que confirman una lesión en el músculo cardíaco y la detección de un posible infarto por causa de anomalías de ciertas enzimas, en donde se registran los resultados de deshidrogenasa láctica, CK y CK-MB

Examen general de orina: en esta entidad se guardan los datos del examen general de orina del donante fallecido, el cual detecta y mide la densidad, concentración, acidez y presencia de diversos compuestos químicos como la bilirrubina, glucosa y hemoglobina que reflejan el nivel de salud de nuestro cuerpo, los campos que se miden y se registran los resultados como: densidad, ph, proteínas, glucosa, cetonas, urobilinógeno, nitritos, hemoglobina, bilirrubina, leucocitos y eritrocitos.

Tiempos de coagulación: en esta entidad se guardan los datos de la pruebas de tiempo de coagulación del donante fallecido, el cual mide el tiempo que tarda en formarse un coágulo en una muestra de sangre, si el proceso de coagulación tarda un tiempo anormalmente largo, significa que existe un problema en uno o en varios de los factores de coagulación, esto puede ser un indicador de ausencia, deficiencia o alteración en uno o en varios factores de coagulación, enfermedades hepáticas (puesto que la mayoría de los factores de coagulación se fabrican en el hígado), tratamiento con heparina, un medicamento anticoagulante. Los campos que se medirán serán y se registran los resultados como el tiempo de protrombina, tiempo trombolastina, INR, % de Actividad.

Estudios de gabinete: en esta entidad se guardan los estudios de gabinete del donante fallecido, en donde se guardarán comentarios y los documentos de los estudios de rayos X del tórax, rayos X del abdomen, electrocardiograma, ecocardiograma, ultrasonido abdominal, tomografía axial computarizada, resonancia magnética.

Procuración: en esta entidad se almacenan los datos relacionados a la procuración de los órganos del donante fallecido, se registran los campos: fecha y hora de inicio de procuración, hora de pinzamiento, hora de extracción por órgano, fecha y hora de fin de la procuración, órganos y tejidos procurados.

Una vez que tenemos identificadas las entidades debemos definir las relaciones entre éstas, lo cual nos permitirá definir una dependencia.

Las relaciones están representadas por líneas, en donde los extremos representan la cardinalidad de la relación 1:1, 1:n, n:1, n:n.

Por ejemplo la entidad *donante_fallecido* tiene una relación 1:1 con la entidad *antecedentes*. Y *donante_fallecido* tiene una relación 1:n con la entidad *signos vitales*. Esto quiere decir que un donante fallecido solo puede tener un solo registro de antecedentes pero puede tener varios registros de signos vitales, ya que los signos vitales se pueden tomar varias veces en diferente fecha y hora.

El diagrama relacional generado es:

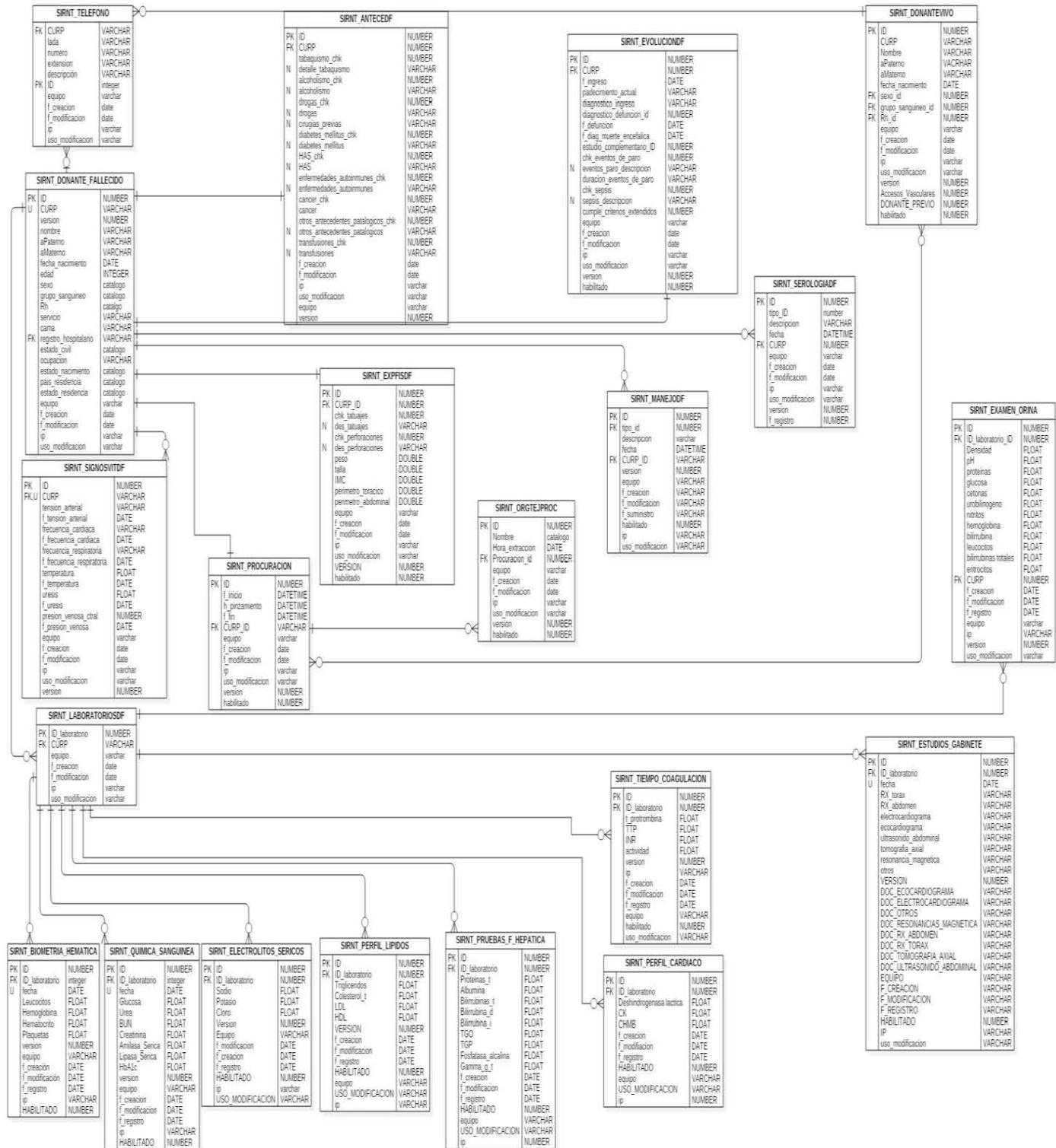


Figura 29. Diagrama relacional del módulo Donantes.

A continuación, se proporciona el diagrama de paquetes del módulo.

Diagrama de paquetes:

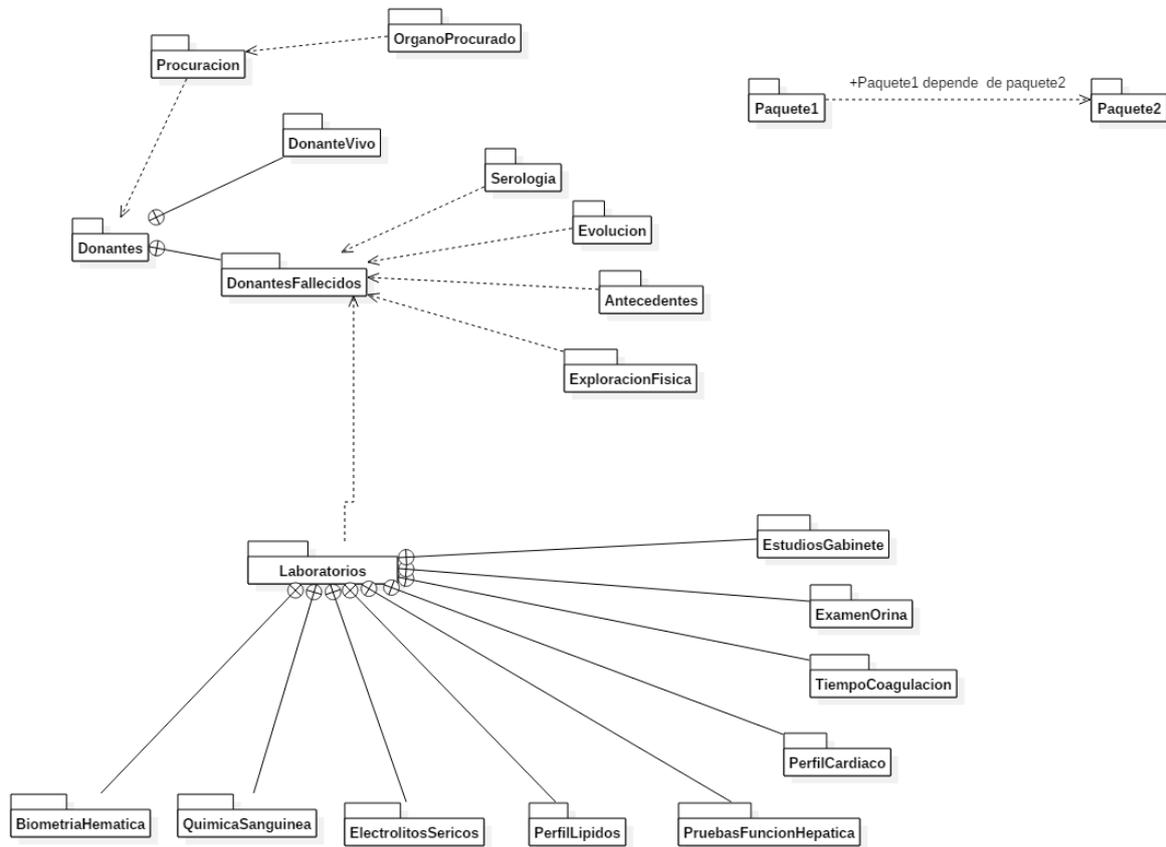


Figura 30. Diagrama de paquetes

3.2 Construcción del sistema

Se realiza la construcción del software a partir del diseño del proyecto según los modelos anteriores, se explican las tecnologías empleadas y el proceso de construcción del software.

Tecnologías empleadas:

Para la implementación del módulo se emplearon diferentes tipos de tecnologías que corresponden a las usadas en todo el SIRNT:

Grails: Los marcos de trabajo dinámicos como Rails y Django tienen una forma moderna en la construcción de aplicaciones Web. Al usar el marco de trabajo **Grails** se reduce la complejidad de construir aplicaciones web en la plataforma Java, y lo que lo hace distinguirse es que está construido sobre tecnologías Java ya establecidas, como Spring y Hibernate. Es un marco de trabajo fullstack, el cual tiene como características:

- Un fácil uso de mapeo de objetos para SQL, MongoDB, Neo4j.
- Una capa de control construida sobre Spring Boot.

- Tecnologías para realizar el render HTML para las vistas.

Todo esto es fácil de usar gracias al poder del lenguaje de programación **Groovy** y el uso extensivo de los lenguajes de uso específico.

Hibernate ORM: Hibernate habilita a los desarrolladores a escribir aplicaciones más rápido en las cuales la información es independiente del proceso de la aplicación, como un marco de trabajo de mapeo objeto relacional (ORM), Hibernate se concentra en datos persistentes, ya que se aplican a bases de datos relacionales vía Java Database Connectivity (JDBC). Adicionalmente Hibernate es una implementación del Api de Persistencia de Java.

Spring security: Es un marco de trabajo que se concentra en proveer autenticación y autorización para las aplicaciones Java, el poder real de Spring Security reside en la facilidad con la que puede ser extendido para requerimientos más particulares como alta y baja de roles, edición de campos que se usan como credenciales, rutas en las cuales se requiere estar autenticado con cierto rol para poder ingresar etcétera, algunas de sus características incluyen:

- Soporte para autenticación y autorización.
- Protección contra ataques como *session fixation*, *clickjacking*, *cross site request forgery*.
- Integración opcional con Spring Web MVC.

3.3 Pruebas del sistema

Las pruebas del sistema incluyen todas las actividades que se realizan por el equipo de desarrollo para la detección de errores en el sistema.

Las pruebas pueden caer en 3 tipos de granularidad.

-Pruebas unitarias, las cuales son para probar la funcionalidad de clases y métodos.

-Pruebas de componente, donde muchas pruebas unitarias son integradas para crear componentes, estas pruebas se deben de concentrar en probar los componentes de las interfaces.

-Pruebas del sistema, donde algunos o todos los componentes de prueba del sistema son integrados y el sistema es probado completamente, estas pruebas deberían concentrarse en probar las interacciones entre componentes.

En esta sección se darán a conocer los casos de prueba, se harán pruebas con el usuario final y se lleva un registro de lo mostrado por el sistema para los diferentes datos ingresados y flujos probados.

Acorde al diseño, en la implementación de los casos de uso, se verificó que el sistema cumpla con los requerimientos expuestos en los documentos generados en las juntas con CENATRA, la funcionalidad del módulo de donantes fue probada también por el usuario final.

Realización de pruebas mediante submódulos:

Las pruebas se realizaron dividiendo el módulo de donantes en submódulos y probando que cada submódulo cumpliera con el diseño y funcionara adecuadamente para altas, bajas, consultas y modificaciones (ABCM).

A continuación, se describe cada uno de estos casos.

ACM Donante Fallecido

Se probó que el ABCM de donantes fuera exitoso con los valores introducidos en el sistema, mostrando los correspondientes mensajes de error en caso de que el dato o la acción no esté permitida, de igual forma cuando un proceso termina de forma satisfactoria, se validó que el sistema mostrará el mensaje correspondiente.

ACM Antecedentes

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ABCM Antecedentes* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema realizará la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido.

ACM Evolución

Habiendo creado antes un donante fallecido, se validó que el *ABCM Evolución* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema realizara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido.

ACM Donante Vivo

Se probó que el *ABCM Donante Vivo* fuera exitoso con los valores introducidos en el sistema arrojando los correspondientes mensajes de error en caso de que el dato o la acción no esté permitida, de igual forma cuando un proceso termina de forma satisfactoria, se validó que el sistema mostrará el mensaje correspondiente.

ACM Signos Vitales

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ABCM Signos Vitales* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido.

ACM Exploración Física:

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Exploración Física* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido.

ACM Biometría Hemática

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Biometría Hemática* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Química Sanguínea

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Biometría Hemática* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Electrolitos Sericos

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Electrolitos Sericos* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Perfil Lípidos

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Perfil Lípidos* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Pruebas Función Hepática

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Pruebas de Función Hepática* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el

sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Tiempo de Coagulación

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Tiempo de Coagulación* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Perfil Cardíaco

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Perfil Cardíaco* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Estudios de Gabinete

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Estudios de Gabinete* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Examen de Orina

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Examen de Orina* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es parte de los laboratorios efectuados al donante fallecido.

ACM Procuración

Habiendo creado antes un donante fallecido se validó que el *ACM Procuración* fuera exitoso, es decir, que los correspondientes mensajes de éxito o error se mostraran después de ejecutar una acción sobre el submódulo, y que efectivamente el sistema efectuara la acción solicitada sin algún tipo de error. Este submódulo es dependiente del submódulo Donante Fallecido y es el que lleva el registro de los órganos procurados en un donante, cabe mencionar que para un donante fallecido solo puede haber una procuración, mientras que para donantes vivo puede existir más de una procuración asociada al donante vivo.

Pruebas de estrés con Jmeter

En este punto se detallan las pruebas hechas con la biblioteca de Jmeter al módulo Donantes. Jmeter es una aplicación de software libre y código abierto, diseñada para cargar y probar el comportamiento de la funcionalidad del sistema y medir su rendimiento. Puede ser utilizado para simular alta demanda a un servidor, grupo de servidores, red y medir el porcentaje de error que se tienen cuando hay una alta demanda de conexiones, en un periodo de tiempo dado para cada flujo que se determine.

Para estas pruebas se siguió la técnica anterior de dividir el módulo en submódulos y probar los flujos de cada caso de uso, se grabó en la herramienta de Jmeter el flujo a seguir y la carga que se iba a estresar el servidor (el número de usuarios concurrentes que va a simular), también el lapso de tiempo en el que se iban a conectar.

El propósito de esta prueba era determinar para cada flujo cuál era el rango máximo usuarios concurrentes que podía soportar la aplicación con los recursos disponibles en el servidor y la eficiencia de la implementación.

A continuación, se muestran ejemplos de los resultados obtenidos después de realizar estas pruebas:

Donantes con el flujo de crear y editar.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Etiqueta	# Muestras	Media	Min	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Media de Bytes	
106 /cenatraweb/login/auth	15	29	27	38	2,57	0,00%	1,1	17,11	16448,0	
108 /cenatraweb/j_spring_security_check	15	94	68	351	68,76	0,00%	1,1	33,65	32457,0	
111 /cenatraweb/donante/index	15	109	104	135	7,58	0,00%	1,1	82,64	79895,0	
115 /cenatraweb/donante/create	15	41	37	58	5,55	0,00%	1,1	30,24	29122,0	
118 /cenatraweb/donante/save	15	77	66	122	12,71	0,00%	1,1	30,98	29879,0	
121 /cenatraweb/donante/edit/17	15	72	51	315	65,03	0,00%	1,1	40,36	38875,0	
123 /cenatraweb/donante/update/17	15	104	66	355	74,21	0,00%	1,1	31,02	29885,0	
126 /cenatraweb/donante/index	15	56	48	80	7,77	0,00%	1,1	40,68	39140,0	
128 /cenatraweb/logout/index	15	70	33	289	79,11	0,00%	1,1	24,44	23493,0	
Total	165	86	27	445	73,45	0,00%	11,0	463,95	43005,0	

Tabla 8. Ejemplo de pruebas sin errores con 15 usuarios concurrentes en 15 segundos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Etiqueta	# Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estánd	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Media de Bytes	
2	106 /cenatraweb/login/auth	15	28	25	39	3,42	0,00%	3,2	50,76	16448,0	
3	108 /cenatraweb/j_spring_security_check	15	129	66	342	102,93	26,67%	3,1	92,07	30161,8	
4	113 /cenatraweb/donante/index	15	85	76	101	8,18	0,00%	3,3	193,73	60359,5	
5	115 /cenatraweb/donante/create	15	47	34	95	15,12	0,00%	3,3	94,27	29122,0	
6	118 /cenatraweb/donante/save	15	78	49	146	19,89	6,67%	3,3	95,02	29441,6	
7	121 /cenatraweb/donante/edit/58	15	80	52	320	64,56	0,00%	3,3	126,18	38875,0	
8	123 /cenatraweb/donante/update/58	15	75	45	128	18,37	13,33%	3,3	94,08	29009,4	
9	126 /cenatraweb/donante/index	15	129	68	349	88,39	0,00%	3,3	199,46	61423,1	
10	128 /cenatraweb/logout/index	15	75	29	356	91,83	0,00%	3,3	76,73	23493,0	
11	Total	165	102	25	482	84,32	4,24%	29,1	1327,10	46682,0	
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

Tabla 9. Ejemplo de pruebas con errores con 15 usuarios concurrentes en 5 segundos.

Capítulo 4. Conclusiones

El proyecto tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema informático que permitiera optimizar los procesos de donación, distribución, asignación y trasplante de órganos, tejidos y células en México. Se logró abstraer la lógica del negocio y permitió automatizar la gestión, fiscalización y consulta de la actividad de procuración y trasplante de órganos y tejidos en el ámbito nacional.

Para el desarrollo del sistema se realizaron actividades continuas, tanto técnicas como administrativas, entre las primeras se encuentran: el diseño e implementación de la base de datos, la generación del diseño gráfico y de la interfaz de usuario, la configuración del ambiente de desarrollo, la definición de estándares, el diseño y mejora de la arquitectura del sistema. Dentro de las actividades administrativas estuvieron, la realización de reuniones de control para el seguimiento del proyecto y la ejecución de pruebas al sistema.

Por mi parte estuve presente en las reuniones de seguimiento del proyecto para la definición y actualización de requerimientos, en particular del módulo de donantes, por lo anterior pude realizar las actividades o logros más relevantes que aprendí e hice al haber hecho este sistema.

Realizando parte de la documentación sobre el módulo donantes, incluyendo el diagrama relacional de la base de datos, casos de uso, diagrama de flujos, diagrama de paquetes, documento de resultados del plan de pruebas, también participé en la implementación de los flujos de creación de nuevos registros de donantes y las pruebas de estrés utilizando Jmeter a diferentes flujos del sistema no solo al módulo de donantes.

Durante el desarrollo de este proyecto, se observa la importancia que conlleva el contar con una buena documentación y metodología para desarrollar software, con el fin de tener de manera organizada el código y las funcionalidades del sistema; de igual forma, permite que las actualizaciones y/o mantenimiento del software sean mucho más fáciles y menos costosas.

De manera personal tuve contacto con nuevas tecnologías que ampliaron mi experiencia y forma de desarrollar software, además de experimentar de primera mano la práctica de las metodologías del desarrollo de software en un proyecto de la industria, conocer los diferentes tipos de roles involucrados en el proyecto incluyendo: analistas, programadores, documentadores, personal de pruebas, administrador de ambientes y servidores, diseñador de base de datos, administrador de base de datos, líder técnico, coordinador administrativo, especialista médico y programador científico, la complejidad que implica organizar un equipo multidisciplinario.

Capítulo 5. Bibliografía

hibernate . (2018). Hibernate ORM What is Object/Relational Mapping?. 2018, de hibernate.org Sitio web: <http://hibernate.org/orm/what-is-an-orm/>

Graeme Rocher, Peter Ledbrook, Marc Palmer, Jeff Brown, Luke Daley, Burt Beckwith, Lari Hotari. (2018). The Grails Framework. 1/Junio/2018, de grails.org Sitio web: <http://docs.grails.org/3.2.10/guide/single.html>

spring. (2018). Spring Security 5.0.7. 1/Junio/2018, de Spring Sitio web: <https://spring.io/projects/spring-security>

Ian Sommerville. (2011). Software Engineering . United States of America: Pearson Education, Inc.

Elmasri and Navathe. Fundamentals of Database Systems. Addison-Wesley. Cuarta Edición. 2006