

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

**ESCUELA DE INFORMÁTICA**



**“Propuesta de un mecanismo para automatizar el proceso de gestión de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social”**

Para optar al grado de Licenciado en Informática  
con énfasis en Sistemas de Información

Ing. Alexander Picado Jiménez

Heredia, Costa Rica

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de graduación a Dios, a mi hijo Brandon y a mi esposa Wendy, por el apoyo incondicional a pesar de las adversidades, siempre dándome fuerzas e inspiración para continuar.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios por darme la oportunidad académica, la fortaleza, paciencia, sabiduría y salud para salir adelante en cada etapa y desarrollo del proyecto.

Agradezco a mi esposa por el apoyo y paciencia durante todo el proceso, su amor y consejos me han llevado a la realización tanto personal como profesional.

Agradezco a mis padres por los valores inculcados y apoyo durante toda mi vida.

Agradezco a Daniel Vargas Salas tutor del proyecto por la asesoría, apoyo, consejos, correcciones y recomendaciones brindados en la elaboración y desarrollo del proyecto.

Agradezco a Ariela Quesada Rosales por todo el apoyo, asesoría y recomendaciones en el desarrollo del proyecto.

Agradezco a Johnny Flores Araya por todo el apoyo, asesoría y recomendaciones en el desarrollo del proyecto.

Agradezco a la coordinación nacional de donación y trasplante por el apoyo y recursos brindados y especialmente a la Dra. María Fernanda Chinchilla Saborío y al Dr. Marvin E. Agüero Chinchilla.

Finalmente, agradezco al Centro de gestión informática del Hospital San Vicente de Paúl, Heredia por brindarme la oportunidad de realizar esta importante iniciativa en el departamento el cual dirigen y agradezco a Milton Valerio Mena, George Aguilar Prieto y a Michelzin Alfaro Avendaño.

Alexander Picado Jiménez.

## **Resumen del proyecto**

La Caja Costarricense de Seguro Social, actualmente realiza gestiones para estructurar y mejorar sus procesos así como automatizar su proceso principal la atención médica de pacientes mediante el sistema llamado “Expediente Digital Único en Salud” (EDUS), sin embargo, a la fecha de inicio de esta investigación ( año 2018 ) para este objetivo no existe ningún mecanismo o sistema que modele y automatice el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos por lo que los profesionales participantes en este proceso carecen de un mecanismo que les permita ordenar y manejar sus procesos, lo que conlleva a un difícil manejo de documentación y gestión diaria, esta carencia ha dado lugar a malas prácticas que ponen en riesgo los niveles de transparencia y rendición de cuentas en la Caja Costarricense de Seguro Social para este importante proceso, la escasez de información detallada y en tiempo real causa muchos sesgos al momento de la toma de decisiones, rendición de cuentas y/o búsqueda de responsables. Por tal razón, es que nace el presente proyecto, como una alternativa que viene a ordenar cada uno de los procesos principales para la donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de seguro Social, para este ordenamiento se utilizó la metodología llamada BPM (Business Process Management ) dado a que si una empresa conoce de sus procesos, podrá entonces modelarlos, estudiarlos, medirlos y finalmente optimizarlos para satisfacer los objetivos de la regla del negocio, para este modelado de procesos y como herramienta para la comprobación del método, se integraron las tecnologías de información (Stack MEAN ) por lo que se obtuvo un producto final más integral, consistente y con menos grietas.

También se elaboró una encuesta la cual permitió constatar y evidenciar la problemática detectada. Por otro lado, con el modelado de procesos se lograron detectar claramente los actores y sus responsabilidades, de manera que se procedió a estudiar y elaborar los procesos descritos por la Dra. María Fernanda Chinchilla (coordinadora hospitalaria de trasplantes), esto permitió un ordenamiento y optimización de cada uno de los procesos principales para lo que respecta a donación y trasplante de órganos y tejidos.

Finalmente, se propuso el uso y continuación del mecanismo elaborado como una excelente alternativa para solventar la problemática que les viene aquejando, la misma que podría eventualmente ser utilizada por representantes del proceso para pedir apoyo

gerencial, en aras de dar continuidad a esta importante iniciativa, la cual pretende traer muchos beneficios a la coordinación, a la caja y por ende al país.

## **Palabras clave**

**Ablación:** En el campo de la medicina, extracción o destrucción de una parte del cuerpo o tejido o de su función. La ablación se puede realizar mediante cirugía, hormonas, medicamentos, radiofrecuencia, calor u otros métodos. (cancer,2019).

**BPM:** BPM es una metodología que busca identificar, diseñar, ejecutar, documentar, monitorear, controlar y medir los procesos de negocios que una organización implementa. El enfoque contempla tanto procesos manuales como automatizados y no se orienta a una implementación de software. (IBM, 2019).

**CCSS:** La Caja Costarricense de Seguro Social es una institución autónoma creada el 1 de noviembre de 1941 mediante Ley N° 17 durante la administración del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia. Actualmente cuenta con un régimen de pensiones, 29 hospitales y 108 áreas de salud distribuidas en todo el país (Caja Costarricense de Seguro Social, 2018).

**Base de datos:** Una Base de Datos es la recolección de una cantidad determinada de cúmulos de información los cuales están relacionados unos con otros, para determinar el grado de expansión de una base de datos, se debe tener conciencia de lo que se está administrando en dicha base. Los datos que están contenidos en una base de datos son los suficientes para realizar estudios estadísticos, por lo general esto se realiza con el fin de sintetizar trabajos administrativos cuando la entrada de información y de archivos de datos es constante. La organización de datos propios de un sistema debe tener un orden que facilite la rápida localización de algún dato en específico. (conceptodedefinicion,2019).

**Donante:** personas que ceden sus órganos o tejidos con el fin de brindar o mejorar la calidad de vida a otras personas; estos últimos se clasifican en vivos o cadavéricos (Asamblea legislativa de Costa Rica ley 9222, 2014).

**Framework:** Un Framework es un esquema o patrón que nos ofrece un entorno genérico para escribir código en un lenguaje concreto. Dicho de otra forma, con un framework nos encontramos un entorno de trabajo, que nos ofrece una forma estándar de trabajar. Lo más habitual es usar el paradigma MVC, es decir, Modelo-Vista-Controlador. (lenguajesdeprogramacion,2019).

**Órgano:** En anatomía, un órgano es el conjunto de tejidos que realizan alguna función específica. Un órgano está formado por distintas clases de tejidos como pueden ser músculos o membranas. (ecured,2019).

**Procuramiento:** La donación de órganos es un acto voluntario, altruista y gratuito, mediante el cual una persona o su familia (como representante) deciden “donar” los órganos, para que sean extraídos del cuerpo e implantados en otra persona. (minsal,2019).

**Receptor:** personas que reciben un trasplante de un órgano o tejido con fines terapéuticos llamados de aquí en adelante “receptores” (Asamblea legislativa de Costa Rica ley 9222, 2014).

**Sistema de información:** Cuando se habla de un sistema de información (SI) se refiere a un conjunto ordenado de mecanismos que tienen como fin la administración de datos y de información, de manera que puedan ser recuperados y procesados fácil y rápidamente. (Conceptode, 2019).

**Tejido:** El término tejido se refiere a un grupo de células similares. Al estar formado por una combinación de células iguales, un tejido tiene la misma función en cualquier parte del cuerpo. La unión entre tejidos da forma a los diferentes órganos. (biopedia,2019)

**Trasplante:** “El procedimiento médico mediante el cual se extraen tejidos de un cuerpo humano y se reimplantan en otro cuerpo humano, con el propósito de que el tejido trasplantado realice en su nueva localización la misma función que realizaba previamente”. (Fuenzalida-Puelma, H. L., 1990).

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Antecedentes .....</b>	<b>14</b>
Misión .....	14
Visión .....	15
Principios filosóficos .....	15
Valores .....	16
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3 Justificación.....</b>	<b>23</b>
<b>1.4 Objetivos del Proyecto.....</b>	<b>24</b>
1.4.1 Objetivo general .....	24
1.4.2 Objetivos específicos .....	24
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Áreas de conocimiento .....</b>	<b>31</b>
Bases de Datos.....	31
Sistemas de información .....	31
Administración de proyectos .....	31
Lenguajes de programación .....	31
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Proceso de investigación.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Población y muestra .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Descripción de instrumentos.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 Procedimientos para analizar la información del diagnóstico .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Diagnóstico.....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Beneficios de utilizar BPM.....	39
<b>4.1.2 Estudio de viabilidad .....</b>	<b>40</b>
4.1.3 Factibilidad técnica .....	41

4.1.4 Factibilidad económica.....	44
4.1.5 Factibilidad legal .....	45
4.1.6 Prototipo .....	46
<b>4.2 Propuesta de solución .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.1 Proceso macro donación y trasplantes.....</b>	<b>49</b>
4.2.1.1 Objetivo .....	49
4.2.1.2 Definiciones .....	50
4.2.1.3 Alcance .....	50
4.2.1.4 Responsabilidad.....	50
4.2.1.5 Diagrama de flujo. ....	51
4.2.1.6 Descripción de los pasos .....	51
4.1.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	52
<b>4.2.2 Proceso autenticación e identificación de roles .....</b>	<b>52</b>
4.2.2.1 Objetivo .....	53
4.2.2.2 Definiciones .....	53
4.2.2.3 Alcance .....	53
4.2.2.4 Responsabilidad.....	53
4.2.2.5 Diagrama de flujo .....	54
4.2.2.6 Descripción de los pasos .....	54
4.2.2.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	55
<b>4.3 Subproceso donantes inclusión y registro .....</b>	<b>56</b>
4.2.3.1 Objetivo .....	56
4.2.3.2 Definiciones .....	56
4.2.3.3 Alcance .....	56
4.2.3.4 Responsabilidad.....	56
4.2.3.5 Diagrama de flujo .....	57
4.2.3.6 Descripción de los pasos .....	58
4.2.3.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	58
<b>4.2.4 Subproceso donantes entrevista familiar donante cadavérico .....</b>	<b>60</b>
4.2.4.1 Objetivo .....	60
4.2.4.2 Definiciones .....	60
4.2.4.3 Alcance .....	61
4.2.4.4 Responsabilidad.....	61

4.2.4.5 Diagrama de flujo .....	61
4.2.4.6 Descripción de los pasos .....	62
4.2.4.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	62
<b>4.2.5 Subproceso donantes comprobación gabinete de exámenes .....</b>	<b>65</b>
4.2.5.1 Objetivo .....	65
4.2.5.2 Definiciones .....	65
4.2.5.3 Alcance .....	65
4.2.5.4 Responsabilidad.....	65
4.2.5.5 Diagrama de flujo .....	66
4.2.5.6 Descripción de los pasos .....	66
4.2.5.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	67
<b>4.2.6 Subproceso donantes verificación pre salida .....</b>	<b>67</b>
4.2.6.1 Objetivo .....	67
4.2.6.2 Definiciones .....	67
4.2.6.3 Alcance .....	67
4.2.6.4 Responsabilidad.....	68
4.2.6.5 Diagrama de flujo .....	68
4.2.6.6 Descripción de los pasos .....	69
4.2.6.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	69
<b>4.2.7 Subproceso donantes verificación de muerte encefálica.....</b>	<b>71</b>
4.2.7.1 Objetivo .....	71
4.2.7.2 Definiciones .....	71
4.2.7.3 Alcance .....	71
4.2.7.4 Responsabilidad.....	71
4.2.7.5 Diagrama de flujo .....	72
4.2.7.6 Descripción de los pasos .....	72
4.2.7.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	73
<b>4.2.8 Subproceso donantes verificación de datos de extracción .....</b>	<b>75</b>
4.2.8.1 Objetivo .....	75
4.2.8.2 Definiciones .....	75
4.2.8.3 Alcance .....	75
4.2.8.4 Responsabilidad.....	75
4.2.8.5 Diagrama de flujo .....	76



4.2.8.6 Descripción de los pasos .....	76
4.2.8.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	77
<b>4.2.9 Subproceso donantes verificación de datos de transporte, etiquetado y embalaje .....</b>	<b>80</b>
4.2.9.1 Objetivo .....	80
4.2.9.2 Definiciones .....	80
4.2.9.3 Alcance .....	80
4.2.9.4 Responsabilidad.....	80
4.2.9.5 Diagrama de flujo .....	81
4.2.9.6 Descripción de los pasos .....	82
4.2.9.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	82
<b>4.2.10 Subproceso donantes reporte final donante cadavérico Ministerio Salud .....</b>	<b>83</b>
4.2.10.1 Objetivo .....	83
4.2.10.2 Definiciones .....	83
4.2.10.3 Alcance .....	83
4.2.10.4 Responsabilidad .....	83
4.2.10.5 Diagrama de flujo .....	84
4.2.10.6 Descripción de los pasos .....	84
4.2.10.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	85
<b>4.2.11 Subproceso receptores ingreso de órganos o tejidos .....</b>	<b>86</b>
4.2.11.1 Objetivo .....	86
4.2.11.2 Definiciones .....	86
4.2.11.3 Alcance .....	86
4.2.11.4 Responsabilidad .....	86
4.2.11.5 Diagrama de flujo (Este es una muestra del procedimiento). .....	87
4.2.11.6 Descripción de los pasos .....	88
4.2.11.7 Prototipo mediante stack MEAN.....	89
<b>4.2.12 Subproceso trasplantes asociación de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón .....</b>	<b>92</b>
4.2.12.1 Objetivo .....	92
4.2.12.2 Definiciones .....	92
4.2.12.3 Alcance .....	92
4.2.12.4 Responsabilidad .....	92

4.2.12.5 Diagrama de flujo (Este es una muestra del procedimiento) .....	93
4.2.12.6 Descripción de los pasos .....	93
4.2.12.7 Prototipo mediante stack MEAN .....	94
<b>4.3 Validación de la propuesta .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>5.1 Conclusiones .....</b>	<b>98</b>
<b>5.2 Limitaciones .....</b>	<b>99</b>
<b>5.3 Recomendaciones .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>105</b>
<b>Acta sesión de presentación del sistema .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 2 .....</b>	<b>105</b>
<b>Resultados encuesta web .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 3 .....</b>	<b>108</b>

## Tablas

TABLA 1 REGULACIÓN DE DONACIÓN Y TRASPLANTE DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN AMÉRICA.....	19
TABLA 2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN REFERENTES AL PROCESO DE DONACIÓN Y TRASPLANTE DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN AMÉRICA LATINA .....	29
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS EQUIPO DE COMPUTO DESARROLLO Y PRUEBAS .....	41
TABLA 4 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO .....	42
TABLA 5 COSTO APROXIMADO DE SALARIOS .....	45

## Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 CICLO DE VIDA DEL BPM .....	40
ILUSTRACIÓN 2 MÓDULOS PRINCIPALES DEL PROTOTIPO DE SISTEMA TRASPLANTES.....	47
ILUSTRACIÓN 3 PANTALLA HOME DEL SISTEMA DE TRASPLANTES .....	52
ILUSTRACIÓN 4 AUTENTICACIÓN .....	55

ILUSTRACIÓN 5 REGISTRO PROFESIONALES .....	56
ILUSTRACIÓN 6 PANTALLA BÚSQUEDAS DE PACIENTES SIAC (SISTEMA INSCRIPCIÓN, AGENDAS Y CITAS CCSS) .....	59
ILUSTRACIÓN 7 PANTALLA FORMULARIO INGRESO DE DONANTES .....	59
ILUSTRACIÓN 8 PANTALLA GRÁFICA CANTIDAD DE DONANTES POR TIPO .....	60
ILUSTRACIÓN 9 PANTALLA REGISTRO ENTREVISTA FAMILIAR DONANTE CADAVERÍCO .....	62
ILUSTRACIÓN 10 PANTALLA NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA VÍA CORREO ELECTRÓNICO AL MS .....	63
ILUSTRACIÓN 11 PANTALLA NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA VÍA SMS AL MS .....	64
ILUSTRACIÓN 12 PANTALLA FORMULARIO COMPROBACIÓN GABINETE DE EXÁMENES .....	67
ILUSTRACIÓN 13 PANTALLA VERIFICACIÓN PRE SALIDA (EVISCERACIÓN) .....	69
ILUSTRACIÓN 14 PANTALLA REPORTE PDF VERIFICACIÓN PRE SALIDA (EVISCERACIÓN) .....	70
ILUSTRACIÓN 15 PANTALLA FORMULARIO VERIFICACIÓN MUERTE ENCEFÁLICA .....	73
ILUSTRACIÓN 16 PANTALLA ADJUNTO DE ARCHIVOS MEDIANTE GRIDFS DE MONGODB .....	74
ILUSTRACIÓN 17 PANTALLA REPORTE PDF VERIFICACIÓN MUERTE ENCEFÁLICA .....	74
ILUSTRACIÓN 18 PANTALLA DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE ADJUNTO DE FOTOS GRIDFS DE MONGODB .....	77
ILUSTRACIÓN 19 PANTALLA FORMULARIO VERIFICACIÓN INJERTO RENAL .....	78
ILUSTRACIÓN 20 PANTALLA REPORTE PDF VERIFICACIÓN INJERTO RENAL .....	79
ILUSTRACIÓN 21 PANTALLA FORMULARIO TRANSPORTE Y ETIQUETADO DE ÓRGANOS Y TEJIDOS .....	82
ILUSTRACIÓN 22 PANTALLA REPORTE FINAL DONANTE CADAVERÍCO MINISTERIO DE SALUD .....	85
ILUSTRACIÓN 23 PANTALLA REPORTE PDF REPORTE FINAL MINISTERIO DE SALUD DONANTE CADAVERÍCO .....	85
ILUSTRACIÓN 24 PANTALLA EJEMPLO WIZARD COMPLETO DE PROCESOS DE DONANTE CADAVERÍCO .....	86
ILUSTRACIÓN 25 PANTALLA INGRESO DE RECEPTORES POR ÓRGANO O TEJIDO .....	90
ILUSTRACIÓN 26 PANTALLA CÁLCULO AUTOMÁTICO DE PRIORIZACIÓN EN LISTA DE ESPERA DE RIÑÓN .....	90
ILUSTRACIÓN 27 PANTALLA CÁLCULO AUTOMÁTICO DE PRIORIZACIÓN EN LISTA DE ESPERA DE CórNEA .....	90
ILUSTRACIÓN 28 PANTALLA CÁLCULO AUTOMÁTICO DE PRIORIZACIÓN EN LISTA DE ESPERA DE HÍGADO .....	91
ILUSTRACIÓN 29 PANTALLA GRÁFICA CANTIDAD TOTAL DE RECEPTORES POR ÓRGANO O TEJIDO .....	91
ILUSTRACIÓN 30 PANTALLA FORMULARIO ASOCIACIÓN DE DONANTE VIVO RIÑÓN CON RECEPTOR RIÑÓN .....	94
ILUSTRACIÓN 31 DEMO PROTOTIPO .....	95

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

---

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En nuestro país se cuenta con un sistema de salud pública único a nivel de Latinoamérica y el Caribe a cargo de la Caja Costarricense de Seguro Social. La caja fue fundada el 1 de noviembre de 1943 mediante la ley número 171, con cuatro principios filosóficos: universalidad, solidaridad, obligatoriedad e igualdad.

La Caja Costarricense de Seguro Social cuenta con un proceso de donación y trasplantes de órganos y tejidos regulado mediante la Ley No. 9222 de 13 de marzo de 2014, publicada en La Gaceta No. 76 de 22 de abril de 2014 "Ley de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos", mediante normas y procedimientos aplicables a la donación, extracción, preparación, seguimiento, transporte, distribución y trasplante de órganos, tejidos para fines terapéuticos, siendo el ente rector de este proceso el Ministerio de Salud, el mismo es un Ministerio gubernamental que regula tanto el sector privado como el sector público por lo que es el encargado de autorizar a los centros de salud y profesionales de salud para la realización y participación en el proceso mediante la Secretaría Ejecutiva Técnica de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos.

Actualmente la Caja carece de algún mecanismo que facilite el ordenamiento y automatización de los procesos para la donación y trasplante de órganos y tejidos, lo cual podría dar cabida a malas prácticas que comprometan la credibilidad de los actores y su gestión diaria, y está carencia de mecanismos dificulta el poder comprobar los niveles de transparencia y rendición de cuentas. Esto es realmente preocupante para un tema tan sensible a nivel nacional y mundial eventualmente por la urgencia y demanda de posibles compradores de órganos y tejidos para el tráfico de personas, órganos y/o tejidos.

Para el presente trabajo se realizó la elaboración de un mecanismo mediante la metodología BPM (Business Process Management ) el cual permite una alternativa de ordenamiento de los procesos, la detección de actores y responsables en cada una de las etapas y la ejemplificación mediante un prototipo funcional basado en tecnologías web la cual sugiere el uso de este mecanismo como estrategia para solventar la problemática y como una gran opción para la coordinación nacional de donación y trasplante de órganos y tejidos. No obstante, la implementación a nivel nacional de esta metodología está sujeta a

la autorización por parte de las gerencias competentes de la institución, es claro que la etapa siguiente podría ser un proceso lento, pero que se espera en algún momento se establezca como una prioridad permitiendo la mejora paulatina del proceso macro.

## **1.1 Antecedentes**

La Caja Costarricense de Seguro Social es una institución autónoma creada el 1 de noviembre de 1941 mediante Ley N° 17 durante la administración del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia. Actualmente cuenta con un régimen de pensiones, 29 hospitales y 108 áreas de salud distribuidas en todo el país (Caja Costarricense de Seguro Social, 2018).

### ***Misión***

“Proporcionar los servicios de salud en forma integral al individuo, la familia y la comunidad, y otorgar la protección económica, social y de pensiones, conforme la legislación vigente, a la población costarricense, mediante: El respeto a las personas y a los principios filosóficos de la CCSS: Universalidad, Solidaridad, Unidad, Igualdad, Obligatoriedad, Equidad y Subsidiaridad.

1. El fomento de los principios éticos, la mística, el compromiso y la excelencia en el trabajo en los funcionarios de la Institución.

2. La orientación de los servicios a la satisfacción de los clientes.

3. La capacitación continua y la motivación de los funcionarios.

4. La gestión innovadora, con apertura al cambio, para lograr mayor eficiencia y calidad en la prestación de servicios.

5. El aseguramiento de la sostenibilidad financiera, mediante un sistema efectivo de recaudación. 6. La promoción de la investigación y el desarrollo de las ciencias de la salud y de la gestión administrativa.”

## ***Visión***

“Ser una Institución articulada, líder en la prestación de los servicios integrales de salud, de pensiones y prestaciones sociales en respuesta a los problemas y necesidades de la población, con servicios oportunos, de calidad y en armonía con el ambiente humano.”

## ***Principios filosóficos***

### a. Equidad

Pretende una verdadera igualdad de oportunidades para que todos los ciudadanos puedan ser atendidos en el sistema nacional de salud, de una manera oportuna, eficiente y de buena calidad.

### b. Igualdad

Propicia un trato equitativo e igualitario para todos los ciudadanos sin excepción.

### c. Obligatoriedad

Es la contribución forzosa del Estado, patronos y trabajadores, a fin de proteger a éstos contra los riesgos de enfermedad, invalidez, maternidad, vejez, muerte y demás contingencias que la ley determine.

### d. Solidaridad

Cada individuo contribuye económicamente en forma proporcional a sus ingresos para el financiamiento de los servicios de salud que otorga la CCSS. Subsidiariedad Es la contribución solidaria del Estado para la universalización del seguro social en su doble condición (patrono y Estado). Se crearán a favor de la CCSS, rentas suficientes para atender las necesidades actuales y futuras de la institución, en caso de déficit en algunos de los regímenes, el Estado lo asumirá. Unidad Es el derecho de la población de recibir una atención integral en salud, para su protección contra los riesgos de enfermedad, maternidad, invalidez, vejez y muerte, mediante una institución que administra en forma integral y coordinada los servicios.

### e. Universalidad

Garantiza la protección integral en los servicios de salud, a todos los habitantes del país sin distinción de ninguna naturaleza.

## *Valores*

- a. Compromiso.
- b. Dignidad.
- c. Empatía.
- d. Excelencia.
- e. Honestidad.
- f. Integridad.
- g. Lealtad.
- h. Respeto.
- i. Responsabilidad” (Caja Costarricense de Seguro Social, 2019).

A la fecha la Caja Costarricense de Seguro Social ha invertido recursos en optimizar los servicios que brinda mediante la estandarización de procesos que permitan la automatización de procesos, ejemplo de esto son los avances en materia de expediente digital para el primer nivel de atención en los que se ubican los Ebais y clínicas pequeñas, junto con la incorporación paulatina de este expediente al segundo y tercer nivel de atención (clínicas especializadas y hospitales respectivamente). Otra tarea importante que cumple esta emblemática institución es la referente al proceso de donación y trasplantes de órganos y tejidos en Costa Rica.

El trasplante de órganos es una técnica quirúrgica que ha pasado de ser una técnica experimental a ser una práctica rutinaria, la cual se ha ido perfeccionando tanto en los procedimientos de extracción, conservación e implantación como en su regulación a nivel de Centroamérica y el mundo (Cantalejo,2016).

Los trasplantes de órganos son actualmente alternativas de tratamiento para un creciente número de enfermedades y otros padecimientos considerados terminales según se define en la Ley 9222 de Costa Rica.

Los aspectos de orden bioético han tenido una relevancia particular desde los inicios, principalmente en la definición de criterios de muerte y en las condiciones óptimas para la realización de los trasplantes. Esta problemática sigue siendo un foco de atención universal, principalmente en lo referente a equidad en el acceso a trasplante, criterios de asignación de



órganos de donante fallecido, seguridad en el donante vivo, riesgo de prácticas de comercialización, acceso equitativo a fármacos inmunosupresores de alta calidad y legislación sobre trasplantes de órganos. (Baquero, A., & Alberú, J, 2011).

En Costa Rica el proceso de donación y trasplantes de órganos y tejidos es regulado mediante la ley N°9222 siendo el ente rector de este proceso el Ministerio de Salud, el cual se encarga de autorizar a los centros de salud y profesionales de salud para la realización y participación en el proceso como tal. Este ministerio cuenta con la Secretaría Ejecutiva Técnica de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos, que funge como el ente rector del proceso, encargado de velar por el cumplimiento de lo estipulado en esta ley y, por lo tanto, lo referente a la donación, extracción, preparación, distribución, transporte y utilización de órganos y tejidos humanos para fines terapéuticos.

Por su parte, la Caja Costarricense de Seguro Social cuenta con una coordinación nacional de donación y trasplantes liderada por el Dr. Marvin Enrique Agüero Chinchilla al momento de está investigación, así como de un coordinador hospitalario por cada uno de sus 29 hospitales, estos últimos se encargan de monitorear las unidades de cuidados intensivos y servicios de emergencias con el fin de detectar pacientes en estado de salud neurocrítico que sean posibles donantes cadavéricos. También existe un equipo interdisciplinario de alrededor de 1000 profesionales de la salud autorizados que llevan a cabo cada una de las etapas del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos; detección de posibles donantes, acompañamiento a las familias, diagnóstico de muerte, evisceración, embalaje, transporte, almacenamiento y mantenimiento de órganos y tejidos, cirugías trasplantadoras, entre otras tareas aunadas al proceso en cuestión.

Para llevar a cabo un trasplante, el primer paso a seguir es la detección del potencial donante tras diagnosticar la muerte cerebral del paciente en ciertos hospitales y clínicas capaces de generar donantes es tarea del coordinador hospitalario una detección temprana.

Posterior a ello se activa el sistema de procuramiento, en el que la Coordinación Nacional de Trasplantes ya informada comienza el proceso de identificación del posible receptor del órgano o tejido. En el caso de Costa Rica, los encargados de esto son el Ministerio de Salud y la coordinación nacional de trasplantes de la Caja Costarricense de Seguro Social.

Luego siguiendo con los pasos se verifica que el paciente tiene muerte neurocrítica (dictamen médico especialista), después de la verificación de muerte encefálica se entrevista a la familia del posible donante con el fin de comprobar la voluntad de los familiares en ofrecer los órganos y tejidos para donación. Si la respuesta es positiva, comienza el proceso para identificar en la lista de espera, según priorización, a los receptores compatibles y se le informa al paciente receptor de que será trasplantado, dándole una fecha y hora para la intervención quirúrgica.

De la misma manera, inicia el procuramiento de órganos, en que el equipo de cirujanos debe llegar hasta el centro médico donde está el donante, extraer los órganos y en condiciones especiales de conservación trasladarlos hasta los centros de trasplante donde se encuentra el receptor. Finalmente, se realiza el procedimiento quirúrgico (Cooperativa.cl, 2016).

Estos procesos normalmente son regulados mediante normativas de gobierno, la Tabla I presenta los entes rectores para ciertos países de América donde cuentan con lineamientos en cuanto a donación y trasplante de órganos y tejidos.

Tabla 1 Regulación de donación y trasplante de órganos y tejidos en América

País	Entidades reguladoras
Costa Rica	Secretaría Ejecutiva Técnica de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos, Ministerio de salud
Argentina	Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante
Bolivia	Comisión Coordinadora Nacional de Trasplantes de Órganos y Tejidos de Bolivia
Brasil	Brazilian Organ Transplant Association
Canadá	The Canadian Association of Transplantation
Chile	Corporación Nacional de Trasplantes de Chile
Colombia	Red de Donación y Trasplante: Instituto Nacional de Salud
Cuba	Grupo de Coordinación Nacional de Trasplantes
México	Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA)
Paraguay	Instituto Nacional de Ablación y Trasplante (INAT)
Perú	Organización Nacional de Donación y Trasplantes (ONDT)
Estados Unidos	United Network for Organ Sharing
Uruguay	Instituto Nacional de Donación y Trasplante de Células, Tejidos y Órganos (INDT)
Venezuela	Sistema de Procura de Órganos y Tejidos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla I varios países del continente americano cuentan con lineamientos para este proceso. No obstante, en cuanto al ordenamiento mediante un mecanismo que permita que el proceso sea más justo y oportuno en donación y trasplante de órganos y tejidos a nivel internacional, solamente existen escasos intentos, por ejemplo,

SINTRA que responde al Sistema Nacional de Información de Procuración y Trasplante de la República de Argentina (INCUCAI - Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante, 2018); CENATRA que corresponde al Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (Centro Nacional de Trasplantes, 2018) en México, en lo que respecta a los demás países anteriormente citados ninguno cuenta con un mecanismo real de automatización de información que asocie los procesos de donación y trasplante de órganos y tejidos a un sistema de salud pública.

Para el caso de Costa Rica en el tema de donación y trasplante de órganos no existe ningún mecanismo que ordene, simplifique y automatice el proceso, por lo que las actividades y tareas se realizan de forma manual mediante formularios llenados a mano y sin una estandarización ni control real en los procesos.

A enero 2019 existen alrededor de 2500 registros de pacientes esperando por un trasplante de órgano o tejido; con un crecimiento estándar de 250 receptores por año, según comentó el Dr. Agüero Coordinador institucional<sup>1</sup>.

En cuanto al apoyo tecnológico la Caja Costarricense de Seguro Social carece de un mecanismo de automatización que englobe todas las actividades que realizan estos profesionales, lo que hace que los mismos carezcan de información estandarizada, detallada y veraz para justificar la gestión diaria en el ejercicio de sus labores profesionales.

Este proyecto por tanto propone un mecanismo de estandarización y automatización del proceso como una posible alternativa para la gestión, ordenamiento en materia de donación y trasplantes de órganos y tejidos, permitiendo la documentación de los procesos y de sus actores. Además, como parte de la comprobación e implementación del mecanismo se propuso el desarrollo de un prototipo de sistema de información que utilizó tecnologías web reactivas dado a que estas permiten la actualización de la información en tiempo real dando al usuario una experiencia agradable y transparente en todo momento.

El proyecto se ampara bajo los estándares del centro de gestión informática de la gerencia médica de la CCSS, el cual se rige bajo los reglamentos generales de la institución,

---

<sup>1</sup> Información obtenida mediante consulta telefónica 15 de marzo del 2019

la confidencialidad y seguridad máxima de los datos sensibles de la empresa y mantiene el respeto entre otros valores institucionales para con los usuarios y el personal de salud asociado.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad existen alrededor de 1000 profesionales de distintas ramas de la salud participantes en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social los cuales realizan sus labores de forma manual y rudimentaria, por lo que requieren de un mecanismo que permita ordenar, justificar y documentar su gestión diaria.

Al momento de realizar el estudio, la Caja Costarricense de Seguro Social y específicamente el Hospital San Vicente de Paúl no cuenta con ningún mecanismo que permita la estandarización y automatización para el control y gestión de los procesos de donación y trasplante de órganos y tejidos. Lo anterior ocasiona una serie de problemas de índole social debido a atrasos en listas de espera de personas que reciben un trasplante de un órgano o tejido con fines terapéuticos llamados de aquí en adelante “receptores” (Asamblea legislativa de Costa Rica ley 9222, 2014) y la gestión de potenciales donantes personas que ceden sus órganos o tejidos con el fin de brindar o mejorar la calidad de vida a otras personas.

Aunado a este déficit de control de procesos y manejo de la información, existe una gran controversia en la rendición de cuentas y niveles de transparencia de los procesos, dado a que no se cuenta con un mecanismo de automatización que permita la fiscalización y control de estos órganos y tejidos de manera ágil, eficiente y transparente, ni mucho menos un ordenamiento adecuado de los mismos. En esta línea, se han presentado casos de tráfico internacional de órganos y trata de personas en la institución en la que se vio involucrado personal de salud y se condenó a un médico según se indica en la nación del 04 de diciembre del 2017: “El médico especialista en Nefrología, Francisco José Mora Palma, de 68 años, deberá descontar 12 años de prisión como responsable del delito de trata de personas con fines de extracción ilícita de órganos, sentencia 989-2017”, esto sin duda alguna aumenta la

necesidad de un mecanismo de estandarización de procesos y control de los mismos, este proyecto propone mediante el uso de la tecnología y modelado de procesos una alternativa para atenuar esta problemática, en busca de aumentar los niveles de transparencia y rendición de cuentas de los funcionarios participantes en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos de órganos la misma busca contribuir en la obtención de un ambiente de tranquilidad y satisfacción para todo el personal participante gracias a la documentación oportuna de la gestión diaria.

Por otro lado, según se indica en el diario La Nación del 24 de julio del 2013 “Los órganos de un solo donador cadavérico le pueden salvar la vida a diez personas. Lamentablemente, la falta de organización en materia de trasplantes en el país es la causa de que tejidos, células y órganos de muertos se desperdicien”, precisamente la dotación del mecanismo propuesto permitirá la divulgación de datos en tiempo real entre los distintos centros de salud de la Caja Costarricense de Seguro Social y el ente rector Ministerio de Salud aportando datos para la toma oportuna de decisiones.

Sin embargo, en el modelo que se ha venido desarrollando en la Caja para poner en práctica esa política, se reconocen todas las deficiencias en este campo: no hay un programa informático para llevar estadísticas, no hay forma de pago a los grupos de profesionales para que no se pierdan los potenciales donadores, no hay más que una unidad programática con presupuesto y dedicación a trasplantes en todo el Seguro Social, y toda la incipiente coordinación institucional depende de una persona quien asesora a la Gerencia Médica (La Nación, 2015).

El único presupuesto para trasplantes que dedica la CCSS en todo el país es para una sola unidad: la unidad de trasplante de hígado del Hospital México. Es decir, para la Junta Directiva y la Gerencia Médica (desde el punto de vista de soporte financiero) solo existe un trasplante: hígado, y solo un hospital: el México, sin ser vigilantes de los resultados, la producción y el costo-beneficio de esta actividad en este y los otros centros (La Nación, 2015).

Como parte de la comprobación de la problemática se realizó una encuesta web a los coordinadores hospitalarios mediante la herramienta Google Forms la cual tuvo como objetivo el determinar las distintas problemáticas entorno al proceso de donación y

trasplantes en la Caja Costarricense de Seguro Social, la misma dio como resultado un descontrol y la falta de estandarización de procesos que actualmente presenta la institución para lo referente a donación y trasplante de órganos y tejidos, para más detalles dirigirse al Anexo 2.

También se logró determinar la difícil labor de los coordinadores hospitalarios ya que actualmente son los que se encargan de realizar la comunicación con los equipos trasplantadores por lo que en muchos casos se pierden los órganos y tejidos por la tardanza en detecciones y o tiempo en contactarse con estos equipos.

En resumen, se encontró que no existe en la actualidad ningún mecanismo ni manual ni automático que documente la gestión diaria de los funcionarios participantes en el proceso, por lo que los niveles de transparencia y control de cuentas se ven expuestos a la manipulación y malas prácticas como lo son el tráfico de órganos y trata de personas, así se evidencia en las últimas publicaciones de la Nación del 19 de Noviembre del 2019, el cual dice “La investigación se inició el 9 de agosto y se sigue bajo el expediente 19-023036-0042-PE. Está a cargo de la Fiscalía Adjunta contra la Trata de Personas. Entre las anomalías que han salido a la luz pública está el desperdicio de riñones de donantes cadavéricos.

Finalmente, la inexistencia de este mecanismo provoca que la extracción de órganos y tejidos, se vuelve un proceso lento y laborioso, generando angustia tanto para las familias como para los equipos de trasplantes que mantienen el donante, provocando inclusive la fuga de receptores.

### **1.3 Justificación**

Esta investigación es una iniciativa de propuesta de un mecanismo que permita la estandarización y automatización de los procesos del Sistema Nacional de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos en aras de contribuir a ordenar los procesos principales, caracterizado en este caso como un proyecto país que busca contribuir con los ciudadanos y como apoyo a los profesionales de la salud en su gestión diaria.

Este proyecto analiza y establece los procesos principales de donación y trasplante de órganos y tejidos, de este modo propone una forma de automatizar los procesos de forma fácil y rápida mediante modelado BPM, el uso de tecnologías web, y para este caso en particular utilizando el stack MEAN para el prototipo de sistema dado a que este ofrece grandes ventajas como lo son la elaboración rápida del prototipo porque se utiliza un mismo lenguaje de programación para cada uno de los componentes tanto del lado del servidor de aplicación como de la interfaz de usuario, además ofrece una interfaz muy agradable y flexible para el usuario final, permitiendo, además, el reflejo de las actividades a nivel nacional y de toda la variedad de trasplantes que la institución brinda a la población costarricense. No obstante, cabe mencionar que se puede utilizar cualquier otra tecnología para el desarrollo del sistema si la gerencia así lo estableciera, pero para el caso de esta investigación se eligió este por las ventajas antes mencionadas.

Finalmente, este proyecto aporta satisfacción y realización personal dado a que al ser un proyecto de interés país permite devolver un aporte a la sociedad y al sector salud de Costa Rica que tanto nos ha dado a todos los costarricenses.

## **1.4 Objetivos del Proyecto**

### **1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar un mecanismo que permita la gestión de las tareas principales para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social automatizados a través de herramientas digitales y el uso de tecnologías web reactivas.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- ✓ Analizar el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos que realiza la Caja Costarricense de Seguro Social para la construcción del mecanismo.
- ✓ Plantear un mecanismo para la asignación de órganos o tejidos a receptores en lista de espera.
- ✓ Plantear un mecanismo de registro y alerta de potenciales donantes de órganos y/o tejidos.



- ✓ Comprobar el mecanismo mediante la construcción de un prototipo funcional que sirva de ejemplo y herramienta de apoyo para los dueños de la regla de negocio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

---

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

La historia de los trasplantes de órganos tiene una larga trayectoria llena de errores y aciertos, en la cual se evidencia la capacidad del ser humano de reinventarse y del esfuerzo en su máxima expresión. Los médicos y científicos desde la antigüedad han dedicado sus vidas para solventar problemas médicos y descifrar los misterios del cuerpo humano. Lo que antes se concebía como pura ciencia ficción como la reconstrucción de tejidos, los trasplantes de corazón e incluso los trasplantes de extremidades ahora en pleno siglo XXI son una realidad tangible, lo que representa esperanza y muchas veces la única solución para millones de personas quienes dependen de un trasplante. Los nuevos horizontes donde la ciencia médica espera aterrizar son cada vez más cercanos como la fabricación de órganos en laboratorios, eliminando así la necesidad de contar con donantes. (Rodríguez Chávez, V. S, 2018).

Durante los últimos años, el mundo ha presenciado grandes avances en tecnología de trasplante de órganos, definido como “el procedimiento médico mediante el cual se extraen tejidos de un cuerpo humano y se reimplantan en otro cuerpo humano, con el propósito de que el tejido trasplantado realice en su nueva localización la misma función que realizaba previamente”. (Fuenzalida-Puelma, H. L., 1990).

Los trasplantes de órganos son actualmente alternativas de tratamiento para un creciente número de enfermedades, consideradas terminales. Los aspectos de orden bioético han tenido una relevancia particular desde los inicios, principalmente en la definición de criterios de muerte y en las condiciones óptimas para la realización de los trasplantes, así como el acceso oportuno de la información en los centros de salud. Esta problemática sigue siendo un foco de atención universal, principalmente en lo referente a equidad en el acceso a trasplante, criterios de asignación de órganos de donante fallecido, seguridad en el donante vivo, riesgo de prácticas de comercialización, acceso equitativo a fármacos inmunosupresores de alta calidad y legislación sobre trasplantes de órganos. Esta problemática tiene rasgos particulares en la región de América Latina y el Caribe, la cual carece de estandarización de y automatización de la información, permitiendo con ello malas prácticas en el tema, con niveles muy bajos de transparencia de procesos por la

descentralización que provoca la gestión manual y en papel del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

Los grandes avances logrados en la tecnociencia en el transcurso de las últimas seis décadas han permitido que los trasplantes de órganos se hayan convertido en alternativas óptimas de tratamiento para un número cada vez mayor de pacientes con insuficiencias orgánicas no reversibles. La posibilidad de ofrecer estos procedimientos a los pacientes ha requerido actos de gran generosidad y altruismo por parte de los donantes y de sus familiares. (Baquero, A., & Alberú, J, 2011).

No obstante, la revisión de la literatura demuestra que para el caso de América latina y el Caribe no existe ningún mecanismo o sistema de información que automatice todos los procesos realizados por los profesionales de salud asociados a la donación y trasplante de órganos y tejidos. Solamente México con CENATRA y Argentina con SINTRA poseen un registro de lista de espera de receptores (personas que esperan por un órgano o tejido), más no pasan de ser una lista de espera digitalizada con información general de los establecimientos de salud autorizados para el proceso (ver Tabla 3).

Para el caso de Costa Rica, el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos se realiza de forma manual con el apoyo de formularios en papel los cuales se distribuyen entre los 29 hospitales ubicados alrededor del territorio nacional, y algunos otros procedimientos no estandarizados realizados en forma particular para cada centro de salud.

Tabla 2 Sistemas de información referentes al proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en América Latina

CENATRA (México)	SINTRA (Argentina)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información al público en general.</li> <li>2. Registro de donador voluntario.</li> <li>3. Un sistema que almacena:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Información general de los establecimientos autorizados.</li> <li>b) El registro de los profesionales de la salud.</li> <li>c) La integración de comités y subcomités de trasplantes.</li> <li>d) Programas activos.</li> <li>e) Lista de espera.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Registro Nacional de Insuficiencia Renal Crónica Terminal (IRCT)</li> <li>2. Listas de pacientes en espera de órganos y tejidos</li> <li>3. Registro Nacional de donantes de órganos y tejidos.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que la Caja Costarricense de Seguro Social ha venido invirtiendo considerablemente en la automatización de sus procesos principales de atención al paciente y específicamente con la incorporación del expediente digital único en salud (EDUS) el cual se encuentra en un 95% según las mismas autoridades, no se ha invertido ningún esfuerzo para automatizar el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos, por lo que actualmente las tareas de los profesionales en salud para este proceso son de forma manual y rudimentaria.

Con la incorporación de un mecanismo de estandarización de procesos BPM para la gestión que incluya nuevas tecnologías web reactivas y específicamente del stack MEAN se logra dar un valor agregado a este tema de interés nacional.

El stack MEAN por sus siglas en inglés consiste en la incorporación de las siguientes herramientas de desarrollo como alternativa de solución:

### **MongoDB**

En términos generales es una base de datos nosql, esto quiere decir que no es relacional de este modo se maneja basado en colecciones de datos basado en objetos, su estructura es en Json (tipo de modelado de datos web similar al xml) dentro de su estructura.

Es una base de datos potente, rápida se puede usar cuando procesamos grandes volúmenes de datos, y para usarla en estos casos también cuando tenemos alta concurrencia.

### **Express**

Es sin duda el framework (entorno de trabajo o marco de trabajo es un conjunto estandarizado de conceptos) más conocido de node.js, además es robusto, rápido, flexible, simple y nos abstrae de las funcionalidades de nodejs.

### **Angular**

Es un framework de desarrollo para JavaScript creado por Google. La finalidad de Angular es facilitarnos el desarrollo de aplicaciones web de una sola página (SPA por sus siglas en inglés) y además darnos herramientas para trabajar con los elementos de una web de una manera más sencilla, óptima y de desarrollo rápido.

### **Nodejs**

Es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor (pero no limitándose a ello) basado en el lenguaje de programación ECMAScript, asíncrono, con entrada y salida de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor V8 de Google.

Una ventaja de utilizar MEAN, es que tanto la programación del lado del cliente como del lado del servidor e incluso la base de datos, se trabaja con el mismo lenguaje: JavaScript. Esto permite la capacidad de pasar de una plataforma a otra sin tener que cambiar el léxico o la sintaxis, a la vez que permite aprovechar los conocimientos, el trabajo de un área en otra y el desarrollo rápido.

## **2.1 Áreas de conocimiento**

Para esta investigación se detallan las áreas relacionadas a la investigación, por lo que se describen brevemente con el fin de que el lector adquiriera los conocimientos mínimos para la comprensión de los aspectos meramente técnicos.

### ***Bases de Datos***

Las bases de datos forman parte esencial en la propuesta de solución, debido a que se requiere a que la información sea almacenada de forma permanente y que esta información pueda ser consultada en tiempo real. Para el caso del proyecto nos centraremos en bases de datos no relacionales específicamente MongoDB.

### ***Sistemas de información***

Los sistemas de información son otro punto importante para el manejo de la información compleja. Por lo que la comprobación del mecanismo propuesto se realizará mediante un prototipo de sistema de información para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

### ***Administración de proyectos***

La administración de proyectos es pilar esencial para un cierre exitoso y bien planificado. Para el caso de este proyecto se utilizó SCRUM como metodología ágil con el fin de que cada iteración fuese un producto de valor.

### ***Lenguajes de programación***

Para la elaboración del prototipo se utilizó el Stack de desarrollo MEAN el cual por sus siglas en inglés es mongoDB, Express.js, Angular, Node.js basados en el lenguaje de programación java script y los cuales fueron anteriormente mencionados. También se utilizó para la interfaz de usuario CSS3 y Html5 como base para el desarrollo de vistas tipo Angular Material y Sass. Para el modelado BPM se utilizó UML en los diagramas de flujo.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

---



## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Proceso de investigación**

Este proyecto se enfocó en la elaboración de un mecanismo que permite estandarizar, modelar y automatizar las tareas principales del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos mediante BPM para la Caja Costarricense de Seguro Social y específicamente para el hospital San Vicente de Paúl, verificados mediante el desarrollo de un prototipo de sistema de información el cual abarca la inclusión de posibles donantes tanto vivos como cadavéricos; inclusión de receptores con cálculo de prioridad, procesos propios de donación como lo son clasificación de donantes, entrevista familiar, verificación de gabinete de exámenes, verificación de muerte encefálica, verificación pre salida (evisceración de órganos y tejidos), extracción renal, extracción cardio-pulmonar, extracción hepática, transporte e etiquetado de órganos y tejidos, reporte final de donante cadavérico, trasplante de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón.

Lo primero que se realizó fue investigar el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en América y en la Caja Costarricense de Seguro Social. Misma que alerto una serie de sospechas con respecto a la problemática a la que se dirigía la investigación, por lo que en un paso posterior se contacto a representantes de la coordinación nacional de trasplantes y con su ayuda se desarrollo una encuesta web que tenía como finalidad el corroborar lo que hasta el momento solamente eran supuestos de la realidad a la que se enfrentan los funcionarios participantes del proceso.

Luego se procedió a analizar las herramientas tecnológicas que se podrían utilizar según el contexto, por lo que se decidió que la aplicación y desarrollo del prototipo debía ser una aplicación web, que además, permitiera el acceso ágil y oportuno de la información, con consultas rápidas y almacenamiento masivo de información en la base de datos, la cual incluía no solamente texto si no que permitiera también el almacenamiento de todo tipo de archivo y específicamente de imágenes que sirvan para documentar la gestión diaria de los profesionales participantes, llegando a la conclusión que para este caso específico el uso del stack MEAN era el más adecuado dado a que cumple con los requisitos necesarios y además

le aporta un pieza importante de innovación tecnológica a una institución pública tan emblemática como lo es la “Caja”.

Por otro, ya con los insumos antes mencionados se procedió a analizar la metodología a utilizar para el desarrollo del mecanismo, y para este caso específico la metodología que mejor se adapta a la situación es BPM (modelado de procesos de negocio por sus siglas en inglés), dado al contexto y la forma en la que actualmente se maneja el proceso a nivel de la institución. Lo primero era tener claro los procesos generales para de esta forma poder analizarlos, modelarlos, estandarizarlos y finalmente automatizarlos mediante un prototipo de sistema. Para el desarrollo del modelado se decidió utilizar la herramienta Bizagi, esto después de analizar varias soluciones inclusive de paga como por ejemplo Microsoft Visio.

Una vez identificadas las tecnologías y las herramientas para utilizar, se elaboró un plan que consistía en realizar entrevistas a personal de la coordinación para conocer, estandarizar, modelar y automatizar cada uno de los procesos principales los cuales uno a uno se generó como productos del proyecto en cuestión.

Finalmente, una vez elaborados cada uno de los productos se procedió a realizar una sesión demo con el fin validar el funcionamiento del mecanismo, el cual fue evaluado y aceptado por representantes de la coordinación nacional de trasplantes.

### **3.2 Población y muestra**

Para la entrevista se conto con la colaboración de ocho coordinadores hospitalarios del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos de los principales hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social.

La presentación y la aceptación de los productos fue mediante dos coordinadores hospitalarios la Dra. Chinchilla y el Dr. Agüero específicamente.

### **3.3 Descripción de instrumentos**

Investigación del proceso y herramientas

Se realiza investigación tanto local como internacional acerca del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos y específicamente para la Caja Costarricense de Seguro Social. También se determinan y evalúan las herramientas a utilizar para el desarrollo del prototipo.

#### Encuesta

Se utiliza encuesta web mediante la herramienta Google Forms con el fin de verificar la problemática en cuestión, la cual estaba dirigida a los coordinadores hospitalarios del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

#### Entrevista

Se realizan entrevistas a dos de los doctores participantes del proceso de donación y trasplante en la institución CCSS, para que estos relacionen los procedimientos para cada una de las etapas que conlleva el proceso y de esta manera conocer más a fondo los aspectos técnicos para la elaboración del mecanismo.

### **3.4 Procedimientos para analizar la información del diagnóstico**

Para la elaboración de esta investigación se utilizaron varios elementos. Primero se realizó investigación acerca del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social y a nivel internacional. Segundo, se realiza una encuesta web con el fin de corroborar las sospechas del problema y conocer un poco más el ambiente y el contexto de desarrollo para la solución. También, se realizan entrevistas a los participantes en este caso a los doctores coordinadores del proceso con el fin de obtener la información necesaria para la confección del mecanismo de solución.

Una vez obtenida esta información se procedió a determinar e investigar las herramientas a utilizarse para la elaboración del mecanismo y del prototipo. Una vez elegidas las herramientas se procede a modelar mediante BPM los procesos, procesos que luego son automatizados y verificados en la confección de prototipo utilizando tecnologías web utilizando el stack MEAN.

Finalmente, son mostrados a representantes del proceso de donación y trasplantes con el fin de que estos validen el método de solución.

**CAPÍTULO IV**  
**PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

---

## CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se relata acerca del proceso realizado para la obtención y elaboración del método de solución.

### 4.1 Diagnóstico

El proyecto se realizó en el área de desarrollo y programación de centro de gestión informática del Hospital San Vicente de Paúl, con la supervisión del analista de desarrollo y líder de proyectos del Hospital San Vicente de Paúl.

Para el análisis del mecanismo, modelado y gestión de los procesos principales del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social se utilizó la metodología BPM (del acrónimo en inglés Business Process Management) para la cual se contó con el apoyo y asesoría del Msc. Daniel Vargas<sup>2</sup>.

Según IBM, BPM se puede definir como una disciplina o enfoque disciplinado orientado a los procesos de negocio, pero realizando un enfoque integral entre procesos, personas y tecnologías de la información.

BPM busca identificar, diseñar, ejecutar, documentar, monitorear, controlar y medir los procesos de negocios que una organización implementa. El enfoque contempla tanto procesos manuales como automatizados y no se orienta a una implementación de software.

Algo importante a tener presente es que BPM no es una tecnología de software, pero se apoya y hace uso de las mismas para su implementación efectiva.

Cuando una empresa conoce de sus procesos, podrá entonces modelarlos, estudiarlos, medirlos y finalmente optimizarlos para satisfacer los objetivos del negocio, además, si se integran las tecnologías de información de manera inteligente y los recursos humanos que forman parte de los procesos, el producto final será más integral, consistente y con menos grietas.

<sup>2</sup> Tutor de la investigación

#### ***4.1.1 Beneficios de utilizar BPM***

IBM (2019) afirma, que BPM se basa en muchos principios o consideraciones que atacan a problemas típicos del día a día en empresas y el desarrollo de sistemas de información dentro de las mismas. Todas estas consideraciones llevadas a la práctica efectiva mitigan estos problemas diarios.

Otro aspecto importante es la automatización de los procesos. Esto es algo que toda empresa quiere lograr para mejorar sus operaciones, reducir costos y aumentar las ganancias. La cuestión clave que muchos olvidan, es que antes de automatizar cualquier proceso primero se lo tiene que entender y mejorar.

Mediante BPM es más fácil comprender los procesos, por ende, modelarlos, entenderlos y optimizarlos, para luego una posterior automatización.

Como se mencionó previamente, según IBM la visión conjunta de los procesos, las personas y la tecnología, en orden para mejorar la performance de los procesos es clave para el éxito de cualquier empresa por lo que se optó por elegir esta metodología para la solución propuesta debido a que este proceso carece de estandarización en sus procesos y procedimientos con la finalidad de brindarles una alternativa que combina el uso tecnología web y el ordenamiento de procesos como clave para el éxito y disminución de desperdicio de órganos y tejidos a nivel institucional.

En la siguiente figura se puede visualizar el ciclo de vida de la metodología empleada para la construcción del mecanismo para la gestión y automatización del proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social.

Ilustración 1 Ciclo de vida del BPM



Fuente: <https://www.valuesite.cl/solucionesyservicios/bpm-gestion-de-procesos-de-negocios/>

#### 4.1.2 Estudio de viabilidad

Se realiza estudio de factibilidad involucrando factores técnicos, económicos, operativos y legales necesarios para el éxito del proyecto.

Este proyecto contó con el apoyo de la coordinación nacional de donación y trasplante, así como del apoyo de la jefatura y compañeros del centro de gestión informática del hospital de Heredia.

Por otro lado, al ser un proyecto país, se tienen grandes expectativas de darle continuidad a futuro.



### 4.1.3 Factibilidad técnica

Para la realización de este análisis se ha tomado en cuenta los requisitos mínimos necesarios para la realización del proyecto tales como:

#### A. Requisitos de hardware

La institución cuenta actualmente con el siguiente equipo el cual se utilizará también como servidor de la aplicación y de la base de datos de mongodb:

Estación de trabajo disponible actualmente en el Hospital San Vicente de Paúl

Tabla 3 Características equipo de computo desarrollo y pruebas

Marca	Procesador (GHz)	Disco Duro	Tipo	Memoria	Lector
MacBook Pro	2,7 GHz Intel Core i7	500 GB	SATA	16 GB 2133 MHz LPDDR3	USB tipo c

Fuente: Elaboración propia

#### B. Requisitos de software

Para el desarrollo del proyecto se utilizó únicamente licencias open source por lo que la institución no tuvo que incurrir en ningún gasto adicional de software propietario.

Se utilizó la herramienta de gestión de proyectos RedMine con el fin de llevar un control de tareas y objetivos para el proyecto. De igual manera se mantuvo una constante comunicación con la supervisión y con la coordinación nacional de trasplantes.

Se utilizaron las herramientas, y plataformas proporcionadas en el departamento de informática del Hospital de Heredia (red institucional, servidores pentaho de reportes e inteligencia de negocios, servicios de correos y mensajería SMS ), así como la instalación del entorno de desarrollo bajo el STACK MEAN (mongoDB para la base de datos, Express.js para el procesamiento de las gestiones del servidor, angular para la programación de la interfaz de usuario y Nodejs como servidor de peticiones y el uso de Bizagi para el modelado de los procesos BPM).

Por otro lado, para emitir los reportes pdf se utilizó la herramienta report design de pentaho data integration, misma herramienta ya en operación en este departamento. Finalmente, para la creación de gráficos estadísticos se utilizó la herramienta D3.js en conjunto con la librería de angular material con el fin de brindar una excelente experiencia visual y una mejor usabilidad del prototipo de aplicación mismo utilizado para comprobar la metodología propuesta.

Para el levantamiento de los requerimientos, se realizó principalmente mediante llamadas telefónicas una vez por semana con los coordinadores hospitalarios y específicamente con la Dra. María Chinchilla, debido a que estos se mantienen normalmente muy ocupados con el proceso, por lo que realizar sesiones presenciales es muy difícil por disposición de tiempo de los coordinadores que deben estar disponibles 24/7 en el caso de una eventual donación. No obstante, los requerimientos fueron documentados en la herramienta de seguimiento Redmine utilizada en este departamento para el control de tareas e historias de usuario. También se obtuvieron reglamentos y materiales digitales mediante el uso del correo institucional. (ver anexos).

A continuación, se detalla las características del software utilizado:

*Tabla 4 Herramientas de desarrollo*

Nombre	Descripción de uso en el proyecto	Aporte al proyecto
MongoDB versión v3.6.3 y Driver GridFs	Motor de Base de datos.	Facilidad de desarrollo. No requiere tarifas de licencia y pueden ejecutarse en hardware de precio bajo. Portable. Rápido de desarrollar.

		<p>No importa la estructura de los datos.</p> <p>Escalado horizontal.</p> <p>Disponibilidad de los datos.</p>
<p>Nodejs v10.4.1 y Expressjs</p>	<p>Framework JavaScript para el manejo del servidor de aplicación, basado en eventos.</p>	<p>Fácil de aprender.</p> <p>Rápido para su desarrollo</p> <p>Multiplataforma.</p> <p>Provee seguridad.</p> <p>Altamente escalable.</p> <p>Alto tráfico de datos.</p>
<p>Angular 6</p>	<p>Framework en JavaScript para el desarrollo de aplicaciones web de una sola página, aumenta rotundamente la usabilidad y se basa en el navegador para su funcionamiento.</p>	<p>Multiplataforma.</p> <p>Aumenta la velocidad de la carga de los datos.</p> <p>Rápido y fácil el desarrollo.</p> <p>Mejora la estructura del desarrollo, presenta controles para una interfaz amigable que minimice el efecto de resistencia de los usuarios.</p>
<p>Pentaho Business Intelligence</p>		<p>Facilidad de uso.</p> <p>Multiplataforma.</p>

V 8.1.1	Es un editor basado en Eclipse con prestaciones profesionales con capacidad de personalización de informes a las necesidades de los negocios destinado a desarrolladores.	Es muy robusto y estable.
Bizagi modeler V3.1.0.11	Software de modelamiento de procesos de negocios (BPM)	Gratuito. Intuitivo. Potente. Fácil aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia

#### ***4.1.4 Factibilidad económica***

Este proyecto al ser realizado por un estudiante de la Universidad Nacional y al utilizar licencias no pagas no representa un gasto para la institución. Sin embargo, se realizó una proyección tomando en cuenta el índice salarial al segundo semestre del año 2018, el cual se detalla a continuación:

Tabla 5 Costo aproximado de salarios

Nombre del puesto	Salario mensual aproximado	Anualidad	Proyectado a Seis meses	Porcentaje de dedicación
Director Administrativo Financiero Hosp. Nivel 3	€1.174.650	€25.648,00	€1.440.357,60	20,00%
Jefe Centro de Gestión Informática Gerencial	€1.061.150	€23.842,00	€1.301.990,40	20,00%
Jefe Centro de Gestión TIC 2	€836.150	€19.838,00	€2.567.964,00	50,00%
Analista en Sistemas 4 en TIC	€800.150	€19.259,00	€4.916.454,00	100,00%
Analista en Sistemas 2 en TIC	€668.650	€17.038,00	€4.114.128,00	100,00%
Médico Asistente General	€901.358	€49.575,00	€5.705.598,00	100,00%
Médico Asistente Especialista	€1.011.291	€55.621,00	€6.401.472,00	100,00%
Técnico en TIC	€518.150	€15.545,00	€1.280.868,00	40,00%
Operador en TIC	€460.650	€13.820,00	€1.138.728,00	40,00%
Total	€7.432.199,00	€240.186,00	€28.867.560,00	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5 Factibilidad legal

En Costa Rica el proceso de donación y trasplantes de órganos y tejidos es regulado mediante la ley N°9222 “Ley de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos”

siendo el ente rector de este proceso el Ministerio de Salud, para el caso de esta propuesta de mecanismo fue desarrollado en concordancia con lo estipulado en esta ley por lo que no existe problema legal alguno para el desarrollo del mismo.

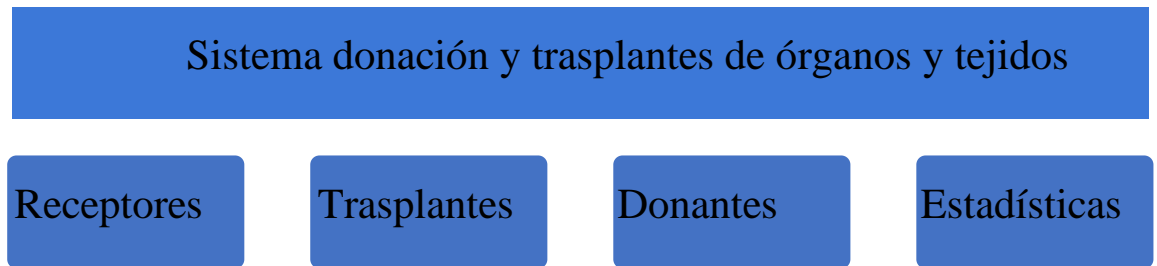
Por otro lado, como solo se utilizaron licenciamientos open source, no se requieren permisos adicionales más que el aval de la Jefatura del centro de gestión informática del Hospital San Vicente de Paúl, sin embargo, se pactó un compromiso de confidencialidad para resguardar los datos y la información sensible como política de la institución.

Finalmente cabe mencionar que el proyecto es totalmente factible para la institución porque respeta los reglamentos y leyes vigentes y además representa un beneficio para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

#### ***4.1.6 Prototipo***

En cuanto a la elaboración del prototipo funcional que comprueba el mecanismo fue necesario dedicar tiempo extra en investigación y adquisición de conocimientos necesarios tanto en el ámbito de donación y trasplante de órganos y tejidos, así como, de las tecnologías que se asocian al stack MEAN (mongoDB para la base de datos, Express.js para el manejo de funcionalidades en el servidor, Angular para la elaboración y manejo de interfaces de usuario y Nodejs como servidor de la aplicación), todos estos aportaron una diferencia marcada con respecto a la experiencia del usuario y fluidez de desarrollo a corto plazo, dado a que estas tecnologías permiten desarrollar aplicativos con mucha usabilidad y vistas amigables, las cuales, además, permiten ser visualizados en distintos dispositivos tanto móviles como de escritorio, por el otro, el uso de un mismo lenguaje de programación como JavaScript para todos sus componentes hace que la curva de aprendizaje y el desarrollo sea más ágil y rápido, teniendo resultados en menos tiempo.

La elaboración del prototipo antes mencionado se dividió en cuatro módulos:



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla brevemente cada uno de ellos:

### **Receptores**

Este módulo permite la administración, inclusión y manejo de pacientes que esperan por un órgano o tejido llamados receptores, el mismo permite clasificar listas de espera por órgano/tejido, además incluye el ordenamiento por prioridad misma que es calculada de manera dinámica dependiendo de una serie de variables patológicas de cada paciente en particular como lo son signos vitales, y resultados de laboratorio, entre otros, también se incluyen otros algoritmos que desencadenan los cálculos de priorización en tiempo real (estas reglas son basadas en los reglamentos vigentes para la priorización de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social).

### **Trasplantes**

Este módulo permite administrar y documentar las asociaciones de órganos y tejidos de un donante con uno o varios receptores, lo cual permite gestionar la trazabilidad y asociación de esos órganos y tejidos entregados con el fin de brindar de manera terapéutica una alternativa de sobrevivencia a pacientes receptores que por algún factor patógeno o traumático requieren de esos órganos y tejidos para mejorar su condición de salud, a manera de ejemplo permite documentar la traza de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón.

## **Donantes**

Este módulo permite incluir, administrar y gestionar pacientes que donan sus órganos o tejidos (donantes) para que de manera terapéutica sea recibido por uno o varios pacientes en lista de espera (receptor). También permite la emisión de alertas y notificaciones a los equipos trasplantadores permitiendo una respuesta oportuna en el proceso, también desde este módulo se registran los datos de entrevistas familiares, condiciones de verificación de muerte, gabinete de exámenes, verificación pre salida donde se comprueba el instrumental y equipo necesario para la intervención quirúrgica, documentación de los procesos de extracción, transporte y etiquetado de órganos y tejidos de pacientes en estado neurocrítico los cuales sus familiares estén de acuerdo en la donación de sus órganos y/o tejidos.

## **Estadísticas**

Este módulo permite la visualización gráfica de los datos de receptores por órgano o tejido y cantidad de receptores vivos o cadavéricos en tiempo real, los cuales tienen el fin de que la gerencia o altos mandos de la institución puedan tomar las decisiones de forma oportuna basados en información real y a la mano.

Estos módulos responden al flujo principal del proceso para la donación y trasplante de órganos y tejidos de la Caja Costarricense de Seguro Social.

Por otro lado, se crearon los formularios necesarios para satisfacer los procesos de los módulos anteriormente descritos y se realizaron pruebas funcionales para cada uno de estos con el fin de comprobar la eficacia del mecanismo desarrollado en el presente proyecto. Cabe mencionar que la metodología BPM no incluye la implementación de software por lo que se escapa del alcance de este trabajo de investigación.

## **4.2 Propuesta de solución**

En este apartado se detalla la solución del mecanismo elaborada, así como el análisis y modelado de procesos para la gestión de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social mediante la metodología BPM.



Con el fin de obtener un producto más consistente se desarrolló el análisis y modelado de procesos, estableciendo un esquema común para la definición de cada uno de los procesos evaluado, el esquema tuvo el siguiente formato:

1. Objetivo (Definición del objetivo del procedimiento).
2. Definiciones (Inclusión de definiciones técnicas o específicas y/o siglas utilizadas durante la redacción de la actividad).
3. Alcance (Se refiere a los límites o alcances del procedimiento, además se pueden poner exclusiones).
4. Responsabilidad (¿Quién hace qué? por favor referirse al responsable por el nombre del puesto: Enfermero, Médico, técnico de informática, etc.)
5. Diagrama de flujo (Este es una muestra del procedimiento)
6. Descripción de los pasos (detalle los pasos a seguir).
7. Prototipo mediante stack MEAN (corroborar el mecanismo propuesto mediante el uso de las tecnologías de la información).

Mediante el uso de este esquema se establece un ordenamiento y estandarización de los procesos, requisito indispensable para una adecuada automatización (creación del prototipo). También mediante el uso de tecnologías web utilizada en este caso para comprobar el mecanismo propuesto se documenta la eficacia del método.

Seguidamente se detallan cada uno de los procesos con su esquema, modelado BPM y ejemplo de prototipo con tecnologías web mediante el uso del stack MEAN.

#### **4.2.1 Proceso macro donación y trasplantes**

Representa el proceso macro de donación y trasplantes de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social.

##### **4.2.1.1 Objetivo**

Establecer los componentes principales para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social.

#### ***4.2.1.2 Definiciones***

**Donantes:** Personas que potencialmente ceden sus órganos o tejidos para brindarle apoyo terapéutico a otras personas.

**Receptores:** Personas que esperan un órgano o tejido de manera terapéutica.

**Trasplantes:** Consiste en la transferencia terapéutica de órganos y/o tejidos de un donante hacia uno o varios receptores.

#### ***4.2.1.3 Alcance***

El siguiente procedimiento se aplica a cada una de las unidades encargadas de realizar algún procedimiento asociado a donar, extraer y trasplantar órganos y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social.

#### ***4.2.1.4 Responsabilidad***

**Coordinador hospitalario:** responsable de detectar y registrar los posibles donantes.

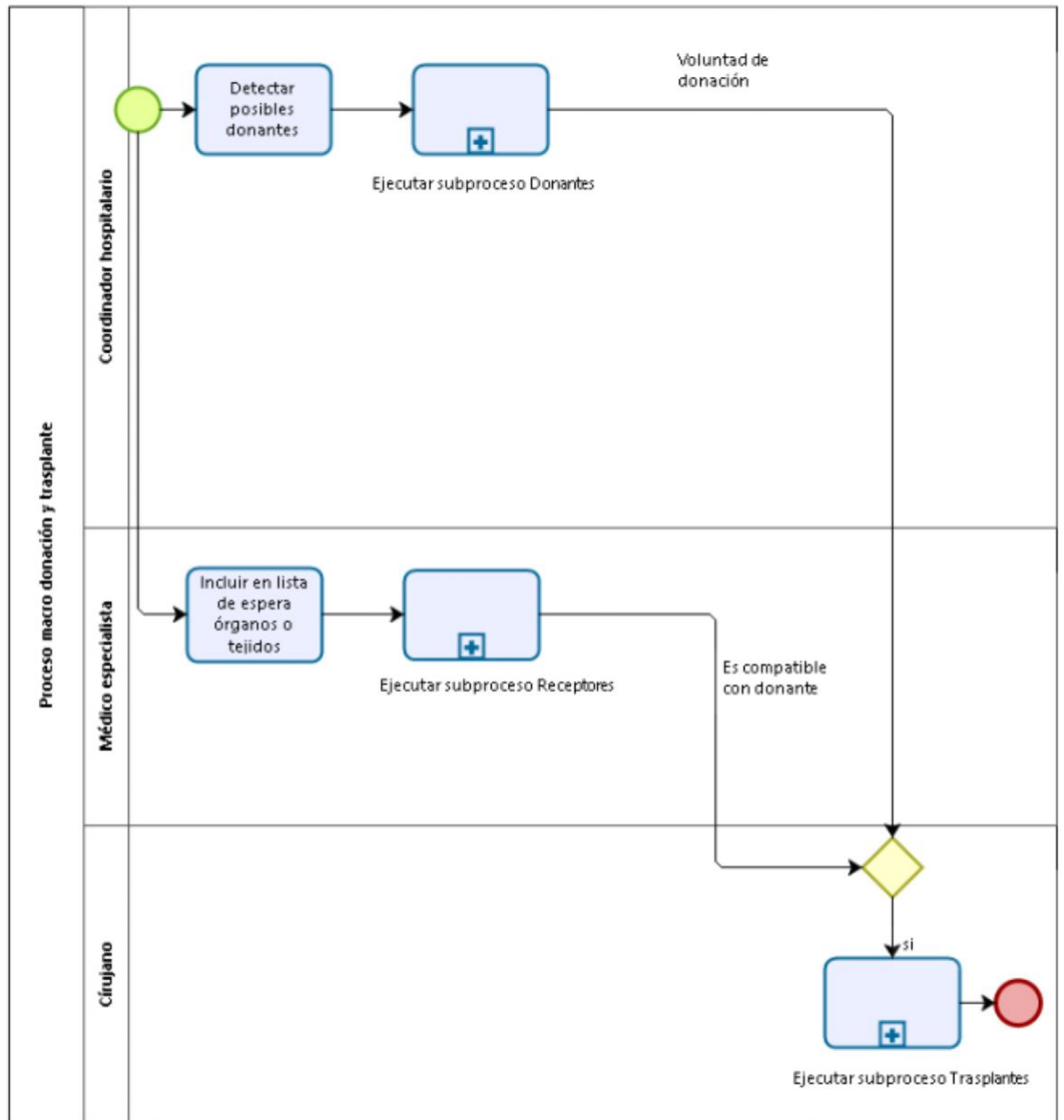
**Médico especialista:** Se encarga de agregar los receptores a la lista de espera.

**Equipo eviscerador:** conjunto de profesionales de salud encargados de realizar la extracción de órganos y tejidos del donante.

**Equipo de cirugía:** conjunto de profesionales de salud encargados de realizar el trasplante de órganos y tejidos al receptor.

**Representante Ministerio de Salud:** Profesional encargado de validar los datos de la lista de espera de receptores y determinar los tres primeros según órgano o tejido.

#### 4.2.1.5 Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.6 Descripción de los pasos

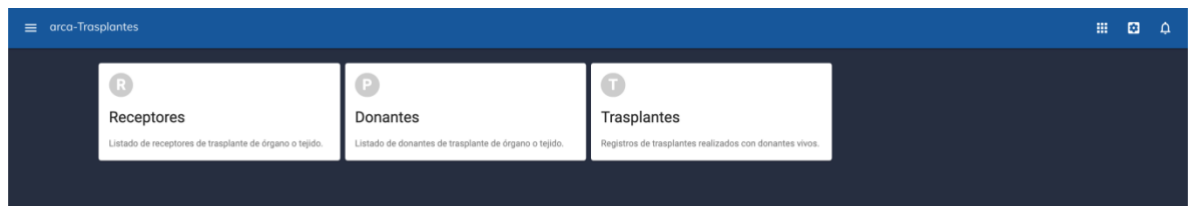
1. El coordinador hospitalario monitorea los servicios de emergencias y cuidados intensivos con el fin de detectar posibles donantes, luego realiza gestiones con el fin

de lograr que la familia acepte donar los órganos y tejidos del familiar, posteriormente se realizan una serie de análisis al potencial donante y pruebas de compatibilidad con el fin de determinar el estado de los órganos y tejidos.

2. El médico especialista evalúa la condición de un paciente y determina si es necesario el trasplante de un órgano o tejido para mejorar su condición de salud, si es así, lo coloca en la lista de espera como receptor de un determinado órgano o tejido.
3. La familia firma y acepta el consentimiento para la extracción de órganos y tejidos.
4. El representante del Ministerio de Salud comprueba los datos de los receptores y priorización en la lista de espera de ahí toma los tres primeros de la lista y los valida.
5. El coordinador hospitalario se contacta a los pacientes, equipo eviscerador y equipo de cirugía, luego los convoca a cirugía en una fecha y hora determinada.
6. Equipo eviscerador se encarga de extraer los órganos y tejidos, además del embalaje y el transporte de los mismos.
7. Equipo de cirugía realiza el trasplante de órganos y tejidos.
8. Coordinador hospitalario realiza un resumen del proceso y envía un reporte al ente rector Ministerio de Salud.

#### ***4.1.7 Prototipo mediante stack MEAN***

*Ilustración 3 Pantalla home del sistema de trasplantes*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2 Proceso autenticación e identificación de roles**

Representa el proceso mediante el cual se autoriza a los funcionarios para que puedan participar en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

#### ***4.2.2.1 Objetivo***

Determinar los requisitos legales para que solo los funcionarios autorizados puedan participar en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

#### ***4.2.2.2 Definiciones***

**Funcionarios:** Trabajadores de la Caja Costarricense de seguro Social.

#### ***4.2.2.3 Alcance***

Funcionarios de la Caja Costarricense de Seguro Social participantes en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

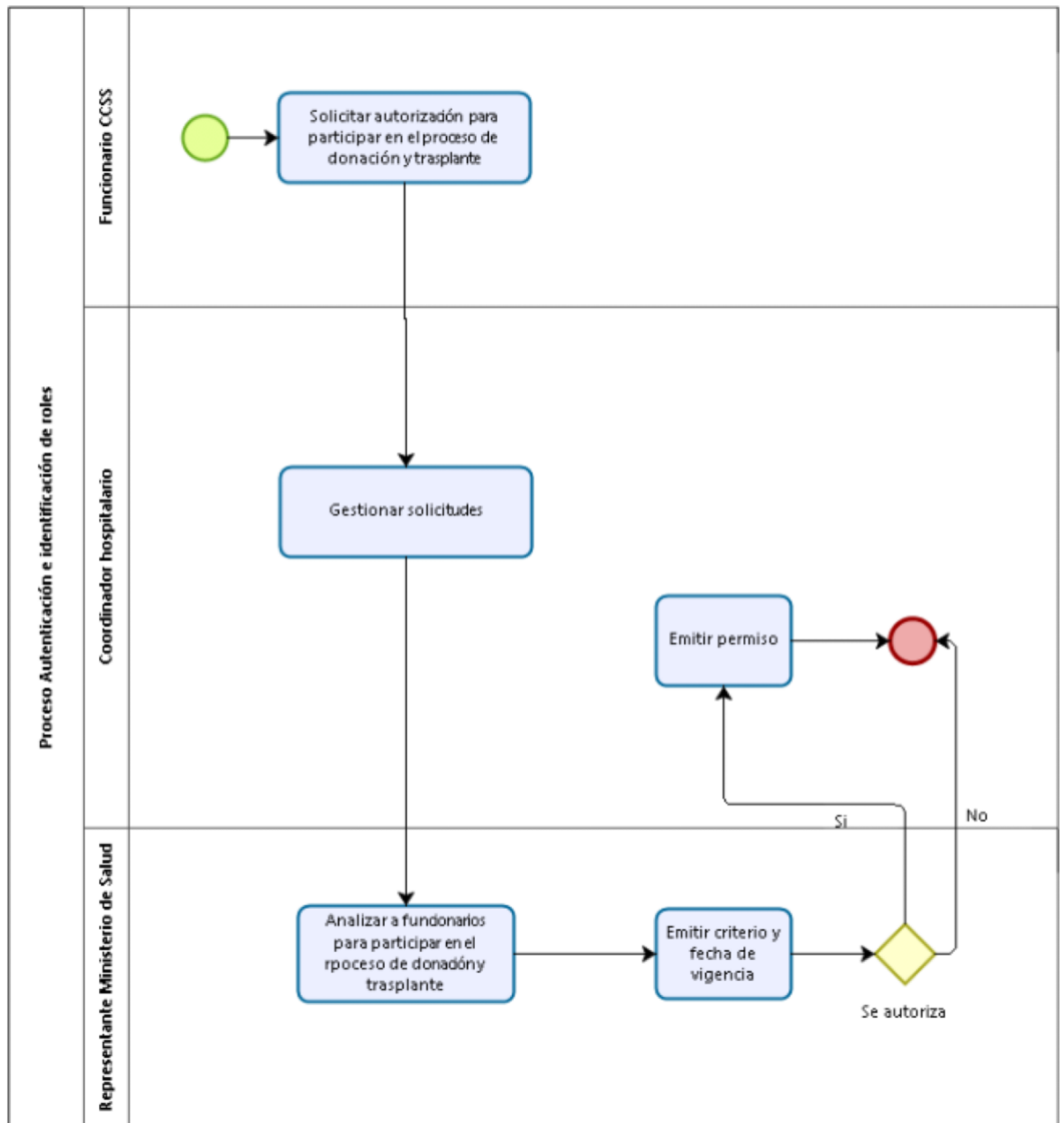
#### ***4.2.2.4 Responsabilidad***

**Coordinador hospitalario:** Encargado de solicitar y administrar autorización al ente rector de funcionarios participantes en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

**Representante Ministerio de Salud:** Encargado de emitir autorización de funcionarios.

**Funcionario:** Trabajador de la Caja Costarricense de Seguro Social que solicita el permiso.

#### 4.2.2.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

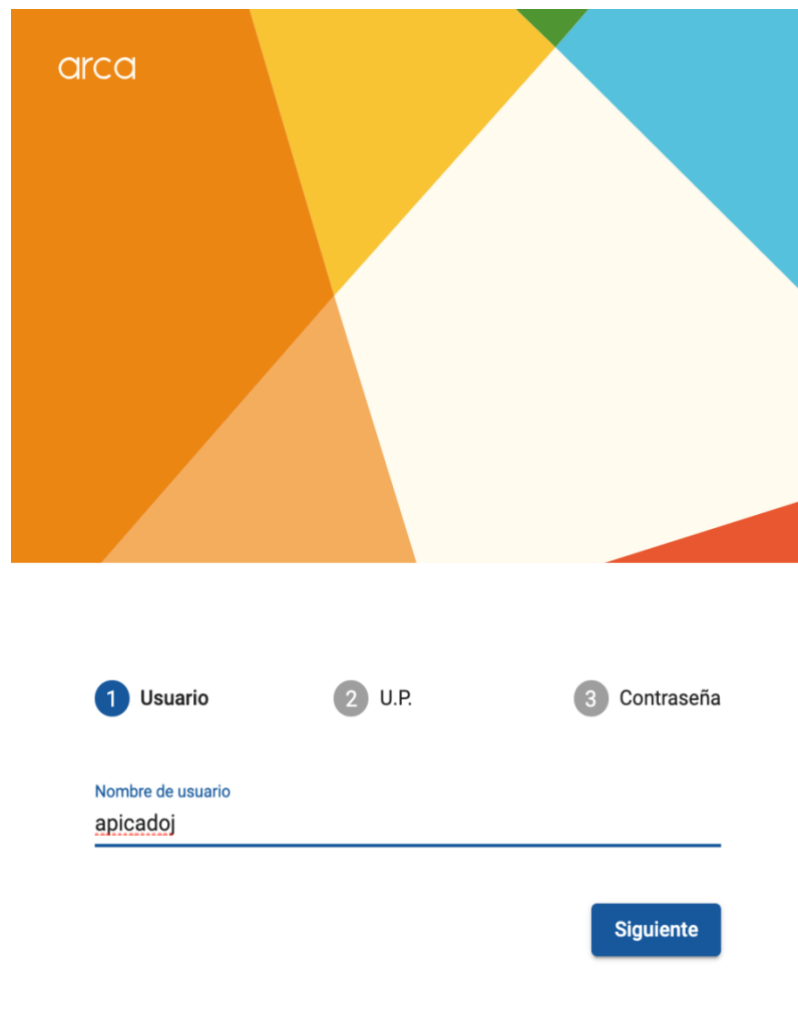
#### 4.2.2.6 Descripción de los pasos

1. Funcionario tramita solicitud de permiso para participar en el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

2. El coordinador hospitalario realiza la toma de datos del funcionario para emitir una solicitud de autorización ante el Ministerio de Salud ente rector del proceso.
3. El representante del Ministerio de Salud analiza los datos del funcionario y emite criterio de aceptación y fecha de vigencia del permiso.
4. El coordinador hospitalario comunica al funcionario y lo incluye en la lista de autorizados con el fin de poder administrar las fechas de vencimiento de los permisos de los funcionarios.

#### 4.2.2.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 4 Autenticación



El prototipo muestra una interfaz de autenticación con el logo 'arca' en la parte superior izquierda. La pantalla está dividida en secciones de color: naranja, amarillo, azul y rojo. En la parte inferior, hay tres campos de entrada numerados: 1 Usuario, 2 U.P. y 3 Contraseña. El campo 1 contiene el texto 'Nombre de usuario' y 'apicadoj'. Hay un botón 'Siguiente' en la parte inferior derecha.

Fuente: Elaboración propia

### Ilustración 5 Registro profesionales

The screenshot shows a web interface for professional registration. At the top, there is a navigation bar with a back arrow and the text 'Listado de profesionales' on the left, and 'Listo' on the right. Below this is a profile card for 'Julie Mena Mora' with a circular profile picture containing the letter 'J' and the ID number '206240769'. The main form contains the following fields:

Identificación *	Nombre de profesional en salud *
206240769	Julie
Primer apellido *	Segundo apellido *
Mena	Mora
Código profesional *	Profesión *
M1000	Medicina
Correo electrónico *	Número de teléfono móvil *
jmenam@ccss.sa.cr	89900184
Especialidad *	
Neurología	
Es coordinador hospitalario	<input checked="" type="checkbox"/>
Unidad Programática *	
2102 - Hospital San Juan de Dios	
Fecha y hora caducidad *	
3/4/2019	

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Subproceso donantes inclusión y registro

### 4.2.3.1 Objetivo

Detección y registro de posibles donantes cadavéricos y donantes vivos.

### 4.2.3.2 Definiciones

**Asegurados:** Persona que cotiza para la Caja Costarricense de Seguro Social.

**UCI:** Unidad de cuidados intensivos.

### 4.2.3.3 Alcance

Servicios de emergencias y cuidados intensivos de la Caja Costarricense de Seguro Social.

### 4.2.3.4 Responsabilidad

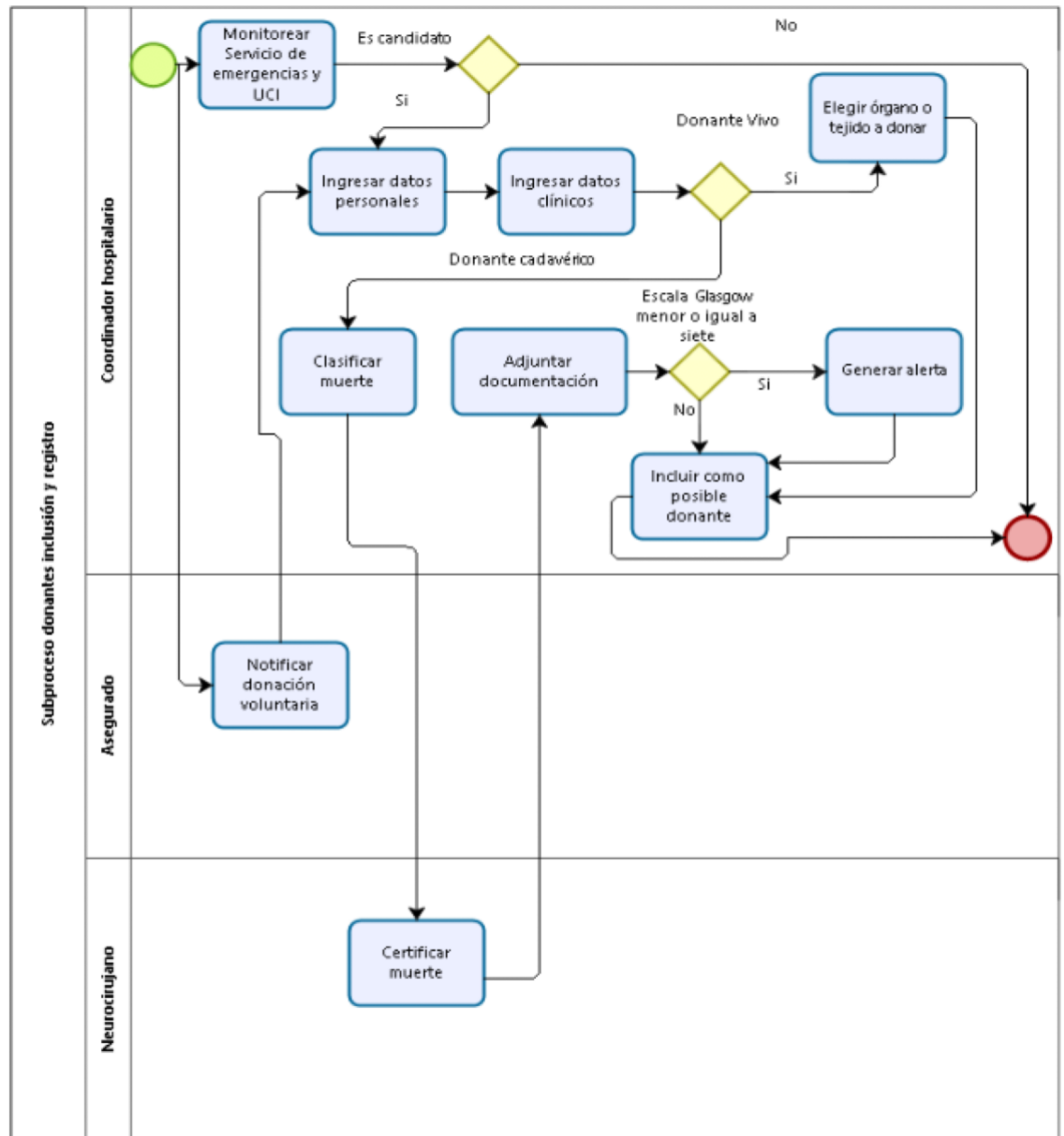
**Asegurado:** Persona que voluntariamente cede sus órganos o tejidos con el fin de ayudar terapéuticamente a otra persona incluida en la lista nacional de receptores.



**Coordinador hospitalario:** funcionario encargado de monitorear, validar e incluir posibles donantes.

**Neurólogo o Neurocirujano:** Encargado de certificar la muerte de donante cadavérico.

#### 4.2.3.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

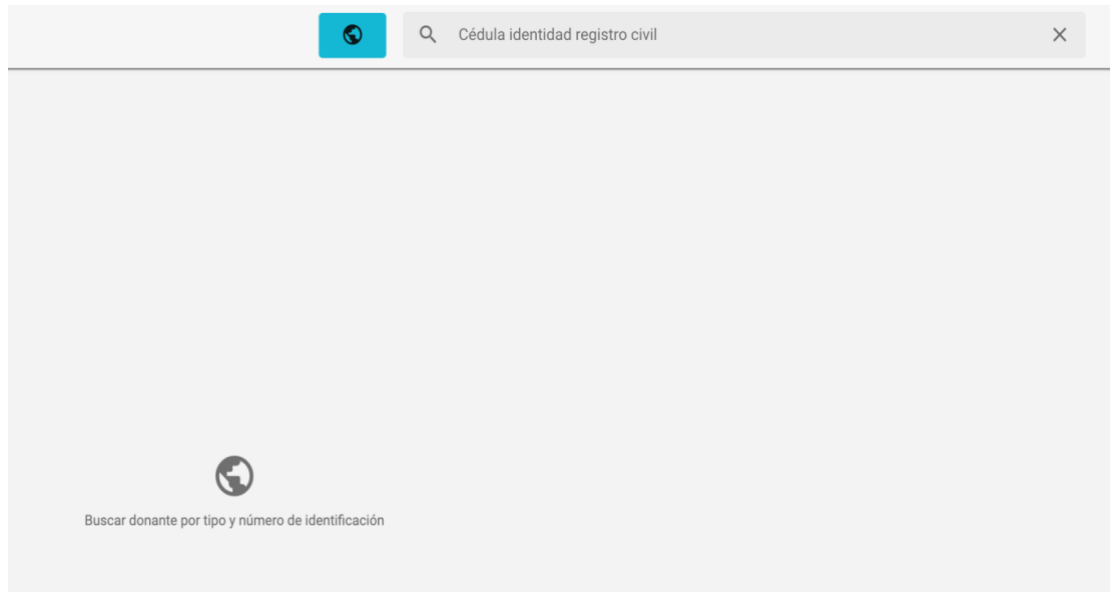
#### ***4.2.3.6 Descripción de los pasos***

1. El coordinador hospitalario se encarga de monitorear los servicios de emergencias y unidad de cuidados intensivos con el fin de detectar posibles donantes cadavéricos, por otro lado, se encarga de registrar a personas aseguradas que deciden voluntariamente donar sus órganos o tejidos. También se encarga de realizar estudios y documentar la situación de cada paciente. Para el donante vivo se debe de registrar el órgano o tejido que autoriza donar; para el donante cadavérico es importante la Identificación y alerta de paciente con compromiso crítico de su estado neurológico, acá es donde se generan las alarmas, los diagnósticos de muerte encefálica comienzan con detección y seguimiento de pacientes con antecedente de lesión de sistema nervioso central, reflejados muchas veces también en su estado de conciencia medido por la escala de Glasgow siendo los importantes para el proceso los menores iguales a 7, es entonces donde el coordinador hospitalario teniendo acceso al expediente del paciente, historia clínica, exámenes de laboratorio etc., puede comenzar a dar seguimiento al posible donante (llamado así por ser un paciente con lesión de sistema nervioso central aún sin diagnóstico de muerte encefálica).
2. El médico neurólogo o neurocirujano realiza la confirmación diagnóstica de la Muerte Encefálica (ME). Una vez que se ha hecho el examen físico y en caso de ser necesario este ha sido respaldado por medio de alguna prueba de las se incluyen dentro de la lista de exámenes de gabinete. (doppler transcraneal, gamma de perfusión, EEG, potenciales evocados, etc.).
3. Coordinador hospitalario en conjunto con el médico proceden a dar la noticia de muerte a la familia.
4. Coordinador hospitalario agrega el posible donante en lista de donantes.

#### ***4.2.3.7 Prototipo mediante stack MEAN***

La siguiente imagen incluye la búsqueda de pacientes inscritos en el Sistema de agendas y citas de la Caja Costarricense de Seguro Social (SIAC) requisito indispensable ser asegurado.

Ilustración 6 Pantalla búsquedas de pacientes SIAC (Sistema inscripción, agendas y citas CCSS).



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Pantalla Formulario ingreso de donantes

← Editar donante

**A** Alexander Jesus Picado Jimenez  
206240769

Fecha de ingreso \*  
1/4/2019 14 días

Hombre. 16/09/1986 32 años  
Estado civil \*  
Casado(a)

Unidad Programática \*  
2102 - Hospital San Juan de Dios

Servicio \*  
Medicina Especialidad \*  
Medicina Interna

Tipo de sangre \*  
O Rh \*  
Positivo

Tipo de donante \*  
Cadavérico

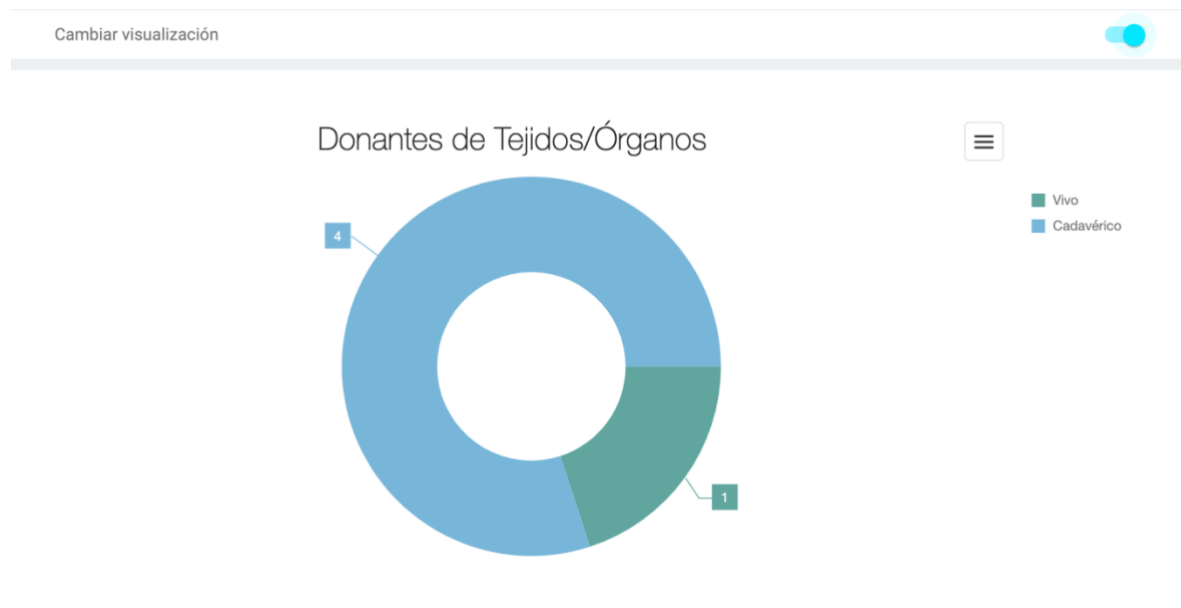
Tipo de donante cadavérico \*  
Muerte encefálica Escala de coma de Glasgow  
7

Fecha y hora de diagnóstico de muerte encefálica \*  
1/4/2019  
- 03:22 +

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las pantallas de los cuadros estadísticos de cantidad de donantes por tipo, solución basada en la librería JavaScript D3:

Ilustración 8 Pantalla gráfica cantidad de donantes por tipo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Subproceso donantes entrevista familiar donante cadavérico

##### 4.2.4.1 Objetivo

Identificar anuencia y autorización de familiares para la donación de órganos y/o tejidos del paciente con daño neurocrítico.

##### 4.2.4.2 Definiciones

**Familiar:** Pariente de paciente neurocrítico, encargado de autorizar la donación.

**OIJ:** Organismo de investigación judicial.

**MS:** Ministerio de Salud.

#### 4.2.4.3 Alcance

Familiares de pacientes en condición neurocrítica internados en un servicio de la Caja Costarricense de Seguro Social.

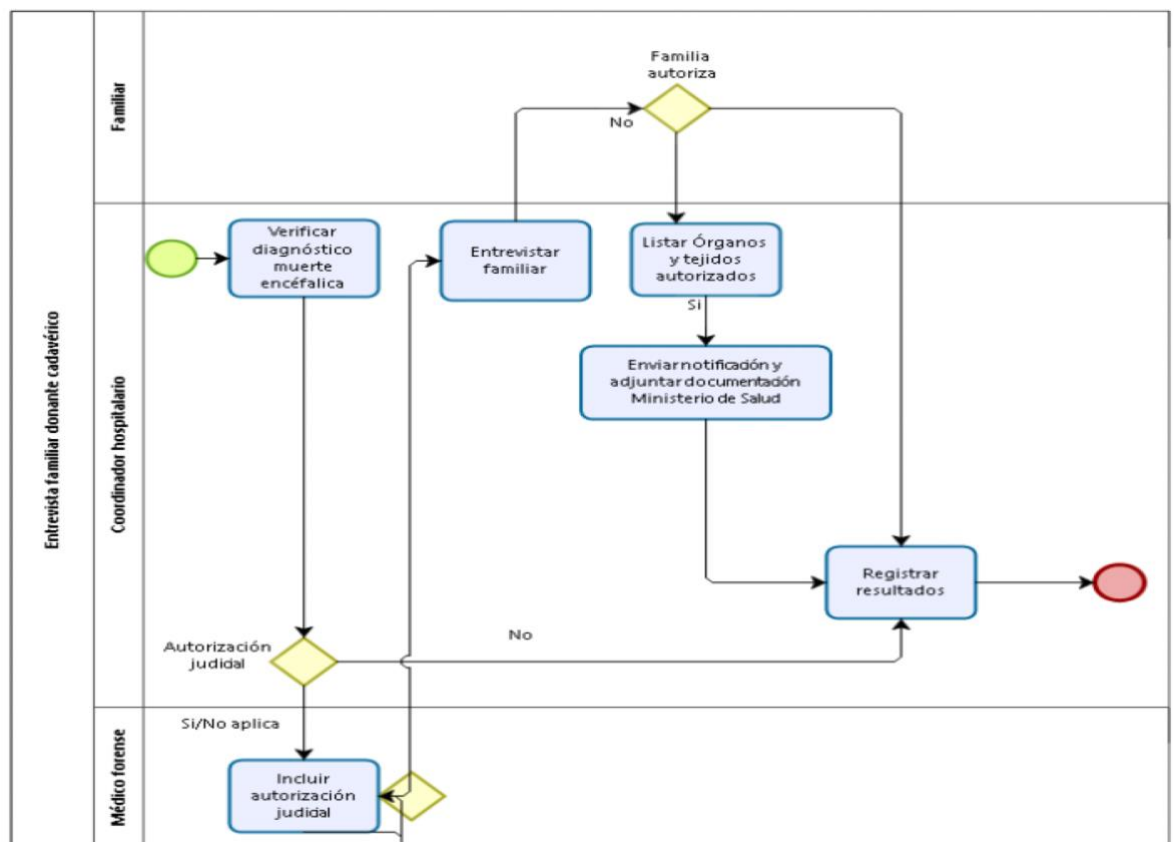
#### 4.2.4.4 Responsabilidad

**Familiar:** Persona encargada de autorizar la donación y los órganos o tejidos que autoriza.

**Coordinador hospitalario:** funcionario encargado de realizar entrevista, coordinar y notificar al Ministerio de Salud.

**Médico forense:** funcionario del OIJ encargado de dar autorización judicial en los casos que así lo amerite.

#### 4.2.4.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.6 Descripción de los pasos

1. El coordinador hospitalario del hospital donde se encuentra el paciente “posible donante cadavérico” realiza entrevista a familiares para indagar sobre la anuencia manifiesta en vida del paciente para la donación.
2. Coordinador hospitalario realiza abordaje familiar del duelo. Solicitud de facilitar la donación de órganos y tejidos con fines de trasplante.
3. Acto seguido se firma el consentimiento por parte de los familiares.
4. En caso de que amerite al ser un caso médico legal se debe de solicitar vía telefónica la autorización de la medicatura forense para poder realizar la evisceración sin entorpecer el proceso legal.
5. Se adjunta consentimiento familiar de donación y ¿qué dona? Además de autorización judicial. Una vez que se completan todos estos el coordinador hospitalario procede a notificar al Ministerio de Salud sobre el potencial donante.

#### 4.2.4.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 9 Pantalla registro entrevista familiar donante cadavérico

← Entrevista familiar

Alexander Jesus Picado Jimenez  
206240769

Consecutivo N°1

Datos de la entrevista

Código Profesional 0184	Nombre del Profesional Hanzel Gerardo Cruz Loria
Parentesco con el donante Padre	Nombre de quien brinda consentimiento Juan de los Palotes
Fecha y hora de inicio de la entrevista 8/3/2019 07:19	Fecha y hora final de la entrevista 8/3/2019 11:18

Permisos de donación

Permitir donación de órganos o tejidos

Órgano tejido a donar  
Riñones

Negativa de donación

Negativa familiar

Razones de revocación de donaciones

Observaciones

Pruebas aplicadas / 08 03 2019, 06:44:06 pm

Fuente: Elaboración propia

Reporte de donante cadavérico | arca Trasplantes

**CI** • Comunicados Internos HSVP  
✓ Alexander Picado Jiménez  
martes, 16 de abril de 2019, 7:34 p. m.  
[Mostrar detalles](#)

arca Trasplantes

# Reporte de donante cadavérico

---

Esta información ha sido generado por el sistema arca Trasplantes y corresponde al donante cadavérico que se detalla a continuación:

**Identificación** 401890652

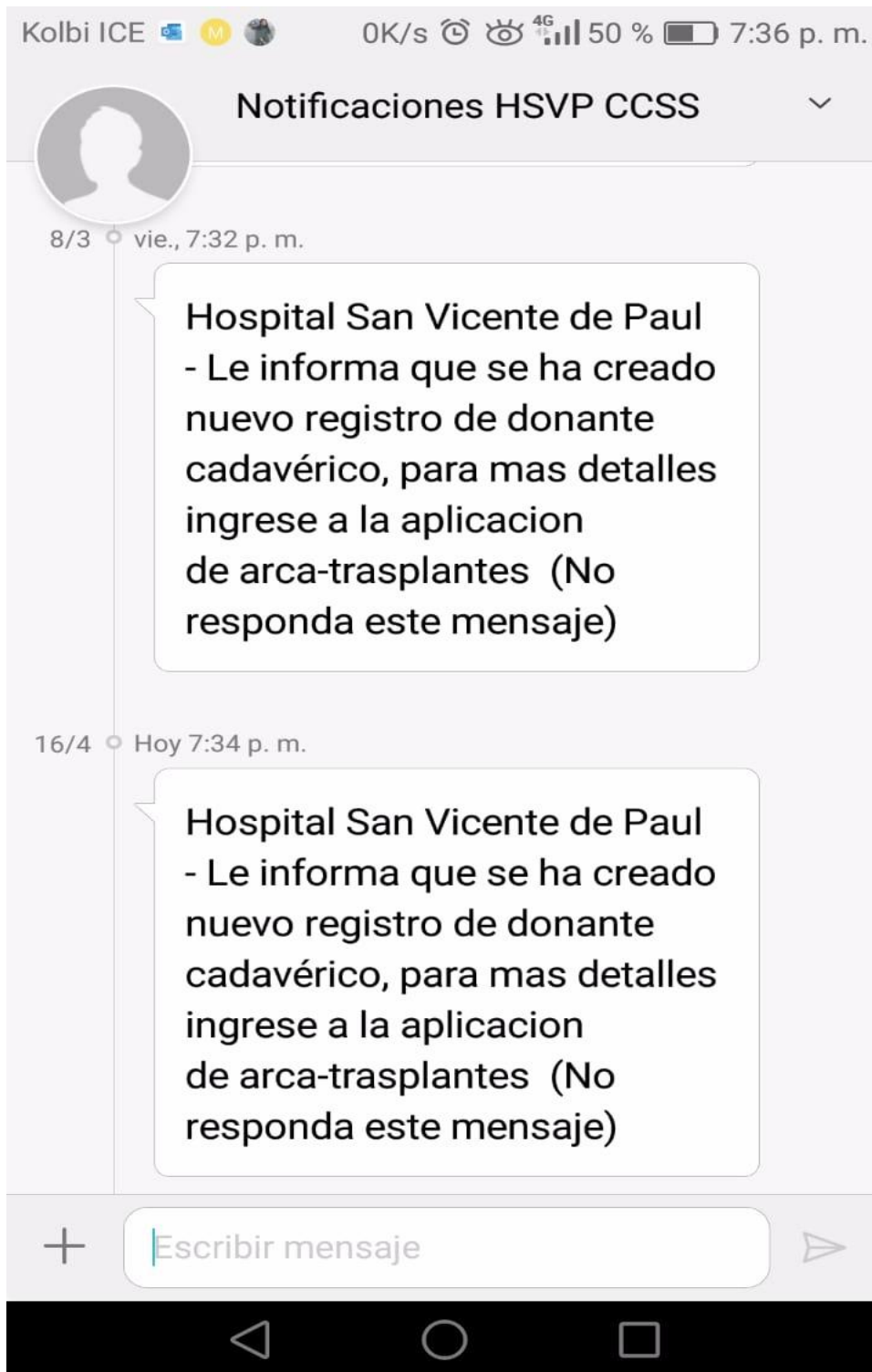
---

**Diagnóstico** Necesidad de inmunización contra la leishmaniasis

---

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 Pantalla notificación automática vía SMS al MS



Fuente: Elaboración propia



## **4.2.5 Subproceso donantes comprobación gabinete de exámenes**

### ***4.2.5.1 Objetivo***

Coordinar y adjuntar estudios y exámenes obligatorios requisito indispensable para continuar con el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos.

### ***4.2.5.2 Definiciones***

**Médico responsable:** Médico encargado de gestionar los exámenes y estudios obligatorios.

### ***4.2.5.3 Alcance***

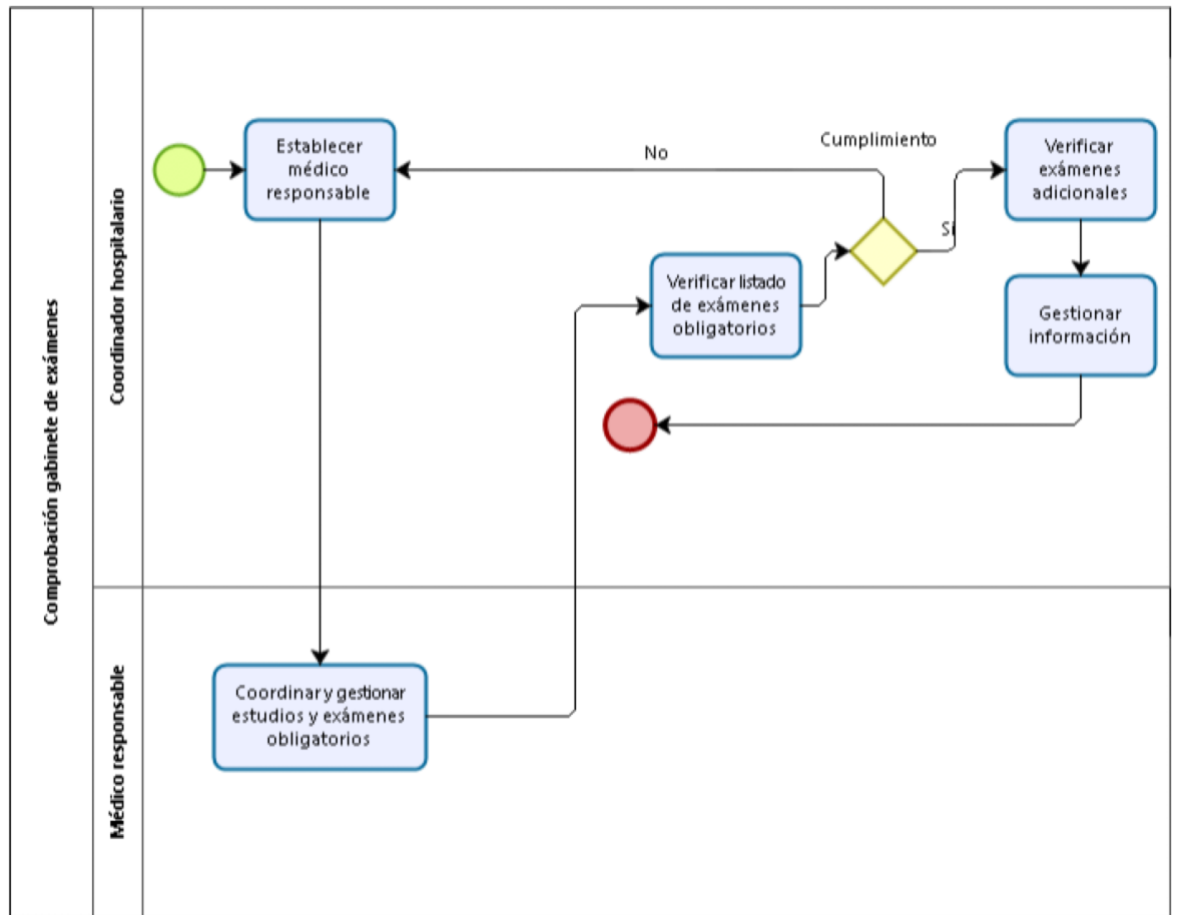
Posibles donantes Cadavéricos Caja Costarricense de Seguro Social y realizada por los coordinadores hospitalarios.

### ***4.2.5.4 Responsabilidad***

**Médico responsable:** Médico encargado de gestionar los exámenes y estudios obligatorios.

**Coordinador hospitalario:** funcionario encargado de coordinar y verificar la realización de estudios y exámenes obligatorios.

#### 4.2.5.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5.6 Descripción de los pasos

1. El médico responsable se encarga de gestionar y coordinar la realización de estudios y exámenes obligatorios al paciente como lo son: laboratorios completos, US abdominal, Ecocardiograma, certificado de muerte encefálica.
2. Coordinador hospitalario verifica la validez y realización de los mismos.
3. Coordinador hospitalario gestiona la información resultante.

## 4.2.5.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 12 Pantalla formulario comprobación gabinete de exámenes

← Exámenes de laboratorio

A Alexander Jesus Picado Jimenez  
206240769

Consecutivo N°1

Datos del médico

Código profesional de donación y trasplante: 0184  
Nombre del profesional de donación y trasplante: Hanzel Gerardo Cruz Loria

Fecha y hora de registro de los exámenes de laboratorio \*  
8/3/2019 04:35

Exámenes obligatorios

Exámenes sanguíneos Grupo Sanguíneo y RH, Hemograma	Exámenes de coagulación TP, TPT, INR
Exámenes de función hepática AST, ALT, ALP, GGT, DHL, BT, Albúmina	Exámenes de función renal NU, Creatinina
Exámenes de control metabólico Glicemia, Sodio, Potasio, Cloro, Calcio, Amilasa	Exámenes de pruebas serológicas para virus VIH, Hepatitis A, Hepatitis B, Hepatitis C, Citomegalovirus, Epstein Bar, VDRL, HTLV
Exámenes de pruebas Serológicas para protozoarios Toxoplasmosis, Chagas	

Exámenes opcionales

Exámenes de marcadores de lesión miocárdica CPK	Exámenes bacteriales Hemocultivo, Urocultivo, Cultivo secreción bronquial
Exámenes de Rayos X Ultrasonido abdominal	Exámenes de función cardíaca ECG, Ecocardiograma

Fuente: Elaboración propia

## 4.2.6 Subproceso donantes verificación pre salida

### 4.2.6.1 Objetivo

Coordinar y verificar los pasos previos al trasplante de órganos y tejidos.

### 4.2.6.2 Definiciones

**Evisceración:** Extracción de órganos y tejidos al paciente donante.

### 4.2.6.3 Alcance

Equipos evisceradores en la Caja Costarricense de Seguro Social.

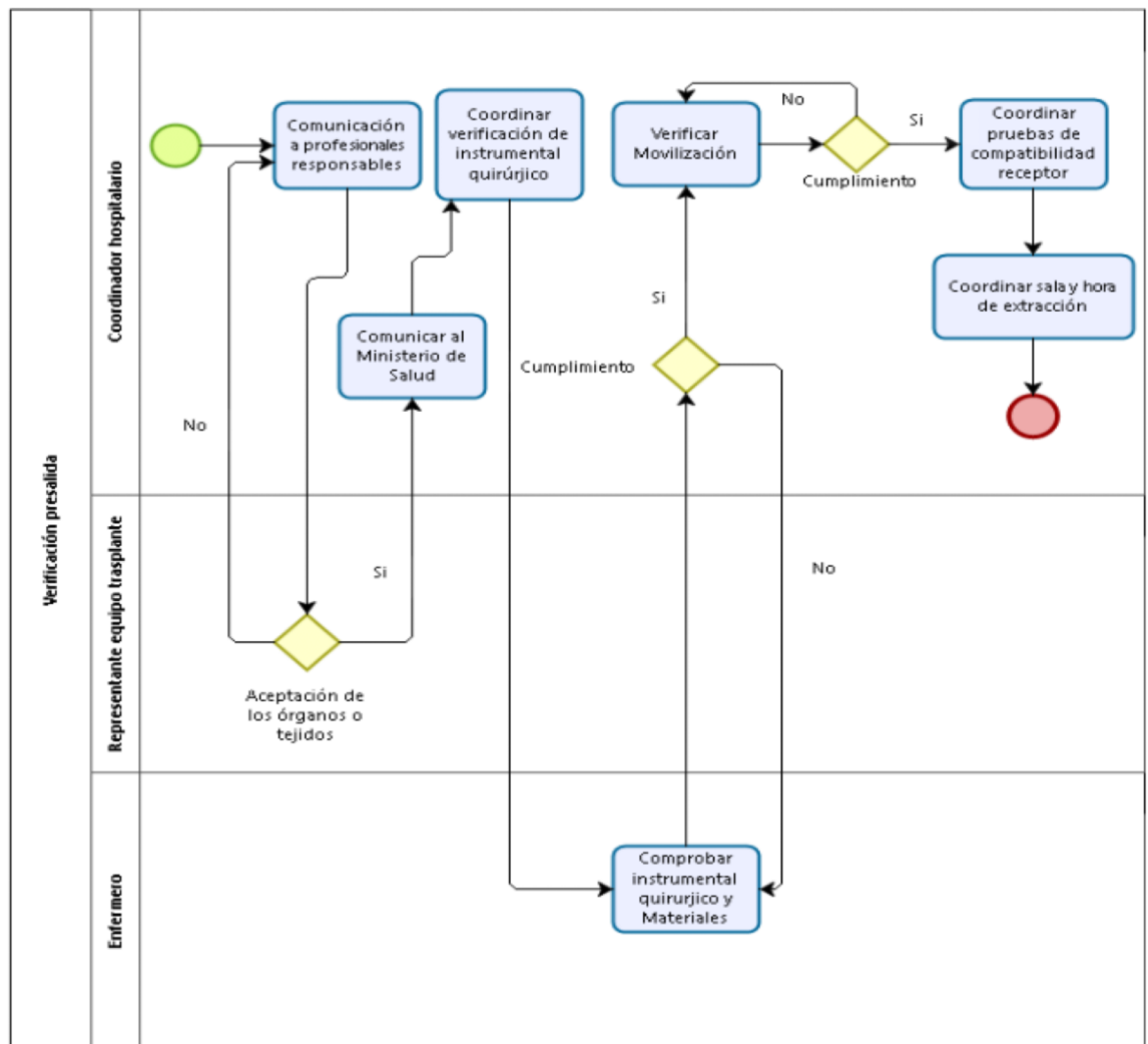
#### 4.2.6.4 Responsabilidad

**Coordinador hospitalario:** Se encarga de coordinar con los equipos de trasplante, comunicar al Ministerio de Salud y coordina la verificación del instrumental para la intervención quirúrgica.

**Representante equipo de trasplante:** Se encarga de aceptar o no los órganos o tejidos.

**Enfermero:** Verificación del instrumental quirúrgico.

#### 4.2.6.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6.6 Descripción de los pasos

1. Cada uno de los coordinadores hospitalarios involucrados se comunica con su equipo de trasplante correspondiente, para conocer sobre la aceptación o no del caso y comunicarlo posteriormente al Ministerio de Salud. (para esta comunicación se dispone de 1 h).
2. Luego de comentar el caso, el equipo de trasplante renal cuenta con 4 horas para emitir la respuesta y el equipo de trasplante hepático con 2 h, por ejemplo. una vez conformados los equipos y aceptado el caso, se procede a definir hora de extracción tomando en cuenta la disponibilidad de salas y de equipo de hospital donante, así como datos del receptor, de donde se desplaza, si requiere o no terapia de hemodiálisis y más importante aún las pruebas de compatibilidad también llamadas pruebas cruzadas (con una duración de aproximadamente 4 h). Acá también hay que considerar los tejidos, que funcionan como bancos- de tejidos (válvulas cardíacas, piel, hueso) y de córneas (banco de ojos).
3. El enfermero asignado previamente por el coordinador hospitalario procede por tanto a la realización de verificación de instrumental, equipo y demás necesario para la intervención.
4. Coordinador hospitalario verifica movilización y valida las pruebas de compatibilidad por último coordina la sala y hora de la intervención.

#### 4.2.6.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 13 Pantalla verificación pre salida (evisceración)

The screenshot displays a mobile application interface for 'Verificación pre-salida' (pre-departure verification). At the top, it shows the user's name 'Alexander Jesus Picado Jimenez' and ID '206240769'. Below this is a yellow header with 'Consecutivo N°S' and the date '16 abr. 2019'. The main content is a checklist of tasks, each with a checkbox and a status indicator (blue checkmark or red X). A timer at the bottom shows '03:52'. The tasks listed are:

- Instrumental quirúrgico
- Revisión de la fecha de esterilización del instrumental quirúrgico \*
- Fecha de esterilización \*
- Instrumental quirúrgico disponible \*
- Revisión de la indemnidad de la esterilización del instrumental quirúrgico \*
- Comunicación de movilización
- Comunicación de movilización \*
- Confirmación de boleta de transporte \*
- Confirmación de personal que va a realizar la evisceración \*
- Verificación de materiales
- Revisión de materiales para la evisceración \*
- Canasta de evisceración, Dos cajas de seda 0 sin aguja, Dos cajas de seda 0 con aguja, Una caja de prolene 4-0, Una caja de prolene 5-0, Hielera con solución de preservación con al menos...

Ilustración 14 Pantalla reporte pdf verificación pre salida (evisceración)

# arca-Trasplantes



Información  
verificación  
preSalida  
donantes

16 abril 2019 19:24:21

Consecutivo N° 1

Fecha ingreso	08 marzo 2019 18:40:23	Tipo donante	Cadavérico	Estado Donante
Identificación	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	
206240769	Alexander Jesus	Picado	Jimenez	
<b>Funcionario verificador</b>				
Código profesión que realiza verificación				0184
Nombre profesional que realiza verificación				Hanzel Gerardo Cruz Loría
<b>Instrumental quirúrgico</b>				
Fecha esterilización				27 febrero 2019 18:46:55
Instrumental quirúrgico disponible				✓
Revisión de la fecha de esterilización del instrumental quirúrgico				✓
Revisión de la indemnidad de la esterilización del instrumental quirúrgico				✓
<b>Comunicación de movilización</b>				
Fecha comunicación de movilización				08 marzo 2019 08:48:02
Confirmación de boleta de transporte				✓
Confirmación de personal que va a realizar la evisceración				✓
<b>Verificación de materiales</b>				
Canasta de evisceración				✓
Dos cajas de seda 0 sin aguja				✓
Dos cajas de seda 0 con aguja				✓
Una caja de prolene 4-0				✓
Una caja de prolene 5-0				✓
Hielera con solución de preservación con al menos 5 litros de Solución de preservación frío				✓
Conexiones para perfusión idealmente línea de urología de 4 vías				✓
Sondas para drenaje de tórax número 20,24,28,32 (al menos 2 por número)				✓
Sonda con bolsa para sistema de recolección de orina (al menos 2)				✓
2 sondas cortas para perfusión renal con adaptador de conexión estandar				✓
Dos grapadoras lineales tipo GIA 80 y dos cargas				✓
Cuatro grapadoras de piel				✓
Dos cajas de guantes descartables				✓
Pica hielo				✓
Rayador metálico				✓
Sellos plásticos estériles				✓
Rotulador				✓

Fin reporte

## **4.2.7 Subproceso donantes verificación de muerte encefálica**

### ***4.2.7.1 Objetivo***

Comprobación de los datos de identificación del paciente, medicamentos y verificación del tipo de muerte del donante.

### ***4.2.7.2 Definiciones***

**Muerte encefálica:** Paciente con daño neurocrítico irreparable

### ***4.2.7.3 Alcance***

Unidades de emergencias, cuidados intensivos y sala de operaciones de la Caja Costarricense de Seguro Social.

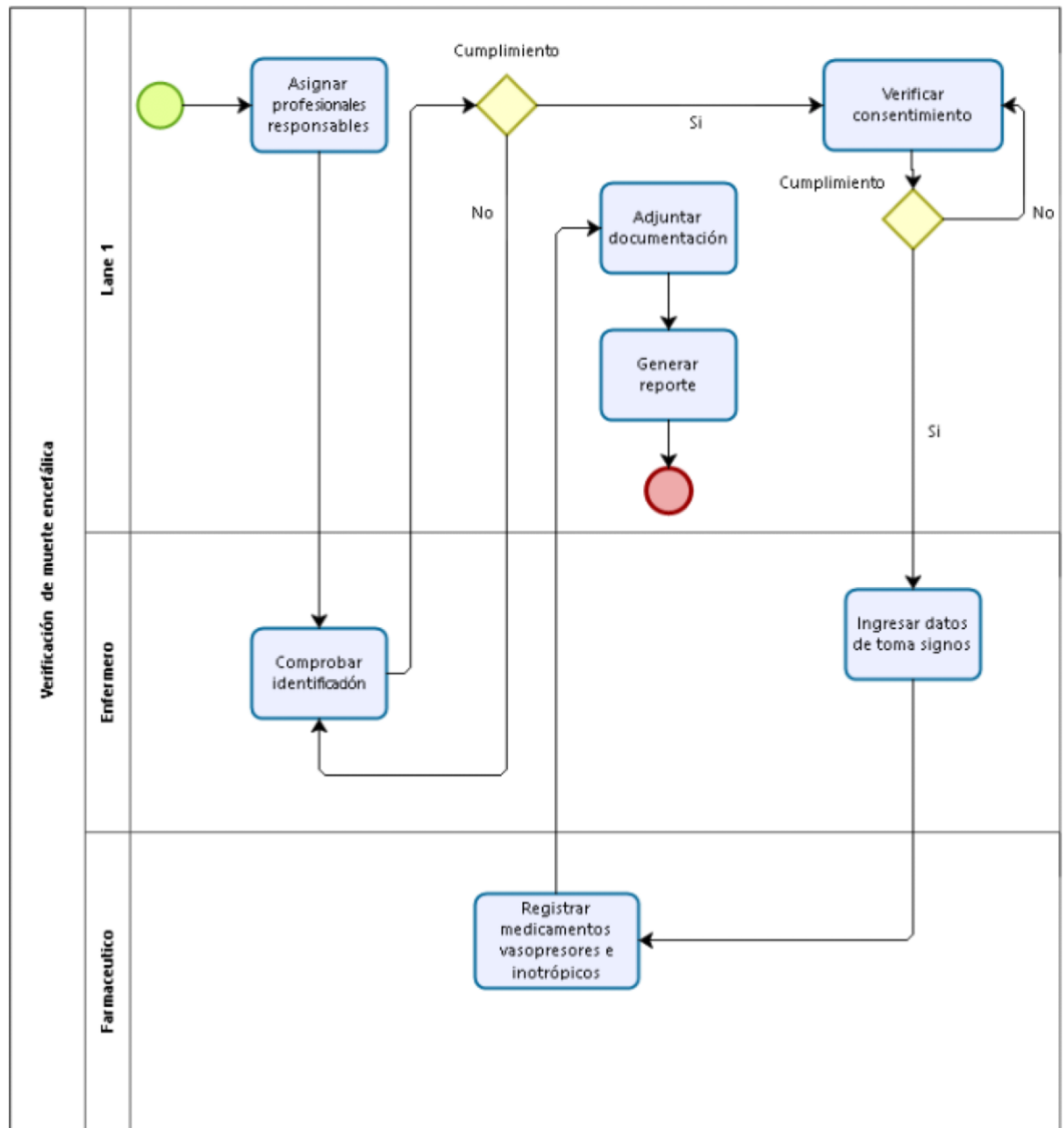
### ***4.2.7.4 Responsabilidad***

**Coordinador hospitalario:** Se encarga de asignar a los profesionales participantes de la verificación, coordina y verifica el cumplimiento.

**Enfermero:** Encargado de verificación de identificación del donante y toma de signos.

**Farmacéutico:** Verificación de los medicamentos vasopresores e inotrópicos.

#### 4.2.7.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7.6 Descripción de los pasos

1. El coordinador hospitalario asigna los profesionales participantes en el proceso.



2. El enfermero encargado verifica los datos de identificación del paciente y registra la toma de signos.
3. El farmacéutico registra el uso de medicamentos vasopresores e inotrópicos.
4. El coordinador hospitalario busca y adjunta la documentación que comprueba el diagnóstico de muerte encefálica.

#### 4.2.7.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 15 Pantalla formulario verificación muerte encefálica

The screenshot shows a mobile application interface for 'Verificación de muerte encefálica'. At the top, there is a header with a back arrow and the title. Below the header, the user's profile is displayed: 'Alexander Jesus Picado Jimenez' with ID '206240769'. A yellow bar indicates 'Consecutivo N°5' and the date '16 abr. 2019'. The form contains several sections:

- Professional Identification:** 'Código del profesional que verifica \*' (M1000) and 'Nombre del profesional que verifica' (Julie Mena Mora).
- Patient Identification:** 'Identificación del paciente', 'Identificación del brazalete', and 'Identificación por género', each with a checked checkbox.
- Physical Characteristics:** 'Identificación de características físicas o anatómicas \*' with a text input field containing 'pruebas'.
- Diagnostic Professional:** 'Código del profesional que diagnostica \*' (M1000) and 'Nombre del profesional que diagnostica \*' (Julie Mena Mora).
- Signatures:** 'Contiene firmas' with a checked checkbox.
- Hospital Coordinator:** 'Código del coordinador hospitalario de Donación y Trasplante \*' (M10001 - Juan Perez Sossa) and 'Otro coordinador hospitalario de Donación y Trasplante' (M1000 - Julie Mena Mora).
- Vital Signs:** 'Frecuencia cardíaca \*' (88) and 'Presión arterial \*' (129/80).

A blue bar at the bottom contains a magnifying glass icon and the text 'Use la tecla Tab para navegar en los formularios.'

Fuente: Elaboración propia

Para el adjunto de la documentación se construyó una funcionalidad mediante un driver de la base de datos de mongo llamado “GridsFs” el cual permite el almacenamiento de cualquier tipo de archivo de forma binaria en base de datos, ideal para este tipo de requerimientos.

Ilustración 16 Pantalla adjunto de archivos mediante GridFs de mongodb



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Pantalla reporte pdf verificación muerte encefálica

# arca-Trasplantes



**Información verificación encefálica donantes**

22 abril 2019 14:33:07

Consecutivo N° 1

<b>Fecha ingreso</b>	08 marzo 2019 18:40:23	<b>Tipo donante</b>	Cadavérico	<b>Estado Donante</b>	
<b>Identificación</b>		<b>Nombre</b>		<b>Primer apellido</b>	
	206240769		Alexander Jesus		Picado
				<b>Segundo apellido</b>	Jimenez
<b>Funcionario verificador</b>					
<b>Código profesional que realiza verificación</b>					0184
<b>Nombre profesional que realiza verificación</b>					Hanzel Gerardo Cruz Loria
<b>Identificación</b>					
<b>Identificación del brazalete</b>					✓
<b>Identificación por género</b>					✓
<b>Identificación de características físicas o anatómicas</b>					pruebas funcionales
<b>Diagnóstico</b>					
<b>Código profesional que diagnóstica</b>					0184
<b>Nombre profesional que diagnóstica</b>					Hanzel Gerardo Cruz Loria
<b>Fecha y hora muerte encefálica</b>					08 marzo 2019 11:18:26
<b>Verificación consentimiento de donación</b>					
<b>Documentación contiene firmas</b>					✓
<b>Nombre coordinador hospitalario que realiza entrevista</b>					0184
<b>Otro</b>					0184
<b>Fecha y hora entrevista familiar</b>					08 marzo 2019 11:18:26
<b>Toma de signos</b>					
<b>Frecuencia cardiaca</b>					88
<b>Presión arterial</b>					129/80
<b>Presión arterial media (mm Hg)</b>					88
<b>Saturación de oxígeno (%)</b>					88
<b>Temperatura (°C)</b>					36
<b>Medicamentos vasopresores e inotrópicos</b>					
<b>Adrenalina (µg/kg/min)</b>					1
<b>Noradrenalina (µg/kg/min)</b>					1
<b>Dopamina (µg/kg/min)</b>					1
<b>Dobutamina (µg/kg/min)</b>					1
<b>Vasopresina (U/min)</b>					1
<b>Milrinona (µg/kg/min)</b>					1
<b>Otros medicamentos</b>					dexametasona

Fin reporte

1 / 1

Caja Costarricense de Seguro Social.

Fuente: Elaboración propia

## **4.2.8 Subproceso donantes verificación de datos de extracción**

### **4.2.8.1 Objetivo**

Identificar y documentar las condiciones de la extracción de órganos y tejidos

### **4.2.8.2 Definiciones**

**Evisceración:** Extracción de órganos y tejidos al paciente donante.

**Uréter:** Conducto por el que desciende la orina desde el riñón a la vejiga.

**Vena:** Vaso sanguíneo, especialmente el que conduce la sangre de los capilares en dirección al corazón.

**Arteria:** Vaso sanguíneo que conduce la sangre desde el corazón a las diversas partes del organismo.

**Biopsia:** Examen microscópico de un trozo de tejido o una parte de líquido orgánico que se extrae de un ser vivo.

### **4.2.8.3 Alcance**

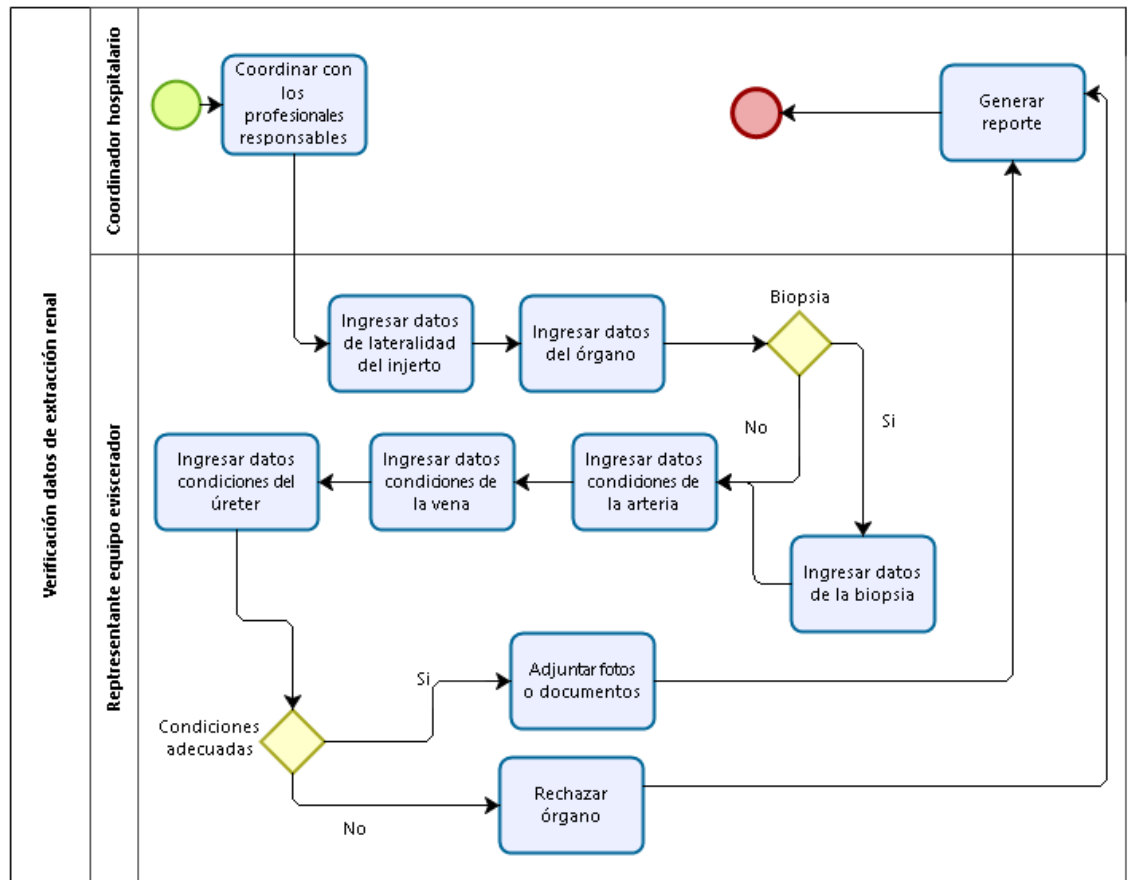
Sala de operaciones y unidades de evisceración de la Caja Costarricense de Seguro Social.

### **4.2.8.4 Responsabilidad**

**Coordinador hospitalario:** Se encarga de coordinar los profesionales responsables y generar un reporte con la información resultante.

**Representante equipo eviscerador:** Se encarga de verificar y documentar la condición de los órganos y/o tejidos extraídos, así como de la intervención quirúrgica.

#### 4.2.8.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

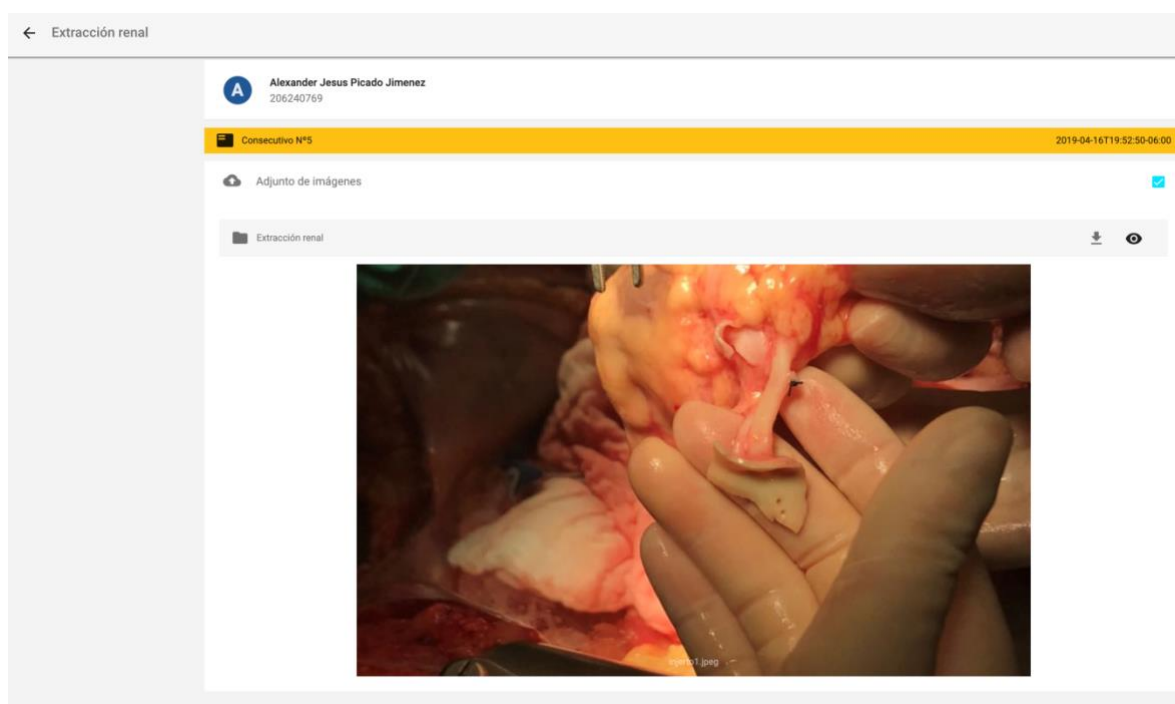
#### 4.2.8.6 Descripción de los pasos

1. El coordinador hospitalario coordina con los profesionales responsables de la extracción.
2. El Coordinador hospitalario coordina el traslado del donante.
3. Equipo de evisceración realiza la evisceración (injerto) o extracción la cual puede ser in situ o en bloque, se documentan las condiciones del órgano o tejido.
4. El coordinador hospitalario se encarga de generar un reporte del proceso donde dependiendo de las condiciones del órgano lo acepta o lo rechaza.

#### 4.2.8.7 Prototipo mediante stack MEAN

Para el adjunto de la documentación se construyó una funcionalidad mediante un driver de la base de datos de mongo llamado “GridFs” el cual permite el almacenamiento de cualquier tipo de archivo de forma binaria en base de datos, ideal para este tipo de funcionalidad, para este caso en particular es utilizado para documentar la labor de los funcionarios mediante fotos de los pasos de la extracción.

*Ilustración 18 Pantalla documentación del proceso mediante adjunto de fotos GridFs de mongodb*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19 Pantalla formulario verificación injerto renal

← Extracción renal

**A** Alexander Jesus Picado Jimenez  
206240769

**Consecutivo NPS** 2019-04-16T19:52:50-06:00

Adjunto de imágenes

Código del cirujano  Nombre del cirujano

**M1000** Julie Mena Mora

**0184** Hanzel Gerardo Cruz Loria

**M10001** Juan Perez Sossa

Lateralidad del injerto \*  
**Lado derecho**

Efectos adversos previos a la perfusión  Perfusión en bloque in situ  Perfusión en banco

Isquemia caliente (en minutos)

Isquemia fría (Incluir hora de inicio con minutos)\*  
  
- 04:38 +

Fuente: Elaboración propia

# arca-Trasplantes



**Información  
injerto renal  
donantes**

16 abril 2019 19:27:04

Consecutivo N° 1

<b>Fecha ingreso</b>	08 marzo 2019 18:40:23	<b>Tipo donante</b>	Cadavérico	<b>Estado Donante</b>	Donante
<b>Identificación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Primer apellido</b>	<b>Segundo apellido</b>		
206240769	Alexander Jesus	Picado	Jimenez		
<b>Cirujanos</b>					
<b>Lateralidad del injerto</b>					
Lado derecho					
<b>Tipo de perfusión</b>					
Perfusión en bloque in situ					
Perfusión en banco					
Perfusión otros	pruebas				
<b>Condiciones del órgano</b>					
Lesiones transoperatorias					
<b>Biopsia</b>					
Se realizó biopsia					
Biopsia previa a isquemia					
Se suturó lecho					
Se realizó hemostasia					
Localización					
<b>Condiciones de la arteria</b>					
Vena con parche de cava					
Tamaño total (cm)					
Anomalías					
<b>Condiciones de la vena</b>					
Arteria con parche de aorta					Si
Tamaño total (cm)					12
Anomalías					
<b>Condiciones del uréter</b>					
Largo total (cm)					12
Anomalías					
<b>Embalaje</b>					
Adecuado embalaje					No
Fotografías					

Registro injerto renal ingresado 08 marzo 2019 18:56:00

Fin reporte

Fuente: Elaboración propia

## **4.2.9 Subproceso donantes verificación de datos de transporte, etiquetado y embalaje**

### ***4.2.9.1 Objetivo***

Establecer los responsables y las condiciones de almacenamiento, embalaje y transporte de los órganos y tejidos.

### ***4.2.9.2 Definiciones***

**Etiquetado:** Identificación de los órganos o tejidos.

**Embalaje:** Almacenamiento de órganos o tejidos para transporte.

### ***4.2.9.3 Alcance***

Sala de operaciones y sección de transporte de hospitales de Caja Costarricense de Seguro Social.

### ***4.2.9.4 Responsabilidad***

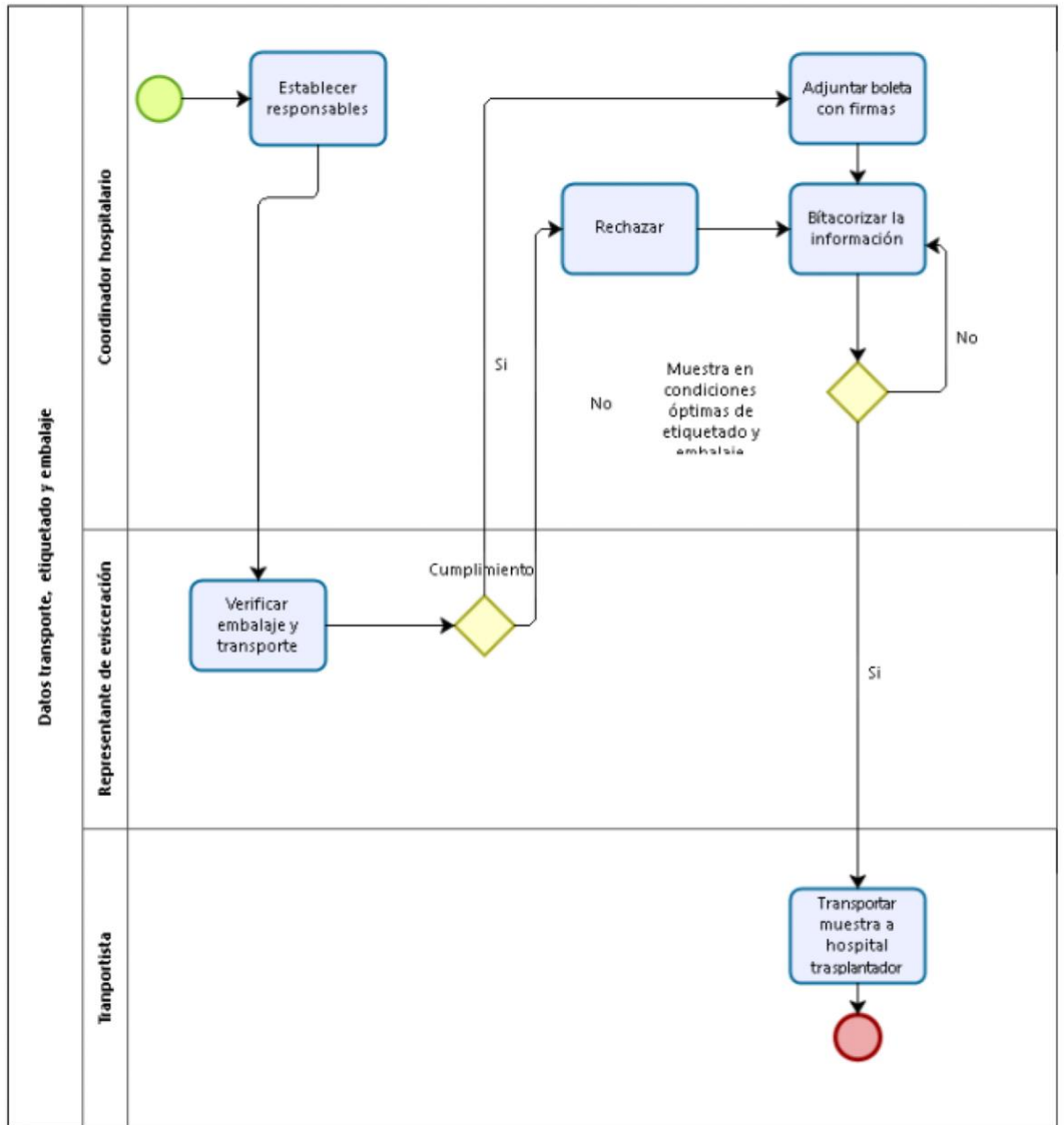
**Coordinador hospitalario:** Funcionario encargado de asignar los responsables del proceso, así como verificar la correcta manipulación de los órganos y tejidos.

**Representante equipo eviscerador:** Funcionario encargado de verificar el correcto embalaje y etiquetado de los órganos y tejidos.

**Transportista:** Encargado de trasladar los órganos y tejidos al respectivo centro trasplantador.



4.2.9.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.9.6 Descripción de los pasos

1. El representante de evisceración verifica que se haya embalado los órganos y se disponen en respectivas hieleras para transporte, deben de viajar con papelería obligatoria con los datos del donante y del hospital receptor.
2. El coordinador hospitalario a su vez coordina con la sección de transportes.
3. El transportista por medio de transporte institucional acarrea los órgano y tejidos al hospital receptor.
4. Coordinación de sala de operaciones realiza recepción en hospital receptor y trasplante.
5. Representante de evisceración recibe los órganos y tejidos.

#### 4.2.9.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 21 Pantalla formulario transporte y etiquetado de órganos y tejidos

The screenshot shows a mobile application interface for kidney extraction. At the top, it displays the user's name 'Alexander Jesus Picado Jimenez' and ID '206240769'. Below this is a yellow bar with 'Consecutivo N°5' and the timestamp '2019-04-16T19:52:50-06:00'. The form includes a section for 'Adjunto de imágenes', a list of surgeons with their IDs and names (Julie Mena Mora, Hanzel Gerardo Cruz Loria, Juan Perez Sossa), a dropdown for 'Lateralidad del injerto\*' set to 'Lado derecho', radio buttons for 'Efectos adversos previos a la perfusión' (selected: 'Perfusión en bloque in situ'), and a slider for 'Isquemia fría (incluir hora de inicio con minutos)\*' set to '04:38'.

Fuente: Elaboración propia

## **4.2.10 Subproceso donantes reporte final donante cadavérico Ministerio Salud**

### ***4.2.10.1 Objetivo***

Seguimiento clínico del paciente trasplantado por parte de la CCSS y notificación al Ministerio de Salud, para el manejo de listas de espera.

### ***4.2.10.2 Definiciones***

**Receptor:** paciente el cual recibe un órgano o tejido de manera terapéutica.

### ***4.2.10.3 Alcance***

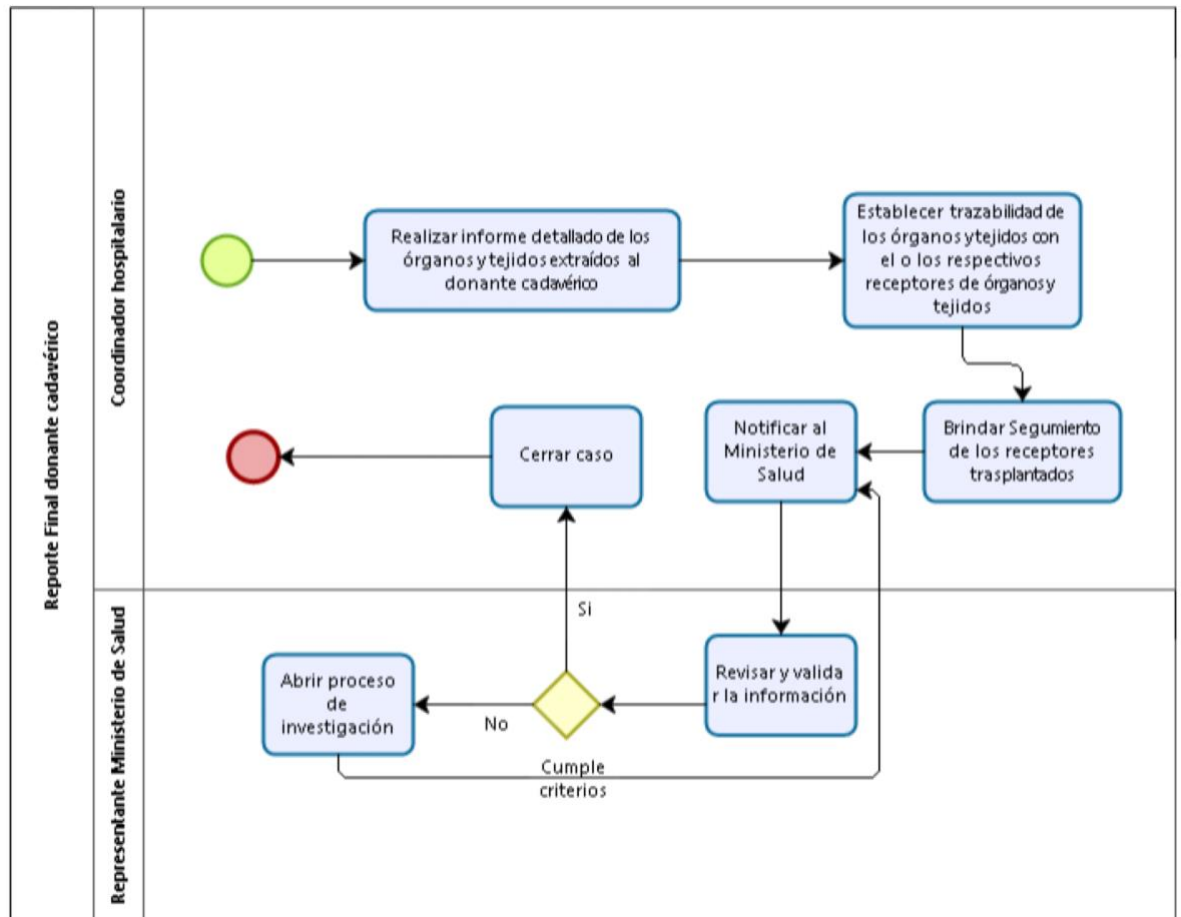
Coordinación de trasplantes en Caja Costarricense de Seguro Social- Secretaría técnica del Ministerio de Salud.

### ***4.2.10.4 Responsabilidad***

**Coordinador hospitalario:** funcionario de la Caja Costarricense de Seguro Social encargado de generar informe de trazabilidad de órganos y tejidos del donante cadavérico.

**Representante Ministerio de Salud:** funcionario del ente rector encargado de validar los datos del donante, receptores y trasplante.

#### 4.2.10.5 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.10.6 Descripción de los pasos

1. El coordinador hospitalario se encarga de recopilar el conglomerado de toda la información del donante cadavérico, así como de la trazabilidad de los órganos y tejidos extraídos hacia cada receptor.
2. Coordinador hospitalario realiza un seguimiento a los receptores.
3. Coordinador hospitalario emite un informe al Ministerio de Salud con el fin de que se valide la información en donde se emite la trazabilidad de los órganos y tejidos.
4. Representante del ministerio de salud revisa y valida la información, no obstante, si este detecta anomalías se encarga de abrir un proceso de investigación, de lo contrario cierra el caso.

#### 4.2.10.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 22 Pantalla reporte final donante cadavérico Ministerio de salud

← Reporte donante cadavérico

**Alexander Jesus Picado Jimenez**  
206240769

Consecutivo N°5
16 abr. 2019

Código del coordinador hospitalario \*  
M1000

Nombre del coordinador hospitalario \*  
Julie Mena Mora

Código del médico responsable \*  
M1000

Nombre del médico responsable \*  
Julie Mena Mora

Información general del donante

Antecedentes de neoplasia

Autorización judicial

Fecha y hora de la autorización judicial \*  
16/4/2019

-

+

10:15

Autopsia

Autopsia descripción \*  
pruebas

Perímetro abdominal (cm) \*  
60

Perímetro torácico (cm) \*  
60

Antecedentes personales patológicos \*  
HTA

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23 Pantalla reporte pdf reporte final Ministerio de salud donante cadavérico

## arca-Trasplantes

**Información final reporte donante cadavérico**  
16 abril 2019 19:58:22

Consecutivo N°		Tipo donante	Estado
<b>Fecha ingreso</b>			
<b>Autorización judicial</b>			
<b>Identificación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Primer apellido</b>	<b>Segundo apellido</b>
206240769	Alexander Jesus	Picado	Jimenez

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24 Pantalla ejemplo wizard completo de procesos de donante cadavérico

The screenshot displays the 'arca-Trasplantes' interface. At the top, there is a search bar for 'Buscar donantes' and a navigation menu. Below the search bar, there are filters for 'Cualquier fecha', 'Cualquier tipo de sangre', and 'Cualquier tipo de rh'. The main content area shows the profile for 'Alexander Jesus Picado Jimenez' (ID: 206240769). The profile includes a 'Cadastrado' status, an admission date of '8 mar. 2019', and a '39 dias' indicator. The medical history section lists 'Medicina' as the service, '2208 - Hospital San Vicente de Paul' as the unit, and 'Neurologia' as the specialty. The patient's blood type is 'O Positivo'. The 'Muerte encefálica' section indicates the organ to be transplanted is 'Riñón' and the date and time of diagnosis is '8 mar. 2019 04:03:30'. A diagnosis of '2251 Necesidad de inmunización contra la influenza [gripe]' is also present. The profile was created on '12 nov. 2018' and last modified on '8 mar. 2019'. The interface includes a bottom navigation bar with various icons.

Fuente: Elaboración propia

## 4.2.11 Subproceso receptores ingreso de órganos o tejidos

### 4.2.11.1 Objetivo

Establecer el adecuado registro de pacientes receptores en lista de espera, cálculo de prioridad por órgano o tejido y verificación de la información clínica ingresada.

### 4.2.11.2 Definiciones

**Prioridad:** Ventaja o preferencia que una persona o cosa tiene sobre otra.

### 4.2.11.3 Alcance

Especialidades médicas en la Caja Costarricense de Seguro Social- Ministerio de Salud

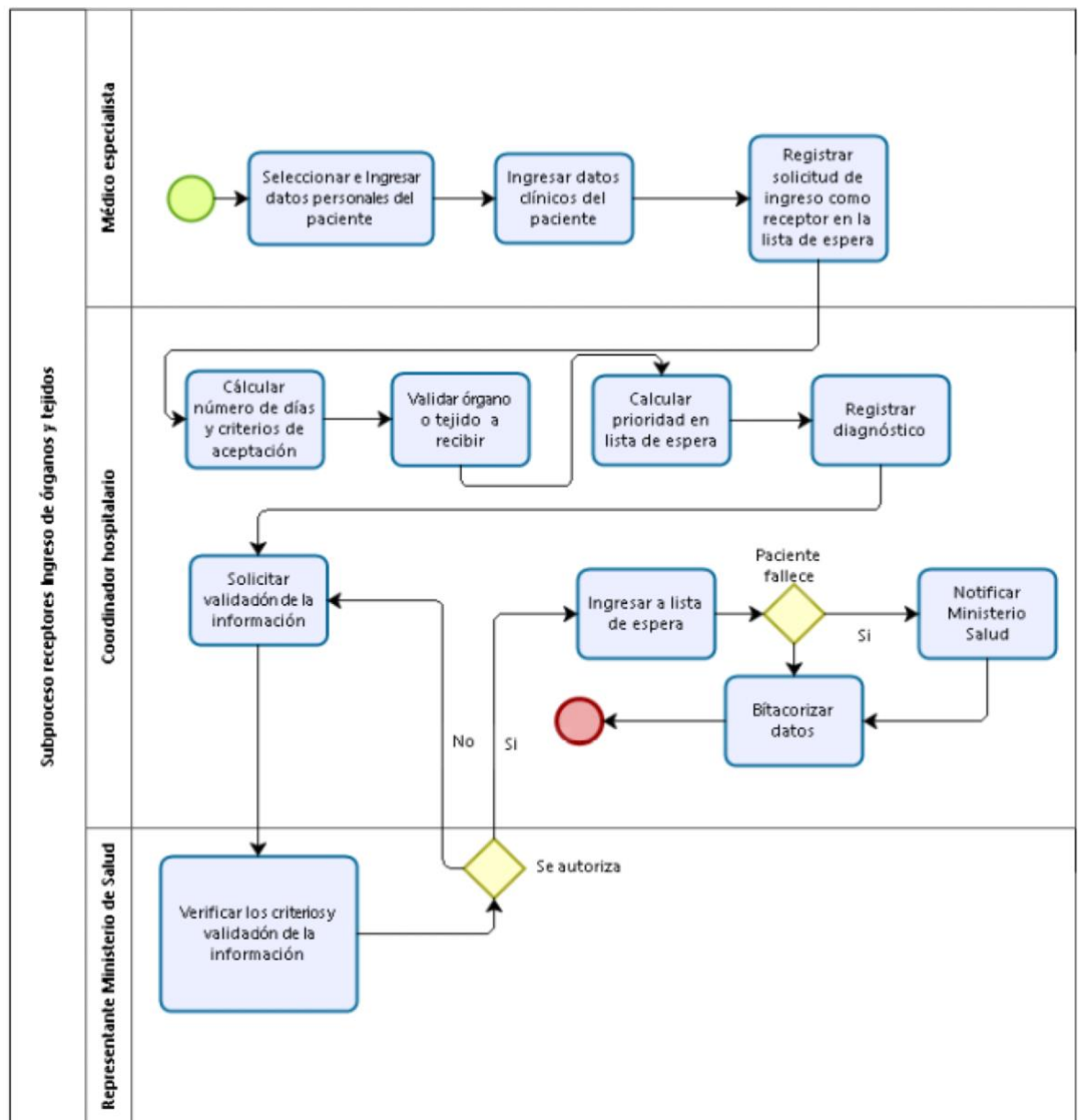
### 4.2.11.4 Responsabilidad

**Médico especialista:** Médico tratante de la persona enferma realiza la identificación y selección de posible candidato (receptor) para trasplante.

**Coordinador hospitalario:** Realiza el cálculo de prioridad y criterios para el ingreso a lista de espera, pide validación de la información al Ministerio de Salud.

**Representante Ministerio de Salud:** Se encarga de validar la información de los pacientes y autorizar para que se ingrese como receptor en la lista nacional de receptores de órganos y tejidos.

**4.2.11.5 Diagrama de flujo (Este es una muestra del procedimiento).**



Fuente: Elaboración propia

#### ***4.2.11.6 Descripción de los pasos***

1. Se debe de tener un registro de los pacientes en lista de espera para trasplante, cada paciente de acuerdo con el criterio del médico será incorporado al registro según las plantillas o formularios que creamos para dicho fin.
2. El médico especialista tratante de la persona enferma realiza la identificación y selección de posible candidato (receptor) para trasplante. Registro que se notifica al Ministerio de Salud (Registro de receptores).
3. El coordinador hospitalario siguiendo una serie de criterios y restricciones ingresa al paciente como posible receptor a la lista de espera en estado pendiente, resuelto (registro de pacientes que se han operado), depurado (fallecido, no desean cirugía o se excluyen de la lista por indicación médica). O para este último estado existen bajas transitorias de acuerdo con la normativa vigente para dicho fin.
  - a. APTO Activos para trasplante, en diálisis.
  - b. APTO Activos para trasplante, sin diálisis.
  - c. Contraindicación temporal, que debe mejorarse antes del trasplante.
  - d. Contraindicación permanente médica para el trasplante, indicando la causa.
  - e. Oposición del paciente al trasplante, para lo cual firmará consentimiento informado de No inclusión en la lista nacional de receptores.

Los criterios establecidos para dar de baja temporal o permanente a un paciente de la lista nacional de receptores pueden ser uno o varios de los siguientes:

Temporal: (Alerta del sistema: no actualización del estado cada 6 meses)

Permanente:

- a. Edad de paciente.
- b. Patología cardíaca.
- c. Patología vascular.
- d. Patología infecciosa.
- e. Patología neoplásica.
- f. Patología quirúrgica.
- g. Patología urología.



- h. Patología metabólica.
- i. Patología nutricional.
- j. Patología neurológica.
- k. Situación económica.
- l. Patología inmunológica.
- m. Adicción.
- n. Accidente.
- o. Trasplante en exterior.
- p. No reside en el país.
- q. Suspensión del tratamiento por voluntad propia.
- r. Operados en el extranjero.
- s. Muerte.

El fallecimiento y la baja transitoria o permanente de los potenciales receptores inscriptos en lista nacional de receptores, deberá ser reportado en forma inmediata a la Secretaría Técnica de donación y Trasplante (SETDT).

4. El coordinador hospitalario emite un informe al Ministerio de Salud que obedece al punto anterior.
5. El representante del Ministerio de Salud valida los criterios de priorización y de ser necesario pide la corroboración de la información que genere duda.
6. El coordinador hospitalario de ser positiva la respuesta procede a agregar el paciente en lista de espera oficial.

#### ***4.2.11.7 Prototipo mediante stack MEAN***

Ilustración 25 Pantalla ingreso de receptores por órgano o tejido

Editar receptor

**A** Alexander Jesus Picado Jimenez  
206240769

Hombre. 16/09/1986 32 años  
Conocido como alex

País de nacimiento \* Costa Rica Estado civil \* Casado(a)

Datos personales

Telefono Móvil Número

89900183

apicadoj@ccss.sa.cr

Fecha de ingreso \* 1/1/2019 106 días

Unidad Programática \* 2102 - Hospital San Juan de Dios

Servicio \* Cirugia Especialidad \* Unidad Trasplante Renal

Tipo de sangre \* Rh \* Positivo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26 Pantalla cálculo automático de priorización en lista de espera de riñón

Órgano / Tejido del trasplante \* Riñón **Prioridad 16**

HLA \* 85 PRA \* 120

Terapia Desensibilización \* Si Activo para Trasplante \* Diálisis

Acepta Donante con Criterio Extendido \* Si

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27 Pantalla cálculo automático de priorización en lista de espera de Córnea

Órgano / Tejido del trasplante \* Córnea **Prioridad 16**

Diagnósticos de urgencias Perforación Córnea Corrección óptica \* Si

Ojo único \* Si Falla primaria \* Si

Fuente: Elaboración propia

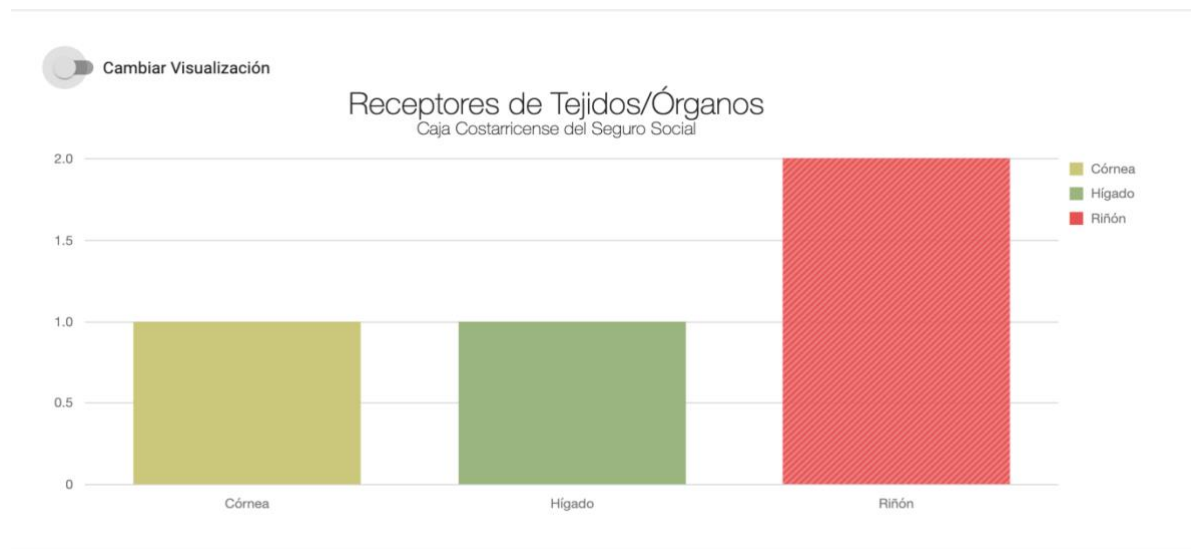
Ilustración 28 Pantalla cálculo automático de priorización en lista de espera de Hígado

Órgano / Tejido del trasplante *		<b>Hígado</b>		<b>Prioridad 2</b>	
MELD Na+ *	20				
Escala Child-Pugh *	15	MELD Score *	40		
Billirrubina Total mg/dL *	1.9	INR *	1		
Condiciones especiales *	Si	Albúmina g/dL *	3.5		
Creatinina mg/dL *	1.2	Tiempo de Protrombina (TP) *	80		
Sodio Serico (Na+) mEq/L *	140	Ascitis *	Moderada		
Encefalopatía *	Grado 3-4				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las pantallas de los cuadros estadísticos de cantidad de receptores por órgano o tejido en espera, solución basada en la librería JavaScript D3:

Ilustración 29 Pantalla gráfica cantidad total de receptores por órgano o tejido



Fuente: Elaboración propia

## **4.2.12 Subproceso trasplantes asociación de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón**

### ***4.2.12.1 Objetivo***

Establecer la trazabilidad de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón

### ***4.2.12.2 Definiciones***

**Trazabilidad:** Serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas.

**Trasplante:** Procedimiento por el cual se implanta un órgano o tejido procedente de un donante a un receptor.

### ***4.2.12.3 Alcance***

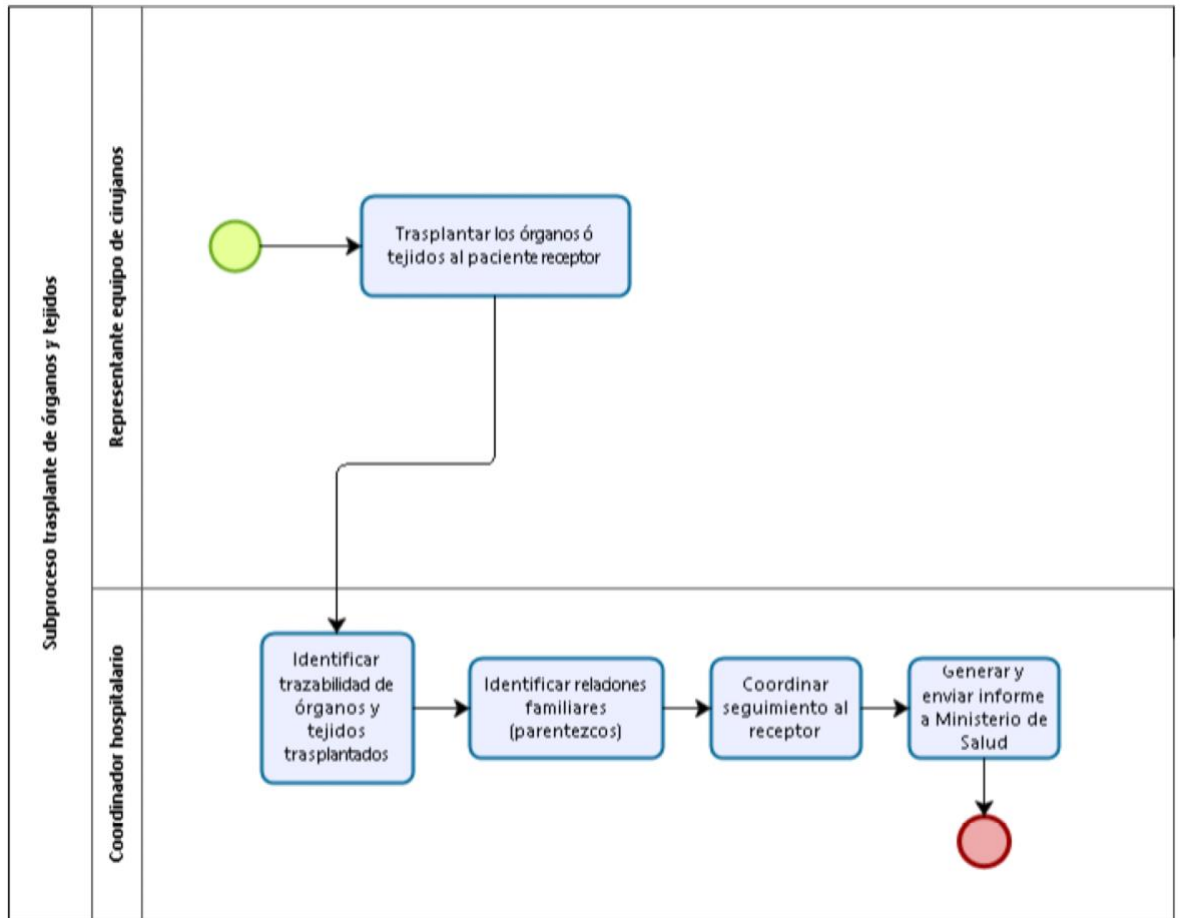
Coordinación de trasplantes y sala de operaciones de hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social.

### ***4.2.12.4 Responsabilidad***

**Representante de cirujanos:** Se encarga de realizar y coordinar el trasplante de órganos y tejidos.

**Coordinador hospitalario:** Identificación de trazabilidad de órganos y tejidos, seguimiento al paciente trasplantado y documentar el proceso final.

#### 4.2.12.5 Diagrama de flujo (Este es una muestra del procedimiento).



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.12.6 Descripción de los pasos

1. El representante de cirujanos se encarga de realizar y coordinar el trasplante de órganos y tejidos.
2. El coordinador hospitalario realiza la identificación de la trazabilidad de los órganos y tejidos y los posibles parentescos de los pacientes involucrados.
3. Coordinador hospitalario se encarga de dar seguimiento al paciente trasplantado y finalmente documenta y notifica al Ministerio de Salud sobre el proceso final.

#### 4.2.12.7 Prototipo mediante stack MEAN

Ilustración 30 Pantalla formulario asociación de donante vivo Riñón con receptor Riñón

The screenshot displays a web application interface for kidney donor-recipient association. The header includes a menu icon, the text 'arca-Trasplantes', and utility icons. A search bar contains 'Buscar trasplantes' and a refresh icon. The main content area shows the following details:

- Donante:** Jaime Enrique Mora Zarate (ID: 401890654)
- Receptor:** Diego Armando Lopez Badilla (ID: 206240768)
- Vínculo con el receptor:** Vivo no relacionado
- Relación:** pruebas
- Valoración Bioética:** Apto
- Valoración Trabajo Social:** Apto
- Valoración Psicológica / Psiquiatría:** Apto
- Cirugía propuesta:** Trasplante renal
- Fecha propuesta de intervención:** 19 abr. 2019
- Código del médico tratante:** 0184
- Nombre del médico tratante:** Hanzel Gerardo Cruz Loria
- Creación:** 8 mar. 2019

The interface also includes a 'Información clínica' link and a 'apicadoj' signature.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se habilitó sitio de pruebas en servidor virtual proporcionado por los compañeros de telemática y redes del Hospital en la dirección <http://10.76.18.116:3000/login>, esto a solicitud de la coordinación de desarrollo y programación del centro de gestión informática del Hospital San Vicente de Paúl y en aras de generar interés de continuidad a las instancias correspondientes. A la fecha, octubre 2019, este sitio cuenta con el ingreso de 14 registros de donantes cadavéricos, 4 de donantes vivos, 18 registros de receptores y 5 registros de la asociación de un donante vivo de riñón con un receptor de riñón.

Consultar demo:



Fuente:Elaboración propia

### **4.3 Validación de la propuesta**

Luego de evidenciar los problemas que la institución presenta en materia de trasplantes se procedió a estudiar y analizar el proceso que la institución realiza, no obstante, se detectaron que para los procesos sustantivos no existía una guía estandarizada de procesos, más sin embargo, gracias a la colaboración de la coordinación hospitalaria se logra crear un mecanismo que permite la estandarización de los procesos macros utilizando modelado de procesos BPM y comprobando su eficacia mediante tecnología web basado en el stack MEAN. Para esta comprobación fue necesario la automatización del proceso de gestión, inclusión y mantenimiento de receptores de órganos y tejidos, así como, el cálculo automático de prioridad en lista de espera, este cálculo está basado en los reglamentos planteados en la Ley de trasplante de órganos y tejidos, cabe mencionar que este reglamento o políticas de cálculo no existe para todos los órganos y tejidos para los cuales la institución realiza trasplantes por lo que el cálculo se realiza para los que sí existe dicho reglamento, en este sentido se da por satisfechos el objetivo uno y dos de este proyecto.

Por otro lado, se estandarizan procesos macro de gestión, registro y control de donantes vivos y cadavéricos y la emisión de alertas para posibles donantes mediante modelado de procesos BPM, finalmente la automatización mediante tecnologías web, con la creación de prototipo funcional mediante stack MEAN.

Para el caso de donante vivo, se habilita la posibilidad de asociar un donante vivo de Riñón con un receptor de Riñón; y para el caso de donante cadavérico, se crean los procesos BPM y se automatizan cada uno de los procesos asociados tal como lo son la entrevista familiar, gabinete de exámenes, verificación encefálica y verificación pre salida (evisceración o extracción), extracción renal y hepática, transporte, etiquetado de órganos y tejidos y reporte final de donante cadavérico. Además, se logra la incorporación de notificaciones y alertas en tiempo real mediante correo electrónico y mensajería de texto SMS, esto permite la comunicación inmediata y la toma oportuna de decisiones, dando así por satisfecho el objetivo específico tres de este proyecto.

Finalmente, se reviso el mecanismo y prototipo funcional el cual fue presentado en sesión demo a representantes de la coordinación nacional de donación y trasplante de la Caja Costarricense de Seguro Social, estos validaron el mecanismo aceptándolo como una importante iniciativa de solución a los problemas que actualmente les aquejan y se comprometieron a realizar las gestiones necesarias que permitan darle continuidad a esta importante iniciativa, dando por satisfecho el último objetivo planteado. De esta manera se concluyen con éxito los objetivos de este proyecto, el cual buscaba la propuesta de un mecanismo para automatizar el proceso de donación y trasplante de órgano y tejidos en la Caja Costarricense de Seguro Social, que permita el ordenamiento y estandarización de este importante proceso para la institución y para todos los habitantes de este país, aumentando con ello los niveles de transparencia, acceso oportuno y equidad en la asignación de los órganos y tejidos.



**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En Costa Rica existe Ley 9222 para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos, sin embargo, no existe ningún método que ayude al ordenamiento, estandarización y automatización de procesos, lo que provoca pérdida de órganos y tejidos que conlleva al aumento de muertes de pacientes que esperan por un órgano o tejido.

La investigación realizada permitió determinar que la aplicación de la metodología BPM permite el ordenamiento y estandarización de procesos, y que la creación de los mismos aumenta el conocimiento y el aprendizaje de los distintos actores, con mayores recursos para la rendición de cuentas y el mejoramiento paulatino de los niveles de transparencia. Además, permite una priorización más justa y oportuna en la asignación de órganos y tejidos, mejorando la calidad de vida de las personas y de la sociedad misma.

También el trasladar estos procesos ya mejorados a un aplicativo y específicamente al uso del stack MEAN, permite la automatización de tareas y la generación de alarmas o alertas, mejorando con ello la respuesta de los equipos y del personal participante en general, con información certera y en tiempo real que permite la detección temprana de malas prácticas, así como de los posibles responsables.

Finalmente cabe mencionar que se dan por satisfechos cada uno de los objetivos dado a que el mecanismo propuesto es una alternativa que permite la gestión de tareas principales para el proceso de donación y trasplante de órganos y tejidos en la Caja Costarricense de seguro social, a través de herramientas digitales y el uso de tecnología web que permite la alerta y asignación de órganos o tejidos a receptores todos en lista de espera provenientes de donantes vivos o cadavéricos y que fue aceptado y evaluado por representantes de la Coordinación Nacional de Trasplantes.

## **5.2 Limitaciones**

Por cuestiones de confidencialidad, priorización de proyectos y de permisos no es posible la integración con el EDUS (expediente digital único de salud), por lo que esta integración queda para versiones futuras, para este proyecto se maneja el manejo de resultados de exámenes, pruebas de laboratorio y otros estudios mediante el ingreso de datos por parte del usuario.

También, no fue posible realizar un despliegue a producción del prototipo desarrollado debido a que muchos procesos no han sido estandarizados ni aprobados por parte la coordinación nacional de trasplantes y órganos, ni a la fecha noviembre del 2019 se ha designado un comité encargado de aprobar la estandarización de los procesos, lo que impide el desarrollo de nuevas funcionalidades al no tener claro el flujo a seguir. Sin embargo, se habilitó el prototipo funcional para que los representantes de la coordinación puedan realizar pruebas y puedan con apoyo de las gerencias correspondientes continuar incluyendo nuevas funcionalidades.

## **5.3 Recomendaciones**

Este proyecto representa un valioso aporte para contrarrestar los problemas que viene enfrentando la red nacional de trasplantes, sin embargo, aún queda mucho por hacer al respecto, no obstante, no está de más mencionar que las siguientes recomendaciones se escapan del alcance de este trabajo de investigación,

En primera instancia se recomienda a la escuela de informática valorar la incorporación de cursos de innovación tecnológica y el uso de tecnologías de moda en su plan de estudios.

Se recomienda a las autoridades hospitalarias competentes revisar, evaluar y estandarizar mediante políticas el mecanismo desarrollado para que en un corto plazo y de manera paulatina pueda ser implementado en la red de hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social, con el fin de mitigar los graves problemas que se vienen presentando en materia de trasplantes.

También se recomienda que una vez revisado, aprobado e implementado, se realicen a nivel de gerencia la creación de capacitaciones al personal que va a estar participando en el proceso.

Se recomienda, además, que se redacten las políticas necesarias para que se dicte el uso obligatorio de está y otras herramientas necesarias para fortalecer los procesos que se realizan en materia de trasplante de órganos y tejidos en la institución.

Se recomienda analizar y evaluar futuras integraciones con el expediente digital único en salud (EDUS), con el fin de dotar de más músculo está importante iniciativa.

Se recomienda se realicen las integraciones con otros sistemas de la caja con el fin de ampliar el ecosistema de soluciones informáticas con las que se cuenta actualmente.

Se recomienda también se tome como parte de la cartera de proyectos institucionales con el fin de en robustecerlo, mejorarlo e implementarlo a nivel nacional.

Por último, sería de mucho provecho poder incluir a la secretaría técnica ejecutiva del Ministerio de salud, para que estos como entes rectores puedan brindar una mejor supervisión de los procesos.

## REFERENCIAS

---

## REFERENCIAS

Baquero, A., & Alberú, J. (2011). *Desafíos éticos en la práctica de trasplantes en América Latina: Documento de Aguascalientes. Nefrología (Madrid)*, 31(3), 275-285.

biopedia, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://www.biopedia.com/tejidos-cuerpo-humano/>

Caja Costarricense de Seguro Social. (2018). *Caja Costarricense de Seguro Social. Recuperado el 27 de Marzo de 2018, de Caja Costarricense de Seguro Social: [www.ccss.sa.cr/cultura](http://www.ccss.sa.cr/cultura).*

cáncer, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/ablacion>

Cantalejo, I. M. B. (2016). *Ética de enfermería y trasplante de órganos. ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas*, 29(2), 128-144.

Centro Nacional de Trasplantes. (02 de febrero de 2018). recuperado el 29 de marzo del 2018, <https://www.gob.mx/cenatra/articulos/sistema-informatico-del-registro-nacional-de-trasplantes?idiom=es>

Conceptode, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://concepto.de/sistema-de-informacion/>

concepto definicion, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://concepto definicion.de/base-de-datos/>

Cooperativa.cl. (Viernes, 22 de Julio de 2016). *Cooperativa.cl recuperado el 28 de marzo del 2018, de <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/salud/trasplantes/como-funciona-el-sistema-de-trasplantes-de-organos-en-chile/2016-07-22/184915.html>*

ecured, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://www.ecured.cu/Tejido>

Fuenzalida-Puelma, H. L. (1990). *Trasplante de órganos. La respuesta legislativa de América Latina.*

IBM(2019), recuperado el 01 de abril del 2019, <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/websphere/introduccion-bpm/index.html>

INCUCAI - Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante.(2018), recuperado el 29 de marzo del 2018, <http://www.incucai.gov.ar/index.php/institucional/legislacion#sistema-nacional-de-informaci%C3%B3n-de-procuraci%C3%B3n-y-trasplante-de-la-rep%C3%BAblica-argentina-sintra>

LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. (2014), *Ley de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos N°9222*.

La Nación Costa Rica, (04 de diciembre del 2017 ) La Nación recuperado el 21 de mayo del 2018, de <https://www.nacion.com/sucesos/judiciales/tribunal-impone-12-anos-de-prision-a-exjefe-medico/ZZE4MSFWE5CRNAYUKICRTIDC5A/story/>

La Nación Costa Rica, (04 de febrero del 2015 ) La Nación recuperado el 26 de agosto del 2018, de <https://www.nacion.com/opinion/foros/sobre-los-trasplantes-en-costarica/752BRA46GFGWNIIF2427FYRHY/story/>

[lenguajesdeprogramacion, recuperado el 19 de abril del 2019, https://lenguajesdeprogramacion.net/diccionario/que-es-un-framework/](https://lenguajesdeprogramacion.net/diccionario/que-es-un-framework/)

Ministerio de salud de Chile (28 de setiembre del 2015). Ministerio de salud de Chile recuperado el 28 de marzo del 2018, de <http://www.minsal.cl/normativa-de-trasplante/>

minsal, recuperado el 19 de abril del 2019, <https://www.minsal.cl/preguntas-frecuentes-sobre-trasplantes/>

Organización Nacional de Trasplantes. (2013) recuperado 29 de marzo del 2018 <http://www.ont.es/links/Paginas/OrganizacionesNacionales.aspx>

Rodríguez, Chávez, V. S. (2018). *El donante vivo en la Ley Orgánica de Donación y Trasplante de Órganos, Tejidos y Células (Bachelor's thesis, Quito: UCE)*.





## Anexo 1

### Acta sesión de presentación del sistema

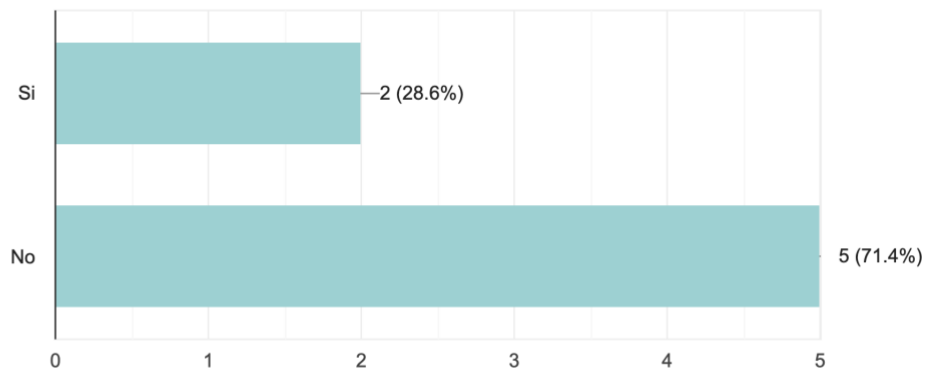
Se adjunta en el CD que se entrega a la Escuela

## Anexo 2

### Resultados encuesta web

¿Cree usted que los procesos en cuestión de donación y trasplantes en la institución son claros?

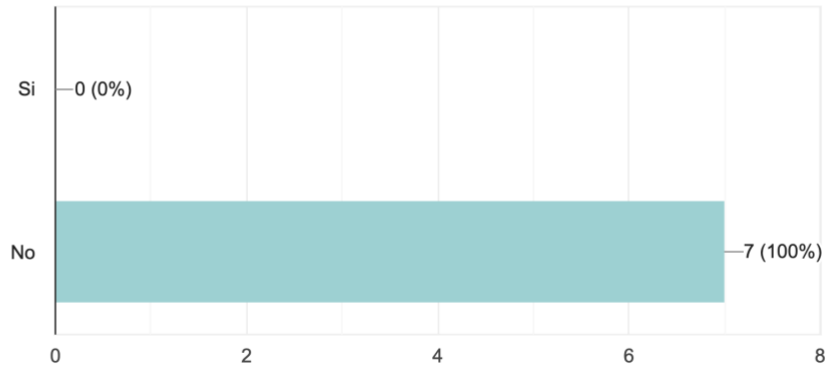
7 responses



Fuente:Elaboración propia

Existe alguna herramienta o instrumento automatizado para documentar la gestión diaria de los funcionarios participantes.

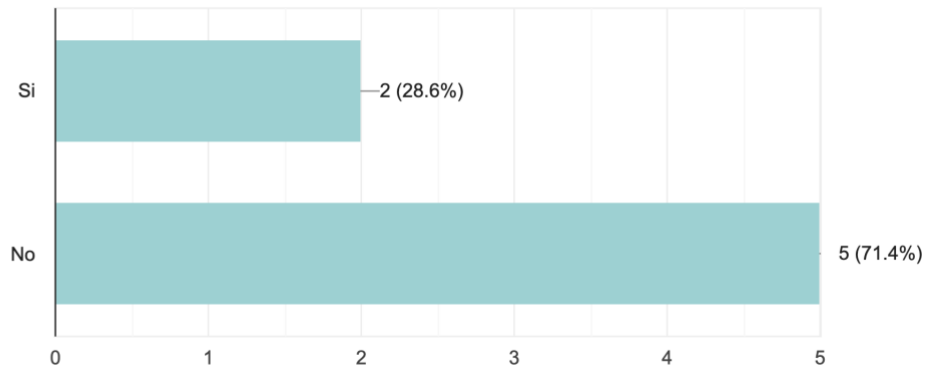
7 respuestas



Fuente:Elaboración propia

Existe una guía o manual de procesos en cuestión de donación y trasplantes en la institución.

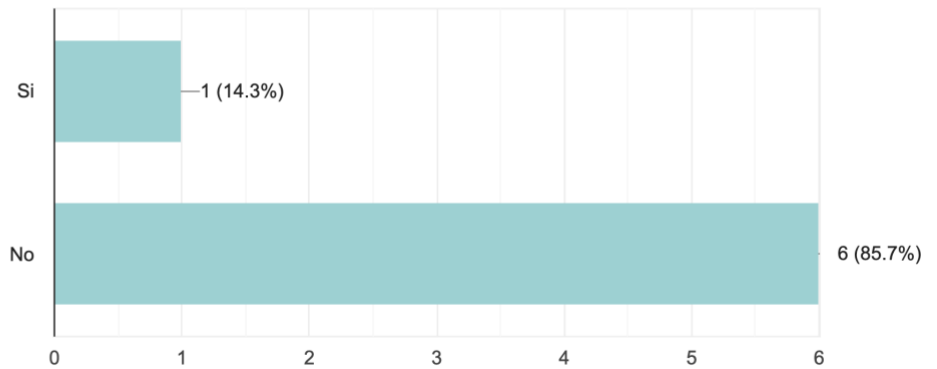
7 respuestas



Fuente:Elaboración propia

Sabe usted si la institución lleva un control estricto sobre las donaciones y trasplantes que se realizan.

7 responses



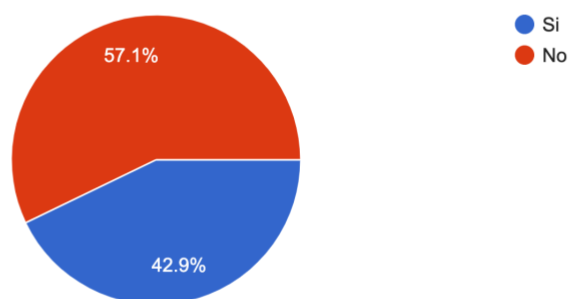
Fuente:Elaboración propia

Según su criterio profesional, ¿qué recomendaciones daría a la institución para mejorar este proceso?

- ❖ Pago de incentivos y tiempo extraordinario
- ❖ N/a
- ❖ Que brinden más información a los funcionarios
- ❖ Comunicar a toda la institución como es el proceso de donación, asimismo, brindar datos estadísticos de forma periódica.
- ❖ Más información para más y más responsable donación
- ❖ Brindar información de manera sencilla y fácil acceso. Por ejemplo, nunca he visto información ya sea en carteles o de fácil acceso con información acerca del tema, de manera que poco se incentiva a la población.
- ❖ Crear un programa informático para poder automatizar el proceso para que este sea más ágil y equitativo

Puede cualquier funcionario de la institución participar en el proceso.

7 responses



Fuente:Elaboración propia

### **Anexo 3**

Se adjuntan al CD que se entregará en la Escuela

- Carta de aceptación del director de la escuela
- Carta de aceptación de anteproyecto
- Carta de aceptación del tutor
- Carta de aceptación del lector 1
- Carta de aceptación del lector 2