

Área de Conocimiento de Tecnología de la Información y
Comunicación

Sistema de información para la gestión de exámenes del Laboratorio Clínico C.J. Finlay, Managua

**Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero de Sistemas**

Elaborado por:

Br. Eduardo
Antonio López
Rostrán
Carné: 2017-0374U

Br. Luisángel
Martín Marcia
Palma
Carné: 2017-1003U

Tutor:

Br. Jerry Francisco
Mejía Roa
Carné: 2017-1022U

MSc. Danilo
Humberto
Noguera Rivera



Área de Conocimiento de
Tecnología de la Información
y Comunicación

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:

MARCIA PALMA LUISÁNGEL MARTÍN

Carné: **2017-1003U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de mayo del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,



Ing. Cedrick Elksnherr Dalla Torre Parrales
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

📞 Móvil: (505) 8588 8333



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



www.uni.edu.ni



Área de Conocimiento de
Tecnología de la Información
y Comunicación

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:

LÓPEZ ROSTRAN EDUARDO ANTONIO

Carné: **2017-0374U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de mayo del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,



Ing. Cedrick Elksnherr DallaTorre Parrales
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



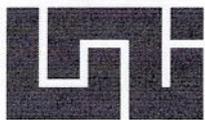
Móvil: (505) 8588 8333



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



www.uni.edu.ni



Área de Conocimiento de
Tecnología de la Información
y Comunicación

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:

MEJIA ROA JERRY FRANCISCO

Carné: **2017-1022U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de mayo del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,

Ing. Cedrick Elksnherr Dalla Torre Parrales
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



📞 Móvil: (505) 8588 8333

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595

🌐 www.uni.edu.ni

**Managua, Nicaragua
Viernes 12 de Julio 2024**

**MSc. Claudia Lucía Benavidez Rugama
Directora DACTIC
Su despacho.**

Estimada Ingeniera Benavidez:

Reciba cordiales saludos, por la presente me dirijo a usted con la finalidad de informarle que he revisado y aprobado para su defensa, el trabajo monográfico titulado: **“Sistema de Información para la Gestión de Exámenes del Laboratorio Clínico C.J. Finlay, Managua”**, elaborado por los bachilleres:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Br. Eduardo Antonio López Rostrán | 2017-0374U |
| 2. Br. Luisangel Martín Marcia Palma | 2017-1003U |
| 3. Br. Jerry Francisco Mejía Roa | 2017-1022U |

Por lo que solicito de su gestión para que el proceso de defensa de dicho trabajo monográfico sea programado y llevado a cabo.

Sin más a qué hacer referencia, me despido deseándole éxito en sus actividades administrativas.

Atentamente,

M.Sc. Danilo Humberto Noguera Rivera
Tutor
Profesor Titular
Programa Académico de Ingeniería de Sistemas



Managua, 13 de julio de 2022

Br. Eduardo Antonio López Rostrán
Br. Luisángel Martín Marcía Palma
Br. Jerry Francisco Mejía Roa
Sus manos

Estimados Egresados

Por medio de la presente le comunico la aprobación del Protocolo monográfico titulado "**Sistema de información para la gestión de exámenes del Laboratorio Clínico C.J. Finlay, Managua**" el cual cumple con los requisitos establecidos en el capítulo II de la normativa de trabajos monográficos de la UNI como forma de culminación de estudios, por lo que queda oficialmente aprobado por esta Decanatura.

La docente responsable de acompañarle en el proceso de desarrollo de su monografía es el Msc. Danilo Humberto Noguera Rivera

A partir de la fecha de aprobación del protocolo monográfico tienen un máximo de doce meses para presentar los documentos correspondientes para la coordinación del proceso de pre defensa.

Atentamente,


Msc. Claudia Lucía Benavidez Rugama
Decana FCYS

CC. Msc. Danilo Humberto Noguera Rivera. – Tutor- Archivo FCyS julio 2022

Dedicatoria

Dedico el fruto de este trabajo a **Dios** todopoderoso y eterno, quien ha sido luz y bendición en cada momento de mi vida, a mis **padres y familiares** que con su apoyo incondicional han hecho esto posible; mis **docentes** quienes me han aportado con su experiencia y conocimiento en nuestro proceso de formación profesional, a mi país Nicaragua, al cual espero aportar con mi conocimiento y trabajo para su desarrollo y futuro.

Agradezco profundamente a mis padres, **María Rostrán** y **Claudio López**, por su amor incondicional y su apoyo incansable a lo largo de este viaje académico, a mi hermana, **Mayquelin López**, cuya confianza en mí ha sido una fuente constante de motivación, y a mi cuñado, **Luis Navarro**, por su amabilidad. Agradezco también a mis compañeros de trabajo por su comprensión y respaldo, lo que me ha permitido equilibrar mis responsabilidades, al equipo de trabajo **Brevetech** los cuales he compartido experiencias y conocimientos, a mis docentes, principalmente a nuestro tutor **Danilo Noguera**, a la Lic. Ligia Orozco y Nathalya Reyes, por darnos la oportunidad de trabajar en su negocio y elaborar este trabajo y a mi querida gata **Tuna**, cuya presencia ha sido una fuente de calma y alegría en los momentos más desafiantes. A todos ustedes, gracias por creer en mí y por estar a mi lado en cada paso de este camino. (Eduardo López)

Dedicatoria

Dedico el fruto de este trabajo a mis padres **Marvin Marcia, Gilda Palma**, mis hermanos **Ezra Marcia, Marvin Marcia**, mis cuñadas, **Roxana Peinado y Adriana Valle**, mi madrina **Miriam “Mimi” Sequeira** y mi sobrino **Enzo Marcia Valle**, mis familiares, **Walter Marcia, Martha Palma, Jimmy Marcia, Luisa Marcia, Wilbert Marcia**, mi novia **Reyna Galán**, mis amigos, **Axel Treminio, Jerson Johnson, Diana Varela y Juan Ramon Romero Cano**, a mi grupo de trabajo en **Brevetech**, a mis compañeros de estudios generacionales de ingeniería de Sistemas entre generación 2015-2018, que han proveído con experiencias, vivencias y ejemplos por sus formas de vida enseñanzas y virtudes de las cuales han conformado parte de mi preparación profesional y personal, mis docentes durante mis años en esta Alma Máter, entre ellos, **Roberto José Aguilera López, Rosa Elena Castellón**, por ser fuentes de enseñanza y motivación a mi formación profesional a través de sus consejos, a mi tutor **Danilo Humberto Noguera Rivera**, a la **UNI**, a **Doña Ligia Orozco** con su hija **Nathalya Reyes** como miembros de Finlay que nos permitieron la confianza de la realización de este sistema que hicimos con mucho amor de cara al reto de innovación y crecimiento en conjunto, a su vez, nuestro jurado por formar parte de esta conclusión de mis estudios y darme las últimas herramientas de formación como profesional, mis mascotas, **Blaze, Rayka y Snow** por recordarme que ante todo soy humano y la vida puede ser más sencilla de lo que parece, cada mención han formado parte de lo que soy y serán atesorados de por vida por formar parte de este momento importante en mi vida, a su vez un agradecimiento profundo.

Y, finalmente, sobre todo por todos aquellos que ya han partido viendo siempre en mí un gran potencial dejándome lecciones en vida que se han materializado en este trabajo, mis tíos **Rommel Palma, Bayardo Ventura**, mi padrino **Henry Quintanilla**, mis abuelitas, **Patricia de la Concepción Palma, Hilda Primitiva Palma** y abuelito **Francisco José Marcia** los cuales donde quiera que vaya y haga sus recuerdos, enseñanzas y virtudes siempre las llevaré conmigo conmemorándolas en cada paso como este. (Luisángel Marcia)

Dedicatoria

Dedico el fruto de este trabajo a **Dios** todopoderoso y eterno, quien ha sido luz y bendición en cada momento de mi vida, a mis **padres y familiares** que con su apoyo incondicional han hecho esto posible; mis **docentes** quienes me han aportado con su experiencia y conocimiento en nuestro proceso de formación profesional, a mi país Nicaragua, al cual espero aportar con mi conocimiento y trabajo para su desarrollo y futuro.

Agradezco profundamente a mis padres **Juan Mejía** y **Johana Roa** y hermanos **Ariana Mejia** y **Jeffry Mejia**, quienes han sido una fuente de aliento y apoyo durante toda mi vida; a mi novia **Amy Pérez**, quien me ha acompañado de forma cariñosa, y me ha apoyado a ser cada día mejor, a mis docentes, principalmente a nuestro tutor **Danilo Noguera**, a mi equipo de trabajo **Brevetech**, con quienes hemos compartido y crecido juntos desde nuestro primer año y quienes fueron un apoyo invaluable al desarrollo de este trabajo, a mis compañeros de labores, en especial a mis mentores **Ángel Blandón** y **Daniel Estrada**, de quienes he aprendido a dar los primeros y más importantes pasos en mi carrera profesional, a la Lic. Ligia Orozco y Nathalya Reyes, por darnos la oportunidad de trabajar en su negocio y elaborar este trabajo, confiando plenamente en nuestras capacidades, y finalmente a **Manuel Herrera** (q.e.p.d.), quien por su dedicación y ejemplo sería vital para decidirme por estudiar esta profesión. Gracias a todos por nunca dudar de mí. (Jerry Mejía)

Resumen

Este documento presenta una propuesta de diseño y construcción de un sistema de información web para gestión de resultados de exámenes para el Laboratorio Clínico C.J. Finlay, ubicado en Managua.

La problemática principal encontrada fue el uso intensivo de procesos manuales, especialmente en lo que refiere a la digitación de resultados, usando máquina de escribir y generando cuellos de botella y baja tolerancia al error; también cabe mencionar el hecho que el laboratorio no tenga una forma de almacenar y gestionar los resultados ya realizados.

En este sentido, se elaboró una solución, desarrollada para plataforma web utilizando la metodología UWE, que facilite a los usuarios llevar un registro digitalizado de toda la cartera de pacientes del negocio, los exámenes que se ofrecen y una forma de organizar las ordenes de chequeo médico dentro del proceso de recepción, con el objetivo de facilitar la digitación sabiendo qué exámenes corresponden al paciente y cuál es su estructura a llenar, teniendo como resultado final un formato fácil de leer e interpretar para el personal médico.

El diseño y desarrollo de la solución pasó por un análisis detallado del negocio, con el fin de entender el proceso operativo principal y con ello poder derivar a la elaboración de los requerimientos, con los cuales se pasó a realizar un estudio de viabilidad técnica, económica, operativa y legal. Con requerimientos y viabilidad a mano, se procedió con el diseño del sistema utilizando la metodología UWE, dando como resultado un modelo de ejecución del software que cumpla con los requisitos y limitaciones del negocio. Finalmente se desarrolló el software utilizando tecnologías web punteras como Django Rest Framework para el backend y React para el frontend, desplegando en AWS dando como resultado una solución moderna, escalable y de bajo costo de operación.

Índice

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	2
III.	Planteamiento de la Situación Problemática.....	3
IV.	Objetivos	4
4.1.	Objetivo General	4
4.2.	Objetivos Específicos.....	4
V.	Justificación	5
VI.	Marco Teórico	7
6.1.	Sistema	7
6.1.1.	Sistema de información	7
6.1.2.	Sistema de información web.....	8
6.2.	Descripción y modelado del negocio.....	8
6.2.1.	Business Process Management	8
6.2.2.	Business Process Management Notation	9
6.3.	Terminología específica del negocio.....	9
6.3.1.	Examen (análisis clínico)	9
6.3.2.	Perfil	10
6.3.3.	Paciente.....	10
6.3.4.	Salud ocupacional	10
6.3.5.	Cliente (empresa)	12
6.3.6.	Resultado	13
6.4.	Estudios de Viabilidad.....	13
6.4.1.	Estudio operativo.....	13

6.4.2.	Estudio técnico	13
6.4.3.	Estudio económico	14
6.4.4.	Estudio legal	14
6.5.	Ingeniería de software.....	14
6.5.1.	Ciclo de vida y proceso del software	15
6.5.2.	Ingeniería de requerimientos	17
6.5.3.	Arquitectura del software	18
6.6.	Tecnología	20
6.6.1.	Front End.....	20
6.6.2.	Back End	24
6.6.3.	Computación en la nube.....	26
CAPÍTULO I. Generalidades del negocio.....		28
1.1.	Misión del negocio	28
1.2.	Visión del negocio	29
1.3.	Valores del negocio.....	29
1.4.	Organización del negocio.....	29
1.5.	Políticas relacionadas con el sistema de información	31
1.6.	Descripción de procesos del negocio.....	32
1.6.1.	Paciente por compañía.....	37
1.6.2.	Pacientes privados	38
1.7.	Descripción de los actores del negocio	38
1.8.	Diagrama de caso uso general del negocio	41
CAPÍTULO II. Ingeniería de Requerimientos		42
2.1.	Beneficios tangibles e intangibles del sistema	42

2.2.	Alcance del Sistema.....	43
2.3.	Objetivos del Sistema	45
2.4.	Definición de actores del sistema.....	47
2.5.	Definición de Requerimientos (Plantillas de REM).....	49
2.5.1.	Requerimientos Funcionales	49
2.5.2.	Requerimientos No Funcionales.....	58
2.6.	Matriz de Trazabilidad.....	65
CAPÍTULO III. Estudios de viabilidad.....		66
3.1.	Viabilidad Operativa	66
3.1.1.	Procesos actuales	66
3.1.2.	Tiempos.....	67
3.1.3.	Descripción de los problemas encontrados.....	68
3.1.4.	Conclusión de Análisis de Viabilidad Operativa.....	69
3.2.	Viabilidad Técnica	71
3.2.1.	Infraestructura tecnológica actual.....	71
3.2.2.	Análisis de condiciones técnicas	75
3.2.3.	Conclusión del Análisis de Viabilidad técnica	85
3.3.	Económica	86
3.3.1.	Puntos de función.....	86
3.3.2.	Estimación de la cantidad de líneas de código.....	90
3.3.3.	Estimación de esfuerzo	91
3.3.4.	Estimación del tiempo de desarrollo.....	92
3.3.5.	Estimación de cantidad de hombres.....	93
3.3.6.	Estimación de la productividad.....	93

3.3.7.	Cálculo de los costos del proyecto	93
3.3.8.	Distribución de tiempo y esfuerzo por etapa.....	94
3.3.9.	Conclusiones de la viabilidad económica	97
3.4.	Legal	97
3.4.1.	Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos.....	97
3.4.2.	Ley sobre Información Clínica Médica.....	97
3.4.3.	Ley sobre Ciberseguridad.....	98
3.4.4.	Conclusión del Análisis de Viabilidad Legal.....	98
CAPÍTULO IV. Diseño del software		
99		
4.1.	Modelo de requerimiento	99
4.2.	Modelos de contenido	102
4.3.	Modelos de navegación	104
4.4.	Modelo de presentación.....	106
4.5.	Modelo de procesos.....	108
4.6.	Modelo de datos.....	109
4.6.1.	Diagrama físico de base de datos	109
4.7.	Diagrama de estados	111
CAPÍTULO V. Construcción del sistema		
112		
5.1.	Arquitectura de la solución.....	112
5.1.1.	Backend.....	113
5.1.2.	Frontend	115
5.1.3.	Arquitectura en la nube.....	116
5.2.	Diseño de la interfaz	118

5.2.1.	Ant Design	118
5.2.2.	Tailwind	118
5.2.3.	Redux & RTK.....	119
5.2.4.	Diseño de la Interfaz del Sistema	119
5.3.	Herramientas de desarrollo	128
5.3.1.	Docker	128
5.3.2.	dBeaver	129
5.3.3.	VSCode	129
5.3.4.	Control de Versiones	129
VIII.	Conclusiones.....	131
IX.	Recomendaciones.....	132
X.	Bibliografía	134
XI.	Anexos	137
	Anexo 1. Árbol de problemas	137
	Anexo 2. Modelo de entrevista a operadores	138
	Anexo 3. Guía de observación	139
	Anexo 4. Modelo de entrevista a alta gerencia.....	140
	Anexo 5. Respuesta entrevista alta gerencia	141
	Anexo 6. Respuesta entrevista a operadores.....	144
	Anexo 7. Diagramas de casos de uso del negocio	146
	Anexo 8. Diagramas de casos del sistema.....	150
	Anexo 9. Documentos de Confidencialidad y de aprobación de usuario final	158
	Anexo 10. Tablas de puntos de función	166
	Anexo 11. Tabla de Conversión de UFP a SLOC	168

Anexo 12. Factores de escala o SFi.....	168
Anexo 13. Factores de esfuerzo.....	169
Anexo 14. Distribución de esfuerzo por etapa.....	172
Anexo 15. Diagramas de actividad.....	174
Anexo 16. Diagramas de navegación.....	188
Anexo 17. Diagramas de presentación	202
Anexo 18. Diagramas de procesos	214

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Estructura de un elemento HTML	21
Ilustración 2: Organigrama del negocio.....	30
Ilustración 3 - Diagrama BPMN de pacientes por compañía.....	37
Ilustración 4 - Diagrama BPMN de pacientes privado	38
Ilustración 5 - Modelo de caso de uso general del negocio.....	41
Ilustración 6: Diagrama de red actual en Laboratorio Finlay	74
Ilustración 7 - Diagrama de caso de uso del sistema general resumido	100
Ilustración 8 - Diagrama de actividad, Creación de exámenes	101
Ilustración 9 - Diagrama de contenido.....	103
Ilustración 10 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Administrador).....	104
Ilustración 11 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Operador).....	105
Ilustración 12: Diagrama de presentación	107
Ilustración 13 - Diagrama de proceso, Login.....	108
Ilustración 14: Diagrama físico de base de datos.....	110
Ilustración 15: Diagrama de estado de una orden.....	111
Ilustración 16: Modelo de integración Backend-Frontend	113
Ilustración 17: Diagrama de arquitectura en la nube (AWS)	117
Ilustración 18 - Paleta de Colores Labsys	121
Ilustración 19 - Formulario de Inicio de Sesión	122
Ilustración 20 - Filtros de Tabla (Muestra de mód. Compañía)	122
Ilustración 21 - Formulario de Compañía	123
Ilustración 22 - Formulario de Campo de Referencia.....	123
Ilustración 23 - Formulario de Configuración Examen.....	124

Ilustración 24 - Pantalla de Estadísticas I.....	125
Ilustración 25 - Pantalla de Estadísticas II.....	125
Ilustración 26 - Muestra de vista de tabla (en mód. Paciente).....	126
Ilustración 27 - Muestra de Vista detalle de registro (en mód. Paciente)	126
Ilustración 28 - Vista de Tabla tomado de Revisión de Resultados de Examen	127
Ilustración 29 - Vista Detalle Revisión Resultado de Examen.....	127
Ilustración 30 - Vista Detalle Revisión Resultado de Examen II.....	128
Ilustración 31: Árbol de problemas.....	137
Ilustración 32 - Caso de uso del negocio del administrador	146
Ilustración 33 - Caso de uso del agente de laboratorio	147
Ilustración 34 - Caso de uso de compañía.....	147
Ilustración 35 - Caso de uso del paciente	148
Ilustración 36 - Caso de uso del recepcionista.....	148
Ilustración 37 - Caso de uso del recolector de muestra	149
Ilustración 38 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar usuarios	150
Ilustración 39 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar roles	151
Ilustración 40 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar compañías	152
Ilustración 41 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar catálogos de exámenes.....	153
Ilustración 42 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar de revisiones .	154
Ilustración 43 - Diagrama de caso de uso del operador gestión de pacientes	155
Ilustración 44 - Diagrama de caso de uso del operador gestión de resultados de exámenes.....	156
Ilustración 45 - Diagrama de caso de uso del operador gestión de órdenes de exámenes	157

Ilustración 46 - Diagrama de actividad, creación de orden.....	174
Ilustración 47 - Diagrama de actividad, creación de campo de examen	175
Ilustración 48 - Diagrama de actividad, creación de empleado	176
Ilustración 49 - Diagrama de actividad, actualización de empleado	177
Ilustración 50 - Diagrama de actividad, creación de orden de compañía.....	178
Ilustración 51 - Diagrama de actividad, actualización de orden	179
Ilustración 52 - Diagrama de actividad, creación de resultados	180
Ilustración 53 - Diagrama de actividad, creación de pacientes	181
Ilustración 54 - Diagrama de actividad, mostrar ordenes	181
Ilustración 55 - Diagrama de actividad, mostrar exámenes.....	183
Ilustración 56- Diagrama de actividad, gestión de revisión de exámenes	184
Ilustración 57 - Diagrama de actividad, creación de revisión de orden	185
Ilustración 58 - Diagrama de actividad, Aprobar o rechazar revisión de orden	186
Ilustración 59 - Diagrama de actividad, Aprobar o rechazar revisión de resultado de examen	187
Ilustración 60 - Diagrama de navegación, gestión de empleados	188
Ilustración 61 - Diagrama de navegación, gestión de revisiones de examen.....	189
Ilustración 62 - Diagrama de navegación, Gestión Paciente (Administrador)	190
Ilustración 63 - Diagrama de navegación, Gestión de Pacientes (Operador).....	191
Ilustración 64 - Diagrama de Navegación, Gestión de Orden de Paciente (Administrador)	192
Ilustración 65 - Diagrama de navegación, Gestión de Orden de Pacientes (Operador)	193
Ilustración 66 - Diagrama de navegación, Gestión de Orden de Compañía (Administrador).....	194

Ilustración 67 - Diagrama de navegación, Gestión de Orden de Compañía (Operador)	195
Ilustración 68 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión Resultado de Examen (Administrador)	196
Ilustración 69 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión Resultado de Examen (Operador)	197
Ilustración 70 - Diagrama de navegación, Revisión de Ordenes (Administrador)	198
Ilustración 71 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión de Orden (Operador)	199
Ilustración 72 - Diagrama de navegación, Gestión de Catálogos de Examen (Administrador)	200
Ilustración 73 - Diagrama de navegación, Gestión de Catálogos de Examen (Operador)	201
Ilustración 74- Diagrama de presentación, Dashboard	202
Ilustración 75 - Diagrama de presentación, Compañías	203
Ilustración 76 - Diagrama de presentación, orden de compañía	204
Ilustración 77 - Diagrama de presentación, pacientes	205
Ilustración 78 - Diagrama de presentación, gestión de pacientes	206
Ilustración 79 - Diagrama de presentación, Ordenes	206
Ilustración 80 - Diagrama de presentación, gestión ordenes	208
Ilustración 81 - Diagrama de presentación, gestión revisión ordenes	209
Ilustración 82 - Diagrama de presentación, revisión de ordenes	210
Ilustración 83 - Diagrama de presentación, gestión de resultado de exámenes	211
Ilustración 84 - Diagrama de presentación, gestión de revisión de resultado de exámenes	211
Ilustración 85 - Diagrama de presentación, revisión de resultados de exámenes	212
Ilustración 86 - Diagrama de presentación, gestión de campo de referencia	213

Ilustración 87 - Diagrama de presentación, gestión de examen.....	213
Ilustración 88 - Diagrama de proceso, gestión de resultados.....	214
Ilustración 89 - Diagrama de procesos, gestión de revisiones	215
Ilustración 90 - Diagrama de procesos, gestión de órdenes para pacientes privados	216
Ilustración 91 - Diagrama de procesos, gestión de órdenes de compañía.....	217
Ilustración 92 - Diagrama de procesos, gestión de perfiles de exámenes	218
Ilustración 93 - Diagrama de procesos, gestión de componentes de exámenes	219
Ilustración 94 - Diagramas de procesos, gestión de empleados	220
Ilustración 95 - Diagrama de procesos, dashboard.....	220
Ilustración 96 - Diagrama de procesos, gestión de pacientes	221
Ilustración 97 - Diagrama de procesos, gestión de usuarios.....	221
Ilustración 98 - Diagrama de procesos, gestión de compañías.....	222

Índice de tablas

Tabla 1: Descripción de operaciones	32
Tabla 2 - Descripción actor de negocio del administrador.....	38
Tabla 3 - Descripción actor de negocio del recepcionista	39
Tabla 4 - Descripción actor de negocio del recolector de muestra.....	39
Tabla 5 - Descripción actor de negocio del agente de laboratorio	39
Tabla 6 - Descripción actor de negocio del paciente.....	40
Tabla 7 - Descripción actor de negocio de compañía	40
Tabla 8: Alcance del Sistema.....	43
Tabla 9: Objetivo 0001 – Control de exámenes	45
Tabla 10: Objetivo 0002 - Control de los clientes.....	46
Tabla 11: Objetivo 0003 – Control de ordenes.....	46
Tabla 12 – Definición actor del sistema del administrador	47
Tabla 13 - Definición actor del sistema del operador	48
Tabla 14 - Definición actor del sistema del cliente	48
Tabla 15: Requerimiento Funcional - Administrar Compañías (Clientes Corporativos)	49
Tabla 16: Requerimiento Funcional - Administrar Paciente (Clientes naturales)	50
Tabla 17: Requerimiento Funcional - Administrar Exámenes	50
Tabla 18: Requerimiento Funcional - Administrar Resultados de Exámenes.....	52
Tabla 19: Requerimiento Funcional - Administrar Reportes de Resultados de Exámenes	53
Tabla 20: Requerimiento Funcional - Administrar Órdenes de Exámenes.....	54
Tabla 21 - Requerimiento Funcional - Administrar Revisiones.....	56
Tabla 22: Requerimiento No Funcional - Escalabilidad y Flexibilidad	58
Tabla 23: Requerimiento No Funcional - Privacidad de Datos y Protección	59

Tabla 24 - Requerimiento No Funcional Restauración de datos por Desastres y Respaldo	60
Tabla 25: Requerimiento No Funcional – Control de Acceso.....	61
Tabla 26: Requerimiento No Funcional - Fiabilidad de Datos	63
Tabla 27: Requerimientos no funcionales – UI/UX.....	63
Tabla 28: Matriz de trazabilidad	65
Tabla 29: Resultados de observación de tiempos.....	67
Tabla 30: Equipos tecnológicos Finlay	72
Tabla 31: Tabla de análisis de requerimientos mínimos de Labsys en Laboratorio Finlay	75
Tabla 32: Propuesta de nube elástica AWS.....	78
Tabla 33: Propuesta de nube elástica Azure.....	78
Tabla 34: Propuesta de nube inelástica AWS	79
Tabla 35: Propuesta nube inelástica Azure	80
Tabla 36: Comparativa de costos en la nube	80
Tabla 37: Tabla de Comparativa de Alternativas para Viabilidad Técnica	82
Tabla 38 – Conteo de archivos Lógicos Internos	88
Tabla 39 - Conteo de archivos lógicos externos	88
Tabla 40 - Conteo de entradas externas	88
Tabla 41 - Conteo de salidas externas.....	88
Tabla 42 - Conteo de consultas externas.....	89
Tabla 43 - Factor de ajuste	89
Tabla 44 - Escala de influencia	90
Tabla 45 - Distribución de mano de obra por etapa	94
Tabla 46 - Distribución del costo por etapa	94

Tabla 47 – Desglose de valores energéticos de dispositivos que se usaran	95
Tabla 48 - Distribución del costo energéticos de los dispositivos.....	95
Tabla 49 - Materiales.....	96
Tabla 50 - Archivos lógicos internos.....	166
Tabla 51 - Archivos lógicos externos.....	167
Tabla 52 - Entradas externas	167
Tabla 53 - Salidas externas.....	167
Tabla 54 - Consultas externas	167
Tabla 55 - Conversión UPF a SLOC	168
Tabla 56 - Factores de escala.....	168
Tabla 57 - valores asignados a los factores de escala.....	169
Tabla 58 - Factor de producto	169
Tabla 59 - Factor de plataforma	170
Tabla 60 - Factor de personal	170
Tabla 61 - Factor de proyecto	170
Tabla 62 – Valor asignado al factor de producto.....	170
Tabla 63 - Valor asignado al factor de plataforma.....	171
Tabla 64 - Valor asignado al factor de personal.....	171
Tabla 65 - Valor asignado al factor de proyecto	171
Tabla 66 - Distribución del esfuerzo.....	172
Tabla 67 - Distribución del cronograma.....	172
Tabla 68 - Distribución del esfuerzo según las KDLC	173
Tabla 69 - Distribución del cronograma según las KDLC.....	173

I. Introducción

El presente trabajo monográfico presenta el desarrollo y construcción del sistema "Labsys - Laboratory System" en el Laboratorio Clínico Finlay, ubicado en Managua, Nicaragua.

El laboratorio en cuestión ha hecho uso, a lo largo de su operatividad, de procesos manuales respecto a la digitación y almacenamiento de resultados de exámenes médicos, elaborados con máquina de escribir, lo que lleva a una carga operativa sumamente alta sobre el personal, la existencia de cuellos de botella sobre el subproceso de digitación, y a la poca tolerancia de los errores.

El desarrollo de este sistema se concibe con el objetivo de mejorar los procesos internos del laboratorio, específicamente para solucionar los problemas detectados en la digitación de resultados de exámenes de pacientes, facilitar la creación de órdenes para pruebas clínicas y gestionar de manera más organizada los expedientes de los pacientes, clasificados por tipo de cliente, y finalmente facilitando el almacenamiento y entrega de resultados en formato visual a los pacientes.

La construcción de Labsys se ejecuta siguiendo una serie de pasos determinados. Primero, se lleva a cabo una descripción detallada del negocio, analizando sus procesos y procedimientos operativos para comprender a fondo el modelo de negocio del laboratorio. A posteriori, se determina la viabilidad del sistema a través de estudios operativos, técnicos, económicos y legales, asegurando que la implementación fuese sostenible y conforme a las normativas aplicables. Siguiendo, se efectúa un riguroso estudio de requerimientos, que permita diseñar un sistema que cumpla con las necesidades y limitaciones encontradas durante el análisis. El diseño del sistema de información se realizó utilizando la metodología UWE, facilitando así la construcción de un sistema robusto y funcional. Finalmente, la construcción se ejecuta, utilizando tecnologías de desarrollo web modernas como Django y React, teniendo como resultado una solución que aporte respecto a las problemáticas en los procesos operativos mencionados previamente.

II. Antecedentes

El laboratorio clínico C.J. Finlay opera desde 1996, en la época en los procesos en el sector del análisis clínico se ejecutaban de forma manual, sin asistencia de sistemas informáticos o digitales.

Durante sus inicios, la empresa no presentaba un volumen muy grande de operaciones, pero, al transcurrir el tiempo y conforme el crecimiento de la empresa hubo un crecimiento de la demanda con especial incidencia en el área de seguridad ocupacional, ocasionados por el crecimiento poblacional y el crecimiento del trabajo formal, el volumen de las operaciones eventualmente fue superando la capacidad de los procesos operativos, los cuales se renovaban con poca frecuencia, sumado a una latente cultura de resistencia al cambio y enfoque específico en lo técnico. Por ello, la empresa fue mejorando su principal proceso operativo de forma dispareja.

La empresa se ha enfocado específicamente en mejorar sus subprocesos de recolección y análisis, para este último, ha adquirido y renovado constantemente las maquinarias de análisis, por unas más eficientes y rápidas, haciendo dos procesos de actualización; uno, en el año 2006, donde aumentó la capacidad de las centrifugadoras para los análisis químicos sanguíneos, y otra en el 2014, donde mejoraron todo lo relacionado a los análisis microbiológicos, sumado a que, en el año 2016, implementaron una modalidad de laboratorio móvil que les permitía la recolección de muestras in situ para fines de seguridad ocupacional. Sin embargo, han dejado de lado las mejoras sobre el subproceso de digitación, el cual es realizado a mano sobre formatos pre impresos, anteriormente a lápiz, y desde el año 2010 a la actualidad, con máquina de escribir.

III. Planteamiento de la Situación Problémica

El Laboratorio Clínico C.J. Finlay a lo largo de su historia se ha enfrentado con el aumento progresivo del volumen de operaciones de su negocio, debido al aumento generalizado de la demanda, lo que sumado al aumento del mercado laboral formal, la baja renovación organizacional y resistencia al cambio dentro del negocio, han originado una optimización dispareja de sus procesos operativos, renovando y mejorando los procesos de recolección y análisis de muestras pero dejando rezagado el proceso de digitación de resultados.

Esto ha ocasionado un cuello de botella en el subproceso de digitación, debido a que se mantiene el mismo desde los principios de la operación del negocio, realizado de forma manual, que no se adapta al mayor volumen de operaciones de la actualidad y que debido a la mayor velocidad de los pasos anteriores, acumula mucho trabajo en cola, siendo el segmento de actividad más lento.

Este cuello de botella tiene dos consecuencias importantes, la primera es que se cuenta con tiempos muy ajustados de operación para la digitación de resultados de exámenes, lo que ocasiona que no se almacenen copias de los resultados por parte de la empresa, imposibilitando el acceso en el futuro, así como generar retrasos en la entrega de resultados, ya sea a pacientes particulares, tanto como los clientes corporativos y los reportes de las instituciones gubernamentales, ocasionando inexactitudes en estos reportes, lo que conlleva a una corrección y pérdida de clientes debido a la mala experiencia.

Este cuello de botella también causa rigidez en los canales de atención del negocio, especialmente de entrega de resultados, los cuales, por la naturaleza manual del proceso, no deben ser digitales ni remotos, lo que limita la capacidad de adquirir clientes nuevos, y aumenta la pérdida de clientes ya que la competencia si cuenta con canales de atención de este tipo. Ver árbol de problemas en Anexo 1.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de información para la gestión de exámenes del laboratorio clínico
C.J. Finlay, Managua.

4.2. Objetivos Específicos

1. Describir el giro del negocio, sus procesos y procedimientos operativos con el fin de tener una mejor comprensión del modelo de negocio.
2. Determinar la viabilidad del sistema mediante los estudios operativo, técnico, económico y legal.
3. Efectuar el estudio de requerimientos del sistema que permita llevar a cabo un diseño que cumpla con las necesidades y limitaciones del negocio.
4. Diseñar el sistema de información, utilizando la metodología UWE que facilite la construcción del sistema.
5. Construir el sistema de información cumpliendo con los requerimientos establecidos y modelos elaborados.

V. Justificación

El laboratorio clínico C.J. Finlay desea mejorar la calidad de su atención y su capacidad de operación, por lo que se considera los cuellos de botella generados por el proceso manual de digitación de resultados de exámenes como uno de los principales puntos de mejora en la organización.

La automatización de este proceso puede mitigar cada una de las consecuencias presentadas por dicho cuello de botella gracias a las posibilidades de la tecnología de la información, ya que con ella se puede:

1. Almacenar la información generada en los resultados de exámenes.
2. Agilizar su proceso de digitación y registro, mitigar los errores de digitación mediante validaciones de campos.
3. Consultar resultados de manera rápida y eficiente.
4. Presentar estos resultados en un formato agradable e inteligible por los pacientes y personal médico respectivo.
5. Enviar estos resultados y reportes mediante internet ya sea por correo, sistemas de notificación, mensajería instantánea, etc.

De igual manera otros beneficios resultantes de la realización de este sistema se consideran como:

1. Liberación del cuello de botella existente mejorando la velocidad en la gestión de los exámenes clínicos.
2. Mejoras en los márgenes de tiempo de trabajo para el personal en función a la atención del mercado actual.
3. Almacenamiento de copias de los resultados para posibles auditorías por las entidades pertinentes a Laboratorios Clínicos tomando validez el formato que se gestiona en el sistema.
4. Facilitar la ampliación de canales alternativos de atención digital con la finalidad de acelerar el proceso de seguimiento a paciente.

5. Mejorar las condiciones de trabajo del personal evitando horas extras por digitación manual o búsquedas de papelería necesaria para la auditoría que corre en el tiempo de evaluación del laboratorio.
6. Agilización de los procesos productivos del Laboratorio.
7. Aumento en la fiabilidad del negocio hacia el mercado y sus clientes.
8. Reducción de errores por digitación manual e imprecisiones en el análisis de los resultados de exámenes a los formatos impresos afectando en los costos.
9. Establecimiento de un entorno nube de toda la información correspondiente a una alta disponibilidad de la información y fácil accesibilidad gracias a los beneficios de ser un sistema de información web.
10. Generación de nuevas formas de entrega de los resultados de exámenes ajustados a los tipos de exámenes especificados por el cliente según su necesidad, provocando una percepción por los clientes de gran aceptación a causa de las mejoras en el servicio predominando una retención e inclusive, ampliación de la clientela.

Tomando como consideración los anteriores puntos mencionados, el sistema de información web para el Laboratorio C.J. Finlay propondrá una oportunidad de crecimiento importante enfocado en el apartado de las TIC siendo un área de la cual requieren de una innovación inmediata para poder evolucionar como negocio otorgando a bajos costes de inversión una mejor calidad en el servicio en general.

VI. Marco Teórico

El marco teórico que fundamenta este trabajo proporcionara al lector una idea más clara acerca del tema que se está tratando. Se encontrarán con los conceptos básicos, los complementarios y específicos para la mejor comprensión del trabajo.

Las organizaciones buscan la mejora tecnológica para el mejor desempeño de sus operaciones, es por eso que se apoyan de las tecnologías de la información o TI para el mejor manejo de sus datos y así poder tener un mejor control de lo que pasa en la organización.

6.1. Sistema

Un sistema es un conjunto interrelacionado de procedimientos empresariales (o componentes) utilizados dentro de una unidad de negocio, que trabajan juntos para algún propósito. Por ejemplo, un sistema de nóminas lleva el control de los cheques, mientras que un sistema de inventario lleva el control de los suministros. (Valacich, George, & Hoffer, 2015, pág. 33)

Los sistemas son una pieza fundamental de las organizaciones ya que con estos los que marcan las pautas de como las organizaciones desarrollan sus operaciones y ya que la evolución de estos sistemas significara la evolución de la organización.

6.1.1. Sistema de información

Los sistemas de información es un conjunto de componentes que se relacionan entre sí con el objetivo de procesar, almacenar y distribuir la información en una organización y según (Laudon & Laudon, 2022, pág. 15) “Apoya la toma de decisiones, la coordinación y el control, los sistemas de información también pueden ayudar a los gerentes y trabajadores del conocimiento a analizar problemas, visualizar temas complejos y crear nuevos productos”.

6.1.2. Sistema de información web

Los sistemas de información web son una subcategoría de los sistemas de información tradicionales, conocidas comúnmente en su término en inglés como, webapps o también llamadas en español aplicaciones web según (Valero Pardo, Honores Tapia, Gómez Moreno, & Vences Sánchez , 2018)

Se define una aplicación Web como un programa informático o sitio Web que ejecuta en el Internet sin necesidad de una instalación en el ordenador, tan solo con el uso de un navegador, ya que se programa en lenguaje de maquetado HTML. (p. 33).

El sistema de información web del laboratorio clínico C.J. Finlay ayudará a la gestión y la agilización en la digitación de los exámenes clínicos, pudiendo ser accesible desde dispositivos móviles hasta computadoras de uso común en el negocio, lo que otorgará una gran versatilidad al sistema y su rol dentro de las operaciones del laboratorio clínico C.J. Finlay destacando como una herramienta a la vanguardia con tecnologías web de uso actual.

6.2. Descripción y modelado del negocio

Según (Pinciroli & Zeligueta, 2017), es la etapa en la que procuramos lograr modelos y sistemas extensibles, modulares, reusables y comprensibles mediante la separación de cada problema dentro de su dominio específico mediante la descripción precisa de los procesos del negocio, separando el conocimiento específico del conocimiento que no pertenece directamente al problema, con el uso de herramientas que permitan clarificar cada proceso dentro del negocio.

Para llevar a cabo este proceso es necesario conocer que herramientas son las que se proceden a utilizar.

6.2.1. Business Process Management

(Hitpass, 2017) define a BPM como un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados dentro de una organización, con la finalidad de lograr a través de sus

resultados los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de la organización.

Se entiende a BPM como el enfoque requerido para llevar a cabo todo lo referente a documentación y medición de procesos dentro de una organización, lo cual es fundamental para los pasos siguientes de la ejecución de este sistema.

6.2.2. Business Process Management Notation

Según (Freund, Rücker, & Hitpass, 2017), BPMN es un sistema de estándares creado por el Business Process Modeling Institute cuyo objetivo era proveer una notación grafica que permitiera automatizar los procesos a partir del diseño gráfico, es decir, una forma de interpretar un proceso de forma gráfica visual. En el año 2004 el proyecto fue transferido al Object Management Group, organización que también administra el proyecto UML.

BPMN es importante ya que nos provee una forma gráfica, visual y fácil de entender de los procesos de un negocio, pudiendo cumplir con el objetivo de aislar el dominio de cada problema y sus particularidades y restricciones.

6.3. Terminología específica del negocio

Un paso vital en el análisis y comprensión de los problemas a abordar durante el desarrollo de este proyecto, es el conocimiento pleno sobre la terminología específica acerca del giro del negocio, y todo lo relacionado a la naturaleza de las actividades que desarrolla.

6.3.1. Examen (análisis clínico)

Como modularidad central del sistema de información que se pretende desarrollar, todas las operaciones giran alrededor del registro y manejo de exámenes clínicos.

Un examen de análisis clínico es un examen cualitativo de los componentes o sustancias del organismo con un fin diagnóstico (Real Academia Española (RAE), 2021).

Los exámenes clínicos muestran todo lo referente a determinado estado de salud de un paciente, y mediante valores normales, detectar anomalías y padecimientos, así como tratamientos efectivos.

6.3.2. Perfil

Los perfiles clínicos son importantes a tomar en cuenta como un concepto relevante en el funcionamiento del negocio.

Según (Real Academia Española (RAE), 2021), un perfil es un conjunto de rasgos, características o medidas que caracterizan a alguien o algo. Este concepto, combinado con el concepto de la palabra clínico, nos resulta en que un perfil clínico es un conjunto de medidas y analíticas obtenidas mediante exámenes que nos permite caracterizar el estado de salud general de una persona o particular de determinados sistemas anatómicos de la misma, por ejemplo, perfil lipídico, perfil renal, perfil hepático, etc.

Los perfiles suelen determinar en punto de inicio de la diagnosis médica, determinando un estado inicial del paciente y un curso de acción de tratamientos. A efectos de organización, un perfil clínico involucra un conjunto de exámenes que lo conforman.

6.3.3. Paciente

Según (Real Academia Española (RAE), 2021), un paciente es una persona que es o va a ser reconocida médicamente.

En el contexto del negocio del análisis clínico, el paciente es el centro de las operaciones realizadas, ya sea de forma privada o mediante salud ocupacional. Es el que es estudiado y a quien pertenecen, de forma personal, los resultados obtenidos en sus respectivas examinaciones.

6.3.4. Salud ocupacional

La legislación nacional define en la LEY N° 618 del 2007. LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO (Nicaragua) a la salud ocupacional como:

La acción de promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las actividades; evitarles el desmejoramiento de la salud causado por las condiciones de trabajo; protegerlos de los riesgos resultantes de la presencia de los agentes nocivos en sus puestos y ubicarlos y mantenerlos de manera adecuada a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas (Art 3)

La salud ocupacional es el principal giro del negocio de la empresa a evaluar, representando más de la mitad de sus operaciones, es por ello que es necesario denotar las principales actividades derivadas en esta legislación, es decir, las exámenes requeridas por ley a los empleadores.

En el capítulo 3 de la ley anteriormente mencionada, se define que las empresas deben realizar exámenes médicos a sus empleados en 2 modalidades: exámenes de pre empleo y exámenes periódicos.

6.3.4.1. Exámenes médicos Pre empleo

Los exámenes médicos pre empleo son todas aquellas exámenes generales realizadas a los trabajadores durante el proceso de contratación.

Según el artículo 26 de la ley general de higiene y seguridad del trabajo, los exámenes pre empleo deben realizarse de manera obligatoria a todos los aspirantes a puestos de trabajo y deben estar relacionados con el perfil de riesgo de la empresa y puesto; esto quiere decir, por ejemplo, que, para un puesto de trabajo de agente de pista de un aeropuerto, donde la salud auditiva es bastante estresada, se debe examinar el oído durante los exámenes de pre empleo.

En el artículo 26.b de la ley, se mencionan los exámenes mínimos a realizar en un chequeo de pre empleo, aunque estos deben considerar también, a como se mencionó, los riesgos laborales, así como también la edad y otros factores fisiológicos. Los exámenes mínimos a realizar son:

- Examen físico completo
- Biometría hemática completa (BHC)

- Examen general de orina (EGO)
- Examen general de heces (EGH)
- VDRL Sífilis
- Pruebas de función renal
- Pruebas de colinesterasa

6.3.4.2. Exámenes médicos periódicos

En el artículo 25 de la ley, se define que el empleador debe garantizar la realización de los exámenes periódicos a los empleados que estén en exposición a riesgos o cuando lo indiquen las autoridades del Ministerio del Trabajo y el ministerio de Salud.

En el artículo 26.c, se determina como frecuencia mínima para realización de exámenes de forma anual, o según criterio médico, con el objetivo, según indica el artículo 26.d, que se puedan detectar de manera precoz los efectos que pudieran estar padeciendo los trabajadores debido a los riesgos existentes en sus puestos de trabajo.

Finalmente, en el artículo 27, se establece que, para ambos tipos de exámenes, la empresa debe presentar copias de los resultados dentro de los 5 días posteriores a su conclusión al Ministerio del Trabajo, Ministerio de Salud e Instituto Nicaragüense de Seguridad Social.

6.3.5. Cliente (empresa)

En el contexto de la empresa, los pacientes atendidos no siempre son los clientes directos, ya que estos pueden ser enviados por una empresa que soliciten los servicios de salud ocupacional.

En este contexto, las empresas son los clientes, y ellas determinan que exámenes deben realizar a sus empleados, ya sea en casos de pre empleo o periódico, guiados según los requisitos mínimos indicados en la ley.

Los empleados conservan la condición de pacientes, mas no tienen relación directa con la decisión de la cantidad y tipos de exámenes que se les realizan.

6.3.6. Resultado

Se define como resultado, la presentación de los valores resultantes de una examinación médica, ya sea en formato físico o digital, de forma que sean fácilmente entendibles por personal médico o no médico especializado.

Estos resultados representan el objetivo final del proceso operativo de la empresa, y son el valor entregable a los clientes, ya sean estos los pacientes o las empresas e instituciones consumidoras de servicios de salud ocupacional.

6.4. Estudios de Viabilidad

En la planificación y realización de un proyecto es necesario la fundamentación de los estudios debido a que su naturaleza de análisis da como apertura una toma de decisión más acertada en cuanto a la elaboración de un proyecto para determinar si es viable o no, sea este que dé ganancias o pérdidas, describiéndose en los siguientes: Estudio operativo, técnico, económico, financiero y legal.

6.4.1. Estudio operativo

De acuerdo con (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014) lo define como: “la estructura organizativa que mejor se adapte a los requerimientos de su posterior operación, (...). Es decir que es preciso simular el proyecto en operación. Para ello deberán definirse, con el detalle que sea necesario, los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto”.

Es decir, tener en consideración el funcionamiento simulado del proyecto definiría las condiciones, necesidades y oportunidades de mejora que el personal calificado del negocio requeriría dentro de su espacio físico con el uso de su equipamiento entre otras consideraciones a fin de evaluar fortalezas y debilidades.

6.4.2. Estudio técnico

Asimismo, (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014) define que “El estudio técnico tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de

operación pertinentes a esta área (...). Podrá obtenerse la información de las necesidades del capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto”. La aplicación de este estudio conlleva directamente a la información técnica requerida para el sistema.

6.4.3. Estudio económico

Para (Baca, 2013) el estudio económico es “ordenamiento y sistematización de la información de carácter monetario y elaboración de los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica, (...). Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada”. Se efectuará para el sistema un estudio económico que abarque los costos en importancia mediante el método de costeo COCOMO mencionado anteriormente en la sección de **Estimación del Software**.

6.4.4. Estudio legal

De acuerdo con (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014): “Los aspectos legales pueden restringir la localización y obligar a mayores costos de transporte, o bien pueden otorgar franquicias para incentivar el desarrollo de determinadas zonas geográficas”. Así como vuelve a describir (Sapag, Sapag, & Sapag, 2014) : “Normalmente existen disposiciones que afectan de manera diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que se produzcan”. Esto dependerá del tipo de proyecto que se esté construyendo, en este caso, al sistema se le verían licencias del software al igual que ciertas leyes de la mano con lo estipulado por el MINISTERIO DE SALUD (MINSa) con las cuales se cuentan para el sistema construido, es decir, lo que se vea afectado legalmente.

6.5. Ingeniería de software

La ingeniería del software es la disciplina que se ocupa de la investigación, la evaluación, el análisis, el diseño, la construcción, la implementación y la gestión de los sistemas de software. También incluye la reingeniería de los sistemas de software existentes con el fin de mejorar su papel, función y rendimiento. (Elvis C. Foster & Bradford A. Towler, 2022, pág. 4)

La definición de este concepto es de suma importancia para conocer los principales pasos y herramientas a utilizar durante el proceso de creación del software, y que este pueda cumplir con las necesidades de los clientes.

6.5.1. Ciclo de vida y proceso del software

Para comenzar se debe entender los fundamentos del ciclo de vida del software, sus etapas y su proceso, así como el modelo de ciclo de vida escogido para la estructuración de este proyecto.

Según (Pressman & Maxim, Software Engineering A Practioner's Approach. 8th Edition, 2015), el proceso del software es todo el conjunto de actividades, acciones y tareas que se ejecutan con el fin de obtener un producto de software final, sin ser una prescripción rígida del mismo si no brindar un enfoque adaptable a la naturaleza de cada proyecto y equipo, desde diversos modelos.

6.5.1.1. Ciclo de vida de cascada

Según (Gupta, 2019):

El ciclo de vida de cascada es el modelo mas directo para desarrollo de software, que consta de una serie de procesos que se esperan sean ejecutados una sola vez durante el proyecto, deben ser realizados en orden y cada uno de sus resultados debe ser documentado para el paso siguiente. Es un modelo que se centra en orden, documentación y control, recomendado para proyectos largos donde los requerimientos son bien conocidos, teniendo como principal debilidad el no contar con flexibilidad para el cambio (p. 41).

Se escogió este proceso de ciclo de vida debido a la naturaleza del estudio presente en la que se documenta la primera versión del sistema a desarrollar, que requiere que se presenten los pasos de forma ordenada y consecutiva, con los requerimientos bien conocidos desde el principio.

Según (Pressman & Maxim, Software Engineering A Practioner's Approach. 8th Edition, 2015, p. 34), el ciclo de cascada, también conocido como *ciclo de vida clásico* consta de los siguientes pasos:

1. Comunicación: este es el paso donde se da inicio al proyecto y se deben recabar todos los requerimientos a abordar
2. Planeación: es el paso donde se da la estimación (duración y costo), la programación de actividades y los planes de seguimiento.
3. Modelado: donde se lleva a cabo el análisis de los requerimientos y diseño del software.
4. Construcción: donde se lleva a cabo la elaboración del código y las pruebas.
5. Despliegue: donde se lleva a cabo la entrega, asistencia y retroalimentación.

Estos pasos se corresponden perfectamente con los objetivos planteados dentro de este trabajo hasta la fase de construcción.

6.5.1.2. Estimación del software

(Pressman & Maxim, Software Engineering A Practioner's Approach. 8th Edition, 2015) definen a la estimación del software como un proceso de conjunción de múltiples variables humanas, técnicas, ambientales y políticas que pueden afectar el costo final del proyecto, funcionando como una serie de pasos sistemáticos que proveen estimaciones con un riesgo aceptable.

6.5.1.2.1. COCOMO II

Según (Pressman & Maxim, Software Engineering A Practioner's Approach. 8th Edition, 2015) menciona:

*En el libro clásico relacionado a la economía en la ingeniería de software por parte de Barry Boehm [Boe81] se interpreta a **COCOMO** como “Modelo de Costeo Constructivista” por sus siglas en inglés. Siendo así que COCOMO II es en realidad una jerarquía de estimación de modelos que solventa diferentes “etapas” del proceso de software requiriendo principalmente información (...) esta información se determina por tres*

diferentes opciones en cuanto al peso de las mismas disponibles como parte del modelo de jerarquía: puntos de objeto, puntos de función, y líneas de código fuente.

6.5.2. Ingeniería de requerimientos

Una vez analizado y comprendido el negocio a trabajar, se debe continuar con los pasos de determinación de requerimientos del software.

(Sommerville, 2016) define a los requerimientos como la descripción de los servicios que un sistema debería proveer, así como las limitaciones de estos mismos, reflejando la necesidad de los clientes sobre un sistema que sirva a un determinado propósito. El proceso de encontrar, analizar, documentar y validar estos servicios y limitantes es lo que se conoce como ingeniería de requerimientos.

También es importante mencionar los tipos de requerimientos existentes y su definición, los cuales según (Sommerville, 2016), son:

1. Requerimientos funcionales: refieren a los servicios que un sistema debe proveer, su respuesta a determinadas entradas y su comportamiento en determinadas situaciones
2. Requerimientos no funcionales: refieren a las limitaciones en los servicios y funciones ofrecidos por el sistema, tales como limitaciones de tiempo, condiciones del proceso de desarrollo, imposiciones de estándares (conocidos como requerimientos de dominio). Los requerimientos no funcionales aplican generalmente al conjunto del sistema y no a funciones particulares.

6.5.2.1. Plantillas de Coleman

Según (Molina Ríos & Pedreira-Souto, 2019), las plantillas de Coleman o plantillas de casos de uso son tablas utilizadas para dar una descripción concisa de los requerimientos de forma ordenada, tomando en cuenta su prioridad, orden de implementación, sector responsable y descripciones más detalladas. Estas plantillas también pueden utilizarse para describir casos de uso y actores.

6.5.3. Arquitectura del software

En el proceso de construcción de un sistema de información siguiendo el ciclo de vida estándar, luego de haber obtenido y validado los requerimientos se debe proceder con el diseño del software, previo a su desarrollo.

Según (Pressman & Maxim, *Software Engineering A Practitioner's Approach*. 8th Edition, 2015), el diseño de la arquitectura de un software es el equivalente al plano de una casa, mostrando la distribución general y las especificaciones de cada una de sus habitaciones, así como la forma de comunicación e interacción entre ellas.

La arquitectura de software refiere entonces al proceso de planificación y edificación conceptual del software, cuyo resultado esperado son los “planos” de la aplicación con el fin de que el desarrollador pueda tener claras las directrices de trabajo.

6.5.3.1. Modelado del software

Un modelo de software, según indica (Gupta, 2019), es una representación abstracta de un sistema, teniendo como principal ventaja un mejor entendimiento del mismo. Tiene como principales ventajas el ayudar a visualizar el sistema a desarrollar, especificar y estructurar el comportamiento del sistema, dominar su complejidad, documentar las tomas de decisiones y proveer líneas directrices para la exploración de múltiples soluciones.

6.5.3.1.1.UML

Según (Pressman & Maxim, *Software Engineering A Practitioner's Approach*. 8th Edition, 2015) el *Lenguaje de Modelado Unificado* (UML) es un lenguaje estándar para escribir diseños de software que puede usarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema de software intensivo.

UML es la herramienta estándar universal utilizada para el modelado de software, que gracias al amplio uso con el que cuenta, es el lenguaje arquitectónico por excelencia del software, el cual, en su más reciente versión, la 2.5, cumple con todos los modelos y requerimientos de las aplicaciones modernas.

6.5.3.1.2.UWE

Debido a que el sistema planteado se pretende desarrollar orientado a la web, es necesario habilitar un set de extensiones que permitan a UML trabajar de forma más completa con este tipo de aplicaciones. UWE es la metodología indicada para ello.

(Lee, 2019) define a UWE como una metodología o extensión que permite que el proceso unificado y los modelos de UML puedan llegar a cumplir con los requerimientos de una aplicación web, a saber: requerimientos de contenido, de estructura, de presentación, de adaptación y de modelo de usuario. UWE al final produce un resultado descrito como un modelo de casos de uso con documentación sobre los usuarios de la aplicación, las reglas de adaptación, las interfaces y los detalles relevantes de cada implementación.

6.5.3.2. Patrones de diseño

(Sommerville, 2016) define que existen ciertos patrones comunes de construcción de software que son inherentemente efectivos y satisfactorios, por ende, un patrón se define como la descripción de un problema y la esencia de su solución de tal forma que pueda ser reutilizada en diferentes escenarios. Un patrón no es una especificación detallada, si no como una guía de construcción para solucionar errores comunes que permitan aprovechar el conocimiento y experiencia de otros desarrolladores.

Es importante conocer a que patrón de diseño es más factible acoplarse con el fin de simplificar el desarrollo y mantenimiento de la aplicación, así como facilitar su escalabilidad.

6.5.3.2.1. Patrón de diseño Backend-Frontend

(Luna, Peña Milahual, & Iacono, 2017) definen al patrón de diseño Backend Frontend como el principal patrón de diseño de aplicaciones web no monolíticas, esto quiere decir, que las funciones de backend (negocio, manejo de datos, manejo de servicios de terceros) está ubicado en una aplicación distinta a las funciones de frontend (presentación, control, navegación). Generalmente para esto se requiere de dos aplicaciones, un servicio API, generalmente REST y una aplicación cliente SPA.

Se escogió este patrón de diseño debido a las facilidades para el desarrollo y mantenimiento que ofrece el tener una aplicación desagregada, permitiendo un mejor control y especificidad sobre las funciones de negocio, datos y presentación, así como por la flexibilidad que otorga a futuro para la interconexión de varias aplicaciones clientes.

6.6. Tecnología

Dentro del vasto abanico de oportunidades sobre la aplicación de herramientas y recursos tecnológicos digitales. Los siguientes temas mencionados a continuación estarán desglosando desde conocimientos fundamentales como lo son lenguajes de programación a utilizar hasta las prácticas y metodologías sobre código y arquitectura limpia desde el punto de vista que todo ingeniero de software/sistemas debería considerar para el bienestar de su proyecto.

6.6.1. Front End

Según. (Buscaglia, 2020) *Front End es lo que se ve, lo que el cliente mirará y dirá “¡Qué bonito!”. Es toda aquella lógica de negocios, que es aquella necesaria para poder cumplir con las diferentes reglas de negocio del mundo real que se tratan de codificar, que va a correr sobre el lado del cliente, como por ejemplo, un navegador. Ahora hablemos un poco de las especializaciones que se han abierto dentro de estas a mi parecer.*

Maquetador: los Maquetadores son los ninja de los píxeles, son aquellos que hacen que los diseños de los Diseñadores se hagan realidad y así dar vida a la aplicación.

Ingenieros: los Ingenieros Front End son aquellos que se encargan de la lógica de la aplicación, de brindar la información al usuario de la manera más eficiente posible y optimizando siempre que se pueda el uso de recursos.

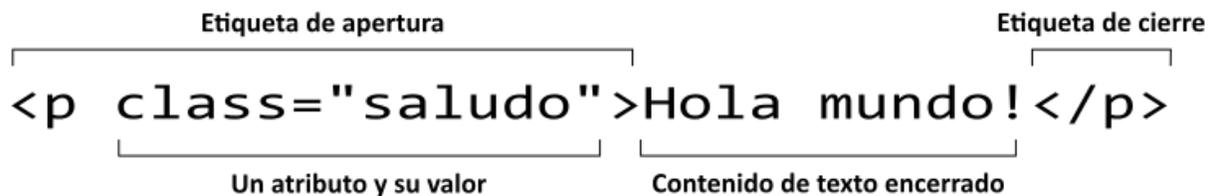
El campo Front End es del cual el proyecto se encausará a establecer esa conexión con el usuario a través de interfaces visuales maquetadas lo más amistosas posibles al usuario siendo eficiente en cuanto a su funcionamiento con la información que el usuario digite y procese para sus actividades diarias dentro de sus responsabilidades en el negocio.

6.6.1.1. HTML5

Según. (Mozilla, 2022) HTML (Lenguaje de marcado de hipertexto o HyperText Markup Language por sus siglas en inglés) es un lenguaje descriptivo que especifica la estructura de las páginas web. Un documento HTML es un documento de texto plano, con elementos que están encerrados con parejas de etiquetas que realizar apertura y cierre.

Ilustración 1: Estructura de un elemento HTML

Anatomía de un elemento de HTML



Fuente: (Mozilla, 2022)

Un archivo HTML es normalmente guardado con una extensión `.htm` o `.html`, es entregado por un servidor web y puede ser interpretado por cualquier navegador de internet.

Esencialmente, los sistemas de información web dependen fundamentalmente de HTML para poder proveer de manera visual los cimientos o el esqueleto de elementos que el usuario encontrará dentro de su vista al navegar a través de una aplicación web o sitio web como lo es este proyecto.

6.6.1.2. CSS3

Según. (Mozilla, 2022) Hojas de Estilo en Cascada (del inglés Cascading Style Sheets) o CSS es el lenguaje de estilos utilizado para describir la presentación de documentos HTML o XML (incluyendo varios lenguajes basados en XML como SVG, MathML, o XHTML). CSS describe como debe ser renderizado el elemento estructurado en la pantalla, en papel, en el habla o en otros medios.

Desde los inicios de la web, tanto la tecnología HTML siempre ha estado de la mano con CSS bajo el enfoque de darle estilos y mejor presentación a los sitios y aplicaciones web a los cuales los usuarios potenciales de este trabajo puedan acceder viendo interfaces gráficas estilizadas y acorde a su comprensión visual de los elementos operativos del sistema.

6.6.1.3. JavaScript

JavaScript se introdujo en 1995 como una forma de agregar programas a páginas web en el navegador Netscape Navigator. El lenguaje ha sido desde entonces adoptado por todos los otros navegadores web principales. Ha hecho que las aplicaciones web modernas sean posibles: aplicaciones con las que puedes interactuar directamente, sin hacer una recarga de página para cada acción. JavaScript también es utilizado en sitios web más tradicionales para proporcionar diversas formas de interactividad e ingenio.

Es importante tener en cuenta que JavaScript casi no tiene nada que ver con el lenguaje de programación llamado Java. El nombre similar fue inspirado por consideraciones de marketing, en lugar de buen juicio. Cuando JavaScript estaba siendo introducido, el lenguaje Java estaba siendo fuertemente comercializado y estaba ganando popularidad. (Haverbeke, 2018)

Se determino JavaScript como un lenguaje a considerar para la realización de este proyecto gracias a su razonable presencia en la escena tecnológica web siendo el padre de muchos de los sitios y aplicaciones web que conocemos hoy en día los cuales a través del enfoque que brindaremos a su uso nos facilitará la construcción de este proyecto enfocado al uso de laboratorios clínicos donde los usuarios podrían no tener tanta eficiencia técnica con recursos tecnológicos.

6.6.1.3.1. ECMAScript

Después de su adopción fuera de Netscape (JavaScript), un documento estándar fue escrito para describir la forma en que debería funcionar el lenguaje JavaScript, para que las diversas piezas de software que decían ser compatibles con JavaScript en realidad estuvieran hablando del mismo lenguaje. Este se llamo el Estándar ECMAScript, por Ecma International que hizo la estandarización. En la práctica, los términos ECMAScript

y JavaScript se puede usar indistintamente, so dos nombres para el mismo lenguaje. (Haverbeke, 2018)

Es importante considerar esta serie de estándares y prácticas para la construcción adecuada de este proyecto con el fin de ser una construcción que cumple con lo que actualmente se trabaja a nivel de aplicaciones web JavaScript.

6.6.1.3.2.Typescript

Según. (Microsoft, 2022) TypeScript es JavaScript con sintáxis para tipado. TypeScript es un lenguaje de programación que está construido sobre JavaScript, proveyendo de instrumentarias de cualquier escala. Añadiendo sintáxis adicional a JavaScript para proveer de una integración más ajustada con tu editor atrapando errores de manera temprana en tu editor, ejecutandose donde quieras que usarías JavaScript en un navegador, en Node.js o Deno para tus apps. TypeScript entiende JavaScript y usa la inferencia de tipado para proveer mejores instrumentarias sin códigos adicionales.

Aprovechando las bondades de este lenguaje de programación construido sobre JavaScript. TypeScript se ha vuelto un requerimiento necesario para la realización de este trabajo con la finalidad de evadir errores y maximizar código limpio sin tanta facilidad a fallos por falta de un tipado débil a como el que dispone JavaScript.

6.6.1.4. React

React fue construida por Facebook para abarcar algunos de los retos asociados con sitios enfocados a la gran escalabilidad de la información. (Alex Banks & Eve Porcello, 2017, pág. 1)

React es una librería de Javascript declarativa, eficiente y flexible para creación de interfaces de usuario. Te permite componer interfaces de usuarios complejas desde pequeñas y aisladas piezas de código llamados “componentes”. (Meta Platform, 2022)

6.6.2. Back End

Es la capa de acceso a los datos y donde se maneja toda la lógica del software, esta capa puede no ser accesible para los usuarios finales según (Reyes & Javier, 2020, pág. 3) El Back End también accede al servidor, que es una aplicación especializada que entiende la forma como el navegador realiza las peticiones.

6.6.2.1. Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel este es fácil de aprender gracias a su tipo de sintaxis estructurada y multiparadigma. Según (Python Software Foundation, 2022) La elegante sintaxis y la tipificación dinámica de Python, junto con su naturaleza interpretada, lo convierten en un lenguaje ideal para la creación de scripts y el desarrollo rápido de aplicaciones en muchos ámbitos y en la mayoría de las plataformas.

A causa de las bondades que dispone Python tomamos en cuenta sus fortalezas desde el plano de un servidor de aplicaciones el cuál se profundizará sobre ello en secciones del presente documento.

6.6.2.2. Django

Django es un framework de alto nivel escrito en Python que fomenta un desarrollo rápido y un diseño limpio y pragmático, Según (Django Software Foundation, 2022) construido por desarrolladores experimentados, se encarga de gran parte de las molestias del desarrollo web, para que puedas centrarte en escribir tu aplicación sin necesidad de reinventar la rueda.

Django dará una mayor facilidad al momento del desarrollo gracias a sus muchas bondades, este a poderse modularizar mediante el uso de app en el proyecto esto hará que estén seccionadas las funcionalidades o entidades del software.

6.6.2.3. Django Rest Framework

Es un potente Toolkit que permite crear web api's basándose en el framework Django y las directrices de REST. Esto hace que Django rest framework llamado comúnmente rest

framework sea una herramienta ampliamente documentada y muy utilizada esto hace que el desarrollo sea ágil y seguro en la creación de api's.

6.6.2.4. Base De Datos

Según (Laudon & Laudon, 2022, pág. 142) Una base de datos es una colección integrada de elementos de datos relacionados de manera lógica. Una base de datos consolida los registros almacenados de antemano en archivos se parados dentro de un grupo común de elementos de datos.

Los datos almacenados en las bases de datos son independientes del software que los utilice y del dispositivo que los almacenes esto hace que sean altamente útiles para las organizaciones ya que generan una centralización y un acceso rápido de los datos.

6.6.2.4.1. SQL

SQL nace en 1970 en los laboratorios de IBM para la gestión de datos en un software llamado System R, según (Laudon & Laudon, 2022, pág. 153) Structured Query Language (lenguaje de consultas estructurado) es un lenguaje internacional estándar de consulta, que se encuentra en muchos paquetes de sistemas de administración de bases de datos.

En el software que se desarrollara y debido a que se piensa usar el framework django, este provee algo llamado ORM (Object relational mapping o Mapeo de objeto relacional) esto es una forma de transformación de tablas de bases de datos a una serie de entidades que simplifican las tareas básicas como lo son listar, crear, modificar y eliminar, el ORM traduce sus consultas a lenguaje SQL al momento de ejecutar las operaciones con la base de datos.

6.6.2.5. PostgreSQL

PostgreSQL o comúnmente llamado Postgres es un poderoso gestor de base de datos desarrollado por la University of California, Berkeley en su departamento de ciencias de la computación, Postgres es pionero en muchas funciones complejas que solo poco

gestores de base de datos tienen como lo pueden ser consultas SQL complejas, triggers, integridad en las transacciones, control de concurrencia en múltiples versiones, etc.

Postgres es de código abierto y junto con su alta concurrencia y fiabilidad, hace que este sistema de gestión de base de datos sea altamente atractivo para muchas organizaciones.

6.6.2.6. Docker

La distribución del software es uno de los problemas que la industria del IT se enfrenta desde que ciertos sistemas operativos no podían ejecutar programas de otros ha sido un problema uno de los primeros en proporcionar una solución a este problema es lenguaje de programación de Java que mediante la ejecución de una máquina virtual este lenguaje se ejecuta, hoy en día se tiene una forma de distribución muy usada que son los contenedores y el más usados en este ámbito es Docker según (Docker Inc, 2021)

Docker es una plataforma abierta para desarrollar, enviar y ejecutar aplicaciones. Docker le permite separar sus aplicaciones de su infraestructura para que pueda entregar software rápidamente. Con Docker, puede administrar su infraestructura de la misma manera que administra sus aplicaciones. Al aprovechar las metodologías de Docker para enviar, probar e implementar código rápidamente, puede reducir significativamente la demora entre escribir el código y ejecutarlo en producción.

Docker ayudara a la distribución del software sea rápida y más segura ya que como se refiere en la cita, este es aislado de la infraestructura y que la mayoría de sistemas operativos usados lo soportan, con Docker se podrá distribuir la versión de prueba de APIS para el desarrollo y prueba de las vistas, mayor compatibilidad y despliegue con computación en la nube.

6.6.3. Computación en la nube

La infraestructura en la industria de TI ha evolucionada constantemente desde mejorar la tecnología de estos equipos o generar propuestas más baratas para pequeñas organizaciones que no cuenta con los recursos suficientes, pero esto tiene problemas

como la actualización, seguridad, mantenimiento y la inversión inicial que se requiere para esta. La computación en la nube nace como una forma de solventar estos problemas con un modelo de negocio por servicio según (Daswani, 2021)

La computación en nube es un término utilizado para describir el acceso bajo demanda a servicios de TI que comprenden servicios de computación, red, almacenamiento y software de proveedores externos, normalmente a través de la Internet pública o de alguna forma de acceso directo a la red de área amplia (WAN). Las empresas pueden suministrar las aplicaciones informáticas necesarias para su organización sin tener que adquirir y gestionar su propia infraestructura para alojar dichas aplicaciones. En su lugar, alquilan la infraestructura de TI necesaria a estos proveedores externos. (pag.4)

Las ventajas que da la computación en la nube y conjunto con el uso de Docker hacen que la computación en la nube sea una opción atractiva para el despliegue del software y también tomando en cuenta que también hace fácil la estabilidad.

VII. Desarrollo del informe

CAPÍTULO I. Generalidades del negocio

El Laboratorio Clínico C.J. Finlay es un laboratorio clínico establecido en la ciudad de Managua desde el año 1996 por la Lic. Ligia Orozco Logo, especializado en el sector del análisis clínico ocupacional y el sector del análisis clínico privado.

En el sector ocupacional, es uno de los laboratorios autorizados por el Ministerio del Trabajo para la realización de chequeos ocupacionales, según indica la (LEY N° 618. LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO, 2007), abarcando las modalidades de chequeos periódicos, realizados cada 6 meses o cada año según lo requieran las condiciones laborales, y los chequeos de pre empleo, según lo requieran las empresas para contratar nuevos colaboradores.

Ofrece un amplio catálogo de exámenes de análisis clínico, siendo esos, todos aquellos exámenes enfocados en el análisis químico, físico o fisiológico de sustancias del cuerpo, que van desde exámenes de sangre, de orina, heces, hormonales, grasas corporales, diagnóstico de enfermedades, etc, como otros tipos de exámenes abarcados dentro del espectro de seguridad laboral como electrocardiogramas, análisis auditivos, exámenes de la vista, entre otros; sin embargo, no se brindan servicios de imagenología como rayos x, resonancias, ultrasonidos, entre otros.

El laboratorio cuenta con una alianza estratégica con el Centro Médico C.J. Finlay, ubicado en una instalación contigua, ofreciendo también de forma complementaria, el servicio de consulta médica privada, fisioterapia y rehabilitación.

1.1. Misión del negocio

“Prestar servicios de diagnóstico con la tecnología más avanzada con el procesamiento de exámenes de laboratorio clínico de bajo, mediano y alto grado de complejidad, ofreciendo a nuestros usuarios un servicio diferencial en términos de seguridad, rapidez, atención y calidad total con personal calificado, proporcionando resultados confiables,

oportunos, precisos y específicos con el más alto desarrollo profesional, tecnológico y de servicio humano.”

1.2. Visión del negocio

“Ser un laboratorio modelo a nivel nacional, líder en tecnología, reconocido por su calidad y excelencia en el servicio, satisfaciendo todas las demandas de nuestros pacientes, sustentado en un sistema integrado que comprenda la salud clínica y la ocupacional con el propósito de anticiparnos a las necesidades humanas y empresariales en una perceptible cultura de servicio y eficiencia.”

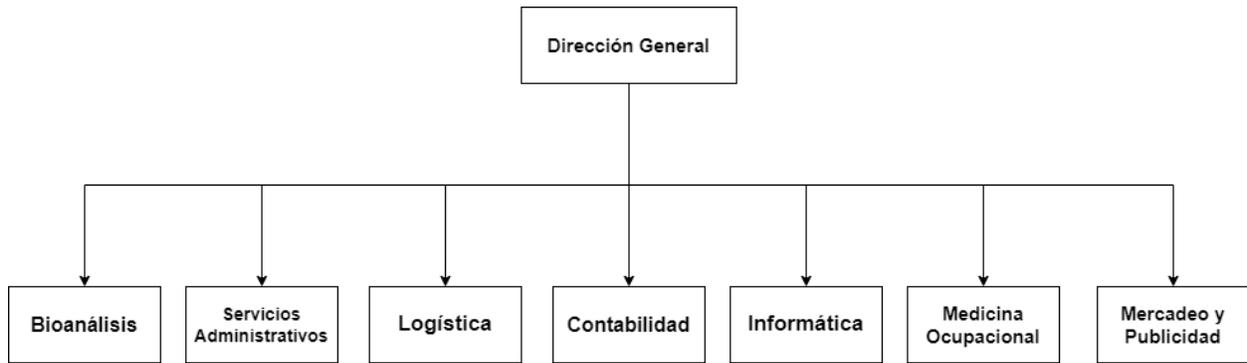
1.3. Valores del negocio

1. Actitud de servicio: Trabajamos para exceder la expectativa de nuestros clientes, brindando un trato excelente y comprometido con lo que hacemos.
2. Confidencialidad: Respetamos el derecho de los clientes a la confidencialidad de los resultados.
3. Calidad: Nos caracterizamos por emitir resultados, confiables y precisos.
4. Perseverancia: Somos constantes en nuestros ideales y luchamos por ellos para alcanzarlos.
5. Respeto: Siempre se fomenta el respeto entre trabajadores y pacientes para generar unas condiciones óptimas de trabajo.
6. Trabajo en equipo: Es de vital importancia para toda organización, debido a que solamente en conjunto se pueden lograr objetivos y metas de la organización.

1.4. Organización del negocio

La organización presenta un modelo horizontal con la presencia de un único administrador de operaciones, y un grupo equivalente de diferentes especialistas ubicados en cada uno de los subprocesos del proceso operativo central, desde personal que colabora con el ordenamiento de pacientes, recolección de muestras, personal de laboratorio y personal digitador de resultados; así como encargados de áreas más estratégicas, como mercadeo, informática, etc.

Ilustración 2: Organigrama del negocio



Fuente: Elaboración propia

1.5. Políticas relacionadas con el sistema de información

Determinando la estructura organizacional del Laboratorio se ha considerado las siguientes premisas como la base angular del sistema con a la finalidad de cubrir muchos de los planteamientos del negocio recopilados de la entrevista con Alta Gerencia.

- 1. Política de Confidencialidad de Datos.** Los resultados de los pacientes no pueden ser entregados a terceros. El propio paciente tiene que retirar sus resultados, a menos que, el propio paciente llame con anticipación al Laboratorio que un tercero de su designación va a retirar los resultados a su nombre usando como requisito obligatorio su cédula.
- 2. Almacenamiento de Datos.** Los resultados de exámenes realizados se pueden almacenar en dependencia a la naturaleza del examen y su validez dentro del plazo de 6 meses a 12 meses (un año). Esto en función de proveerle el servicio necesario de regulación a empresas en dependencia del organismo que los regula y por buenas prácticas de operación en el Laboratorio.
- 3. Entrega de Resultados de Pacientes Privados.** Todo examen realizado a pacientes naturales o por referencia de otros doctores será enviado en cuanto los resultados estén listos para envío.
- 4. Entrega de Resultados de Pacientes Corporativos.** Todos los exámenes realizados a la lista de pacientes enviados por empresas una vez finalizado el período de chequeo organizado entre el acuerdo de la Empresa y el Laboratorio será enviado quince días luego del cierre del chequeo de pacientes.
- 5. Revisión de Resultados de Exámenes.** La administradora del Laboratorio se asegura que los valores hayan sido correctamente evaluados y digitados, reflejando comportamiento numérico esperado según la naturaleza del examen y a su vez que el examen realizado y revisado haya sido efectuado al paciente correcto.
- 6. Resultados de Exámenes en Pacientes de naturaleza especial.** Normalmente efectuado a pacientes con presencia de patologías menores de edad o con necesidad de guardianes legales. Se llama al tutor o guardián legal de la persona

y se les realiza una cita médica para poder notificarles de los hallazgos encontrados en examen del paciente.

Estas políticas mencionadas pueden asegurar que software podrá cumplir todos los estándares necesarios y sus debidas regulaciones para proveer alta calidad, asegurar servicios para tanto los miembros de la clínica y los pacientes en sus dos categorías: Organizaciones y Natural.

1.6. Descripción de procesos del negocio

El Laboratorio Clínico C.J. Finlay, tiene diversos tipos de operaciones, como chequeos médicos (pre empleo, ocupacional, post empleo), la realización de exámenes, atención a pacientes privados, etc. Estos procesos involucran unas series de actividades con diferentes tiempos de duración para asegurar la realización de los servicios.

Tabla 1: Descripción de operaciones

Tipo de Operación	Actividad
Cheque médico (pre empleo, ocupacional, post empleo)	Pre chequeo médico
	Convocatoria de las empresas
	Enviar proforma
	Selección de la empresa ganadora
	Planeación estratégica, firma de contrato y pago de adelanto
	Envío de frascos de recolección de muestras a la empresa
	Durante chequeo médico
	Establecer las estaciones de trabajo
	Acomodar los equipos, materiales e insumos de trabajo
	Dar inicio al chequeo
	a. Etapa 1: recepción y codificación de muestras y pacientes
	b. Etapa 2: de toma de muestras
	c. Etapa 3: exámenes complementarios
	Reporte de asistencia en conjunto con el representante de la empresa
	Cierre de chequeo
	Post chequeo médico

	Procesamiento de muestras
	Digitalización de resultados
	Descarga, almacenamiento e impresión de resultados
	Revisión y clasificación de resultados
	Envío de resultados a médico ocupacional para su debida evaluación
	Entrega de resultados por parte del médico
	Elaboración de entregables a la empresa y organismos gubernamentales correspondientes
	Envío de entregables a la empresa y organismos gubernamentales correspondientes
	Cancelación del servicio
Pacientes privados	Solicitud por parte del paciente de exámenes
	Cancelación de exámenes correspondientes
	Toma de muestras
	Procesamiento de muestras
	Digitalización de resultados
	Envío de resultados al paciente

Fuente: Elaboración propia

El proceso de chequeo médico para organizaciones o empresas en el laboratorio clínico incluye las siguientes actividades:

1. Pre chequeo médico:

- Convocatoria de las empresas: Se realiza la convocatoria a las empresas interesadas en realizar el chequeo médico.
- Envío de proforma: Se envía una proforma a las empresas con la información y costos del servicio.
- Selección de la empresa ganadora: Se selecciona la empresa que llevará a cabo el chequeo médico.

- Planeación estratégica, firma de contrato y pago de adelanto: Se realiza la planeación estratégica, se firma el contrato y se realiza el pago inicial acordado.

2. Durante el chequeo médico:

- Establecer las estaciones de trabajo: Se organizan las estaciones de trabajo para llevar a cabo el chequeo médico.
- Acomodar los equipos, materiales e insumos de trabajo: Se asegura que todos los equipos, materiales e insumos necesarios estén disponibles y listos para su uso.
- Dar inicio al chequeo: Se inicia el proceso de chequeo médico.
- Etapa 1: recepción y codificación de muestras y pacientes: Se reciben las muestras y los pacientes, se codifican adecuadamente para su posterior procesamiento.
- Etapa 2: toma de muestras: Se realiza la toma de muestras necesarias para los análisis correspondientes.
- Etapa 3: exámenes complementarios: Se llevan a cabo los exámenes complementarios requeridos según los casos específicos.
- Reporte de asistencia en conjunto con el representante de la empresa: Se genera un reporte de asistencia junto con el representante de la empresa que solicitó el chequeo médico.
- Cierre de chequeo: Se concluye el proceso de chequeo médico.

3. Post chequeo médico:

- Procesamiento de muestras: Las muestras recolectadas son procesadas en el laboratorio para su análisis.
- Digitalización de resultados: Los resultados de los exámenes son digitalizados y almacenados en formato electrónico.
- Descarga, almacenamiento e impresión de resultados: Los resultados son descargados, almacenados y, si es necesario, impresos.
- Revisión y clasificación de resultados: Se revisan y clasifican los resultados de los exámenes realizados.
- Envío de resultados a médico ocupacional para su debida evaluación: Los resultados son enviados al médico ocupacional responsable para su evaluación y análisis.
- Entrega de resultados por parte del médico: El médico ocupacional entrega los resultados a los pacientes o a la empresa solicitante, según corresponda.
- Elaboración de entregables a la empresa y organismos gubernamentales correspondientes: Se elaboran los informes y entregables necesarios para la empresa y los organismos gubernamentales pertinentes.
- Envío de entregables a la empresa y organismos gubernamentales correspondientes: Se envían los informes y entregables a la empresa y los organismos gubernamentales según los requisitos establecidos.
- Cancelación del servicio: Se finaliza el proceso de chequeo médico y se realiza la cancelación correspondiente en caso de ser necesario.

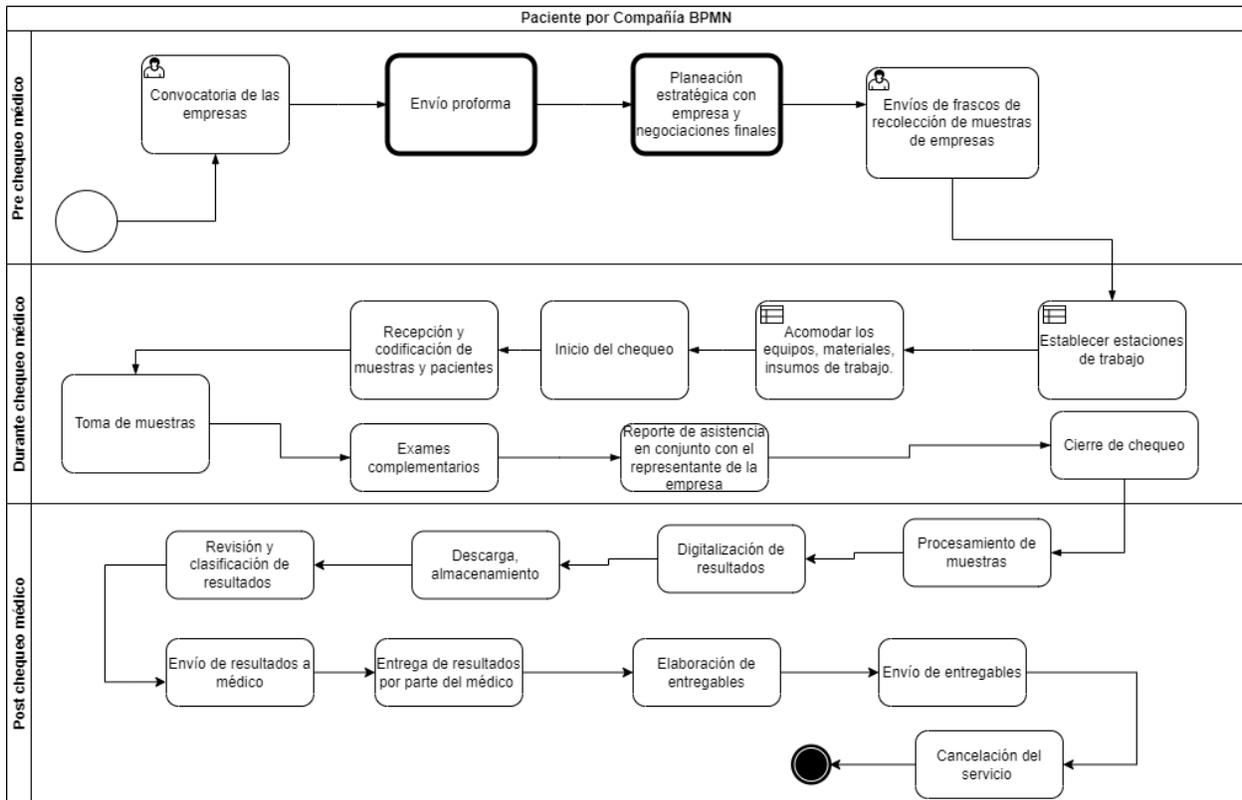
El proceso de atención a pacientes privados en el laboratorio clínico incluye las siguientes actividades:

1. Solicitud por parte del paciente de exámenes: El paciente solicita los exámenes específicos que desea realizar.
2. Cancelación de exámenes correspondientes: En caso de que el paciente decida cancelar algún examen solicitado, se realiza el proceso de cancelación correspondiente.
3. Toma de muestras: Se lleva a cabo la toma de muestras de acuerdo a los exámenes solicitados por el paciente.
4. Procesamiento de muestras: Las muestras recolectadas son procesadas en el laboratorio para su análisis.
5. Digitalización de resultados: Los resultados de los exámenes son digitalizados y almacenados en formato electrónico.
6. Envío de resultados al paciente: Los resultados son enviados al paciente a través del medio de comunicación acordado (correo electrónico, portal en línea, etc.).

1.6.1. Paciente por compañía

En este diagrama BPMN las actividades están agrupadas por proceso.

Ilustración 3 - Diagrama BPMN de pacientes por compañía

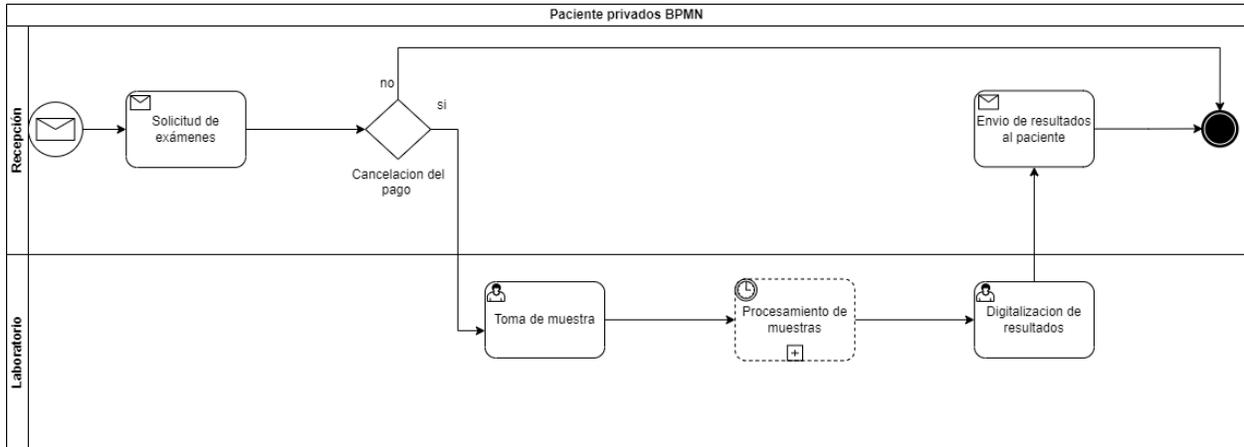


Fuente: Elaboración propia

1.6.2. Pacientes privados

En este diagrama BPMN sus actividades están agrupadas por áreas de la clínica

Ilustración 4 - Diagrama BPMN de pacientes privado



Fuente: Elaboración propia

1.7. Descripción de los actores del negocio

Son las entidades o personas que cumplen un rol en los procesos del Laboratorio Clínico C.J. Finlay, sea proporcionado información, realizando acciones o recibiendo resultados. La descripción del personal se hizo mediante la Metodología REM.

Tabla 2 - Descripción actor de negocio del administrador

ACT-0001	Administrador
Versión	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic. Ligia Orozco Logo
Descripción	Es el encargado de la gestión y administración general del laboratorio. Sus responsabilidades incluyen, llevar a cabo las convocatorias a las empresas para realizar los chequeos médicos (pre empleo, ocupacionales, post empleo) y establecer contratos con ellas.
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 - Descripción actor de negocio del recepcionista

ACT-0002	Recepcionista
Versión	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic. Ligia Orozco Logo
Descripción	Se encarga de recibir a los pacientes privados, les brinda información sobre los exámenes disponibles y registrando las solicitudes de estos. Además, colabora en la organización de las personas de las empresas que requieren chequeos médicos.
Comentarios	Entrega los reportes de los resultados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 - Descripción actor de negocio del recolector de muestra

ACT-0003	Recolector de muestra
Versión	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic. Ligia Orozco Logo
Descripción	Se encarga de la toma de muestras, tanto de pacientes privados como de empresas que requieren cheques médicos. Se encarga de preparar y organizar los materiales necesarios, asegurándose de mantener un entorno estéril y limpio.
Comentarios	Trabaja en conjunto con el agente del laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 - Descripción actor de negocio del agente de laboratorio

ACT-0004	Agente de laboratorio
Versión	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic. Ligia Orozco Logo
Descripción	Es responsable de recibir las muestras recolectadas y llevar a cabo los procedimientos necesarios para analizarlas, además, el agente del laboratorio se encarga de digitalizar los resultados obtenidos, para generar los reportes de resultados.
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 - Descripción actor de negocio del paciente

ACT-005	Paciente
Version	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic.Ligia Orozco Logo
Descripción	El Paciente, ya sea un paciente privado o de una compañía, es la persona que solicita el servicio de realización de exámenes clínicos y también es quien recibe los resultados. Como paciente privado, puede solicitar exámenes clínicos por razones personales. Por otro lado, como paciente de una compañía, puede estar sujeto a requerimientos de exámenes clínicos establecidos por su empleador como parte de los chequeos ocupacionales o pre empleo.
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 - Descripción actor de negocio de compañía

ACT-0006	Compañía
Versión	1.0
Autor (es)	Eduardo López
Fuentes	Lic. Ligia Orozco Logo
Descripción	Se encarga de solicitar exámenes para sus empleados, ya sea exámenes para una evaluación física para la contratación de un trabajador o exámenes de rutina.
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

1.8. Diagrama de caso uso general del negocio

Este caso de uso describe el flujo de trabajo para la gestión del proceso de atención médica y laboratorio, que abarca desde la solicitud de exámenes hasta la entrega de resultados. Aclaración el diagrama se dividió en dos por razones de presentación.

Ilustración 5 - Modelo de caso de uso general del negocio



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. Ingeniería de Requerimientos

La ingeniería de requerimientos es la labor de recolección e interpretación de todas las necesidades del cliente, teniendo como resultado final la determinación de los objetivos a lograr con el sistema, las funciones que este debe desempeñar, el alcance del mismo, los beneficios y las especificaciones y restricciones con las que se deben cumplir.

2.1. Beneficios tangibles e intangibles del sistema

Dentro del análisis realizado sobre el Laboratorio y sus necesidades. Se determina que los beneficios que el Laboratorio podrá apreciar serán las siguientes.

- **Beneficios Tangibles.**

- **Mejora en Eficiencia.** Al tener un ingreso de datos y reportería automatizada puede reducir significativamente el tiempo gastado en las tareas del Laboratorio, llevando a un aumento de ingreso de muestras y rápida entrega de los resultados.
- **Reducción de Costos.** Al reducir la necesidad de mantener los registros físicos, producción de exámenes físicos y minimizar duplicación de exámenes por errores. El sistema de laboratorio puede ayudar a salvar ciertos costos operacionales a largo plazo.
- **Mejora en la precisión de Datos.** El sistema de laboratorio puede minimizar enormemente el error humano, mejorar la precisión de la entrada de datos por usuario, calculaciones, y la interpretación de resultados.
- **Cumplimiento de regulaciones.** A como muchos sistemas de laboratorios, este sistema se ayudará en añadir las regulaciones convencionales (tales como las HIPAA o GDPR) al incorporar apropiadamente la administración de datos y medidas de seguridad, salvar cualquier costo asociado potencialmente sin regulaciones.

- **Beneficios Intangibles**

- **Mejora la calidad del Cuidado de exámenes.** Mayor rapidez y precisión en los resultados de exámenes que puedan llevar a diagnósticos y

tratamientos ágiles, mejora en la satisfacción de los pacientes y sus evoluciones.

- **Satisfacción del personal.** Al automatizar tareas rutinarias, el personal puede enfocarse en trabajos más complejos y completos, potencialmente mejorar la satisfacción de trabajo y reducir su fluctuación.
- **Reducción de Riesgos.** El sistema de laboratorio puede reducir el riesgo de errores en la identificación del paciente, ingreso de la información de la muestra, y resultados en reportería. El decremento de posibles problemas de eventos adversos o legales, y la protección de la reputación del negocio.
- **Escalabilidad.** Un sistema de laboratorio bien diseñado puede crecer con el laboratorio, manejar la carga de trabajo incremental a como el laboratorio se vaya expandiendo en sus servicios o sus clientes base, provee un beneficio invisible en la flexibilidad de un futuro crecimiento.
- **Mejora en el Almacenamiento de Datos.** Tener un solo sistema integrado para la data del paciente, resultados de exámenes, y reportes facilitar el manejo y entrega de la información, apoyado en la toma de decisión, actividades de investigación y auditorías.

2.2. Alcance del Sistema

Se detalla el alcance del sistema a continuación:

Tabla 8: Alcance del Sistema

Funciones del sistema	Funciones a nivel específico del sistema
<ul style="list-style-type: none"> • Administrar compañías • Administrar pacientes • Administrar exámenes • Administrar ordenes individuales • Administrar ordenes de empresas (ordenes de chequeo) • Administrar resultados de exámenes • Administrar usuarios y roles 	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar compañías clientes <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear compañía ○ Editar compañía ○ Desactivar compañía ○ Listar y filtrar compañías ○ Ver detalle de compañía • Administrar pacientes <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear paciente ○ Editar paciente ○ Desactivar paciente

- Listar y filtrar pacientes
- Ver detalle de paciente
- Administrar exámenes
 - Crear campo de referencia
 - Editar campo de referencia
 - Desactivar campo de referencia
 - Listar y filtrar campo de referencia
 - Ver detalle del campo de referencia
 - Crear componente de examen
 - Editar componente de examen
 - Desactivar componente de examen
 - Listar y filtrar componentes de examen
 - Ver detalle de componente de examen
 - Crear examen
 - Editar examen
 - Desactivar examen
 - Listar y filtrar exámenes
 - Ver detalle de examen
 - Crear perfil de exámenes
 - Editar perfil de exámenes
 - Desactivar perfil de exámenes
 - Listar y filtrar perfiles de exámenes
 - Ver detalle de perfil de exámenes
- Gestionar órdenes de chequeo
 - Crear orden
 - Editar orden
 - Cancelar orden
 - Listar y filtrar ordenes
 - Ver detalle de orden
- Registrar resultados
 - Registrar resultado
 - Crear resultado como reporte
 - Enviar resultados de una orden

	○ Validar una posible re evaluación
--	-------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

2.3. Objetivos del Sistema

Se detallan los objetivos a lograr con el sistema de la siguiente manera:

Tabla 9: Objetivo 0001 – Control de exámenes

OBJ-0001	Control de exámenes para prescindir de la digitación manual
Versión	1.0 (agosto 2023)
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Descripción	El sistema deberá registrar los resultados de exámenes clínicos del laboratorio agrupados por órdenes de chequeo, permitiendo su posterior búsqueda, presentación y entrega en un formato digitalizado.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	Se describe el origen del sistema

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Objetivo 0002 - Control de los clientes

OBJ-0002	Control de clientes (compañía y naturales) para mantener los datos frecuentes y llevar un histórico de los cambios
Versión	1.0 (agosto 2023)
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Descripción	El sistema deberá registrar el portafolio de clientes que provengan de manera personal o por compañías afiliadas al laboratorio para llevar control de los exámenes a los tipos de clientes que el laboratorio puede disponer.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	Se describe el origen del sistema

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Objetivo 0003 – Control de ordenes

OBJ-0003	Control de órdenes para cambios y progreso de una orden de paciente natural y/o de compañía
Versión	1.0 (agosto 2023)
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Descripción	El sistema deberá registrar las órdenes y llevar su progreso según lo dictaminado por los clientes con el laboratorio para llevar a cabo las evaluaciones

	clínicas que se deben de hacer por parte del laboratorio hacia los clientes.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediata
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	Se describe el origen del sistema

Fuente: Elaboración propia

2.4. Definición de actores del sistema

Los actores de sistemas son las entidades con roles que interactúan con el sistema, esta definición está hecha mediante la metodología de REM.

Tabla 12 – Definición actor del sistema del administrador

ACT-0001	Administrador
Versión	1.0
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Elaboración propia.
Descripción	Es el encargado de la gestión y administración general del laboratorio. Sus responsabilidades en el sistema incluirán la gestión de usuarios, roles, compañías y la gestión catálogos de exámenes.
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 - Definición actor del sistema del operador

ACT-0002	Operador
Versión	1.0
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Elaboración propia.
Descripción	Los operadores son los que se encargan de gestionar a los pacientes, las órdenes y los resultados de los exámenes. Registraran la información de los pacientes y las órdenes de exámenes solicitadas, asegurándose de que estén completas y correctas.
Comentarios	Este rol o actor es nuevo, está pensado especialmente para el uso del sistema, este actor representara las responsabilidades de los actores del negocio recepcionistas, recolector de muestra y agente del laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 - Definición actor del sistema del cliente

ACT-0001	Cliente
Versión	1.0
Autor (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Elaboración propia.
Descripción	El cliente es la persona o entidad la cual se le ofrece el servicio de realización de exámenes médicos, este solo podrá ver los reportes de resultado de dichos exámenes.
Comentarios	Este actor es nuevo, está pensado especialmente solo para la visualización de los reportes de resultados, este actor representara las responsabilidades de los actores del negocio paciente y compañía.

Fuente: Elaboración propia

2.5. Definición de Requerimientos (Plantillas de REM)

2.5.1. Requerimientos Funcionales

Se puede mencionar como aquellos requerimientos se refieren directamente a las funcionalidades fundamentales que proporciona el sistema, tales como fiabilidad, tiempos de respuestas, capacidad de almacenamiento y poder de cómputo.

A continuación, se enlistan brevemente los **Requerimientos Funcionales** considerados dentro del ecosistema del sistema que el Laboratorio dispondrá para luego continuar con su formato detallado según **Metodología REM**.

- Administrar Compañías (Clientes Corporativos)
- Administrar Pacientes (Clientes Naturales)
- Administrar Exámenes
- Administrar Resultados de Exámenes
- Administrar Reportes de Resultados de Exámenes
- Administrar Órdenes de Exámenes
- Administrar Revisiones

Tabla 15: Requerimiento Funcional - Administrar Compañías (Clientes Corporativos)

FRQ-001	Administrar Compañías (Clientes Corporativos)
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none">• Jerry Mejía• Eduardo Rostrán• Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none">1. [NFR-008] Control de Acceso2. [FRQ-002] Administrar Pacientes (Clientes Naturales)
Descripción	El sistema deberá de gestionar el registro de los nuevos clientes corporativos (Empresas), representados por una persona en la información de contacto, ser capaz de modificar dicha información según necesidad y ser capaz de deshabilitar el registro cuando esta empresa corta por término parcial o permanente sus operaciones de chequeo médico a través de los servicios de valoración de exámenes a su personal.
Importancia	Vital

Urgencia	Inmediatamente
Estado	Validado
Estabilidad	Alta
Comentarios	La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, teniendo estos dos roles, acceso completo al ser parte de las operaciones convencionales de todos los miembros del Laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Requerimiento Funcional - Administrar Paciente (Clientes naturales)

FRQ-002	Administrar Pacientes (Clientes naturales)
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none"> 1. [NFR-008] Control de Acceso 2. [FRQ-002] Administrar Compañías (Clientes Corporativos)
Descripción	El sistema deberá de gestionar el registro de los nuevos clientes naturales (Pacientes), modificarlos o deshabilitarlos. Los cuales pueden llegar por su chequeo de rutina por buena cultura de medicina preventiva, referidos de doctores privados o bien, clientes que al igual son parte de alguna compañía de las ya previamente registradas en el sistema.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	Validado
Estabilidad	Alta
Comentarios	La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, teniendo estos dos roles, acceso completo al ser parte de las operaciones convencionales de todos los miembros del Laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Requerimiento Funcional - Administrar Exámenes

FRQ-003	Administrar Exámenes
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia

Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	1. [NFR-008] Control de Acceso
Descripción	El sistema deberá administrar el catálogo de exámenes disponibles a maneras de formularios con la finalidad de poder tener un registro práctico para el laboratorio al momento de realizar las evaluaciones según la naturaleza del caso proveniente del paciente.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	<p>Principalmente, el sistema deberá de gestionar el registro de nuevos campos de referencia (siendo los valores que se registran en un examen), tanto su modificación o deshabilitarlos a nivel visual de resultado final (en la entrega del reporte del resultado de examen al paciente) o en su totalidad de uso en los exámenes.</p> <p>Entre los campos de referencia se determinan por los siguientes tipos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Numéricos: Estos campos pueden ser de valor exacto o por rango. Estos valores al ser numéricos requieren de ciertas reglas denominadas por el giro del negocio como Valores Normales y deberán ser adheridas por el usuario. A su vez dependen de una unidad de medida según el diccionario disponible por la aplicación. 2. Texto: Estos campos pueden almacenar datos de valores alfanuméricos con la finalidad de establecer la recepción de información que no dependa de reglas especiales. 3. Área de Texto: Este campo es manejado internamente por el sistema y se establece solamente para el uso de las Observaciones que se pudieron encontrar en un examen siendo de vital importancia su mención. 4. Selección: Este campo dispone de parámetros que se establecen por el usuario como una colección de respuestas que se pueden seleccionar según la valoración. 5. Decisión: Este campo se interpreta cuando la decisión es marginal entre dos casos (ejemplo: Positivo o Negativo).

	<p>A su vez, deberá de gestionar el registro de nuevos formatos de exámenes bajo lógica del concepto plug and play de la estructura de datos de un campo de referencia para la creación de los exámenes que tendrá que rellenarse para el chequeo de un paciente, estos campos que se puedan añadir en esta lógica plug and play pueden llevar opcionalmente su sub categoría conocida como componente de examen en dependencia de cómo configure el usuario su formulario de examen.</p> <p>Los componentes de examen disponen de su propio sub módulo de administración siendo que se pueden vincular de manera opcional dentro de la relación de composición entre los campos que se añaden al contexto de un formulario de examen en específico.</p> <p>Dentro del contexto de un examen se puede establecer parámetros para reglas especiales necesarias para el examen en función de los valores que el usuario ADMINISTRADOR requiera visualizar según lo que se digite en el resultado de examen generado.</p> <p>A su vez, los exámenes podrán modificarse o deshabilitarse su uso. De igual manera, podrá modificarse la visualización de ciertos campos o el deshabilitar algún campo de referencia a como de su relación con algún componente de examen que dejará de ser necesario en algún formato según disponga el dueño del negocio o supervisor.</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Requerimiento Funcional - Administrar Resultados de Exámenes

FRQ-004	Administrar Resultados de Exámenes
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> Jerry Mejía Eduardo Rostrán Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none"> 1. [NFR-008] Control de Acceso 2. [FRQ-003] Administrar Exámenes 3. [FRQ-007] Gestionar Órdenes de Exámenes
Descripción	El sistema deberá de gestionar el registro de nuevos resultados de exámenes para los pacientes según la orden y formatos de examen disponible. No dispondrá de modificaciones al ser efectuado dentro

	<p>de la operación del negocio siendo una operación crítica y de alto impacto en términos legales según ente regulador.</p> <p>Un resultado de examen dispone de un sub módulo de revisión en caso extremo que se requiera invalidar un resultado ya formulado para la orden de un paciente que es parte de una evaluación de compañía con uso de dos veces al tener una vista de reconfirmaciones consistente a nivel de la aplicación.</p>
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	<p>La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, teniendo estos dos roles, acceso completo al ser parte de las operaciones convencionales de todos los miembros del Laboratorio.</p> <p>A su vez, se dispondrá de una serie de pasos de confirmación de que el registro de resultado de examen está correcto según la data obtenida por las muestras para evitar confusiones en la inserción de un examen mal insertado por error de usuario.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Requerimiento Funcional - Administrar Reportes de Resultados de Exámenes

FRQ-005	Administrar Reportes de Resultados de Exámenes
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none"> 1. [NFR-008] Control de Acceso 2. [FRQ-003] Gestionar Exámenes (Formularios) 3. [FRQ-007] Gestionar Órdenes de Exámenes

Descripción	El sistema deberá de gestionar la creación de reportes de los resultados de exámenes de los pacientes y enviar dichos reportes a los pacientes a través de correo electrónico bajo formato PDF, a su vez, tener la capacidad de almacenarlos, proveerlos según necesario a usuarios para necesidad de auditoría de las operaciones entre alguna otra necesidad.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, siendo básicamente gestionado directamente por el sistema y los procesos internos que este poseerá.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Requerimiento Funcional - Administrar Órdenes de Exámenes

FRQ-006	Administrar Órdenes de Exámenes
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none"> 1. [NFR-008] Control de Acceso 2. [FRQ-001] Administrar Compañías (Clientes Corporativos) 3. [FRQ-002] Administrar Pacientes (Clientes Naturales) 4. [FRQ-003] Administrar Exámenes

Descripción	El sistema deberá de gestionar el registro de nuevas órdenes de exámenes, modificarlos o deshabilitarlos. Dichas órdenes llevarán un progreso de su resolución según los exámenes que se vayan cumpliendo por parte de la orden efectuada a los pacientes los cuales pueden ser por parte de un paciente natural o una colección de pacientes enviados por una compañía para su chequeo de personal.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	<p>La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, teniendo estos dos roles, acceso completo al ser parte de las operaciones convencionales de todos los miembros del Laboratorio.</p> <p>Las órdenes de exámenes tendrán su línea de tiempo con la cual los usuarios podrán checar cada que necesiten el progreso de la orden con la finalidad de comprender la evolución de esa orden antes de su fecha de entrega según lo establecido con el cliente sea Corporativo o Natural.</p> <p>Una orden de examen en caso de ser de una Compañía tendrá la oportunidad de verse todas las órdenes de las personas dentro de su contexto de evaluación que tengan por estado pendiente para tener un cierto rastreo de aquellas personas pendientes dentro de la evaluación.</p> <p>A su vez, se podrá ver el resultado de los exámenes completados para el usuario a manera de validar el formato de examen resuelto que desea constatar y tener una previa visualización del progreso</p>

	de la orden, así como el reenvío al paciente en caso de necesitarse un reenvío.
--	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 - Requerimiento Funcional - Administrar Revisiones

FRQ-007	Administrar Revisiones
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	Ligia Orozco
Dependencias	<ol style="list-style-type: none"> 1. [NFR-008] Control de Acceso 2. [FRQ-005] Administrar Reportes de Resultados de Exámenes 3. [FRQ-006] Administrar Órdenes de Exámenes
Descripción	El sistema deberá de gestionar el registro de peticiones de cambio por parte de los usuarios de tipo Operario para una segunda validación en la modificación de los registros por parte del usuario Administrador para su aprobación, rechazo de este, o bien, cancelación por parte del usuario Operario ante su petición de cambio a alguna orden de paciente, compañía o resultado de examen.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	La inserción o modificación de estos registros no se verán esencialmente afectados por los roles, teniendo estos dos roles,

	<p>acceso completo al ser parte de las operaciones convencionales de todos los miembros del Laboratorio.</p> <p>Las peticiones se ven limitadas en el caso de órdenes a cuando estas cambian su estado de pendiente a en progreso, finalizada o cancelada.</p> <p>Las peticiones de cambio en un resultado de examen se ven limitado a un total de 3 inserciones en la BD. Esto establecido como una regla del negocio.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Requerimientos No Funcionales

Se puede mencionar como aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funcionalidades fundamentales que proporciona el sistema, tales como fiabilidad, tiempos de respuestas, capacidad de almacenamiento y poder de cómputo.

A continuación, se enlistan brevemente los **Requerimientos No Funcionales** considerados dentro del ecosistema del sistema que el Laboratorio dispondrá para luego continuar con su formato detallado según **Metodología REM**.

- Escalabilidad y Flexibilidad
- Rastreo a Auditorías
- Privacidad de Datos y protección
- Control de Acceso
- Integridad de Datos
- Experiencia de Usuario
- Interoperabilidad
- Restauración de datos por Desastres y Respaldo

Tabla 22: Requerimiento No Funcional - Escalabilidad y Flexibilidad

NFR-001	Escalabilidad y Flexibilidad
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none">• Jerry Mejía• Eduardo Rostrán• Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none">• Jerry Mejía• Eduardo Rostrán• Luisángel Marcia
Dependencias	N/A
Descripción	El software deberá diseñarse para manipular el crecimiento del trabajo y poderse ajustar naturalmente a potenciales cambios en los requerimientos regulados o procesos del laboratorio
Importancia	Vital

Urgencia	Media
Estado	Validado
Estabilidad	Media
Comentarios	Requerimiento del software indispensable para el desarrollo del sistema del laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Requerimiento No Funcional - Privacidad de Datos y Protección

NFR-003	Privacidad de Datos y Protección
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	1. [FRQ-001] Escalabilidad y Flexibilidad
Descripción	Políticas de uso deberán de asegurarse en la reservación de información personal de los pacientes y sus resultados de exámenes sólo a las entidades (MINSA), personal del negocio, sus empleadores. (en caso de ser evaluaciones por compañía) y los propios pacientes.
Importancia	Vital
Urgencia	Hay mucha presión
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	Este será nuestra mayor prioridad debido a la sensibilidad en la información relacionada a la salud.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 - Requerimiento No Funcional Restauración de datos por Desastres y Respaldo

NFR-004	Restauración de datos por Desastres y Respaldo
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	2. [FRQ-001] Escalabilidad y Flexibilidad
Descripción	Se establecerán procedimientos y procesos a nivel de sistema que pueda garantizar salvaguardar la información de prioridad y necesaria para el negocio. Con la finalidad de anticiparse a cualquier tipo de fallo inesperado tales como posibles corrupciones de datos, fallo del sistema de base de datos, entre otros posibles factores de fallos. Estos procesos pueden ser desde planes de respaldo de BD, como fixtures en la data ingresada, así como procesos de restablecimiento de pronta recuperación del sistema en caso que el sistema sea no responsivo por algún fallo.
Importancia	Vital
Urgencia	Hay mucha presión
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	Este será nuestra mayor prioridad debido a la sensibilidad en la información relacionada a la salud.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Requerimiento No Funcional – Control de Acceso

NFR-005	Control de Acceso
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	1. [FRQ-001] Escalabilidad y Flexibilidad
Descripción	<p>Aplicado al acceso estricto como medidas que deben considerarse. Miembros agrupados por roles de gestión lo cuales tendrán acceso a la información y operación dentro del sistema según el desarrollo de sus procesos actuales dentro de la lógica del negocio las cuales serán proyectadas al sistema.</p> <p>Por consiguiente, el sistema deberá agregar nuevos usuarios, así mismo permitir la edición o actualización, visualización, listado y deshabilitarlos. Adicionalmente, permitir la creación y cambios de contraseñas y asignación de roles de usuarios.</p> <p>El sistema deberá de gestionar información vital de los empleados una vez teniendo su usuario creado, permitir la modificación de ciertos datos y la inserción de información fundamental de un colaborador del Laboratorio desde el momento de su creación en el sistema.</p> <p>El sistema deberá permitir gestionar permisos y accesos de usuario del sistema, al igual que la operación de ciertas acciones. Mediante la asignación de roles específicos determinados de la siguiente manera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administrador: Completo acceso a todas las acciones de configuraciones de otros usuarios, de los exámenes, perfiles de exámenes, entre otras actividades normales del sistema.

	<ul style="list-style-type: none"> • Operador: Acceso determinado a la operación de registro de pacientes, compañías, órdenes, resultados de exámenes, acceso al dashboard de operación y perfiles de exámenes.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	Validado
Estabilidad	Alta
Comentarios	El usuario de rol Administrador será el único con derecho de hacer el cambio a cierta información de vital importancia, sin embargo, el empleado podrá modificar información como su correo electrónico, número telefónico o dirección.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Requerimiento No Funcional - Fiabilidad de Datos

NFR-006	Fiabilidad de Datos
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	1. [FRQ-001] Escalabilidad y Flexibilidad
Descripción	Políticas se asegurarán en cuanto a la precisión y consistencia de la información sobre su ciclo de vida completo dentro del proceso de exámenes clínicos dentro del sistema, para mantener siempre la incorruptibilidad y confiabilidad de la información
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	Validado
Estabilidad	Alta
Comentarios	N/A

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Requerimientos no funcionales – UI/UX

NFR-007	UI/UX
Versión	0.1.0
Autor(es)	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Jerry Mejía • Eduardo Rostrán • Luisángel Marcia
Dependencias	N/A
Descripción	El software deberá ser diseñado pensando en el usuario final. Se debe de considerar que el software será vistoso, muy claro a la vista sobre las operaciones que se realizan y denotando el uso de

	<p>tendencias visuales que se utilizan hoy en día en aplicaciones comunes de los usuarios.</p> <p>El software deberá ser diseñado pensando en el usuario final. Se debe de considerar que el software será intuitivo y amistoso para el usuario, reducirle su trabajo y mejorar su eficiencia en las operaciones.</p>
Importancia	Vital
Urgencia	Indiferente
Estado	En construcción
Estabilidad	Alta
Comentarios	

Fuente: Elaboración propia

2.6. Matriz de Trazabilidad

Se detalla a continuación la matriz de trazabilidad del sistema, lo que permite relacionar los objetivos a alcanzar con los requerimientos funcionales definidos, de tal forma que se pueda saber que requerimientos ayudan al cumplimiento de que objetivos en particular, indicando que la ejecución de dicho requerimiento contribuye al cumplimiento de su objetivo relacionado

Tabla 28: Matriz de trazabilidad

FRQ/OBJ	OBJ-0001	OBJ-0002	OBJ-0003
FRQ-001		X	
FRQ-002		X	
FRQ-003	X		
FRQ-004	X		
FRQ-005	X		
FRQ-006			X
FRQ-007	X		X

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. Estudios de viabilidad

Al elaborar un sistema de información, se necesita la planeación y toma de decisión, realizar un estudio de viabilidad, para determinar si el sistema es factible con los procesos y recursos existentes, determinando también sus necesidades operativas, técnicas, económicas y financieras. El objetivo es determinar que el sistema a como está planteado aporta de manera positiva a las necesidades del negocio

3.1. Viabilidad Operativa

El estudio de viabilidad operativa consiste en evaluar un sistema dentro del entorno organizacional en el que se pretende desempeñar, considerando recursos humanos, procesos, reglas y procedimientos dentro de lo que se hace en el negocio para identificar oportunidades de mejora, proponer cambios y encontrar una solución y optimización con un sistema de información, facilitando, agilizar y economizar el proceso general del negocio.

3.1.1. Procesos actuales

El laboratorio divide su principal proceso operativo en tres pasos, mencionados en capítulo 1, procesos que varían según el caso de uso, ya sea un chequeo ocupacional a modo de órdenes masivas o un chequeo particular de una sola orden, sin embargo, ambos casos convergen en el proceso de evaluación del paciente, el cual consiste de: **definir la orden, recolectar las muestras, analizar las muestras y digitar los resultados**. Cada paso se ejecuta de forma individual y secuencial. Dentro de los pasos también se toma en cuenta los pasos adicionales como validación de la orden, registro del paciente al cual se le atribuirá el resultado de exámenes, corroborar la cantidad de exámenes por contexto de chequeo particular o masivo.

En el caso de los chequeos masivos, se segmenta el proceso en la ventana de tiempo del chequeo, por ejemplo, un mes, donde en la primera semana se hará el levantamiento de órdenes y la recolección de muestras para todos los pacientes de la empresa, y en las semanas posteriores se llevan a cabo los análisis y digitación agrupando por tipo de

examen (primero todos los de sangre, posterior los de orina, y así consecutivamente), permitiendo la ejecución en bucle de procesos repetitivos.

Los procesos de recolección y análisis son humanos y manuales, ya que el primero requiere de atención a pacientes, y el segundo, dependiente del tipo de examen, requiere de mezcla química manual y/o de observaciones en microscopio.

En cuanto al proceso de digitación, este se realiza con máquina de escribir sobre formatos preimpresos, de forma individual (un formato por examen). En el cual, a partir de un error efectuado por el usuario por las diversas posibles causas previamente compartidas en entrevistas personales con la dueña del negocio.

3.1.2. Tiempos

Con el objetivo de determinar de forma cuantitativa la magnitud del problema, se llevó a cabo un estudio de tiempos, mediante una visita durante la ejecución de un chequeo. La dinámica del análisis consistió en contabilizar la cantidad de clientes atendidos por fase del chequeo en un tiempo acotado de 4 horas, para determinar el proceso con la menor tasa de atención. Cabe destacar que dentro del proceso se generaliza las validaciones previamente mencionadas en la descripción general del proceso que conforman parte de estas etapas. (Ver **Capítulo III. Viabilidad Operativa – Procesos Actuales**).

Los resultados encontrados fueron los siguientes:

Tabla 29: Resultados de observación de tiempos

Cuadro de observación de tiempos de Clínica C.J. Finlay						
Empleado	Proceso	Hora de inicio	Hora de finalización	Tiempo del proceso	Insumos utilizados	Clientes atendidos
Denis Ruiz	Análisis BHC	1:00PM	5:00 PM	4h	Reactivos exámenes de sangre	60
Ligia Orozco	Análisis Orina	1:00PM	5:00PM	4h	Portaobjetos	90
Indira Jiménez	Digitación exámenes de sangre	1:00PM	5:00PM	4h	Formatos preimpresos	30

El proceso de digitación de exámenes es el que tiene la menor tasa de atención en las 4 horas observadas, siendo apenas el 50% en comparación con el proceso de análisis. Esto quiere decir que, por cada 2 exámenes analizados, se digita uno solo; en caso de un chequeo de 1200 pacientes, estimando que el análisis de esta toma un total de 2 semanas (a 120 exámenes por día laboral), se requeriría un mes completo para la digitación de dichos resultados analizados.

3.1.3. Descripción de los problemas encontrados

Según el análisis y estableciendo un ejercicio de comparación de análisis actual (sin sistema) y propuesto (con sistema) de la mano con la dueña del negocio, se detecta que el mayor cuello de botella se encuentra en el proceso de digitación, donde se realizó una menor tasa de atención de casos en el tiempo observado comparado con los procesos previos de recolección de muestras y análisis.

También, debido a su naturaleza manual, este proceso se caracteriza por ser muy intolerante a fallos al momento de la digitación, ya que, al realizarse en máquina de escribir, cualquier error de digitación implica un descarte total de toda la hoja de reporte, ya que no se admite el uso de correctores por regulación y códigos de ética médica, por lo que la digitación debe realizarse de forma pausada y lenta. Las causas para que se puedan equivocarse algunas de las personas encargadas en este proceso suelen deberse a que son personas que no son expertos en el campo del negocio y no puedan tener conocimiento completo inicialmente sobre los exámenes en su formato (netamente personas profesionales de carreras relevantes a la química o laboratorio clínico-farmacológico), error humano, o bien, fallas en la definición de la orden o cambios inesperados en la orden, en especial cuando se trata de chequeos masivos.

El proceso también determina otros inconvenientes como el uso excesivo de papel al usar un solo formato por página, existiendo reportes que no requieren del uso de la página completa, estrés en el personal que puede empeorar su desempeño a futuro con alguna siguiente orden luego de corregir la actual, insatisfacción de los clientes al no tener sus resultados a la mano de manera inmediata o al tiempo que puedan esperarlos.

3.1.4. Conclusión de Análisis de Viabilidad Operativa

Se detectó que, de los tres subprocesos relevantes del proceso operativo, los procesos de recolección y análisis se encuentran en un punto óptimo respecto a tiempo y facilidad de ejecución, a su vez, son procesos que no admiten mucha intervención de automatización, el primero por requerir intervención humana de atención a clientes, y el segundo por requerir de habilidades de observación y análisis ejecutadas por especialistas, teniendo la mayoría de procesos un resultado descriptivo y no necesariamente numérico.

Sin embargo, el proceso de digitación al disponer de mayores controles de información como validar la información de la orden, información del paciente al cual se le atribuye la orden o examen, corroborar que se digita adecuadamente la información y análisis realizados por los especialistas del laboratorio a las muestras entre otras condiciones previas, se encuentra una mayor posibilidad de mejora dado a que es el proceso más vulnerable en la cadena de operación ante posibles fallos sea por desconocimiento, situaciones de estrés del personal por corrección previa de errores pasados aumentando el índice de posibles fallos en futuras ordenes, lentitud por el proceso en general al ser manual y finalmente la desconexión de la información al tener que validar de una pila de reportes a otros permite ver varias particularidades del proceso donde puede haber una mejora al realizar el ejercicio con la dueña del negocio de establecer una reorganización en los sub procesos del proceso principal como es la digitación de los resultados de exámenes.

Por tanto, dado un ejercicio previo de análisis de la situación operativa actual del negocio de la mano con la dueña, al cumplir con la posibilidad de un sistema se pudo determinar mejoras importantes en el tiempo bajo aceptación de usuario final, mejoras como la de previamente registrar la información de los pacientes, validar cierta información de vital importancia para el flujo del servicio, la información de la orden y la predefinición de formularios hechos por las personas del negocio de mayor jerarquía para reducir el error humano entre otros factores analizados con una situación operativa del negocio con un sistema propuesto se concluye que en el proceso de digitación se encontró la mayor

posibilidad de mejora, siendo el más lento y rígido de todos, ocasionando cuellos de botella y presentando baja tolerancia a fallos, siendo mejorable con la intervención de la automatización y sobre el cual se enfoca el sistema a diseñar. A su vez, este análisis permitió asegurar la decisión por parte de la dueña del negocio en que el sistema le permitirá innovar sus operaciones después del análisis en conjunto con el equipo desarrollador cumpliendo el criterio principal de aceptación del estudio por parte de la dueña del negocio, garantizar facilidad en el proceso para el personal.

3.2. Viabilidad Técnica

Para llevar a cabo el presente proyecto es necesario indagar si las especificaciones técnicas actuales del negocio Laboratorio Finlay cumplen con las condiciones necesarias para llevar a cabo la implementación del sistema propuesto de este trabajo.

Para ello, en el siguiente estudio se realizará un análisis descriptivo de las condiciones de los equipos y aplicaciones de software empleados actualmente para desempeñar las actividades diarias del Laboratorio Finlay. Después se hará una estimación con base en los escenarios posibles de uso del sistema de información planteado y se establecerá una propuesta base para el proyecto, considerando la condición y capacidad física de la empresa ante las tecnologías óptimas que puedan utilizar para el software en cuestión.

3.2.1. Infraestructura tecnológica actual

Previo a la consideración de la realización de una innovación tecnológica. El negocio en recursos tecnológicos dispone de las máquinas de laboratorio, máquina de escribir y bastante papelería la cual se utilizan con fines de usarla como parte de la digitación en la máquina de escribir de los resultados de examen, a su vez, disponen de una conexión de router de Internet Claro con un plan de 100 Mbps en velocidad de bajada de internet y 25 Mbps en subida, valorado a unos \$47,99, dos computadoras de escritorio y una laptop usadas mayormente para las comunicaciones de redes sociales con los clientes. Habiendo mencionado un poco este trasfondo, también, se realizó una evaluación previa del negocio la cual será profundizada en la sección de **Evaluación del entorno tecnológico** en donde se dispone del hallazgo que el laboratorio dentro de su distribución física carece mayormente de la capacidad de poder sustentar administración de servidores físicos por la falta de espacio, seguridad y capacidades físicas tecnológicas del lugar. Por tanto, la infraestructura de TI actual en Laboratorio Finlay está distribuida de la siguiente manera:

3.2.1.1. Evaluación del entorno tecnológico

En el siguiente inciso, se describe la situación actual respecto a equipos tecnológicos en el negocio.

3.2.1.1.1. Equipos de Hardware y Sistemas operativos

Tomando en cuenta parte de los antecedentes de TI mencionados anteriormente se dispone de una 1 laptop con del sistema operativo Windows 11 con aplicaciones de uso convencional en el uso de tecnologías web como lo es navegador web Google Chrome y lector de PDF por defecto de Windows, 2 computadoras de escritorio All In One de HP , 1 máquina de escribir con sus insumos para el relleno de tinta y mantenimiento de las teclas, 7 máquinas de laboratorio y una red local con acceso a internet la cual es utilizada para las comunicaciones del personal y el negocio hacia las redes sociales.

Sin embargo, durante el proceso de desarrollo de este estudio, el laboratorio entendiendo la necesidad de la innovación había realizado la compra de una laptop más para procesar mejor las comunicaciones por su rapidez y eficiencia en comparación a las All In One HP más con la finalidad de agilizar un poco más el envío de los exámenes realizados a máquina de escribir para analizarlo con sus móviles, recopilarlos en las computadoras para finalmente enviarlas por WhatsApp en caso de que el paciente no pudiese llegar presencial para retirar sus resultados de exámenes. La compra de la laptop que se adquirió fue de una

En la siguiente tabla se muestra las especificaciones actuales de los medios tecnológicos de interés para la consideración de la implementación del proyecto con un poco más detalle.

Tabla 30: Equipos tecnológicos Finlay

Equipo	Sistema Operativo	Procesador	RAM	Almacenamiento	Recomendaciones
HP Omen 15dc000x (2020)	Windows 10	Intel Core i7 8650H (3.05GHz)	8 GB RAM Genérico de fábrica HP	1TB HDD Genérico	Actualizar almacenamiento a SSD para poder mejorarle su eficiencia y rapidez al equipo.
HP i3-1215u (2020)	Windows 11	Inter Core i3-1215u (10ma generación) (2.8GHz)	8 GB RAM Genérico de	500GB SSD Genérico	Ninguna recomendación en particular, el equipo cumple con Ver

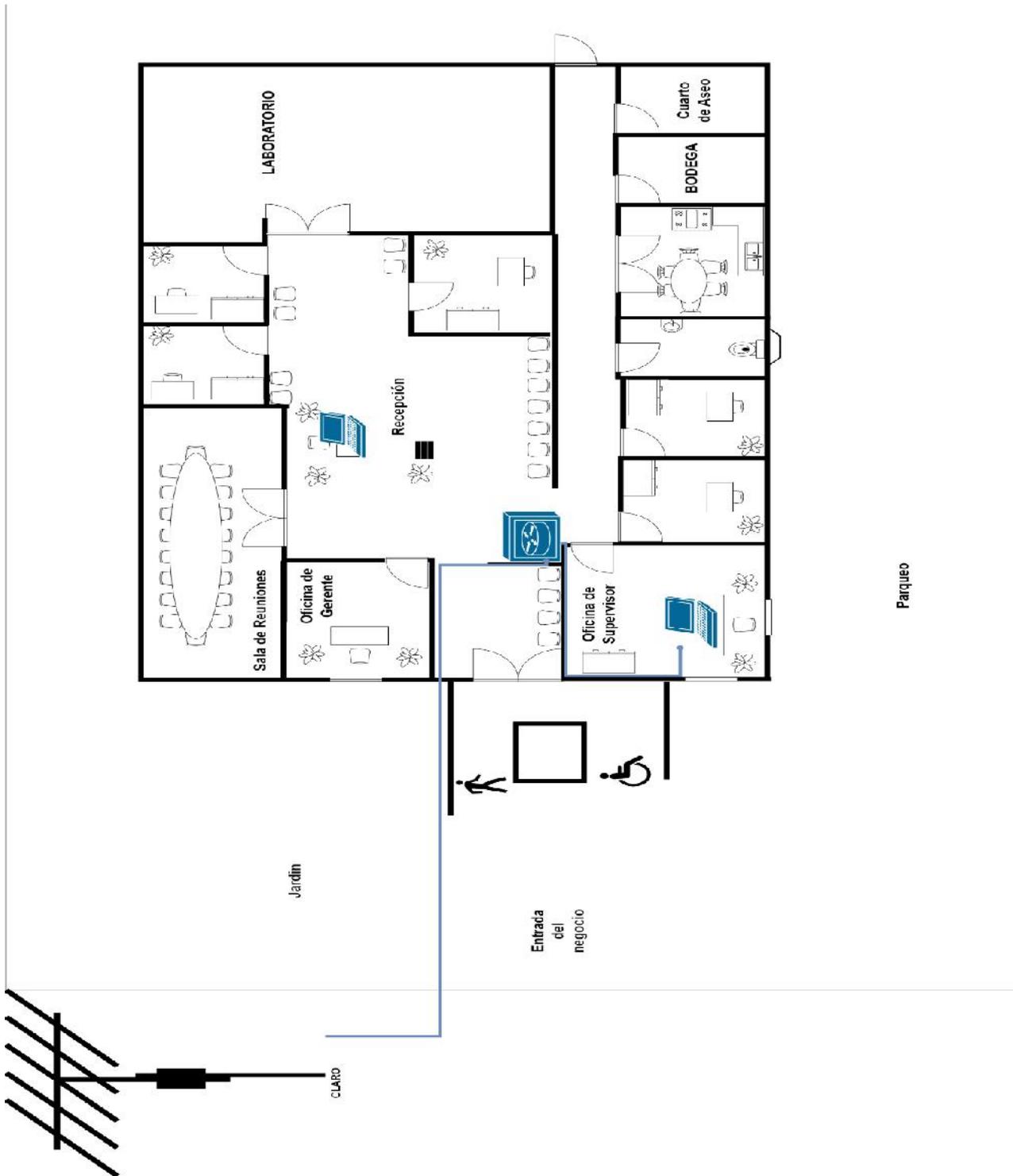
			fábrica HP		Tabla de análisis de requerimientos mínimos de Labsys en Laboratorio Finlay
Desktop HP 21-2015la All-In-One (A)	Windows 10	Intel Celeron 2015(1.8GHz)	4 GB de RAM Genérico de fábrica HP	1TB HDD Genérico de fábrica HP de interfaz SATA	Dar de baja porque el equipo no cumple con los requerimientos mínimos para Windows 11. Ver Tabla de análisis de requerimientos mínimos de Labsys en Laboratorio Finlay
Desktop HP 21-2015la All-In-One (A)	Windows 10	Intel Celeron 2014 (1.8GHz)	4GB de RAM Genérico de fábrica HP	1TB HDD Genérico de fábrica HP de interfaz SATA	Dar de baja porque el equipo no cumple con los requerimientos mínimos para Windows 11. Ver Tabla de análisis de requerimientos mínimos de Labsys en Laboratorio Finlay

Fuente: *Elaboración propia*

3.2.1.1.2. Equipos de redes

Se dispone de una red local conformada por 1 router ARRIS modelo genérico (del de caja negra) de proveído por Claro de conexión cable coaxial, 1 conexión ethernet dirigida hacia la laptop Acer Nitro 5 por estar ubicado en la misma habitación de la supervisora del laboratorio y, finalmente, por 7 conexiones Wifi representando los equipos móviles de los 5 miembros del personal y el de la laptop HP 255 ubicado en la habitación de la dueña del negocio. A su vez se pudo descartar que las máquinas de laboratorio dispusieran de la capacidad de conexión hacia la red y no estuviesen siendo utilizadas adecuadamente. La distribución de red del negocio se ve representado en Ilustración #7.

Ilustración 6: Diagrama de red actual en Laboratorio Finlay



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Análisis de condiciones técnicas

En la siguiente sección se determinarán valoraciones que se tomarán en cuenta para el posible sistema a implementar, los percances o dificultades que se pudieron apreciar desde un ámbito técnico de operación IT, al igual, de considerar debilidades para el Laboratorio con el proceso de implantación del Software.

3.2.2.1. Para usuarios

Afortunadamente, el Laboratorio Finlay al momento de realizado este estudio se ha determinado que los usuarios que manipularían el sistema cuentan con máquinas designadas que sobre cumplen los requerimientos mínimos para llevar a cabo un uso operacional sobre las acciones del sistema y sus operaciones de negocio. Los requerimientos mínimos necesarios se ven reflejados en la siguiente lista de características que deberían disponer los equipos. Ver tabla #31

Tabla 31: Tabla de análisis de requerimientos mínimos de Labsys en Laboratorio Finlay

Característica	Descripción	Razón
RAM	8 GB de RAM	<i>Basado en la comprensión de los requerimientos por Google sobre Google Chrome. El nivel de procesamiento mínimo requerido para abrir de 2 a 5 pestañas de navegador web que usaría Google Chrome, por ejemplo, pudiendo consultarse en su página requiere de 128 MB por ventana para hacer varias acciones por pestaña que el usuario desee consultar del sistema, debido a que la aplicación se estima de rendimiento ligero, y la cantidad de archivos a mantener es baja ya que la aplicación es una Single Page App, con carga de índice HTML único.</i>
Sistema Operativo	Windows 11	<i>En los requerimientos mínimos del navegador web Google Chrome se menciona que puede ser ejecutado desde Windows 7 hasta actualizaciones más recientes del sistema Windows.</i> Sin embargo, considerando la obsolescencia de las previas versiones de sistemas operativos Windows, se considera mejor opción recomendada por lo general en IT Windows 11 por su mantenimiento a largo plazo tanto para la

		ciberseguridad con la protección que lleva como también las operaciones del sistema
Procesador	Core i3 7ma generación equivalentes	Considerando que las laptops actuales disponen de procesadores Ryzen equivalentes a 9na generación según especificaciones del fabricante de las laptops. Cumplen en sobremanera con el requerimiento mínimo mencionado por Google para la operación de Google Chrome efectiva. Disponiendo estos mismos procesadores de un GPU integrado que permite fácilmente la renderización mínima de componentes gráficos de Google Chrome. A su vez, es parte de los requerimientos aceptables por parte de Microsoft sobre los requerimientos mínimos de Windows 11.
Almacenamiento	500 SSD	<i>Tomando en cuenta las especificaciones de requerimientos mínimos de Windows 11 y las recomendaciones de comunidad de Microsoft sobre el uso eficiente de Windows 11 en varios artículos de preguntas frecuentes del sistema operativo.</i> Se recomienda utilizar máquinas de 500 GB SSD con la finalidad de garantizar buena experiencia de usuario al usar la laptop en operaciones generales en conjunto con la navegación a la aplicación Labsys . Al igual, el espacio disponible permite el poder almacenar y trabajar varios archivos relacionados a ofimáticas y reportes descargados por parte de la aplicación.
Aplicación de Navegación	Google Chrome	<i>Se considera por su frecuencia de uso y previa relación de utilización por parte de las personas de Finlay el uso de Google Chrome como navegador</i> En cuanto si se cumplen los previos requerimientos mencionados, el navegador estará óptimamente implementado para su utilización.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Para los servidores

Los propietarios del negocio no consideran que esté a su alcance el mantenimiento de servidores físicos, así como su inversión inicial. Viendo la oportunidad de utilizar tecnologías nube y su gran capacidad de cómputo como lo es la del proveedor **Amazon**, a través de sus tecnologías, **AWS**. Se ha validado el uso de servidores de cómputo en nube con una tarifa bastante ahorrativa al hacer uso de herramientas **AWS** basadas

según demanda de uso, como lo es **AWS Lambda**, **CloudFront**, **AWS S3**, de igual manera, se tomará en cuenta otro proveedor como lo es **Azure** con sus homólogos tales como **Azure Storage Accounts**, **Azure Functions**, como otros. Por tanto, se considerará la dos posibles vías para la implementación de una infraestructura que pueda ser costeadada por el negocio. Una vía de tecnologías de cómputo nube **elástica** y una vía de cómputo de nube **inelástica** teniendo por consideración ambos proveedores para comparar mejor opción.

A su vez se tomarán en cuenta una media de operación estimada por usuario de 150 peticiones entre el servidor de aplicaciones y la aplicación web con la finalidad de estimar el costo que se efectuaría por día a una velocidad media de 200 ms de respuesta, las cuales se evaluarán en los siguientes escenarios.

- **Escenario 1 – Cómputo Nube Elástico.** En este escenario tomaremos en cuenta la posibilidad de contratar servicios de hospedaje en base de datos, hosting, mantenimiento de servidor automatizado y operabilidad de la página web que se basen en el uso efectuado por los usuarios del sistema y no por su tiempo de operación en línea más el estrés en demanda por peticiones de usuario. Hoy en día, esta es una de las vías que toman mayormente muchos startups y negocios pequeños a medianos de los cuales no quieren verse afectados de un costo tan alto en sus inicios con la finalidad de hacer crecer su negocio, en especial, cuando estos requieren de muchas sub operaciones en paralelo al igual que muchas peticiones al día.

AWS: En esta propuesta se usará AWS Lambda para proveer la data del servidor de aplicaciones según petición de usuario, Amazon RDS con PostgreSQL con todos los servicios de mantenimiento, disponibilidad del servidor de BD y a su vez respaldo para garantizar resguardo y disponibilidad en el almacenamiento de datos. Finalmente, se usará CloudFront de uso en S3 para las aplicaciones web desplegadas en buckets S3 de Amazon para proveer los sitios web con su compilación HTML.

Tabla 32: Propuesta de nube elástica AWS

Servicio	Función	Precio
Amazon RDS PostgreSQL (40GB, 2GB RAM)	Almacenamiento de datos	\$32.79 / mes
AWS Lambda	Servidor de aplicaciones por uso	\$0.11/mes
Amazon S3 Bucket	Proveedor de las aplicaciones web	\$0.02/mes
Amazon Simple Queue Service (SQS)	Servicio para reportería y envío a correo electrónico	\$0.00 / mes

Fuente: Elaboración propia

Azure: En esta propuesta se utilizará Azure Functions para proveer la data del servidor de aplicaciones según petición de usuario, Azure SQL Database con todos sus servicios de mantenimiento, disponibilidad de servidor de BD y a su vez respaldo para garantizar resguardo y disponibilidad de almacenamiento de datos. Se usará a su vez, Azure Account Storage para las aplicaciones web desplegadas en blob storage de Azure para proveer sitios web con su compilación HTML.

Tabla 33: Propuesta de nube elástica Azure

Servicio	Función	Precio
Azure SQL Database for PostgreSQL (40GB, 2GB RAM)	Almacenamiento de datos	\$374.51 / mes
Azure Functions	Servidor de aplicaciones por uso	\$0.00/mes
Azure Account Storage (Blob Storage)	Proveedor de las aplicaciones web	\$52.41/mes

Azure Account Storage (Queue Service)	Servicio para reportería y envío a correo electrónico	\$125.00 / mes
---------------------------------------	---	----------------

Fuente: Elaboración propia

- Escenario 2 – Computo Nube Inelástico.** En este escenario se tomará en cuenta la posibilidad de contratar servicios de hospedaje en base de datos, hosting, mantenimiento de servidor automatizado y operabilidad de la página web que se basen en el uso efectuado por el tiempo de operación en línea del sistema más cualquier incremento en peticiones por demanda de usuarios. Hoy en día, esta es una de las vías que consideran desde negocios pequeños a escala grande las cuales su enfoque principal es garantizar la constante operabilidad del negocio con la personalización y configuración específica según requiera el negocio y sus operaciones.

AWS: En esta propuesta se usará la plataforma de Amazon LightSail la cual es una plataforma fácil de usar, con costo predecible y de fácil administración en cuanto al servidor de aplicaciones y el montaje de las aplicaciones web. Teniendo dos servidores a través LightSail pero sin capacidad de aumentar o disminuir la capacidad en base a la demanda manteniéndose en un costo fijo.

Tabla 34: Propuesta de nube inelástica AWS

Servicio	Función	Precio
RDS Lightsail PostgreSQL (20GB, 2GB RAM)	Almacenamiento de datos	15\$ / mes
Lightsail Ubuntu 1GB 2vCPU	Hosting	10\$ / mes

Fuente: Elaboración propia

Azure: En esta propuesta se usará a diferencia de **AWS**, **Azure** no dispone de una plataforma para mantener servidores como Lightsail. Por tanto, se usará una configuración básica de servidores de Azure como lo es Virtual Machines y SQL Database.

Tabla 35: Propuesta nube inelástica Azure

Servicio	Función	Precio
Azure SQL Database for PostgreSQL (40GB, 2GB RAM)	Almacenamiento de datos	\$374.51 / mes
Azure VM	Hosting y servidor para aplicaciones y servidor de aplicaciones	80.55\$ / mes

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se podrá observar un análisis técnico en base a ciertos criterios establecidos por parte de la dueña, lo recopilado en el **Capítulo II. Ingeniería de Requerimientos**, versus los costos asociados a cada uno de los escenarios para poder finalizar la decisión del uso de alguno de los escenarios previamente propuestos. Primeramente, se presenta la tabla de costos en la nube al mes de cada solución (Ver Tabla 35: Comparativa de costos en la nube).

Tabla 36: Comparativa de costos en la nube

Escenarios	Escenario 1 – AWS (Elástico)	Escenario 1 – Azure (Elástico)	Escenario 2 – AWS (Inelástico)	Escenario 2 – Azure (Inelástico)

Costo total al mes	\$32.92 / mes	\$551.97 / mes	\$25.00 / mes	\$445.12 / mes
Costo total al año	\$396.36 / anual	\$6,623.64 / anual	\$300.00 / anual	\$5,341.44 / anual

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla de comparativas según criterios de comparación de los cuales se consideraron los siguientes según la infraestructura basada en la ingeniería de requerimientos del sistema de información para el Laboratorio Clínico C.J. Finlay. Dentro de los criterios de comparación se toma en cuenta los siguientes elementos:

- Costos Iniciales
- Mantenimiento y Actualizaciones
- Escalabilidad
- Seguridad
- Tiempo de Implementación
- Rendimiento y Fiabilidad
- Flexibilidad
- Cumplimiento Normativo (para más detalle de este elemento de evaluación, ver **Capítulo III. Viabilidad Legal**)
- Soporte y Servicios Adicionales

A su vez, dentro de la evaluación se añade la comparativa de uso de lo que inicialmente serían los criterios de una instalación **On-Premise** a pesar de haber sido descartada inicialmente para tener una mayor perspectiva de la decisión tomada por la solución tecnológica. Tomar en cuenta que la toma de decisión dentro del ejercicio consistirá en que mientras el recurso sea fácil mantenible, menos costoso, escalable, seguro y menos costoso en implementación para el proyecto, más beneficioso será para el cliente y grupo de desarrollo.

Tabla 37: Tabla de Comparativa de Alternativas para Viabilidad Técnica

Criterio	Escenario 1 – AWS (Elástico)	Escenario 1 – Azure (Elástico)	Escenario 2 – AWS (Inelástico)	Escenario 2 – Azure (Inelástico)	Instalación On-Premise
Costos Iniciales	Relativamente bajos, modelo de pago por uso	Moderadamente altos, modelo de pago por uso	Relativamente bajos, modelo de pago fijo	Alto, modelo de pago fijo	Altos, incluye compra de hardware y licencias
Mantenimiento y Actualizaciones	Mantenimiento gestionado por proveedor	Mantenimiento gestionado por proveedor	Mantenimiento gestionado por personal especializado asistido con proveedor	Mantenimiento gestionado por personal especializado asistido con proveedor	Requiere personal especializado para mantenimiento
Escalabilidad	Altamente escalable, recursos disponibles bajo demanda	Altamente escalable, recursos disponibles bajo demanda	Pobremente escalable, recursos disponibles bajo previa configuración	Pobremente escalable, recursos disponibles bajo previa configuración	Limitada, requiere adquisición de nuevo hardware
Seguridad	Alto nivel de seguridad, cifrado, control de acceso, cumplimiento	Alto nivel de seguridad, cifrado, control de acceso, cumplimiento con normativas	Depende de las prácticas del personal en función a lo configurado por proveedor	Depende de las prácticas del personal en función a lo configurado por proveedor	Depende de las prácticas internas, puede ser costoso

	con normativas				
Tiempo de Implementación	Rápido, servicios listos para usar	Rápido, servicios listos para usar	Relativamente lento, servicios listos para usar luego de procedimiento de configuración	Relativamente lento, servicios listos para usar luego de procedimiento de configuración	Lento, depende del desarrollo e integración
Rendimiento y Fiabilidad	Alta fiabilidad, respaldos automáticos, SLA garantizado	Alta fiabilidad, respaldos automáticos, SLA garantizado	Mediana fiabilidad, respaldos automáticos y SLA requiere configuración por usuario	Mediana fiabilidad, respaldos automáticos y SLA requiere configuración por usuario	Depende de la configuración y gestión interna
Flexibilidad	Alta, múltiples servicios y configuraciones disponibles	Alta, múltiples servicios y configuraciones disponibles	Baja, servicios dependen demasiado por las configuraciones permitidas por proveedor ante el servicio	Baja, servicios dependen demasiado por las configuraciones permitidas por proveedor ante el servicio	Alta, completamente personalizable pero más laboriosa

Cumplimiento Normativo	Cumplimiento con normativas internacionales (HIPAA, GDPR, etc.)	Cumplimiento con normativas internacionales (HIPAA, GDPR, etc.)	Cumplimiento con normativas internacionales (HIPAA, GDPR, etc.) parciales, requiere asegurar cierto cumplimiento	Cumplimiento con normativas internacionales (HIPAA, GDPR, etc.) parciales, requiere asegurar cierto cumplimiento	Requiere asegurar el cumplimiento interno
Soporte y Servicios Adicionales	Amplio soporte, servicios adicionales como análisis de datos, machine learning	Amplio soporte, servicios adicionales como análisis de datos, machine learning	Limitado soporte, servicios adicionales como análisis de datos, machine learning según capacidad de configuración del servicio	Limitado soporte, servicios adicionales como análisis de datos, machine learning según capacidad de configuración del servicio	Limitado al equipo interno y sus capacidades

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Conclusión del Análisis de Viabilidad técnica

Luego de analizadas todas las opciones, se tomará en cuenta como opción favorable el **Escenario 1 - Elástico** con el servicio **AWS** porque podrá beneficiar a largo plazo al negocio en términos de costo y potencial de escalabilidad bajo un **costo anual de \$396.36**. A su vez, al ser servicios establecidos por pago de uso, permitirá al negocio percibir el costeo de estos recursos tecnológicos como si una factura de un servicio convencional (luz o agua) se tratase. Además, considerando los estatutos establecidos por parte de la dueña del negocio al momento de la realización de este estudio (Ver Anexo 9 Documentos de Confidencialidad y aprobación de usuario final) y criterios recopilados a través de la ingeniería de requerimientos. Se consideró que el sistema es altamente viable técnicamente a partir de la aceptación de la dueña del negocio y la cobertura a muchas de las necesidades recopiladas durante el levantamiento de requerimientos.

3.3. Económica

El estudio de viabilidad económica es la evaluación de los resultados financieros que se materializarían al llevar a cabo el proyecto, considerando aspectos cruciales como los costos iniciales y de implementación, los ingresos y beneficios esperados.

Para determinar el costo del sistema se utilizará la metodología de COCOMO II, según (Boehm, 1981) COCOMO II se compone por tres modelos, los cuales se adaptan según el sector, el tipo y cantidad de información disponible en cada etapa de vida del desarrollo. Estos se denominan:

- **Composición de Aplicación:** se emplea en desarrollos de software durante la etapa de prototipado.
- **Diseño temprano:** Este modelo es utilizado en las primeras etapas del desarrollo en las cuales se evalúan las alternativas de hardware y software, por lo cual en esta etapa se dispone de poca información.
- **Post Arquitectura:** se aplica en la etapa de desarrollo propiamente dicho, después que se define la arquitectura del sistema, y en la etapa de mantenimiento.

Según la clasificación de modelos COCOMO II, se puede definir que se mantiene una etapa neutra del desarrollo, por lo cual el modelo diseño temprano es el que más se adecúa a las necesidades del sistema.

3.3.1. Puntos de función

COCOMO II, en sus modelos de estimación de diseño temprano y post arquitectura, emplea los puntos función estos ayudan a medir la aplicación desde una perspectiva del usuario, dejando de lado los detalles de codificación.

Los puntos de función se dividen en dos categorías principales: los puntos de función sin ajustar y los puntos de función ajustados. Los primeros representan la suma ponderada de los:

- **Archivos lógicos internos:** son conjuntos de datos o archivos que son mantenidos dentro del sistema y son referenciados por las funciones internas del sistema. Estos archivos pueden ser mantenidos por el sistema, lo que significa que el sistema puede crear, modificar o eliminar registros dentro de estos archivos.
- **Archivos lógicos externos:** son un grupo de datos lógicamente relacionados o informaciones de control utilizadas por la aplicación pero que es mantenida por otra
- **Entradas externas:** son transacciones que ingresan datos en el sistema desde fuera del mismo. Estos datos son procesados por el sistema y pueden resultar en la actualización de archivos lógicos internos o externos.
- **Salida externa:** son resultados generados por el sistema que se envían fuera del mismo. Estos resultados pueden ser informes, visualizaciones, o cualquier otra forma de salida que sea útil para los usuarios o sistemas externos.
- **Consulta externa:** son solicitudes de información que se hacen al sistema desde fuera del mismo.

Por otro lado, los puntos de función ajustados toman en cuenta el factor de ajuste, que considera aspectos como la complejidad del proceso, la experiencia del equipo, la reutilización de componentes y otros factores específicos del proyecto. Al aplicar el factor de ajuste a los puntos de función sin ajustar, se obtienen los puntos de función ajustados, que ofrecen una medida más precisa del tamaño funcional del sistema, teniendo en cuenta las características únicas y las circunstancias del proyecto en cuestión.

La fórmula para calcular los Puntos de Función:

$$PF = PF \text{ sin ajustar} * \text{Factor de ajuste}$$

Donde:

- *PFSA*: son los puntos de función sin ajustar
- *FA*: es el factor de complejidad o ajuste

Tabla 38 – Conteo de archivos Lógicos Internos

Archivos lógicos internos		
complejidad	cantidad	valor
baja	15	91
media	12	120
alta	8	120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 - Conteo de archivos lógicos externos

Archivos lógicos externos		
complejidad	cantidad	valor
baja	0	0
media	0	0
alta	2	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 - Conteo de entradas externas

Entradas externas		
complejidad	cantidad	valor
baja	1	7
media	3	30
alta	2	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 - Conteo de salidas externas

Salida externa		
complejidad	cantidad	valor
baja	1	7
media	1	10
alta	1	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 - Conteo de consultas externas

Consulta externa		
complejidad	cantidad	valor
baja	2	14
media	1	10
alta	1	15

Fuente: Elaboración propia

Para más información ver [Anexo 10. Tablas de puntos de función](#)

Una vez identificados los ítems se clasifican de acuerdo con el grado de complejidad bajo, medio y alto. Los Puntos de Función son calculados finalmente mediante la sumatoria de todos los pesos de todos los ítems identificados a como se muestra en la siguiente ecuación:

$$PF \text{ sin ajustar} = \sum (TipoItem_i) * (Peso_i)$$

Finalmente se suman todos los valores, los que nos da un total de 499.

Tabla 43 - Factor de ajuste

Factor de ajuste	puntaje
Comunicación de datos	3
Procesamiento distribuido	0
Objetivos de rendimiento	3
Configuración del equipamiento	3
Tasa de transacciones	3
Entradas de datos en línea	4
interfase con el usuario	4
Actualizaciones en línea	3
Procesamiento complejo	4
Reusabilidad del código	4
Facilidad de implementación	2
Facilidad de operación	3
Instalaciones múltiples	3
Facilidad de cambios	1
Ajuste de complejidad	40

Fuente: Elaboración propia

El rango de peso asignado, corresponde a la escala descrita en la siguiente tabla:

Tabla 44 - Escala de influencia

Escala de influencia					
0	1	2	3	4	5
Sin Influencia	Incidental	Moderado	Medio	Significativo	Esencial

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Factor de ajuste} = 40$$

$$Pf \text{ ajustados} = 513 * (0.65 + (0.01 * 40))$$

$$Pf \text{ ajustados} = 538.92$$

3.3.2. Estimación de la cantidad de líneas de código

En el modelo COCOMO II, para calcular el esfuerzo, es necesario convertir los puntos de función a líneas de código fuente, teniendo en cuenta el lenguaje de programación utilizado. Jones propuso una clasificación para determinar la cantidad de puntos por tipo de lenguaje, la cual se presenta en la tabla del anexo 11.

Los lenguajes que se utilizaran en la creación de la aplicación son Python para backend y typescript para el frontend, al ser los dos lenguajes de cuarta generación se decide tomarlo como uno solo.

$$\text{Num. medio LDC (lenguaje de 4ta gen)} = 20$$

$$PFA = 538.92$$

$$LDCT = 538.92 * 20 = 10,778.4$$

$$TDLC = \frac{10,778.04}{1000} = 10.7784$$

Esto quiere decir que, por cada archivo lógico externo, interno, entrada externa, etc., se tomara 10,778.4 líneas de código.

3.3.3. Estimación de esfuerzo

El esfuerzo necesario para concretar un proyecto de desarrollo de software, cualquiera sea el modelo empleado, se expresa en meses/persona (PM) y representa los meses de trabajo de una persona. Este esfuerzo se calcula con la siguiente formula

$$E = A * TLDC^B * \prod MI$$

Donde:

- A: constante de calibración = 2.94.
- TLDC: total de líneas de código fuente en miles.
- B: ahorro y gasto de software a escala.
- $\prod MI$: Factor de esfuerzo compuesto.

$$A = 2.94$$

3.3.3.1. Estimación del ahorro y gasto de software de escala

La estimación del ahorro y gasto de software o también llamado factor de escala, este factor representa las economías y deseconomías de escala, donde la economía de escala implica aspectos que optimizan la producción de software en grandes proporciones; mientras que las deseconomías de escala surgen cuando el aumento en el tamaño del producto resulta en una notable reducción de la productividad.

$$B = 0.91 + 0.01 * \sum SFi$$

Donde:

- B: Ahorro y gasto de escala
- $B < 1.0$ el proyecto exhibe economía de escala.
- $B > 1.0$ el proyecto deseconomía de escala.
- $B = 0$ el proyecto está en equilibrio entre ambas escalas.

- SFi: corresponde a los factores de escala descritos ver Tabla 56 - Factores de escala

Los valores asignados están descritos en la Tabla 57 - valores asignados a los factores de escala

$$B = 0.91 + 0.01 * 12.33$$

$$B = 1.0333$$

3.3.3.2. Estimación del factor de esfuerzo compuesto

COCOMO II determina el esfuerzo requerido para completar un proyecto de desarrollo mediante el ajuste de 17 factores multiplicadores. Esta cantidad de factores permite un análisis más preciso con respecto al conocimiento adquirido en las etapas finales del desarrollo, lo que permite ajustar el modelo para reflejar de manera precisa el producto. Los factores con su valor están descritos en el Factores de esfuerzo

$$\prod EMi = 0.72$$

$$E = 2.94 * 10.7784^{1.0333} * 0.72$$

$$E = 24.8801 \frac{\text{persona}}{\text{mes}}$$

3.3.4. Estimación del tiempo de desarrollo

Una vez calculado el factor de esfuerzo compuesto y el factor de escala, se procede a calcular el tiempo de desarrollar para el proyecto. El tiempo en meses y se calcula con la siguiente formula:

$$TDES = 3.67 * E^{0.28 + (0.002 * \sum SFi)}$$

Donde:

- TDES = tiempo de desarrollo para el proyecto

- 3.67, 0.28 y 0.002 serán constantes de la formula

$$TDES = 3.67 * 24.8801^{0.28+(0.002*12.33)}$$

$$TDES = 9.1167 \cong 10 \text{ meses}$$

3.3.5. Estimación de cantidad de hombres

$$CH = E/TDES$$

$$CH = 24.8801/9.1167 = 2.7290 \cong 3 \text{ pesonas}$$

Según estas cifras será necesario un equipo de tres personas trabajando alrededor de diez meses a solicitud del cliente.

3.3.6. Estimación de la productividad

Una vez que hayamos determinado el tiempo requerido para desarrollar el sistema, podremos calcular el número de personas necesarias para participar en el proyecto utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{KDLC}{TDES}$$

Donde:

- P: Líneas de código por horas hombres

$$P = \frac{10.778}{9.11} = 1182.26927 \text{ líneas de código por hombre /maquina}$$

3.3.7. Cálculo de los costos del proyecto

$$CTP = CD + CI$$

Donde:

- CTP: Costo total del proyecto

- CD: Costos directos = CFT (Costo de la fuerza de trabajo) + CUMT (costo de utilización de medios técnicos) + CMAT (Costo de materiales)
- CI: Costos indirectos = 15% de los CD

3.3.8. Distribución de tiempo y esfuerzo por etapa

El tamaño del proyecto en KDLC (líneas de código expresada en miles) es de 10.7784, al no tener un tamaño estándar se ocupará la distribución de porcentaje de esfuerzo de 8 KDLC, para más información ver anexo [Distribución de esfuerzo por etapa](#)

Tabla 45 - Distribución de mano de obra por etapa

Etapas	ESF%	ESF	TDES%	TDES	CH
estudio preliminar	7%	1.741613045	18%	1.641006875	1
análisis	17%	4.229631681	25%	2.279176216	2
diseño y desarrollo	61%	15.17691368	44%	4.011350139	3
prueba e implementación	22%	5.473640999	23%	2.096842118	3

Fuente: Elaboración propia

3.3.8.1. Distribución del costo de esfuerzo de trabajo por etapa (CFT)

A continuación, se distribuirá el costo asociado al esfuerzo humano a lo largo de las diversas etapas del desarrollo de un proyecto. Con un salario establecido de C\$14,000.

$$CFT = \text{Salario} * TDES * CH$$

Tabla 46 - Distribución del costo por etapa

estudio preliminar	C\$	14,000.00
análisis	C\$	28,000.00
diseño y desarrollo	C\$	42,000.00
prueba e implementación	C\$	42,000.00
total	C\$	126,000.00

Fuente: Elaboración propia

Durante las 4 etapas del desarrollo del sistema se deberá de realizar una inversión de C\$ 126,000.00 en mano de obra

3.3.8.2. Distribución del costo de utilización de los medios técnicos (CMUT)

El costo de utilización de medios técnicos (CUMT) es necesario determinar el número de horas que cada Analista-Programador utilizará la computadora que le ha sido asignada. laboran 7 horas al día 5 días a la semana. Además, también se debe de encontrar la cantidad de energía que consume cada computadora.

Tabla 47 – Desglose de valores energéticos de dispositivos que se usaran

Dispositivos	Intensidad	Voltaje	Potencia
Lenovo Ideapad 3 15itl05	2.5	20	1.5
Segundo Monitor	0.7	110	77
Total(kilowatts)			0.0785

Fuente: Elaboración propia

$$CCe = Ce * CKH * NoH$$

Donde:

- CCe: Costo de consumo de energía por computadora
- Ce: Consumo de energía
- CKH: Costo de Kilowatts-Hora
- NoH: Número de horas utilizadas al mes.

$$CKH = C\$ 9.29$$

$$CCe = 0.0785 * 9.29 * 5 * 35 = 127.62$$

Tabla 48 - Distribución del costo energéticos de los dispositivos

Estudio preliminar	C\$ 219.77
Análisis	C\$ 605.52
Diseño y desarrollo	C\$ 1,863.78
Prueba e implementación	C\$ 844.33
Total	C\$ 3,533.41

Fuente: Elaboración propia

Durante las 4 etapas del desarrollo del sistema se deberá de realizar una inversión de C\$ 3,843.22 mensual en gastos de consumo de energía eléctrica

3.3.8.3. Cálculo del costo abastecimiento técnico de materiales (ATM)

Se ha realizado una proyección del total de materiales que serán utilizados durante las cuatro etapas del ciclo del desarrollo de software los cuales se detallan a continuación:

Tabla 49 - Materiales

Cantidad	Material	Precio unitario	Costo total
3	Libreta rayada	C\$ 26.75	C\$ 80.25
3	lápiz de minas 0.7 mm	C\$ 40.00	C\$120.00
3	minas 0.7 mm	C\$ 13.00	C\$ 39.00
3	Set Lapicero	C\$ 24.71	C\$ 74.13
3	borradores	C\$ 5.00	C\$ 15.00
3	correctores	C\$ 20.00	C\$ 60.00
Total			C\$388.38

Fuente: Elaboración propia

El Costo de Desarrollo (CD) es un componente crucial en la evaluación financiera de un proyecto de desarrollo de software y se calcula con la siguiente formula:

$$CD = CFT + CMUT + ATM$$

$$CD = 126,000 + 3,533.41 + 388.38 = \text{C\$ } 129,528.16$$

El Costo indirectos (CI) constituye una parte esencial en la planificación financiera de un proyecto. Se calcula como un porcentaje del Costo de Desarrollo, habitualmente establecido en un 15%. Este porcentaje adicional se reserva para cubrir posibles costos imprevistos y riesgos asociados con la implementación del sistema.

$$CI = 129,528.16 * 0.15 = \text{C\$}19,427.72$$

El Costo Total del Proyecto (CTP) se calcula sumando el Costo de Desarrollo y el indirecto (CI)

$$CTP(\text{cordobas}) = 129,528.16 + 19,427.72 = \text{C\$ } 149,410.06$$

El tipo de cambio es de 36.56 a fecha 5 de noviembre del 2023

$$CTP(dolares) = 148,945.88 / 36.56 = \$4,086.71$$

El costo total del proyecto será de C\$ 148,945.88 o \$ 4,086.71

3.3.9. Conclusiones de la viabilidad económica

El análisis exhaustivo muestra que la implementación del sistema tiene un costo total estimado de C\$ 148,945.88 o \$ 4,086.71, según el modelo COCOMO II post arquitectura, lo que cubre todos los aspectos del desarrollo, incluyendo la mano de obra, consumo de energía y materiales. El proyecto requerirá la participación de 3 personas durante 10 meses. Además, se debe de tomar en cuenta el costo anual optado por el Escenario 1 - Elástico con AWS para el alojamiento del sistema, que asciende a C\$ 14,598,08 o \$396.36.

3.4. Legal

Se determinará en este estudio legal qué es lo que determina la República de Nicaragua en cuanto a su legislación sobre la regulación que son aplicables a este proyecto.

3.4.1. Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos

Se realizará aplicación de la ley en toda la aplicación disponible de sus capítulos con la finalidad de proteger la autoría de este proyecto realizado por el equipo con la finalidad de salvaguardar ante cualquier posible plagio en cuanto al desarrollo del código realizado y la definición de UI del sistema.

3.4.2. Ley sobre Información Clínica Médica

En cuanto a aplicación de leyes relacionadas sobre el campo médico nicaragüense se ha determinado una ausencia de estatutos legales establecidos por parte del **Ministerio de Salud (MINS)** ante el tema del campo médico y el campo tecnológico a través del uso de herramientas **DTIC**.

Si bien, no hay nada establecido nacionalmente sobre el tema de la información médica. El sistema como mínimo aplicará cierto cumplimiento a leyes internacionales relacionadas al campo médico en el uso de herramientas **DTIC** formando parte de las buenas prácticas como lo es la **HIIPA** aplicada en Estados Unidos y **GDPR** aplicada en Unión Europea como parte de una buena base de aplicación al proyecto **Labsys** en cuanto a materia de gestión en el campo médico.

3.4.3. Ley sobre Ciberseguridad

En cuanto a leyes de Ciberseguridad se pudo dictaminar que el proyecto deberá de cumplir como mínimo ciertos artículos de vital importancia determinados en la **Ley N° 1042 - Especial de Cibercriminos** de la cual se menciona la importancia que la información no debería ser compartida a terceros bajo acuerdo de negocio por términos de confidencialidad, entre otros artículos similares en cuanto a la relación de la discreción de la información por parte del negocio al usar el sistema y compartir la información de los resultados a sus clientes.

3.4.4. Conclusión del Análisis de Viabilidad Legal

Luego de determinar un análisis en el contexto legal sobre la información que el sistema gestionaría para el negocio, se concluye, que a pesar de no tener una definición explícita en material legal nicaragüense sobre la aplicación de sistemas médicos como **Labsys** para los estatus legales más aproximados no hay por definición una violación en alguno de esos artículos dado a las políticas que el negocio ya aplica y los conceptos que el equipo desarrollador tomará en cuenta como parte de las buenas prácticas para el sistema.

CAPÍTULO IV. Diseño del software

El diseño del software es la representación visual de la arquitectura, estructura y comportamiento de un sistema, proporcionando una guía fundamental para los desarrolladores durante todo el ciclo de vida del software.

Según (Pressman, Ingeniería del software, 2010)

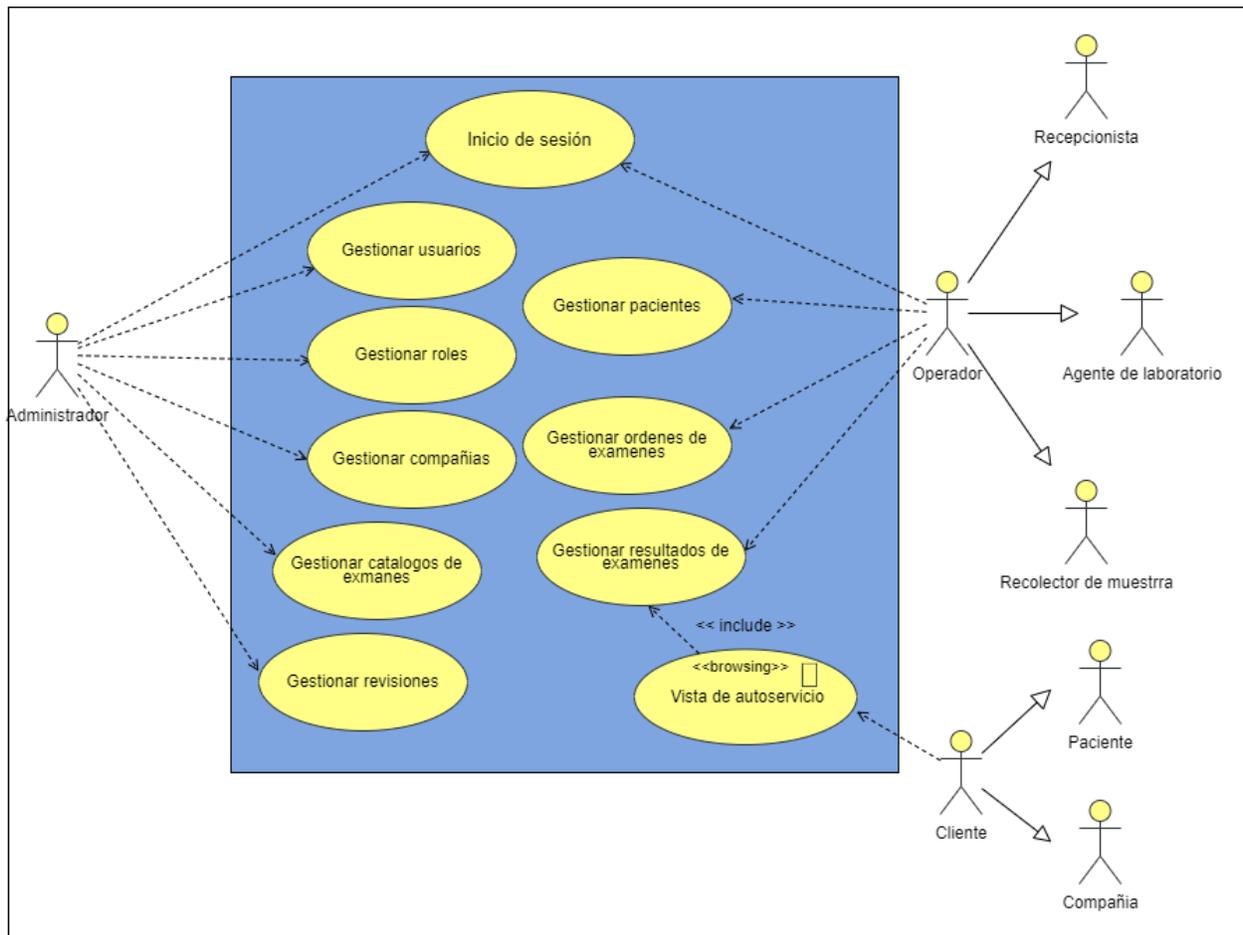
El diseño es lo que casi todo ingeniero quiere hacer. Es el lugar en el que las reglas de la creatividad, los requerimientos de los participantes, las necesidades del negocio y las consideraciones técnicas se unen para formular un producto o sistema. (p. 183)

A continuación, se abordarán los diseños del software con la metodología de UWE, estos diseños estarán plasmados en el modelo de actividad, modelo de contenido, modelo de navegación, modelo de presentación, modelo de procesos y modelo de datos que, aunque no pertenece a la metodología de UWE brindara un mejor visión de cómo se organizarán los datos. Estos se construyeron con la herramienta de Draw.io; a pesar de que la herramienta de Draw.io no es directamente compatible con el modelado de UWE, se logró recrear los diseños utilizando esta herramienta.

4.1. Modelo de requerimiento

Los requerimientos en UWE se representan gráficamente a través de los diagramas de casos de uso y diagramas de actividad. Ver Ilustración 7 - Diagrama de caso de uso del sistema general resumido, es importante mencionar que se trata de una versión resumida, en este diagrama se puede observar cómo los actores del negocio son representados. Para más información de cada uno de los diagramas ver anexo Diagramas de casos del sistema.

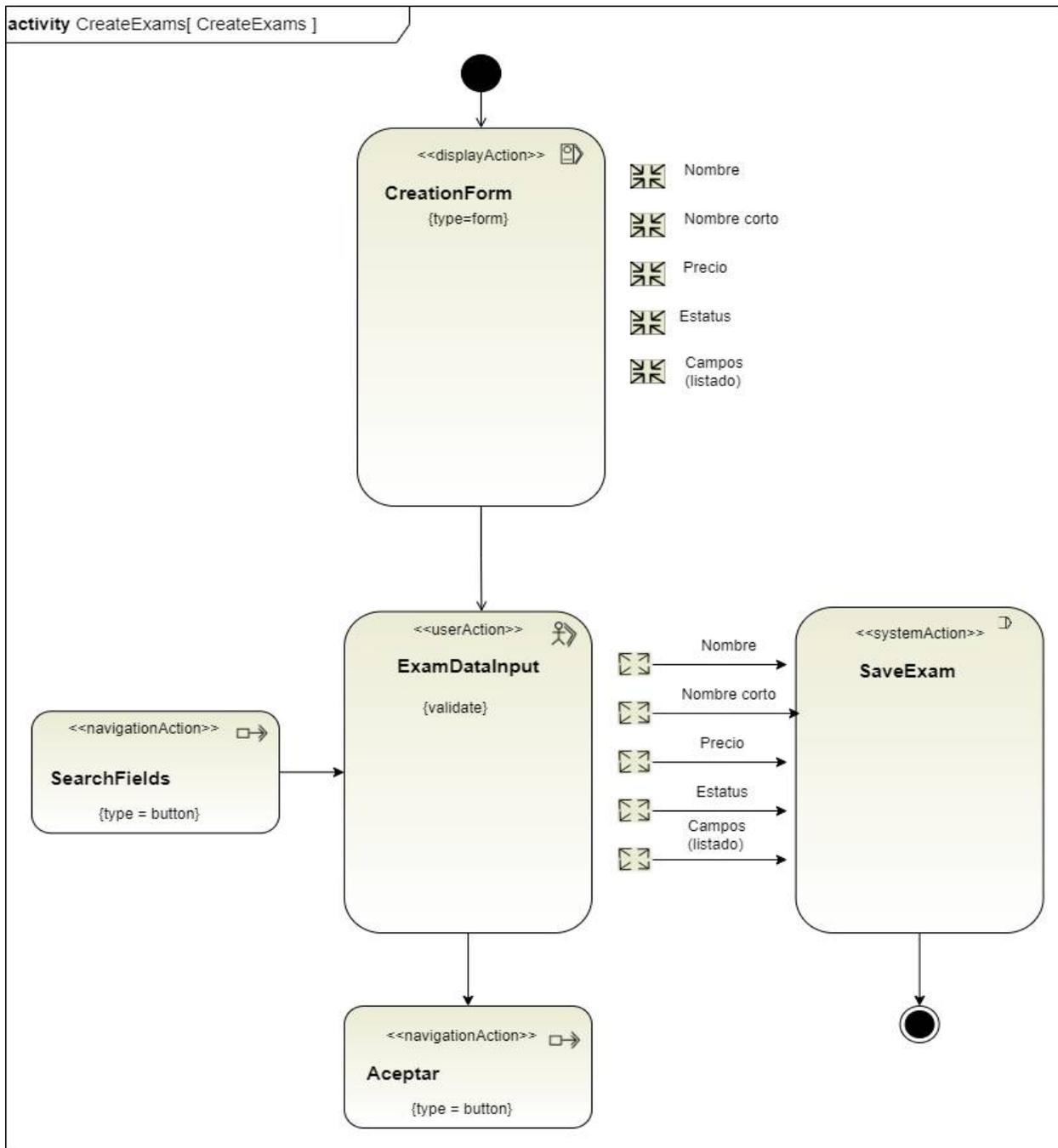
Ilustración 7 - Diagrama de caso de uso del sistema general resumido



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 8 - Diagrama de actividad, Creación de exámenes. Para ver más diagramas ver anexo Diagramas de actividad

Ilustración 8 - Diagrama de actividad, Creación de exámenes

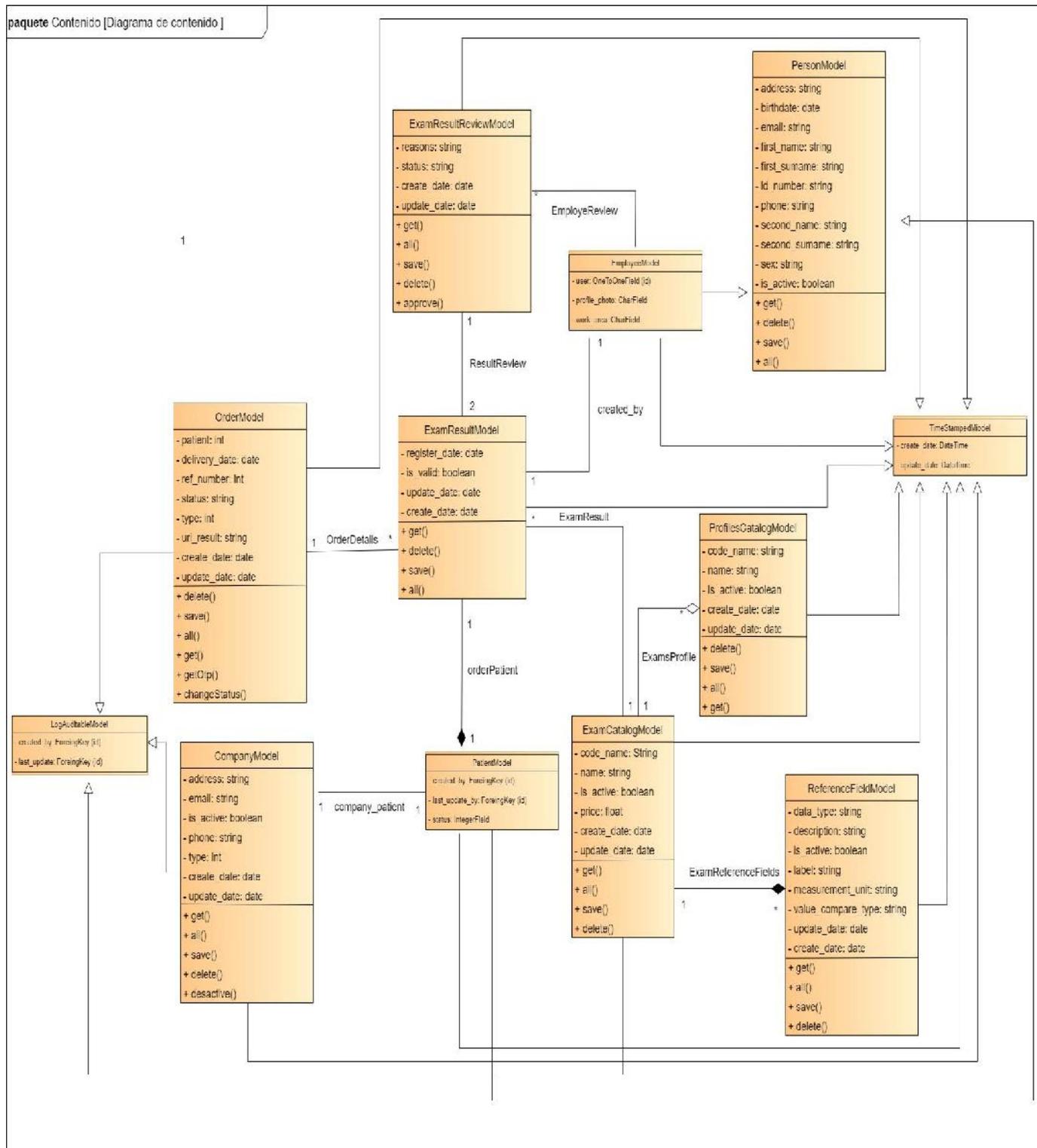


Fuente: Elaboración propia

4.2. Modelos de contenido

El modelo de contenido, esencial en el proceso de diseño del software, porque se encarga de representar las clases que componen el sistema, junto con sus respectivos atributos y métodos. En el contexto específico de este sistema, en el que se empleará el Django Rest Framework, es relevante destacar que dicho framework ofrece una clase predeterminada denominada "DjangoModel". Esta clase representa una abstracción esencial, ya que encapsula una serie de métodos y atributos predefinidos que son fundamentales. Ver Ilustración 9 - Diagrama de contenido

Ilustración 9 - Diagrama de contenido

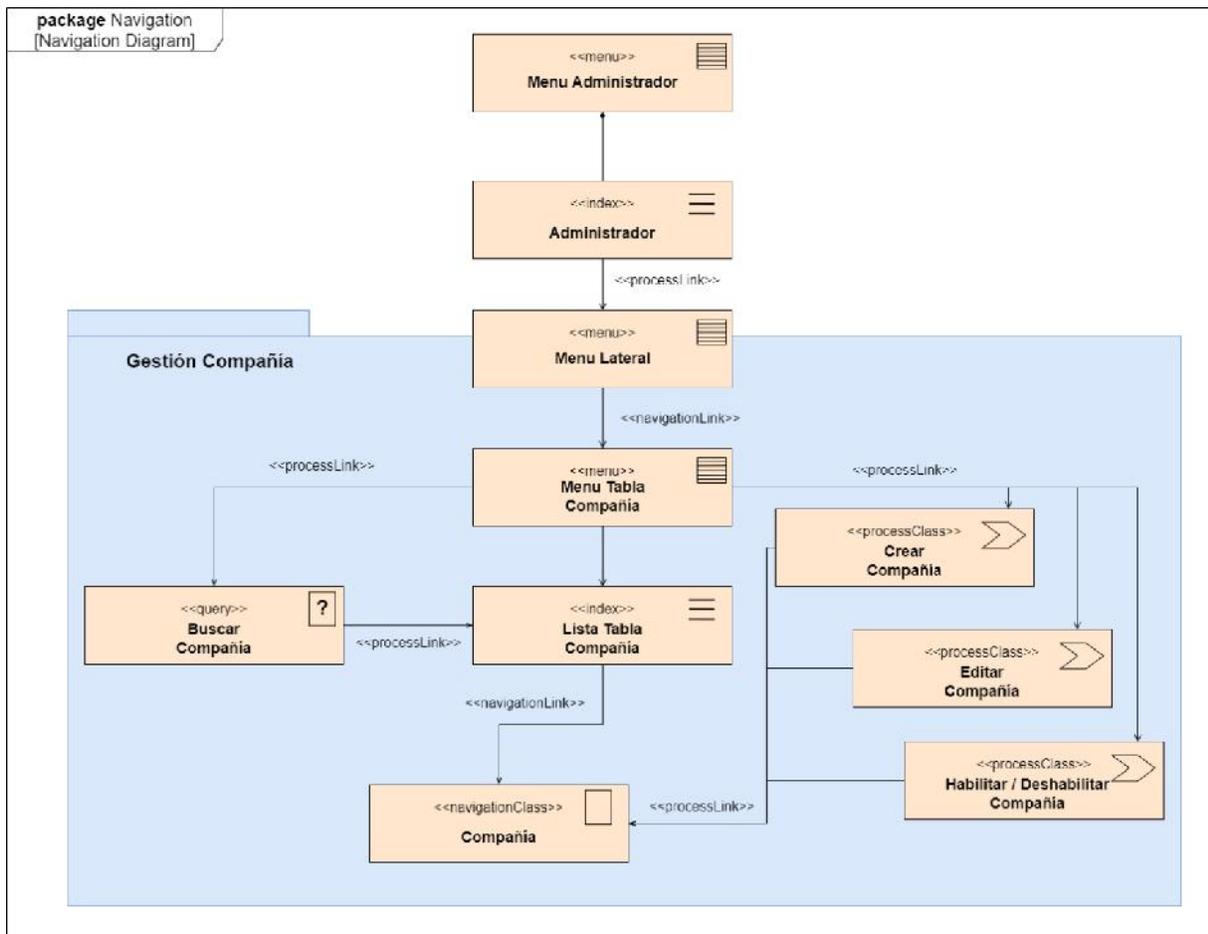


Fuente: Elaboración propia

4.3. Modelos de navegación

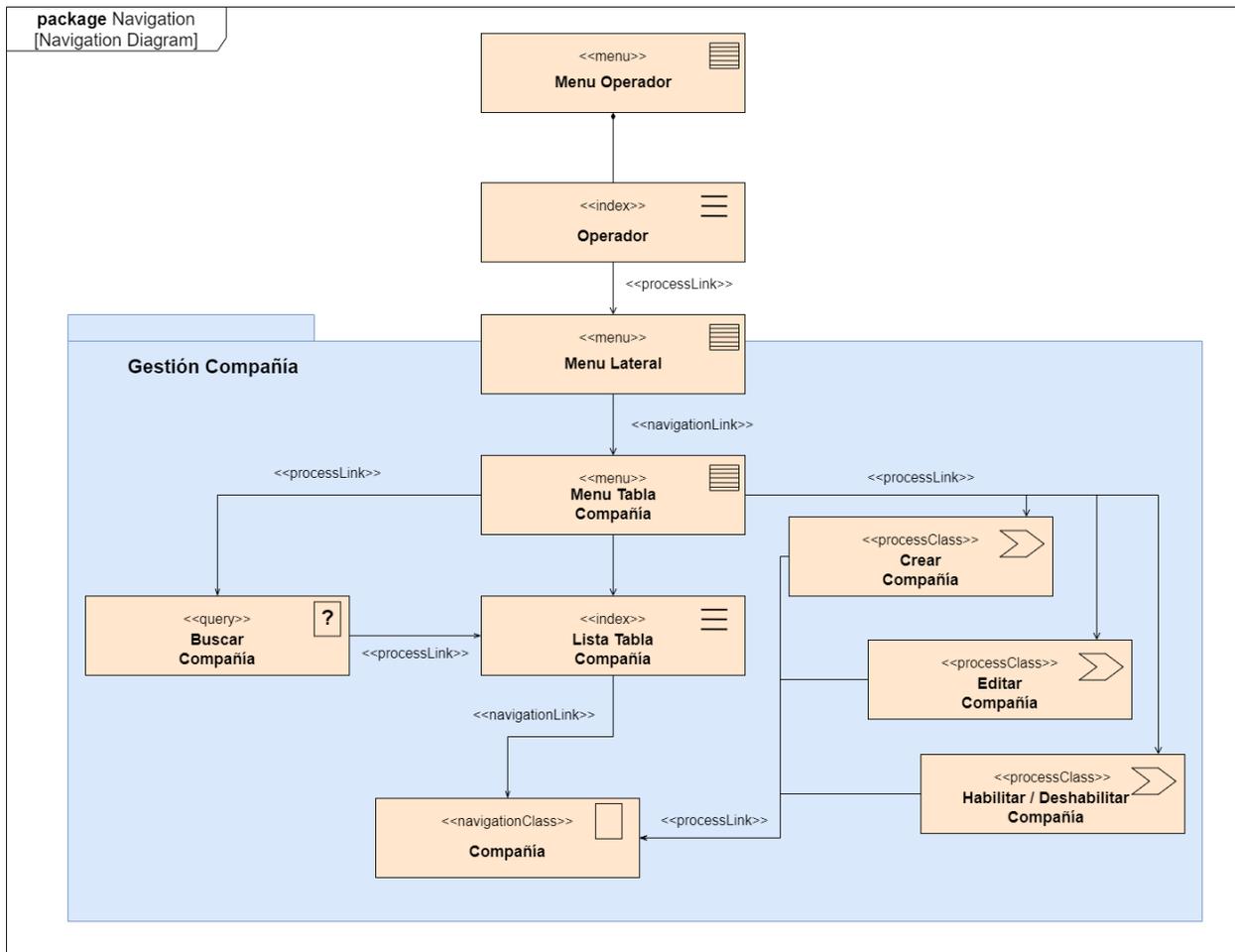
UWE propone el uso del modelo de navegación para representar la estructura y flujo de navegación de los distintos roles en un sistema web. Labsys contiene solo dos roles que son el de Administrador y operador. Ver Ilustración 10 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Administrador) y ver Ilustración 11 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Operador).

Ilustración 10 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Administrador)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 - Diagrama de navegación, gestión de compañías (Operador)

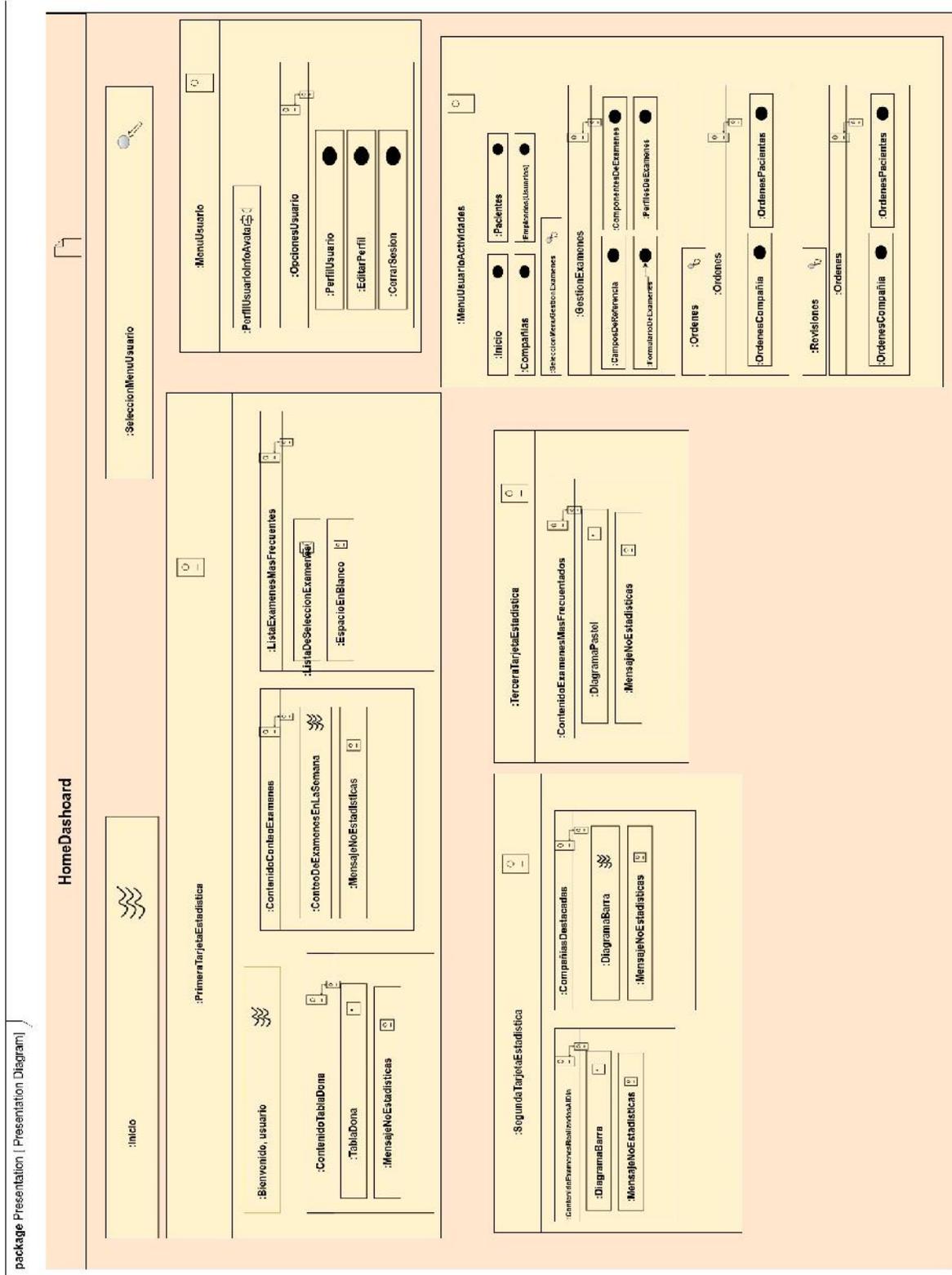


Fuente: Elaboración propia

4.4. Modelo de presentación

El modelo de presentación en el marco de UWE es una descripción organizada y abstracta de la interfaz de usuario (UI) para un sistema web. Mediante una serie de diagramas, este modelo muestra cómo los usuarios interactuarán con el sistema. Ver

Ilustración 12: Diagrama de presentación

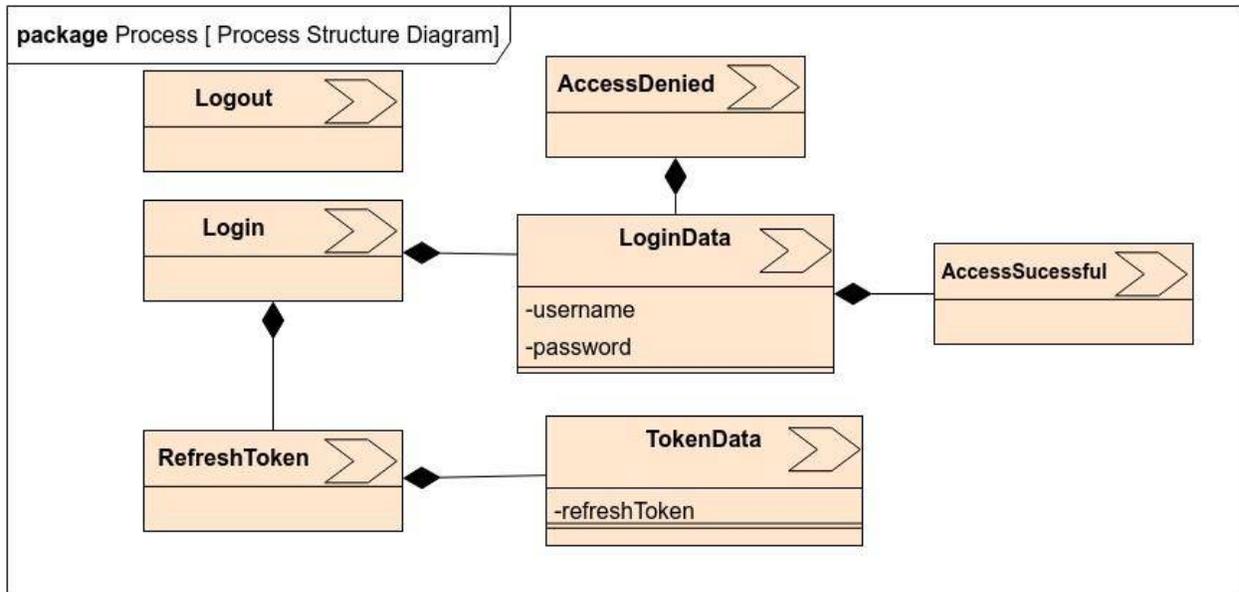


Fuente: elaboración propia

4.5. Modelo de procesos

Este modelo se enfoca en representar los aspectos dinámicos de la aplicación, especificando su funcionalidad mediante transacciones y flujos de trabajo de actividades. Ver Ilustración 13 - Diagrama de proceso, y ver Diagramas de procesos

Ilustración 13 - Diagrama de proceso, Login



Fuente: Elaboración propia.

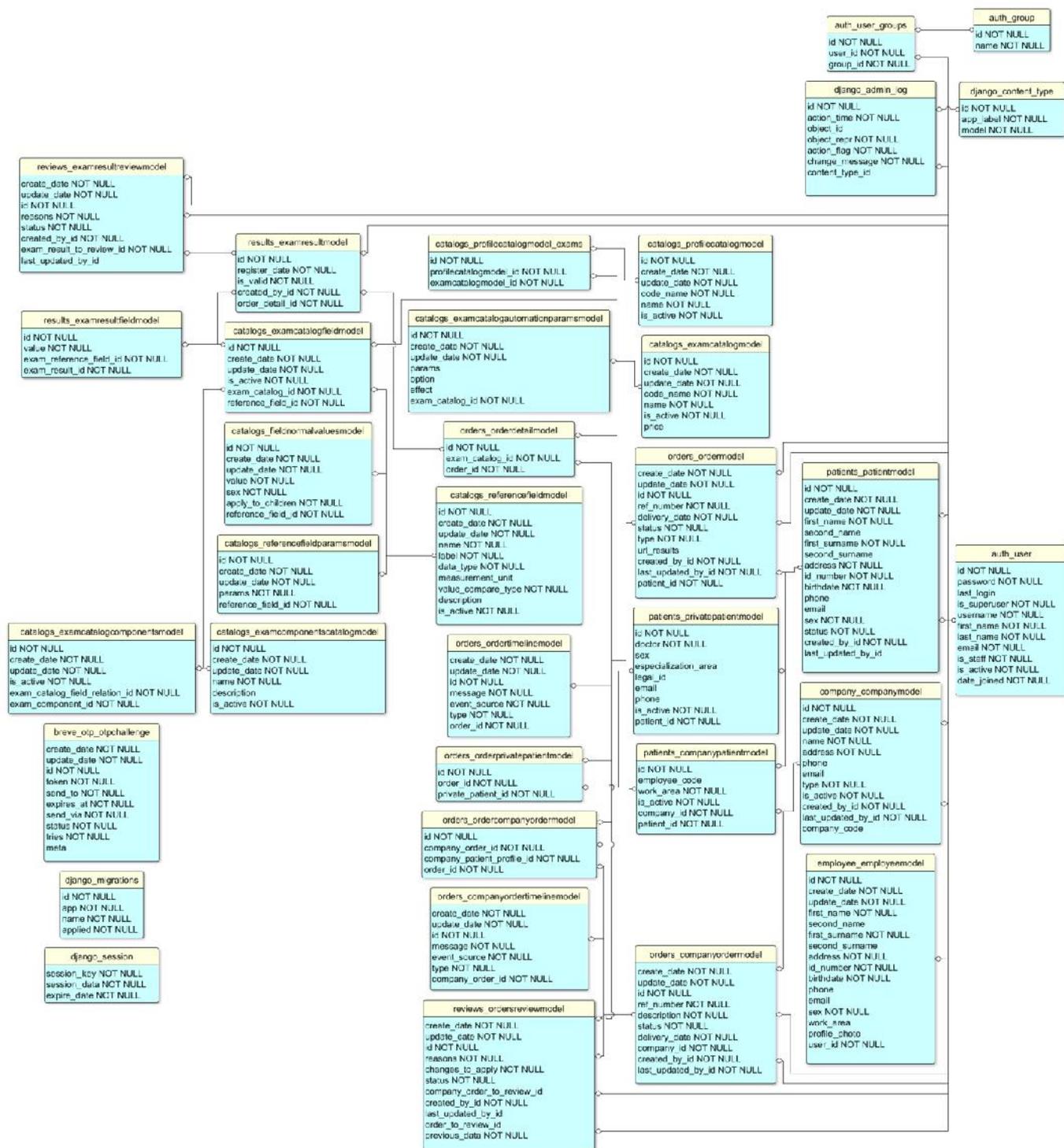
4.6. Modelo de datos

A continuación, se presenta la estructura conceptual y física de los datos manejados por la aplicación, para conocer la forma, relación e interacción de los mismos.

4.6.1. Diagrama físico de base de datos

La implementación física de esta base de datos se presenta a continuación, incluyendo tablas auxiliares generadas por módulos del framework Django a utilizar.

Ilustración 14: Diagrama físico de base de datos



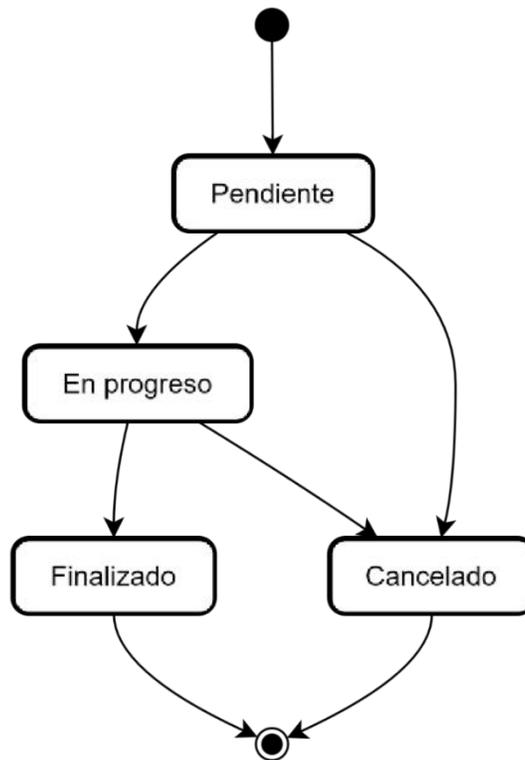
Fuente: Elaboración propia

4.7. Diagrama de estados

El diagrama de estados de UML nos permite identificar el ciclo de vida de una determinada entidad o clase dentro del diseño de un software. En este caso, se ha utilizado este diagrama para mostrar el flujo natural de la entidad principal **órdenes**, la cual representa la principal unidad de trabajo dentro del sistema.

Una orden inicia en estado *pendiente*, este estado puede avanzar a *en progreso* si se empiezan a registrar resultados de la misma, o *cancelada*, si no se procede con la orden. De *en progreso*, se avanza a *finalizado* cuando se hayan registrado todos los resultados relacionados, o *cancelada* si no se procede. De los estados *finalizado* y *cancelado*, se da una orden por terminada y ya no puede sufrir más cambios.

Ilustración 15: Diagrama de estado de una orden



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. Construcción del sistema

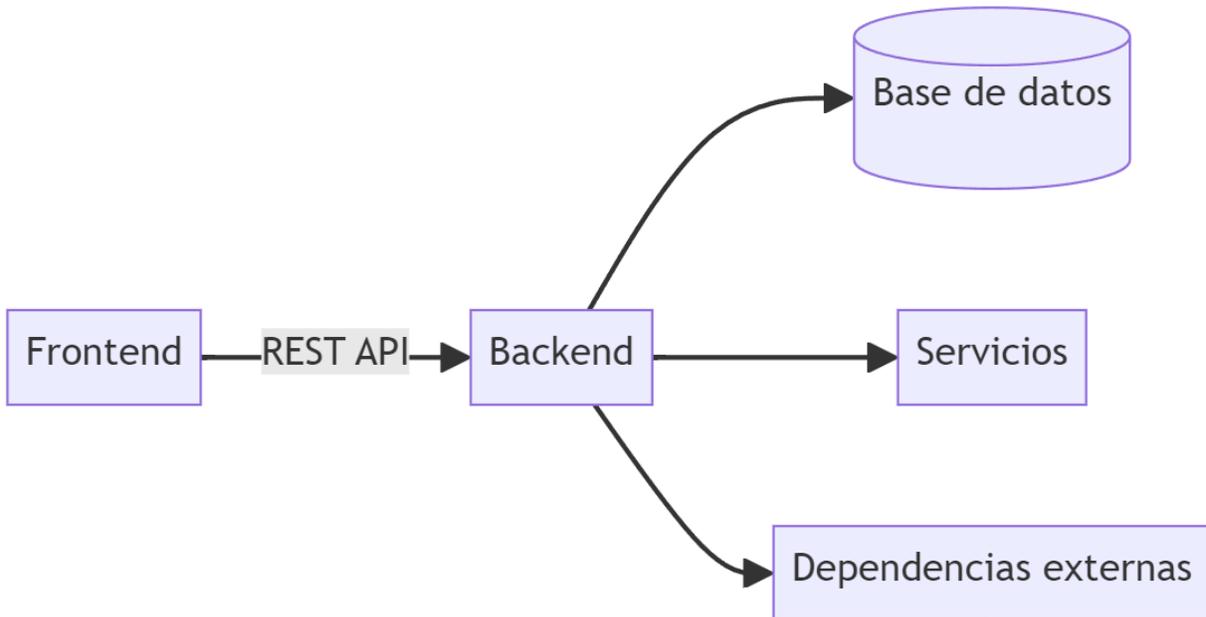
Se considera al diseño, arquitectura y forma de la interfaz de un sistema como un aspecto clave para garantizar que el desarrollo a realizar concluya con el cumplimiento de los requerimientos del usuario y los objetivos estratégicos planteados. A continuación, se abordarán los puntos que componen los elementos de la construcción del sistema, desde la arquitectura y componentes de software y la forma en la que estos interactúan, pasando por los elementos de interfaz gráfica y finalizando con las herramientas de desarrollo.

5.1. Arquitectura de la solución

La solución en general se define como una aplicación Web, construida bajo el modelo Backend-Frontend. Este modelo define dos principales componentes de software dentro de la solución. Un componente backend, que se encarga del consumo, mantenimiento, procesamiento, orquestación y persistencia de datos utilizados en la solución, y un componente frontend, cuya función es maquetar las vistas y controles de usuario, y presentar los datos de forma amigable al usuario.

En este modelo, ambos componentes son aplicaciones independientes, que se intercomunican mediante un protocolo de API (Application Programming Interface). En el caso de este sistema, el protocolo utilizado es el HTTP REST API.

Ilustración 16: Modelo de integración Backend-Frontend



Fuente: Elaboración propia

5.1.1. Backend

El componente principal del backend de la solución es una aplicación Django Rest Framework. Este framework utiliza la programación orientada a objetos como principal paradigma, a través de su ORM propio, diseñando el resto de componentes de la solución alrededor de los modelos construidos, tales como vistas y serializers (controladores para REST API).

1. **Modelos:** representan una clase mapeada hacia la base de datos como tabla. Contienen las columnas de dicha tabla representadas como propiedades de la clase usando tipos propios del framework, así como todos los métodos necesarios para el acceso a datos, como create, update, o read. Por ejemplo, el modelo

Orden, con todos sus campos determinados por negocio y sus métodos de operación.

2. **Vistas:** representan los puntos de interacción de la aplicación como procesos con sus respectivas entradas y salidas. Las vistas representan todas las operaciones disponibles de lectura y mutación. Por ejemplo, los campos de una orden al visualizarse en una pantalla de detalle
3. **Serializers:** permiten intermediar entre el formato de entrada y salida de las vistas con los modelos. Hacen la función de **data transfer object** y validador de estructura.

La aplicación se segmenta en Django apps (módulos), cada módulo tiene su set propio de modelos, vistas, serializers, configuraciones y su línea propia de migraciones de ORM.

Respecto a persistencia, se hará una aproximación **code-first**, utilizando los modelos de django y su motor de migraciones para definir el DDL de la base de datos, escribiendo primero el código y luego ejecutando la migración para la creación de tablas, vistas y rutinas. Como motor de base de datos relacional se hará uso de PostgreSQL mediante el plugin **psycopg2**.

5.1.1.1. Otros componentes de backend

En la aplicación **Labsys** existe un proceso en específico que requiere un procesamiento en diferido, en este caso hablamos de la generación del **reporte de resultados**. Se busca que, al finalizar el registro de todos los resultados de una orden, se proceda con la generación del resultado, el cual leerá todos los resultados y los presentará con un formato establecido. Este proceso, en respuesta al evento de “orden terminada”, lleva a la implementación de un componente en específico que se encargue de la ejecución de esta tarea, implementando la arquitectura basada en eventos.

Según (Roldán Martínez, Valderas Aranda, & Torres Bosch, 2018) en un sistema guiado por eventos, los servicios o componentes publican y consumen eventos; por ejemplo, un servicio publica un evento cada vez que cambia el estado de una entidad, y otro servicio

puede suscribirse a este evento y actualizar sus propias entidades o incluso disparar otros eventos.

En este escenario, el API principal dispara el evento de “orden completada”, el cual, mediante un orquestador (servicio de AWS denominado **AWS SQS**), un servicio de procesamiento en colas asíncrono destinado para integraciones de eventos singulares y múltiples con lambda, a través de un patrón de colas. Esta información es enviada al servicio de **SQS** considerado como un sistema procesamiento de reportes según su uso en **Labsys**, el cual lee y procesa el reporte, y almacena el resultado en un servicio de archivos estáticos, en formato .pdf.

5.1.2. Frontend

Para la presentación de la aplicación, se hizo uso de React, como herramienta de construcción de aplicaciones web de una página (Single Page Applications). Estas interfaces escritas en React son transpiladas a un archivo index.html único y un conjunto de código Javascript (distribuido en chunks) que concentran todo el maquetado de interfaces y comportamiento de la app. Este output puede ser ubicado en un servidor web convencional, teniendo como principal ventaja la velocidad de carga y la capacidad de construir interfaces altamente interactivas, inteligentes y con gran cantidad de retroalimentación en vivo, sin necesidad de hacer peticiones adicionales al servidor. Gracias a las ventajas de funcionamiento base de React, la aplicación **Labsys** apunta a poder tener una interacción con el usuario optimizado y conveniente hacia sus usuarios.

La aplicación se construirá alrededor de componentes, los cuales encapsulan determinados controles con su aspecto y comportamiento tales como tablas que manejan cada de una de sus diferentes entidades como exámenes, ordenes, pacientes, compañía, entre otros, permitiendo ser reutilizados en diferentes lugares; así como las vistas, que conforman la composición de componentes en las pantallas que utiliza el usuario, asignándoseles una ruta de navegación.

Se construirán dos aplicaciones, una para el uso de la clínica, la cual contendrá todas las funcionalidades principales de la aplicación, y una para el uso de los pacientes, la

cual tendrá una pantalla de autenticación y una vista para descargar el resultado de determinada orden. El acceso se brindará mediante una contraseña de uso único con expiración, y será emitido a demanda por los usuarios de la clínica.

5.1.3. Arquitectura en la nube

La aplicación será desplegada en la nube de AWS, a como fue determinado en el **Capítulo III**. Aquí se provisionarán todos los servicios necesarios para el despliegue tanto de backend como de frontend, así como los servicios administrados necesarios para la integración de los diferentes componentes de la solución.

Los elementos de backend serán desplegados utilizando el servicio de AWS Lambda, siguiendo la metodología serverless. (Chapin & Roberts, 2019) determina que una aplicación serverless, es una aplicación capaz de ser invocada a demanda, tanto de forma síncrona (como en un API, con petición y respuesta), como de forma asíncrona (a través de eventos), sin la necesidad de mantener un servidor encendido y escuchando. Esta forma de integración también facilita la escalabilidad horizontal, ya que se puede invocar la función tantas veces sea necesaria.

Esto, permite desplegar tanto el API principal como el script de procesamiento de reportes de forma serverless, y configurarlos a sus diferentes formas de integración. Cabe mencionar que el despliegue de aplicaciones Python en **AWS Lambda** requiere del provisionamiento de un bucket de archivos estáticos en **Amazon S3**, para almacenar los artefactos del código a ejecutar en la función. También se hizo uso de S3 para el almacenamiento de archivos estáticos generados por el usuario en backend (como multimedia, archivos de reporte, etc.)

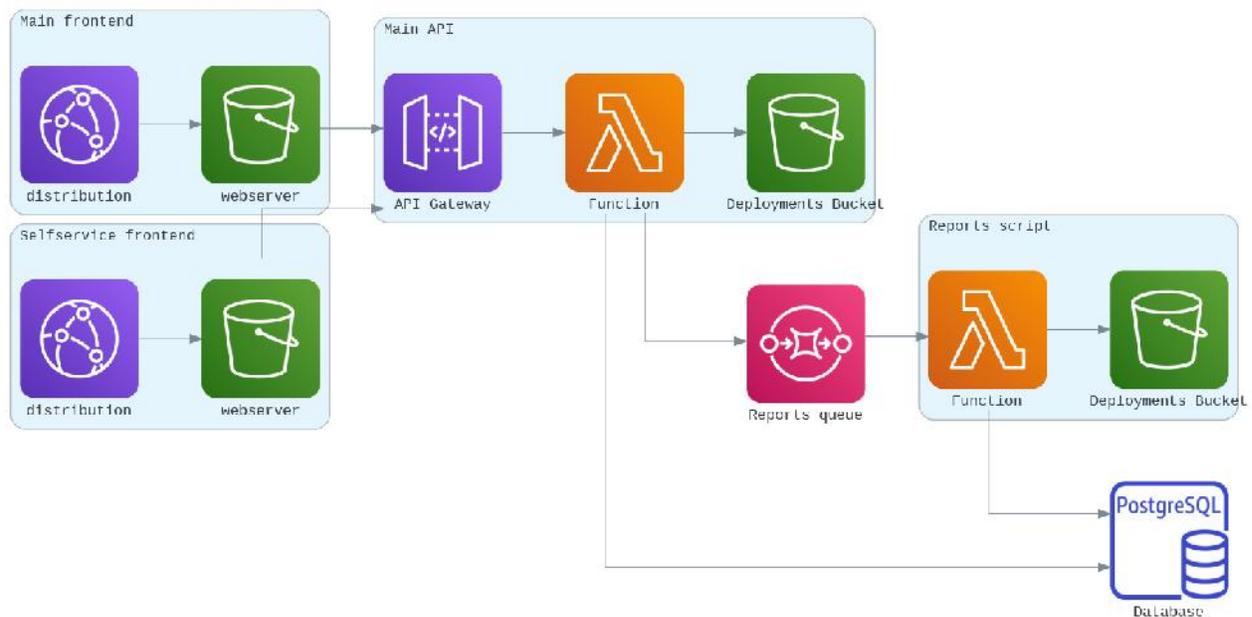
Se hizo uso de **Amazon RDS**, como servicio principal de base de datos SQL, un servicio semi-administrado de base de datos que permite ajustar configuraciones de escalabilidad, seguridad y resiliencia en cualquier momento sin la necesidad de reaprovisionar la base de datos.

Para la integración de la Rest API principal, se hizo uso de **API Gateway**, un servicio de AWS que permite la integración de lambda mediante dicho protocolo HTTP, así como habilitar la posibilidad en un futuro, de integrar una arquitectura de microservicios a través del mismo recurso HTTP.

Para la integración del proceso de evento de reportes, se hizo con el servicio **Amazon SQS**, un servicio de procesamiento en colas asíncrono el cual es disparado al momento de interacción de los usuarios con las vistas del detalle de una orden.

Finalmente, para el despliegue de los artefactos de frontend, se hará uso de la funcionalidad de **Web Server** de **S3**, que nos permite servir un contenido HTML estático almacenado en un bucket, complementándolo con **Cloudfront**, como un servicio de cacheo y distribución regional (**CDN**) de este contenido web. Ver Ilustración 17: Diagrama de arquitectura en la nube (AWS)

Ilustración 17: Diagrama de arquitectura en la nube (AWS)



Labsys Cloud Architecture

Fuente: Elaboración propia

5.2. Diseño de la interfaz

Se aborda a continuación, los bloques constructivos respecto al diseño de las interfaces de usuario del sistema

5.2.1. Ant Design

Ant Design, comúnmente conocido como AntD, es una biblioteca de diseño de interfaz de usuario para aplicaciones web. Proporciona un conjunto amplio y diverso de componentes de UI prefabricados que permiten a los desarrolladores construir interfaces visuales consistentes y estéticamente agradables con eficiencia y facilidad. Originaria de China y mantenida por Alibaba, AntD se ha ganado una sólida reputación por su diseño sofisticado y su enfoque práctico para el desarrollo de aplicaciones empresariales.

AntD fue elegido para la elaboración de las interfaces en este proyecto frontend debido a su sistema de diseño coherente y sofisticado utilizado por diversas empresas de alto calibre siendo un estándar de diseño en el mercado tecnológico internacional, la eficiencia ofrecida durante el proceso de desarrollo, a su vez, la flexibilidad para adaptarlo a las necesidades del cliente. Todo esto, combinado con el sólido soporte de la comunidad y su mantenimiento activo.

5.2.2. Tailwind

Tailwind CSS es un marco de trabajo de CSS de utilidad primera que permite a los desarrolladores construir rápidamente interfaces de usuario personalizadas sin tener que salirse del HTML. A diferencia de otros frameworks de CSS que proporcionan componentes de UI predefinidos, Tailwind ofrece clases de utilidad de bajo nivel que pueden ser compuestas para crear diseños únicos y complejos con facilidad. Esta aproximación promueve una mayor flexibilidad y eficiencia, permitiendo un control detallado sobre el diseño sin la necesidad de escribir CSS personalizado desde cero.

La elección de Tailwind CSS como tecnología de frontend se basó en su capacidad para mejorar la eficiencia del desarrollo, promover la consistencia y la escalabilidad del diseño, optimizar el rendimiento, y apoyarse en una comunidad robusta. Estas ventajas,

combinadas con su adaptabilidad para el futuro, hacen de Tailwind CSS una herramienta invaluable en el arsenal de desarrollo, facilitando la entrega de un sistema que no solo cumple con nuestras expectativas de calidad y rendimiento, sino que también ofrece una experiencia de usuario excepcional.

5.2.3. Redux & RTK

Redux es una popular biblioteca de gestión de estado para aplicaciones JavaScript, especialmente conocida por su uso con React. Proporciona una manera predecible de organizar y manejar el estado de las aplicaciones a gran escala. Sin embargo, su complejidad y verbosidad pueden ser desafiantes, especialmente para proyectos grandes o en rápido desarrollo. Aquí es donde Redux Toolkit (RTK) y RTK Query entran en juego, ofreciendo soluciones más eficientes y simplificadas para la gestión del estado construido sobre Redux como base.

La integración de Redux, RTK y RTK Query en el proyecto frontend se fundamentó en su capacidad para simplificar la gestión del estado, mejorar la estructura y mantenibilidad del código, y optimizar el rendimiento de la aplicación. Estas herramientas no solo permiten construir una base sólida para el sistema, sino que también mejoran la experiencia de desarrollo y, lo más importante, la experiencia del usuario. La decisión de adoptar estas tecnologías refleja el compromiso con la entrega de un sistema de alta calidad, eficiencia y escalabilidad.

5.2.4. Diseño de la Interfaz del Sistema

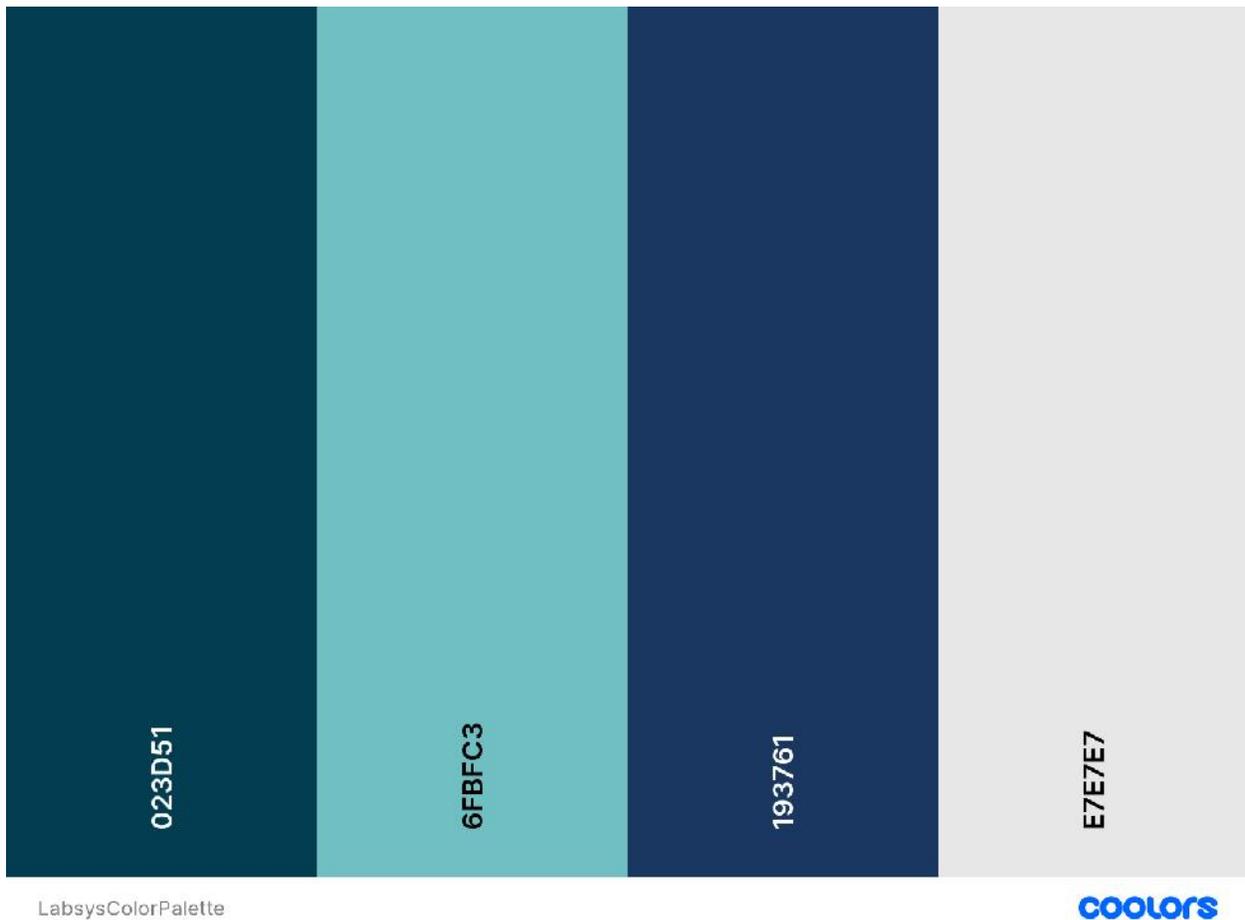
En el diseño de la interfaz del sistema Labsys para el Laboratorio Finlay, se tuvo en cuenta diversas tecnologías backend y frontend con la finalidad de tener un sistema simple pero sofisticado que pudiese hacer vivir al usuario una liberación sobre los diversos cuellos de botella que muchas veces solían presentar en el negocio ante altas eventualidades de operación. De tal manera, se buscó a través del uso de React con AntD, Tailwind una interfaz estéticamente de gran calidad como a su vez de una funcionalidad muy precisa con la facilidad de comunicación y manipulación de la

información que Redux RTK Query podía proporcionar adjuntando una interfaz bastante intuitiva y sencilla. Se consideró el sistema netamente para entornos de escritorio por las razones que no iba a ser utilizado para móviles y porque un sistema del cual se requiere toda la concentración al detalle al momento de digitar la información como este, sin embargo, se dispone de una adaptabilidad mínima para ser visto por pantallas de laptops y escritorios pequeñas según las necesidades del laboratorio.

5.2.4.1. Paleta de Colores

Se tomaron en cuenta una paleta de colores que pudiera ser amable con la vista del usuario dado sus altas operaciones de uso que podrá tener usando el sistema y que a su vez representara al negocio. Dentro de los colores empresariales proporcionados por Finlay, se denominaron las siguientes sombras de colores basándonos en su marca de empresa.

Ilustración 18 - Paleta de Colores Labsys



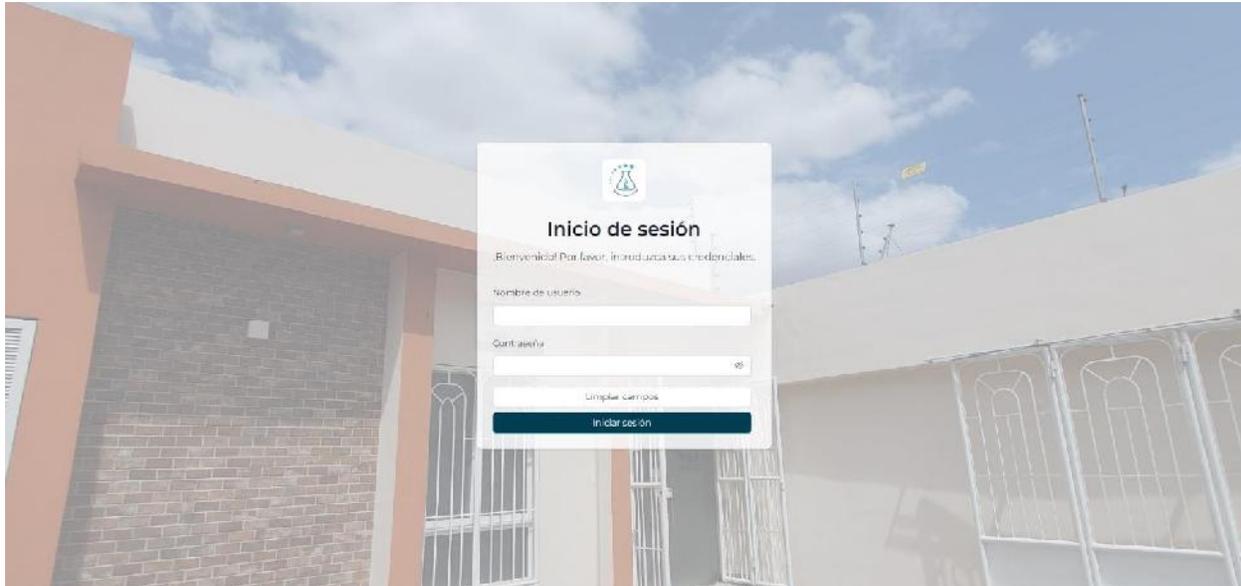
Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2. Interfaces de Entrada

Para el desarrollo de las interfaces de entrada, se llevó a cabo un análisis en los procesos y flujos de trabajos necesarios para el inventario. Se investigaron las tareas que el usuario realizaba diariamente y los datos que se toman en cuenta para llevarlas a cabo. Se identificaron tanto funcionalidades necesarias como las aditivas para agilizar el proceso de digitación de los operadores. Se determinaron campos de ingreso de datos y se establecieron las validaciones necesarias para asegurar la calidad de información.

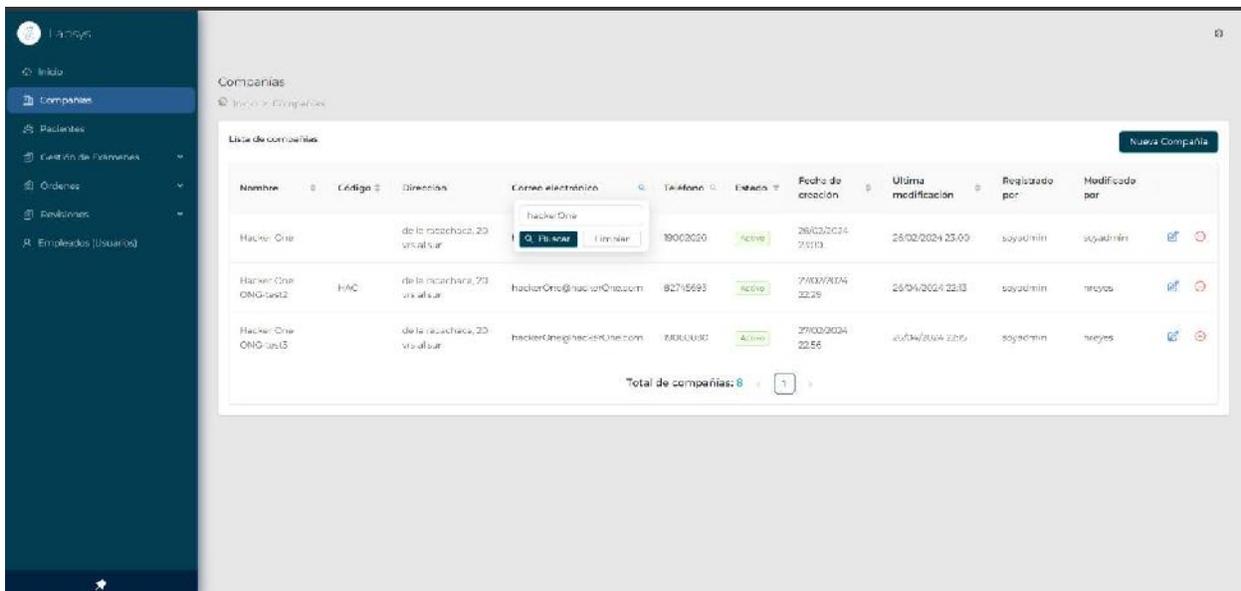
A continuación, se presenta el diseño de algunas de las interfaces de entrada más importantes para el sistema. Para más detalle, CAPÍTULO XI.Anexo 17 Diagramas de Presentación.

Ilustración 19 - Formulario de Inicio de Sesión



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20 - Filtros de Tabla (Muestra de mód. Compañía)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21 - Formulario de Compañía

Editar Compañía: BreveTech [X]

* Nombre:

* Email:

* Teléfono:

* Tipo de compañía:

* Dirección:

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22 - Formulario de Campo de Referencia

Inicio > Exámenes > Configuración de campos > Especificaciones de campo

Buscar un registro [+]

Leucocitos

* Nombre: * Etiqueta:

Descripción:

Ultrazaje en la mayoría de exámenes relacionado a evaluar sistema circulatorio.

* Valor normal Masculino:

* Valor normal Femenino:

Validación de Parámetros: Examen Leucocitos

* Interacción: Activo

* Comparación de Valor: * Unidad de medida:

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23 - Formulario de Configuración Examen

Nombre del valor	Etiqueta	Tipo de dato	Unidad de medida	Clasificación por componente
Insulina	CHC	Selección		Diabetes
Glucosa	Glucoglu	Texto		Diabetes
VLDL	LDL	Confirmación		Diabetes

Fuente: Elaboración propia

Interfaces de Salida

Para el desarrollo de las interfaces de salida, se llevó a cabo un análisis de los requerimientos del usuario. Se investigó dentro de las tareas que el usuario realizaba diariamente la mejor forma de mostrarle en pantalla la información de su interés. Se identificó las funcionalidades necesarias basadas en los requerimientos recolectando en capítulos anteriores, determinando los datos a mostrar de la manera más intuitiva y sencilla posible, al igual, de establecer los controles necesarios para interactuar con esa información en el sistema. A continuación, se presentan el diseño de algunas de las interfaces de salida más importantes para el sistema.

Ilustración 24 - Pantalla de Estadísticas I



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25 - Pantalla de Estadísticas II



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26 - Muestra de vista de tabla (en mód. Paciente)

Nombre completo	Cédula	Fecha de nacimiento	Sexo	Estado	Compañía	Fecha de creación	Última modificación	Registrado por	Modificado por
Minor Age Maria Test María		18/03/2024	Masculino	Activo	Hacker One DMS-Intern	31/03/2024 2:06	31/03/2024 23:36	soyadmin	soyadmin
Kelby Murillo	001-160799-1027C	18/07/1999	Masculino	Activo	BrazilTech	31/01/2024 20:46	18/04/2024 15:30	soyadmin	soyadmin
Josua de los Rosarios Mendez Aguilar	PARENT_7456006	02/04/2024	Masculino	Activo	Iglesia Bautista Buena Vista	26/04/2024 23:02	30/04/2024 23:09	mreyes	mreyes
Hilda Maribel	023-130499-3293V	18/04/1990	Femenino	Activo		27/04/2024 09:42	23/04/2024 09:42	soyadmin	soyadmin
Juanito José Luis Martínez Pedro	HAC-THMP_3ab50c8	23/05/1999	Masculino	Activo	Hacker One	28/02/2024 17:32	28/02/2024 17:32	soyadmin	soyadmin
Juanito José Luis Martínez Pedro	HAC-THMP_3ab50c8	23/05/1999	Masculino	Activo	Hacker One	28/02/2024 17:31	28/02/2024 17:31	soyadmin	soyadmin
Juanito José Luis Martínez Pedro	PARENT_d36cc0d7	23/05/1999	Masculino	Activo	Hacker One	28/02/2024 17:29	28/02/2024 17:29	soyadmin	soyadmin
Juanito José Luis Martínez Pedro	PARENT_315561e6	23/05/1999	Masculino	Activo	Hacker One	28/02/2024 17:28	28/02/2024 17:28	soyadmin	soyadmin
Juanito José Luis	PARENT_31c54890	23/05/1999	Masculino	Activo	Hacker One	28/02/2024	28/02/2024 17:30	soyadmin	soyadmin

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27 - Muestra de Vista detalle de registro (en mód. Paciente)

Detalles de paciente

Nombre: Apellido: Cédula:
Kelby Murillo 001-160799-1027C

Dirección:
100 Avenue North East, 11035, Managua, Managua, Managua, Managua, Pacific Region 502, Nicaragua

Fecha de nacimiento: Teléfono: Sexo:
18/07/1999 8785562 Masculino

Email: Estado:
fuzandmaria@gmail.com Activo

Perfil de doctor:

Doctor: Estado:
MLDUC THROGHE Activo

Perfil de compañía:

Compañía: Estado: Área de trabajo:
BrazilTech Activo Project Manager

Código de empleado:
ADMIN 003

Fecha de creación	Última modificación	Registrado por	Modificado por
31/03/2024 2:06	31/03/2024 23:36	soyadmin	soyadmin
31/01/2024 20:46	18/04/2024 15:30	soyadmin	soyadmin
26/04/2024 23:02	30/04/2024 23:09	mreyes	mreyes
27/04/2024 09:42	23/04/2024 09:42	soyadmin	soyadmin
28/02/2024 17:32	28/02/2024 17:32	soyadmin	soyadmin
28/02/2024 17:31	28/02/2024 17:31	soyadmin	soyadmin
28/02/2024 17:29	28/02/2024 17:29	soyadmin	soyadmin
28/02/2024 17:28	28/02/2024 17:28	soyadmin	soyadmin
28/02/2024	28/02/2024 17:30	soyadmin	soyadmin

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28 - Vista de Tabla tomado de Revisión de Resultados de Examen

Inicio

Compañías

Pacientes

Gestión de Exámenes

Órdenes

Revisións

Empresas (Usuarios)

Listado de resultados a revisar

Inicio > Revisións > Exámenes > Listado de resultados a revisar

Listado de revisiones de resultados de exámenes

Orden No.	Resultado	Razón	Fecha de registro	Examen registrado por	Estado de la revisión	Fecha de creación	Última modificación	Registrado por	Modificado por
13	Diabetología	Fice completamente mal el examen	30/04/2024 23:15	reyes	Finalizado	30/04/2024 23:16	30/04/2024 23:37	reyes	reyes
10	Prueba de Embarazo	Estaba mal el otro del anterior	29/04/2024 23:42	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 23:52	29/04/2024 23:56	soyadmin	soyadmin
10	Prueba de Embarazo	El anterior estaba malo	29/04/2024 23:13	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 23:32	29/04/2024 23:41	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Registré mal el examen	29/04/2024 19:06	soyadmin	Rechazado	29/04/2024 21:35	29/04/2024 23:32	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Registré mal el examen	29/04/2024 19:06	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 21:11	29/04/2024 23:36	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Estaba mal el anterior	29/04/2024 19:06	soyadmin	Rechazado	29/04/2024 21:09	29/04/2024 19:17	soyadmin	soyadmin
2	Examen Leucocitos	El anterior estaba malo	31/03/2024 18:53	soyadmin	Rechazado	31/03/2024 20:20	29/04/2024 16:27	soyadmin	soyadmin

1 / 10 páginas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29 - Vista Detalle Revisión Resultado de Examen

Inicio

Compañías

Pacientes

Gestión de Exámenes

Órdenes

Revisións

Empresas (Usuarios)

Inicio

Inicio > Revisións > Exámenes > Listado de resultados a revisar

Listado de revisiones de resultados de exámenes

Orden No.	Resultado	Razón	Fecha de registro	Examen registrado por	Estado de la revisión	Fecha de creación	Última modificación	Registrado por	Modificado por
13	Diabetología	Fice con platan mal el examen	30/04/2024 23:15	reyes	Finalizado	30/04/2024 23:16	30/04/2024 23:37	reyes	reyes
10	Prueba de Embarazo	Estaba mal el otro del anterior	29/04/2024 23:42	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 23:52	29/04/2024 23:56	soyadmin	soyadmin
10	Prueba de Embarazo	El anterior estaba malo	29/04/2024 23:13	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 23:32	29/04/2024 23:41	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Registré mal el examen	29/04/2024 19:06	soyadmin	Rechazado	29/04/2024 21:35	29/04/2024 23:32	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Registré mal el examen	29/04/2024 19:06	soyadmin	Finalizado	29/04/2024 21:11	29/04/2024 23:36	soyadmin	soyadmin
9	Examen Leucocitos	Estaba mal el anterior	29/04/2024 19:06	soyadmin	Rechazado	29/04/2024 21:09	29/04/2024 19:17	soyadmin	soyadmin
2	Examen Leucocitos	El anterior estaba malo	31/03/2024 18:53	soyadmin	Rechazado	31/03/2024 20:20	29/04/2024 16:27	soyadmin	soyadmin

1 / 10 páginas

Orden No. 13

Detalles

Nombre de examen: Diabetología

Creado por: reyes

Última actualización por: reyes

Estado de la revisión: Finalizado

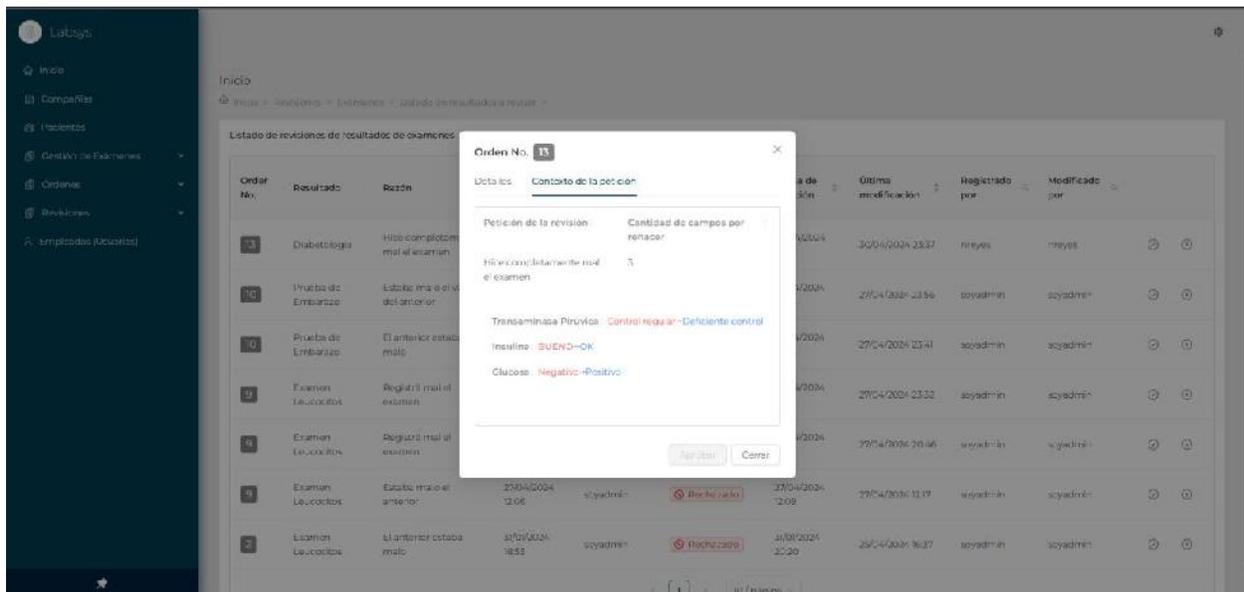
Fecha de entrega de la orden referida (formato 24h): 01/05/2024 02:00

Estado de la orden: Finalizado

Cancelar Cancelar

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30 - Vista Detalle Revisión Resultado de Examen II



Fuente: Elaboración propia

5.3. Herramientas de desarrollo

Las herramientas de desarrollo se puede considerar todas aquellas tecnologías o bien, aditivos tecnológicos que aportan a la construcción del sistema sin ser intrínsecamente necesarios para su construcción, pero facilitan el nivel de productividad y eficiencia en el equipo de desarrolladores durante la codificación del proyecto.

5.3.1. Docker

La adopción de Docker para este proyecto se basó en su capacidad para ofrecer consistencia, portabilidad y eficiencia en todo el ciclo de desarrollo y pruebas de la aplicación entre sus dos elementos, backend y frontend. Facilita la escalabilidad al permitir entornos replicables que no afecten a versión, mejora la colaboración entre los equipos de desarrollo y operaciones. Docker no solo mejora el flujo de trabajo de desarrollo, sino que permite evitar el riesgo a cambios abruptos que puedan afectar durante la etapa de desarrollo. La elección de Docker refleja el compromiso con la excelencia operativa y la entrega continua de valor a nuestros usuarios finales.

5.3.2. dBeaver

La inclusión de dBeaver como herramienta de gestión de bases de datos en el proyecto no solo refleja nuestro compromiso con la eficiencia y la calidad en el desarrollo de software sino también la adaptabilidad a las necesidades cambiantes de gestión de datos del cliente y sus operaciones en el negocio. Su interfaz intuitiva, compatibilidad universal con bases de datos, y ricas características de visualización y análisis de datos, hacen de dBeaver una herramienta invaluable en nuestro arsenal de desarrollo, facilitando una gestión de datos más efectiva, colaborativa y basada en evidencia. Su uso en el proyecto garantiza que podemos mantener un alto nivel de productividad y calidad en la gestión de bases de datos, contribuyendo significativamente al éxito general del proyecto.

5.3.3. VSCode

La elección de Visual Studio Code como entorno de desarrollo integrado, complementado con herramientas como Prettier y ESLint, refleja el compromiso con la calidad del código, la productividad para el equipo de desarrollo, y la eficiencia en el desarrollo del proyecto que utiliza Django REST Framework y React. Estas herramientas, junto con las numerosas extensiones disponibles, ofrecen un entorno robusto y flexible que se adapta a las necesidades de desarrollo del proyecto en función a una experiencia de desarrollo beneficiosa según los objetivos y requerimientos por cumplir de parte del cliente, promoviendo un ciclo de desarrollo más rápido, colaborativo y libre de errores, lo cual es fundamental para el éxito del sistema.

5.3.4. Control de Versiones

Mantener un historial de desarrollo claro con mensajes de commit estandarizados y cambios de calidad garantizada facilita la navegación por el historial del proyecto y la realización de tareas como la búsqueda de errores y la revisión de cambios específicos. Esto es especialmente útil en proyectos complejos y de largo plazo tal como lo que se pretende a su vez con este proyecto en pro al cliente.

5.3.4.1. Git

La elección de Git como la herramienta de control de versiones, complementada con el uso de Git Hooks, Commitizen, y validaciones de linting, subraya el compromiso con la calidad del código, la eficiencia del desarrollo, y la colaboración efectiva. Esta integración mejora el flujo de trabajo de desarrollo para el sistema Labsys en el equipo de trabajo, asegura la coherencia en los mensajes de commit, y mantiene el código limpio y conforme a los estándares. Al adoptar estas prácticas en los repositorios de GitHub del frontend y backend, se establece una base sólida para un desarrollo de software ágil, colaborativo y de alta calidad, crucial para el éxito continuo del sistema Labsys.

VIII. Conclusiones

La construcción del sistema "Labsys - Laboratory System" en el Laboratorio Clínico C.J. Finlay representa un hito significativo en la mejora continua de los procesos operativos del laboratorio, alcanzando su objetivo general de desarrollar un sistema de información para la gestión de exámenes del laboratorio, logrando cumplir cada uno de los objetivos específicos propuestos, garantizando así un impacto positivo y duradero en el negocio.

Se realizó una descripción exhaustiva del giro del negocio, identificando y documentando los procesos y procedimientos operativos del laboratorio, resultando, en conjunto a una descripción grafica del negocio, en una comprensión completa de la empresa, facilitando que el diseño del sistema estuviera perfectamente alineado con las necesidades reales del laboratorio.

La viabilidad del sistema fue evaluada a través de estudios operativos, técnicos, económicos y legales, asegurando que el sistema fuera factible desde el punto de vista técnico, y sostenible en términos operativos y financieros, y conforme a la legislación vigente.

El estudio de requerimientos realizado proporcionó una base sólida para el diseño del sistema, que fue desarrollado utilizando la metodología UWE, obteniendo un diseño y modelo perfectamente compatible con las necesidades y limitaciones del negocio, perfectamente trasladables a un sistema web.

La construcción del sistema se llevó a cabo con una implementación con las tecnologías web Django y React, utilizando servicios de AWS, cumpliendo con todos los requerimientos y modelos previamente establecidos. El resultado fue un sistema robusto y eficiente que ahora facilita la gestión, almacenamiento y entrega de exámenes.

La implementación de Labsys ha demostrado ser un avance estratégico para el Laboratorio Clínico C.J. Finlay, no solo en términos de mejora de la eficiencia operativa, sino también como una herramienta vital para fortalecer la gestión de la calidad y la satisfacción del cliente.

IX. Recomendaciones

Para aprovechar el beneficio del sistema "Labsys - Laboratory System" construido para el Laboratorio Clínico C.J. Finlay y asegurar su integración efectiva en los procesos del negocio, se recomiendan las siguientes estrategias:

1. **Plan de Mantenimiento Continuo:** Establecer un plan de mantenimiento que permita la integración continua de nuevas funcionalidades y la mejora de las ya existentes. Este plan debe desarrollarse en colaboración con el actual equipo de trabajo, quienes poseen un conocimiento profundo del sistema. Será crucial programar revisiones periódicas para evaluar la necesidad de actualizaciones, garantizando así que el sistema se mantenga alineado con las evoluciones tecnológicas y las exigencias del negocio.

2. **Plan de Capacitación al Personal:** Implementar un programa intensivo de capacitación para el personal digitador y los laboratoristas, dirigido por el equipo de desarrollo. Este programa, a realizarse en el plazo de un mes, debería cubrir desde el manejo básico hasta aspectos más avanzados del sistema, asegurando que todos los usuarios puedan operar el sistema de manera eficiente y aprovechar todas sus funcionalidades.

3. **Plan de Pruebas de Software:** Desarrollar un plan de pruebas end-to-end y de unit testing en colaboración con las encargadas de administración y la dueña del negocio, doña Ligia Orozco. El objetivo será garantizar la calidad del software y prepararlo para futuras integraciones. Este plan ayudará a identificar y resolver cualquier inconveniente antes de que afecte la operatividad del laboratorio, asegurando la estabilidad y la escalabilidad del sistema.

4. **Despliegue en la Nube:** Proceder con el despliegue del sistema utilizando las tecnologías de nube de AWS, seleccionadas por su costo-beneficio y capacidad de servicios elásticos. Esta decisión permitirá al laboratorio aprovechar la escalabilidad y la seguridad ofrecidas por AWS, facilitando la gestión del sistema y la adaptabilidad a las demandas fluctuantes del laboratorio.

5. Mantenimiento de la Relación con el Equipo de Desarrollo: Es esencial mantener una relación de trabajo estrecha y continua con el equipo de desarrollo original. Su familiaridad con la infraestructura y funcionalidades del sistema será invaluable para la implementación de mejoras y la resolución de problemas de manera eficaz. Además, su participación constante permitirá una transición suave en cada fase de expansión o modificación del sistema.

Implementando estas recomendaciones, el Laboratorio Clínico C.J. Finlay podrá asegurar que el sistema "Labsys" se integre de manera efectiva en sus operaciones diarias, aumentando la eficiencia y contribuyendo significativamente al éxito continuo del negocio.

X. Bibliografía

- Baca, G. (2013). *Evaluación de Proyectos (Séptima Edición)*. México D.F., México: McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Boehm, B. (1981). *Software Cost Estimation with COCOMO II*. Prentice Hall.
- Buscaglia, A. (2020). ¿Qué significa ser Front End y Back End? En A. Buscaglia, *Como ser un frontend sin fallar en el intento* (págs. 16-17).
- Chapin, J., & Roberts, M. (2019). *Programming AWS Lambda*. O'Reilly Media.
- Daswani, R. (2021). *AWS Certified Cloud Practitioner Exam Guide*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Django Software Foundation. (2022). *Django*. Obtenido de <https://www.djangoproject.com/>
- Docker Inc. (2021). *Docker*. Obtenido de <https://docs.docker.com/get-started/overview/>
- Elvis C. Foster & Bradford A. Towler, J. (2022). *Software engineering*. EEUU: CRC Press.
- Freund, J., Rücker, B., & Hitpass, B. (2017). *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica*. Santiago de Chile: RPI Chile.
- Gupta, R. (2019). *Fundamentals of Software Engineering*. Engineering Handbook.
- Haverbeke, M. (2018). *Eloquent Javascript* .
- Hitpass, B. (2017). *Business Process Management: Fundamentos y Conceptos de Implementación*. Santiago de Chile: BHH Ltda.
- Laudon & Laudon. (2022). *Sistemas De Info Gerenci.* Pearson Education.

- Lee, R. Y. (2019). *Object-Oriented Software Engineering with UML. A Hands-On Approach*. New York: Nova Science Publishers.
- LEY N° 618. LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO. (2007). Nicaragua: Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 133.
- Luna, F., Peña Milahual, C., & Iacono, M. (2017). *PROGRAMACION WEB Full Stack 8*. RedUsers.
- Meta Platform. (2022). *ReactJS Home*. Obtenido de ReactJS Docs: <https://reactjs.org>
- Microsoft. (2022). *Typescript Language Documentation*. Obtenido de Typescriptlang: <https://www.typescriptlang.org>
- Molina Ríos, J. R., & Pedreira-Souto, M. d. (2019). "*SWIRL*"; *Metodología para el Diseño y Desarrollo de Aplicaciones Web*. Alicante: 3 Ciencias.
- Mozilla. (2022). *MDN*. Obtenido de <https://developer.mozilla.org/es/docs/>
- Pincirolí, F., & Zeligueta, L. (2017). *Modelado de negocios orientado a aspectos con AOP4ST*. La Plata: Repositorio Institucional de la UNLP.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software*. Connecticut: Mc Graw Hill.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Software Engineering A Practioner's Approach. 8th Edition*. New York: Mc Graw Hill Education.
- Python Software Foundation. (23 de 3 de 2022). *python docs*. Obtenido de <https://docs.python.org/release/3.10.4/tutorial/index.html>
- Real Academia Española (RAE). (2021). *Diccionario de la lengua española, 23.^a ed [versión 23.5 en línea]*. Madrid.

- Reyes, C., & Javier, Z. (1 de 12 de 2020). *NUEVAS TENDENCIAS EN DESARROLLO WEB*. Obtenido de <https://www.itcha.edu.sv/publicaciones/ITCHA/1167-2020-12-01/1167-ARTICULO---NUEVAS-TENDENCIAS-EN-DESARROLLO-WEB.pdf>
- Roldán Martínez, P., Valderas Aranda, P. J., & Torres Bosch, V. (2018). *Microservicios, Un enfoque integrado*. Ra-Ma.
- Sapag, N., Sapag, J., & Sapag, R. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos 6ta edición*. México, DF. México: McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering*. Essex: Pearson Educacion.
- Valacich, J., George, J., & Hoffer, J. (2015). *Essentials of Systems Analysis and Design*. Kendallville : Person.
- Valero Pardo, M. R., Honores Tapia, J. A., Gómez Moreno, A. S., & Vines Sánchez , L. F. (14 de 09 de 2018). *3ciencias*. Obtenido de 3ciencias: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/09/Art_2.pdf

XI. Anexos

Anexo 1. Árbol de problemas

Ilustración 31: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Modelo de entrevista a operadores

Entrevista

Guía de entrevista semiestructurada

Investigación: Estado actual de los procesos operativos

Entrevistador: _____

Objetivo: Obtener información de los procesos operativos para la mejor comprensión de estos procesos

Nombre de la institución: _____

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la realización: _____

- ¿Qué rol desempeña en la Clínica?
- ¿Cuáles son sus tareas a realizar?
- ¿Qué tanto puede tardar realizando estas tareas?
- ¿Tiene un estándar con el que se guía?
- ¿Cuál es la tarea del día que le toma más tiempo?
- ¿Cuál tarea cree que no debería tomar tanto tiempo?
- ¿Qué es lo más complicado que hacer en el día?
- ¿Ha tenido imprevistos al momento de realizar alguna tarea?
- ¿Cómo ha solucionado el imprevisto presentado?
- ¿Quién es su jefe directo?
- ¿Existe algún manual de los procesos que realiza?

Anexo 4. Modelo de entrevista a alta gerencia

Investigación: Estado actual de la gerencia

Entrevistador: _____

Objetivo: Obtener información del estado actual de la gerencia y así conocer la organización operativa y económica de esta misma.

Nombre de la institución: _____

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de la realización: _____

1. ¿Cuántos equipos para análisis clínico poseen?
2. ¿Cuántos equipos de cómputo hay?
3. ¿Cuál es la preparación de los trabajadores?
4. ¿Poseen algún manual para los puestos?
5. ¿Qué permiso deben poseer para la operación de la clínica?
6. ¿Cuáles son los costos de operaciones?
7. ¿Tienen algún tipo de ahorro para modernización, expansión o para algún incidente con la clínica?
8. ¿Cuánto aproximadamente se gasta en insumos?

Anexo 5. Respuesta entrevista alta gerencia

Investigación: Estado actual de la gerencia

Entrevistador: Jerry Francisco Mejía Roa

Objetivo: Obtener información de los procesos operativos para la mejor comprensión de estos procesos

Nombre de la institución: Laboratorio Clínico C.J. Finlay

Nombre del entrevistado: Lic. Ligia Orozco Logo

Fecha de la realización: 15 de mayo de 2023

1. Puede detallarme los detalles organizacionales del laboratorio, como misión, visión, objetivos.
R1. En este folleto se encuentran los detalles que necesitan.
2. ¿Cuántos equipos para análisis clínico poseen?
R2. Actualmente contamos con tres centrifugadoras, dos agitadoras, dos microscopios de amplio aumento, reactor de BHC, electrocardiograma, tablón para examen de vista, y un espiroscopio
3. ¿Cuántos equipos de cómputo hay?
R3. Contamos con dos computadoras sencillas para uso de herramientas de oficina.
4. ¿Cuál es la preparación de los trabajadores?
R4. En el caso de los trabajadores de laboratorio, se requiere personal capacitado en el área de bioanálisis, desde estudiantes hasta licenciados. Para las operaciones administrativas, requerimos de un licenciado en administración de empresas o carreras afines.
5. ¿Poseen algún manual para los puestos?
R5. Actualmente no, estamos en el proceso de documentar.
6. ¿Qué permiso deben poseer para la operación de la clínica?

R6. Contamos con el permiso y licencia de operación del MINSA para establecimiento de salud privado, así como la licencia para medicina ocupacional provista por el MITRAB. Ambas licencias son sometidas a constantes procesos de fiscalización.

7. ¿Cómo describe los costos de operaciones?

R7. Principalmente tenemos tres grupos de costos, costos operativos, que consisten en todo lo que es insumos, salarios, combustible, costos fijos, que es mantenimiento de maquinaria o instalaciones y costos de innovación que son los destinados a la adquisición y mejora de todo lo relacionado con la operatividad del negocio

8. ¿Tienen algún tipo de ahorro para modernización, expansión o para algún incidente con la clínica?

R8. Si, contamos con un fondo de inversión originado en parte de la reinversión de utilidades o de fondos obtenidos por financiamiento para la adquisición de maquinaria nueva o cualquier activo que ayude en la mejora ya sea en términos de tiempo o efectividad.

9. ¿Cuánto aproximadamente se gasta en insumos?

R9. Actualmente tenemos un elevado gasto de insumos, ya que por la digitación manual de exámenes, debemos dar a imprimir formatos preestablecidos para los exámenes más realizados, como serían las BHC, examen de orina, perfil lipídico, ficha ocupacional, etc, los cuales se deben imprimir por adelantado, por ende se pide en grandes cantidades, sumando también el costo de la tinta para máquina de escribir y el mantenimiento de la misma; y esto sin contar los costos de reactivos, placas de Petri, portaobjetos y todos los desechables necesarios dentro de laboratorio. Actualmente estimamos un costo aproximado en insumos entre 100,000 y 200,000 C\$.

10. ¿Qué normas se toman en cuenta para las operaciones en función a los pacientes?

R10. Actualmente tenemos ciertas normas a seguir por nuestra parte hacia nuestro personal. No las tenemos evidenciadas en un documento formal, pero se

ha extendido como una práctica habitual y común dentro de nuestra forma de operación y todos los miembros del Laboratorio estamos claros de que es nuestro proceder para nuestros clientes. Por mencionártelos, vienen siendo:

- 1. Política de Confidencialidad de Datos.** Los resultados de los pacientes no pueden ser entregados a terceros. El propio paciente tiene que retirar sus resultados, a menos que, el propio paciente llame con anticipación al Laboratorio que un tercero de su designación va a retirar los resultados a su nombre usando como requisito obligatorio su cédula.
- 2. Almacenamiento de Datos.** Los resultados de exámenes realizados se pueden almacenar en dependencia a la naturaleza del examen y su validez dentro del plazo de 6 meses a 12 meses (un año). Esto en función de proveerle el servicio necesario de regulación a empresas en dependencia del organismo que los regula y por buenas prácticas de operación en el Laboratorio.
- 3. Entrega de Resultados de Pacientes Privados.** Todo examen realizado a pacientes naturales o por referencia de otros doctores será enviado en cuanto los resultados estén listos para envío.
- 4. Entrega de Resultados de Pacientes Corporativos.** Todos los exámenes realizados a la lista de pacientes enviados por empresas una vez finalizado el período de chequeo organizado entre el acuerdo de la Empresa y el Laboratorio será enviado quince días luego del cierre del chequeo de pacientes.
- 5. Revisión de Resultados de Exámenes.** La administradora del Laboratorio se asegura que los valores hayan sido correctamente evaluados y digitados, reflejando comportamiento numérico esperado según la naturaleza del examen y a su vez que el examen realizado y revisado haya sido efectuado al paciente correcto.
- 6. Resultados de Exámenes en Pacientes de naturaleza especial.** Normalmente efectuado a pacientes con presencia de patologías menores de edad o con necesidad de guardianes legales. Se llama al tutor o guardián legal de la persona y se les realiza una cita médica para poder notificarles de los hallazgos encontrados en examen del paciente.

Anexo 6. Respuesta entrevista a operadores

Investigación: Estado actual de los procesos operativos

Entrevistador: Eduardo López Rostrán

Objetivo: Obtener información de los procesos operativos para la mejor comprensión de estos procesos

Nombre de la institución: Laboratorio Clínico C.J. Finlay

Nombre del entrevistado: Indira Jiménez

Fecha de la realización: 15 de mayo 2023

1. ¿Qué rol desempeña en la Clínica?
R1. Actualmente soy la digitadora principal de exámenes.
2. ¿Cuáles son sus tareas a realizar?
R2. Mi trabajo consiste en digitar los reportes finales una vez son realizados todos los análisis.
3. ¿Qué tanto puede tardar realizando estas tareas?
R3. En un chequeo de 1000 pacientes es un proceso que tarda entre 2 y 4 semanas en dependencia de como este de correcto el flujo de realización de exámenes. Generalmente los casos más tardados surgen cuando se agrega un examen no planeado a una orden particular.
4. ¿Tiene un estándar con el que se guie?
R4. Mi guía actualmente son los formatos preimpresos con los que trabajamos, ahí se me indica que campos debo de llenar y de qué forma.
5. ¿Cuál es la tarea del día que le toma más tiempo?
R5. Generalmente la parte de la digitación, suele ser excesiva sobre todo cuando hay correcciones o inconvenientes con la máquina de escribir.
6. ¿Cuál tarea cree que no debería tomar tanto tiempo?

R6. El proceso de digitación. Actualmente conozco de laboratorios de la competencia que se apoyan en programas de computadora para llevar un mejor control y digitación de los mismos.

7. ¿Qué es lo más complicado que hacer en el día?

R7. Complicado suele ser el ordenamiento de reportes en función de área, empresa y paciente, posterior a esto se deben fotocopiar estos documentos en este orden para entregar a las instituciones correspondientes

8. ¿Ha tenido imprevistos al momento de realizar alguna tarea?

R8. Imprevistos, normalmente cuando hay problemas con la máquina de escribir o se reporta fuera de tiempo algún cambio en alguna orden.

9. ¿Cómo ha solucionado el imprevisto presentado?

R9. Me ha tocado improvisar en estos casos, pero si o si es un retraso.

10. ¿Quién es su jefe directo?

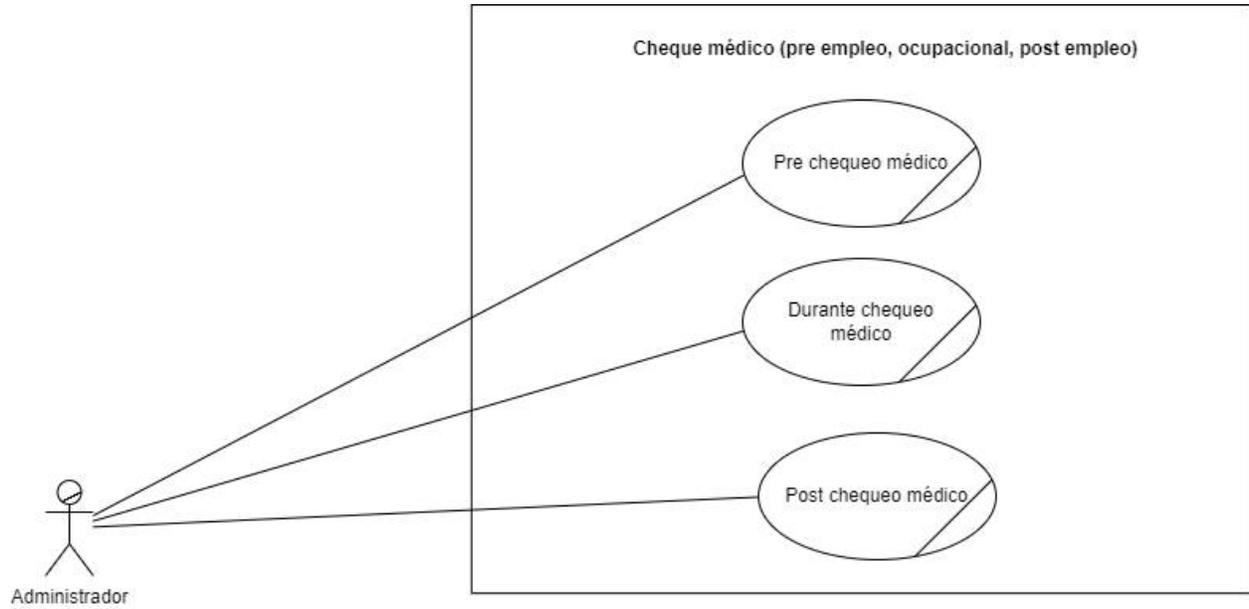
R10. La Lic. Ligia, ella se encarga de toda la administración operativa.

11. ¿Existe algún manual de los procesos que realiza?

R11. Actualmente no.

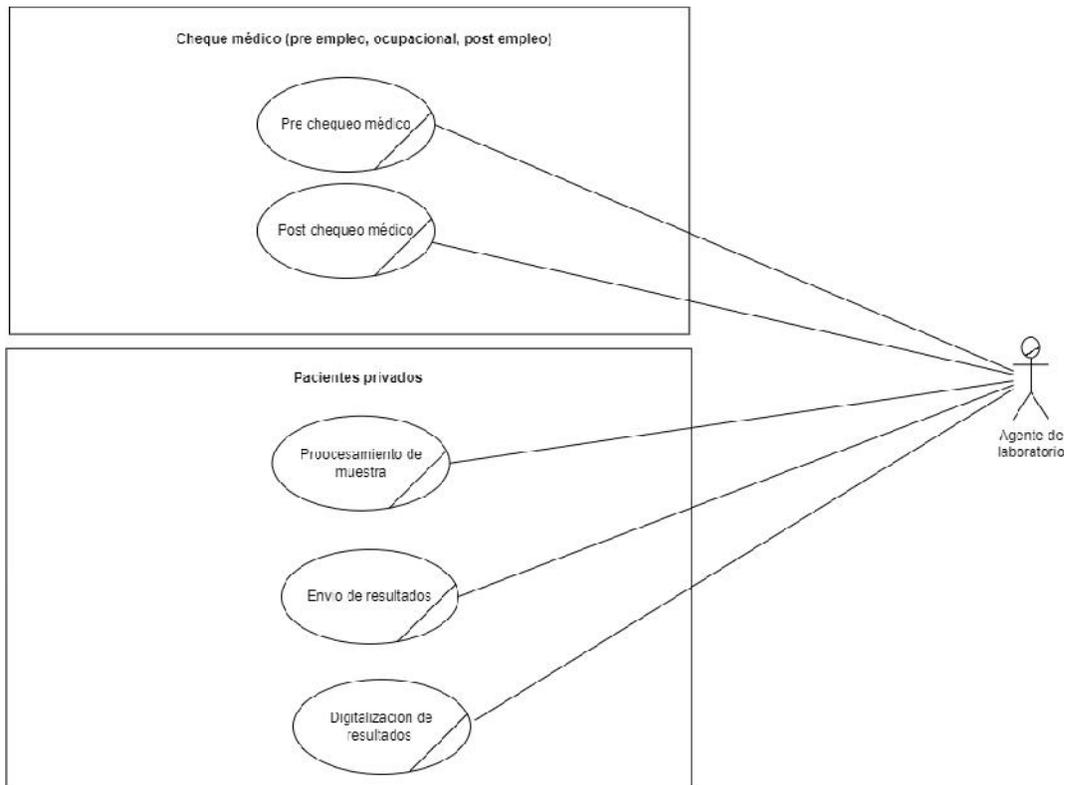
Anexo 7. Diagramas de casos de uso del negocio

Ilustración 32 - Caso de uso del negocio del administrador



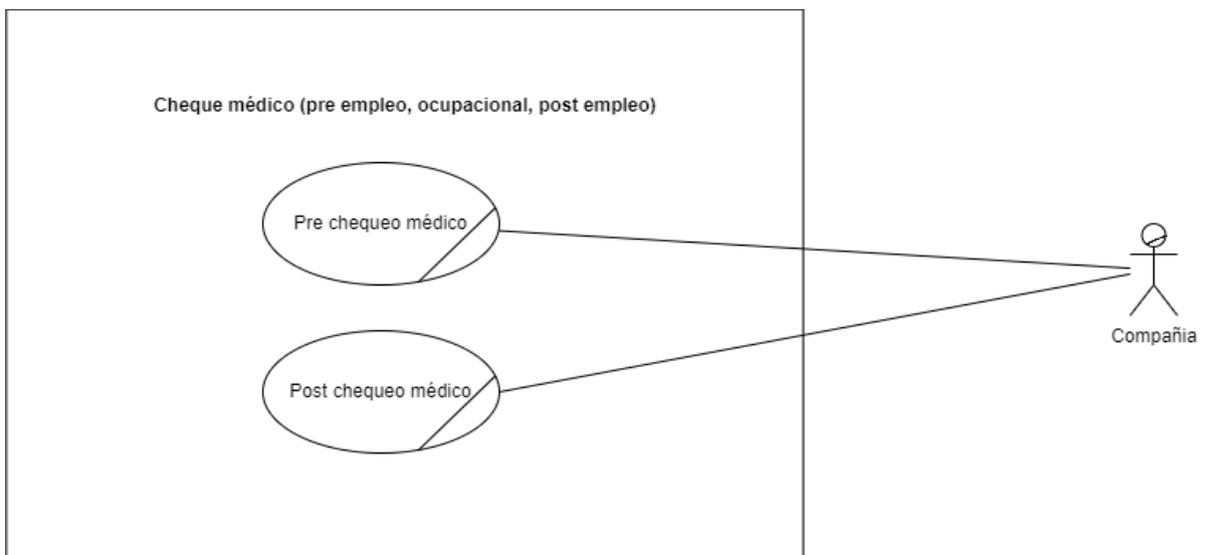
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33 - Caso de uso del agente de laboratorio



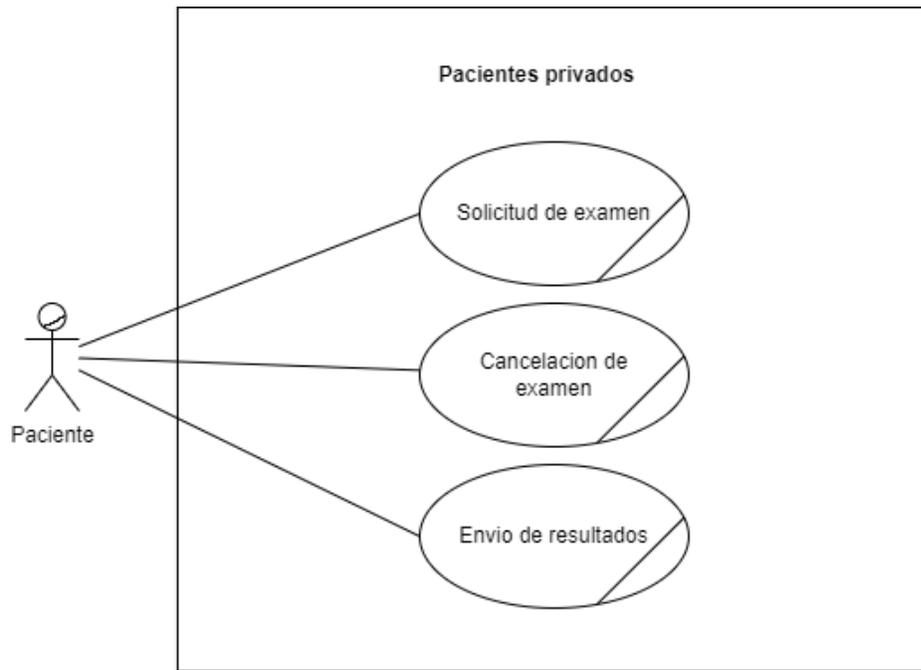
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34 - Caso de uso de compañía



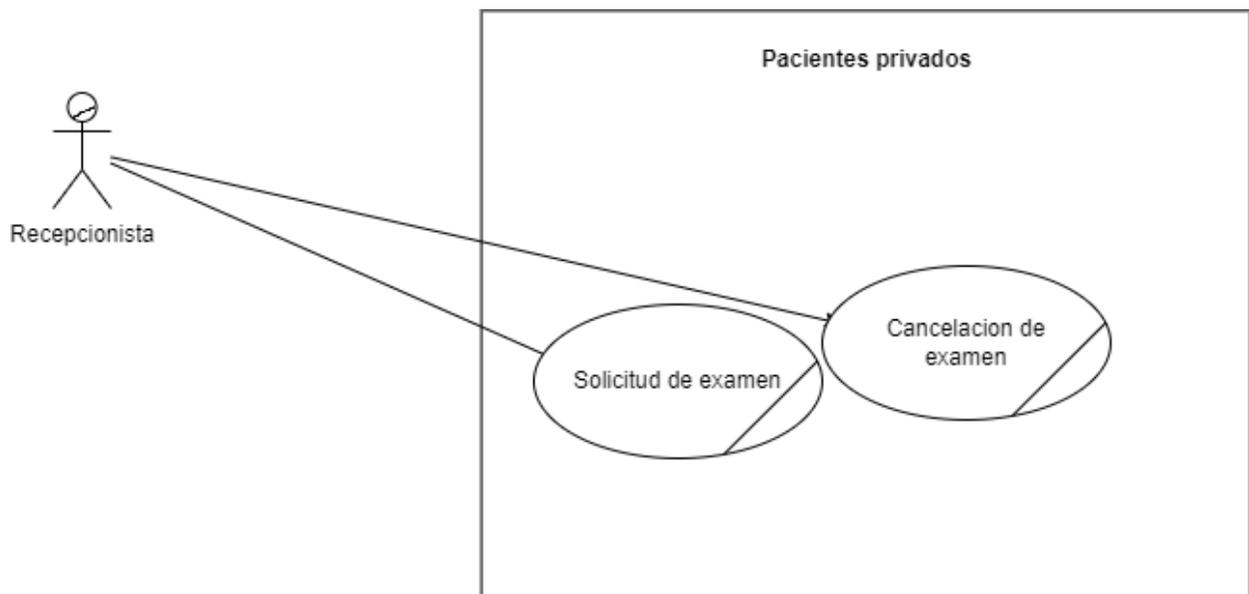
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35 - Caso de uso del paciente



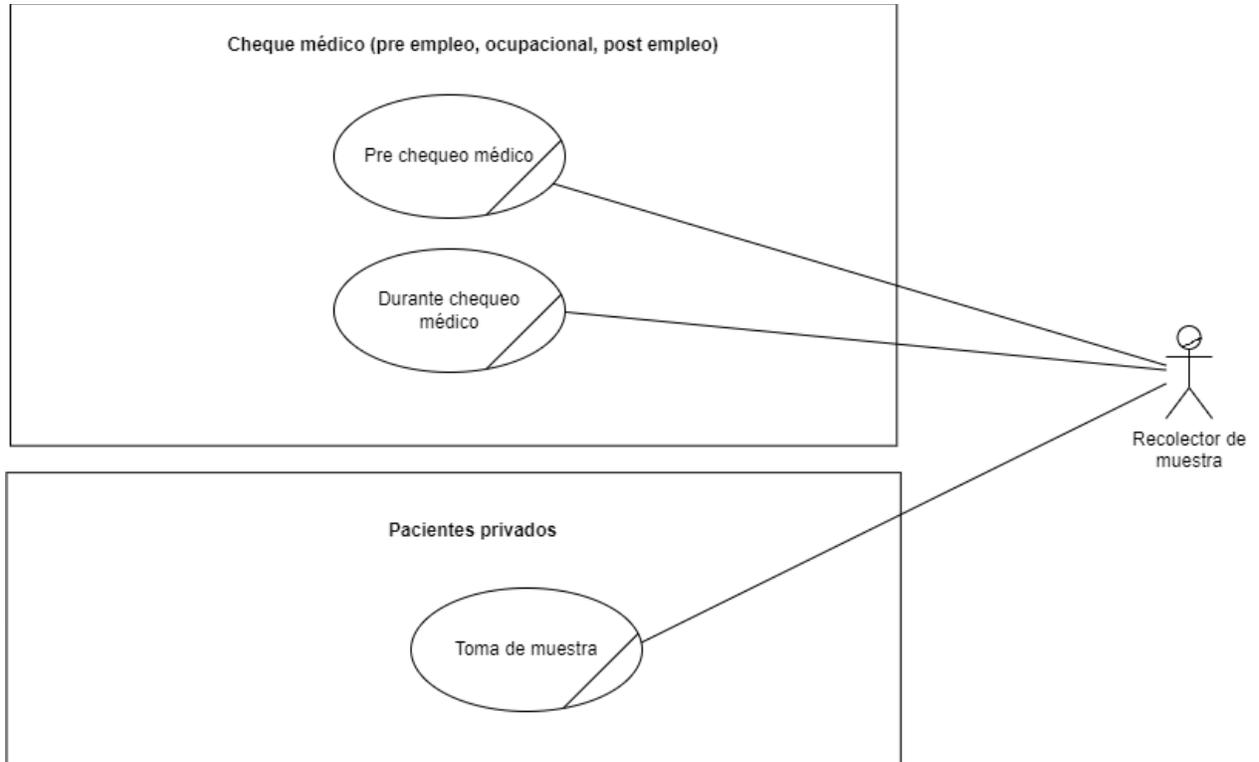
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 36 - Caso de uso del recepcionista



Fuente: Elaboración propia

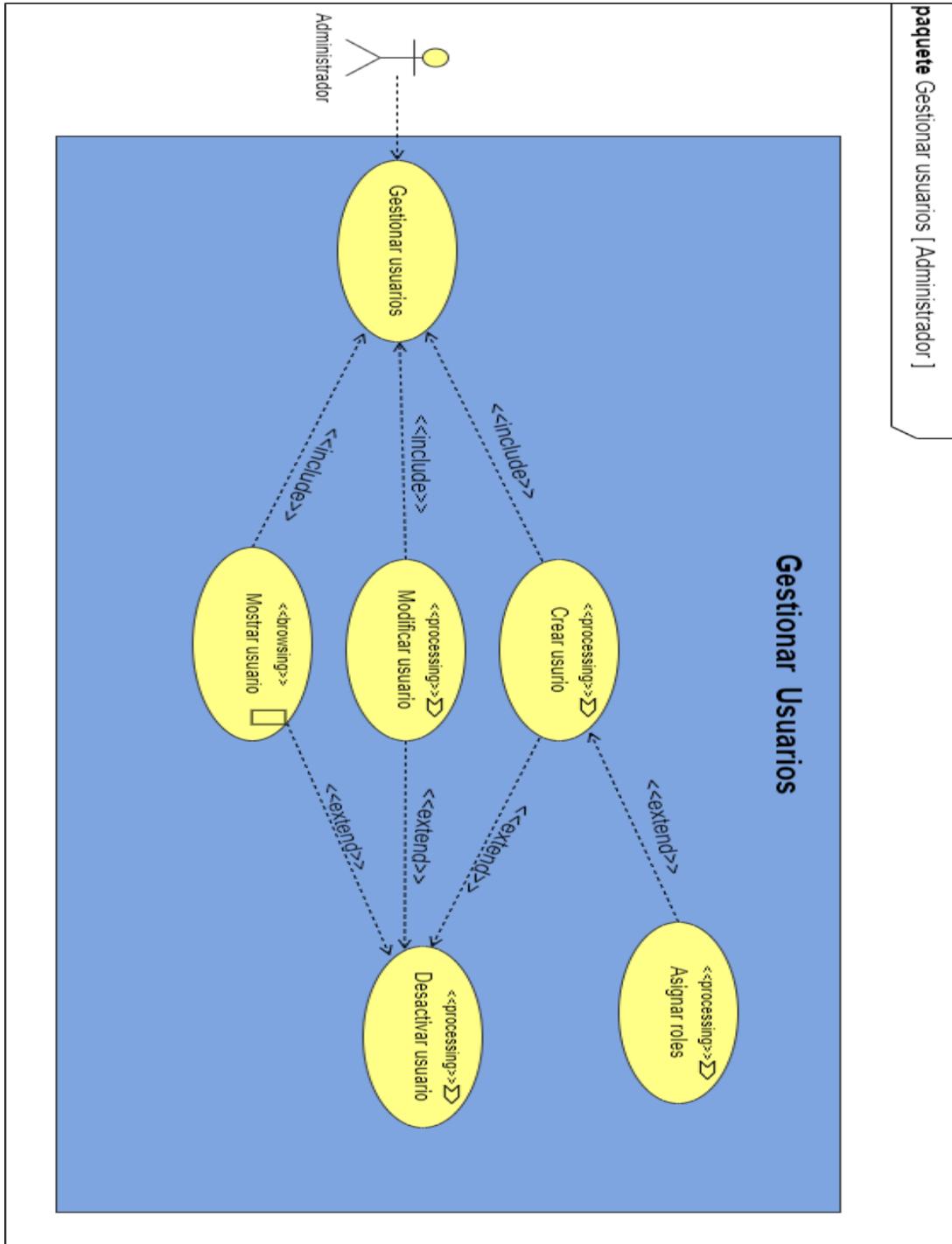
Ilustración 37 - Caso de uso del recolector de muestra



Fuente: Elaboración propia

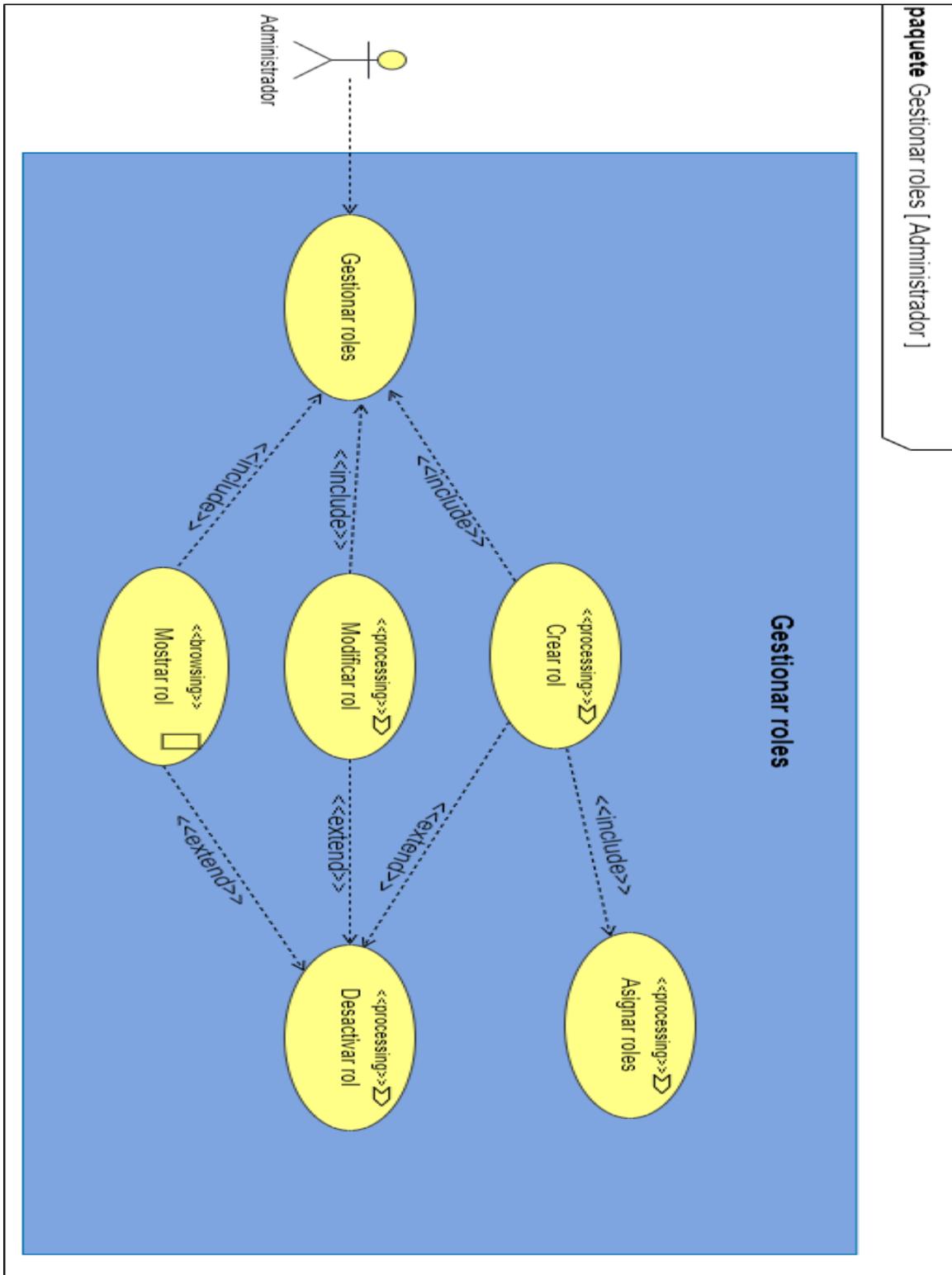
Anexo 8. Diagramas de casos del sistema

Ilustración 38 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar usuarios



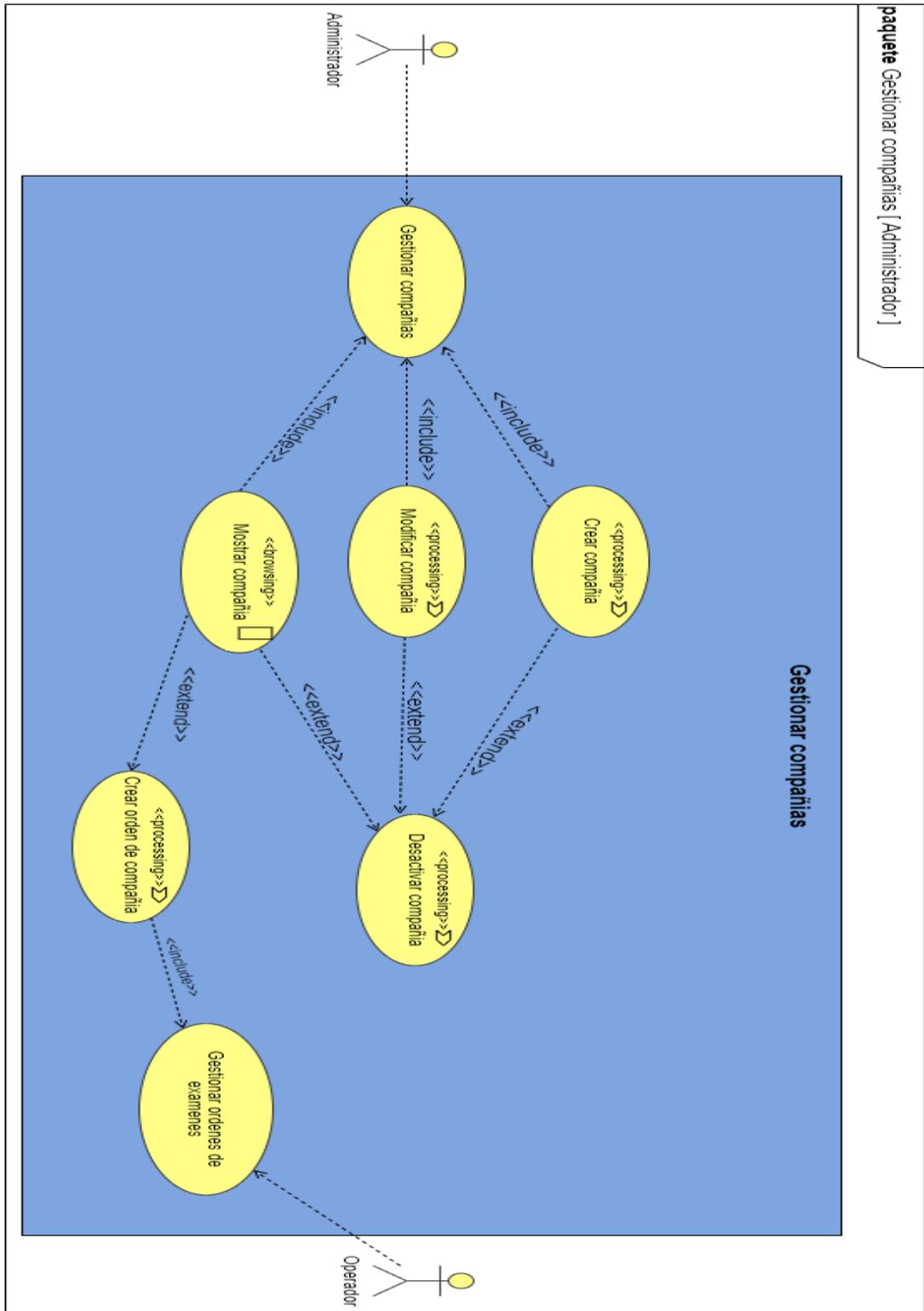
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 39 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar roles



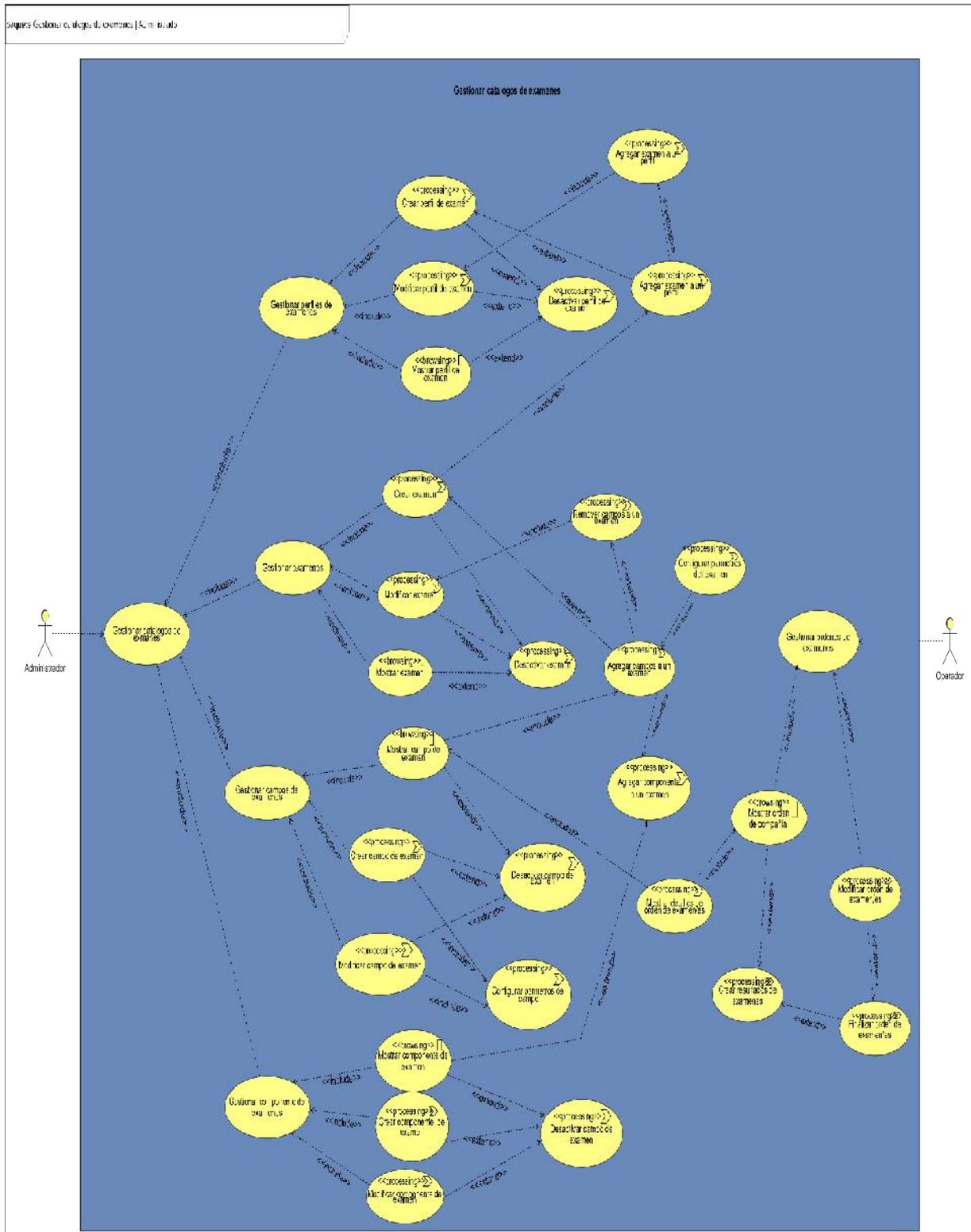
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 40 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar compañías



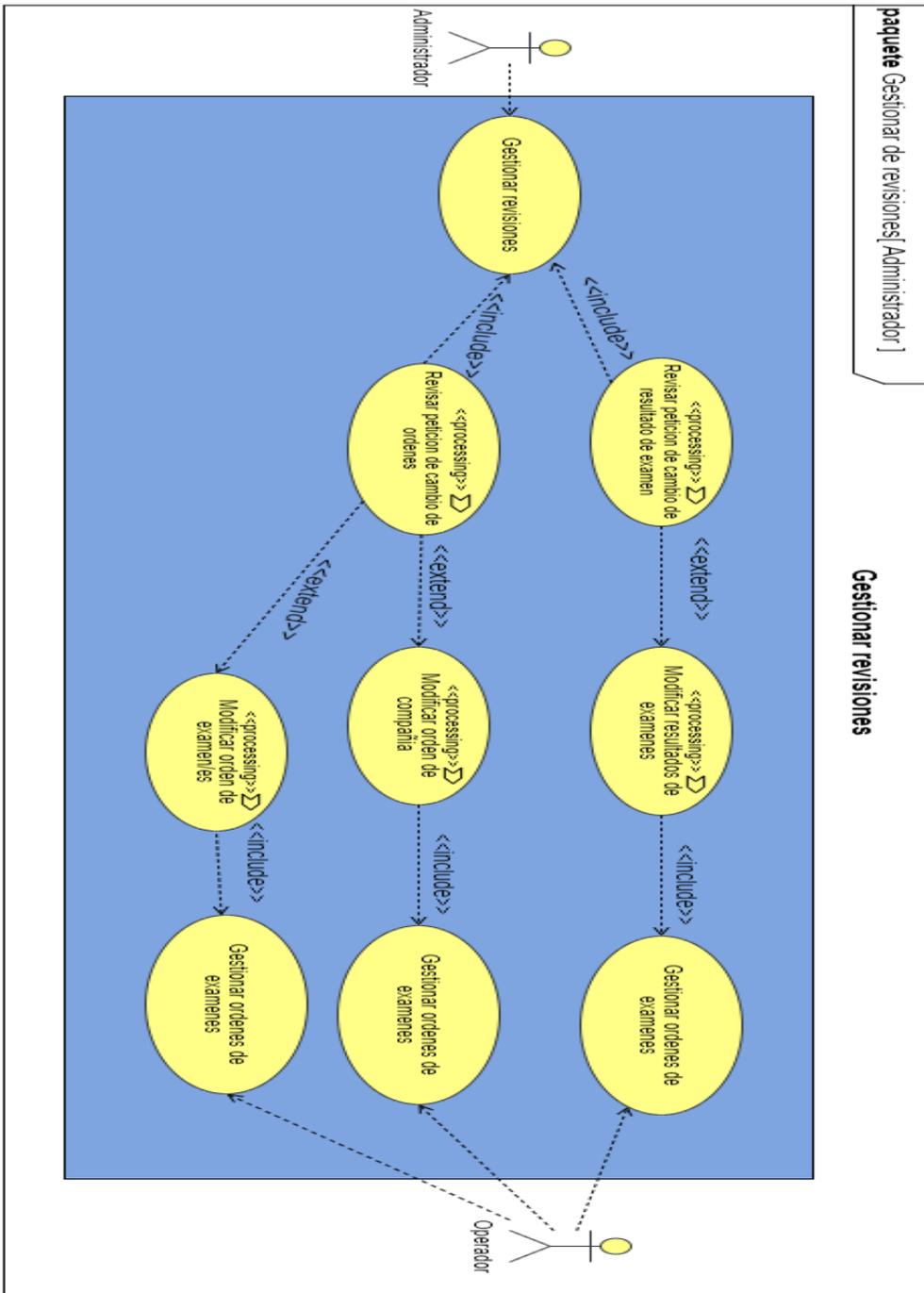
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar catálogos de exámenes



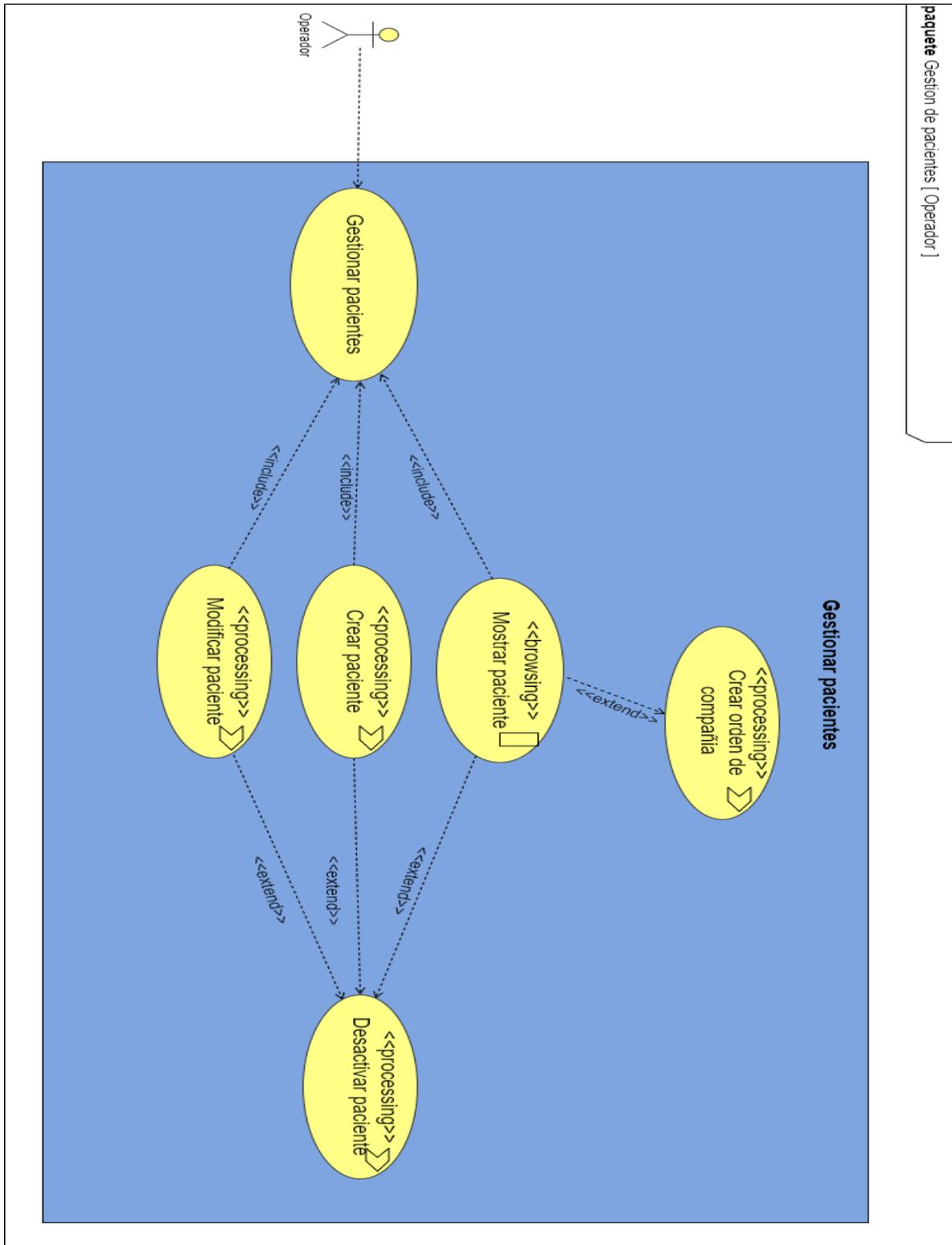
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42 - Diagrama de caso de uso del administrador gestionar de revisiones



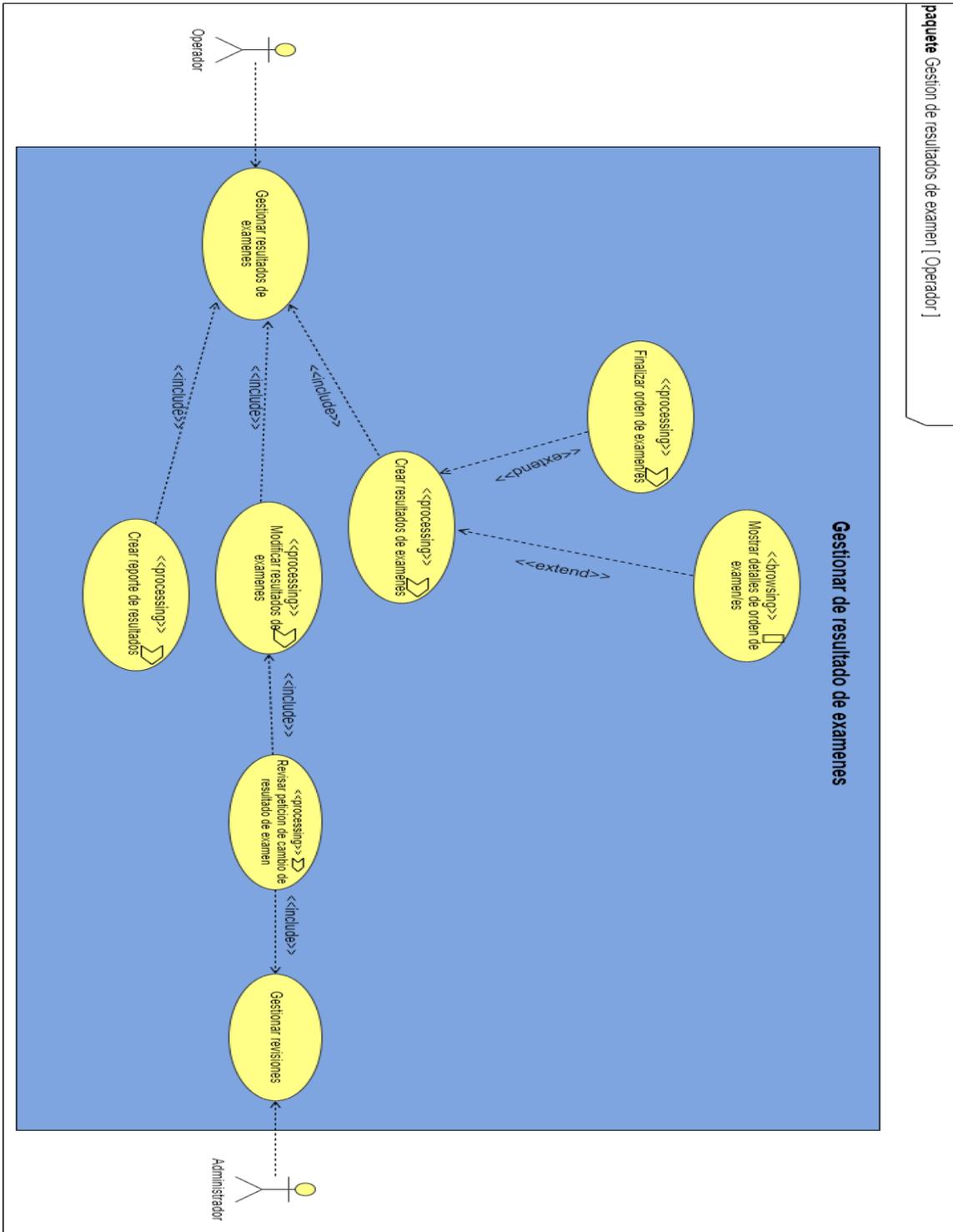
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43 - Diagrama de caso de uso del operador gestión de pacientes



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44 - Diagrama de caso de uso del operador gestión de resultados de exámenes



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Documentos de Confidencialidad y de aprobación de usuario final

Acuerdo de Confidencialidad (NDA)

Entre:

Laboratorio Clínico C.J. Finlay, con domicilio en Managua, de los semáforos de Multicentro las américas, 2 cuadras abajo, representado por Lic. Nathalya Reyes Orozco, en adelante referido como "El Negocio".

Brevetech, con domicilio en Managua, Pista el Mayoreo, de donde fue la ferretería 4, 4 cuadras al este, representado por Jerry Francisco Mejía Roa, en adelante referido como "El Desarrollador".

1. Propósito del Acuerdo

El propósito de este Acuerdo de Confidencialidad es proteger la información confidencial y económica proporcionada por El Negocio al Desarrollador durante la colaboración para la elaboración de un sistema de información que proporcionará al negocio una ventaja competitiva significativa.

2. Definición de Información Confidencial

Para los propósitos de este Acuerdo, "Información Confidencial" incluye, pero no se limita a:

- Información económica y presupuestaria del Negocio.
- Datos financieros, situación económica actual y proyecciones.

- Información sobre clientes, proveedores, estrategias de negocio y datos operativos.
 - Detalles técnicos y lógica del negocio.
 - Documentos, gráficos, informes y cualquier otra información compartida durante el desarrollo del sistema.
-

3. Obligaciones de Confidencialidad

Ambas partes acuerdan que la Información Confidencial:

- Será utilizada únicamente para los fines del desarrollo y mejora del sistema de información.
 - No será divulgada a terceros sin el consentimiento previo por escrito de la parte que proporciona la información.
 - Será manejada con el mismo grado de cuidado que se usa para proteger su propia información confidencial de naturaleza similar.
 - No será copiada, reproducida o almacenada en otros medios sin el consentimiento previo por escrito de la parte que proporciona la información.
-

4. Exclusiones de Información Confidencial

La obligación de confidencialidad no se aplicará a la información que:

- Ya era conocida por la parte receptora antes de su divulgación por la parte divulgadora.
- Sea de dominio público en el momento de su divulgación o pase a ser de dominio público sin que medie incumplimiento del presente acuerdo.
- Sea divulgada a la parte receptora por un tercero que tenga derecho a hacerlo.

- Debiera ser divulgada en cumplimiento de una obligación legal o por orden de una autoridad competente, siempre que, en tal caso, se notifique inmediatamente a la parte divulgadora para que pueda tomar las medidas oportunas para evitar o limitar dicha divulgación.
-

5. Permisos y Uso de Información

El Negocio autoriza al Desarrollador a:

- Utilizar la Información Confidencial exclusivamente para la elaboración y mejora del sistema de información.
 - Reusar la lógica del negocio compartida para el desarrollo de futuras soluciones de software, siempre que no se divulgue ninguna Información Confidencial específica del Negocio sin su consentimiento.
-

6. Duración

Este acuerdo entrará en vigor en la fecha de su firma y permanecerá en vigor hasta que:

- La Información Confidencial se convierta en dominio público sin que medie incumplimiento de este acuerdo.
 - Ambas partes acuerden por escrito su terminación.
-

7. Relación entre las Partes

Este acuerdo no constituye, ni se interpretará como constitutivo, una sociedad, agencia, franquicia o relación de empleo entre las partes. Ambas partes actúan como contratistas independientes.

8. Consecuencias del Incumplimiento

En caso de incumplimiento de este acuerdo por cualquiera de las partes, la parte afectada tendrá derecho a:

- Reclamar los daños y perjuicios que se deriven de dicho incumplimiento.
 - Solicitar medidas cautelares o cualquier otro remedio disponible bajo la ley aplicable.
-

9. Ley Aplicable y Jurisdicción

Este acuerdo se regirá e interpretará de acuerdo con las leyes de Nicaragua. Cualquier disputa que surja en relación con este acuerdo será sometida a la jurisdicción exclusiva de los tribunales de Managua, Nicaragua.

10. Firmas

Laboratorio Clínico C.J. Finlay

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Brevetech

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Este documento de confidencialidad asegura la protección de la información sensible compartida entre El Negocio y El Desarrollador, fomentando una colaboración segura y beneficiosa para ambas partes.

Fecha de Aprobación: 25 de mayo de 2022

Ubicación: Managua, Nicaragua

Documento de Aceptación del Software Desarrollado

Laboratorio Clínico C.J. Finlay

1. Introducción

Este documento certifica que el software desarrollado para la gestión de exámenes del Laboratorio Clínico C.J. Finlay ha sido validado y aceptado por el usuario final. La validación se basó en el análisis de requerimientos y la evaluación del proyecto desarrollado, con un enfoque particular en la reducción del tiempo operacional para la digitación de registros de resultados de examen.

2. Objetivo del Software

El objetivo principal del software es automatizar y optimizar la gestión de exámenes clínicos, reduciendo el tiempo de digitación de resultados y mejorando la eficiencia operativa del laboratorio.

3. Validación con el Usuario Final

El proceso de validación incluyó las siguientes actividades:

- Revisión de los requerimientos funcionales y no funcionales.
- Pruebas de usuario final para asegurar que el sistema cumple con las expectativas y necesidades del usuario.
- Evaluación del impacto del software en la reducción del tiempo operacional para la digitación de resultados.

4. Resultados de la Validación

Requerimientos Validados:

1. Funcionalidades del Sistema:

- Registro y gestión de pacientes.
- Digitación y almacenamiento de resultados de exámenes.
- Generación de reportes.
- Control de acceso y seguridad de datos.

2. Impacto en el Tiempo Operacional:

- Tiempo Actual de Digitación: 30 minutos por registro.
- Tiempo Post-Implementación: 10 minutos por registro.
- Reducción del Tiempo: 66.67%.

5. Conclusión de la Evaluación

El software desarrollado cumple con todos los requerimientos establecidos y ha demostrado, a través de pruebas exhaustivas, que puede reducir el tiempo operacional para la digitación de resultados de exámenes en más del 50%. Esta reducción mejora significativamente la eficiencia operativa del laboratorio.

6. Aceptación del Software

En vista de los resultados positivos obtenidos durante el proceso de validación, el Laboratorio Clínico C.J. Finlay acepta el software desarrollado. Este software está autorizado para su implementación en el entorno de producción.

7. Firmas de Aceptación

Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Nathalya Reyes	Gerente Operativa	_____	15/06/2024
Lic. Ligia Orozco	Gerente general	_____	15/06/2024

8. Aprobación del Proyecto

El software ha sido aprobado para su despliegue e implementación en el Laboratorio Clínico C.J. Finlay. El equipo de desarrollo procederá con la instalación y configuración final del sistema.

Este documento confirma la aceptación y aprobación del software desarrollado para la gestión de exámenes del Laboratorio Clínico C.J. Finlay, validando que cumple con los requerimientos y expectativas del usuario final y que reducirá significativamente el tiempo operacional de digitación.

Fecha de Aprobación: 15 de junio de 2024

Ubicación: Managua, Nicaragua

Anexo 10. Tablas de puntos de función

Tabla 50 - Archivos lógicos internos

Archivos lógicos internos	
tabla auth_user_user_permissions	media
tabla auth_permission	baja
tabla auth_group_permissions	media
tabla auth_user_groups	baja
tabla auth_user	baja
tabla auth_group	baja
tabla django_content_type	media
tabla django_admin_log	baja
tabla django_migrations	media
tabla django_session	baja
tabla breve_otp_otpchallenge	media
tabla company_companymodel	baja
tabla catalogs_fieldnormalvaluesmodel	alta
tabla catalogs_examcatalogmodel	media
tabla catalogs_examcatalogfieldmodel	alta
tabla catalogs_referencefieldmodel	alta
tabla catalogs_profilecatalogmodel_exams	baja
tabla catalogs_examcatalogautomationparamsmodel	media
tabla catalogs_referencefieldparamsmodel	media
tabla catalogs_examcatalogcomponentsmodel	baja
tabla catalogs_examcomponentscatalogmodel	alta
tabla catalogs_profilecatalogmodel	baja
tabla patients_patientmodel	media
tabla patients_privatepatientmodel	baja
tabla patients_companypatientmodel	media
tabla results_examresultfieldmodel	alta
tabla results_examresultmodel	alta
tabla employee_employeemodel	baja
tabla orders_orderdetailmodel	alta
tabla orders_orderprivatepatientmodel	media
tabla orders_ordercompanyordermodel	media
tabla orders_companyordermodel	baja
tabla orders_ordermodel	baja
tabla reviews_examresultreviewmodel	baja
tabla reviews_ordersreviewmodel	alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 - Archivos lógicos externos

Archivos lógicos externos	
reporte de resultados de exámenes	alta
correo electrónico con otp	alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52 - Entradas externas

Entradas externas	
nuevo paciente	media
nuevo catálogo de examen (campo, examen y perfil)	alta
nueva compañía	baja
nueva orden de paciente	media
nueva orden de compañía	media
nuevo empleado	alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53 - Salidas externas

Salidas externas	
dashboard	alta
ordenes	media
resultado de examen	baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 - Consultas externas

Consultas externas	
ver empleados	baja
ver compañía	baja
ver pacientes	media
ver catálogo de exámenes (campo, examen y perfil)	alta

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Tabla de Conversión de UFP a SLOC

Tabla 55 - Conversión UPF a SLOC

Lenguaje	SLOC
Ensamblador	320
C	128
C++	29
Fortran	105
Pascal	91
Prolog	64
POO	32
5ta Gen	4
4ta Gen	20
3ra Gen	80
2da Gen	107
1ra Gen	320
Visual C++	34
Hojas de calculo	6

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de Conversión UPF a SLOC (Boehm, 1981)

Anexo 12. Factores de escala o SFi

Los factores de escala:

- PREC: Presidencia
- FLEX: Flexibilidad del proceso de desarrollo
- RESL: Arquitectura y resolución de los riesgos
- TEAM: Cohesión del equipo
- PMAT: Madurez del proceso

Tabla 56 - Factores de escala

Atributo	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra
PREC	6.2	4.96	3.72	2.48	1.24	0
FLEX	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0
RESL	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0
TEAM	5.48	4.38	3.29	2.19	1.1	0
PMAT	7.8	6.24	4.68	3.12	1.56	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 - valores asignados a los factores de escala

PREC	2.48
FLEX	2.03
RESL	1.41
TEAM	3.29
PMAT	3.12

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Factores de esfuerzo

- RELY: Seguridad requerida
- DATA: Tamaño de base de datos
- DOCU: Documentación adaptada al ciclo de vida
- CPLX: Complejidad
- RUSE: Reutilización requerida
- TIME: Tiempo de ejecución requerido
- STOR: Almacenamiento principal requerido
- PVOL: Volatilidad de la plataforma
- ACAP: Capacidad del analista
- AEXP: Experiencia del analista
- PCAP: Capacidad del programador
- PEXP: Experiencia en la plataforma de sistema operativo
- LTEX: Experiencia en lenguaje y herramienta
- PCON: Continuidad del personal
- TOOL: Uso de herramientas de software
- SITE: Desarrollo multitarea
- SCED: Esquema de desarrollo programado

Tabla 58 - Factor de producto

Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
RELY	0.75	0.88	1	1.15	1.39	1
DATA	-	0.93	1	1.09	1.19	-
CPLX	0.75	0.88	1	1.15	1.3	1.66
RUSE	1	0.91	1	1.14	1.29	1.49
DOCU	0.89	0.95	1	1.06	1.13	-

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de factores de esfuerzo de (Boehm, 1981)

Tabla 59 - Factor de plataforma

Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
TIME	1	1	1	1.11	1.31	1.67
STOR	1	1	1	1.06	1.21	1.57
PVOL	-	0.87	1	1.15	1.3	-

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de factores de esfuerzo de (Boehm, 1981)

Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
ACAP	1.5	1.22	1	0.83	0.67	1
PCAP	1.37	1.16	1	0.87	0.74	1
PCON	1.24	1.1	1	0.92	0.84	1
AEXP	1.22	1.1	1	0.89	0.81	1
PEXP	1.25	1.12	1	0.88	0.81	1
LTEX	1.22	1.1	1	0.9	0.84	1

Tabla 60 - Factor de personal

Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
ACAP	1.5	1.22	1	0.83	0.67	1
PCAP	1.37	1.16	1	0.87	0.74	1
PCON	1.24	1.1	1	0.92	0.84	1
AEXP	1.22	1.1	1	0.89	0.81	1
PEXP	1.25	1.12	1	0.88	0.81	1
LTEX	1.22	1.1	1	0.9	0.84	1

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de factores de esfuerzo de (Boehm, 1981)

Tabla 61 - Factor de proyecto

Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
TOOL	1.24	1.12	1	0.86	0.72	1
SITE	1.25	1.1	1	0.92	0.84	0.78
SCED	1.29	1.1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de factores de esfuerzo de (Boehm, 1981)

Tabla 62 – Valor asignado al factor de producto

Producto	
RELY	1
DATA	1
DOCU	1
CPLX	1
RUSE	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63 - Valor asignado al factor de plataforma

Plataforma	
TIME	1
STOR	1.21
PVLO	0.87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64 - Valor asignado al factor de personal

Personal	
ACAP	0.67
AEXP	1.22
PCAP	0.87
PEXP	0.88
LTEX	0.91
PCON	1.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 - Valor asignado al factor de proyecto

Proyecto	
TOOL	1
SITE	1
SCED	1.1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Distribución de esfuerzo por etapa

Tabla 66 - Distribución del esfuerzo

Distribución del esfuerzo según		Tamaño									
		2 KDLOC		8 KDLOC		32 KDLOC		128 KDLOC		512 KDLOC	
Modo	Fase										
Orgánico	Estudio preliminar		6		6		6		6		
	análisis	16		16		16		16			
	diseño y desarrollo	68		65		62		59			
	prueba e implementación	16									
Semiacoplado	Estudio preliminar		7		7		7		7		7
	análisis	17		17		17		17		17	
	diseño y desarrollo	64		61		58		55		52	
	prueba e implementación	19		22		25		28		31	
Empotrado	Estudio preliminar		8		8		8		8		8
	análisis	18		18		18		18		18	
	diseño y desarrollo	60		57		54		51		48	
	prueba e implementación	22		25		28		31		34	

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de: Distribución del Esfuerzo y Cronograma en las distintas fases (Boehm, 1981)

Tabla 67 - Distribución del cronograma

Distribución del cronograma según		Tamaño									
		2 KDLOC		8 KDLOC		32 KDLOC		128 KDLOC		512 KDLOC	
Modo	Fase										
Orgánico	Estudio preliminar		10		11		12		13		
	análisis	19		19		19		19			
	diseño y desarrollo	63		59		55		51			
	prueba e implementación	18		22		22		30			
Semiacoplado	Estudio preliminar		16		18		20		22		24
	análisis	24		25		26		27		28	
	diseño y desarrollo	56		52		48		44		40	
	prueba e implementación	20		23		26		29		32	
Empotrado	Estudio preliminar		24		28		32		36		40
	análisis	30		32		32		36		38	
	diseño y desarrollo	48		44		44		36		32	
	prueba e implementación	22		24		24		28		30	

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla de: Distribución del Esfuerzo y Cronograma en las distintas fases (Boehm, 1981)

Tabla 68 - Distribución del esfuerzo según las KDLC

Esfuerzo (%)	
Etapas	
estudio preliminar	7%
análisis	17%
diseño y desarrollo	61%
prueba e implementación	22%

Fuente: Elaboración propia

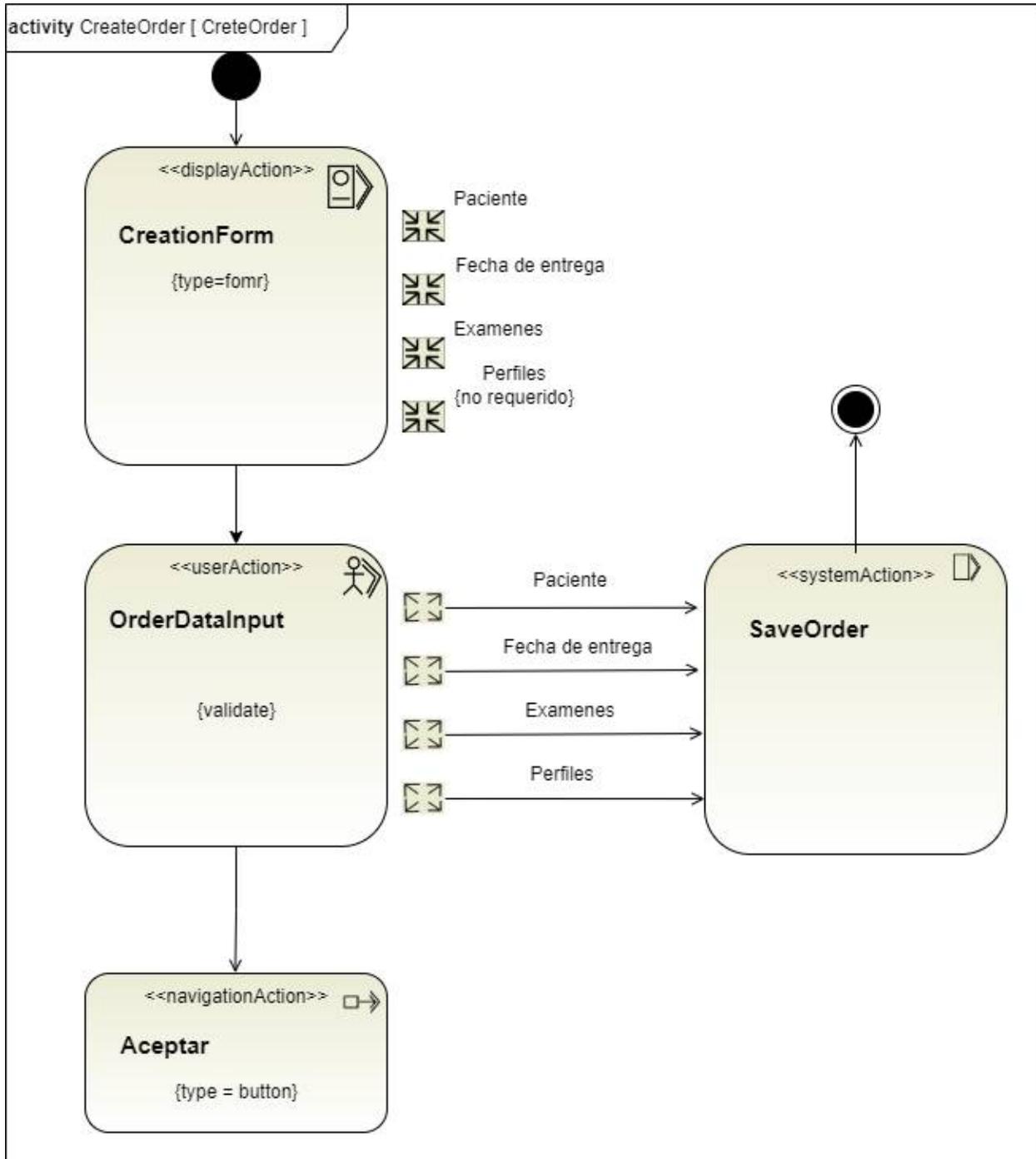
Tabla 69 - Distribución del cronograma según las KDLC

Tiempo de desarrollo (%)	
Etapas	
estudio preliminar	18%
análisis	25%
diseño y desarrollo	44%
prueba e implementación	23%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Diagramas de actividad

Ilustración 46 - Diagrama de actividad, creación de orden



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47 - Diagrama de actividad, creación de campo de examen

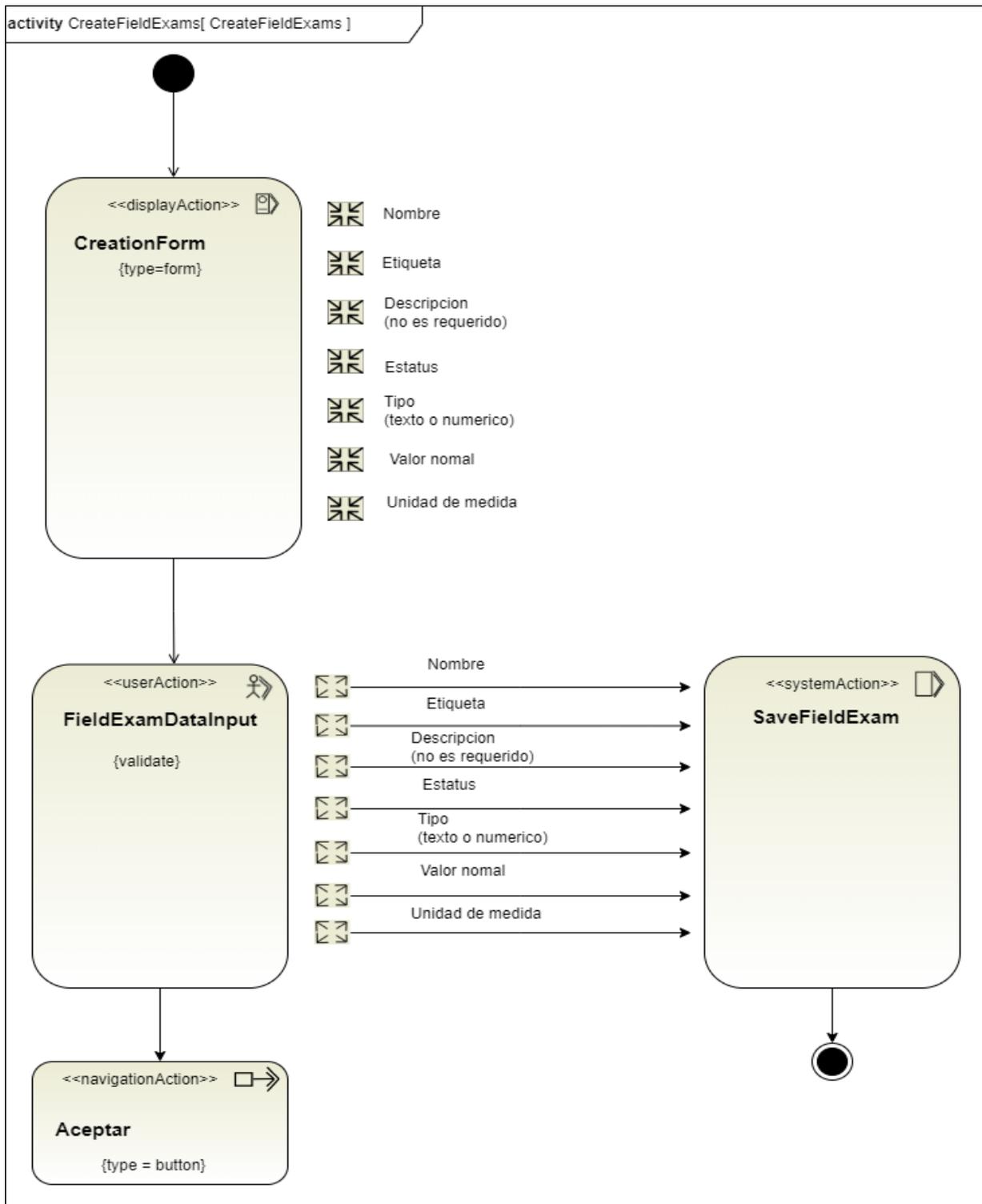
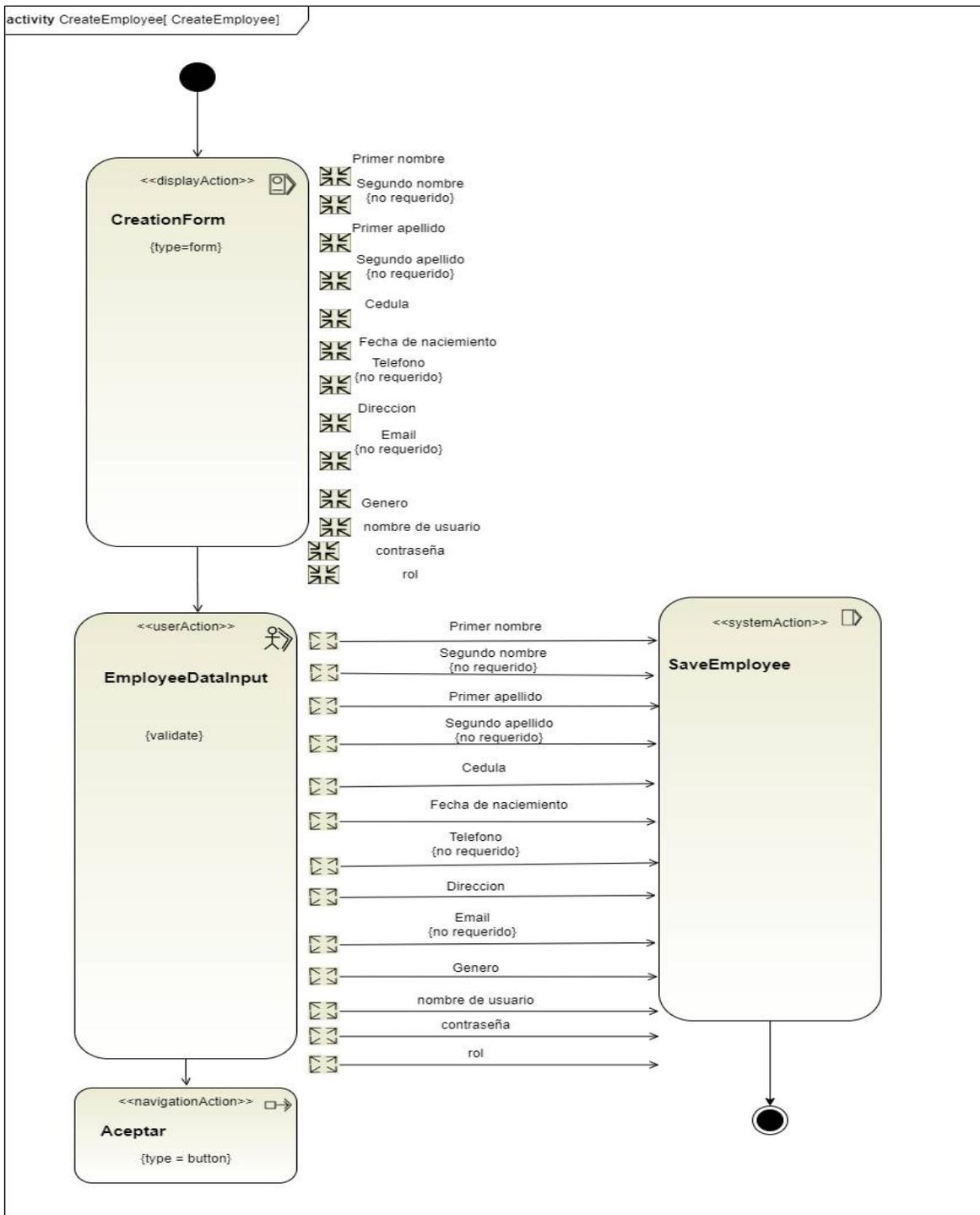
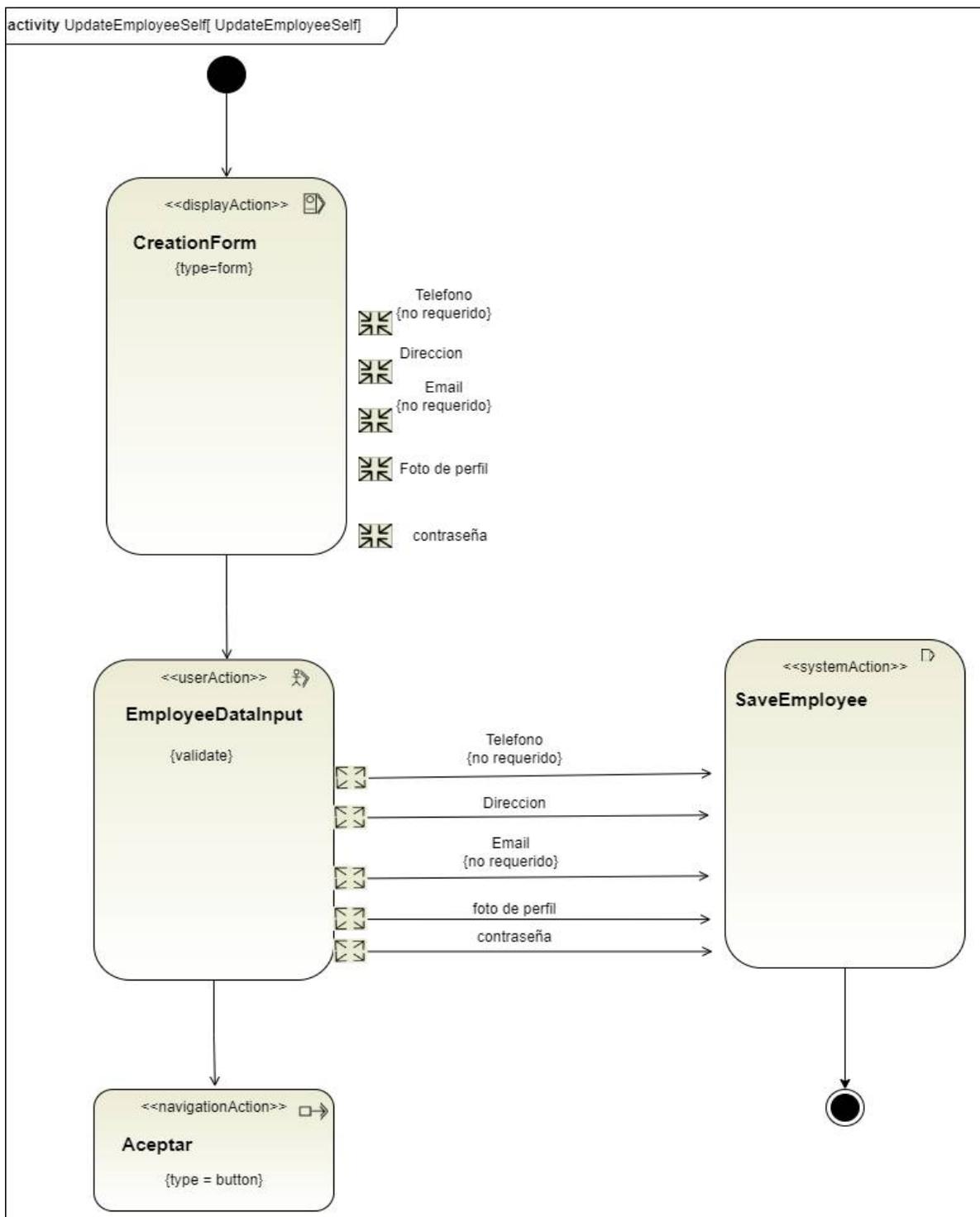


Ilustración 48 - Diagrama de actividad, creación de empleado



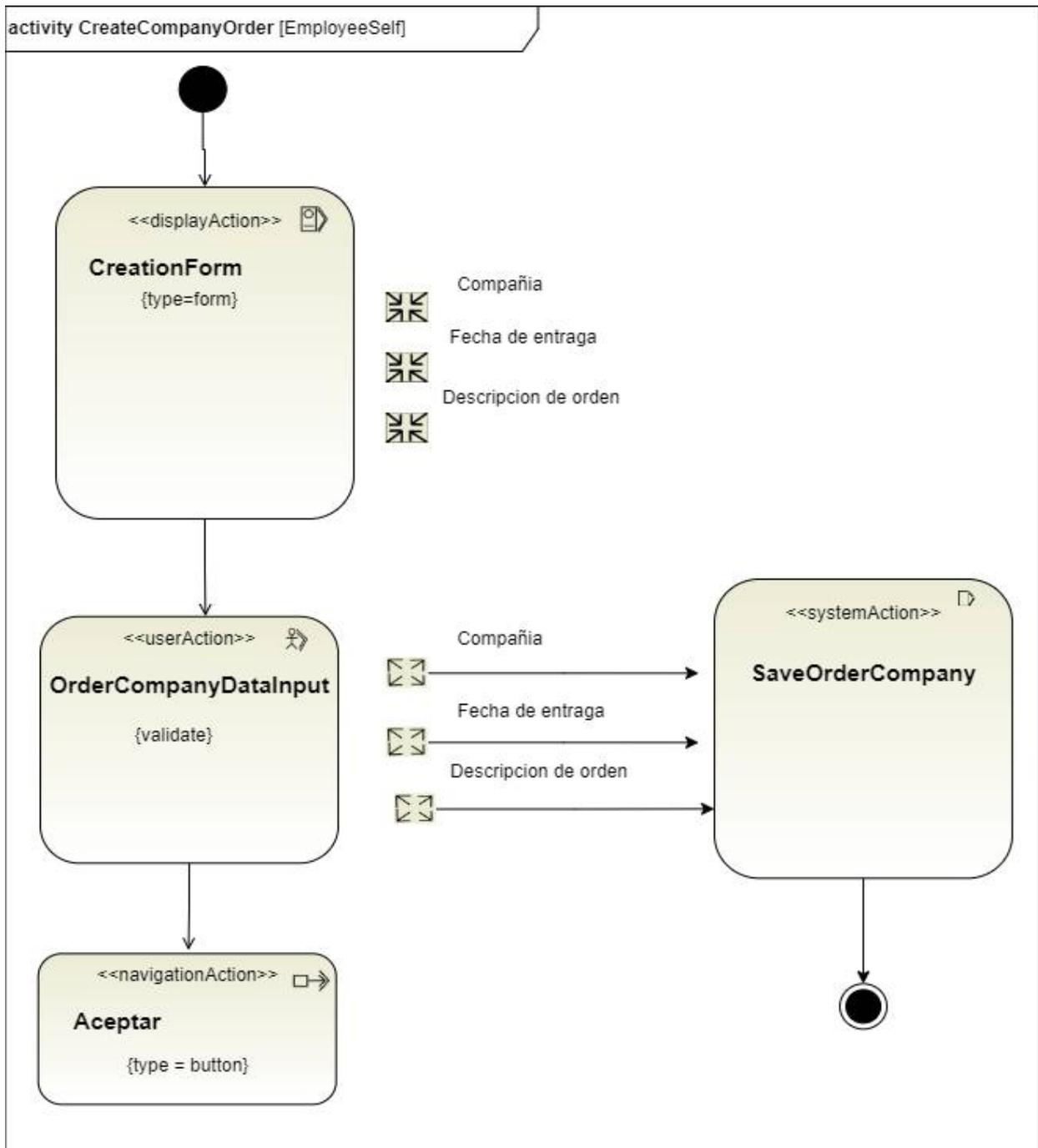
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49 - Diagrama de actividad, actualización de empleado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50 - Diagrama de actividad, creación de orden de compañía



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51 - Diagrama de actividad, actualización de orden

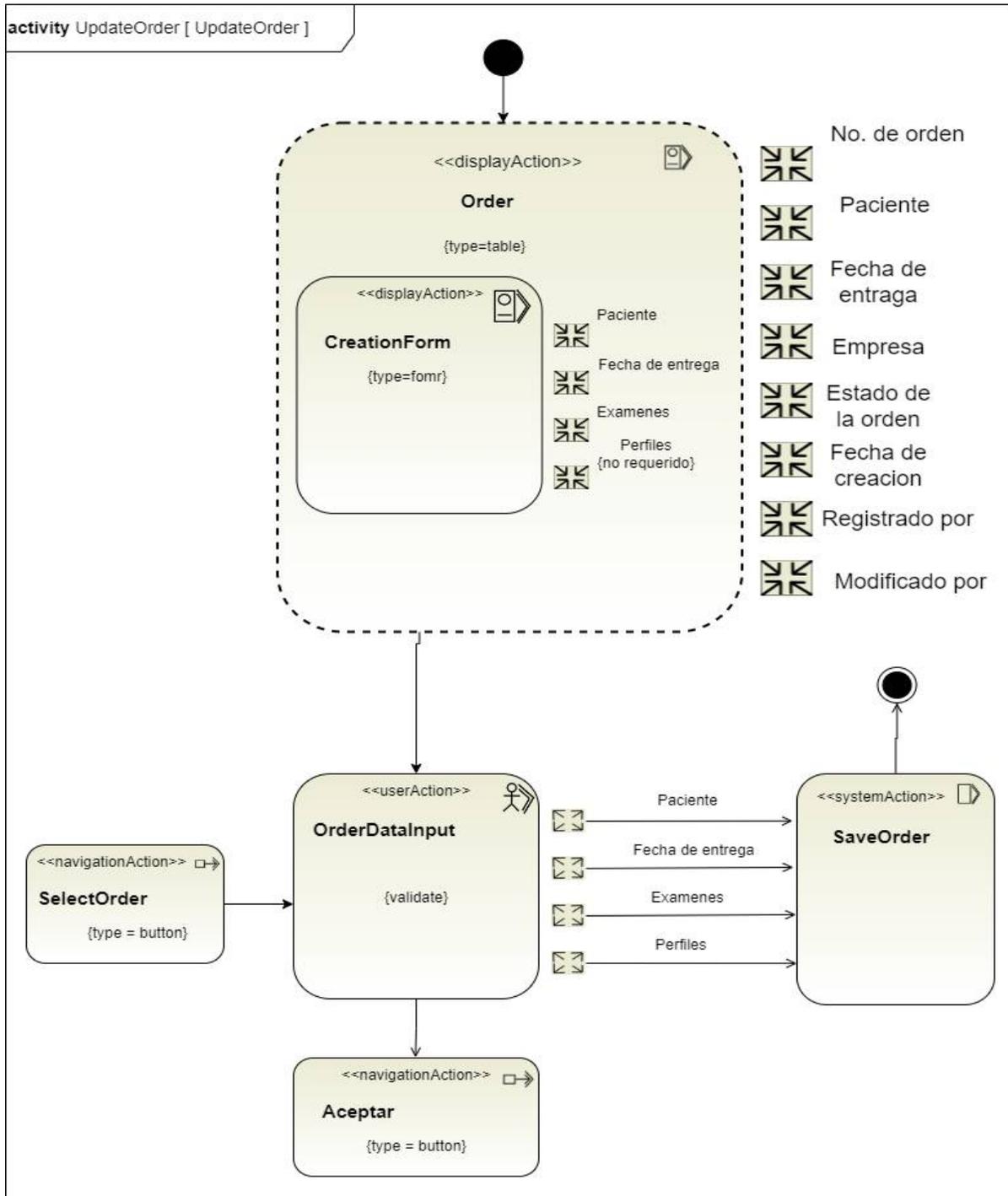
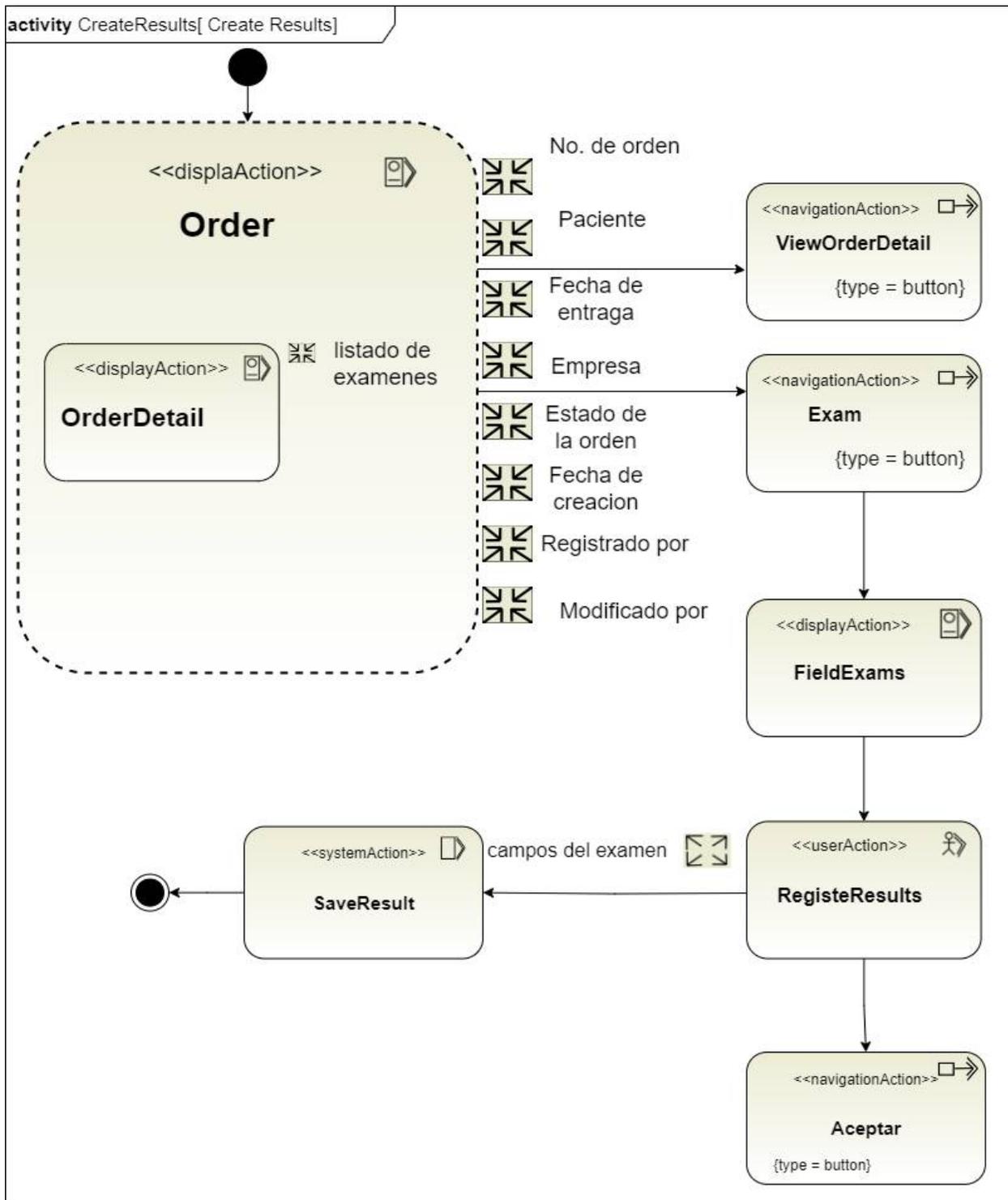
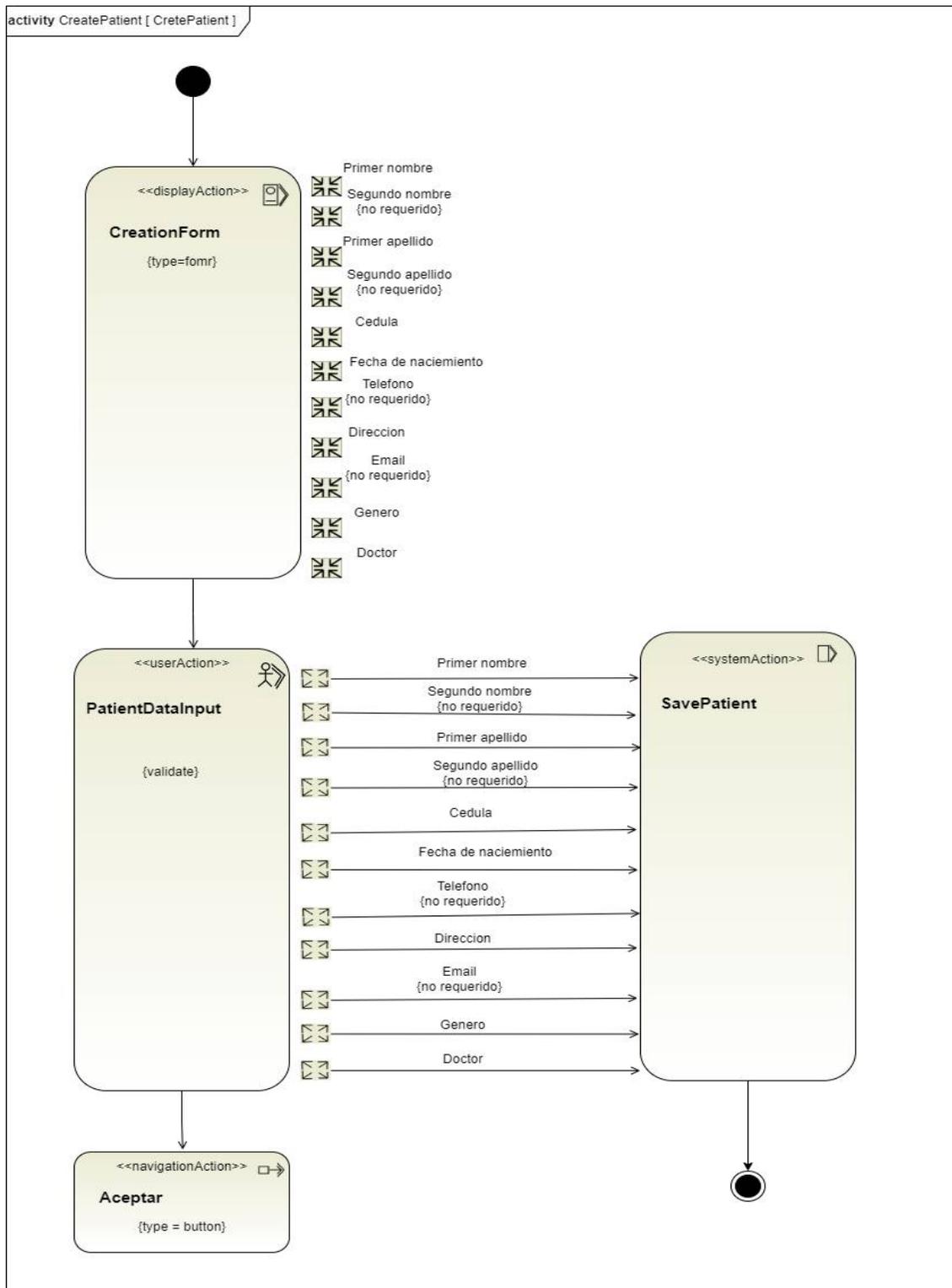


Ilustración 52 - Diagrama de actividad, creación de resultados



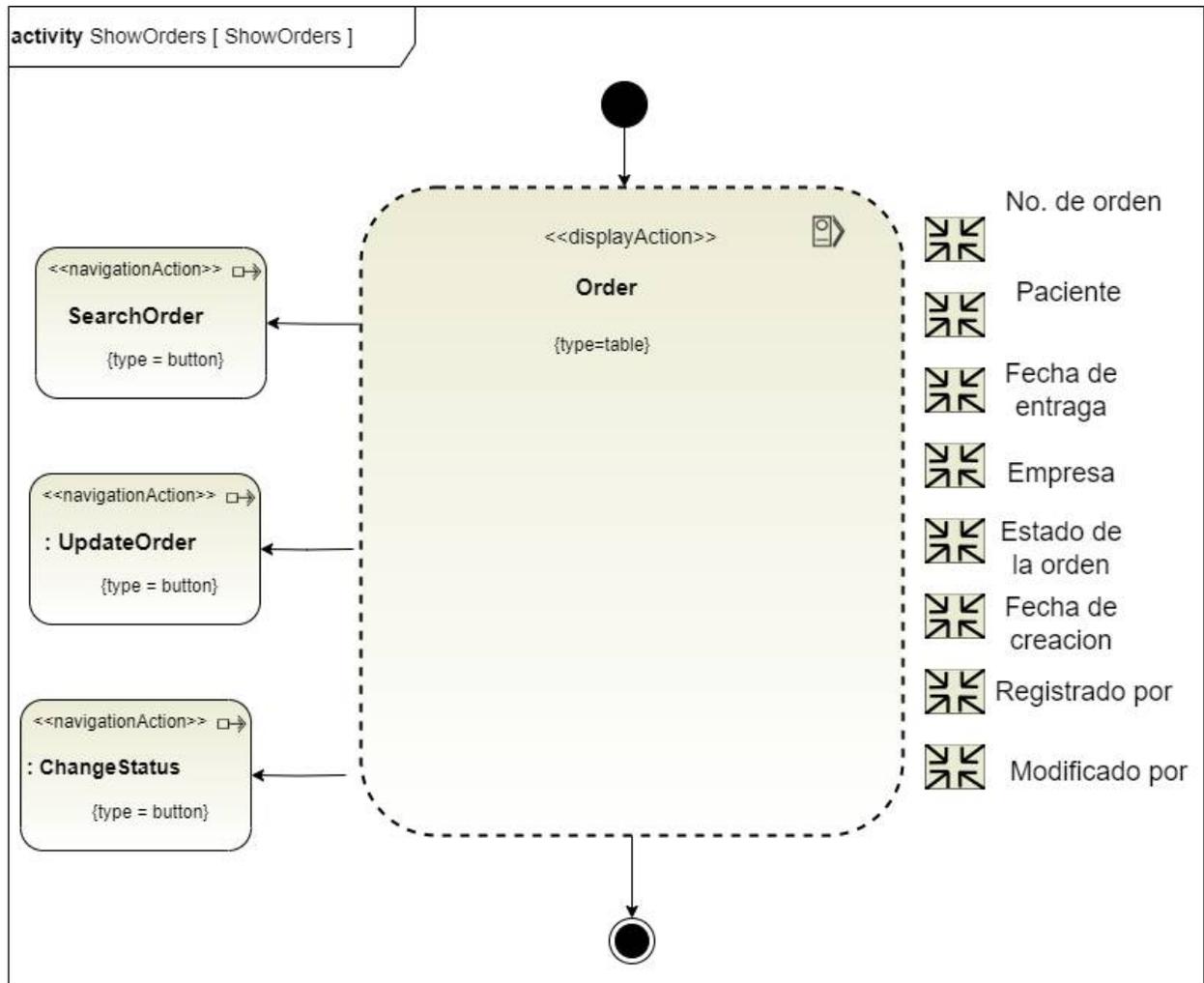
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53 - Diagrama de actividad, creación de pacientes



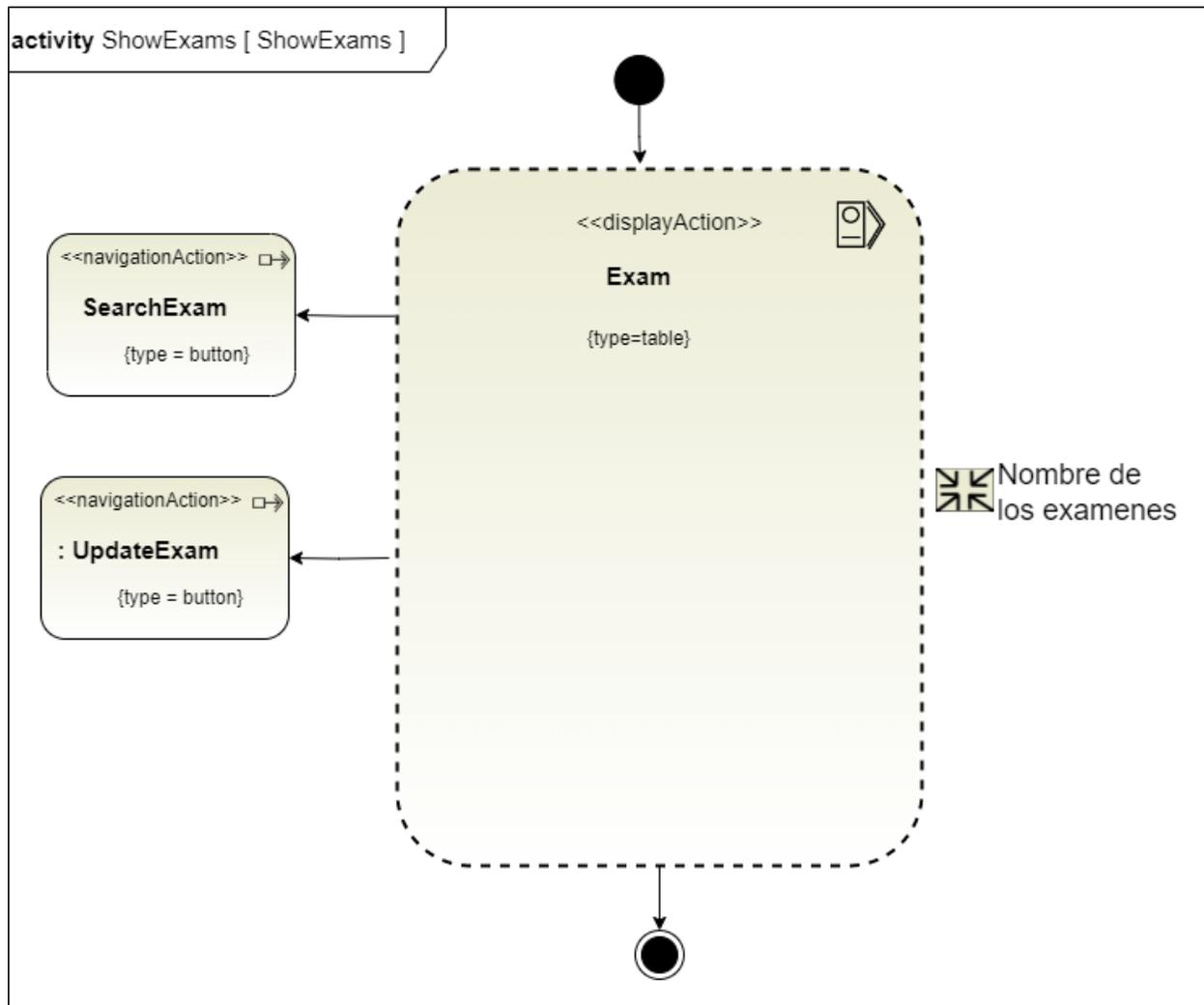
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 54 - Diagrama de actividad, mostrar ordenes



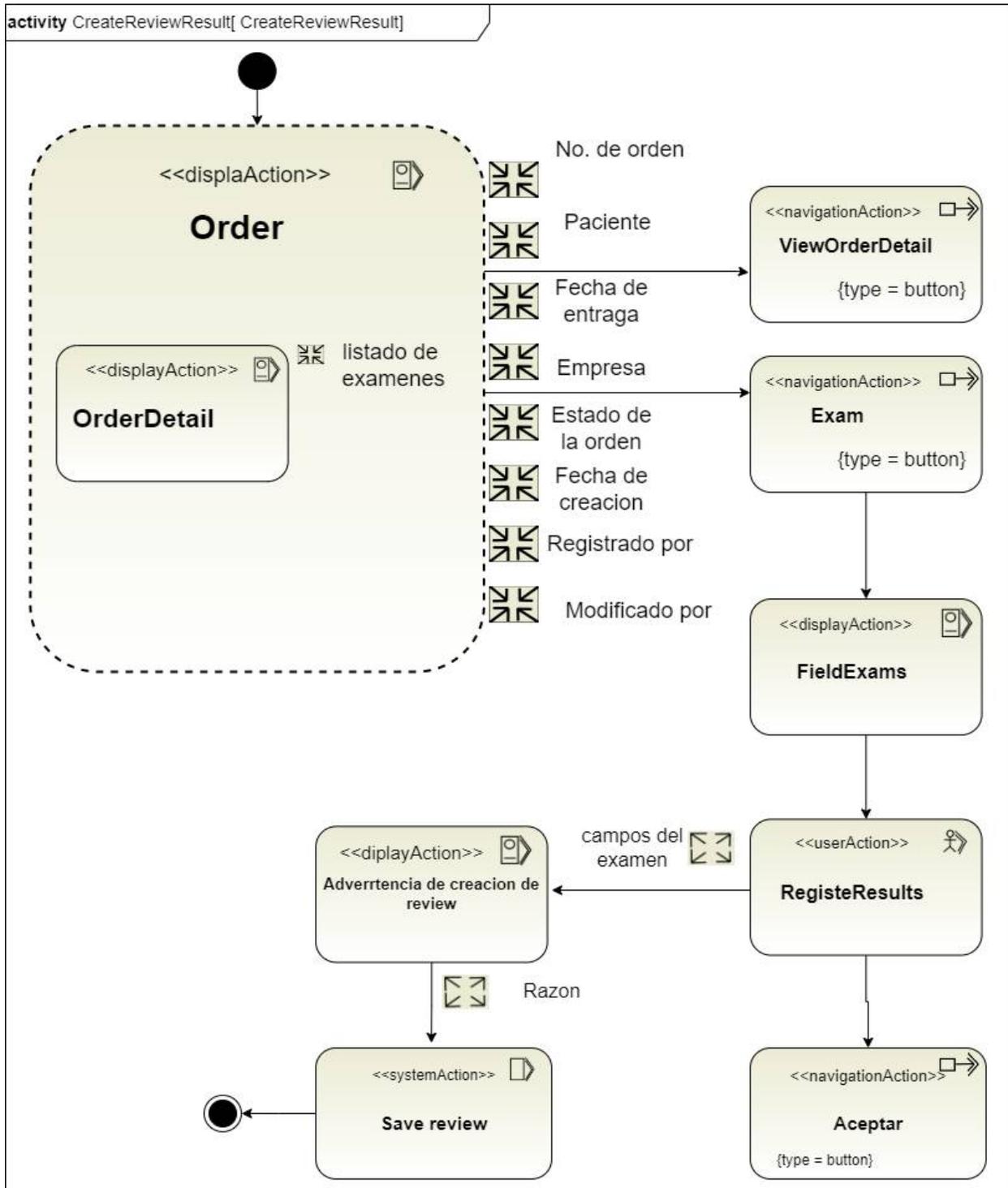
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55 - Diagrama de actividad, mostrar exámenes



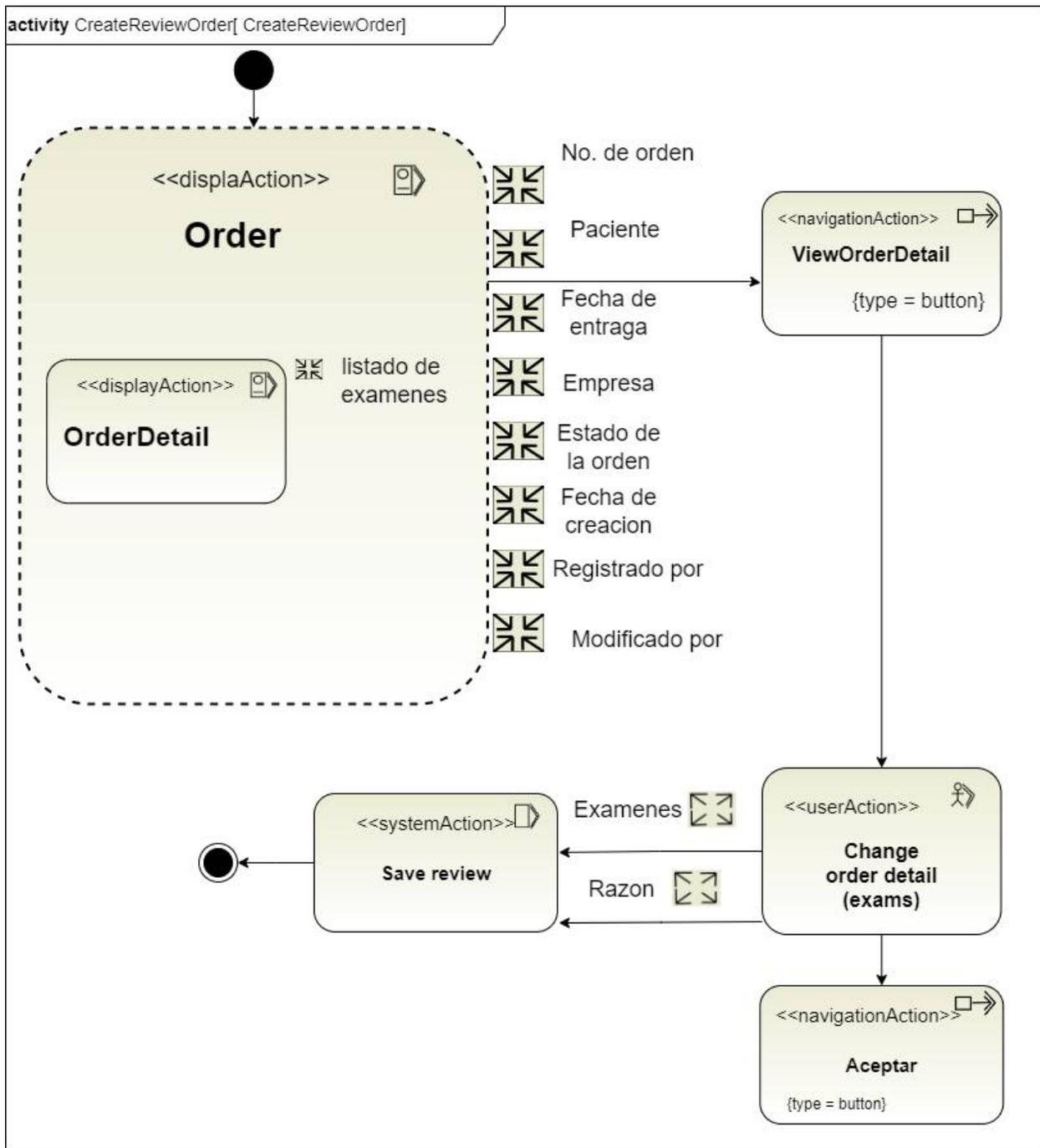
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 56- Diagrama de actividad, gestión de revisión de exámenes



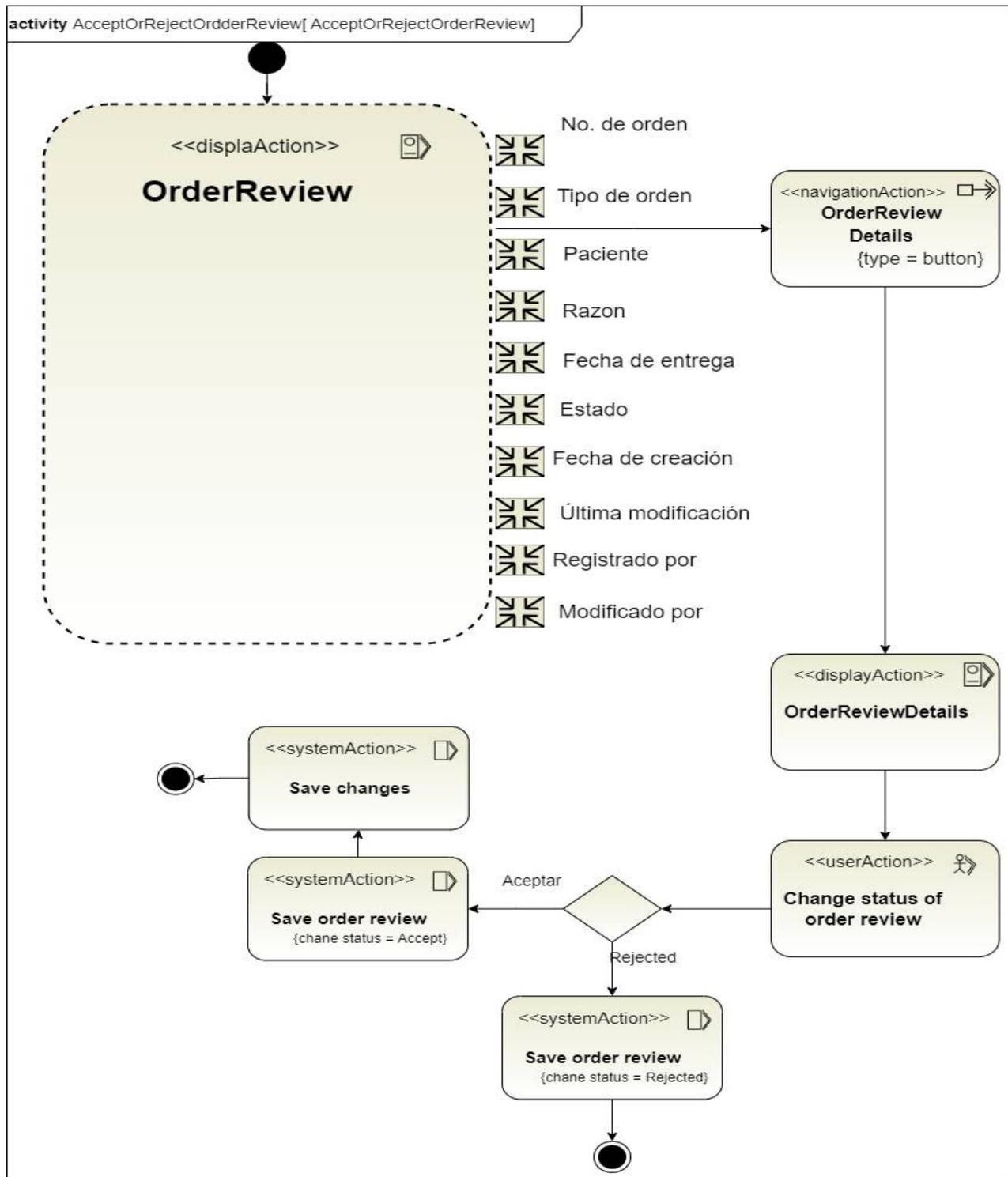
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 57 - Diagrama de actividad, creación de revisión de orden



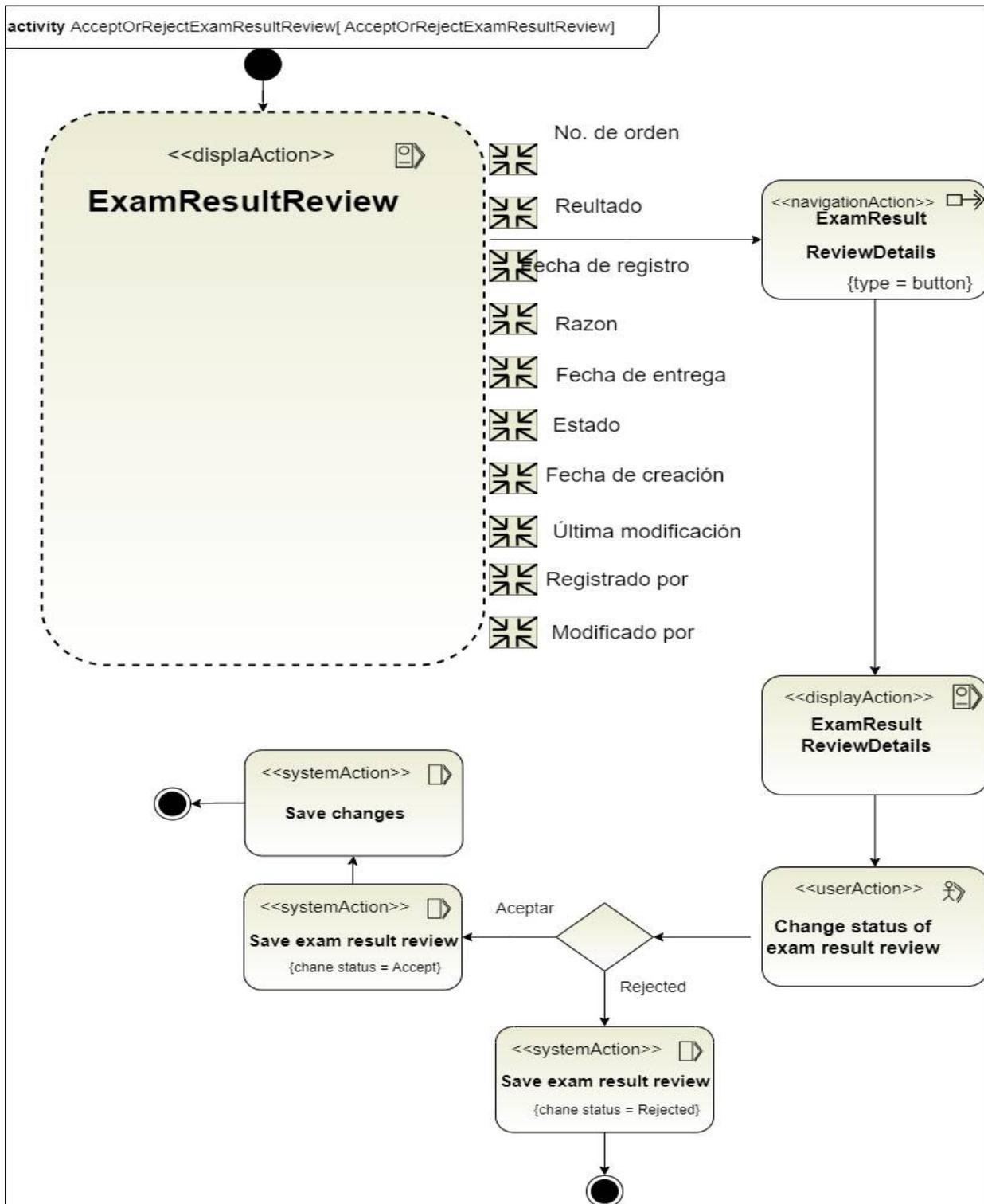
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 58 - Diagrama de actividad, Aprobar o rechazar revisión de orden



Fuente: Elaboración propia

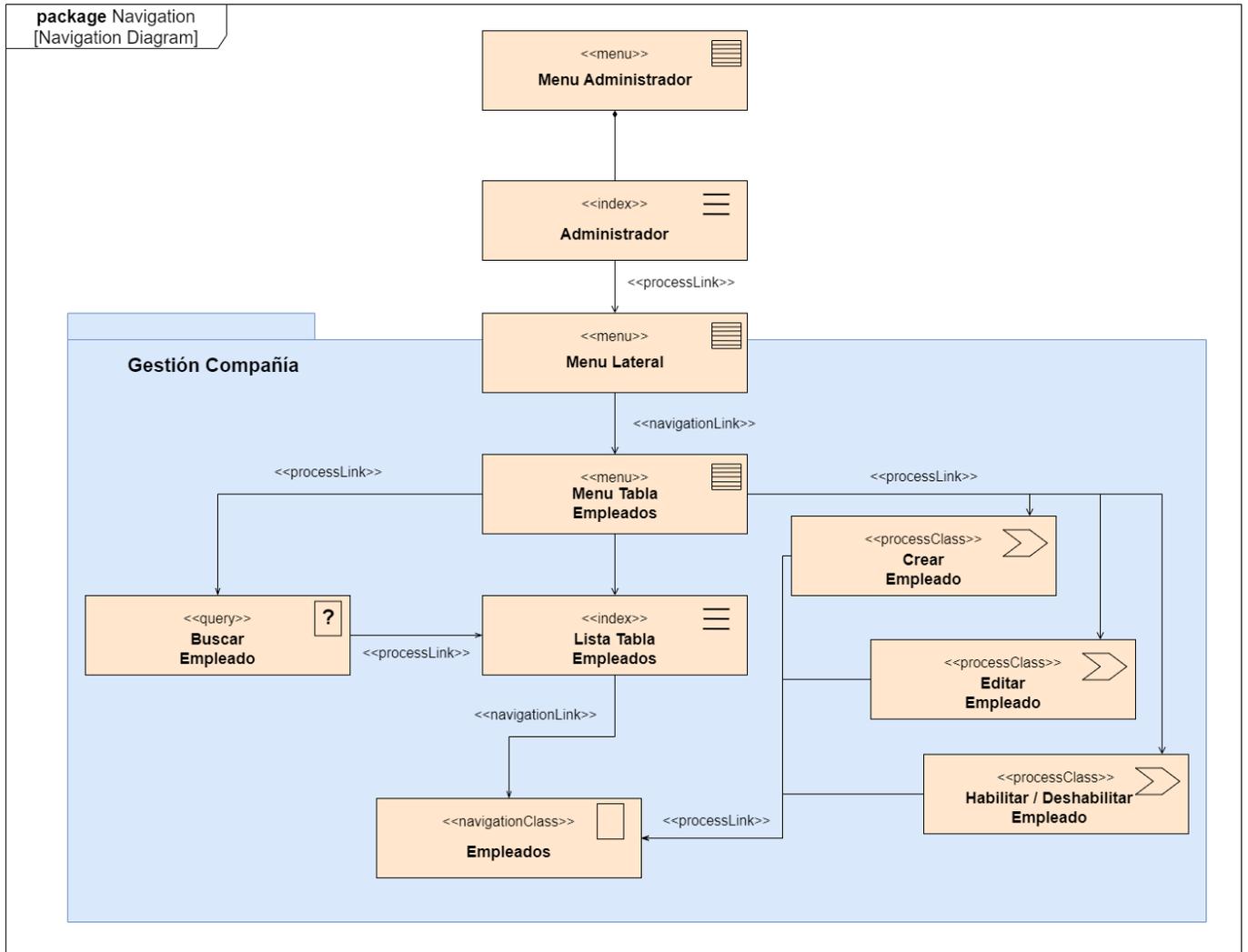
Ilustración 59 - Diagrama de actividad, Aprobar o rechazar revisión de resultado de examen



Fuente: Elaboración propia

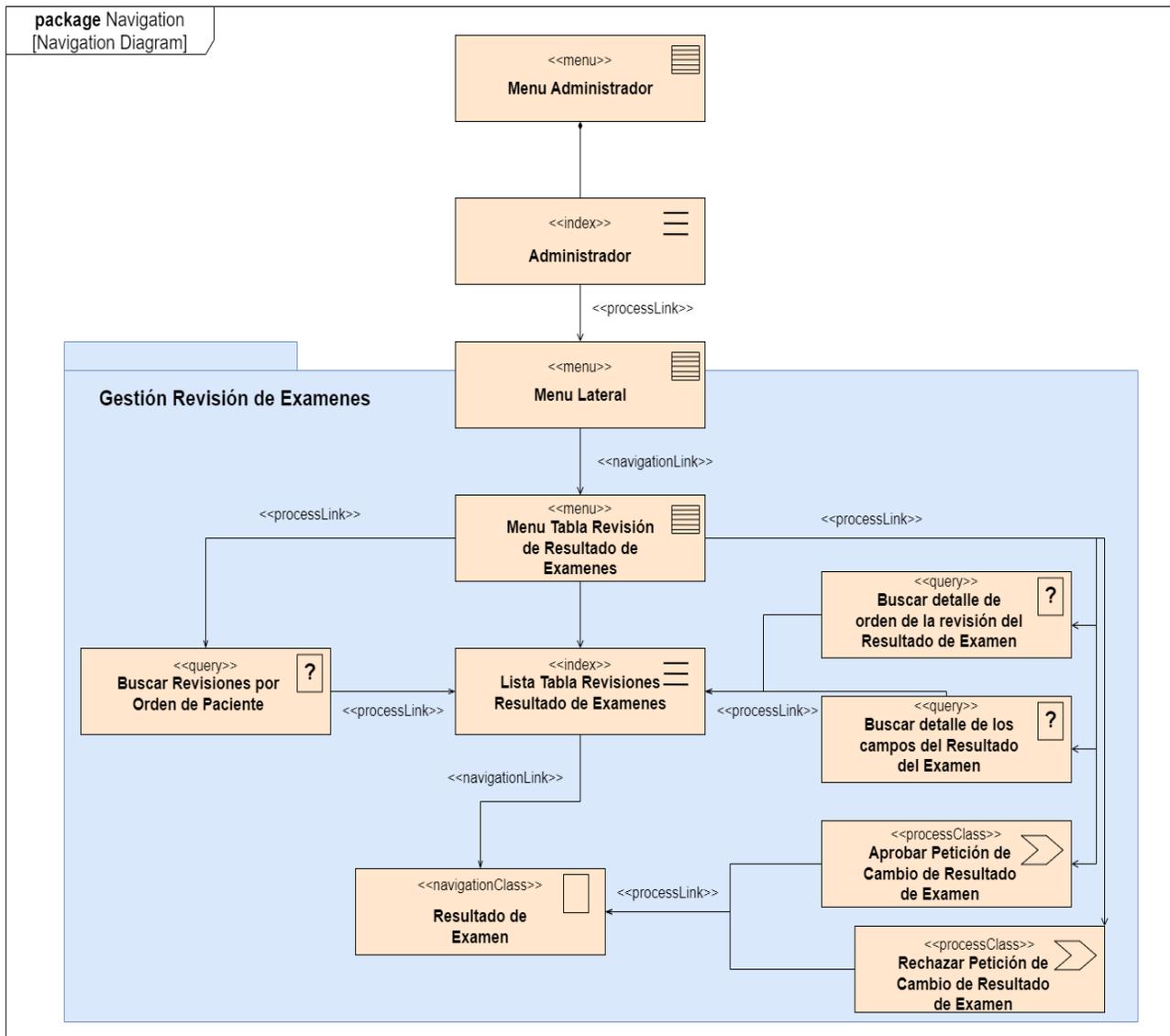
Anexo 16. Diagramas de navegación

Ilustración 60 - Diagrama de navegación, gestión de empleados



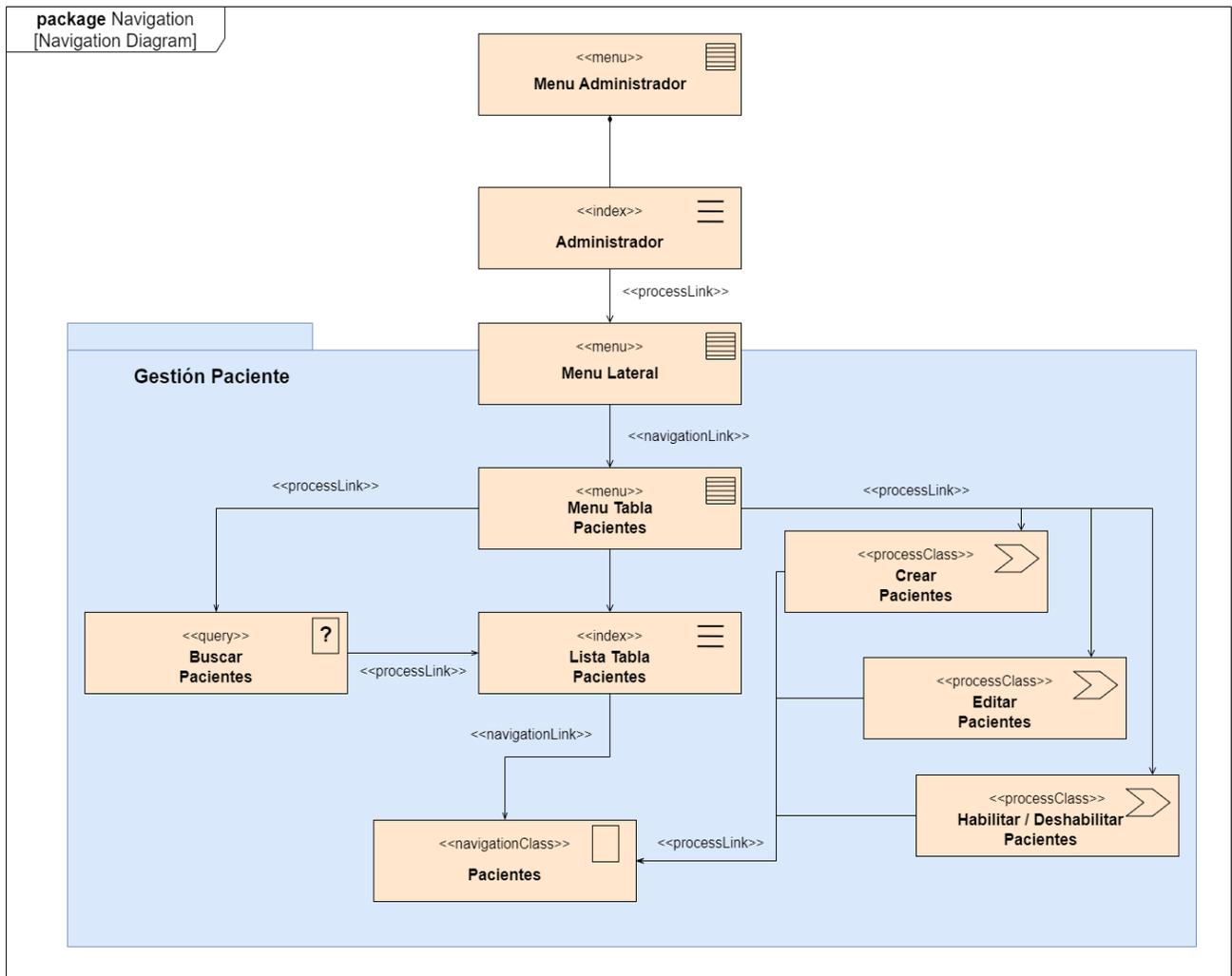
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 61 - Diagrama de navegación, gestión de revisiones de examen



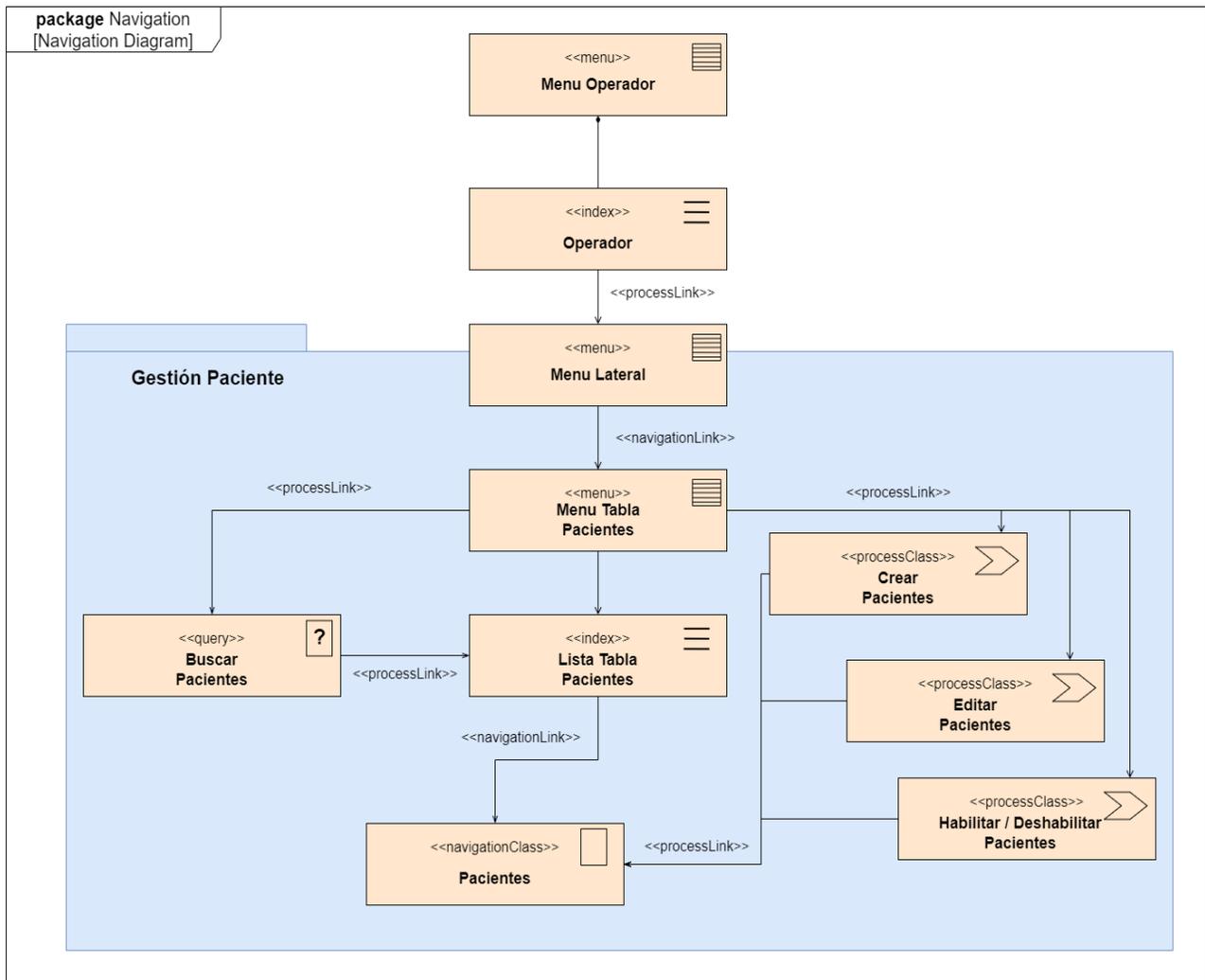
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 62 - Diagrama de navegación, Gestión Paciente (Administrador)



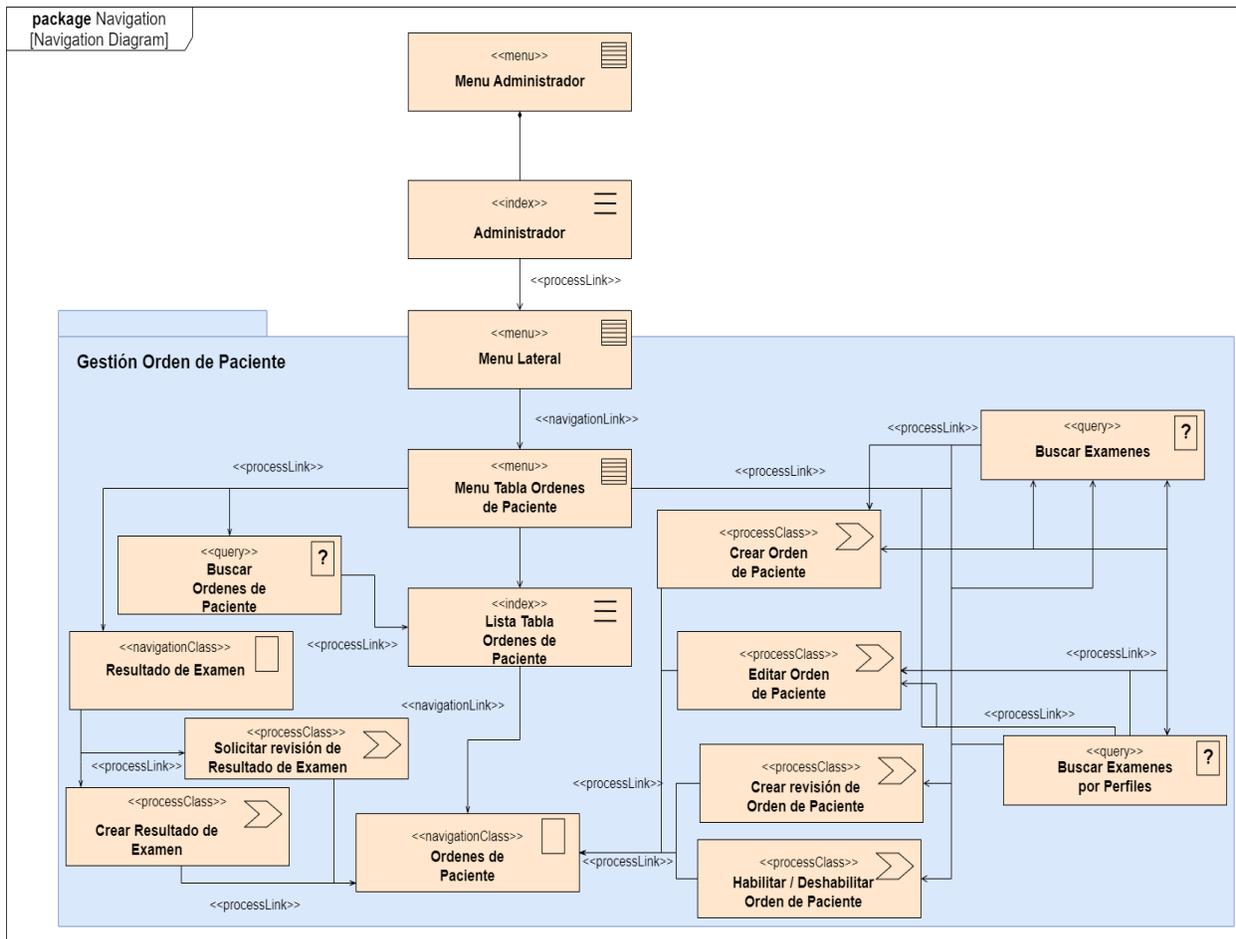
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 63 - Diagrama de navegación, Gestión de Pacientes (Operador)



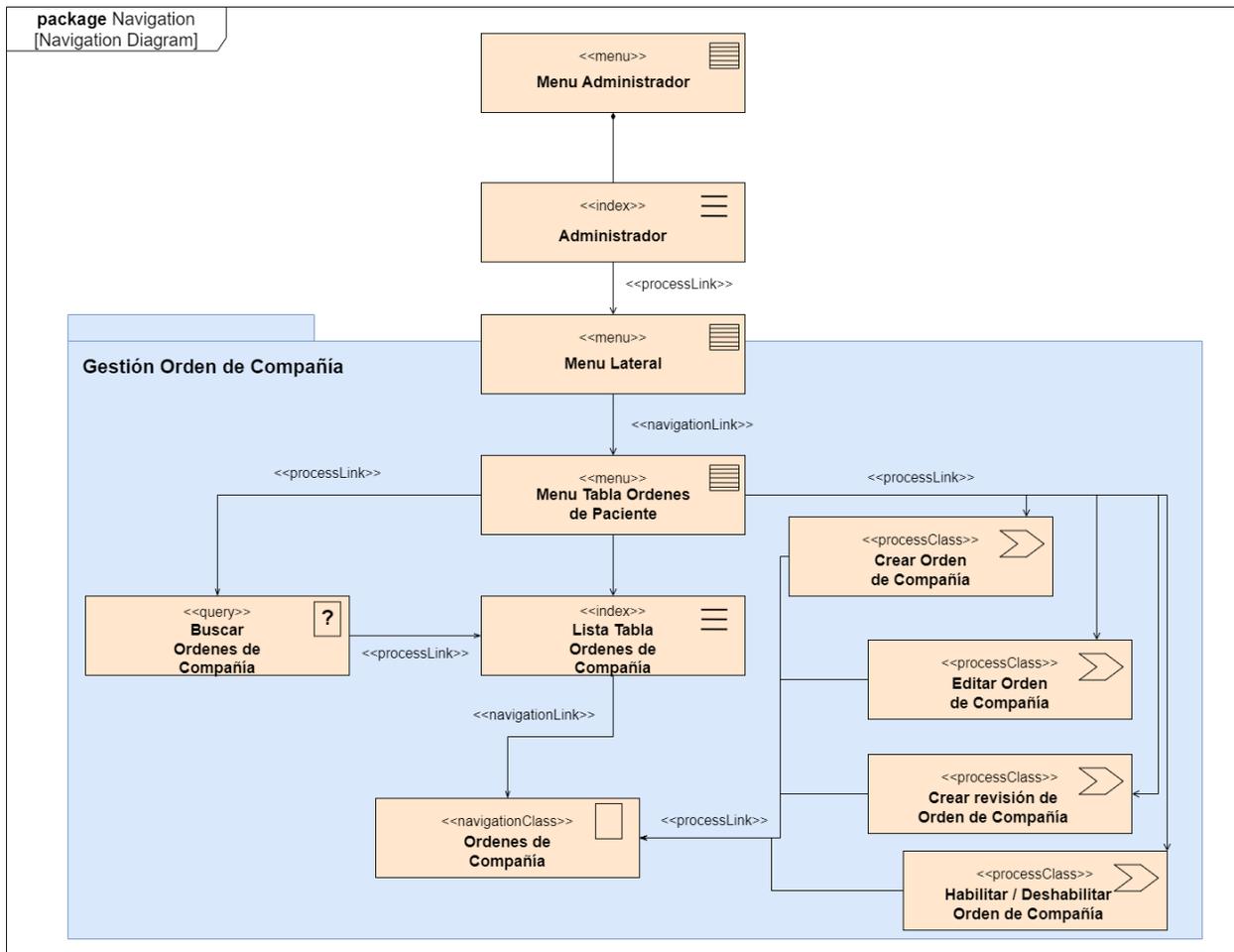
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 64 - Diagrama de Navegación, Gestión de Orden de Paciente (Administrador)



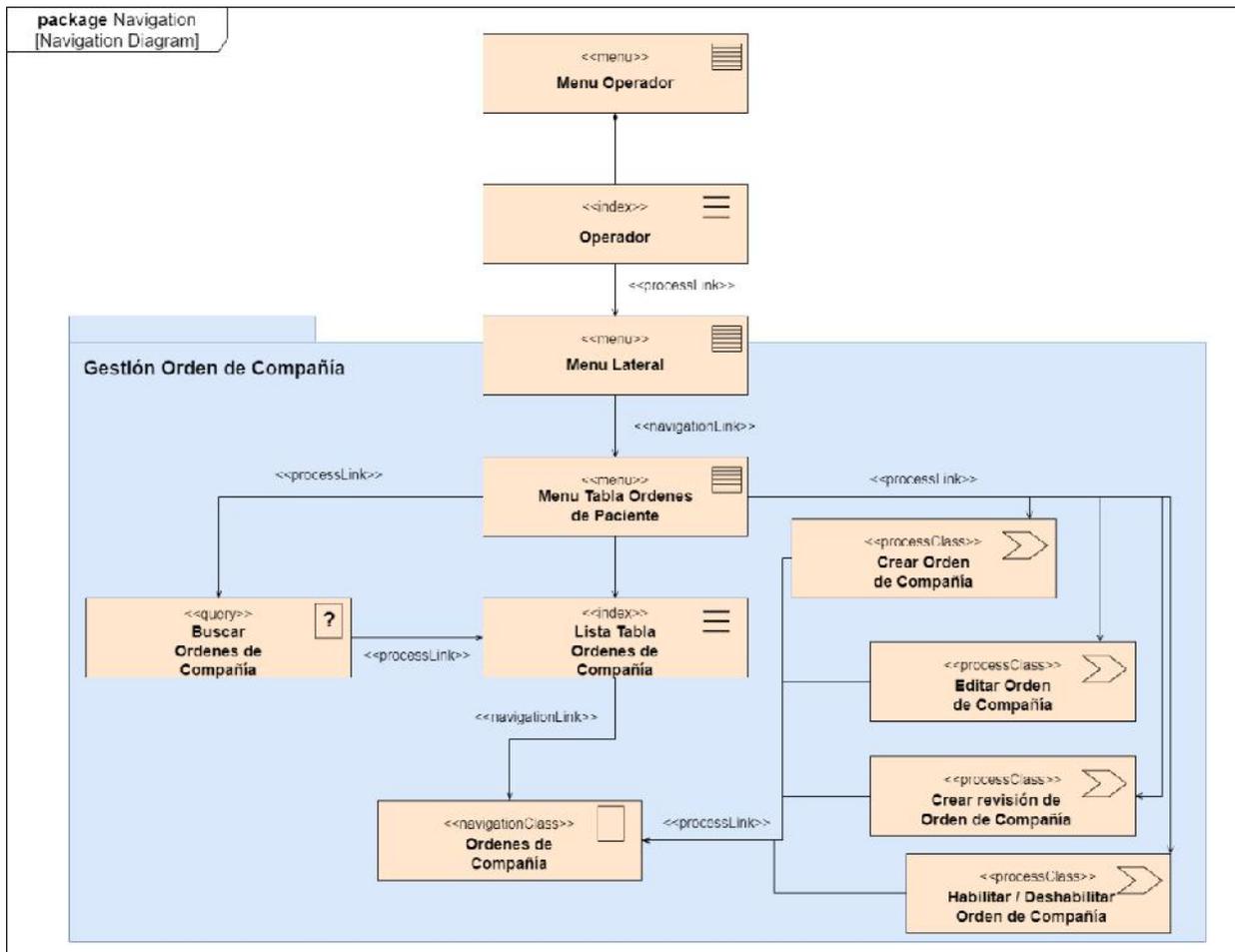
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 66 - Diagrama de navegación, Gestión de Orden de Compañía (Administrador)



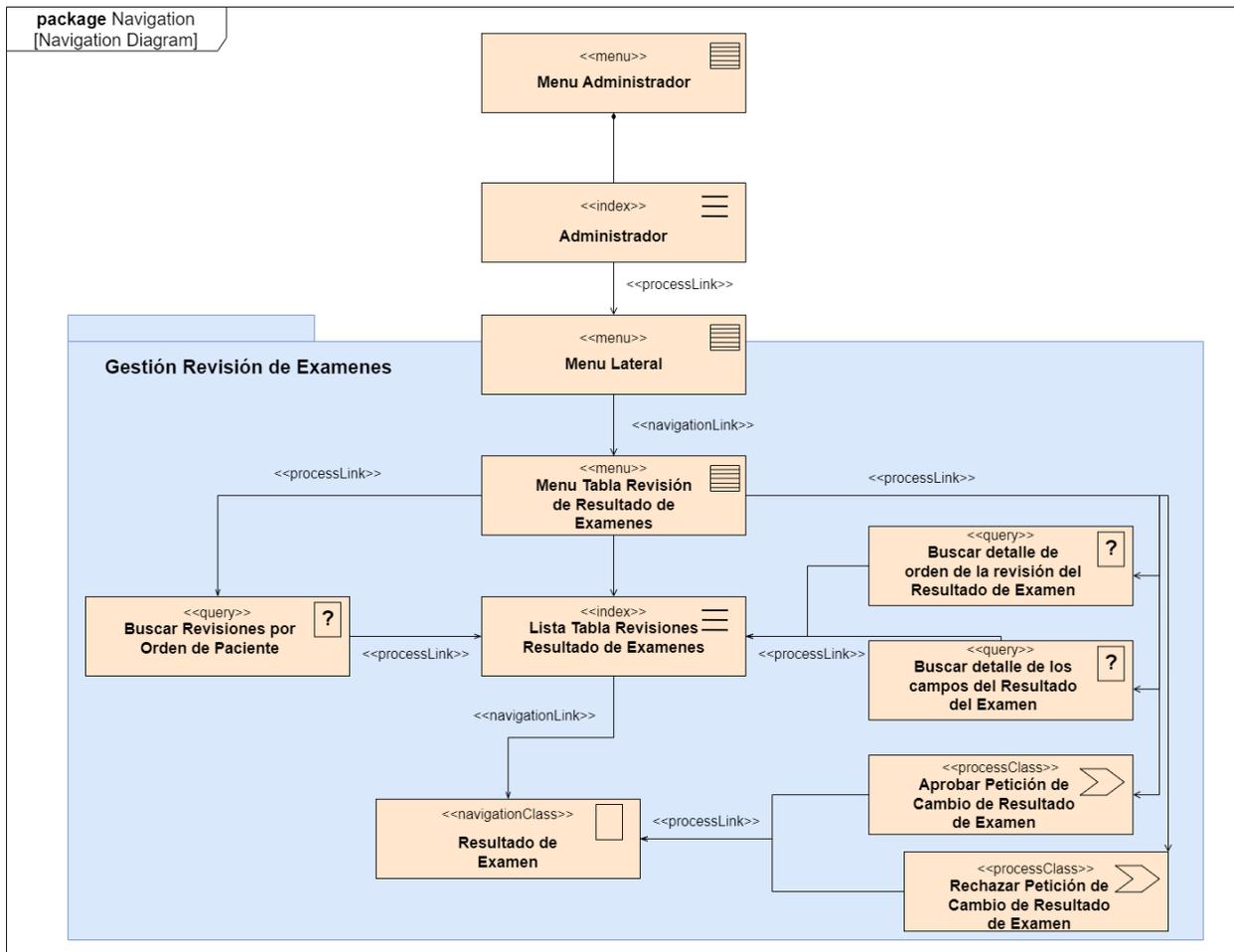
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 67 - Diagrama de navegación, Gestión de Orden de Compañía (Operador)



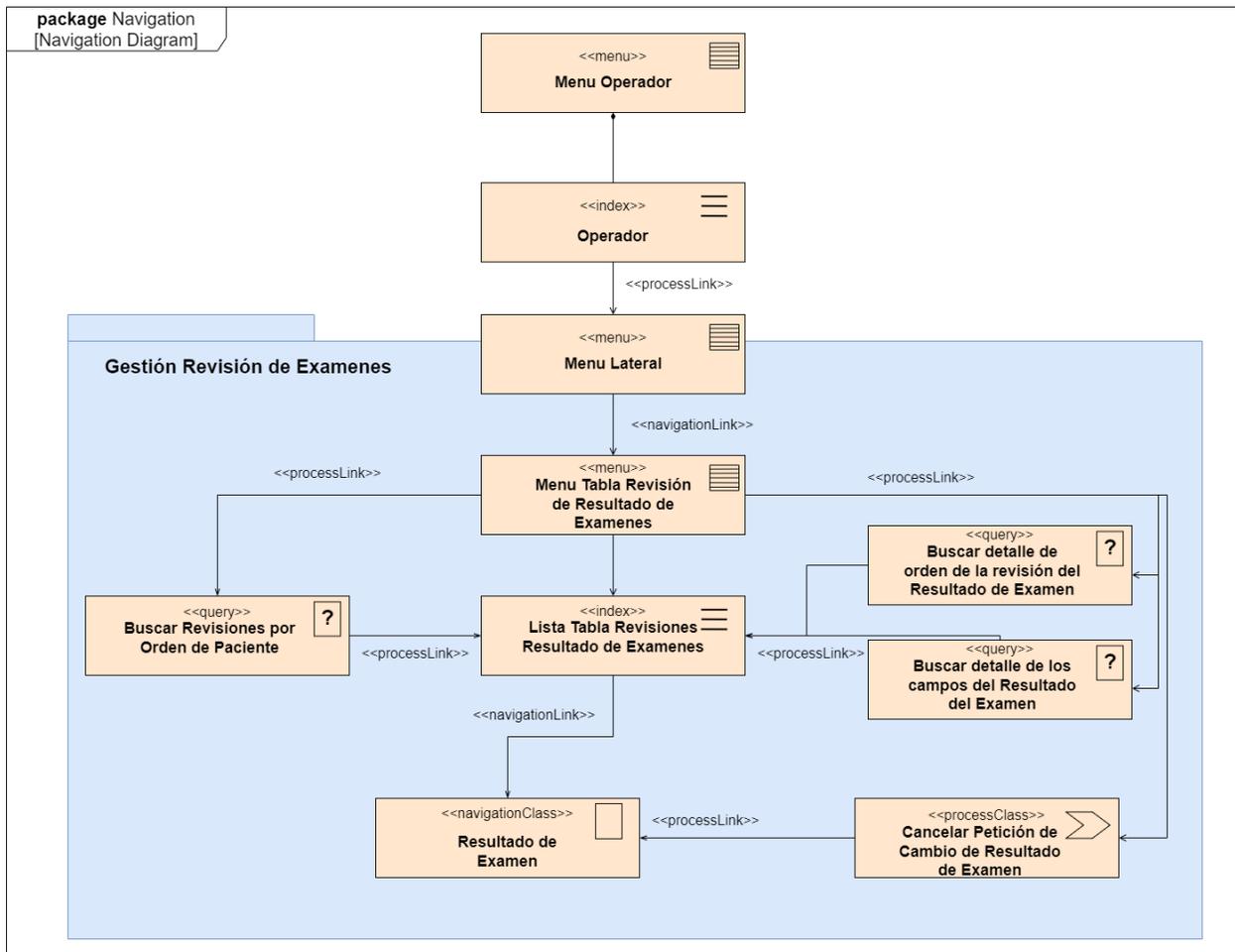
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 68 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión Resultado de Examen (Administrador)



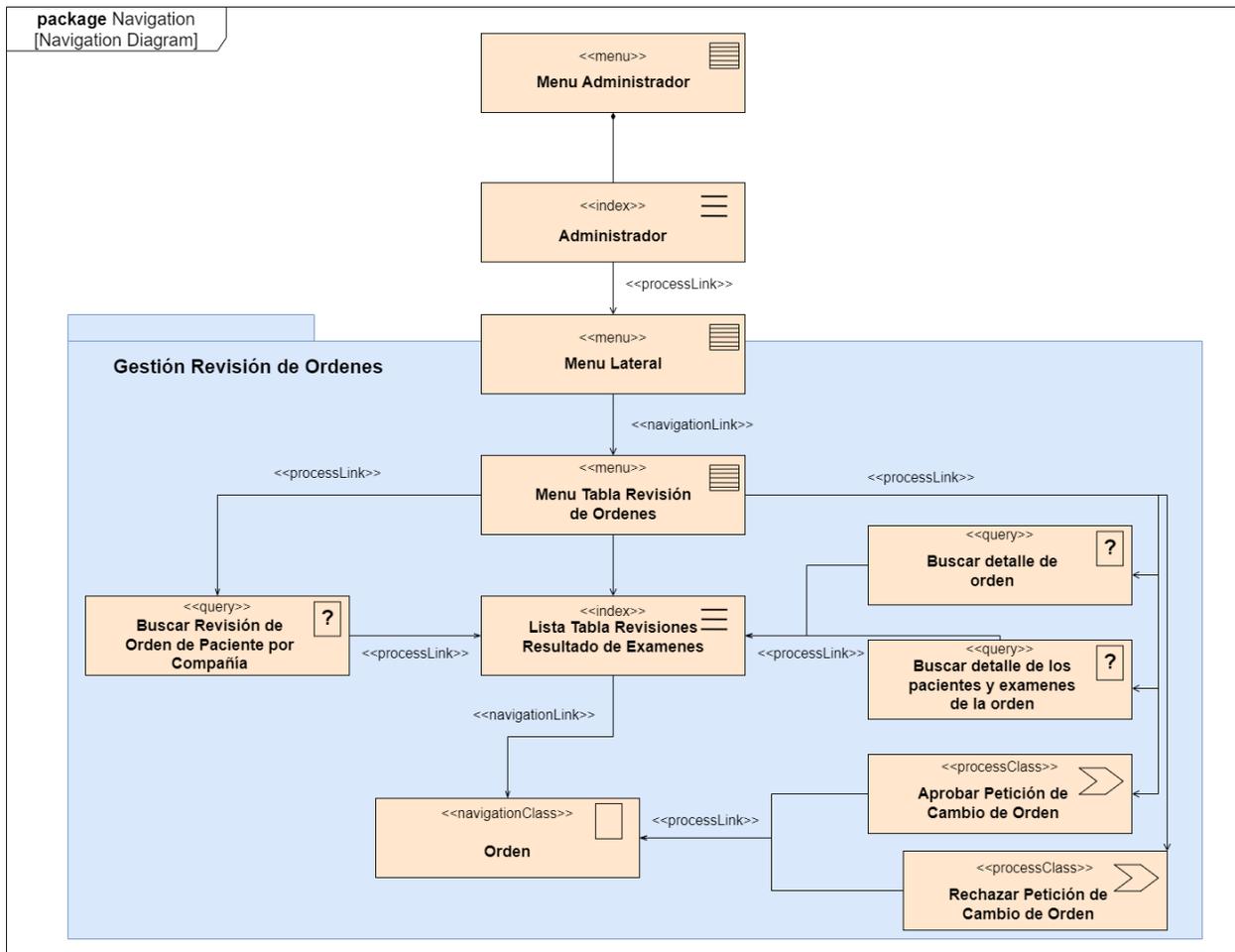
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 69 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión Resultado de Examen (Operador)



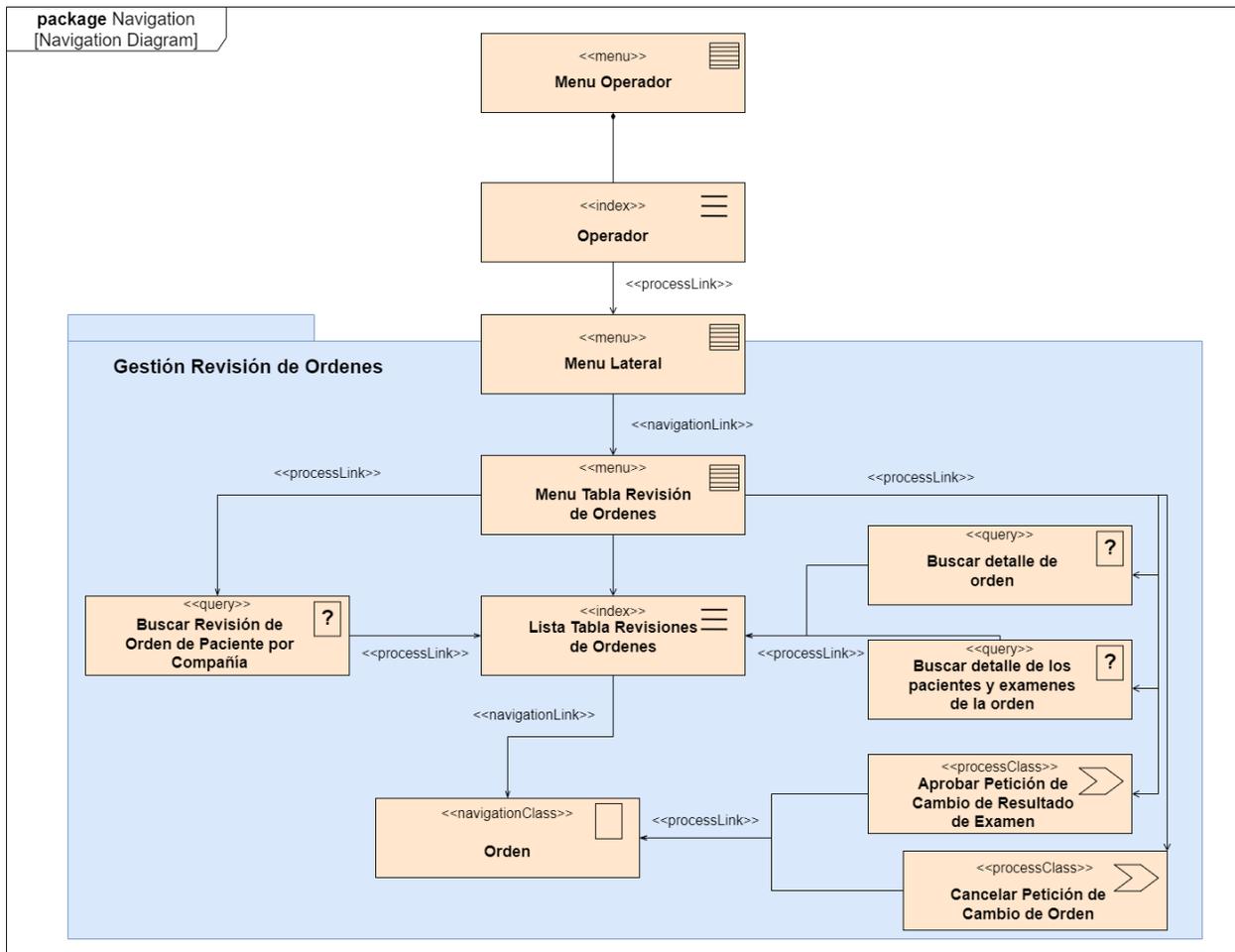
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 70 - Diagrama de navegación, Revisión de Ordenes (Administrador)



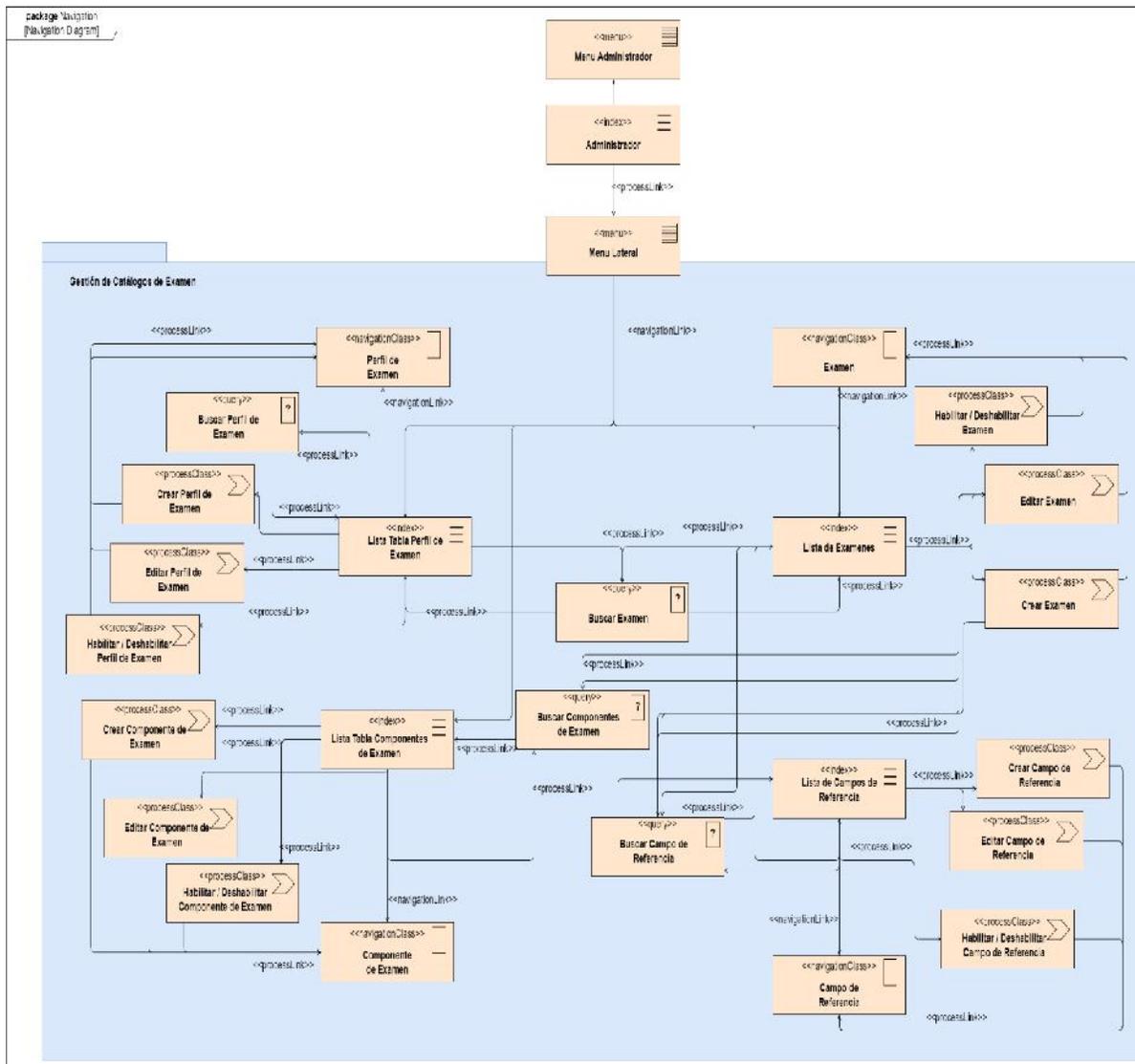
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 71 - Diagrama de navegación, Gestión de Revisión de Orden (Operador)



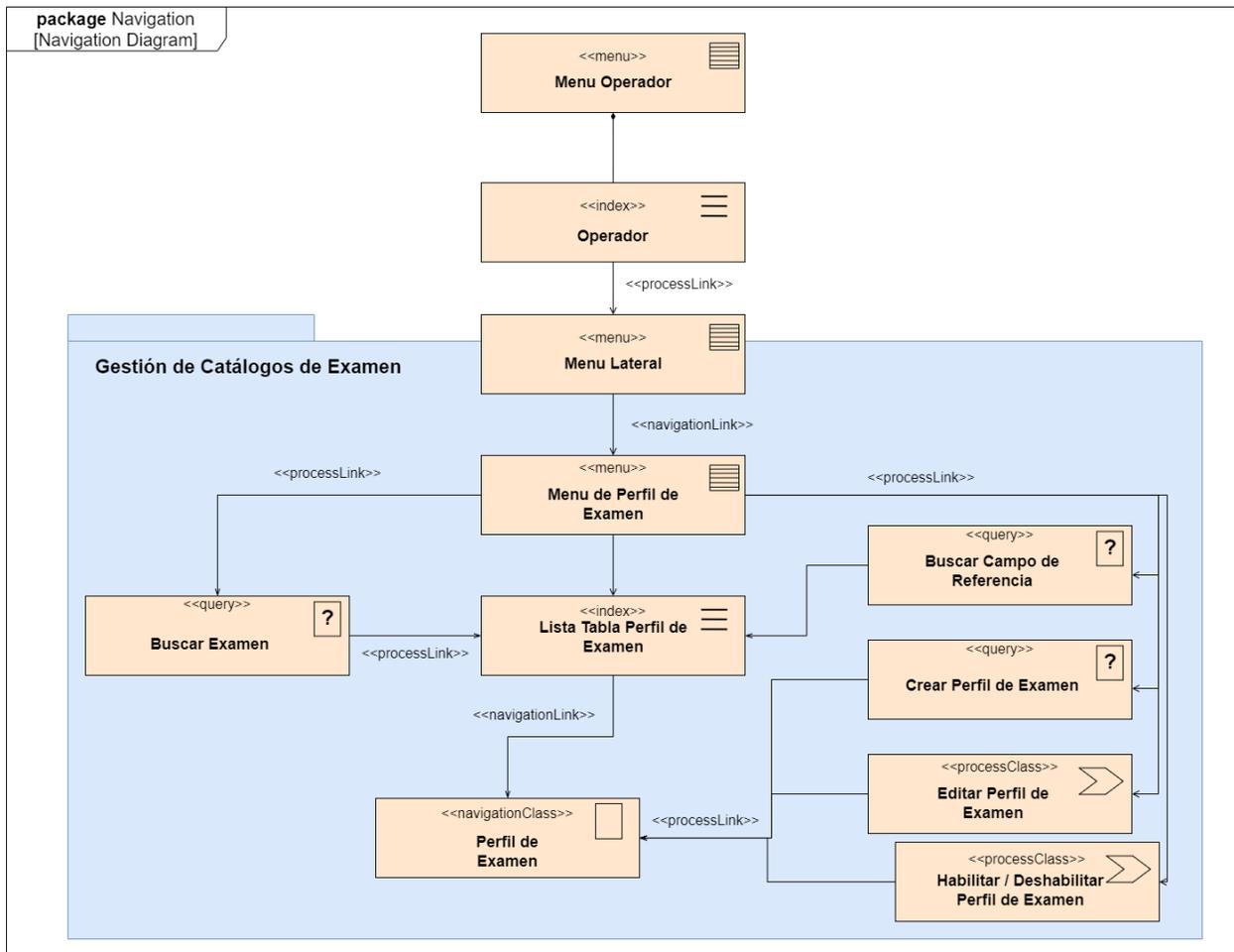
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 72 - Diagrama de navegación, Gestión de Catálogos de Examen (Administrador)



Fuente: Elaboración propia

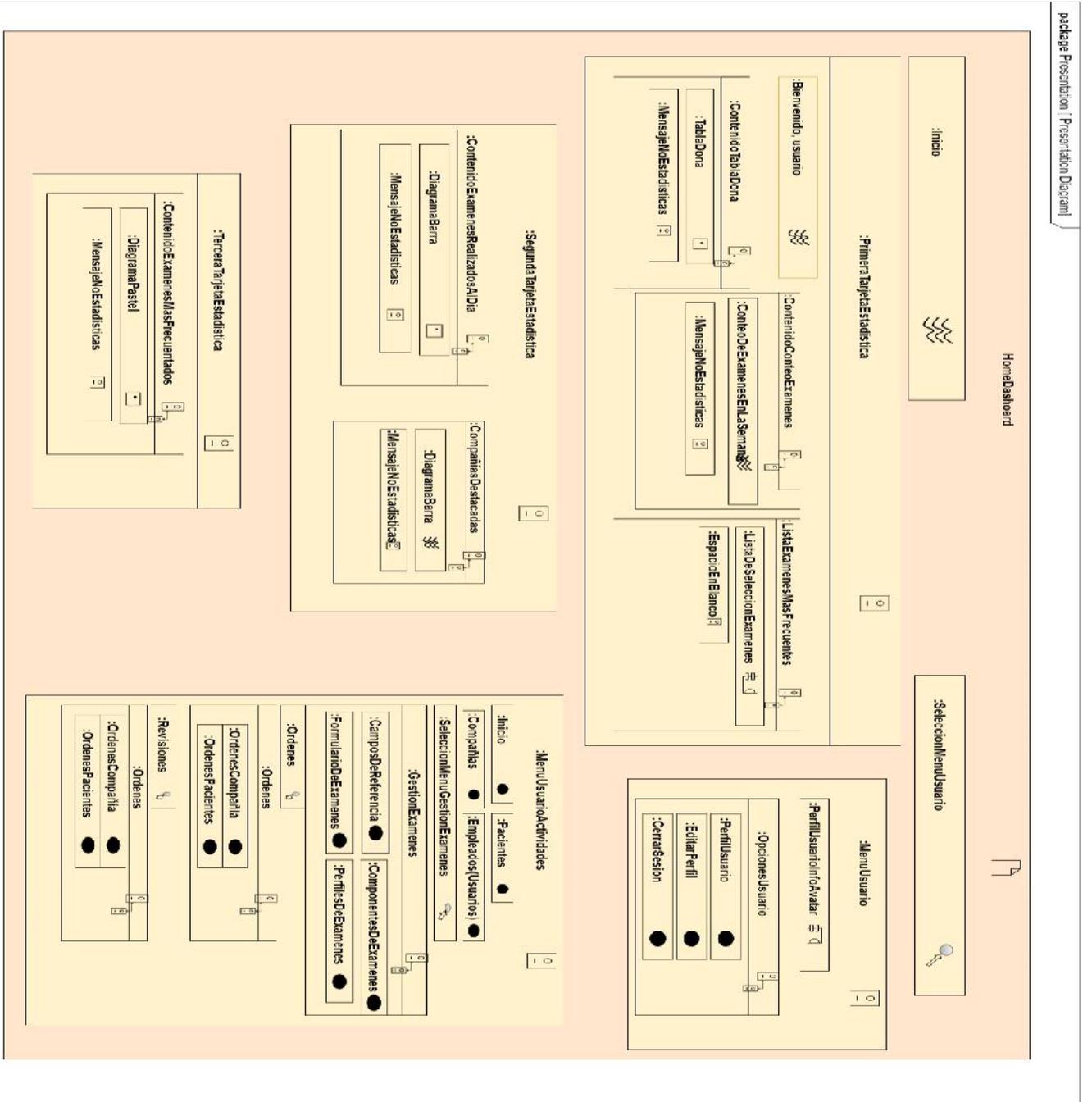
Ilustración 73 - Diagrama de navegación, Gestión de Catálogos de Examen (Operador)



Fuente: Elaboración propia

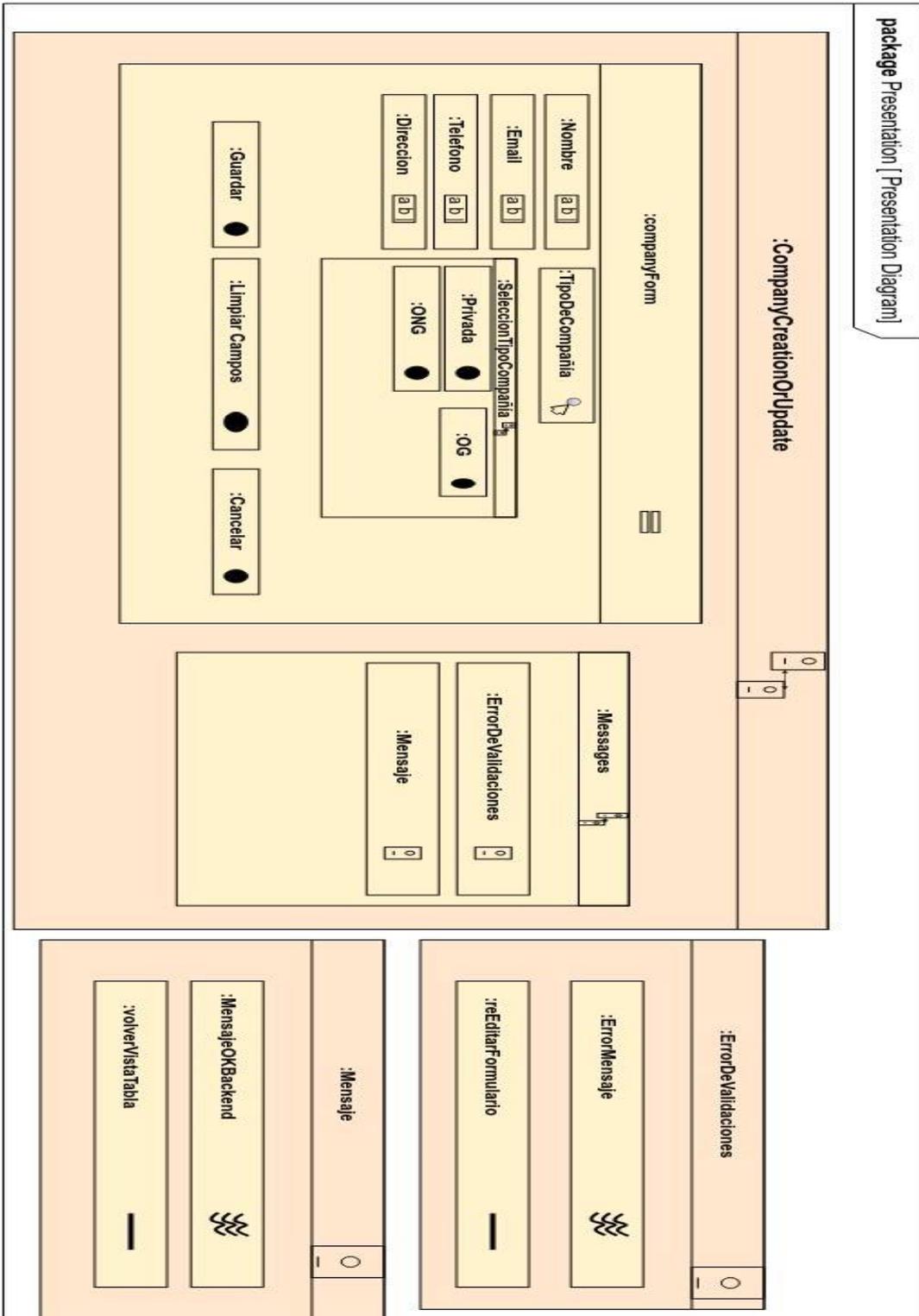
Anexo 17. Diagramas de presentación

Ilustración 74- Diagrama de presentación, Dashboard



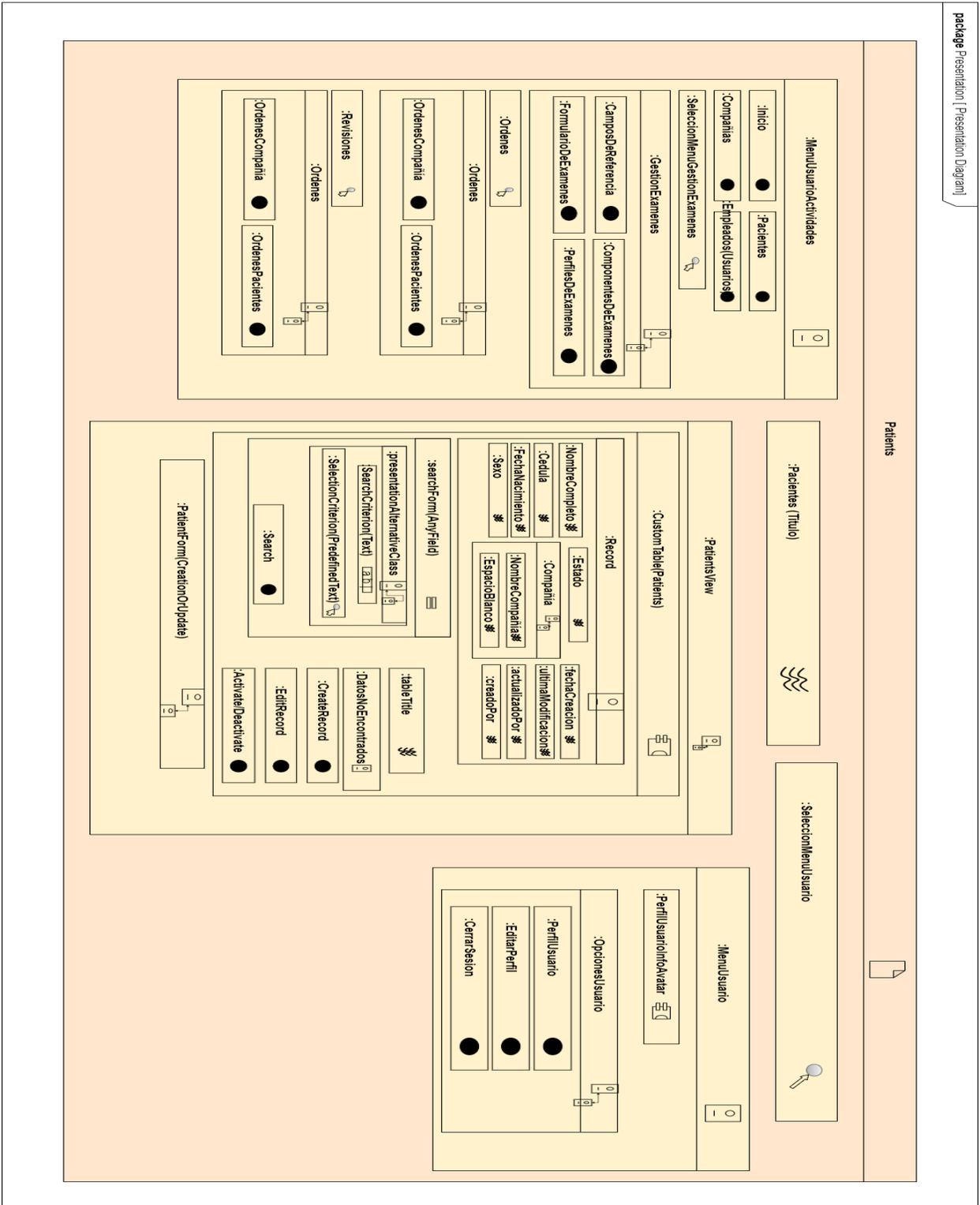
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 76 - Diagrama de presentación, orden de compañía



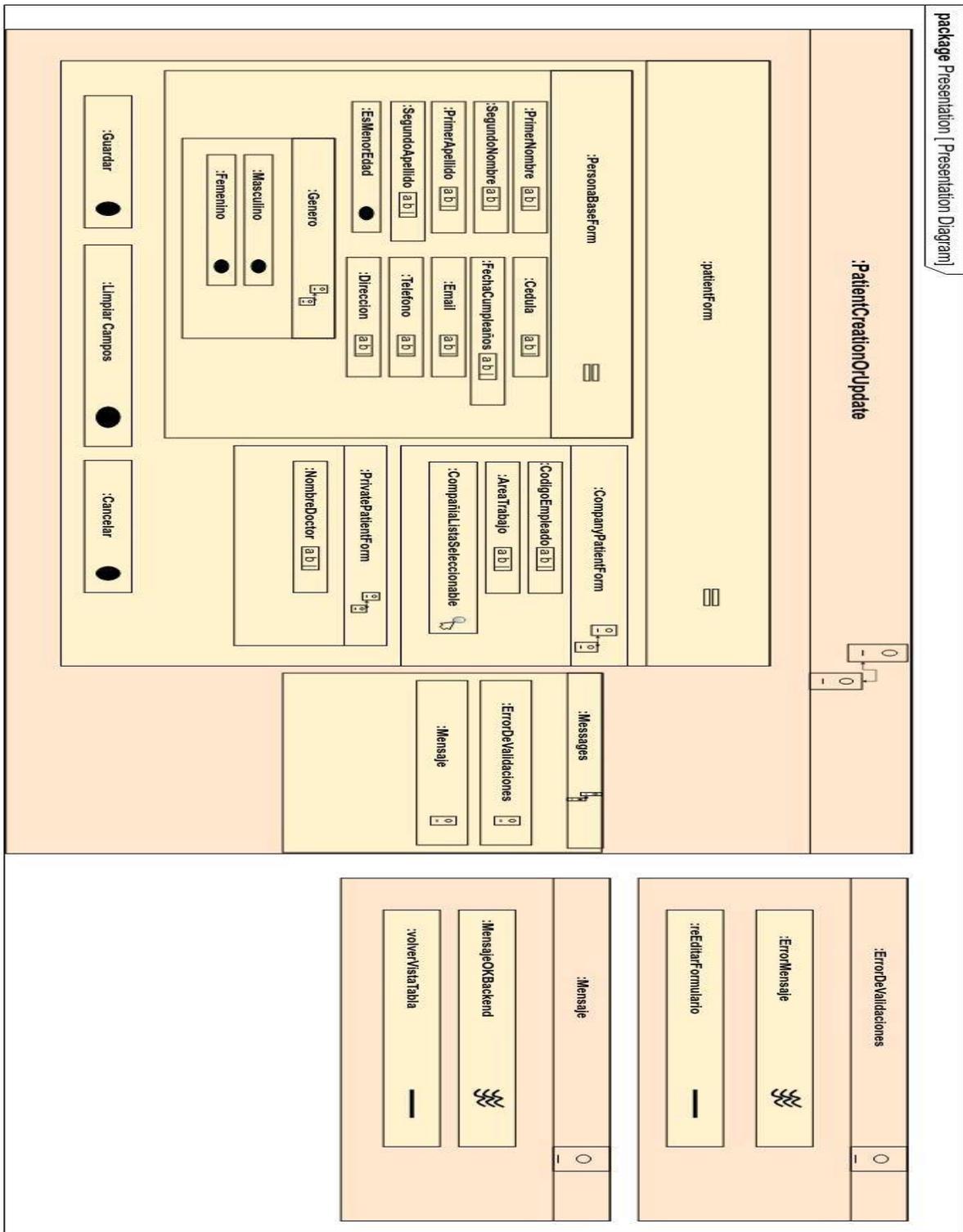
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 77 - Diagrama de presentación, pacientes



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 78 - Diagrama de presentación, gestión de pacientes



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 79 - Diagrama de presentación, Ordenes

Orders (Compañia | Paciente)

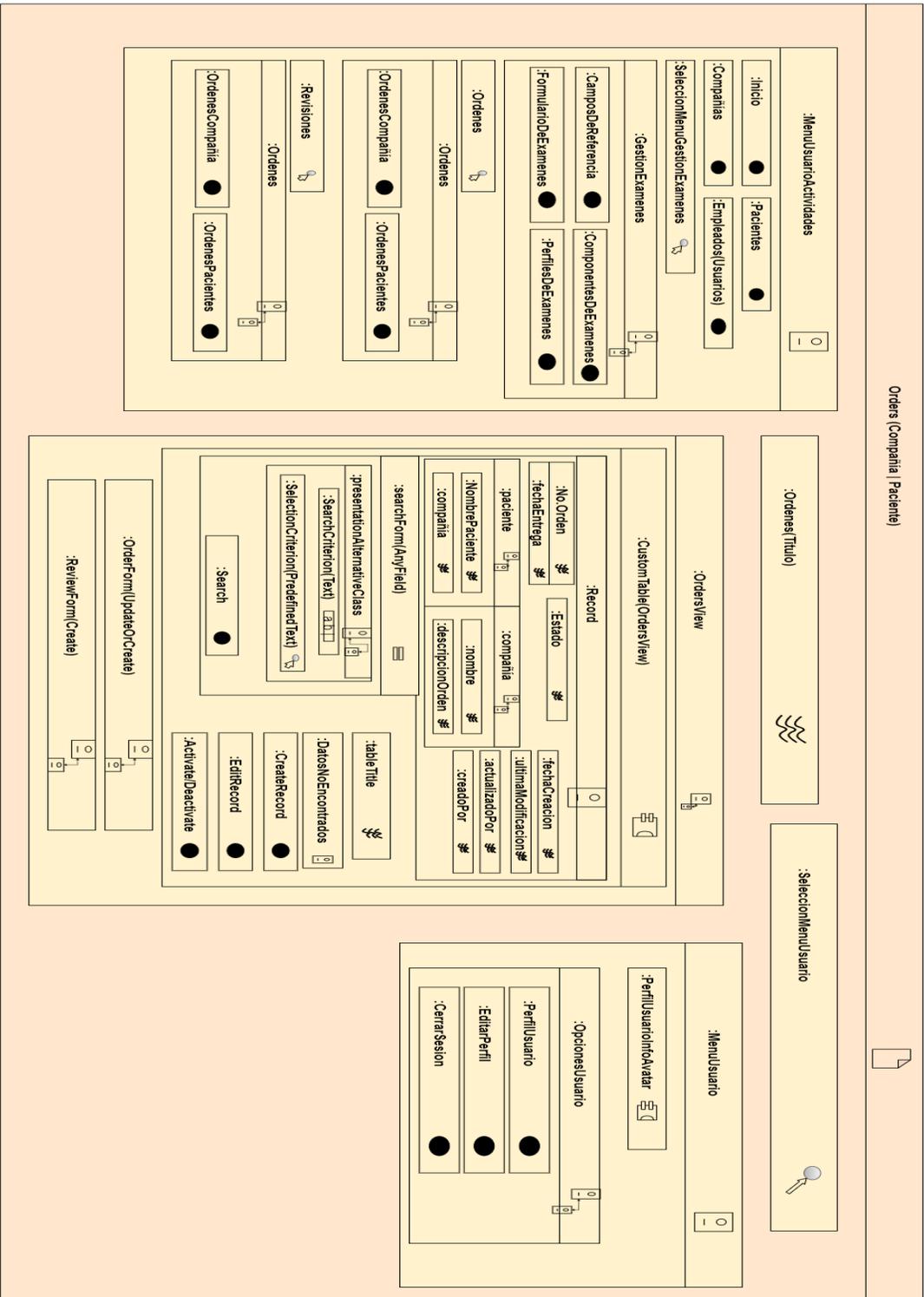
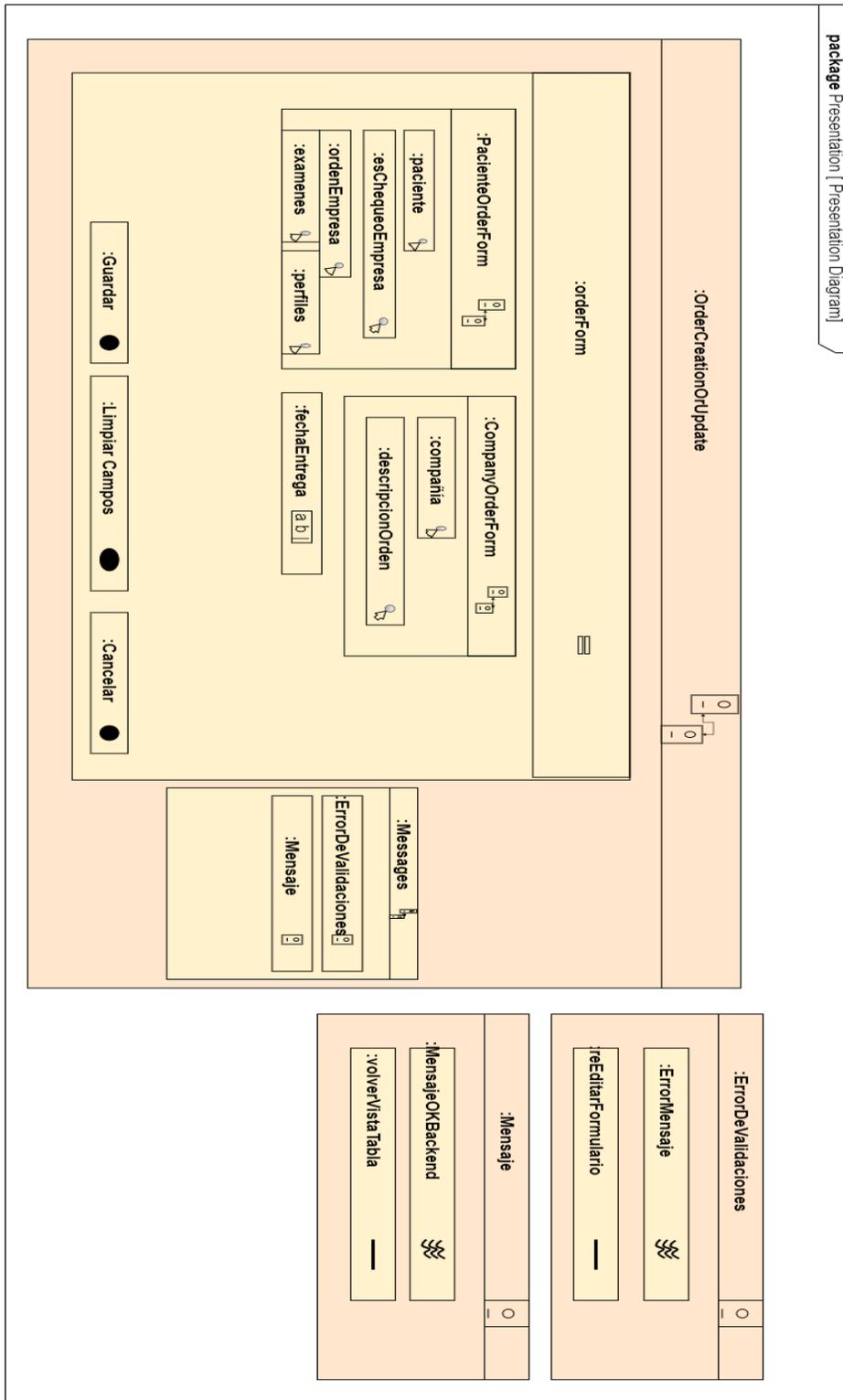
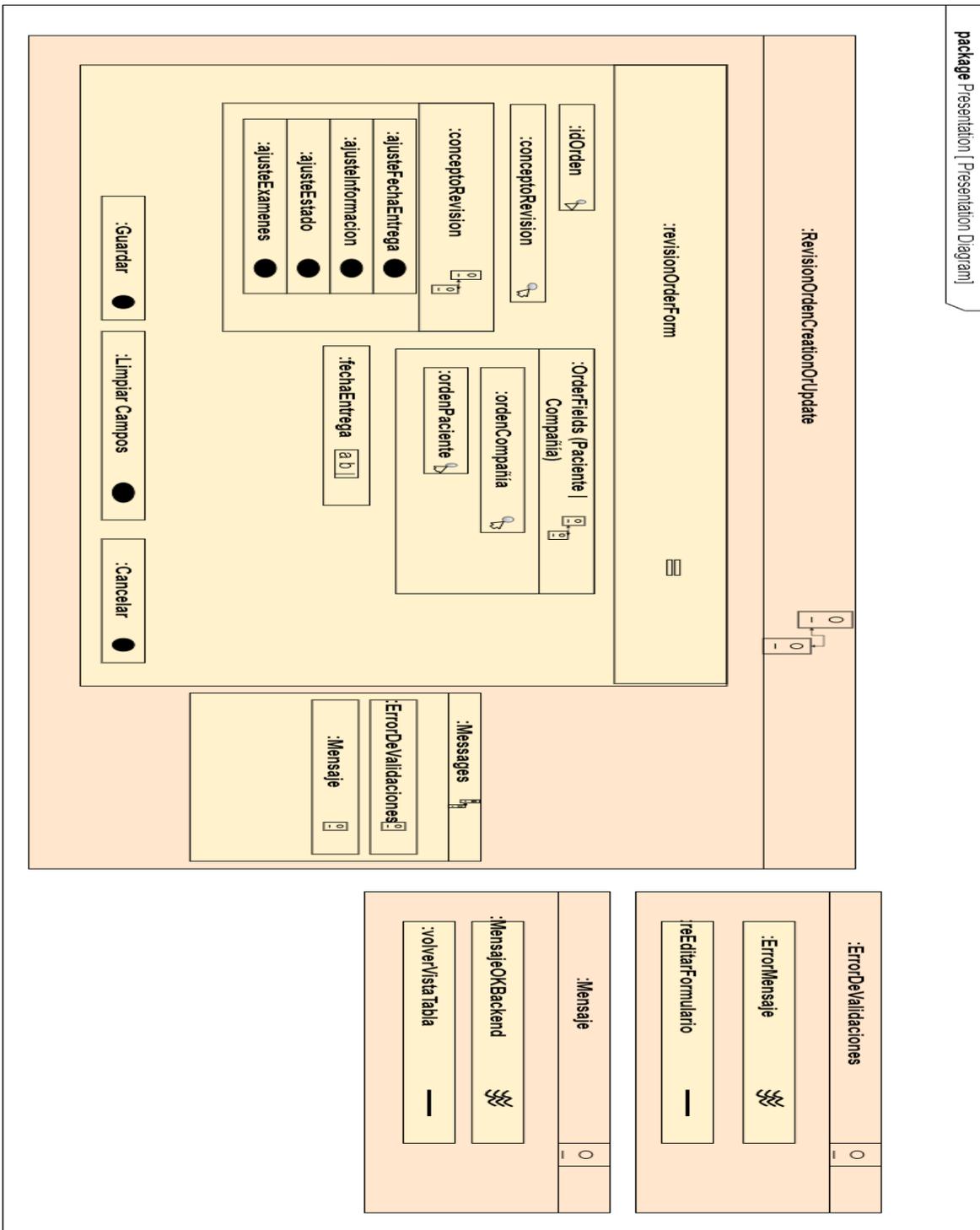


Ilustración 80 - Diagrama de presentación, gestión ordenes



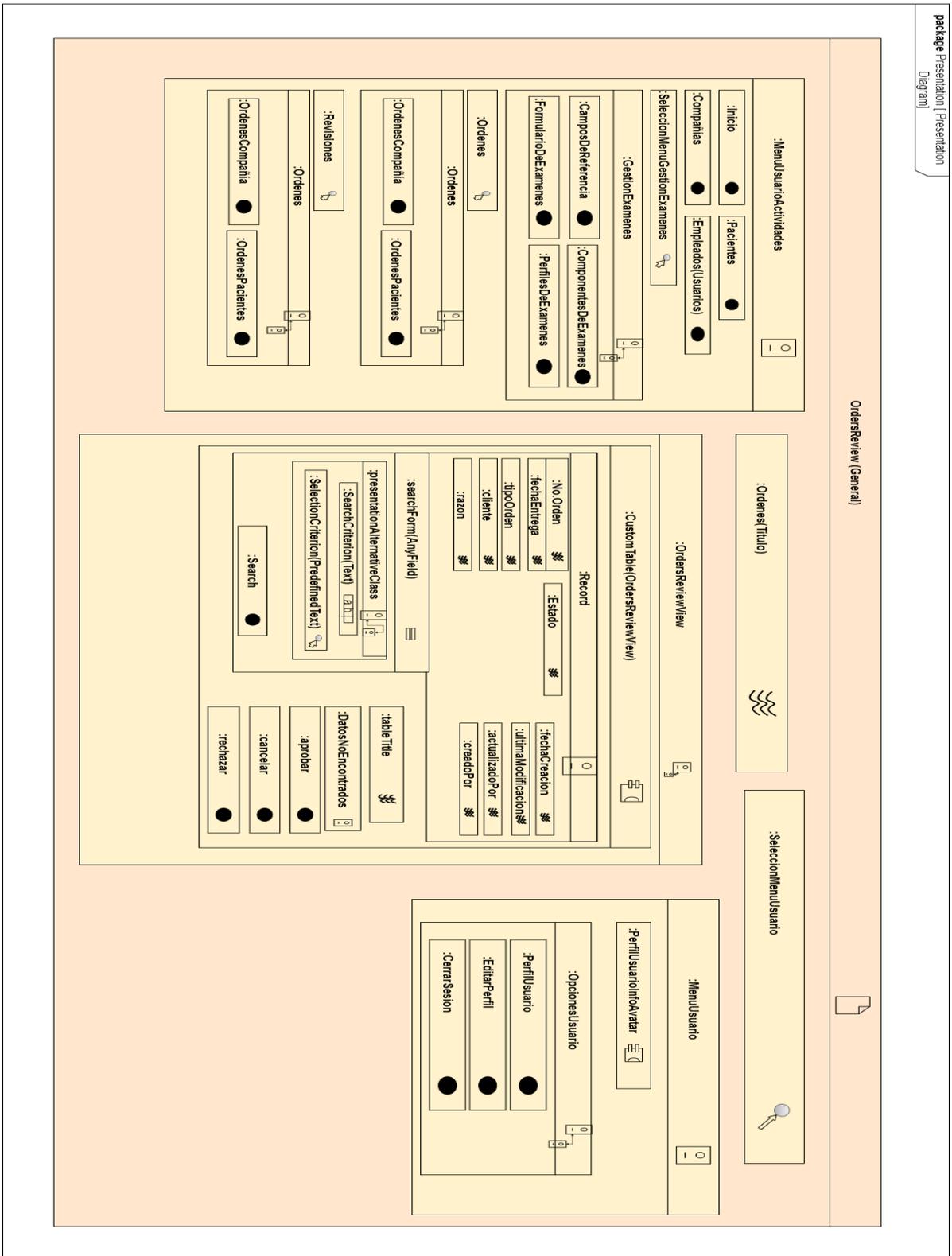
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 81 - Diagrama de presentación, gestión revisión ordenes



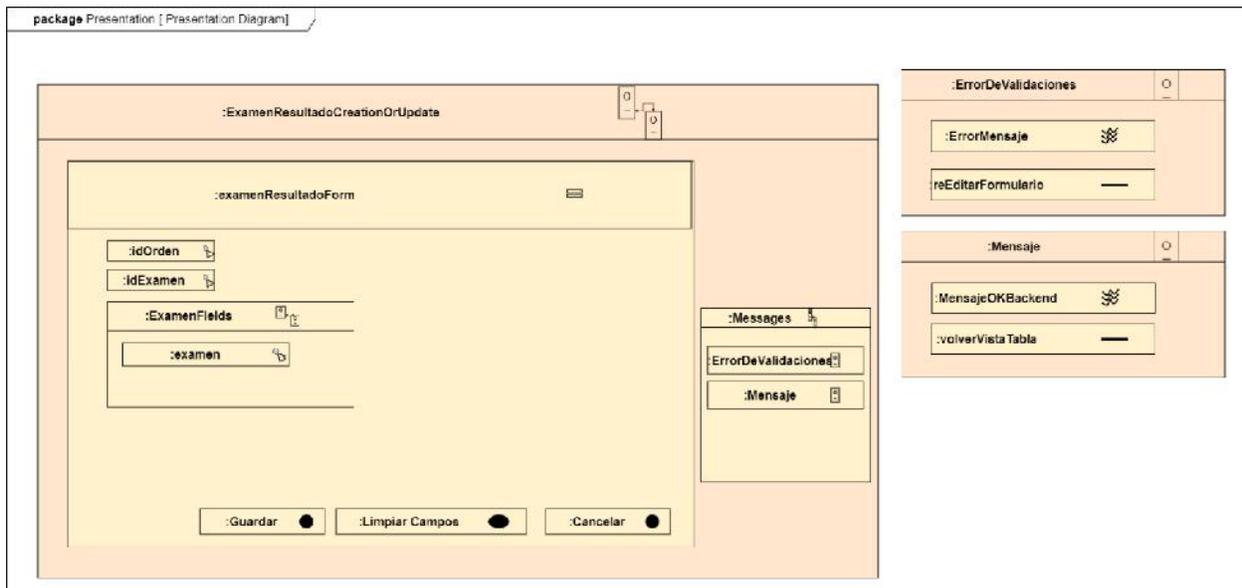
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 82 - Diagrama de presentación, revisión de ordenes



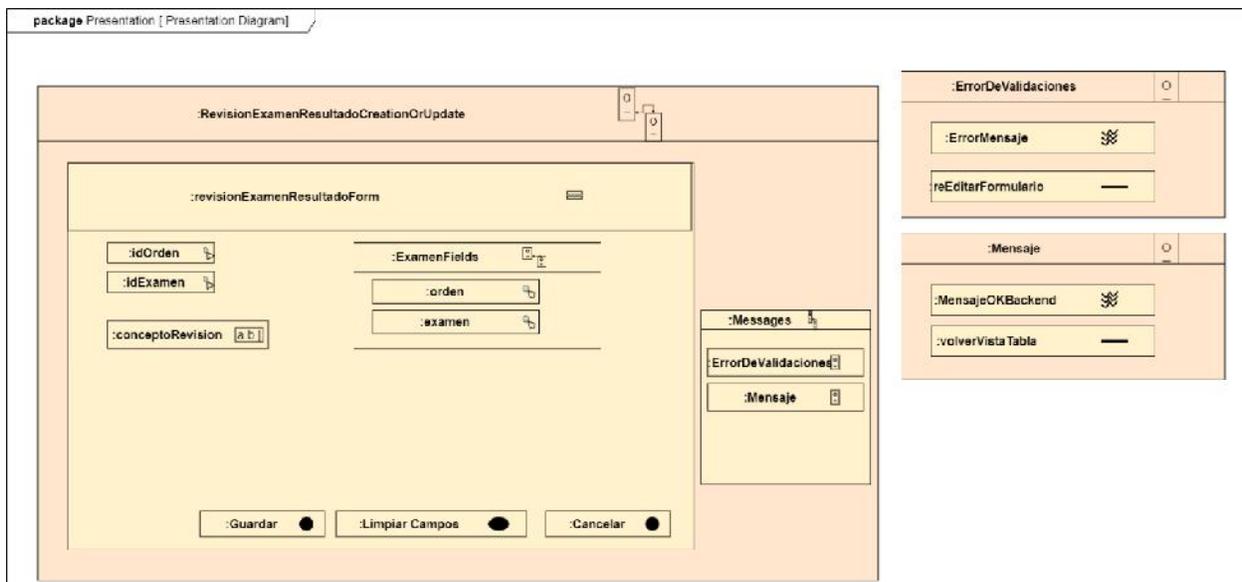
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 83 - Diagrama de presentación, gestión de resultado de exámenes



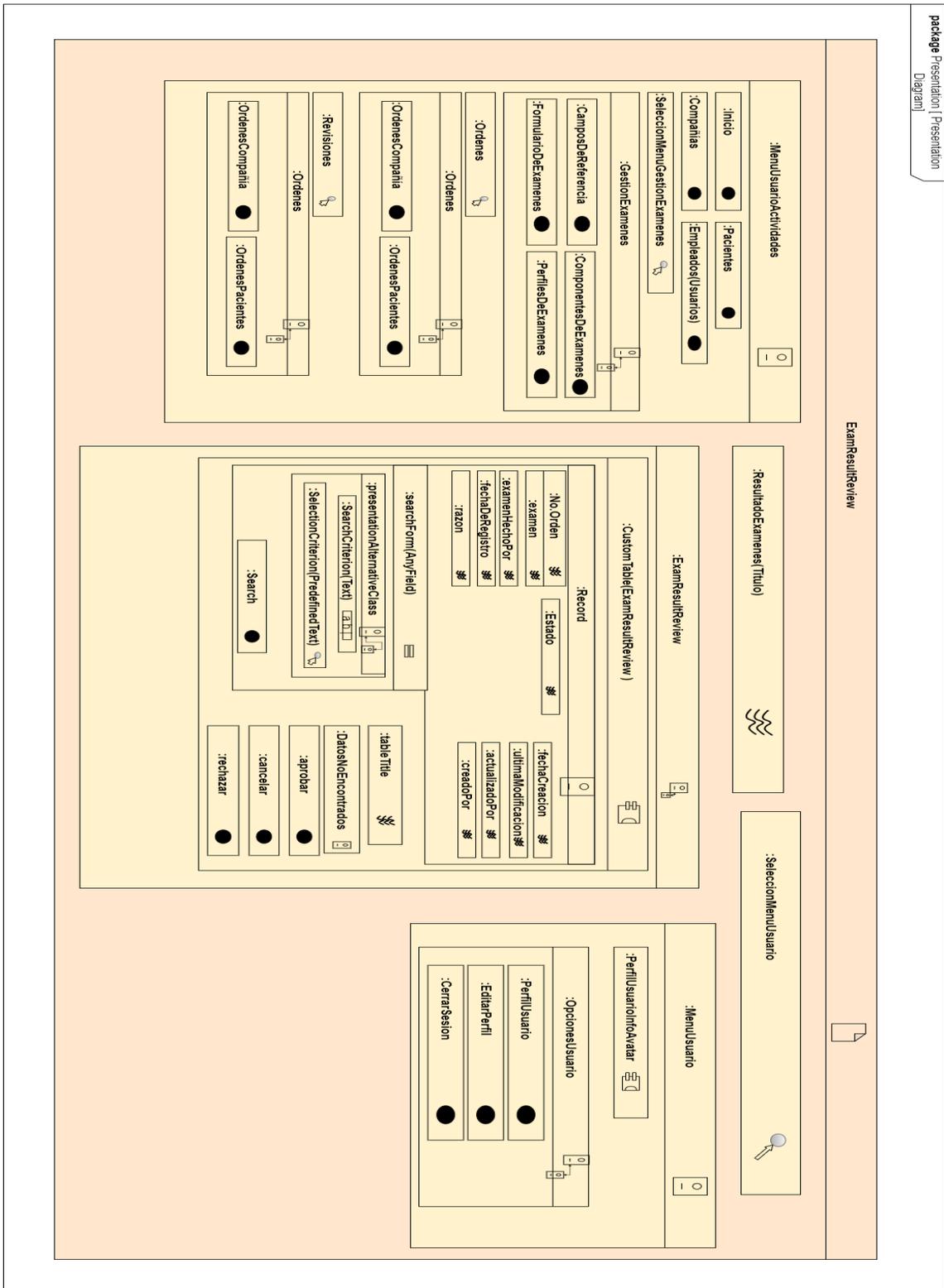
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 84 - Diagrama de presentación, gestión de revisión de resultado de exámenes



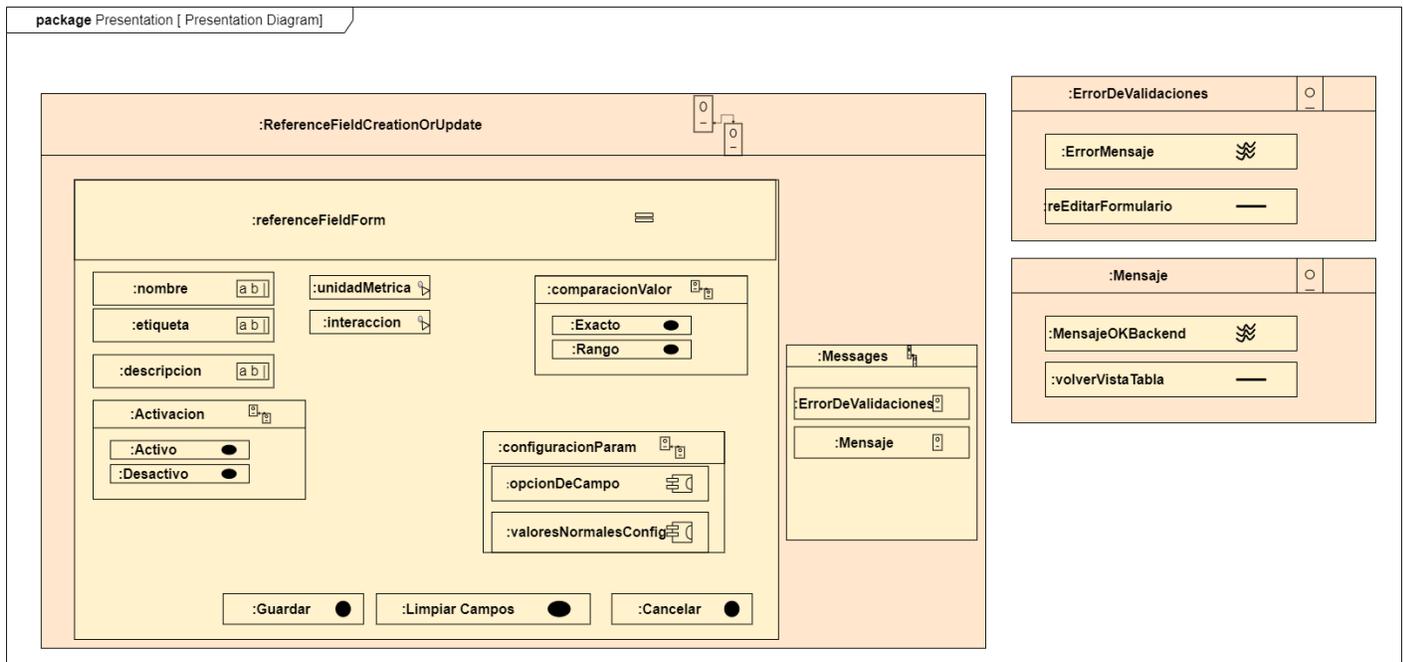
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 85 - Diagrama de presentación, revisión de resultados de exámenes



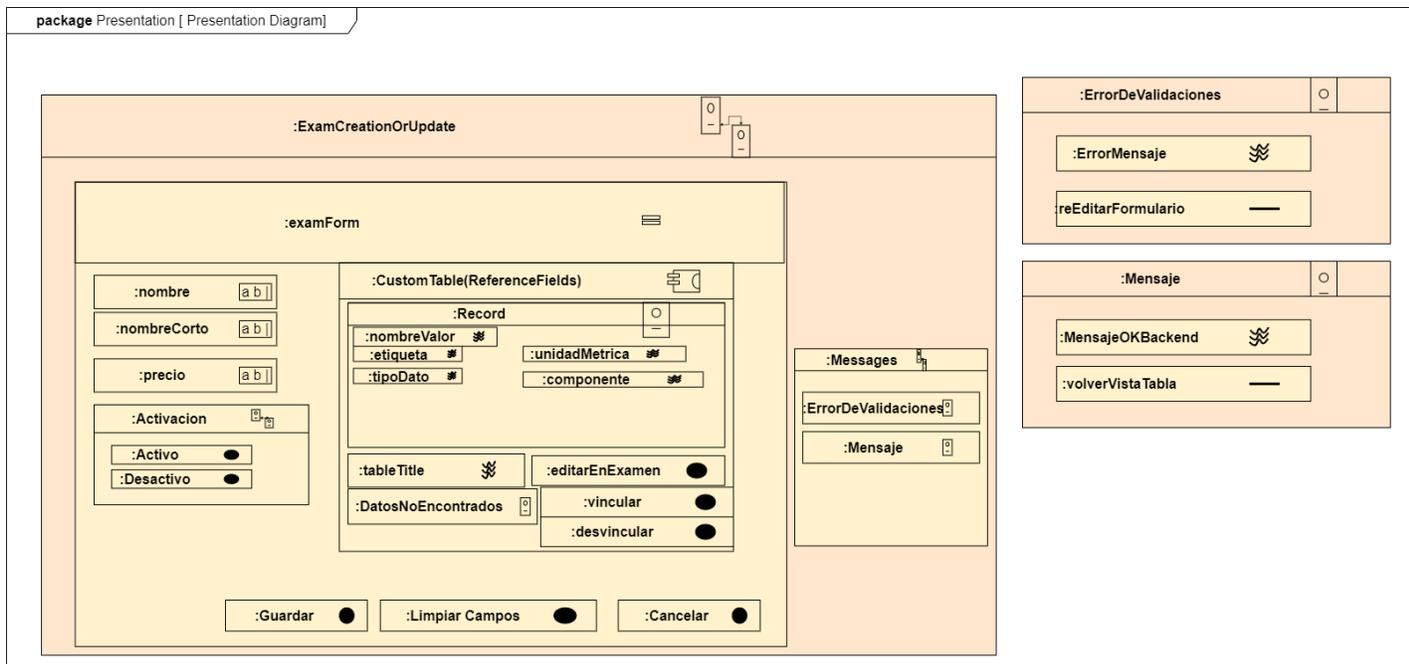
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 86 - Diagrama de presentación, gestión de campo de referencia



Fuente: Elaboración propia.

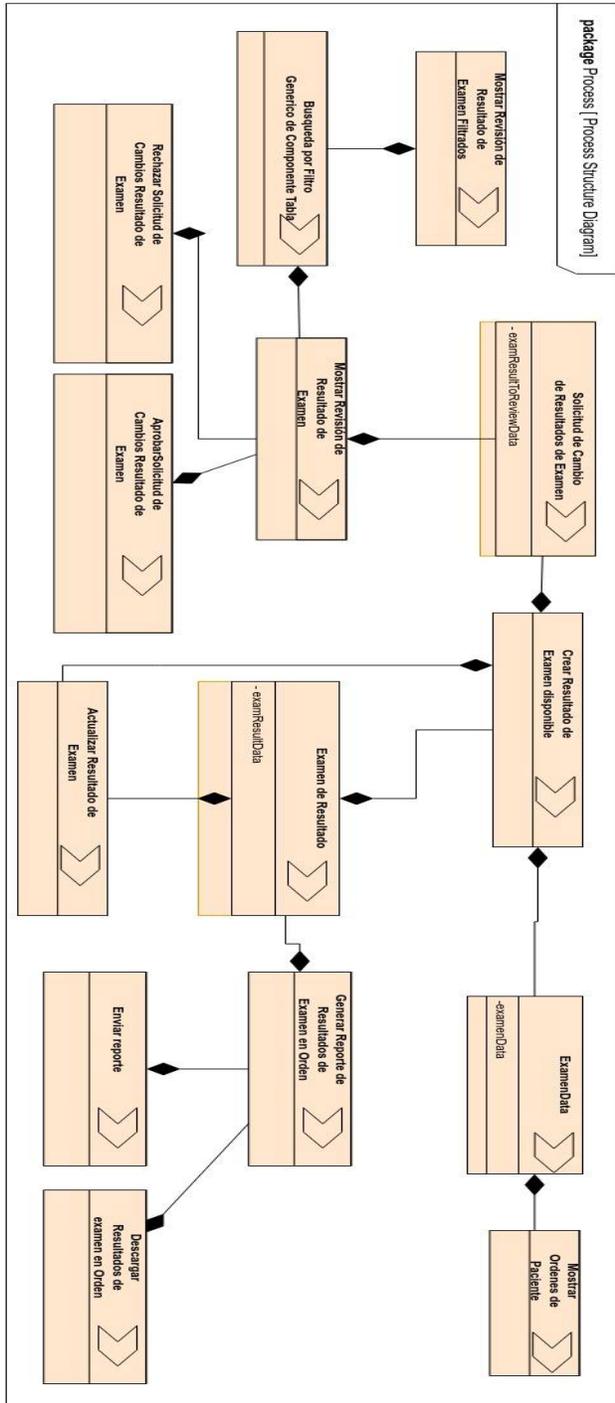
Ilustración 87 - Diagrama de presentación, gestión de examen



Fuente: Elaboración propia.

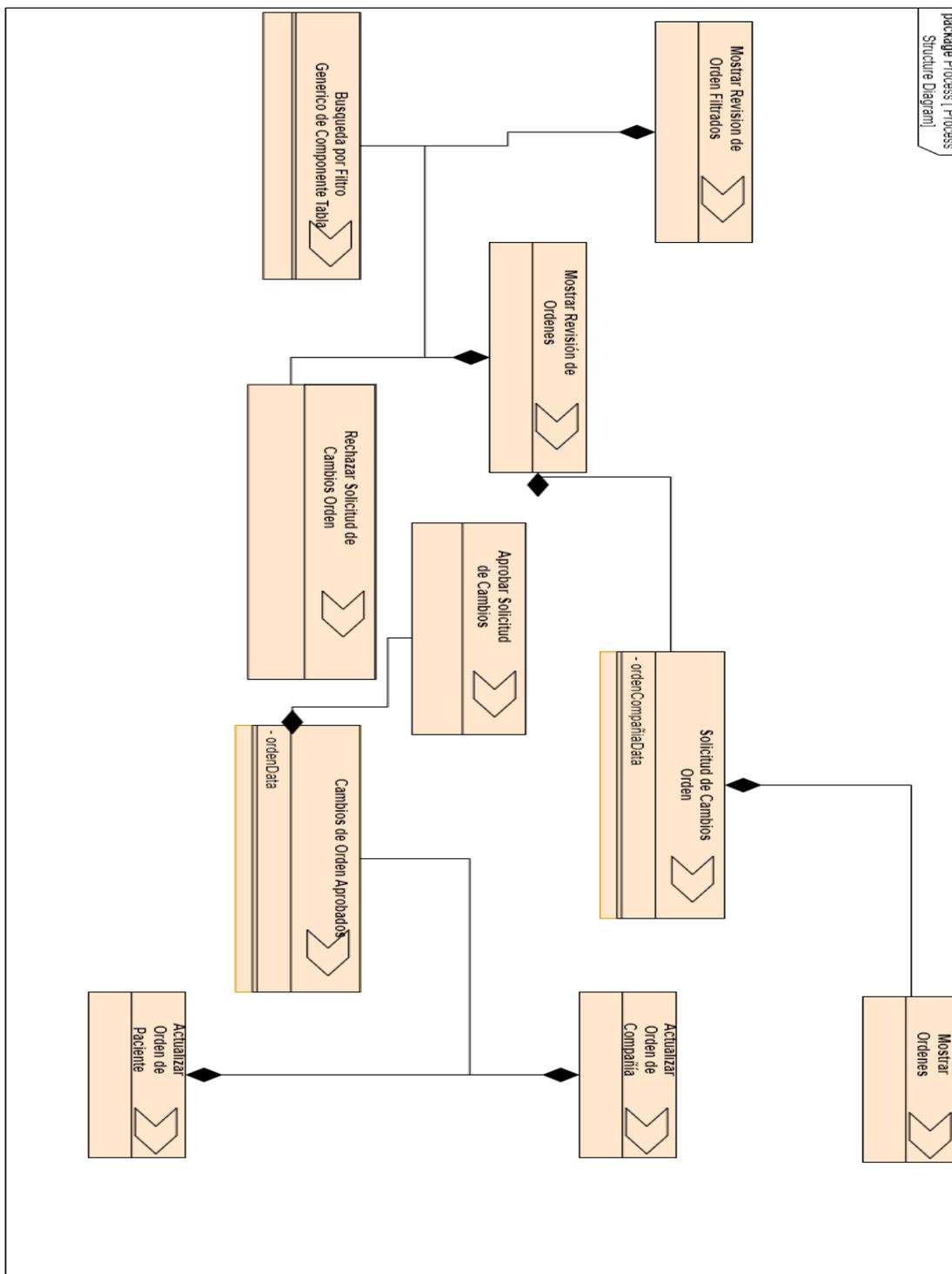
Anexo 18. Diagramas de procesos

Ilustración 88 - Diagrama de proceso, gestión de resultados



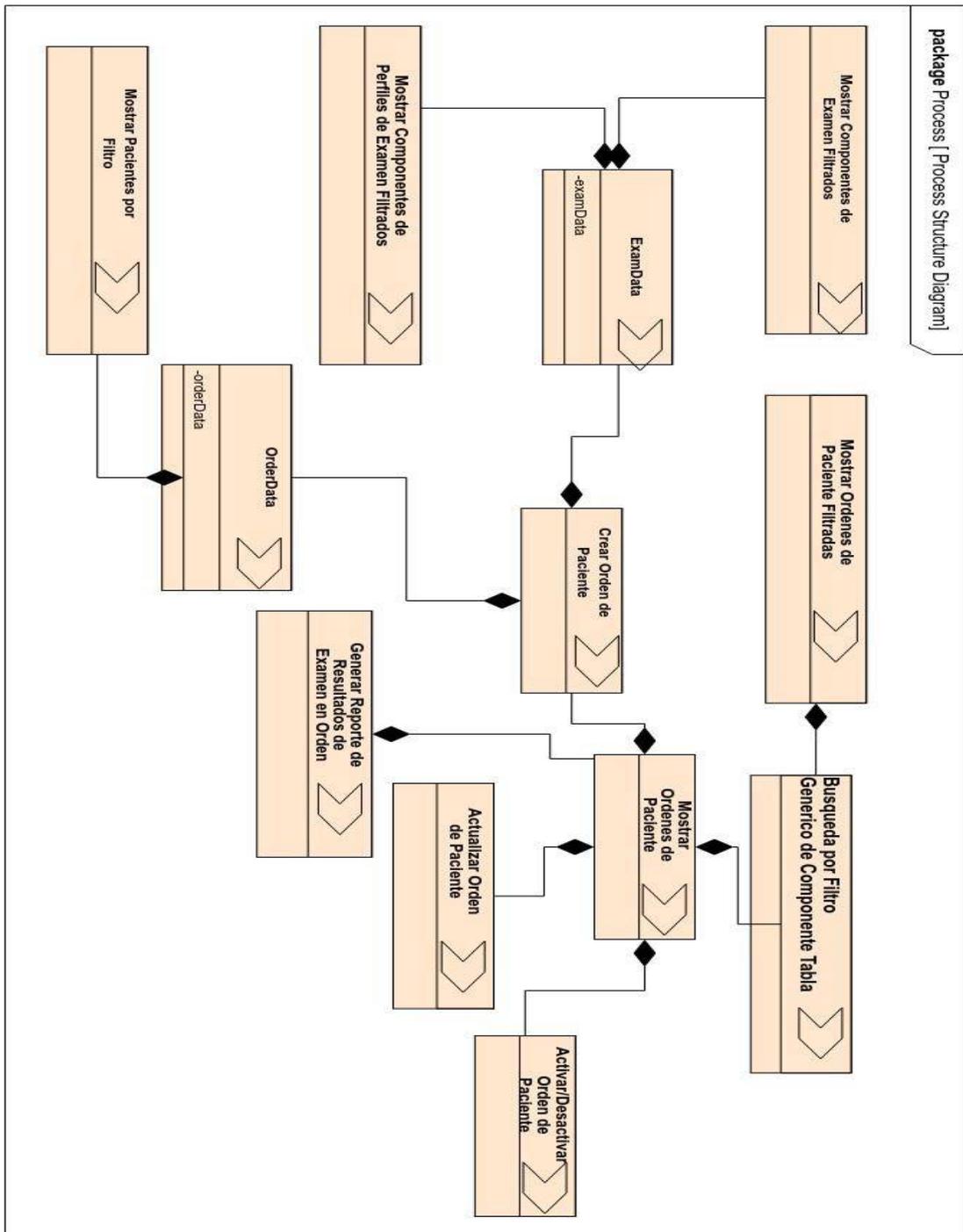
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 89 - Diagrama de procesos, gestión de revisiones



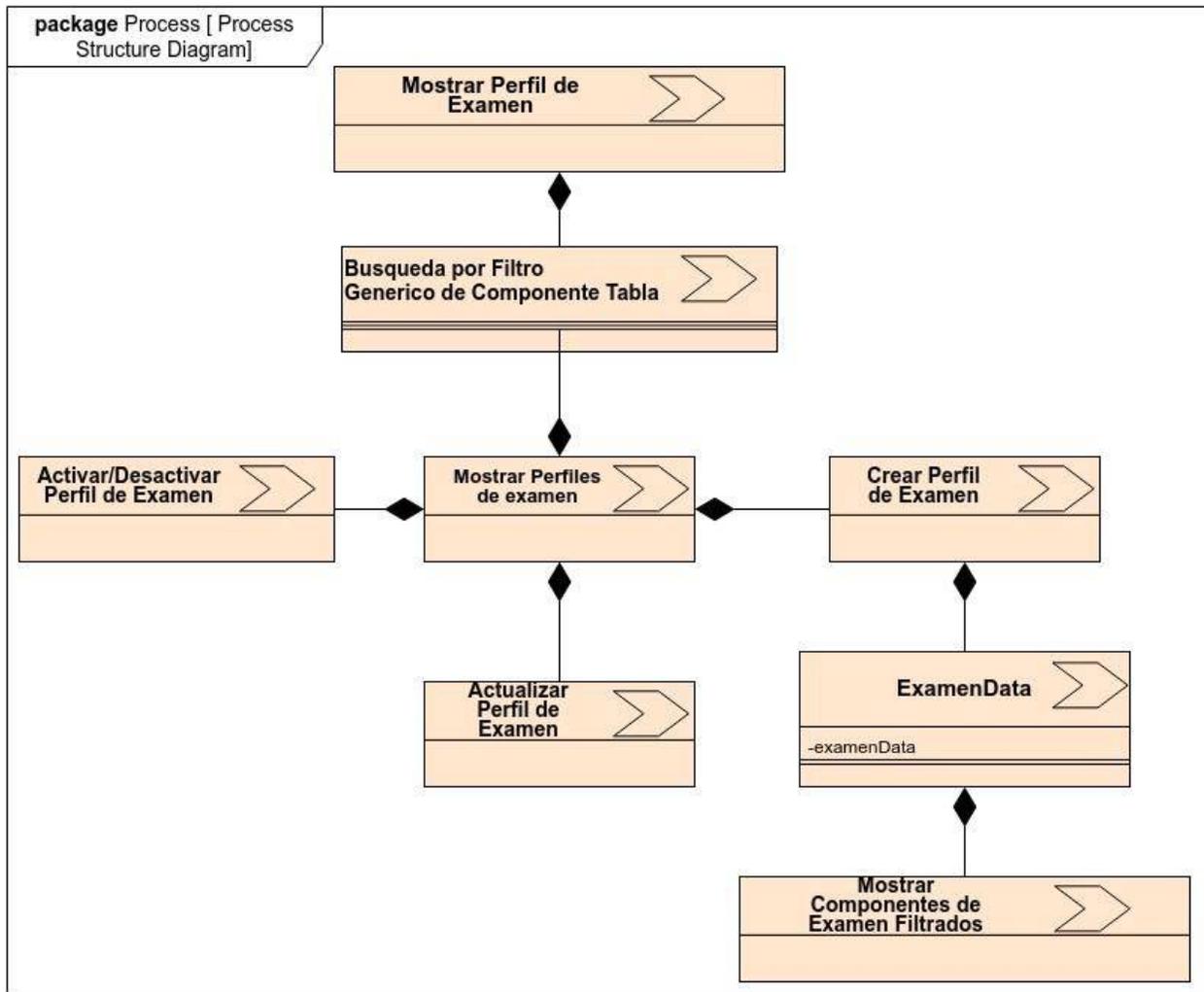
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 90 - Diagrama de procesos, gestión de órdenes para pacientes privados



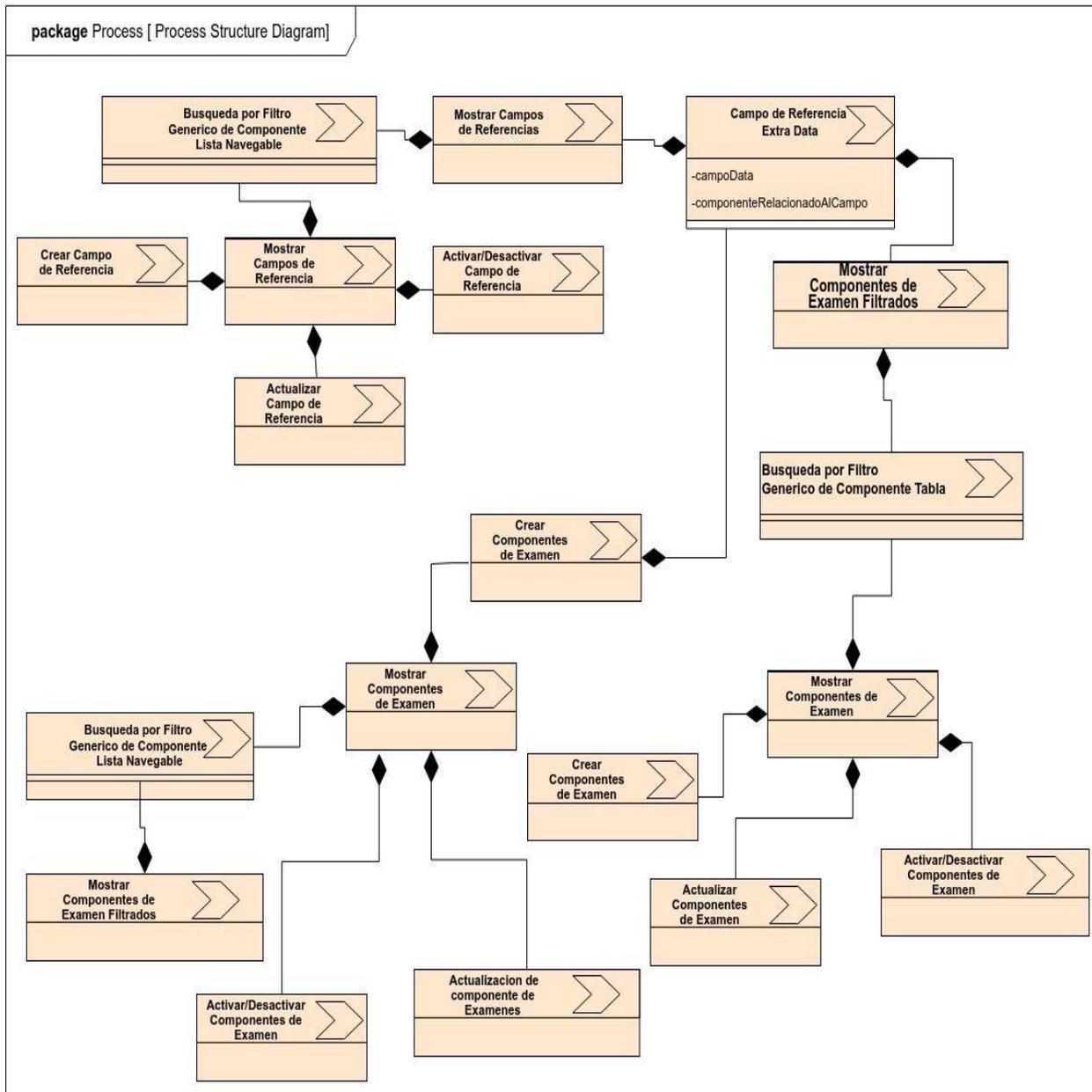
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 92 - Diagrama de procesos, gestión de perfiles de exámenes



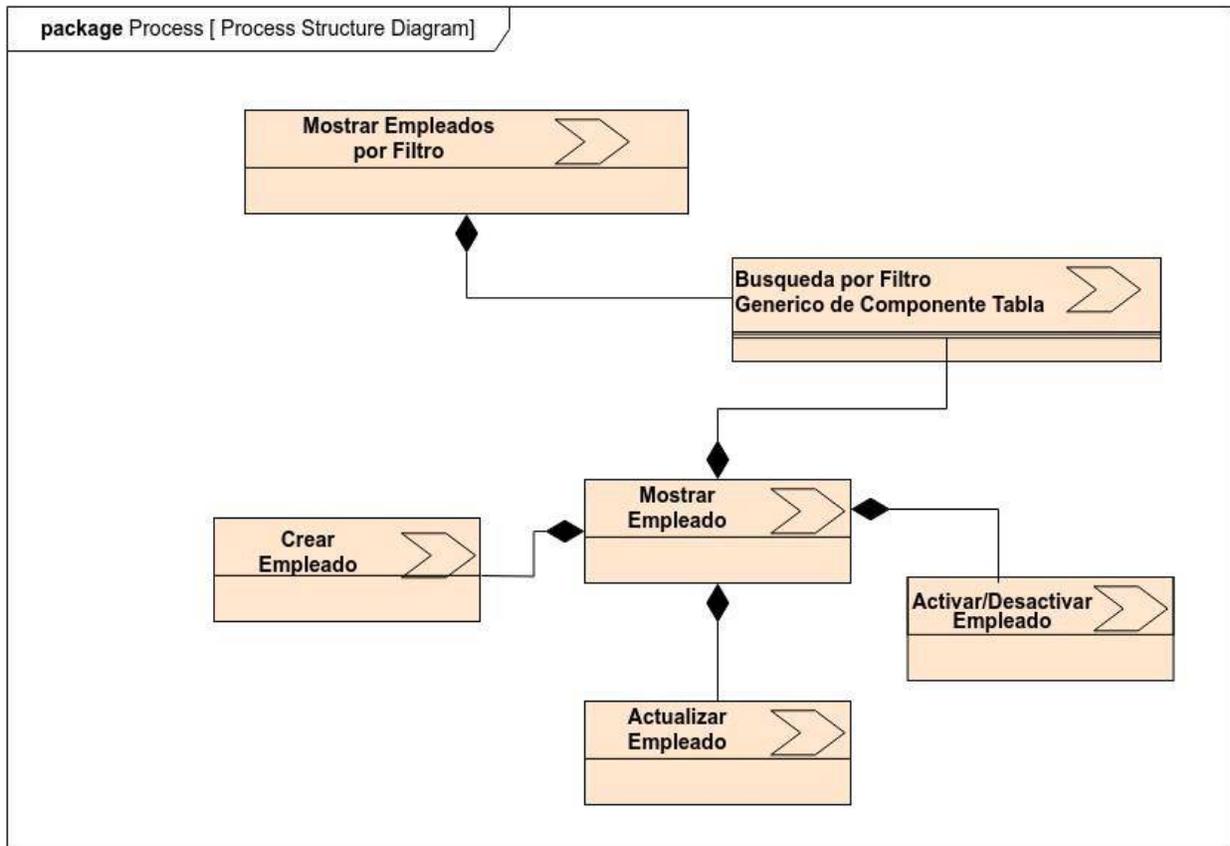
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 93 - Diagrama de procesos, gestión de componentes de exámenes



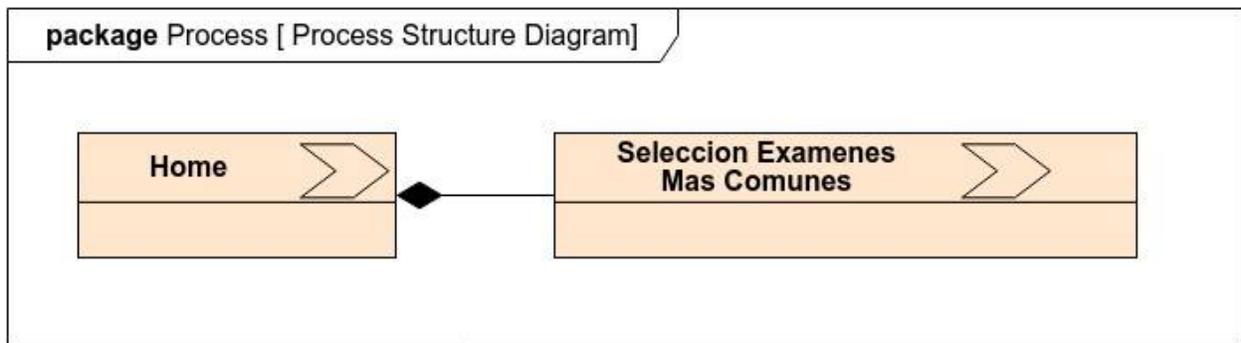
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 94 - Diagramas de procesos, gestión de empleados



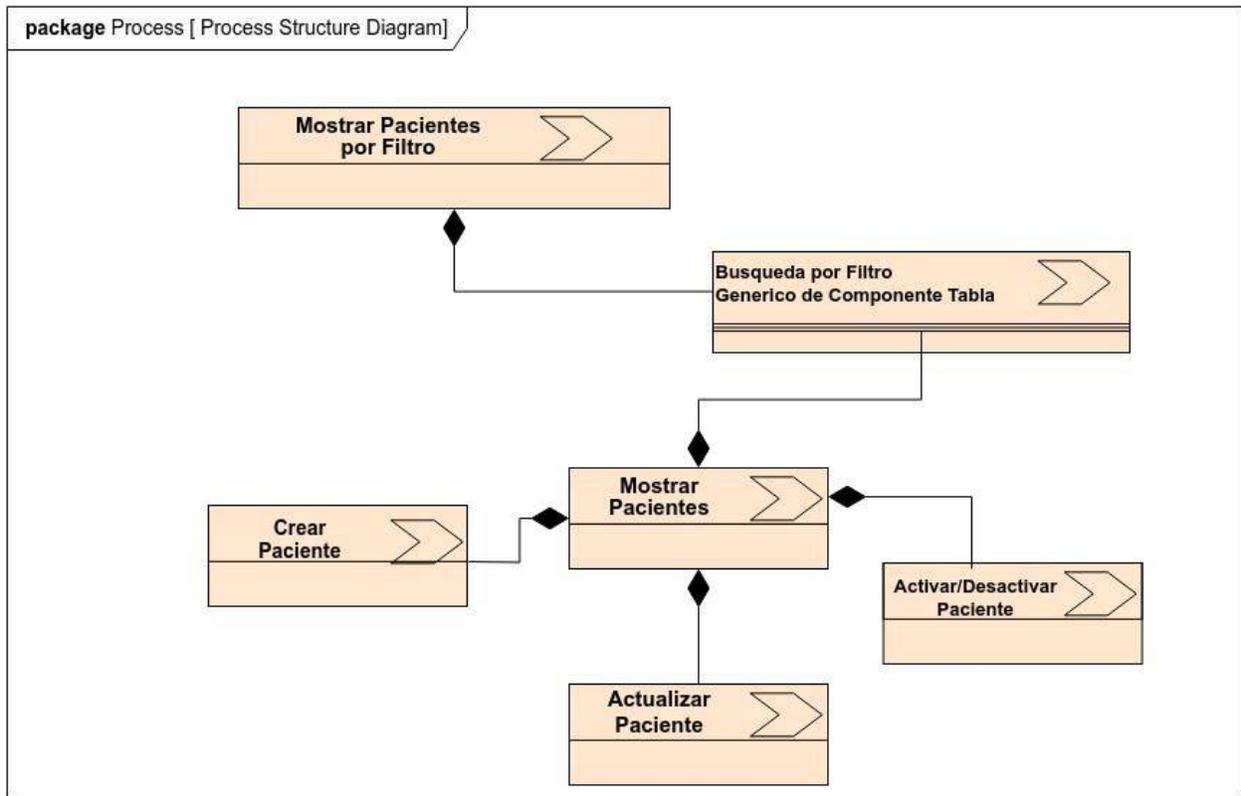
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 95 - Diagrama de procesos, dashboard



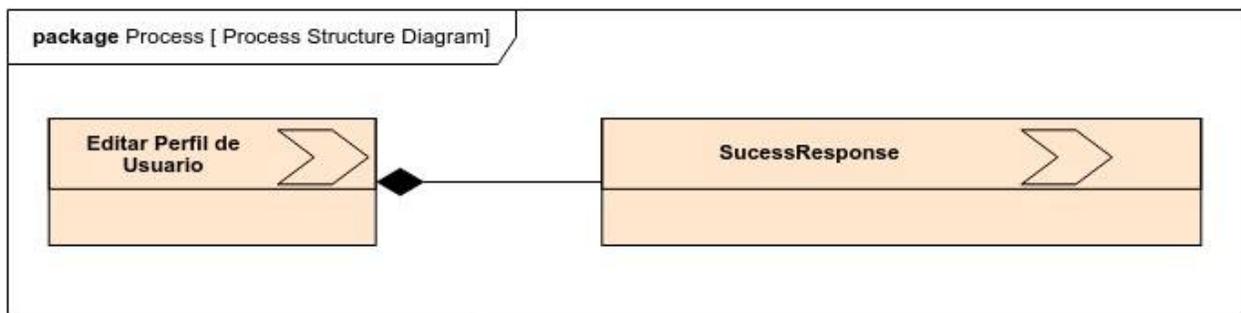
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 96 - Diagrama de procesos, gestión de pacientes



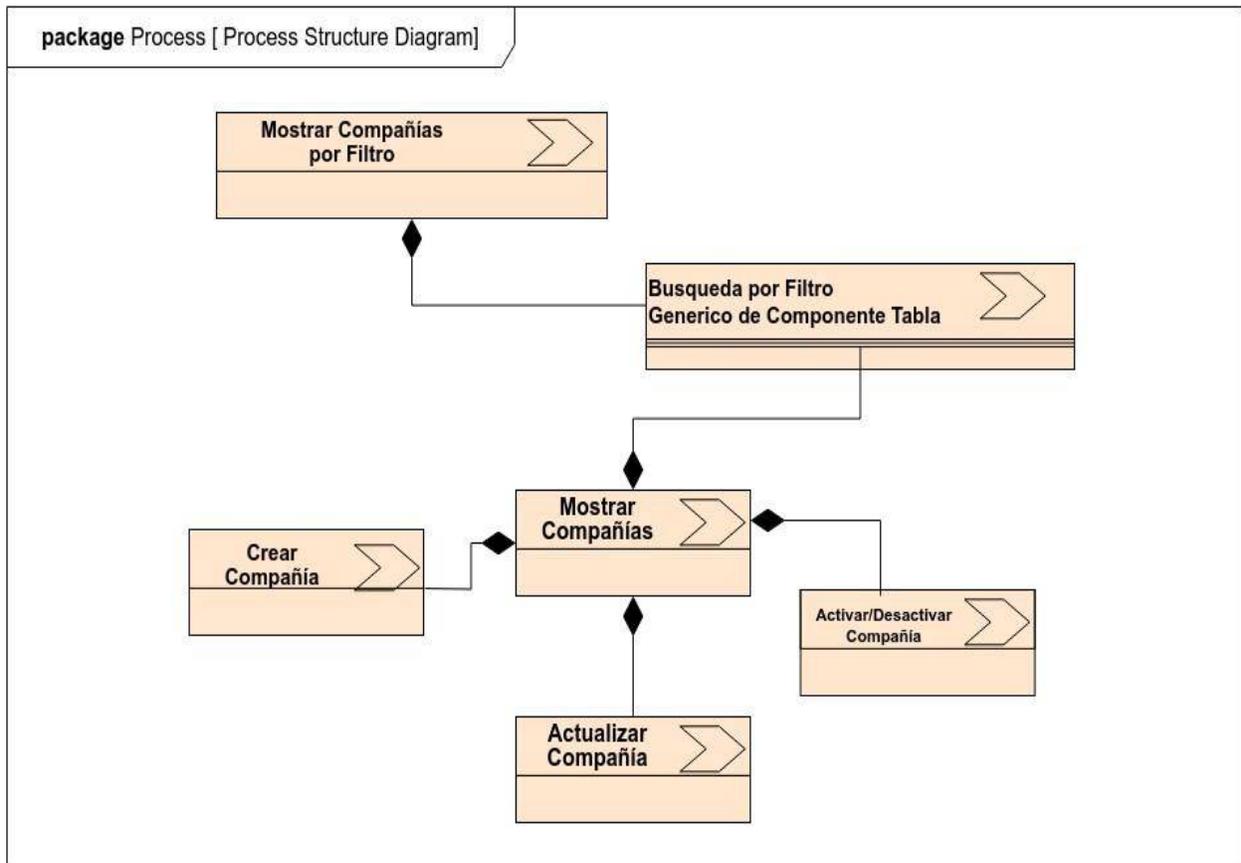
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 97 - Diagrama de procesos, gestión de usuarios



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 98 - Diagrama de procesos, gestión de compañías



Fuente: Elaboración propia.