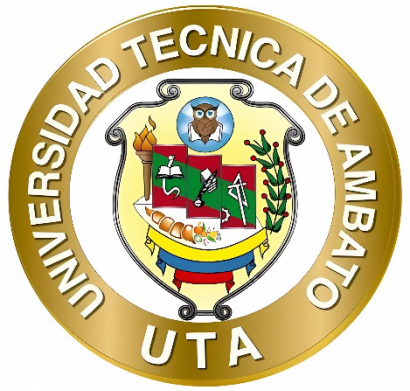


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE SOFTWARE

Tema:

AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL PROCESO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (DINNOVA) DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, MEDIANTE EL USO DE CLEAN ARCHITECTURE

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software.

ÁREA: Gestión de Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Software, Tecnologías de la Información y Ciencia de Datos.

AUTOR: Edison Javier Ortiz Solis

TUTOR: Ing. Rubén Eduardo Nogales Portero, PhD.

Ambato - Ecuador

enero – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL PROCESO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (DINNOVA) DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, MEDIANTE EL USO DE CLEAN ARCHITECTURE, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el estudiante Edison Javier Ortiz Solis, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, enero 2026.

Firmado electrónicamente por:
RUBEN EDUARDO NOGALES PORTERO
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Rubén Eduardo Nogales Portero, PhD.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL PROCESO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (DINNOVA) DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, MEDIANTE EL USO DE CLEAN ARCHITECTURE es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, enero 2026.

Firmado electrónicamente por:
EDISON JAVIER ORTIZ SOLIS
Validar únicamente con FirmaEC

Edison Javier Ortiz Solis

C.C. 1850085364

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, enero 2026.



Edison Javier Ortiz Solis

C.C. 1850085364

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Edison Javier Ortiz Solis, estudiante de la Carrera de Ingeniería de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL PROCESO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (DINNOVA) DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, MEDIANTE EL USO DE CLEAN ARCHITECTURE, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, enero 2026.



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Daniel Sebastian Jerez Mayorga, Mg
PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Julio Enrique Balarezo Lopez, Mg
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que, con su esfuerzo, su amor y su ejemplo me enseñaron a luchar por mis metas y a no rendirme cuando el camino se ponía difícil.

A mis abuelitos que ya no están conmigo, porque su recuerdo y sus enseñanzas siguen guiando mis pasos, y a mis abuelitos que aún me acompañan, que con su cariño y apoyo siempre han sido un pilar muy importante en mi vida.

Lo dedico a mis hermanos menores, con la esperanza de que ellos también cumplan todas sus metas y sueños, y a mis tías que han sido como hermanas para mí y que siempre me han acompañado con su cariño.

A mi familia en general, que estuvo conmigo con amor incondicional en cada etapa de este camino. Esta dedicatoria es para ustedes, porque cada uno ha sido parte esencial de este logro que voy a llevar conmigo para siempre.

Edison Javier Ortiz Solis

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza, la salud y la claridad para llegar hasta aquí.

A mi tutor, por su guía y por orientarme cuando necesitaba dirección. A mis amigos, que estuvieron conmigo en los momentos buenos y en los complicados, siempre con apoyo, compañía y ánimo.

A mis profesores, que durante mi formación me brindaron su conocimiento, su apoyo y palabras que me impulsaron a seguir adelante. Y a todas las personas que, de alguna manera, formaron parte de este proceso y aportaron para que hoy pueda alcanzar este logro, y cierro este capítulo con la frase que siempre me motivo en los momentos más difíciles "Hacer lo que tengo que hacer cuando lo tengo que hacer me guste o no me guste".

Edison Javier Ortiz Solis

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

AUTORÍA ..... **iii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **viii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xiii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xv**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xx**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **xxi**

ABSTRACT ..... **xxii**

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO **1**

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes investigativos 3

1.3 Fundamentación teórica 24

1.3.1 Tecnologías de automatización y transformación digital..... 24

1.3.2 Framework frontend: Blazor WebAssembly 9.0 25

1.3.3 Herramienta de prototipado: Balsamiq 25

1.3.4 Bases de datos: SQL Server 2022 26

1.3.5 Metodología de desarrollo ágil: ScrumBan 26

1.3.6 Plataforma backend: .NET 9.0 26

1.3.7 Arquitectura del sistema: Clean Architecture 27

1.3.8 Enfoque Code First y Entity Framework Core 28

1.3.9 Entorno de despliegue 28

1.3.10 Control de versiones: Git y GitHub 29

1.3.11 Documentación de modelado de procesos: BPMN 2.0..... 29

1.3.12 Seguridad y autenticación 30

1.4 Objetivos 30

1.4.1 Objetivo general 30

1.4.2 Objetivos específicos 31

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 32

2.1 Materiales 32

2.2 Métodos 32

2.2.1 Modalidad de la investigación 33

2.2.2 Población y muestra 33

2.2.3 Recolección de información 34

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos. 35

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 43

3.1 Análisis del proceso de registro de propiedad intelectual 43

3.1.1 Metodología de análisis y validación con los actores del proceso 43

3.1.2 Comparación entre el procedimiento institucional y los procesos configurados en el sistema 45

3.2 Metodología 54

3.3 Planificación 57

3.4 Diseño y modelado del sistema 59

3.4.1 Modelo de arquitectura 60

3.4.2 Modelado de clases y dominio 69

3.4.3 Modelado funcional 76

3.4.5 Modelo de datos 96

3.5 Autenticación 98

3.6 Usuarios, roles y permisos 99

3.7 Organizaciones y departamentos 101

3.8 Procesos 102

3.9 Actividades 103

3.10 Motor de procesos 104

3.10.1 Creación y ejecución de instancias 105

3.10.2 Tareas asignadas al usuario 105

3.10.3 Validación de permisos y comentarios 106

3.11 Monitoreo 106

3.11.1 Visualización de instancias de procesos 107

3.11.2 Eliminación de instancias sin actividades finalizadas 107

3.11.3 Edición de actividades ya realizadas 108

3.11.4 Visualización de archivos generados durante la instancia 108

3.11.5 Visualización de comentarios asociados a las actividades 109

3.11.6 Búsqueda y consulta de certificados generados en las actividades 110

3.12 Configuración 111

3.13 Reportes e indicadores 112

3.14 Accesibilidad 116

3.15 Pruebas 116

3.15.1 Pruebas unitarias 116

3.15.2 Pruebas funcionales 117

3.16 Implementación 121

3.17 Resultados 123

3.17.1 Selección del instrumento de evaluación 123

3.17.2 Justificación del uso del CSUQ en la investigación..... 123

3.17.3 Estructura del cuestionario CSUQ 125

3.17.4 Participantes de la evaluación 126

3.17.5 Análisis de las preguntas 127

3.17.6 Análisis de fiabilidad del cuestionario CSUQ (Alfa de Cronbach) 136

3.17.7 Prueba t-Student (prueba t basada en la distribución t de Student)..... 137

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 143

4.1 Conclusiones 143

4.2 Recomendaciones..... 144

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 146

ANEXOS 150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de artículos. 3

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión. 4

Tabla 3. Resultados obtenidos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. 4

Tabla 4. Criterios de pertinencia aplicados. 5

Tabla 5. Resultados obtenidos después de aplicar los criterios de pertenencia. 5

Tabla 6. Participantes seleccionados mediante muestreo por expertos..... 34

Tabla 7. Resultados de la validación de la encuesta 37

Tabla 8. Comparación de metodologías..... 54

Tabla 9. Estructura completa del backlog del sistema 57

Tabla 10. Requerimientos funcionales..... 61

Tabla 11. Requerimientos no funcionales..... 62

Tabla 12. Caso de prueba – Crear instancia del proceso..... 118

Tabla 13. Caso de prueba – Iniciar primera actividad. 118

Tabla 14. Caso de prueba – Completar actividad. 119

Tabla 15. Caso de prueba – Avanzar en el flujo. 119

Tabla 16. Caso de prueba – Retroceder actividad. 120

Tabla 17. Caso de prueba – Finalizar proceso. 120

Tabla 18. Comparación de herramientas de evaluación de usabilidad. 124

Tabla 19. Perfil de los participantes en la evaluación de satisfacción del sistema. . 127

Tabla 20. Cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach para el cuestionario CSUQ. .. 137

Tabla 21. Promedios por encuestado, media global y desviación estándar del CSUQ. 139

Tabla 22. Resultados de la prueba t-Student para distintos valores de referencia de la escala CSUQ 142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frecuencia de tecnologías de automatización utilizadas. 21

Figura 2. Comparación de metodologías aplicadas en los estudios analizados. 22

Figura 3. Áreas de aplicación de la automatización identificadas en los estudios..... 22

Figura 4. Errores comunes identificados en la implementación de procesos de automatización. 23

Figura 5. Distribución de los ambientes de implementación en los estudios analizados. 24

Figura 6. Promedio de respuestas por ítem en la encuesta aplicada a los funcionarios de DINNOVA. 38

Figura 7. Distribución Global De Respuestas (1-5) 39

Figura 8. Registro de Propiedad Intelectual PI – Patentes (1 de 2)..... 46

Figura 9. Registro de Propiedad Intelectual PI – Patentes (2 de 2)..... 47

Figura 10. Diagrama del proceso de registro de patentes configurado en el sistema. 48

Figura 11. Registro de Propiedad Intelectual PI - Derechos de Autor..... 50

Figura 12. Diagrama del proceso de registro de derechos de autor configurado en el sistema. 51

Figura 13. Registro de Propiedad Intelectual PI – Otras modalidades 53

Figura 14. Diagrama del proceso de registro de otras modalidades configurado en el sistema. 54

Figura 15. Tablero Kanban 56

Figura 16. Estructura jerárquica del backlog: Epics, Features y PBIs 57

Figura 17. Arquitectura general del sistema 68

Figura 18. Modelo de Dominio del Sistema 71

Figura 19. Núcleo organizacional, usuarios y control de acceso 73

Figura 20. Definición de procesos, versiones y actividades 74

Figura 21. Ejecución de procesos, tareas, alertas y gestión documental..... 75

Figura 22. Productos de propiedad intelectual y contexto académico 77

Figura 23. Diagrama de casos de uso del módulo de autenticación y acceso al sistema. 78

Figura 24. Diagrama de casos de uso para la administración de organización y departamentos. 79

Figura 25. Diagrama de casos de uso para la gestión de usuarios, grupos y permisos. 80

Figura 26. Diagrama de casos de uso para la configuración y diseño de procesos.... 81

Figura 27. Diagrama de casos de uso para la instanciación y ejecución de procedimientos. 82

Figura 28. Diagrama de casos de uso para el seguimiento y reporte de procedimientos. 83

Figura 29. Diagrama de casos de uso para la gestión de certificados y documentos. 84

Figura 30. Diagrama de casos de uso para la gestión de iniciadores y supervisión del departamento. 85

Figura 31. Diagrama de secuencia del proceso de autenticación y selección de departamento. 86

Figura 32. Diagrama de secuencia para la gestión de organización y departamentos87

Figura 33. Diagrama de secuencia para la gestión de usuarios y asignación de accesos..... 88

Figura 34. Diagrama de secuencia para la creación y versionamiento de procedimientos. 89

Figura 35. Diagrama de secuencia para la gestión de iniciadores de procedimientos. 90

Figura 36. Diagrama de secuencia para la instanciación de un procedimiento. 91

Figura 37. Diagrama de secuencia para la ejecución y completación de una tarea. .. 92

Figura 38. Diagrama de secuencia para la gestión de comentarios, documentos y notificaciones. 93

Figura 39. Diagrama de secuencia para el seguimiento y monitoreo de procesos..... 94

Figura 40. Diagrama de secuencia para la búsqueda y visualización de certificados.95

Figura 41. Modelo entidad–relación del sistema 98

Figura 42. Pantalla de inicio de sesión del sistema..... 99

Figura 43. Interfaz de gestión de usuarios del sistema..... 100

Figura 44. Vista del módulo de control de acceso y asignación de roles y departamentos. 100

Figura 45. Interfaz de gestión de grupos del sistema. 101

Figura 46. Vista general del módulo de gestión de la organización del sistema. 102

Figura 47. Interfaz del módulo de gestión de procedimientos en el sistema. 103

Figura 48. Interfaz de definición y gestión de actividades del proceso. 104

Figura 49. Interfaz de tareas asignadas al usuario, con filtros y panel de ejecución de actividad. 105

Figura 50. Panel de comentarios asociados a la actividad seleccionada dentro del motor de procesos. 106

Figura 51. Interfaz del módulo de monitoreo con la lista de instancias generadas por el usuario. 107

Figura 52. Edición de actividades realizadas dentro del monitoreo de instancias. .. 108

Figura 53. Lista de archivos generados en la instancia del proceso dentro del módulo de monitoreo..... 109

Figura 54. Comentarios asociados a una actividad ejecutada dentro de una instancia monitoreada. 110

Figura 55. Interfaz de búsqueda y consulta de certificados generados durante las actividades del proceso. 110

Figura 56. Pantalla de configuración del correo institucional y macroprocesos del departamento. 111

Figura 57. Pantalla de reportes con filtros avanzados y vista tabular de resultados. 112

Figura 58. Informe detallado generado a partir de las instancias registradas en el sistema. 113

Figura 59. Dashboard de indicadores con métricas globales y gráficos de estado. . 114

Figura 60. Exportación del informe a PDF. 115

Figura 61. Exportación del informe a Excel. 115

Figura 62. Resultado de la ejecución de pruebas unitarias.as unitarias en el proyecto 117

Figura 63. Arquitectura de implementación del sistema. 122

Figura 64. Resultados del ítem 1 del cuestionario CSUQ..... 127

Figura 65. Resultados del ítem 2 del cuestionario CSUQ..... 128

Figura 66. Resultados del ítem 3 del cuestionario CSUQ..... 129

Figura 67. Resultados del ítem 4 del cuestionario CSUQ..... 129

Figura 68. Resultados del ítem 5 del cuestionario CSUQ..... 130

Figura 69. Resultados del ítem 6 del cuestionario CSUQ..... 131

Figura 70. Resultados del ítem 7 del cuestionario CSUQ..... 131

Figura 71. Resultados del ítem 8 del cuestionario CSUQ..... 132

Figura 72. Resultados del ítem 9 del cuestionario CSUQ..... 133

Figura 73. Resultados del ítem 10 del cuestionario CSUQ..... 133

Figura 74. Resultados del ítem 11 del cuestionario CSUQ..... 134

Figura 75. Resultados del ítem 12 del cuestionario CSUQ..... 134

Figura 76. Resultados del ítem 13 del cuestionario CSUQ..... 135

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta para funcionarios de DINNOVA. 150

Anexo B. Entrevista estructurada..... 154

Anexo C. Historias de usuario y prototipos de interfaz 155

Anexo D. Acta de reunión para validar requerimientos..... 192

Anexo E. Acta de requerimientos 194

RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de registro de propiedad intelectual gestionado por DINNOVA presentaba problemas derivados de su ejecución manual, entre ellos dispersión de documentos, falta de integración entre herramientas, ausencia de trazabilidad y limitaciones para realizar un seguimiento uniforme de cada trámite, lo que provocaba demoras y reducía la eficiencia institucional. Como respuesta a esta necesidad, se desarrolló SIPRO-UTA, una aplicación web basada en Clean Architecture que centraliza la información, automatiza actividades críticas y estandariza el flujo operativo del proceso. Para gestionar la construcción del sistema se aplicó la metodología ágil Scrumban, un enfoque híbrido que combina la planificación estructurada de Scrum con el flujo continuo y los límites de trabajo en progreso de Kanban, permitiendo priorizar tareas, adaptarse a cambios y mantener una carga de trabajo estable durante el desarrollo. El sistema integra módulos de autenticación, gestión de usuarios y roles, diseño y ejecución de procesos, seguimiento de actividades, administración documental y generación de reportes. La evaluación mediante el cuestionario CSUQ evidenció altos niveles de satisfacción en calidad del sistema, claridad de la información y experiencia de uso, mientras que el coeficiente Alfa de Cronbach ($\alpha = 0{,}9489$) confirmó una excelente consistencia interna del instrumento. En conjunto, la solución implementada mejora la eficiencia, la trazabilidad y el control institucional del proceso de registro de propiedad intelectual.

Palabras claves: SIPRO-UTA, Registro de propiedad intelectual, Desarrollo de software, Arquitectura limpia, Metodología Scrumban, Usabilidad del sistema, Cuestionario de Usabilidad.

ABSTRACT

The intellectual property registration process managed by DINNOVA presented several limitations derived from manual execution, including dispersed documentation, lack of integration between tools, absence of traceability, and difficulties in consistently monitoring each procedure, which caused delays and reduced institutional efficiency. In response to this need, SIPRO-UTA was developed as a web application based on Clean Architecture to centralize information, automate critical activities, and standardize the operational workflow of the process. The system was built using the Scrumban agile methodology, a hybrid approach that combines Scrum's structured planning with Kanban's continuous flow and work-in-progress limits, enabling task prioritization, adaptability to requirement changes, and stable workload management during development. The platform integrates modules for authentication, user and role management, process design and execution, activity tracking, document management, and report generation. Evaluation through the Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) revealed high levels of satisfaction regarding system quality, information clarity, and user experience, while the Cronbach's Alpha coefficient ($\alpha = 0.9489$) confirmed excellent internal consistency of the instrument. Overall, the implemented solution significantly improves efficiency, traceability, and institutional control of the intellectual property registration process.

Keywords: SIPRO-UTA, Intellectual property registration, Software development, Clean architecture, Scrumban methodology, System usability, Computer System Usability Questionnaire.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

"AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL PROCESO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (DINNOVA) DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, MEDIANTE EL USO DE CLEAN ARCHITECTURE."

1.1.1 Planteamiento del problema

La automatización de procesos administrativos en las instituciones de educación superior se ha consolidado como una estrategia clave para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio. En [1] se evidencia que la transformación digital en la educación superior favorece la adopción de sistemas automatizados y sin papel, optimizando la comunicación institucional, la gestión de recursos y la sostenibilidad de las operaciones. No obstante, los mismos autores advierten que esta transición enfrenta desafíos importantes, como la resistencia al cambio del personal, la limitada capacitación digital y las restricciones tecnológicas propias de los entornos institucionales.

En el contexto latinoamericano, la eficiencia administrativa universitaria continúa siendo un desafío estructural. En [2] se señala que las instituciones de educación superior presentan limitaciones en la gestión de sus procesos administrativos, especialmente en lo referente al aprovechamiento de recursos, la optimización de tiempos de respuesta y la integración tecnológica entre dependencias. El estudio analizó 20 investigaciones sobre eficiencia en universidades de distintos países y concluyó que aproximadamente el 30 % de ellas han implementado iniciativas de mejora orientadas a incrementar la productividad y la calidad del servicio. Estos resultados evidencian que, a pesar de los avances en digitalización, la adopción de tecnologías para la optimización de procesos administrativos sigue siendo limitada en la región, lo que resalta la necesidad de promover estrategias sostenibles de automatización y transformación digital en las instituciones de educación superior.

En Ecuador la automatización de procesos administrativos en las instituciones de educación superior se perfila como una estrategia fundamental para optimizar la gestión pública y mejorar la calidad de los servicios. En [3] se indica que, aunque varias entidades públicas han iniciado procesos de automatización, su implementación aún es parcial y focalizada en áreas operativas, lo que restringe su impacto transformador. Entre los principales desafíos se encuentran la baja integración entre sistemas y la escasa planificación institucional para digitalizar procesos de manera estructurada. En el ámbito universitario, la Universidad Técnica de Babahoyo ha logrado avances significativos mediante el uso de tecnologías como 1 Business Process Management (BPM) y Robotic Process Automation (RPA), lo que ha permitido mejorar la productividad, la trazabilidad de la información y la transparencia institucional [4]. No obstante, tanto en esta universidad como en otras del país, persisten barreras como la resistencia al cambio, la limitada capacitación del personal y la falta de estrategias organizacionales orientadas a la innovación [3], [4].

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué forma la implementación de una aplicación web que automatice el proceso de Propiedad Intelectual puede ayudar a superar las ineficiencias del control manual actual? La institución experimenta retrasos significativos en la tramitación de documentos debido a la dispersión de la información entre departamentos. Como consecuencia, los involucrados en el proceso invierten un tiempo excesivo en el seguimiento de trámites que podrían resolverse de manera más ágil mediante el uso de tecnología adecuada. Esta situación ha generado una duplicación constante de esfuerzos y recursos dentro del procedimiento administrativo universitario. Además, los registros históricos de solicitudes y resoluciones son de difícil acceso bajo el esquema actual de trabajo. Por ello, la implementación de un sistema automatizado especializado representa una necesidad urgente para superar estas deficiencias operativas. La transformación digital de este proceso, en particular, debe considerar las particularidades de los flujos internos de la institución y las necesidades específicas de sus usuarios.

1.2 Antecedentes investigativos

La búsqueda de estudios primarios se llevó a cabo en bases de datos científicas como Institute of Electrical and Electronics Engineers Digital Library (IEEE Xplore), Association for Computing Machinery Digital Library (ACM Digital Library), SpringerLink, arXiv, ScienceDirect, SAGE Journals, Wiley Online Library, Nature y Taylor Francis. Estas plataformas permiten acceder a literatura técnica y artículos revisados por pares de alta calidad, lo que garantiza la solidez académica de las fuentes consultadas. Como resultado, se identificaron más de 133 artículos relevantes que abordan tecnologías, marcos metodológicos y casos de uso aplicados a la automatización de procesos administrativos. Este análisis permitió construir un marco teórico sólido, así como fundamentar la propuesta técnica de esta investigación.

((process automation OR BPM OR process digitization) AND (administrative) AND (web application OR information system OR software platform))

En la Tabla 1 se muestra la distribución de artículos encontrados por base de datos.

Tabla 1. Distribución de artículos.

Base de datos	**Cantidad de artículos**
arXiv	13
ACM Digital Library	21
IEEE Xplore	65
SAGE Journals	8
SpringerLink	15
Wiley Online Library	10
Nature	1
Redalyc	3
ResearchGate	2
ScienceDirect	10
Taylor & Francis	3
Total	**133**

Con el objetivo de depurar la información recolectada, se estableció un conjunto de parámetros para incluir únicamente aquellos estudios que aportaran evidencia

relevante al campo de la automatización de procesos administrativos. Los criterios definidos, presentados en la Tabla 2, permitieron excluir investigaciones que no se alineaban con el objetivo central del estudio o que carecían de fundamentos técnicos aplicables. Esta estrategia de selección favoreció la identificación de trabajos recientes y con un enfoque práctico, lo cual facilitó la construcción de una base teórica sólida. Asimismo, se dio preferencia a estudios que documentaran experiencias reales o simuladas, de modo que los resultados pudieran ser contrastados con el entorno institucional actual. Los artículos finalmente considerados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Inclusión
• Artículos que aborden la automatización de procesos administrativos o la palabra Business Process Management. • Artículos que presenten un software como resultado o propongan metodologías aplicadas. • Publicaciones realizadas entre los años 2020 y 2025. • Preferencia por estudios redactados en inglés o español.
Exclusión
• Artículos enfocados exclusivamente en automatización robótica. • Estudios que no estén relacionados con el ámbito de la ingeniería. • Artículos cuyo texto completo no sea accesible. • Trabajos cuya fecha de publicación sea anterior al año 2020.

Tabla 3. Resultados obtenidos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

Base de datos	**Cantidad**	**Cadena de búsqueda**
ArXiv	4	Cadena única
ACM Digital Library	9	Cadena única
IEEE Xplore	7	Cadena única
SAGE Journals	3	Cadena única
Springer	1	Cadena única
Wiley Online Library	5	Cadena única
Nature	1	Cadena única
Redalyc	3	Cadena única

ScienceDirect	14	Cadena única
Total	47	

Para refinar aún más la selección de estudios, se aplicaron criterios de pertinencia orientados a evaluar el grado de contribución que cada investigación ofrece al presente estudio. En la Tabla 4 se detallan dichos criterios. Esta etapa permitió identificar los trabajos con mayor aplicabilidad práctica y alineación temática con el objetivo de automatizar procesos administrativos. Se otorgó prioridad a los artículos que mostraban resultados concretos, mejoras medibles y propuestas implementadas en contextos reales.

Tabla 4. Criterios de pertinencia aplicados.

Pertinencia
1.- ¿Presenta mejoras o riesgos? 2.- ¿Propone o aplica una metodología? 3.- ¿Aplica a educación o sector público? 4.- ¿Habla sobre automatización de procesos? 5.- ¿Involucra herramientas tecnológicas o software?

En la Tabla 5 se presentan los artículos que cumplieron con estos parámetros. Posteriormente, se procedió a sistematizar la información relevante de cada estudio, permitiendo su análisis comparativo y facilitando la extracción de conclusiones fundamentadas en evidencia empírica.

Tabla 5. Resultados obtenidos después de aplicar los criterios de pertenencia.

Base de datos	**Cantidad**
arXiv	4
ACM Digital Library	3
IEEE Xplore	7
SAGE Journals	2
Springer	1
Wiley	2
ScienceDirect	7
Total	**26**

La identificación y análisis de estudios previos permitió construir una base documental coherente con los objetivos de esta investigación. En lugar de limitarse a una exploración general, se aplicaron filtros rigurosos que aseguraron la pertinencia temática y metodológica de cada publicación. Esta selección destaca el interés creciente por optimizar procesos administrativos mediante soluciones tecnológicas, lo que confirma la relevancia del problema abordado. Los trabajos recopilados no solo aportan ejemplos concretos de implementación, sino que también reflejan tendencias actuales en innovación y transformación digital. En las siguientes secciones se detallan los estudios seleccionados, cuya contribución es clave para fundamentar la propuesta desarrollada.

En el artículo [5], se propone la metodología A/B Testing supported by Business Process Management (AB-BPM), la cual combina pruebas A/B con Reinforcement Learning (RL), aunque no se propuso una metodología de trabajo ágil específica. Para validar este enfoque, se entrevistó a un panel de diez expertos en gestión de procesos empresariales de una empresa multinacional con más de 100.000 empleados, quienes acumularon en promedio 7,6 años de experiencia laboral y 4,3 años específicamente en BPM. Además, se aplicaron las metodologías de investigación Grounded Theory y Delphi, agrupadas bajo el enfoque Research Techniques for Decision Making (RTDM), logrando identificar 18 riesgos clave y 19 características funcionales que deben incluir las herramientas de soporte de AB-BPM. En cuanto al modelado de procesos, se utilizó Business Process Model and Notation (BPMN) y se propuso un BPMN Diff Viewer, con un nivel de importancia promedio de 4,57 sobre 5 puntos, facilitando la identificación de cambios entre versiones. La gestión del cambio cultural fue calificada como el riesgo más crítico con un puntaje promedio de 15,6 en una escala de 1 a 25, mientras que la necesidad de contar con Key Performance Indicators (KPIs) amplios alcanzó un nivel de importancia de 4,0 sobre 5. Asimismo, se destacó la implementación de plataformas Business Process Management System (BPMS) y herramientas Extract, Transform, Load (ETL), indispensables para lograr la integración de datos en tiempo real, y se sugirió el uso de procesos de experimentación con más de dos variantes, aunque este recibió una valoración moderada de 3,13 sobre 5. Finalmente, la comunicación efectiva de los cambios a los empleados fue considerada la funcionalidad más relevante, alcanzando una valoración promedio de

4,75 sobre 5 puntos, lo que refuerza la alta prioridad otorgada a la capacitación y a la correcta adopción de los nuevos procesos organizacionales.

De acuerdo con el artículo [6], se presenta el sistema ECLAIR, el cual combina modelos fundacionales multimodales como Generative Pretrained Transformer 4 (GPT-4) para automatizar procesos empresariales. Este enfoque fue evaluado mediante estudios de caso en un hospital y una empresa Business to Business (B2B), donde se evidenció que la implementación de RPA tomó 12 meses, alcanzó inicialmente solo un 60 % de precisión y requirió seis meses adicionales para llegar al 95 % de precisión, además de involucrar dos empleados a tiempo completo para su mantenimiento. Por el contrario, ECLAIR aplicó las intervenciones Demonstrate, Execute y Validate, logrando en la primera una precisión del 93 % en la identificación de pasos utilizando únicamente descripciones en lenguaje natural. En la segunda intervención, se completaron con éxito el 40 % de 30 tareas de navegación web empresarial, superando ampliamente los resultados obtenidos con GPT-4 sin adaptaciones. Además, en la fase de validación, ECLAIR alcanzó una precisión del 90% y un recall del 84 %, reduciendo significativamente la necesidad de supervisión humana. No obstante, se identificaron limitaciones en la interacción con elementos gráficos pequeños, lo que sugiere áreas de mejora. Finalmente, se estima que la automatización de flujos empresariales con este sistema podría generar ganancias de productividad de hasta 4 billones de dólares anuales.

De acuerdo con el artículo [7], se presenta SmartFlow, un sistema de automatización robótica de procesos que integra Large Language Models (LLMs) como Generative Pretrained Transformer 3 (GPT-3), técnicas de visión por computadora y análisis de código HTML, siendo evaluado en un conjunto de cinco aplicaciones empresariales reales de registros hospitalarios, atención al cliente, ventas, generación de leads y solicitudes de pasaportes. Este sistema utilizó intervenciones como el Information Validation System (IVS), métodos de Layout Mapping mediante reglas, cuadrícula virtual y demostraciones del administrador, así como generación de scripts automatizados con PyAutoGUI. En estas pruebas, SmartFlow logró una precisión del 93,3 % en la inserción de datos y una tasa de éxito del 100 % en la ejecución de tareas, con un tiempo promedio de 1,43 minutos por tarea, aunque se identificaron errores principalmente en la selección de radiobuttons y checkboxes, donde la precisión fue

solo del 75 %, debido a la dificultad de asociar correctamente etiquetas de texto. Además, alcanzó una precisión del 98,5 % en la selección de fechas y 100 % en menús desplegables, mientras que los errores en la asociación de campos fueron corregidos durante la configuración inicial por los administradores. Finalmente, mediante técnicas de Frame Difference, SmartFlow validó automáticamente los estados de éxito o fallo en la ejecución de tareas, entregando reportes de estado a través de su Application Programming Interface (API) y asegurando la trazabilidad de los procesos automatizados.

De acuerdo al artículo [8], se presenta Prompt2Task, un sistema de automatización móvil que emplea un enfoque de multiagent basado en GPT-4, integrando agentes de análisis, recuperación, ejecución y evaluación. En pruebas sobre 75 aplicaciones y más de 400 flujos de trabajo, alcanzó una precisión del 91 % en la generación de instrucciones y requirió intervención del usuario en un 12 % de los casos. Se aplicaron estrategias como Historical Task Invocation, Strict Text Matching, Redirect y Expand, logrando una tasa de finalización de tareas del 87 %. Además, utilizó un Knowledge Repository con un grafo de pantallas móviles y modelos visuales como Pix2Struct y Optical Character Recognition (OCR) para interpretar interfaces. El Assessment Agent implementó acciones de Follow, Change y Retract, reduciendo los errores en un 15 %. Aunque presentó limitaciones en tareas personalizadas, mantuvo un tiempo promedio de ejecución de 1,8 minutos por tarea. Finalmente, el sistema demostró ser eficaz para disminuir la carga manual y propuso mejoras para reducir la intervención humana.

De acuerdo con el artículo [9], se propone la utilización del modelado de procesos de negocio como herramienta conceptual para simplificar y acelerar la automatización de procesos empresariales. Este enfoque se desarrolla a través de los modelos Model As-Is (MAS-IS) y Model To-Be (MTO-BE), que describen respectivamente los estados actuales y futuros de los procesos orientados a la automatización. Además, se plantea la integración de metamodelos y Service Models (SM) para estandarizar las operaciones y facilitar su implementación tecnológica. Sin embargo, las propuestas expuestas son exclusivamente teóricas y no se presentan datos numéricos de validación experimental, ni se indica la participación de expertos o poblaciones de prueba en la evaluación de los modelos. Asimismo, no se reportan tasas de error ni resultados cuantitativos que evidencien la efectividad práctica de las metodologías propuestas.

Finalmente, aunque se destaca la importancia de integrar factores de producción mediante recursos humanos y tecnológicos, la validación de estas propuestas queda como un trabajo futuro pendiente de comprobación en entornos reales.

De acuerdo al artículo [10], se presenta una herramienta de automatización de cálculos de inversiones desarrollada con Microsoft Power Apps y Power Automate, aplicada en la empresa Energie Steiermark AG para proyectos de fibra óptica y sistemas fotovoltaicos. En este caso de estudio, se gestionaron 20 parámetros para los proyectos de fibra óptica y 34 parámetros para los de fotovoltaicos, lo que permitió automatizar cálculos complejos como la Internal Rate of Return (IRR) y el Net Present Value (NPV). Además, se implementaron seis flujos automatizados, tres para cada tipo de proyecto, logrando reducir el tiempo de cálculo a 1 minuto en acceso individual y entre 1 y 5 minutos en accesos simultáneos, según las pruebas realizadas. Para evitar interferencias en cálculos concurrentes, se aplicó un sistema de bloqueo de archivos en OneDrive utilizando identificadores únicos por usuario. Asimismo, se validaron correctamente los parámetros de entrada en 20 pruebas de consistencia, asegurando la precisión de los resultados sin errores en las ejecuciones. Por otra parte, la generación de archivos personalizados con nombres compuestos por tipo de proyecto, usuario y fecha facilitó la trazabilidad de los resultados. Finalmente, la solución demostró eficiencia operativa al permitir a los gerentes de proyecto realizar cálculos en tiempo real durante las reuniones de aprobación, eliminando la necesidad de rondas de coordinación adicionales.

De acuerdo con el artículo [11], se propone un enfoque de Model Driven Engineering (MDE) que permite transformar automáticamente historias de usuario en modelos de procesos empresariales. Esta transformación se realiza a partir de un metamodelo de historias de usuario, utilizando estructuras formales que combinan roles y actividades en un formato estandarizado. Además, se aplican transformaciones hacia el lenguaje XML Process Definition Language (XPDL), permitiendo la generación automática de diagramas BPMN mediante un proceso inicial denominado Happy Path, centrado en flujos básicos sin condiciones complejas. Posteriormente, mediante iteraciones definidas en la metodología BPM Ágil, los modelos se refinan para incluir excepciones y reglas de negocio adicionales. Sin embargo, es importante señalar que las intervenciones propuestas en este estudio son exclusivamente teóricas, ya que no se

presentan casos prácticos, validaciones experimentales ni resultados numéricos sobre su aplicación. Técnicamente, las transformaciones se implementan utilizando la herramienta Henshin en Eclipse, y los modelos generados son almacenados en formato XML Metadata Interchange (XMI) para facilitar su portabilidad. Finalmente, aunque se propone un enfoque extensible y eficiente, la validación empírica de este método queda como trabajo futuro pendiente.

De acuerdo con el artículo [12], se analizaron las condiciones organizacionales necesarias para implementar RPA en gobiernos locales suecos, basándose en un estudio de caso de cuatro municipios y la participación de 74 entrevistas formales. Como intervención clave, se utilizó el process mapping para identificar tareas automatizables, lo que permitió clasificar los procesos en simples y complejos según las directrices de la Swedish Association of Local Authorities and Regions (SALAR), priorizando los primeros para la automatización. Asimismo, se conformaron equipos de trabajo transversales integrando personal de TI, estrategas digitales, consultores y funcionarios públicos para facilitar la implementación iterativa de RPA. En términos de gestión, se establecieron roles de mantenimiento y monitoreo continuo, ya que se identificaron dificultades recurrentes relacionadas con la estabilidad de las soluciones RPA y la necesidad de ajustes permanentes. Además, se realizaron talleres de validación con 18 participantes y una evaluación escrita posterior con tres municipios y SALAR para validar los hallazgos del estudio. Aunque se identificaron beneficios en la reducción de cargas administrativas, también se reportaron conflictos organizacionales debido a la falta de visión compartida y asignación de recursos. Finalmente, el estudio concluye que la implementación de RPA no debe centrarse exclusivamente en la tecnología, sino en un proceso de transformación organizacional que involucre activamente a todos los actores clave.

De acuerdo con el artículo [13], se implementó un sistema de gestión de procesos administrativos y atención a ciudadanos basado en una arquitectura de microservicios y controladores Model View Controller (MVC), permitiendo atender a más de 494.210 gestiones ciudadanas. Como intervención clave, se utilizaron paneles de control interactivos desarrollados con C3js, Chartist y Chart.js, facilitando la visualización en tiempo real de 21.949 Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Denuncias (PQRSD). Además, se integró un esquema de análisis de datos con consultas estrella

y copo de nieve, lo que permitió identificar tendencias y optimizar la gestión de trámites en 1.200 oficinas con más de 8.000 empleados. Para garantizar la seguridad, se implementó autenticación centralizada mediante el Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) y servicios web Representational State Transfer (REST) con intercambio de datos en JavaScript Object Notation (JSON) y control de acceso por listas de IP autorizadas. Asimismo, se desplegaron recursos tecnológicos como Docker y VMware para asegurar la escalabilidad horizontal y alta disponibilidad del sistema. Durante 18 meses de operación, se gestionaron cerca de 20.000 quejas y reclamos, reduciendo significativamente los tiempos de respuesta y mejorando la calidad del servicio. Finalmente, la incorporación de códigos QR para seguimiento documental y herramientas de visualización permitió fortalecer la trazabilidad y eficiencia en la atención ciudadana.

De acuerdo con el artículo [14], la automatización robótica de procesos (RPA) se ha consolidado como una herramienta clave para mejorar la eficiencia operativa en las instituciones de educación superior. A través de la revisión sistemática de 54 estudios publicados entre 2020 y 2024, se evidenció que la implementación de RPA ha permitido automatizar tareas repetitivas como el registro de asistencia, la validación de informes de prácticas estudiantiles, la generación de certificados y la gestión de datos administrativos, alcanzando reducciones de tiempo superiores al 95 % y disminuyendo significativamente los errores humanos. Casos de éxito, como los de las universidades de Melbourne y Auckland, demostraron ahorros anuales de más de 10 000 horas laborales mediante la automatización de procesos de admisión, finanzas y seguimiento académico. Además, se observó un impacto positivo en la satisfacción de estudiantes y personal administrativo, al liberar recursos para actividades de mayor valor estratégico. El estudio aplicó la metodología PRISMA para la recopilación y análisis de la literatura, garantizando la validez de los resultados y destacando la relevancia de la RPA en la transformación digital universitaria.

De acuerdo con el artículo [15], se implementó la automatización del proceso de revisión de interconexión Distributed Energy Resources (DER) residencial en ComEd, utilizando la plataforma Digital Solar Toolkit (DST) y la integración de datos desde los sistemas Customer Information Management System (CIMS), Geographic Information System (GIS) y Application Processing Tool (APT). Como intervención

clave, se configuraron 34 validaciones automáticas para cada aplicación, permitiendo la identificación de problemas de datos, errores de completitud y revisiones técnicas automatizadas. Gracias a estas intervenciones, se logró reducir el tiempo de revisión de aplicaciones de 15 días a menos de 2 días, e incluso procesar algunas solicitudes en menos de 30 segundos. Además, se utilizó Power BI (Business Intelligence) para registrar y comparar los resultados del proceso automatizado con los manuales, facilitando la auditoría y el control de calidad. Durante la implementación, el sistema aprobó automáticamente el 78 % de las aplicaciones, mientras que el 22 % restante requirió revisión manual para los criterios no superados. Por otra parte, se validaron de forma automatizada límites normativos como la no superación del 15 % de la carga pico en alimentadores y la capacidad de 20 kW en transformadores compartidos. Finalmente, este proceso de automatización demostró mejoras significativas en la eficiencia operativa y la experiencia del cliente, consolidándose como una solución efectiva para gestionar el creciente volumen de interconexiones de energía distribuida.

De acuerdo con el artículo [16], las intervenciones en la automatización de procesos en PYMEs incluyen tecnologías como RPA, Intelligent Process Automation (IPA), BPMS y Blockchain, aplicadas principalmente en áreas de finanzas, recursos humanos y atención al cliente. Se identificaron 28 modelos de automatización, de los cuales el 39 % corresponden a frameworks, el 29 % a guías, el 18 % a roadmaps y el 14 % a metodologías, evidenciando un enfoque mayormente estratégico. Además, la implementación de Centers of Excellence (CoE) y la adopción de microservicios facilitaron la escalabilidad y gestión eficiente de los procesos automatizados. Los resultados cuantitativos mostraron incrementos en la productividad de hasta un 86 % y mejoras en la calidad del 90 %, mientras que los costos administrativos se redujeron en un promedio del 59 %. No obstante, entre un 30 % y 50 % de los proyectos de RPA fallaron debido a la falta de metodologías estructuradas, resistencia al cambio organizacional y desconocimiento tecnológico. Por otra parte, se recomendó realizar pruebas piloto mediante Proof of Concept (PoC) y utilizar modelos como BPMN 2.0 y la Business Process Node Automation Matrix (BPNAM) para evaluar la viabilidad de automatización. Finalmente, se concluye que la automatización en PYMEs requiere tanto de intervenciones tecnológicas como organizacionales para lograr una adopción exitosa y sostenible.

De acuerdo con el artículo [17], se propone un modelo de gestión de cambio que incluye intervenciones en los dominios de visión, liderazgo, estructura, sistema, habilidades, comunicación y sostenibilidad del cambio. En el dominio de visión, se plantea la definición de estrategias claras y la creación de un entorno que impulse la urgencia del cambio, mientras que en liderazgo se enfatiza el apoyo de la alta dirección y la formación de equipos de cambio efectivos. Además, en la estructura organizacional, se proponen intervenciones para preparar a la institución mediante la creación de valores compartidos y estructuras que faciliten la implementación tecnológica. En cuanto al sistema, se recomienda asegurar la calidad de los sistemas académicos implementados y garantizar un flujo de información eficiente. Sin embargo, es importante señalar que las propuestas presentadas son de carácter puramente teórico y no se incluyen datos numéricos, pruebas experimentales ni validaciones con casos prácticos. Asimismo, se destaca la necesidad de mantener una comunicación constante y abierta, generando conciencia sobre la importancia y beneficios de los cambios propuestos. Finalmente, se proponen acciones orientadas a la sostenibilidad del cambio, promoviendo una cultura organizacional adaptable y lista para afrontar transformaciones continuas.

De acuerdo con el artículo [18], se desarrolló un modelo de integración entre los estándares IEEE 2755.2:2020 e ISO 22301:2019, orientado a vincular la automatización inteligente de procesos (Intelligent Process Automation, IPA) con la gestión de continuidad del negocio (Business Continuity Management, BCM). La investigación aplicó la metodología Design Science Research (DSR) para construir un artefacto que mapea las fases del ciclo Plan–Do–Check–Act (PDCA) con las etapas de implementación de sistemas IPA, bajo un enfoque de mejora continua. Durante la fase de evaluación, se realizaron 22 entrevistas semiestructuradas con especialistas de los ámbitos de BCM e IPA, analizando ocho correspondencias clave entre cláusulas de ambas normas. Los resultados evidenciaron una alta compatibilidad conceptual, con coincidencias superiores al 80 % en las relaciones entre planificación y estrategia, y niveles de consenso de hasta 95 % en la correspondencia entre las cláusulas de evaluación y desempeño, lo que confirma la coherencia del modelo propuesto. Asimismo, el estudio verificó que la integración de ambos marcos normativos mejora la eficiencia operativa y la resiliencia organizacional, al permitir automatizar tareas

críticas de monitoreo, gestión de riesgos y respuesta ante interrupciones. Finalmente, los autores destacan que la adopción de este modelo requiere el acompañamiento de programas de liderazgo, gestión del cambio y capacitación técnica, esenciales para garantizar la sostenibilidad de la automatización dentro de los sistemas institucionales de gestión.

De acuerdo con el artículo [19], se propone un modelo de transformación digital en instituciones de educación superior basado en la disciplina de BPM, mediado por la aplicación de RPA. Como intervención clave, se define un modelo adaptado de Almaraz con siete dimensiones de transformación, que abarcan desde la infraestructura TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) hasta la comunicación institucional. Además, se utilizaron encuestas aplicadas a 86 universidades (74 en Costa Rica y 12 en Andalucía), con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, para validar las hipótesis planteadas. Estas hipótesis analizaron cómo BPM potencia la transformación digital, cómo BPM impulsa la adopción de RPA, y cómo ambas tecnologías impactan de forma conjunta en la transformación digital de las IES (Instituciones de Educación Superior). Por otra parte, se implementó un análisis estadístico mediante Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) utilizando escalas Likert de 7 puntos para evaluar las percepciones de la comunidad universitaria. Asimismo, se propuso automatizar actividades repetitivas mediante RPA, facilitando la integración de sistemas legados sin reemplazarlos. Finalmente, se concluye que la combinación de BPM y RPA puede mejorar la calidad educativa, el acceso a productos científicos y la empleabilidad de los estudiantes.

De acuerdo con el artículo [20], se implementó el sistema Cognitive Employee Management System (CEMS) utilizando algoritmos de inteligencia artificial para analizar patrones de asistencia, comportamiento y necesidades de formación del personal. Como intervención clave, se integraron smart cards para automatizar el control de acceso y registro de asistencia, afectando directamente a más de 1.200 empleados en horarios pico y vinculándolas a servicios como biblioteca y cafetería. Asimismo, se desarrolló un sistema de recomendaciones de formación, aunque su adopción enfrentó una resistencia del 60 % de los empleados, lo que, sumado a la falta de pruebas piloto, provocó errores de clasificación del 18 % en la segmentación de personal. Por otra parte, se automatizó la gestión de permisos y deducciones salariales,

generando controversias, ya que el 25 % de las deducciones realizadas fueron cuestionadas debido a registros incompletos. En términos de análisis, se habilitaron dashboards interactivos para la alta dirección, facilitando decisiones estratégicas basadas en los datos recolectados. Sin embargo, la insuficiente evaluación de la capacidad de la infraestructura generó cuellos de botella en los accesos y afectó la estabilidad del sistema. Finalmente, a pesar de estas limitaciones, los datos de CEMS fueron utilizados para justificar decisiones sobre promociones y sanciones, evidenciando la necesidad de controles más rigurosos y validaciones en su gestión.

De acuerdo con el artículo [21], se aplicó el modelo Process and Enterprise Maturity Model (PEMM) para evaluar los procesos de cuatro parques científicos y tecnológicos en Brasil, identificando que el 75 % de los parques alcanzaron el Nivel 3 de madurez (P3), mientras que el 25 % restante se mantuvo en Nivel 2 (P2). Como intervención clave, se realizaron entrevistas semiestructuradas y análisis de documentos oficiales para evaluar las capacidades organizacionales en liderazgo, cultura, gobernanza y expertise, encontrando que la mayoría de los parques se ubicaron en Nivel E3 de capacidades. Además, se utilizaron indicadores por colores (verde, amarillo y rojo) para facilitar la visualización de los resultados, aplicando promedios que determinaron los niveles de madurez alcanzados. Sin embargo, se detectó la falta de sistemas de información integrados y de personal capacitado en rediseño de procesos, lo que limitó el avance en la automatización de sus operaciones. En respuesta a estas limitaciones, se recomendó fortalecer los programas de capacitación en gestión por procesos y establecer indicadores de desempeño formales. Asimismo, se propuso implementar sistemas de información adecuados para soportar la automatización y mejorar la eficiencia organizacional. Finalmente, el estudio concluye que la reingeniería de procesos es esencial para elevar la madurez de gestión en estos parques y potenciar su capacidad de innovación.

De acuerdo con el artículo [22], se propone el marco Sustainability Oriented Process Analysis (SOPA) para integrar criterios de sostenibilidad en la gestión y rediseño de procesos de negocio. Como intervención clave, se utilizó la metodología Life Cycle Assessment (LCA) con la base de datos ecoinvent v3.8 y la metodología Environmental Footprint 3.0 (EF 3.0) para evaluar el impacto ambiental de los procesos. Además, se aplicó Activity Based Costing (ABC) para calcular los costos

ambientales de cada actividad, complementando el análisis financiero. En un caso de estudio sobre un proceso de contratación universitaria, se simularon 500 instancias de procesos utilizando la herramienta Scylla, logrando una reducción de impacto ambiental de hasta 65.08 % mediante la digitalización completa. Asimismo, se desarrolló un prototipo opensource disponible en GitHub, permitiendo aplicar SOPA en entornos reales y facilitar la simulación de escenarios de rediseño. Por otra parte, se utilizaron simulaciones estocásticas para evaluar diferentes configuraciones, permitiendo seleccionar la alternativa con el menor impacto ambiental y mejores resultados operativos. Finalmente, este enfoque demostró que es posible mejorar la sostenibilidad de los procesos sin comprometer su eficiencia, integrando análisis ambiental y económico de forma simultánea.

De acuerdo con el artículo [23], se implementaron intervenciones de automatización de procesos contables mediante RPA, permitiendo eliminar tareas repetitivas en la gestión de facturas y habilitando operaciones 24/7. Como resultado, el mercado de RPA experimentó un crecimiento del 63 % en 2018, alcanzando 1.3 mil millones de dólares, mientras que UiPath reportó un incremento del 100 % en el mismo periodo. Además, en una muestra de 250 empresas, el 12 % ya había implementado RPA y un 21 % planeaba nuevas inversiones en los siguientes 18 meses, con un retorno de inversión positivo en menos de 18 meses para cerca de la mitad de los casos. Por otra parte, se recomendó fortalecer la gobernanza de bots mediante la aplicación de controles de acceso, segregación de funciones y restricciones en los entornos productivos. Asimismo, se propuso utilizar ciclos de desarrollo controlados, incluyendo pruebas de aceptación User Acceptance Testing (UAT), control de versiones y planes de contingencia. En cuanto a la selección de procesos, se identificaron como prioritarios aquellos de bajo riesgo y alta estabilidad, evitando la automatización de tareas críticas sin un análisis de impacto adecuado. Finalmente, se concluyó que estas intervenciones contribuyen a mejorar la eficiencia operativa y la precisión en la gestión contable.

De acuerdo con el artículo [24], se implementaron intervenciones orientadas a la acreditación Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) mediante la adopción de un sistema de mejora continua, que formalizó la cultura de calidad en la educación en ingeniería. Además, se establecieron procesos de evaluación de

resultados de aprendizaje, enfocándose en competencias clave como resolución de problemas, comunicación y pensamiento crítico. En cuanto al currículo, se realizaron revisiones periódicas con la participación de grupos de interés internos y externos, asegurando su alineación con las demandas del mercado laboral. Por otra parte, se fortalecieron las capacidades del personal docente mediante programas de formación y la promoción de metodologías de enseñanza innovadoras. Asimismo, se evaluaron las condiciones de la infraestructura física y tecnológica, implementando mejoras para cumplir con los estándares de ABET. Es importan- te señalar que, aunque se describen estas intervenciones, el artículo no presenta datos numéricos ni evidencia empírica que respalde los resultados obtenidos. Finalmente, se consolidaron las relaciones con el sector productivo, integrando sus aportes en la actualización de los planes de estudio y en la definición de los resultados de aprendizaje.

De acuerdo con el artículo [25], se propone el marco Business Process Management Digital Innovation Digital Transformation (BPM-DI-DT) que integra la gestión por procesos (BPM) con la Digital Innovation (DI) y la Digital Transformation (DT), destacando a BPM como facilitador, impulsor o mediador según el contexto organizacional. Como intervención estructural, se implementa un ciclo de vida BPM integrado que abarca desde la identificación y rediseño de procesos hasta su monitoreo y mejora continua. Asimismo, se promueve la adopción de tecnologías emergentes como Big Data, Machine Learning, IoT (Internet of Things), Process Mining y Blockchain para apoyar la digitalización y el análisis avanzado de procesos. Por otra parte, se recomienda aplicar modelos de madurez BPM y establecer centros de excelencia para fortalecer la gobernanza de procesos digitales. Aunque se describen estas intervenciones, es importante señalar que el artículo no presenta datos numéricos ni resultados empíricos que validen los modelos propuestos. Además, se distingue entre un enfoque de BPM exploratorio, centrado en la experimentación de nuevos procesos, y uno explotativo, enfocado en la optimización de procesos existentes. Finalmente, se sugiere la aplicación de KPIs para evaluar el impacto de estas estrategias en términos de eficiencia, generación de valor y adopción tecnológica.

De acuerdo con el artículo [26], se propone extender las capacidades de BPM mediante la incorporación de la cocreación de procesos con actores externos, facilitando la innovación en entornos digitales. Como intervención clave, se recomienda adoptar un

enfoque de ambidexteridad, combinando la explotación de procesos existentes con la exploración de nuevas soluciones impulsadas por tecnologías digitales. Además, se plantea la creación de arenas de cocreación como hackatones, laboratorios de digitalización y seminarios, fortaleciendo la colaboración entre organizaciones. En los casos de estudio analizados, se incluyeron cuatro clusters empresariales, destacando el de artes escénicas con 45 empresas, energía y marítimo con 100 empresas, salud y bienestar con más de 100 organizaciones y 40 entidades públicas, y Financial Technology (fintech) con 100 organizaciones centradas en la innovación financiera. Por otra parte, se resalta la necesidad de desarrollar capacidades organizacionales enfocadas en la generación de confianza y el intercambio de conocimiento. Asimismo, se recomienda integrar herramientas digitales como Customer Relationship Management (CRM) compartidos, big data analytics y plataformas colaborativas para fortalecer la gestión de procesos en entornos de cocreación. Finalmente, estas intervenciones permiten a las organizaciones mejorar su capacidad de innovación y adaptarse a los desafíos de la transformación digital.

De acuerdo con el artículo [27], se propone la integración de los ciclos de vida de BPM mediante la Transformación Digital (DT), a través del enfoque Digital Transformation for Business Process Management (DT4BPM), combinando procesos de innovación, ejecución y mejora continua. Como intervención clave, se utilizaron las fases de Diseño, Configuración, Ejecución y Evaluación del ciclo de vida de BPM, junto con las etapas de Understand, Innovate, Transform y Continuous Improvement del modelo de DT. Además, se aplicaron técnicas de simulación de procesos para validar los modelos antes de su implementación, facilitando la toma de decisiones en entornos digitales. En el caso de estudio de una agencia de viajes, se digitalizó completamente el proceso de reservas, mejorando la trazabilidad de la información y facilitando la gestión operativa. Por otra parte, se utilizaron herramientas de Process Mining y Business Activity Monitoring para monitorear los procesos y evaluar los indicadores clave de rendimiento. Es importante señalar que, aunque se describen estas intervenciones, el artículo no presenta datos numéricos ni resultados empíricos que validen los modelos propuestos. Finalmente, se concluye que el modelo DT4BPM ofrece un marco conceptual valioso, pero requiere de futuras aplicaciones prácticas para validar su efectividad.

De acuerdo con el artículo [28], se analizaron las intervenciones relacionadas con la adopción de RPA en áreas como ventas, finanzas, recursos humanos y TI, reportando que el 64 % de las empresas medianas implementaron RPA en seguridad digital y el 60 % en operaciones de TI. Además, se identificó que la integración de inteligencia artificial con RPA facilita la hiperautomatización, permitiendo automatizar procesos complejos que antes requerían intervención humana. En cuanto a los beneficios, más de 24 estudios revisados evidenciaron reducciones de costos y aumentos significativos en la productividad, junto con mejoras en la satisfacción de los empleados. Sin embargo, la implementación enfrenta desafíos como la falta de conocimiento en RPA (mencionada en 16 publicaciones) y los altos costos de las herramientas, especialmente para PYMEs. Por otra parte, se estableció que los procesos ideales para automatizar son altamente repetitivos (23 estudios) y basados en reglas claras (22 estudios). Asimismo, se identificaron brechas de investigación debido a la carencia de guías de adopción y métricas estandarizadas para evaluar los beneficios de RPA. Finalmente, se concluye que, a pesar de las barreras, la automatización inteligente contribuye a la eficiencia operativa y a la transformación digital de las organizaciones.

De acuerdo con el artículo [29], se implementó un sistema de RPA utilizando UiPath para automatizar la generación de correos electrónicos con archivos adjuntos en una empresa manufacturera, logrando intervenir un proceso ejecutado 1560 veces al año. Como resultado, se consiguió un ahorro de 3 minutos por cada ejecución, lo que representó un ahorro anual equivalente a 10 días laborables, además de reducir significativamente los errores humanos asociados a la búsqueda manual de archivos. Asimismo, se aplicó la metodología de mejora de procesos basada en BPMN 2.0, que incluyó las fases de preparación, modelado, simulación, implementación y evaluación. Durante la implementación, se involucraron 9 empleados en un horario de atención de 8:00 a 16:00, lo que facilitó la transición hacia procesos más eficientes. Por otra parte, se recomendó realizar pruebas en entornos de prueba mediante UAT y evaluar el Total Cost of Ownership (TCO) para asegurar la viabilidad económica de la automatización. Además, se sugirió definir Service Level Agreements (SLA) en caso de externalizar el mantenimiento de las soluciones implementadas. Finalmente, la intervención no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también contribuyó al desarrollo de nuevas habilidades digitales en los empleados y a su satisfacción laboral.

De acuerdo con el artículo [30], se implementaron soluciones de RPA en gobiernos locales suecos para automatizar procesos relacionados con la asistencia social y servicios ciudadanos, aunque los resultados evidenciaron varias de las cinco ironías de la automatización propuestas por Bainbridge. Como consecuencia, la automatización fragmentó las tareas restantes, generando mayor estrés laboral y la necesidad de nuevas competencias en los operadores humanos. Además, se reorganizaron roles y se creó personal especializado en la supervisión y mantenimiento de sistemas automatizados, aunque muchas veces sin implementar desde el inicio mecanismos efectivos de monitoreo. Por otra parte, se observó que los costos indirectos superaron los ahorros esperados, debido a gastos en consultores, infraestructura adicional y reentrenamiento de personal. Asimismo, se identificaron dificultades en la evaluación de los beneficios económicos de la automatización, ya que no se establecieron métricas claras de retorno de inversión. Aunque se aplicaron notificaciones y alarmas para advertir fallos, estas soluciones se implementaron de forma tardía, limitando la capacidad de respuesta ante incidentes. Finalmente, se recomienda desarrollar nuevas políticas de gestión del cambio que incluyan herramientas de evaluación de calidad y control de los costos totales de la automatización. En la Figura 1 se muestra la frecuencia de uso de las tecnologías de automatización en los antecedentes analizados. Se evidencia que BPM y RPA son las tecnologías más implementadas, lo que refleja su madurez y adopción en la gestión de procesos organizacionales. Tecnologías emergentes como los LLMs/IA muestran un crecimiento relevante en aplicaciones de automatización avanzada. Finalmente, herramientas como OCR, Process Mining, Blockchain y Microservicios tienen menor presencia, lo que indica oportunidades de investigación y aplicación futura.

En la Figura 1 se muestra la frecuencia de uso de las tecnologías de automatización en los antecedentes analizados. Se evidencia que BPM y RPA son las tecnologías más implementadas, lo que refleja su madurez y adopción en la gestión de procesos organizacionales. Tecnologías emergentes como los LLMs/IA muestran un crecimiento relevante en aplicaciones de automatización avanzada. Finalmente, herramientas como OCR, Process Mining, Blockchain y Microservicios tienen menor presencia, lo que indica oportunidades de investigación y aplicación futura.

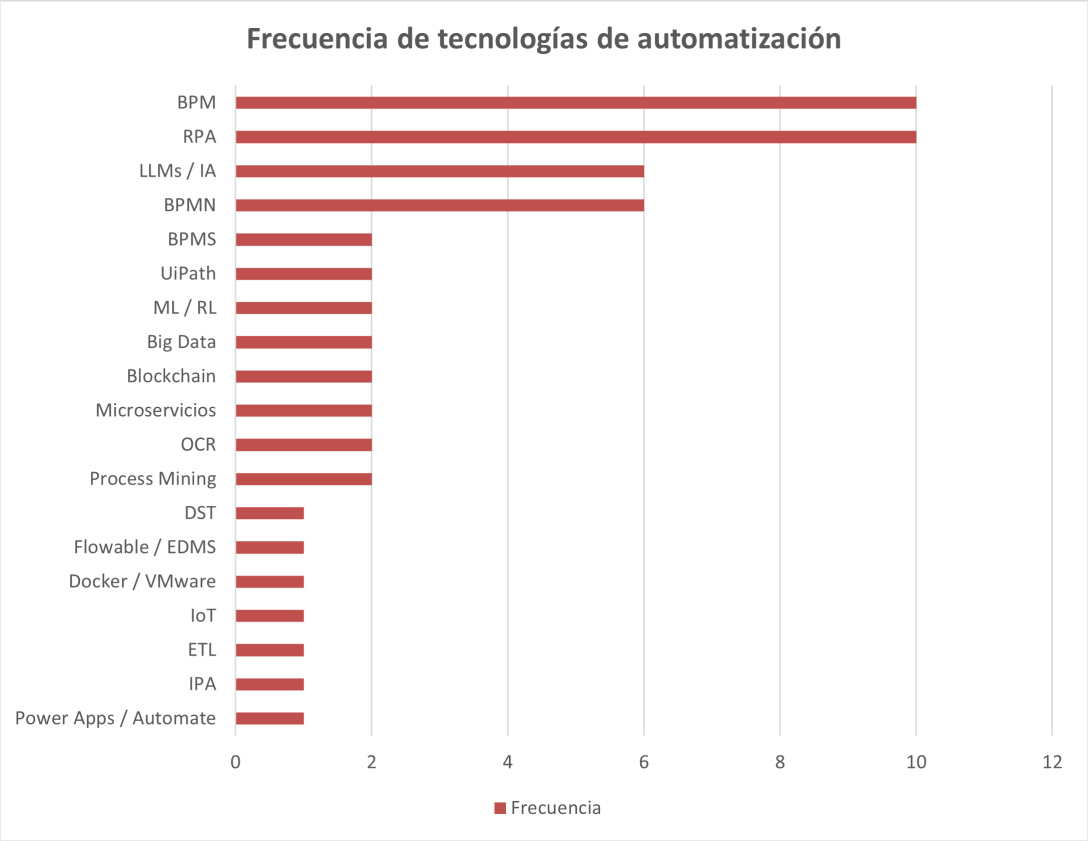


Figura 1. Frecuencia de tecnologías de automatización utilizadas.

En la Figura 2 se presenta la comparación de metodologías aplicadas en los antecedentes revisados. Se observa que BPMN es la metodología predominante, lo que evidencia su adopción como estándar en el modelado de procesos. Otras metodologías como BPM Ágil, Modelo de Almaraz, LCA, ABC, PEMM y PLS-SEM presentan una menor frecuencia de aplicación, lo que sugiere su uso en contextos más específicos o complementarios. Además, la presencia de BPMN 2.0 confirma que las versiones actualizadas siguen siendo ampliamente utilizadas en estudios recientes. Esta distribución muestra que, aunque existe variedad de enfoques, la mayoría de las investigaciones coinciden en preferir BPMN para describir y analizar procesos de manera clara y estructurada.

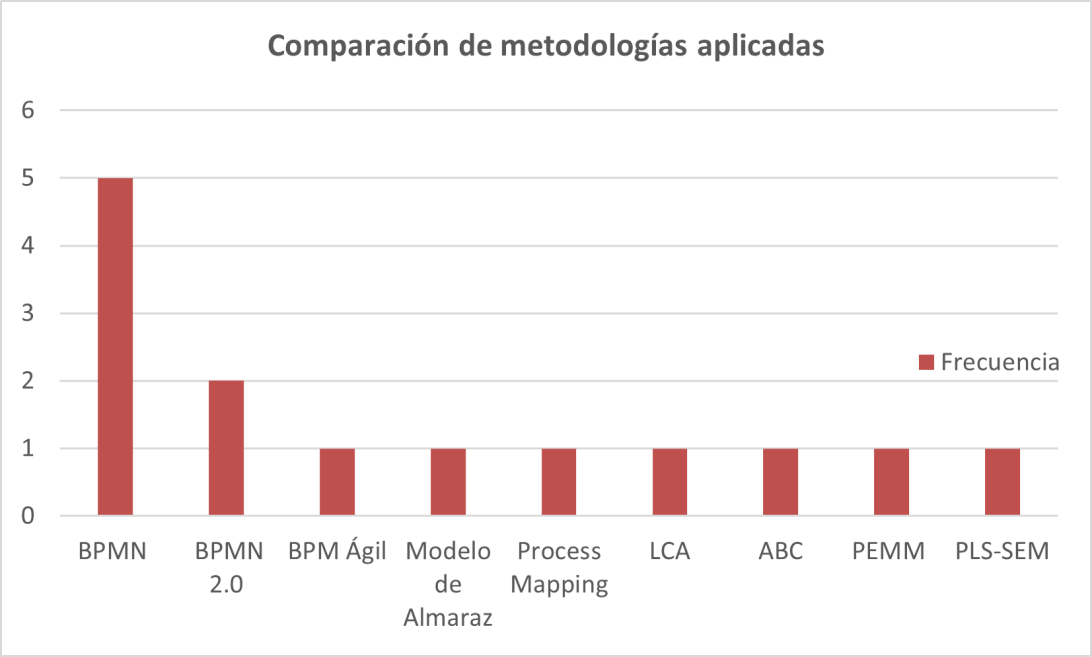


Figura 2. Comparación de metodologías aplicadas en los estudios analizados.

En la Figura 3 se muestra las principales áreas donde se ha implementado la automatización. El sector de Finanzas destaca por su alta adopción, seguido de Recursos Humanos, Salud y Gobierno. Ámbitos como Educación y Atención al Cliente presentan menor frecuencia, lo que sugiere un potencial de adopción futura en estos sectores.

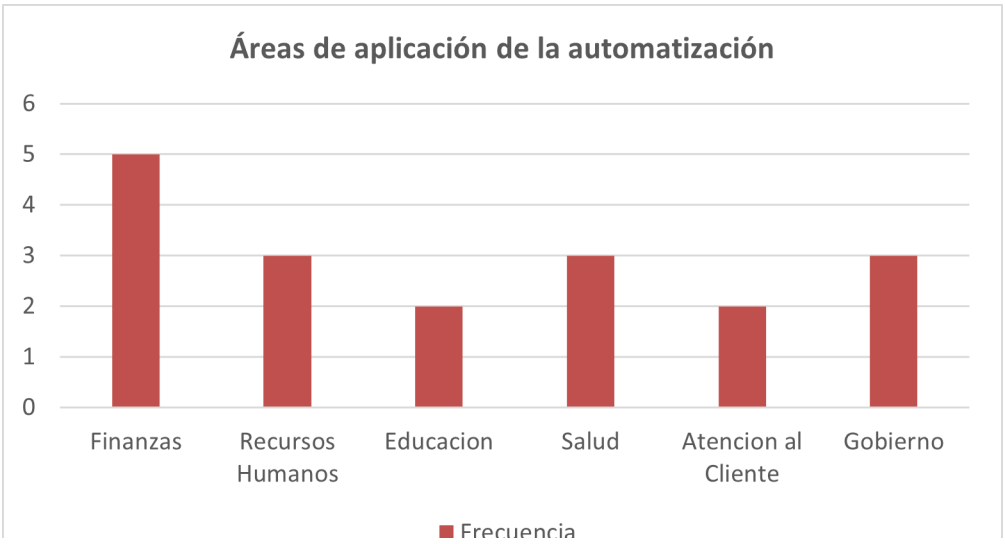


Figura 3. Áreas de aplicación de la automatización identificadas en los estudios

En la Figura 4 presenta los errores más frecuentes en los estudios analizados. La resistencia al cambio se identifica como el principal obstáculo, seguido de la falta de KPIs y los costos elevados. También se reportan como problemas relevantes la capacitación insuficiente y los problemas técnicos, lo que resalta la necesidad de fortalecer las competencias del personal y mejorar la infraestructura tecnológica en los procesos de automatización.

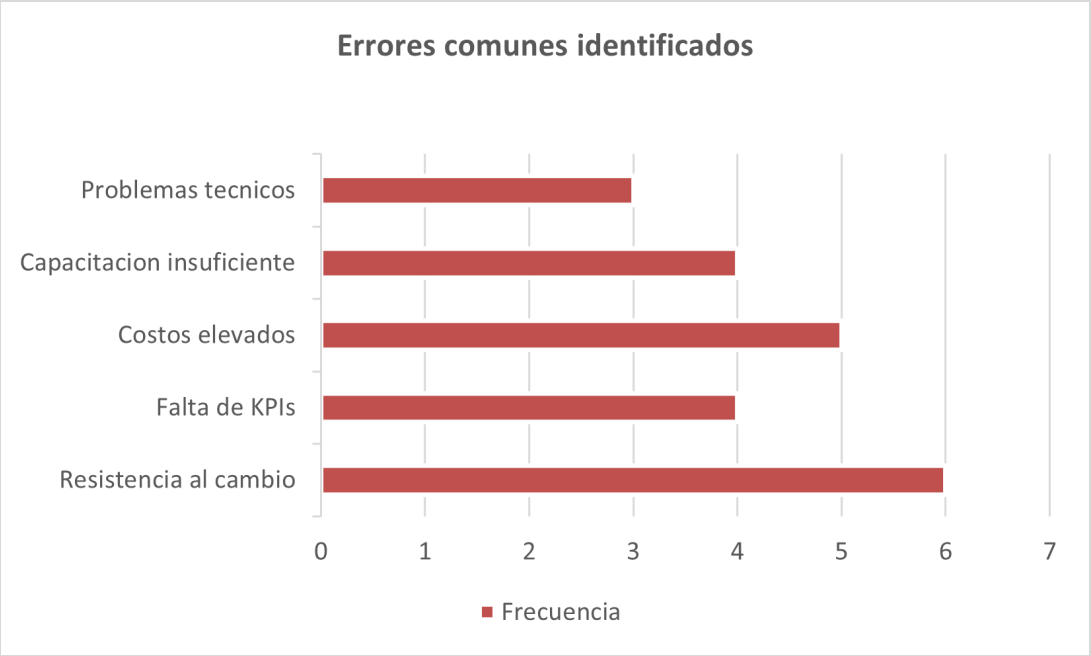


Figura 4. Errores comunes identificados en la implementación de procesos de automatización.

En la Figura 5 presenta la distribución de ambientes de implementación. Un 54 % de los estudios aplican soluciones en entornos reales, lo que refuerza la validez práctica de los resultados. El 19 % se basan en simulaciones, permitiendo evaluar escenarios sin intervención directa en los procesos, mientras que un 27 % corresponde a estudios teóricos, evidenciando la necesidad de mayor validación empírica en propuestas conceptuales.



Figura 5. Distribución de los ambientes de implementación en los estudios analizados.

1.3 Fundamentación teórica

El marco teórico de esta investigación integra las principales herramientas tecnológicas y metodológicas que sustentan el desarrollo de la solución propuesta. La selección de cada tecnología responde tanto a lineamientos institucionales establecidos por la Dirección de Tecnología de la Información y Comunicación (DITIC) de la Universidad Técnica de Ambato, como a criterios de eficiencia, escalabilidad y adecuación técnica al contexto de automatización de procesos administrativos.

1.3.1 Tecnologías de automatización y transformación digital

Diversas investigaciones coinciden en que la Gestión por Procesos de Negocio (Business Process Management, BPM) y la Automatización Robótica de Procesos (Robotic Process Automation, RPA) constituyen las principales estrategias para optimizar la eficiencia, trazabilidad y control en los entornos institucionales [5], [9], [16], [19], [25]. En el sistema, se adoptan los principios de BPM para estructurar los flujos administrativos asociados al registro de propiedad intelectual. Aunque no se emplea un motor BPM comercial, el sistema integra una lógica interna de flujo basada en tareas, responsables y estados, lo que permite monitorear el progreso de cada

trámite, registrar automáticamente sus transiciones y garantizar la trazabilidad de las acciones realizadas.

De forma complementaria, la automatización robótica (RPA) se implementa en las actividades operativas repetitivas, como la identificación automática del código de memorando al cargar un documento, su almacenamiento en la base de datos y el envío de notificaciones sobre el avance del proceso. Este enfoque reduce significativamente el trabajo manual, minimiza errores humanos y acelera la validación de la información, en concordancia con los resultados reportados en estudios que analizan la aplicación práctica de RPA en distintos contextos organizacionales [12], [16], [19], [28].

1.3.2 Framework frontend: Blazor WebAssembly 9.0

En el desarrollo de aplicaciones web orientadas a la automatización de procesos administrativos, resulta esencial contar con interfaces modernas, dinámicas y eficientes que mejoren la interacción del usuario y reduzcan la carga del servidor. Las aplicaciones de una sola página, Single Page Application (SPA), cumplen este propósito al ofrecer experiencias fluidas sin recargas constantes. En este proyecto se empleará Blazor WebAssembly como herramienta para el desarrollo del frontend, debido a su capacidad de compilar código C# en el navegador mediante WebAssembly, unificando así el stack tecnológico con .NET Core [31]. Esta elección responde tanto a sus beneficios técnicos como la integración fluida con Representational State Transfer (REST) y la reutilización de lógica de negocio como al requerimiento institucional de la DITIC de emplear tecnologías del eco- sistema Microsoft [32].

1.3.3 Herramienta de prototipado: Balsamiq

El prototipado es una técnica fundamental en la fase de diseño de sistemas, ya que permite validar flujos de interacción, funcionalidades y aspectos de usabilidad antes de avanzar en el desarrollo. Herramientas como Balsamiq facilitan la creación de mockups de baja fidelidad, lo que permite capturar ideas tempranas y obtener retroalimentación rápida de usuarios y stakeholders [33]. En investigaciones aplicadas, Balsamiq ha sido utilizada para esbozar interfaces en proyectos educativos,

administrativos y de salud, favoreciendo la discusión colaborativa y reduciendo el retrabajo. Por estas razones, se selecciona Balsamiq como herramienta de apoyo en este proyecto.

1.3.4 Bases de datos: SQL Server 2022

El almacenamiento y recuperación segura de información administrativa exige un motor de base de datos robusto, con soporte para transacciones, integridad referencial y escalabilidad. SQL Server es una tecnología consolidada en entornos empresariales e institucionales, reconocida por su capacidad para manejar gran- des volúmenes de datos, garantizar consistencia transaccional y ofrecer consultas optimizadas. En este proyecto se utilizará Microsoft SQL Server como sistema de gestión de bases de datos, debido a su adopción oficial por parte de la DITIC de la Universidad Técnica de Ambato y su compatibilidad garantizada con los sistemas existentes [34].

1.3.5 Metodología de desarrollo ágil: ScrumBan

La gestión de proyectos de software requiere enfoques flexibles que permitan adaptarse a cambios, visualizar el progreso y garantizar entregas incrementales. ScrumBan es un método híbrido que integra la estructura del backlog y la priorización de Scrum con el flujo continuo y los límites de trabajo en progreso de Kanban, permitiendo optimizar la organización del desarrollo y mejorar la eficiencia del proceso. Este enfoque facilita el control del trabajo en curso, la reducción de tiempos improductivos y la capacidad de respuesta ante cambios en los requerimientos. Según estudios recientes, la adopción de ScrumBan mejora la productividad, incrementa la estabilidad del flujo de trabajo y combina eficazmente las fortalezas de ambas metodologías ágiles [35]. Por este motivo, se empleará ScrumBan para gestionar las tareas de desarrollo del proyecto.

1.3.6 Plataforma backend: .NET 9.0

El backend de una aplicación debe garantizar rendimiento, escalabilidad y seguridad, especialmente en sistemas que manejan datos sensibles. ASP.NET Core es un framework ampliamente reconocido por su rendimiento, ocupando posiciones

destacadas en pruebas comparativas de frameworks web a nivel mundial [36]. Su integración nativa con Blazor facilita una arquitectura coherente, mientras que su compatibilidad con entornos multiplataforma permite desplegar soluciones en servidores Windows y Linux. Por estas razones, y en cumplimiento de las directrices institucionales, se optará por ASP.NET Core para el desarrollo de la capa de servicios del proyecto [32].

1.3.7 Arquitectura del sistema: Clean Architecture

La arquitectura del sistema constituye un componente fundamental para garantizar la sostenibilidad, mantenibilidad y escalabilidad de las soluciones tecnológicas institucionales. En consonancia con los lineamientos técnicos establecidos por la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación (DITIC) de la Universidad Técnica de Ambato, se adopta un enfoque arquitectónico basado en Clean Architecture, el cual permite estructurar el software en capas independientes que separan claramente las reglas de negocio, los casos de uso y las dependencias externas.

De acuerdo con estudios recientes, este paradigma arquitectónico favorece la modularidad, la reutilización del código y la capacidad de integración con tecnologías emergentes, asegurando la evolución del sistema sin comprometer su núcleo funcional. Además, se ha demostrado que Clean Architecture reduce significativamente la deuda técnica y los costos de mantenimiento en proyectos orientados a la automatización de procesos administrativos y educativos, al promover una alta cohesión interna y bajo acoplamiento entre componentes [37].

Por estas razones, y considerando los estándares adoptados por la DITIC, el presente proyecto implementará Clean Architecture como principio estructural para la solución de software, garantizando su alineación con las políticas de desarrollo institucional y su compatibilidad con los sistemas ya desplegados en la infraestructura tecnológica universitaria.

1.3.8 Enfoque Code First y Entity Framework Core

El enfoque Code First es una estrategia de desarrollo que permite definir el modelo de datos directamente desde el código fuente, generando automáticamente la estructura de la base de datos a partir de las clases y sus relaciones. Esta metodología favorece la sincronización entre la lógica de negocio y el esquema de datos, simplificando la evolución del sistema mediante migraciones controladas. Entity Framework Core (EF Core), desarrollado por Microsoft, es un ORM (Object-Relational Mapper) moderno y de alto rendimiento que implementa este enfoque, permitiendo una gestión eficiente de datos en entornos .NET. EF Core destaca por su soporte multiplataforma, compatibilidad con diversos motores de bases de datos (como SQL Server, PostgreSQL o SQLite) y su integración con patrones de arquitectura limpia. Su adopción en proyectos académicos y empresariales ha demostrado una reducción significativa en el tiempo de desarrollo y una mejora en la mantenibilidad del código [38]. Por estas razones, se selecciona el enfoque Code First con Entity Framework Core como base para la gestión de datos del presente proyecto.

1.3.9 Entorno de despliegue

La contenedorización se ha convertido en un estándar para el despliegue de aplicaciones modernas, al permitir la ejecución aislada y reproducible de los componentes del sistema en cualquier entorno. Docker proporciona esta capacidad mediante la creación de imágenes ligeras que incluyen todas las dependencias necesarias, garantizando portabilidad, escalabilidad y facilidad de mantenimiento. En el presente proyecto, el entorno de ejecución se configura sobre Rocky Linux 9.5, donde un archivo docker-compose orquesta la puesta en marcha de los servicios principales: el backend desarrollado en ASP.NET Core 9.0, el frontend implementado con Blazor WebAssembly servido por Nginx, y la base de datos SQL Server 2022. Esta arquitectura modular permite desplegar el sistema de forma uniforme en distintos servidores, optimizando los recursos y reduciendo la complejidad operativa. Asimismo, la integración de Docker garantiza que las actualizaciones, pruebas y migraciones puedan ejecutarse de manera controlada y segura, fortaleciendo la

sostenibilidad de la solución [39]; su efectividad práctica en entornos institucionales también ha sido documentada en antecedentes que reportan despliegues con Docker para asegurar escalabilidad y alta disponibilidad de sistemas transaccionales [13].

1.3.10 Control de versiones: Git y GitHub

El control de versiones constituye un pilar fundamental en el desarrollo colaborativo de software, al permitir gestionar de forma ordenada los cambios realizados sobre el código fuente, mantener un historial completo de modificaciones y facilitar la incorporación controlada de nuevas funcionalidades. En el presente proyecto se empleó Git como sistema de control de versiones distribuido, utilizando GitHub como plataforma central para la colaboración, revisión de código y trazabilidad de los desarrollos. Se adoptó la estrategia de ramificación GitFlow, la cual establece una organización estructurada del ciclo de vida del código. En este esquema, la rama main concentra las versiones estables y preparadas para despliegue, mientras que develop agrupa las implementaciones en progreso. Paralelamente, las ramas feature/ se destinan al desarrollo de nuevas funcionalidades y las fix/ a la corrección de errores identificados durante las pruebas o el mantenimiento. Este modelo de trabajo fomenta la integridad del repositorio, reduce los conflictos de integración y garantiza un flujo de desarrollo continuo, confiable y coherente con las buenas prácticas de ingeniería de software [40].

1.3.11 Documentación de modelado de procesos: BPMN 2.0

El modelado de procesos constituye un componente esencial en la gestión organizacional, al permitir representar de forma estructurada las actividades, decisiones y responsabilidades involucradas. En el presente proyecto, los procesos institucionales, como el registro de patentes, se documentan utilizando la notación Business Process Model and Notation (BPMN 2.0), estándar internacional ampliamente adoptado por su claridad semántica y su facilidad de interpretación. Diversos estudios han destacado la efectividad de BPMN 2.0 como herramienta conceptual para describir y optimizar flujos de trabajo, facilitando la comunicación entre actores técnicos y administrativos, así como la automatización de procesos en

distintos contextos organizacionales [11], [16], [29]. De acuerdo con el estándar actualizado del Object Management Group, la notación BPMN mantiene su relevancia como marco de referencia para el modelado de procesos de negocio, incorporando mejoras en la interoperabilidad con herramientas de automatización y metodologías ágiles. En este proyecto, su aplicación se orienta a la documentación y análisis de procedimientos institucionales, permitiendo representar visualmente los roles participantes y las interacciones entre las distintas áreas, contribuyendo así a la estandarización y trazabilidad de los procesos [41].

1.3.12 Seguridad y autenticación

La seguridad constituye un componente fundamental en el desarrollo de aplicaciones institucionales, al garantizar la protección de los datos y el control adecuado de los accesos. En el presente proyecto, la autenticación y autorización se implementan mediante el sistema de identidad nativo de ASP.NET Core Identity, que permite administrar usuarios, contraseñas y roles de manera integrada y segura. Este mecanismo establece distintos niveles de acceso según los perfiles definidos, asegurando que cada actor interactúe únicamente con los módulos y operaciones que le corresponden. Asimismo, ASP.NET Core Identity proporciona funcionalidades de cifrado robusto, validación de credenciales y registro de sesiones, fortaleciendo la confidencialidad, integridad y trazabilidad del sistema [42].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar una aplicación web que automatice las actividades susceptibles del proceso de registro de propiedad intelectual, reduciendo la gestión manual de los encargados del proceso, en un período de 4 meses.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar cómo se realiza actualmente el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA para identificar áreas susceptibles a la automatización.

- Evaluar el impacto de la automatización en la satisfacción de los usuarios, utilizando indicadores como los resultados de encuestas de satisfacción.

- Desarrollar una aplicación web que centralice la documentación y facilite el seguimiento del proceso de propiedad intelectual.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la presente investigación se emplearon encuestas y entrevistas como instrumentos principales para la recolección de información. Ambos fueron aplicados a los funcionarios de la Dirección de Innovación, Desarrollo e Investigación (DINNOVA), con el objetivo de obtener datos relevantes sobre el proceso actual de registro de propiedad intelectual y su posible automatización.

- Las entrevistas semiestructuradas se utilizaron para recopilar información cualitativa relacionada con las etapas, limitaciones y necesidades del proceso, permitiendo identificar los requerimientos funcionales que debían considerarse en el diseño del sistema.

- Por su parte, las encuestas fueron aplicadas con el fin de recopilar información cuantitativa sobre la percepción de los funcionarios de DINNOVA respecto a la eficiencia, organización y grado de satisfacción con el proceso manual actual de registro de propiedad intelectual, así como su nivel de aceptación y expectativa frente a la automatización de dicho proceso mediante una solución tecnológica.

2.2 Métodos

La presente investigación se basa en un enfoque metodológico orientado a reflejar de forma fiel la realidad institucional en la que se aplicará la propuesta. Para ello, se desarrolló una estrategia de trabajo que inicia con el análisis del contexto administrativo actual, continúa con la recolección de información mediante técnicas adecuadas, y finaliza con una etapa de evaluación apoyada en la retroalimentación de los usuarios. Este proceso no se limita a la descripción teórica, sino que integra actividades prácticas y participativas, permitiendo obtener información directa del entorno universitario. De esta manera, se asegura que la propuesta final responda efectivamente a las necesidades reales y a las condiciones operativas de la institución.

2.2.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación adopta una modalidad cuantitativa y aplicada, dado que se enfoca en el diseño, desarrollo e implementación de un sistema informático para automatizar el proceso de registro de propiedad intelectual en la Dirección DINNOVA de la Universidad Técnica de Ambato. La modalidad cuantitativa permite medir de manera objetiva variables como la satisfacción de los usuarios antes y después de la implementación. Por otro lado, el carácter aplicado se refleja en la construcción de una solución tecnológica concreta que responde a una necesidad real identificada en el entorno universitario, integrando técnicas de ingeniería de software, metodologías ágiles y herramientas de desarrollo web para optimizar la gestión documental y mejorar la trazabilidad del proceso administrativo.

2.2.2 Población y muestra

La población objeto de estudio está compuesta por el personal administrativo de DINNOVA, quienes participan activamente en el proceso de registro de propiedad intelectual. Dado que el grupo de usuarios es reducido y especializado, se opta por un muestreo no probabilístico por expertos. Este tipo de muestreo permite seleccionar intencionadamente a los funcionarios con mayor conocimiento y experiencia en el proceso, asegurando que la evaluación de la solución tecnológica sea realizada por quienes poseen criterio técnico y operativo suficiente para valorar su impacto. La muestra estará integrada por los responsables directos del proceso y los usuarios frecuentes de los sistemas de gestión documental en DINNOVA.

En la Tabla 6 se detallan los funcionarios seleccionados mediante el muestreo por expertos, quienes participaron en la validación y evaluación del proceso de registro de propiedad intelectual.

Tabla 6. Participantes seleccionados mediante muestreo por expertos.

Cargo	**Área**
Especialista	DINNOVA
Analista	DINNOVA

Este enfoque metodológico garantiza que la retroalimentación y validación de la aplicación web respondan a las necesidades reales del proceso institucional y que los resultados obtenidos sean pertinentes y aplicables a la mejora continua de la gestión de propiedad intelectual dentro de la organización.

2.2.3 Recolección de información

La recolección de información representó una fase clave dentro del desarrollo de la investigación, ya que permitió obtener datos reales sobre el funcionamiento actual del proceso de registro de propiedad intelectual y las percepciones del personal involucrado. Este levantamiento se realizó directamente en la Dirección de Innovación, Desarrollo e Investigación (DINNOVA), a través de la aplicación presencial de entrevistas semiestructuradas y encuestas estructuradas, con el fin de integrar evidencia cualitativa y cuantitativa que respalde el diseño de la solución tecnológica propuesta.

a. Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas se llevaron a cabo de forma presencial, en las oficinas de DINNOVA, entrevistando a cada funcionario de manera individual. Para guiar la conversación se utilizó un guion previamente elaborado Anexo C, que abordó aspectos relacionados con las etapas del proceso, documentos utilizados, roles de los participantes y principales dificultades encontradas.

Cada diálogo fue registrado en audio con la autorización de los entrevistados, lo que permitió conservar la información íntegra para su posterior transcripción y análisis. Las respuestas fueron examinadas para identificar coincidencias, necesidades comunes

y oportunidades de mejora en el proceso actual. Este acercamiento directo facilitó la comprensión del entorno institucional y aportó criterios técnicos y operativos fundamentales para la definición de los requerimientos del sistema.

b. Encuestas estructuradas

De manera complementaria, se aplicaron encuestas físicas a los mismos funcionarios, con el propósito de obtener una visión cuantitativa de su percepción sobre la eficiencia, organización y nivel de satisfacción con el proceso manual. Las encuestas se completaron en presencia del investigador, quien supervisó el llenado para asegurar la correcta interpretación de las preguntas y la validez de las respuestas.

El cuestionario Anexo B estuvo compuesto por 15 ítems, distribuidos en una escala Likert de cinco puntos, que permitió medir el grado de acuerdo o desacuerdo frente a afirmaciones sobre el proceso actual y las expectativas hacia la automatización. Una vez recopiladas, las encuestas fueron revisadas, tabuladas y codificadas para su análisis estadístico, garantizando la precisión de los resultados.

En conjunto, ambos instrumentos permitieron obtener una visión integral del estado actual del proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA. Las entrevistas aportaron una comprensión profunda del funcionamiento interno, mientras que las encuestas proporcionaron datos cuantificables sobre la percepción y disposición del personal. Esta combinación fortaleció la validez de la información recopilada y aseguró que el diseño del sistema responda a las necesidades reales de la institución.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento y análisis de los datos recolectados permitió comprender de manera detallada cómo se gestiona actualmente el proceso de registro de propiedad intelectual en la Dirección de Innovación, Desarrollo e Investigación (DINNOVA), así como identificar las limitaciones que justifican la automatización propuesta. La información fue obtenida mediante entrevistas y encuestas aplicadas de forma presencial al personal administrativo encargado de las diferentes etapas del proceso.

En el caso de las entrevistas, el propósito principal fue analizar el flujo operativo, la organización de los documentos y los mecanismos de seguimiento utilizados dentro del proceso institucional. Las sesiones se realizaron en las oficinas de DINNOVA, con la participación directa de los funcionarios responsables. Cada entrevista fue grabada en formato de audio y posteriormente transcrita utilizando un script desarrollado en Python, que implementó la librería Whisper de OpenAI para la conversión automática de voz a texto. Esta herramienta permitió conservar con precisión los diálogos y generar un archivo digital con marcas de tiempo, facilitando el análisis posterior.

Una vez obtenidas las transcripciones, se aplicó una fase de análisis asistido por inteligencia artificial, en la cual se utilizaron modelos de IA para resumir, clasificar y destacar los fragmentos más relevantes de cada entrevista. Este proceso permitió identificar de forma sistemática los temas más mencionados por los participantes y las coincidencias en sus percepciones. De la interpretación de los resultados se concluyó que, aunque el proceso ya se ejecuta de manera digital, existe una fuerte dependencia de hojas de cálculo y carpetas locales, lo que genera dispersión de la información, duplicación de datos y dificultades para mantener la trazabilidad de los trámites.

Los funcionarios indicaron que los documentos y registros suelen almacenarse en carpetas internas o en servicios en la nube como OneDrive, sin una estructura estandarizada. Esto ocasiona que el seguimiento de cada solicitud dependa de archivos separados (generalmente hojas de Excel), lo cual complica la consulta de avances y la generación de reportes. Las entrevistas coincidieron en señalar la necesidad de contar con una plataforma centralizada que integre toda la información del proceso y permita automatizar tareas como el control de estados, la carga de documentos y la generación de reportes automáticos.

Por otro lado, las encuestas se aplicaron en formato físico a los mismos funcionarios de DINNOVA, con el fin de obtener una perspectiva cuantitativa sobre la eficiencia del proceso actual y el grado de aceptación frente a la implementación de un sistema automatizado. La encuesta incluyó 15 preguntas en escala Likert de cinco puntos; sin embargo, solo se analizaron 13 ítems porque una pregunta fue introductoria y otra de cierre. Las respuestas se tabularon en hoja de cálculo y se calcularon estadísticos

descriptivos para los 13 ítems evaluativos: sumas por participante, varianzas por ítem y el Alfa de Cronbach como medida de consistencia interna.

Los resultados demostraron una percepción positiva hacia la automatización como se pueden observar en la Tabla 7 . Para garantizar la confiabilidad del instrumento, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.88, lo que indica una consistencia interna alta entre los ítems de la encuesta. Este resultado confirma que las preguntas fueron coherentes entre sí y midieron de manera adecuada las percepciones de los funcionarios respecto al proceso de automatización.

Tabla 7. Resultados de la validación de la encuesta

ENCUESTADOS	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	ITEM 12	ITEM 13	SUMA
E1	5	3	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	47
E2	1	1	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	31
VARIANZA	4	1	1	0.25	0.25	1	1	0.25	0.25	0.25	1	0.25	1	
SUMATORIA DE VARIANZAS	11.5													
VARIANZA DE SUMATORIA DE ITEMS	64													
COEFICIENTE	0.88867188													
NUMERO DE ITEMS	13													
SUMATORIA DE VARIANZAS	11.5													
VARIANZA TOTAL	64													

En conjunto, la combinación del análisis cualitativo (basado en entrevistas transcritas y asistidas con IA) y cuantitativo (a partir de encuestas tabuladas y validadas estadísticamente) permitió construir una visión integral del problema. Los hallazgos evidencian que, aunque DINNOVA ha avanzado en la digitalización de su gestión, persisten limitaciones asociadas al manejo disperso de archivos y la ausencia de un sistema único de seguimiento. Por ello, los resultados respaldan la pertinencia de desarrollar una solución tecnológica que unifique, automatice y optimice la gestión de la propiedad intelectual dentro de la institución.

A nivel descriptivo, el análisis de las respuestas muestra que el encuestado E1 presentó valores mayoritariamente en los niveles 4 (De acuerdo) y 5 (Totalmente de acuerdo), mientras que el encuestado E2 se mantuvo en rangos de 2 a 3. Esto refleja una percepción general moderadamente positiva hacia la automatización del proceso.

En la Figura 6, se presenta el promedio de respuestas obtenidas para cada ítem del cuestionario. Se observa que, al emplear una escala Likert de 5 puntos, las medias de los ítems fluctúan entre 3.0 y 3.5, lo que confirma una valoración positiva y una apertura hacia la implementación de la solución propuesta, los valores más altos se

asocian a la percepción favorable hacia la digitalización y automatización del proceso de registro de propiedad intelectual, mientras que las puntuaciones medias indican cierta resistencia o desconocimiento inicial del proceso actual.

Además, la consistencia observada en la mayoría de los ítems sugiere que la opinión de los participantes no presenta variaciones extremas, lo que denota un criterio estable frente al sistema propuesto, estos resultados permiten identificar áreas donde es necesario fortalecer la comunicación o capacitación respecto al proceso institucional. El eje vertical representa el promedio de las respuestas de los encuestados en cada ítem, donde la escala de 0 a 4 corresponde a los cinco niveles de la escala Likert utilizada; en conjunto, los promedios reflejan una percepción globalmente favorable y un entorno propicio para la adopción del sistema.

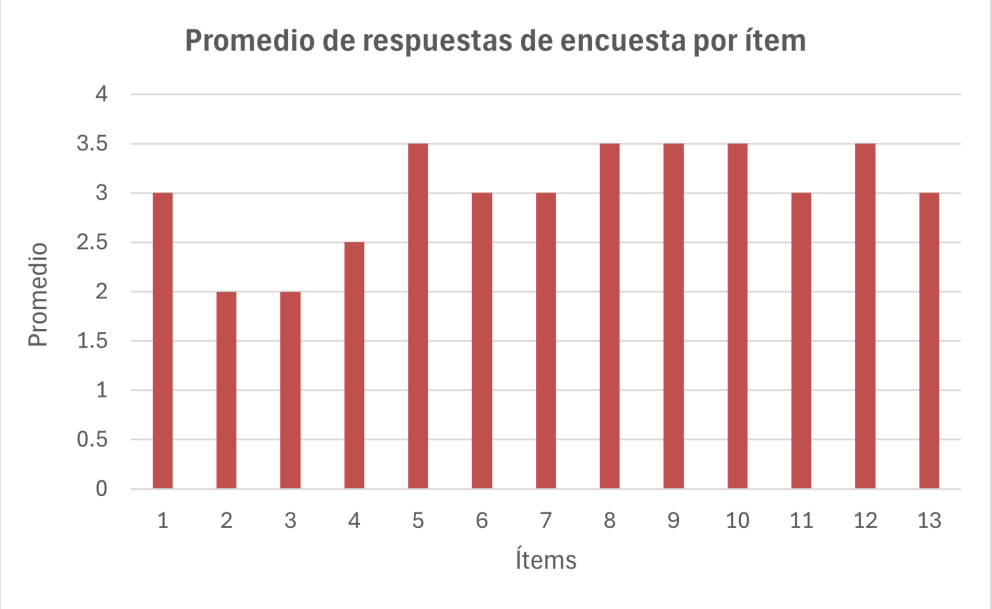


Figura 6. Promedio de respuestas por ítem en la encuesta aplicada a los funcionarios de DINNOVA.

En la Figura 7, se muestra la distribución global de las respuestas obtenidas en la encuesta aplicada. Se aprecia que la mayoría de los participantes seleccionaron valores cercanos a los niveles altos de la escala Likert, predominando las opciones 4 (41 %) y 3 (28 %), lo que refleja una percepción favorable hacia los enunciados planteados. En contraste, las valoraciones 1 (10 %) y 5 (4 %) tuvieron una participación mínima, evidenciando consenso moderado y una tendencia general positiva respecto a la automatización y mejora de los procesos en DINNOVA.

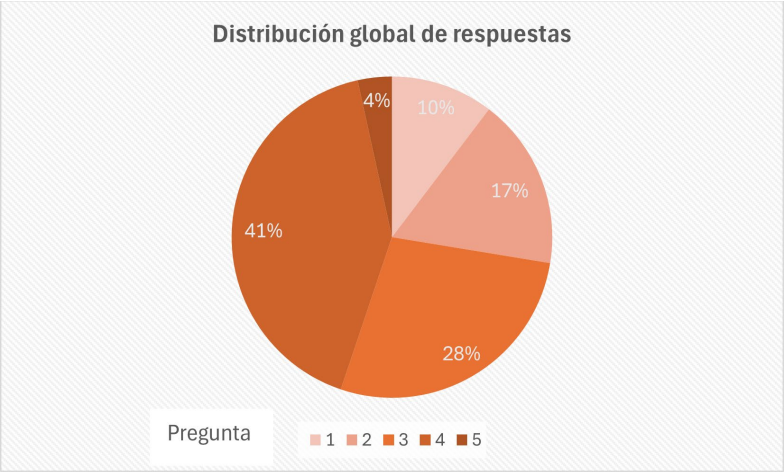


Figura 7. Distribución Global De Respuestas (1-5)

Ítem 1.

El primer enunciado indaga el nivel de familiaridad con el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA. Los valores obtenidos (5 y 1) evidencian una percepción opuesta entre los encuestados: mientras uno se considera totalmente familiarizado, el otro manifiesta total desconocimiento. Esto sugiere que existe disparidad en el grado de conocimiento sobre los procedimientos internos.

Ítem 2.

Respecto a si el proceso es principalmente manual y consume tiempo, ambos encuestados coinciden parcialmente en su apreciación (3 y 1). Aunque uno mantiene una postura neutral, el otro percibe un nivel bajo de automatización, lo que confirma la necesidad de optimizar los flujos actuales.

Ítem 3.

En cuanto a la existencia de pasos repetitivos que podrían automatizarse, las respuestas (1 y 3) muestran una percepción moderada, sin consenso pleno. Esto indica que, si bien se reconocen ciertos procesos redundantes, no todos los funcionarios los perciben con la misma magnitud.

Ítem 4.

Sobre la organización en la gestión documental, los valores (2 y 3) reflejan opiniones cercanas a la neutralidad, pero con una ligera tendencia a considerar que la documentación podría estar mejor estructurada.

Ítem 5.

El ítem que evalúa la falta de un sistema centralizado obtuvo puntuaciones de 4 y 3. Esto indica que los participantes reconocen la ausencia de una herramienta unificada que permita un seguimiento adecuado de las solicitudes.

Ítem 6.

En la afirmación sobre la reducción de errores mediante la automatización, las valoraciones (4 y 2) muestran una tendencia hacia el acuerdo en un caso y ligera discrepancia en el otro, evidenciando apertura, aunque con matices, hacia la mejora tecnológica.

Ítem 7.

Al consultar sobre el uso de una herramienta web para facilitar el seguimiento de solicitudes, los resultados (4 y 2) sugieren percepciones dispares: uno de los encuestados ve en la digitalización una solución viable, mientras que el otro mantiene reservas.

Ítem 8.

El planteamiento acerca de la generación de reportes mediante un sistema automatizado obtuvo puntuaciones de 4 y 3, lo que refleja una opinión positiva y casi coincidente respecto al potencial de una herramienta digital para este fin.

Ítem 9.

En relación con la mejora de la satisfacción y la carga laboral mediante la automatización, las respuestas (4 y 3) revelan una visión favorable, destacando que ambos participantes reconocen beneficios en la eficiencia interna.

Ítem 10.

Sobre el impacto positivo de una aplicación web en la eficiencia del proceso, las respuestas (4 y 3) ratifican una aceptación general hacia la implementación de soluciones digitales en DINNOVA.

Ítem 11.

El ítem que evalúa la reducción de tiempo de gestión con un sistema automatizado presenta valores de 4 y 2. Se observa nuevamente una división en la percepción, aunque persiste una tendencia hacia la valoración positiva.

Ítem 12.

En cuanto a la colaboración entre funcionarios mediante una plataforma centralizada, los valores (4 y 3) refuerzan la idea de que los encuestados perciben beneficios colaborativos derivados de la digitalización.

Ítem 13.

Finalmente, sobre la optimización de tiempos y recursos mediante la automatización, las puntuaciones (4 y 2) evidencian una aceptación parcial del planteamiento, reafirmando la conveniencia de un sistema automatizado pese a diferencias individuales.

Los hallazgos evidencian que, aunque los funcionarios reconocen avances en la digitalización de ciertos procedimientos, el sistema actual continúa dependiendo de métodos manuales como hojas de cálculo, carpetas compartidas y registros dispersos. Esta fragmentación dificulta el control de los trámites y la generación de reportes consolidados.

Desde la perspectiva de los encuestados, las puntuaciones promedio entre 3.0 y 3.5 muestran una tendencia positiva hacia la adopción de un sistema automatizado, mientras que los valores más altos se relacionan con la percepción de que una plataforma centralizada permitiría mayor eficiencia, colaboración y reducción de errores. Las respuestas más bajas, por su parte, reflejan cierta resistencia o desconocimiento del proceso actual, lo que sugiere la necesidad de acompañar la implementación tecnológica con procesos de capacitación y adaptación interna.

En conjunto, los resultados cualitativos (entrevistas) y cuantitativos (encuestas) convergen en la misma conclusión: la institución reconoce la importancia de contar con una solución tecnológica unificada que centralice la información, automatice las tareas administrativas y facilite el seguimiento integral de los trámites de propiedad intelectual. Este consenso institucional respalda plenamente la viabilidad y pertinencia de la propuesta de automatización desarrollada en la presente investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo expone cómo se llevó a cabo el desarrollo del sistema, detallando la organización del trabajo y el enfoque adoptado para transformar los requerimientos iniciales en una solución funcional. Se explica la secuencia de actividades realizadas, desde la comprensión del problema y la modelación de los procesos involucrados, hasta la implementación de los componentes que integran la plataforma. Además, se justifica la elección de la metodología utilizada y se describe de qué manera esta orientó las decisiones técnicas, la gestión del proyecto y la validación de cada avance obtenido.

3.1 Análisis del proceso de registro de propiedad intelectual

Antes de abordar el diseño y construcción del sistema informático, se realizó un análisis detallado del proceso actual de registro de propiedad intelectual gestionado por la Dirección de Innovación y Emprendimiento (DINNOVA). Este análisis se fundamentó en el procedimiento institucional vigente "Registro de Propiedad Intelectual" (código UTA-SGC-B-1-1-P1), que forma parte del Sistema de Gestión de la Calidad de la Universidad Técnica de Ambato y describe, de manera normativa, las actividades, responsables y flujos de trabajo relacionados con la gestión de derechos de autor, signos distintivos, patentes y otras modalidades de protección.

3.1.1 Metodología de análisis y validación con los actores del proceso

El punto de partida fue el documento oficial del procedimiento, que detalla las fases, actividades, responsables y decisiones asociadas al registro de propiedad intelectual. A partir de este insumo, se organizó una sesión de trabajo en la que participaron:

- Funcionarios responsables de la gestión operativa de los registros de PI en DINNOVA.
- La directora de DINNOVA.
- La directora de Gestión de la Calidad.

Durante esta sesión se trabajó directamente sobre las actividades descritas en el procedimiento institucional:

1. Se imprimieron las tablas de actividades del procedimiento (derechos de autor, signo distintivo, patentes) que se observan en el Anexo E y se llevaron hojas de trabajo adicionales.

2. Se revisó, actividad por actividad, lo que el procedimiento indica que debería ocurrir en cada fase.

3. Para cada actividad se discutió si:

    - Se realiza efectivamente en la práctica.

    - Ha cambiado de responsable.

    - Se realiza de forma distinta a como está descrita.

    - Es ejecutada directamente por un actor externo (por ejemplo, SENADI) sin intervención operativa de DINNOVA.

4. En las hojas de trabajo se fue marcando:

    - Las actividades que sí se realizan y que debían mantenerse en el modelo de proceso del sistema.

    - Las actividades que los funcionarios desconocían no ejecutaban o que, en la práctica, se han dejado de aplicar.

    - Las actividades que, aunque constan en el procedimiento, corresponden a acciones externas

El criterio adoptado fue mantener intacto el procedimiento institucional que continúa siendo el marco normativo de referencia, pero ajustar el flujo operativo que sería modelado dentro del sistema a las actividades que realmente ejecutan los funcionarios de DINNOVA en su día a día.

Una vez depuradas y validadas las actividades, se procedió al modelamiento formal del proceso mediante Bizagi Modeler (versión gratuita), una herramienta ampliamente utilizada para la elaboración de diagramas BPMN. Bizagi permitió representar de forma gráfica los flujos operativos revisados, asegurando la correcta identificación de eventos, actividades, compuertas de decisión y responsables. La metodología de modelado adoptada correspondió a las mejores prácticas BPMN 2.0, estructurando cada proceso en carriles (swimlanes) según actor responsable y garantizando que el flujo reflejara únicamente las tareas internas que DINNOVA puede controlar y evidenciar.

3.1.2 Comparación entre el procedimiento institucional y los procesos configurados en el sistema

a. Patentes:

El procedimiento institucional para patentes presenta una fase especialmente extensa, compuesta por más de cuarenta actividades que abarcan todo el ciclo de vida de la solicitud. Este flujo incluye la recepción del requerimiento, el análisis del potencial de registro, la reserva de información, la verificación presupuestaria, la elaboración de documentación técnica, las gestiones en la plataforma del SENADI, la preparación y validación de pagos, los exámenes de forma y patentabilidad, la corrección de observaciones, la concesión o denegación de la patente y la posterior gestión prolongada de tasas de mantenimiento anual.

Dado que el diagrama completo no puede representarse en una sola ilustración, la secuencia se encuentra dividida en dos partes, presentadas en la Figura 8 y Figura 9 donde se detalla visualmente el flujo institucional correspondiente a esta modalidad según el procedimiento UTA-SGC-B-1-1-P1.

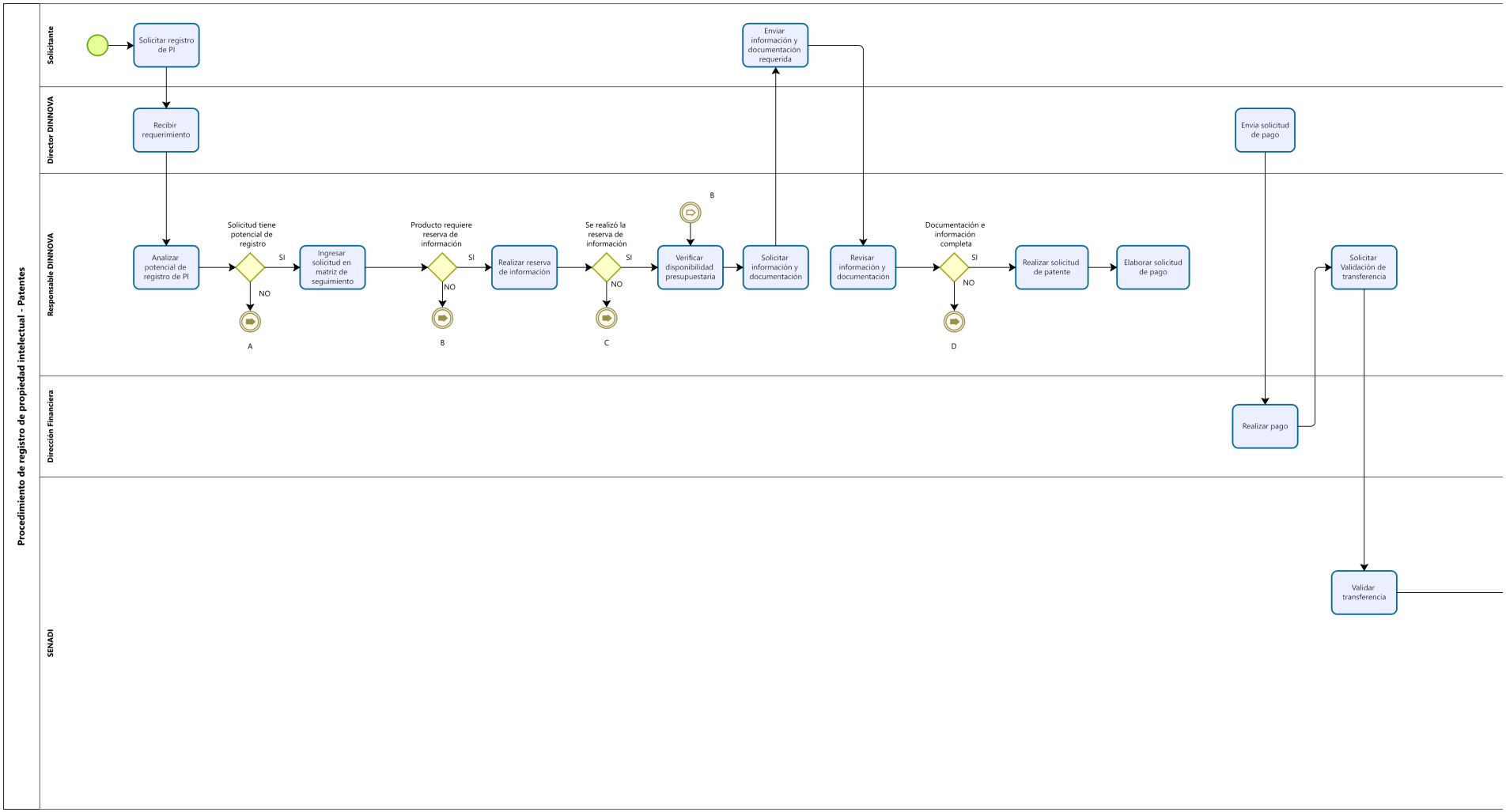


Figura 8. Registro de Propiedad Intelectual PI – Patentes (1 de 2)

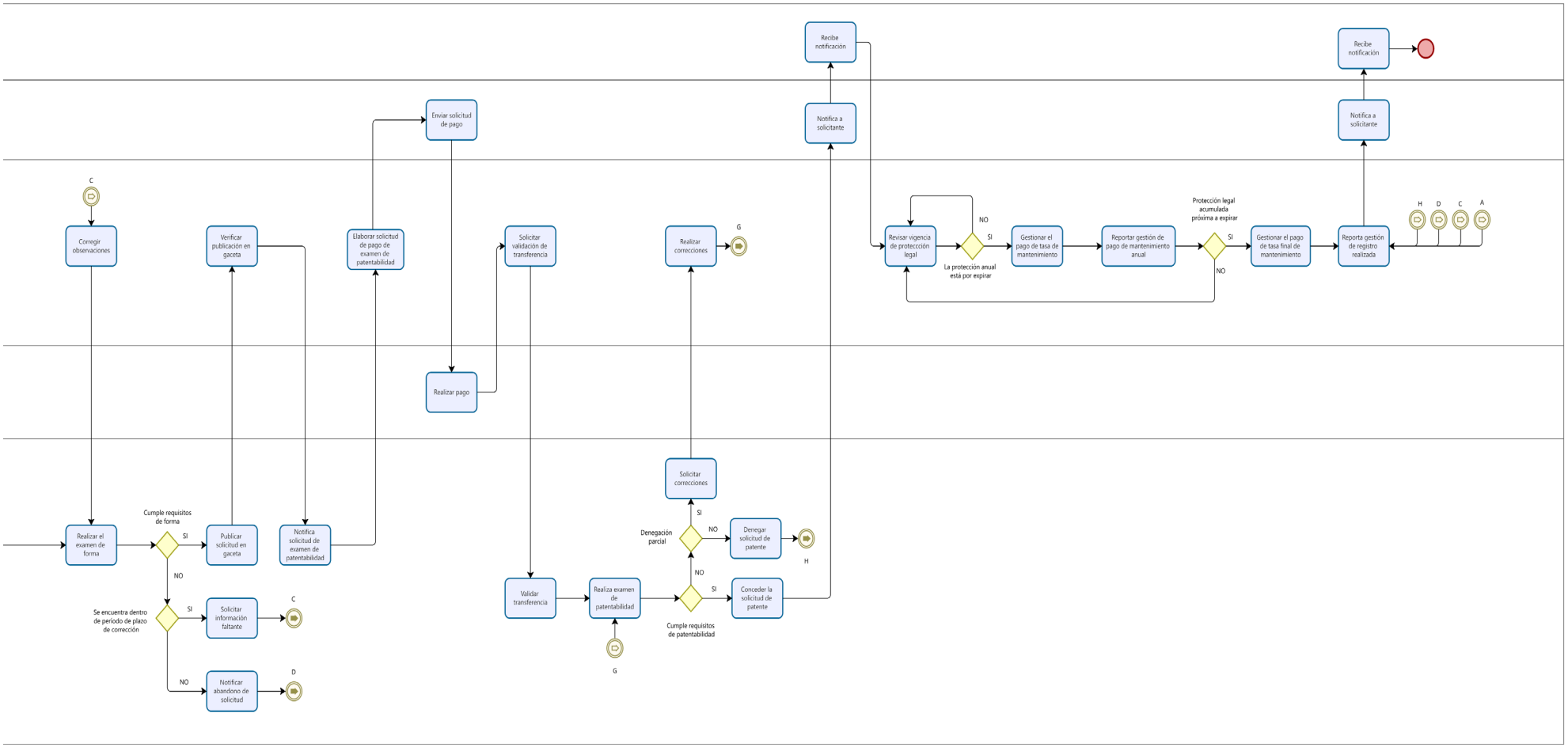


Figura 9. Registro de Propiedad Intelectual PI – Patentes (2 de 2)

A partir de esta depuración, se elaboró el diagrama de flujo que actualmente está cargado en el sistema representado en la Figura 10 el cual sintetiza el proceso en trece actividades que reflejan exclusivamente las acciones bajo responsabilidad directa del analista de DINNOVA. Este diagrama conserva la lógica institucional general (evaluación del potencial de registro, revisión documental, gestiones de pago, validación de transferencias y seguimiento del mantenimiento), pero elimina aquellas actividades externas o no ejecutadas por los funcionarios, como exámenes de forma, exámenes de patentabilidad, correcciones emitidas por SENADI, publicaciones en gaceta y actos administrativos de concesión. De esta manera, el flujo configurado en el sistema constituye una versión operativa, depurada y realista, que alinea el procedimiento institucional con la ejecución cotidiana del proceso y permite que el sistema automatice únicamente las etapas que DINNOVA controla y gestiona de forma verificable. Esta delimitación también facilita la estandarización del trabajo interno, evitando divergencias entre analistas y garantizando trazabilidad en cada actividad registrada. Al mismo tiempo, el modelo permite identificar con claridad los puntos críticos del proceso, apoyando la toma de decisiones basada en datos. Finalmente, la depuración del flujo contribuye a que el sistema mantenga simplicidad operativa sin perder precisión en la gestión institucional.

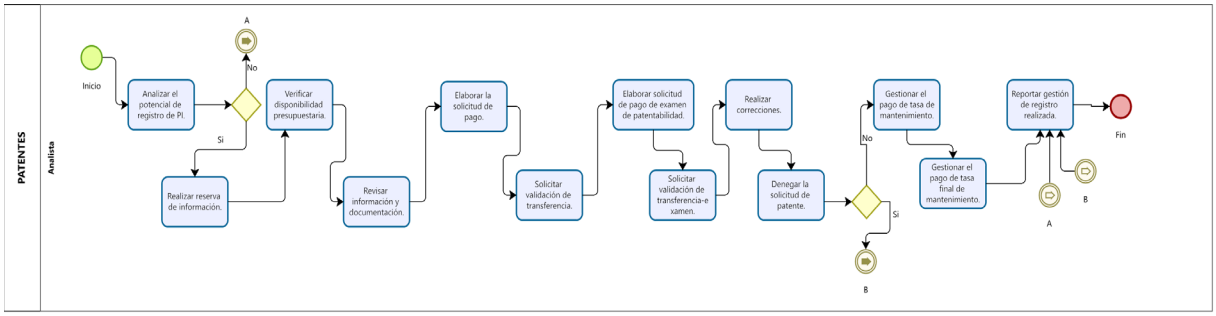


Figura 10. Diagrama del proceso de registro de patentes configurado en el sistema.

b. Derechos de autor

En la modalidad de Derechos de Autor, el procedimiento institucional descrito en el documento UTA-SGC-B-1-1-P1 establece un flujo compuesto por veintiún actividades, articuladas entre varios actores institucionales: el solicitante, el director de DINNOVA, el responsable de DINNOVA, la Dirección Financiera y el SENADI. Este modelo normativo organiza la gestión en una secuencia completa que incluye la

recepción de la solicitud, el análisis del potencial de registro, la reserva de información, la verificación presupuestaria, la solicitud y envío de documentación complementaria, la elaboración y gestión de pagos, diversas validaciones externas, la inscripción del contrato, el registro de la obra y la notificación final al solicitante.

La Figura 11 muestra este proceso institucional original, donde se evidencian sus múltiples actores, bifurcaciones y puntos de decisión como la continuidad del trámite en función del potencial de registro o de la completitud de la documentación que forman parte del marco formal definido por la universidad. Sin embargo, durante la reunión realizada con los funcionarios responsables de DINNOVA y la Dirección de Calidad, se evidenció que una parte considerable de este procedimiento institucional no se ejecuta operativamente por el equipo de DINNOVA, ya que incorpora actividades externas propias del SENADI o de la Dirección Financiera que no forman parte del flujo interno gestionado por los analistas. Asimismo, se identificaron actividades que, aunque se mantienen en la versión normativa del proceso, ya no se realizan de la forma descrita, o han sido reemplazadas por mecanismos digitales o pasos simplificados implementados en la práctica cotidiana.

A partir de esa depuración resultado directo del análisis comparativo y la revisión conjunta con los funcionarios fue posible construir un proceso operativo ajustado, enfocado exclusivamente en las actividades que DINNOVA ejecuta y controla directamente. Este proceso depurado constituye la base del flujo que fue implementado en el sistema y que, por tanto, sí puede ser automatizado, monitoreado y documentado digitalmente.

La Figura 12 presenta este nuevo diagrama operativo, conformado por nueve actividades secuenciales realizadas únicamente por el Especialista DINNOVA. Dichas actividades corresponden a la gestión interna del registro de derechos de autor: análisis del potencial, verificación presupuestaria, solicitud del registro en SENADI, validación de transferencias, elaboración de la solicitud de inscripción, entrega de documentación, subida de la solicitud a la plataforma del SENADI, registro del certificado y emisión del reporte final de la gestión realizada.

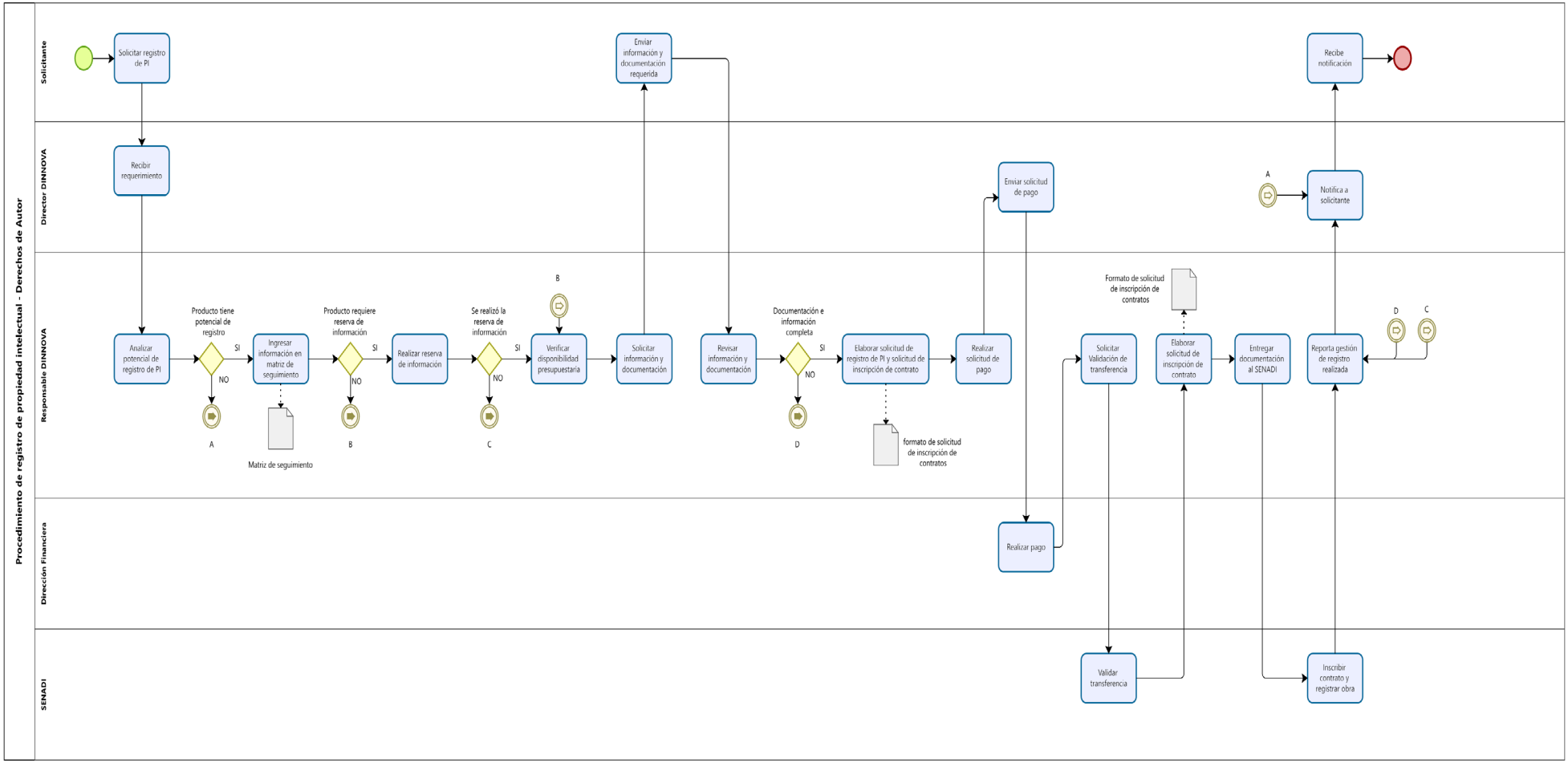


Figura 11. Registro de Propiedad Intelectual PI - Derechos de Autor

El diagrama refleja además un único punto de decisión, utilizado para determinar si la solicitud continúa o debe ser reconsiderada antes de avanzar. La secuencia evidencia claramente el flujo continuo de trabajo, sin intervenciones externas ni bifurcaciones adicionales. También se identifican los puntos de retorno entre actividades, propios del proceso real cuando se deben completar requisitos previos.

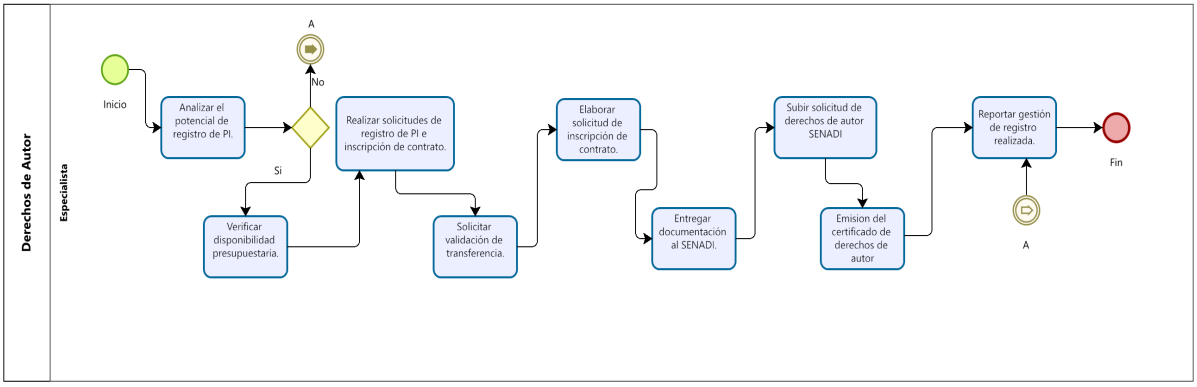


Figura 12. Diagrama del proceso de registro de derechos de autor configurado en el sistema.

c. Otras modalidades

Dentro del procedimiento institucional definido en el documento UTA-SGC-B-1-1-P1, la fase correspondiente a “Otras modalidades de registro”, que incluye la modalidad de Secreto empresarial, se encuentra estructurada en veintidós actividades que abarcan tanto acciones internas de DINNOVA como actividades ejecutadas por entidades externas, tales como notaría, Dirección Financiera y SENADI. Este proceso inicia con la solicitud formal del registro, continúa con la revisión del requerimiento, el análisis del potencial de protección, la verificación presupuestaria, la reserva de información, el envío y revisión de la documentación requerida, así como la gestión y validación de pagos, el depósito de información no divulgada ante notaría y SENADI, y finaliza con la notificación al solicitante.

Este modelo, tal como fue diseñado normativamente, responde a la necesidad institucional de documentar exhaustivamente todas las etapas asociadas a modalidades especiales de protección de la propiedad intelectual; sin embargo, durante la reunión realizada con los funcionarios responsables de DINNOVA y con la Dirección de Calidad, se evidenció que gran parte de las actividades incluidas en este procedimiento

no son ejecutadas operativamente por el personal de DINNOVA. En particular, se constató que acciones como el depósito de información en notaría, la verificación de transferencias por parte de entidades externas, la inscripción de trámites directamente en SENADI o la emisión de certificaciones, aunque aparecen en el flujo institucional, no corresponden al trabajo operativo del analista dentro de la unidad.

Además, se identificó un aspecto relevante: aunque el procedimiento institucional contempla formalmente la modalidad de Secreto empresarial, el analista responsable señaló que esta modalidad no se gestiona en la práctica de la forma descrita en el documento. En su lugar, la modalidad que se procesa de manera recurrente y que refleja el trabajo real es Signo distintivo (Marca), la cual sigue una secuencia distinta de actividades y constituye la base del flujo que posteriormente se configuró en el sistema.

La Figura 13 representa este proceso institucional original, donde se observa la extensión, complejidad y número de actores involucrados.

Como resultado de la depuración y la revisión colaborativa, se definió un proceso operativo ajustado, centrado exclusivamente en las actividades que el Analista DINNOVA ejecuta y controla de manera directa, y que por lo tanto pueden ser gestionadas y evidenciadas dentro del sistema. La Figura 14 muestra este flujo operativo depurado, correspondiente a la modalidad Otras modalidades (Signos distintivo), compuesto por actividades que reflejan fielmente el trabajo real del analista. El proceso inicia con el análisis del potencial de registro, continúa con la verificación presupuestaria, la solicitud y recepción de información para el registro, la revisión documental, la gestión de la solicitud en la plataforma de SENADI, la preparación y validación de pagos, el inicio del registro oficial, la recepción de la resolución y del título de registro, y culmina con la notificación al solicitante.

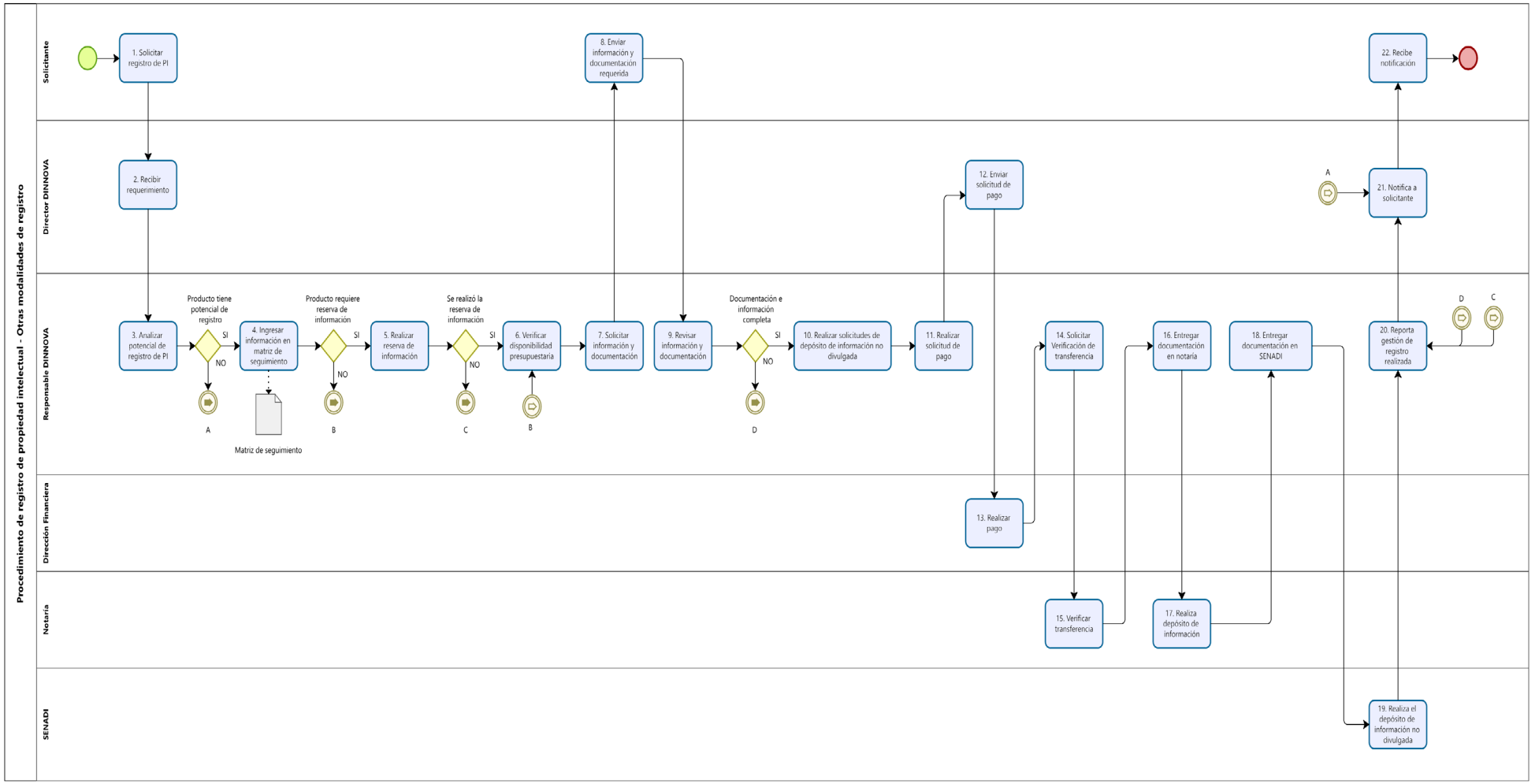


Figura 13. Registro de Propiedad Intelectual PI – Otras modalidades

Este flujo simplificado mantiene únicamente los pasos ejecutados internamente por DINNOVA y elimina actividades externas, redundantes o ajenas a su ámbito operativo.

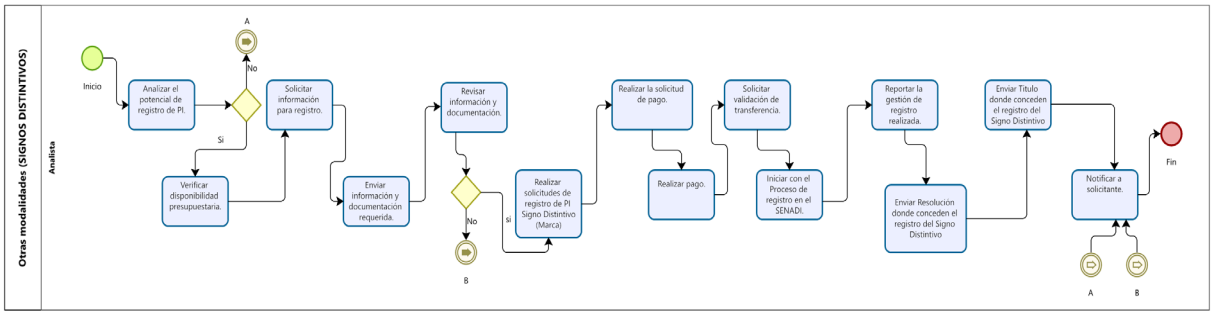


Figura 14. Diagrama del proceso de registro de otras modalidades configurado en el sistema.

3.2 Metodología

Con el objetivo de definir un enfoque adecuado para la construcción del sistema, se revisaron diversas metodologías ágiles empleadas actualmente en proyectos de desarrollo de software. Esta revisión permitió identificar las características, ventajas y limitaciones de cada propuesta, de manera que fuera posible determinar cuál se alineaba mejor con las necesidades específicas del proyecto. En la Tabla 8 se presenta la comparación de las metodologías consideradas en este análisis.

Tabla 8. Comparación de metodologías

Criterio	**XP (Extreme Programming)**	**Kanban**	**Scrum**	**ScrumBan (Híbrida)**
Tamaño típico del equipo	Pequeños (2–10)	Flexible (1–20+)	Pequeños y estables (5–11)	Pequeños o individuales (1–10)
Estructura / Fases	Iteraciones muy cortas	Flujo continuo	Sprints 1–4 semanas	Backlog estructurado + flujo continuo sin sprints obligatorios
Nivel de documentación	Muy baja	Baja–media	Media	Media-baja (según necesidad)
Formalidad	Informal y técnica	Muy flexible	Moderadamente formal	Flexible, mezcla estructura + fluidez
Ritmo de trabajo	Muy rápido	Continuo	Ritmo por sprints	Continuo, pero con backlog priorizado
Reuniones requeridas	Mínimas	No obligatorias	Varias ceremonias	No obligatorias; reuniones opcionales

Gestión del trabajo	Historias + pair programming	Tablero con límites WIP	Backlog + sprint backlog	Backlog (Scrum) + tablero Kanban (WIP)
Roles establecidos	No oficiales	No requiere roles	Scrum Master, PO, Dev Team	Roles flexibles; pueden omitirse en equipos pequeños
Visibilidad del proceso	Media	Muy alta	Media-alta	Muy alta (tablero) + backlog organizado
Adaptación a cambios	Muy alta	Muy alta	Media (fuera del sprint)	Muy alta, sin restricciones de sprint
Producto esperado	Código y pruebas	Flujo continuo de entregas pequeñas	Incremento por sprint	Entregas continuas sin timeboxing

Tras analizar estas metodologías, se determinó que la más adecuada para el desarrollo del sistema era ScrumBan, dado que integra la planificación estructurada de Scrum útil para organizar el backlog del proyecto mediante Epics, Features, Product Backlog Items e Historias de Usuario con el flujo continuo, visual y flexible característico de Kanban. Esta combinación resultó especialmente pertinente debido a que el desarrollo fue realizado por un único responsable, lo cual hace innecesarios los roles formales y las ceremonias estrictas de Scrum, pero requiere mantener un control claro del progreso y adaptarse con facilidad a nuevos requerimientos durante el desarrollo. Además, ScrumBan permitió administrar de manera más realista las variaciones en la carga de trabajo propias del desarrollo incremental, evitando bloqueos por iteraciones forzadas y proporcionando una mayor libertad para reorganizar prioridades. Esta metodología también facilitó la integración progresiva de nuevas funcionalidades sin afectar el avance general del proyecto, permitiendo mantener el enfoque en los objetivos funcionales. Gracias a esta flexibilidad, fue posible incorporar ajustes técnicos, refactorizaciones y mejoras emergentes a medida que el sistema evolucionaba, manteniendo siempre una visión clara del estado actual y pendiente del desarrollo.

En la práctica, ScrumBan se aplicó mediante un tablero visual implementado en Microsoft Azure DevOps, organizado en columnas como New, Approved, Committed y Done, tal como se muestra en la Figura 15. Este tablero facilitó la priorización, seguimiento y reorganización dinámica de las actividades, permitiendo avanzar sin depender de sprints fijos y promoviendo un flujo continuo de trabajo coherente con la naturaleza incremental de la solución.

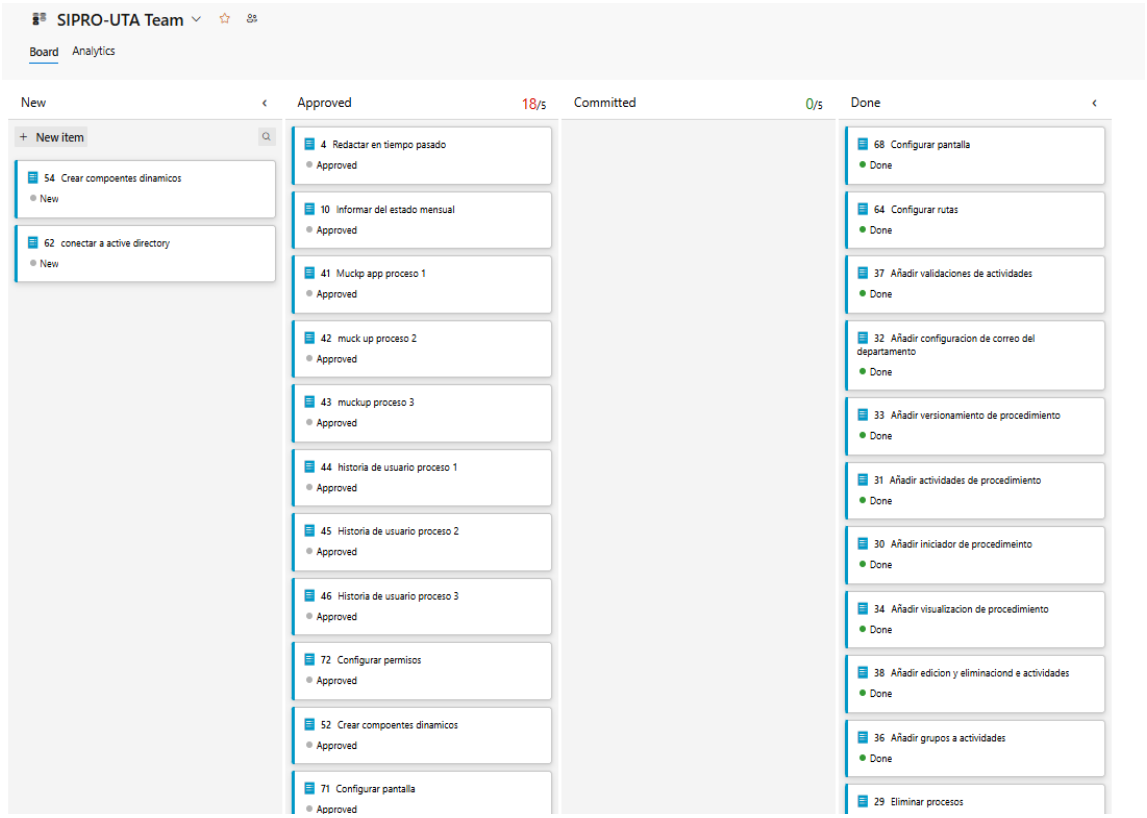


Figura 15. Tablero Kanban

En el desarrollo del presente sistema, ScrumBan se empleó de manera directa para gestionar el avance de todos los módulos del proyecto, incluyendo autenticación, gestión de usuarios, permisos, organizaciones, procesos, actividades, motor de ejecución y reportes. La planificación se realizó manteniendo un backlog estructurado, lo que permitió dividir cada componente del sistema en unidades manejables y priorizadas según su importancia técnica y funcional. Paralelamente, el flujo continuo del tablero Kanban hizo posible avanzar de forma progresiva, moviendo las tareas entre los estados definidos conforme se implementaban, probaban e integraban en el sistema.

Esta dinámica permitió desarrollar el proyecto de manera ordenada y flexible, ajustando el trabajo en tiempo real cuando surgían nuevos requerimientos, refinamientos o dependencias entre módulos. En conjunto, ScrumBan brindó el equilibrio necesario entre estructura y adaptabilidad, lo que permitió construir el sistema de forma incremental, mantener claridad sobre el avance y garantizar coherencia entre todas las partes que conforman la solución final.

3.3 Planificación

Como se muestra en la Figura 16, el backlog del proyecto se organizó siguiendo una estructura jerárquica compuesta por Epics, Features y Product Backlog Items (PBI). Esta representación permite visualizar de forma clara cómo se descompone cada módulo del sistema en funcionalidades más específicas y, posteriormente, en tareas concretas. Gracias a esta estructura, el proceso de planificación resultó más ordenado y coherente, permitiendo gestionar el desarrollo de manera progresiva y controlada conforme a las necesidades del sistema.

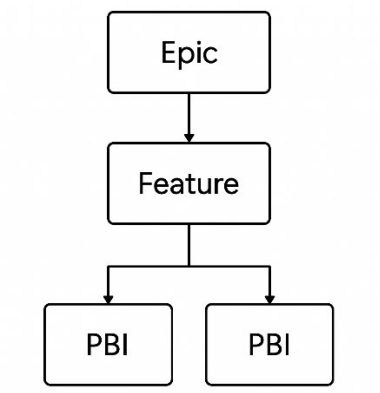


Figura 16. Estructura jerárquica del backlog: Epics, Features y PBIs

La Tabla 9 resume esta planificación integral, agrupando las actividades del proyecto según los distintos Epics y Features que conforman el sistema. Esta estructura permite visualizar de manera ordenada cómo cada módulo como diseño y modelado del sistema, autenticación, gestión de usuarios y permisos, procesos, actividades, monitoreo, reportes, pruebas, entre otros se descompone en Product Backlog Items (PBI) específicos que guían el desarrollo. Gracias a esta organización jerárquica, fue posible representar con claridad el alcance total del proyecto y facilitar la gestión y el seguimiento del avance durante su construcción.

Tabla 9. Estructura completa del backlog del sistema

Epic	**Feature**	**Product Backlog Items (PBI)**
Diseño y Modelado del Sistema	Modelo de arquitectura	PBI1: Levantamiento de requerimientos PBI2: Selección de tecnologías PBI3: Definir la arquitectura
	Modelado de clases y dominio	PBI4: Diseñar modelos de dominio. PBI5: Documentar modelo de clases.
	Modelado funcional	PBI6: Diagramas de casos de uso.

		PBI7: Diagramas de secuencia. PBI8: Historias de usuario y prototipos de interfaz.
	Modelo de datos (Code First)	PBI9: Modelo entidad-relación. PBI10: Configurar entidades EF Core. PBI11: Crear migraciones iniciales.
Autenticación	Gestión de inicio de sesión	PBI12: Validación de credenciales. PBI13: Manejo de sesiones. PBI14: Restricción por rol.
Usuarios, Roles y Permisos	Gestión de usuarios	PBI15: Crear usuario. PBI16: Editar usuario. PBI17: Desactivar usuario. PBI18: Asignar a organización/departamento.
	Gestión de roles	PBI19: Crear rol. PBI20: Editar rol. PBI21: Asignar permisos.
	Gestión de grupos	PBI22: Crear grupo. PBI23: Agregar usuarios. PBI24: Configurar permisos grupales.
	Gestión de permisos	PBI25: Definir permisos por usuario. PBI26: Validación de permisos al navegar.
Organizaciones y Departamentos	Gestión de organizaciones	PBI27: Crear organización. PBI28: Editar organización. PBI29: Consultar organización.
	Gestión de departamentos	PBI30: Crear departamento. PBI31: Editar departamento. PBI32: Desactivar departamento. PBI33: Consultar departamento.
Procesos	Modelado de procesos	PBI34: Crear proceso. PBI35: Editar proceso. PBI36: Versionar proceso. PBI37: Eliminar proceso. PBI38: Visualizar.
Actividades	Definición de actividades	PBI39: Crear actividad. PBI40: Editar actividad. PBI41: Eliminar actividad. PBI42: Ordenar secuencia. PBI43: Asignar responsables.
	Reglas de transición	PBI44: Definir estados. PBI45: Condiciones de avance. PBI46: Validaciones internas.
Motor de Procesos	Ejecución del flujo	PBI47: Crear instancia. PBI48: Avanzar actividad. PBI49: Registrar estados. PBI50: Finalizar proceso.
	Tareas asignadas	PBI51: Mostrar tareas por usuario. PBI52: Cambiar estado. PBI53: Registrar fecha y responsable. PBI54: Validar permisos en actividad. PBI55: Agregar comentarios por actividad
Monitoreo	Gestión de instancias	PBI56: Visualizar todas las instancias de procesos hechas por el usuario PBI57: Eliminar instancias donde no exista una actividad finalizada PBI58: Búsqueda por certificados subidos en las actividades
		PBI59: Editar las actividades ya realizadas.

		PBI60: ver comentarios subidos en las actividades PBI61: ver archivos subidos en las actividades
Configuración	Correo institucional	PBI62: configuración del servidor SMTP por cada departamento. PBI63: configuración de los macroprocesos del departamento
Reportes e Indicadores	Indicadores de procesos	PBI64: Contador por estado. PBI65: Gráfico de estado.
	Informes de estado	PBI66: Generar informe. PBI67: Filtrar. PBI68: Exportar reporte.
Accesibilidad	Accesibilidad	PBI69: Navegación por teclado. PBI70: Tabulación correcta. PBI71: Etiquetas accesibles.
Pruebas	Pruebas unitarias	PBI72: Pruebas de servicios. PBI73: Pruebas de controladores. PBI74: Validación de errores.
	Pruebas funcionales	PBI75: Validar flujo completo. PBI76: Verificar tareas y transiciones.
Implementación	implementación	PBI77: Diagrama de la implementación. PBI78: Configurar máquina virtual. PBI79: Dockerizar.

3.4 Diseño y modelado del sistema

Esta sección presenta el conjunto de actividades orientadas al diseño conceptual y técnico del sistema, abarcando la definición de la arquitectura, la identificación de los componentes principales y la construcción de los modelos que describen su funcionamiento interno. Para ello, se organizó y estructuró la información del dominio, se levantaron las entidades clave, se analizaron sus relaciones y se elaboraron los diagramas que sustentan el comportamiento del sistema, tanto a nivel funcional como estructural. Además, se detallan las decisiones de diseño adoptadas, los mecanismos de organización del software y los modelos utilizados para representar procesos, datos, reglas y responsabilidades. El propósito de esta sección es ofrecer una visión clara, coherente y fundamentada del diseño que guía la implementación del sistema, asegurando que responda a los requerimientos del proyecto y mantenga una estructura sólida, extensible y mantenible.

3.4.1 Modelo de arquitectura

El modelo de arquitectura constituye la base técnica que orienta la construcción del sistema. Para su definición, primero se realizó el levantamiento de requerimientos técnicos y funcionales, lo que permitió identificar las necesidades de integración, seguridad, disponibilidad y escalabilidad. A partir de este análisis, se seleccionaron las tecnologías más adecuadas y se estableció una arquitectura clara que organiza los componentes, capa lógica y flujos de comunicación del sistema. Este modelo sirve como guía estructural para el desarrollo y garantiza que la solución propuesta se mantenga coherente, robusta y alineada con los objetivos del proyecto.

a. Levantamiento de requerimientos

Para comprender de manera precisa el funcionamiento real de los procesos institucionales y definir las necesidades que el sistema debía cubrir, se realizó un levantamiento de requerimientos basado en dos actividades principales: entrevistas semiestructuradas y análisis de documentación oficial.

En primera instancia, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con los funcionarios involucrados, lo que permitió obtener información directa tanto sobre las tareas que ejecutan como sobre las problemáticas y necesidades que enfrentan en el proceso actual. Este tipo de entrevista facilitó explorar con mayor flexibilidad los detalles del flujo de trabajo, permitiendo que los funcionarios describieran sus actividades, criterios y dependencias operativas sin limitarlos a un cuestionario rígido. Cada entrevista fue grabada en formato de audio y posteriormente transcrita utilizando un script desarrollado en Python, el cual implementó la librería Whisper de OpenAI para la conversión automática de voz a texto. Este procedimiento permitió conservar de manera precisa cada diálogo y generar transcripciones digitales con marcas de tiempo, lo que facilitó el análisis posterior y garantizó la fidelidad de la información obtenida.

Posteriormente, se trabajó en conjunto con la Dirección de Calidad, accediendo a los documentos institucionales que contienen los flujos de trabajo formalizados. Además, para garantizar la validez de la información recopilada, se incorporaron como sustento

dos documentos oficiales: el Acta de Levantamiento de Requerimientos y el Acta de Reunión de Validación con Autoridades, ambos firmados por los actores responsables del proceso (ver Anexo D y Anexo E). Estos documentos respaldan de manera formal el análisis realizado y certifican que los requerimientos fueron revisados y aprobados por las áreas correspondientes.

- ***Análisis de requerimientos funcionales y no funcionales***

Para el levantamiento de requerimientos se aplicaron entrevistas semiestructuradas al personal responsable de la gestión de procesos y de la administración de usuarios en la institución. A partir de estas entrevistas se identificaron las necesidades principales del sistema, las cuales se organizaron en requerimientos funcionales y no funcionales. Los requerimientos funcionales se relacionan con las operaciones específicas que debe soportar la aplicación, mientras que los requerimientos no funcionales describen las características de calidad que deben cumplirse para garantizar un funcionamiento adecuado y confiable de la solución propuesta.

Para definir con precisión el alcance del sistema se identificaron los requerimientos funcionales mediante entrevistas realizadas a los responsables de la gestión administrativa y de procesos de la institución. Estos requerimientos describen las operaciones esenciales que la aplicación debe realizar para garantizar su utilidad y coherencia con las necesidades reales del entorno. La Tabla 10 presenta el conjunto de requerimientos funcionales organizados y descritos de manera estructurada, los cuales sirvieron como base para el diseño, planificación e implementación de la propuesta tecnológica.

Tabla 10. Requerimientos funcionales

Código	**Requerimiento funcional**	**Descripción**
RF1	Gestión de organizaciones	El sistema debe permitir registrar, actualizar y consultar las organizaciones o unidades que forman parte de la estructura institucional.
RF2	Gestión de departamentos	El sistema debe administrar los departamentos asociados a cada organización, incluyendo su creación, modificación, desactivación y consulta.
RF3	Módulo de autenticación	El sistema debe proporcionar un módulo de autenticación que controle el acceso de los usuarios mediante credenciales válidas e integre, cuando sea necesario, la autenticación institucional.

RF4	Administración de usuarios	El sistema debe permitir registrar, editar, desactivar y consultar usuarios, así como asociarlos a organizaciones, departamentos y perfiles de acceso.
RF5	Gestión de grupos	El sistema debe permitir crear y administrar grupos de usuarios para facilitar asignaciones colectivas de permisos y responsabilidades.
RF6	Gestión de permisos y roles	El sistema debe configurar permisos por rol, grupo y usuario, definiendo qué acciones puede realizar cada perfil en los distintos módulos.
RF7	Administración de procesos	El sistema debe permitir crear, modificar, desactivar y eliminar procesos administrativos, definiendo su finalidad y alcance.
RF8	Definición y administración de actividades	El sistema debe permitir definir las actividades que componen cada procedimiento, establecer su secuencia y asignar responsables.
RF9	Versionamiento de procedimientos	El sistema debe mantener versiones de los procedimientos, permitiendo actualizarlos sin perder el historial de configuraciones anteriores.
RF10	Indicadores y visualización de procedimientos	El sistema debe visualizar el flujo de procedimientos y actividades, e incorporar indicadores que faciliten el seguimiento de su estado.
RF11	Configuración de correo por departamento	El sistema debe permitir configurar direcciones de correo asociadas a departamentos para envío de notificaciones relacionadas con los procesos.
RF12	Ejecución del motor de procesos	El sistema debe contar con un motor que ejecute los procesos definidos, avance las actividades según reglas configuradas y registre el estado de cada instancia.
RF13	Generación de informes de estado	El sistema debe generar informes que muestren el estado actual de tareas, actividades y procesos, incluyendo avance, pendientes y responsables.
RF14	Gestión de documentación asociada	El sistema debe permitir registrar y consultar documentación relacionada con procesos y actividades para respaldar la gestión administrativa.

Para complementar el análisis del sistema, se identificaron los requerimientos no funcionales que establecen las características de calidad necesarias para garantizar un funcionamiento adecuado, seguro y eficiente de la propuesta tecnológica. Estos requerimientos se obtuvieron a partir de entrevistas con el personal encargado de la gestión administrativa y de procesos, y describen aspectos como seguridad, trazabilidad, rendimiento, disponibilidad, mantenibilidad y usabilidad orientada por roles. La Tabla 11 presenta de manera organizada los requerimientos no funcionales definidos para el sistema.

Tabla 11. Requerimientos no funcionales

Código	**Requerimiento no funcional**	**Descripción**
RNF1	Seguridad y control de acceso	El sistema debe garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la plataforma y a las funcionalidades de acuerdo con los permisos definidos, protegiendo la confidencialidad e integridad de la información.

RNF2	Trazabilidad	El sistema debe registrar las acciones relevantes realizadas por los usuarios (creación, modificación y eliminación de procesos, actividades, usuarios, etc.) para facilitar el seguimiento y la auditoría de los cambios.
RNF3	Usabilidad orientada por roles	La interfaz debe presentar únicamente las funcionalidades correspondientes al perfil del usuario, de forma que los administradores accedan a herramientas de gestión compleja y los usuarios operativos interactúen solo con las opciones necesarias para cumplir sus tareas.
RNF4	Accesibilidad	El sistema debe permitir su uso mediante mecanismos de accesibilidad
RNF5	Mantenibilidad	La solución debe estar desarrollada de forma modular, permitiendo incorporar nuevos procesos, actividades o reglas de negocio con el menor impacto posible sobre las funcionalidades existentes.
RNF6	Consistencia de datos	El sistema debe garantizar la integridad y consistencia de la información registrada, evitando duplicidades y asegurando que las relaciones entre organizaciones, departamentos, usuarios, procesos y actividades se mantengan correctamente.
RNF7	Rendimiento aceptable	El sistema debe responder en tiempos adecuados al realizar operaciones de consulta y actualización de información, asegurando una experiencia fluida para los distintos tipos de usuario.

La identificación de los requerimientos funcionales y no funcionales permitió definir con claridad qué debe ofrecer el sistema y en qué condiciones debe operar para garantizar su eficacia. Esta especificación no solo delimita el comportamiento esperado de cada módulo, sino que también establece los criterios que guiarán las decisiones técnicas durante el desarrollo. Con esta base, es posible avanzar hacia el diseño de la solución con una comprensión precisa del problema, asegurando que cada componente del sistema responda de manera coherente a las necesidades institucionales y al flujo de procesos que se busca automatizar.

b. Capacitación técnica

Como parte del proceso para asegurar que el sistema se integre adecuadamente con la infraestructura tecnológica existente, se recibieron capacitaciones directas por parte del Departamento de Innovación Tecnológica y Comunicaciones (DITIC). Estas sesiones tuvieron como objetivo comprender en detalle la arquitectura institucional y los lineamientos tecnológicos que deben seguir los nuevos desarrollos.

Durante las capacitaciones, se revisaron aspectos clave como la estructura interna de los sistemas actualmente implementados, los criterios técnicos utilizados por la institución, los métodos de autenticación, la organización de las bases de datos, las políticas de integración y los componentes tecnológicos que forman parte del

ecosistema informático de la universidad. Esta información permitió conocer con claridad las tecnologías, formatos y estándares que el nuevo sistema debía respetar para lograr compatibilidad y correcto funcionamiento dentro del entorno institucional.

Gracias a este proceso, se estableció una visión clara de las condiciones técnicas necesarias para que la solución propuesta se acople apropiadamente a los sistemas ya existentes, garantizando interoperabilidad, mantenimiento adecuado y una futura escalabilidad consistente con la plataforma institucional.

c. Selección de tecnologías

La selección de tecnologías para el desarrollo del sistema se llevó a cabo considerando dos criterios fundamentales. En primer lugar, se buscó garantizar la compatibilidad con la infraestructura tecnológica institucional de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), evitando el uso de herramientas o entornos que pudieran generar conflictos con los lineamientos internos de despliegue y soporte. En segundo lugar, se procuró utilizar tecnologías modernas, robustas y sostenibles, que facilitaran el desarrollo, el mantenimiento y la evolución futura del proyecto. Para ello, se trabajó en coordinación directa con el Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación (DITIC), que proporcionó especificaciones precisas sobre las versiones, entornos y plataformas aprobadas oficialmente para proyectos institucionales.

- ***Entorno de desarrollo***

Con base en las directrices de DITIC, se utilizó Visual Studio Community, en su versión en inglés, como entorno principal de programación. Esta edición es la recomendada por el departamento tanto por su estabilidad como por la compatibilidad que ofrece con los paquetes y herramientas utilizados en otros sistemas de la universidad.

Para la gestión y administración de la base de datos se empleó SQL Server 2022, la versión que actualmente utiliza la institución en sus entornos de producción. Su uso garantizó una integración segura a nivel de autenticación, conexiones internas y manejo de datos dentro de la red universitaria.

- ***Backend***

El sistema se construyó sobre la plataforma .NET 9.0, adoptando una arquitectura moderna que permite ejecutar aplicaciones de forma eficiente, segura y multiplataforma. Esta elección facilitó la creación de una API robusta y mantuvo coherencia con los lineamientos institucionales, ya que .NET es ampliamente utilizado en los sistemas desarrollados para la UTA.

Para la persistencia de datos se utilizó Entity Framework Core 9.0.5, junto con las extensiones específicas para SQL Server y las herramientas de migración contenidas en Microsoft.EntityFrameworkCore.Tools. Esta combinación permitió modelar la base de datos, gestionar el esquema y ejecutar migraciones de manera ordenada y reproducible.

Adicionalmente, se integraron librerías complementarias importantes, entre ellas:

- Scalar.AspNetCore, utilizada para la documentación interactiva de la API.
- Portable.BouncyCastle, empleada para operaciones criptográficas y manejo seguro de información.

- ***Frontend***

En la capa de presentación se utilizó Blazor WebAssembly en su modalidad Standalone, también en versión 9.0. Esta tecnología permitió desarrollar una interfaz completamente web sin necesidad de un servidor dedicado para el renderizado, manteniendo un rendimiento óptimo y una integración fluida con navegadores modernos.

Para el diseño visual se incorporó Tailwind CSS en su versión más reciente, aprovechando su enfoque utilitario para lograr interfaces responsivas, limpias y ligeras. En la generación de gráficos y reportes se empleó la librería ApexCharts.

- ***Herramientas de modelado y documentación***

El modelado de los procesos se realizó utilizando Bizagi Modeler en su versión gratuita, herramienta ampliamente utilizada para la creación de diagramas bajo el

estándar BPMN 2.0. Esta elección permitió representar visualmente los flujos depurados surgidos de las sesiones de trabajo con DINNOVA y la Dirección de Calidad, y facilitó posteriormente su implementación en el módulo de gestión de procesos del sistema.

Para la elaboración de prototipos y mockups de interfaz se utilizó Balsamiq Wireframes, también en su versión gratuita. Su facilidad de uso y la variedad de componentes disponibles permitieron validar las ideas de diseño de manera rápida antes de trasladarlas al código definitivo.

- ***Infraestructura y despliegue***

El despliegue del sistema se realizó mediante Docker, encapsulando la aplicación en un contenedor Nginx optimizado para aplicaciones Blazor WebAssembly. Esta decisión permitió asegurar un entorno de ejecución consistente, independiente de las configuraciones del servidor físico, y fácil de mantener.

DITIC proporcionó una máquina virtual basada en Rocky Linux 9.5 como servidor de producción. Al utilizar contenedores Docker, fue posible garantizar que las dependencias, configuraciones internas y servicios del sistema funcionaran de manera idéntica entre los entornos de desarrollo y producción, evitando incompatibilidades y reduciendo tiempos de despliegue.

d. Arquitectura

La Figura 17 muestra la organización arquitectónica del sistema ProcesManager, en la cual se evidencian las capas que conforman la solución y la forma en que cada una interactúa con las demás. La representación enfatiza la separación lógica entre el frontend, el backend, la capa compartida y la base de datos, siguiendo un modelo estructurado que se alinea con los principios de arquitectura limpia.

En la zona izquierda de la figura se observa el frontend, desarrollado con Blazor WebAssembly. Dentro de este bloque se distinguen claramente dos áreas funcionales. La primera corresponde a la Presentación, compuesta por los Layouts, las páginas del sistema y los componentes reutilizables; en conjunto forman la interfaz visual y permiten la interacción directa con el usuario. La segunda área corresponde a los

Servicios del frontend, encargados de gestionar el acceso a la API, el manejo de estado y utilidades como el almacenamiento local del navegador. Estas dos áreas se integran mediante un flujo en el cual las páginas y componentes consumen los servicios, y estos, a su vez, se comunican con el backend exclusivamente mediante solicitudes REST.

En el centro de la figura se encuentra el backend, organizado en tres niveles internos. El primero corresponde a la capa API, donde residen los controladores responsables de recibir las solicitudes enviadas por el frontend. Justo detrás se ubica la capa de Aplicación, que concentra la lógica de negocio a través de servicios especializados y del patrón Unit of Work, el cual coordina las operaciones sobre los diferentes repositorios. Más a la derecha se aprecia la capa de Infraestructura, que contiene las Core. Desde este último se gestionan todas las operaciones de persistencia hacia la base de datos SQL Server, ubicada en la parte final de la figura.

Debajo de estas capas se representa la Shared Layer, un componente fundamental de la solución. Este proyecto unifica las entidades del dominio, los objetos de transferencia de datos (DTOs), la estructura genérica ActionResponse<T> y diversas utilidades compartidas. Tanto el frontend como el backend dependen de esta capa, lo que garantiza coherencia en los modelos y elimina duplicaciones innecesarias entre cliente y servidor. Las flechas punteadas ilustran esta relación de uso directo entre las capas superiores y la capa compartida.

En conjunto, la figura resume una arquitectura modular y bien definida, donde cada capa desempeña un rol específico dentro del sistema. La presentación se mantiene aislada de la lógica de negocio; la lógica de negocio se encuentra encapsulada en servicios desacoplados; la persistencia se gestiona a través de repositorios especializados; y todos los elementos comparten un modelo de datos único proporcionado por la capa Shared. Esta organización favorece la escalabilidad del sistema, mejora la mantenibilidad y permite incorporar nuevas funcionalidades sin afectar la estructura ya establecida.

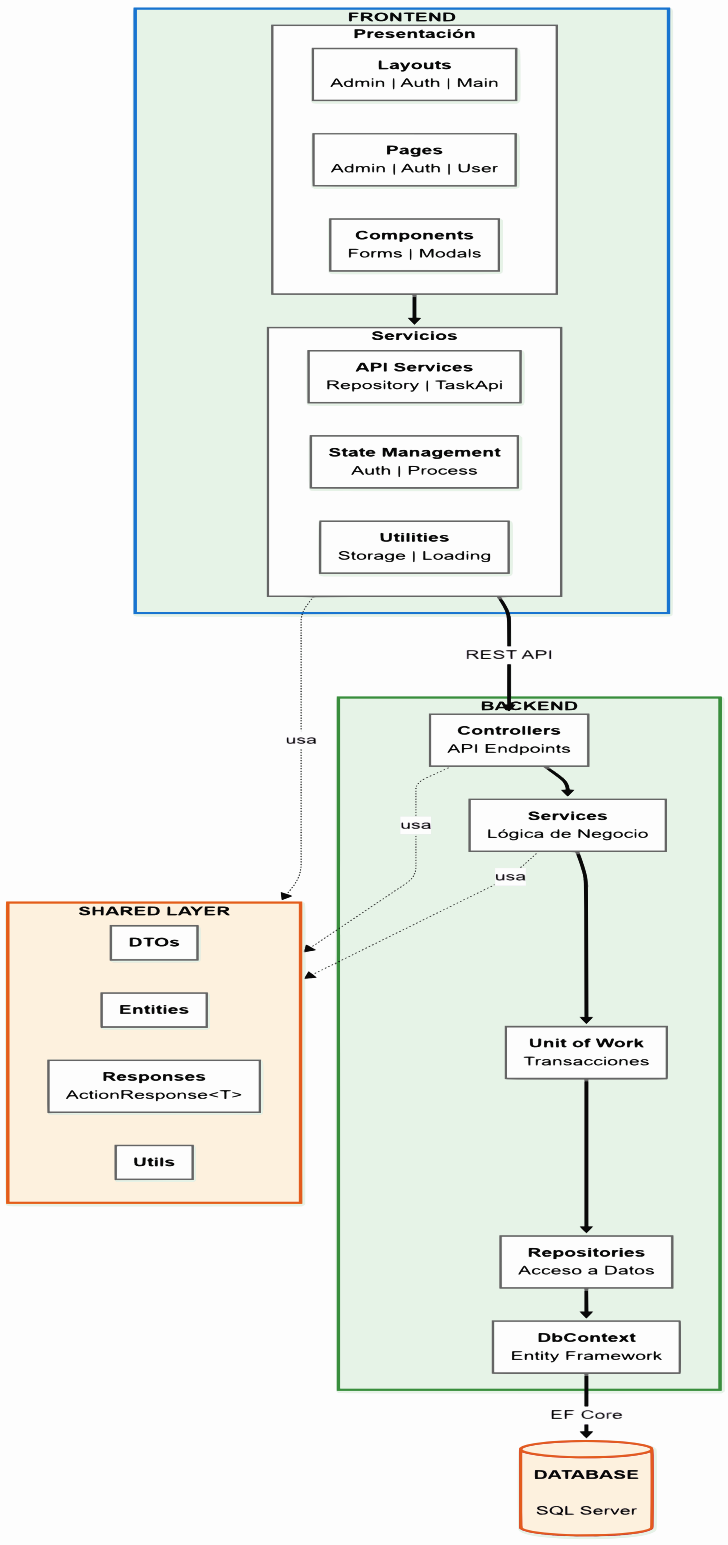


Figura 17. Arquitectura general del sistema

La arquitectura exhibe un equilibrio adecuado entre especialización y reutilización, permitiendo que cada módulo del sistema evolucione de manera independiente sin comprometer la estabilidad del resto. El frontend puede incorporar nuevos

componentes, flujos o servicios sin modificar la lógica interna del backend; a su vez, la capa de Aplicación puede extenderse con nuevas reglas de negocio aprovechando el mismo modelo compartido; y la Infraestructura puede adaptarse a cambios en el motor de bases de datos, proveedores de almacenamiento o estrategias de repositorio sin alterar las capas superiores. Este diseño modular, reforzado por el uso de DTOs homogéneos, respuestas estándar y un dominio unificado en la Shared Layer, ofrece una base sólida para futuras ampliaciones como autenticación avanzada, integración con servicios externos o la incorporación de flujos más complejos de proceso. En conjunto, la arquitectura del sistema no solo satisface los requisitos actuales del proyecto, sino que también garantiza su sostenibilidad y capacidad de crecimiento en escenarios de mayor escala institucional.

3.4.2 Modelado de clases y dominio

El modelado de clases y dominio permite definir de manera estructurada los elementos centrales del sistema, sus atributos, relaciones y responsabilidades. En esta etapa se identifican las entidades clave del negocio, se organizan según su comportamiento y se establecen las interacciones que dan forma al funcionamiento interno de la solución. A partir de este análisis conceptual, se construyen los diagramas de clases que representan la estructura técnica del sistema y sirven como base para su implementación, asegurando coherencia entre los requerimientos del proyecto y el diseño final.

a. Modelo de dominio

El modelo de dominio reúne todos los elementos que intervienen en el ciclo de vida de un proceso institucional. Su base la conforman entidades como Organization, Department y User, que permiten ordenar la estructura administrativa y definir los accesos de cada persona. Componentes como DepartmentAccess, DepartmentRole y ResponsibilityGroup precisan las responsabilidades internas, mientras que EmailConfiguration complementa la configuración operativa requerida por cada departamento.

Sobre esa estructura organizacional se incorporan los elementos que permiten modelar y ejecutar los procesos. Entidades como Process, ProcessVersion, Activity y ActivityTransition definen cómo se construyen los flujos, sus versiones y sus rutas de avance. La ejecución real se gestiona mediante ProcessInstance y TaskInstance, donde se registran el estado de las tareas, quién las realiza, qué comentarios se generan (TaskComment) y qué información adicional se mantiene (JsonData). El dominio también integra mecanismos de soporte, como las alertas (Alert, AlertConfiguration) y los documentos asociados (FileDocument, BudgetCertification, ProcessCertificate), que permiten conservar trazabilidad operativa y documental.

Finalmente, se incluyen las entidades que registran los productos generados como resultado de los procesos, especialmente aquellos vinculados a propiedad intelectual. Entre ellas se encuentran Product, ProductType, PatentType, ProductBrandType, ProductAuthor, Faculty y ProductFaculty, que permiten almacenar características del producto, su clasificación, sus autores y su relación con proyectos (Project). De esta manera, los productos quedan integrados al ciclo institucional desde su origen hasta su documentación final.

Todas estas entidades y relaciones se sintetizan en la Figura 18, donde se observa el modelo de dominio completo del sistema. En ella se muestran, de forma integrada, la estructura organizacional, la definición y ejecución de procesos, la gestión de documentos y la generación de productos, lo que permite visualizar cómo estos elementos trabajan conjuntamente dentro de un mismo marco conceptual.

b. Diagramas de clase

En el presente proyecto de investigación, los diagramas de clase cumplen la función de representar de manera estructurada las entidades principales del sistema y las relaciones que existen entre ellas, permitiendo visualizar cómo se organizan componentes como organizaciones, departamentos, usuarios, grupos de responsabilidad, procesos, actividades y elementos transversales asociados a la ejecución operativa. Esta representación proporciona una visión clara de la lógica interna del sistema, facilita la comprensión del dominio y sirve como base para el diseño de la base de datos y la implementación técnica de los módulos desarrollados, lo cual se ilustra en las figuras correspondientes.

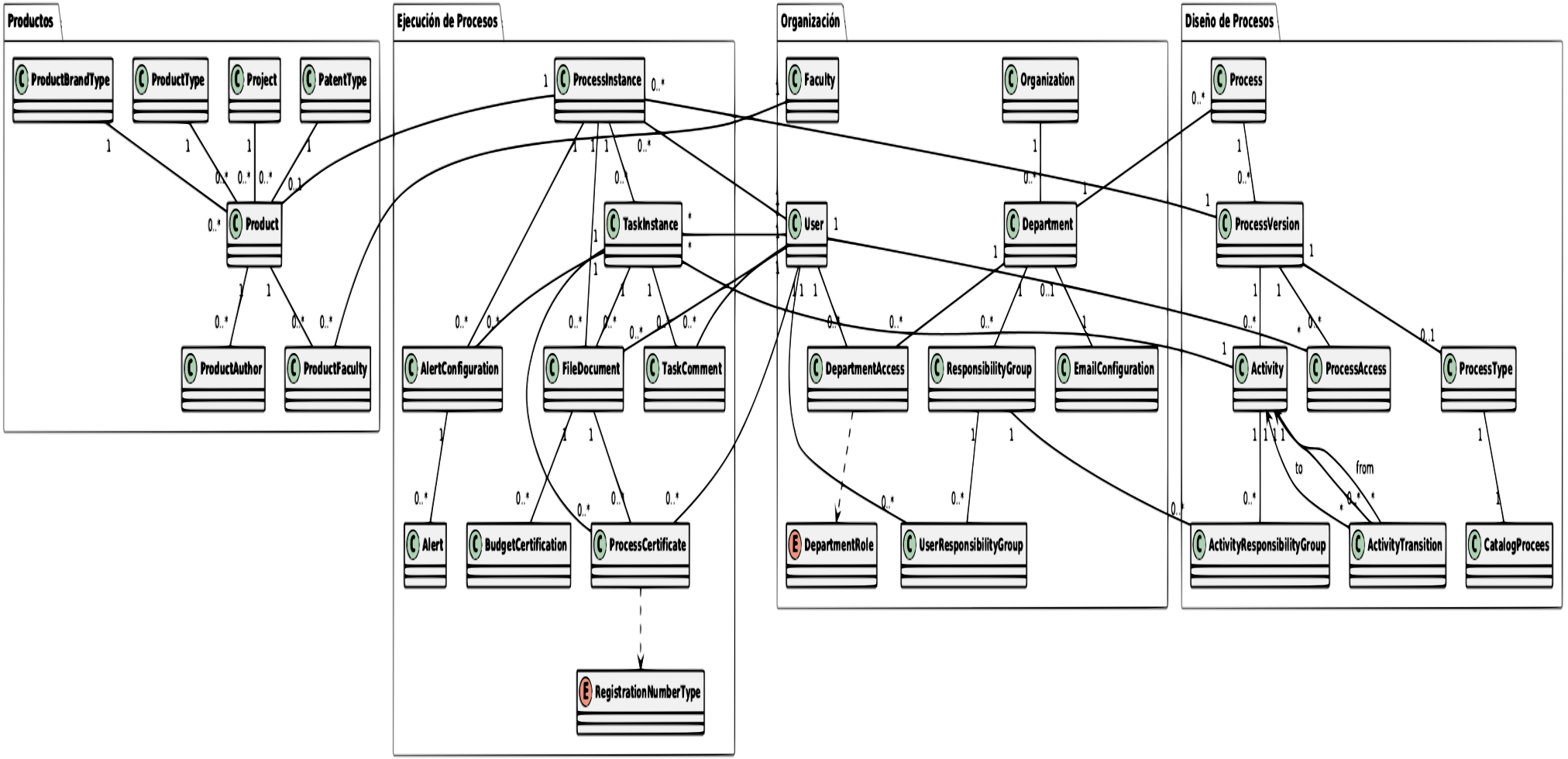


Figura 18. Modelo de Dominio del Sistema

- ***Núcleo organizacional, usuarios y control de acceso***

La estructura presentada organiza los elementos fundamentales que permiten gestionar la información institucional y su distribución en distintas unidades. Se identifican componentes como Organization, entidad que representa la institución principal, y Department, que define cada una de las unidades internas responsables de ejecutar procesos específicos. Estas unidades pueden asociar configuraciones propias de mensajería mediante EmailConfiguration, y registrar los tipos de procesos que administran a través de CatalogProcees.

También se incluyen los elementos encargados de manejar la interacción entre las personas y la organización. La entidad User mantiene la referencia a la identidad del usuario y su estado dentro del sistema, mientras que DepartmentAccess establece el nivel de acceso que cada usuario posee en un departamento, diferenciando funciones como Member o Admin. Por otra parte, ResponsibilityGroup permite organizar grupos internos que cumplen funciones operativas dentro del departamento, y su relación con los usuarios se controla mediante UserResponsibilityGroup.

A nivel operacional, se integran componentes vinculados al desarrollo de los procesos. La clase ActivityResponsibilityGroup define qué grupos pueden intervenir en actividades concretas, garantizando la asignación adecuada de responsabilidades. Finalmente, ProcessInstance permite relacionar estas actividades con la ejecución real de los procesos, cerrando así el ciclo entre la estructura organizacional y el flujo operativo.

En conjunto, todos estos elementos corresponden a lo representado en la Figura 19, donde se observa la interacción entre organización, unidades, usuarios, accesos y responsabilidades.

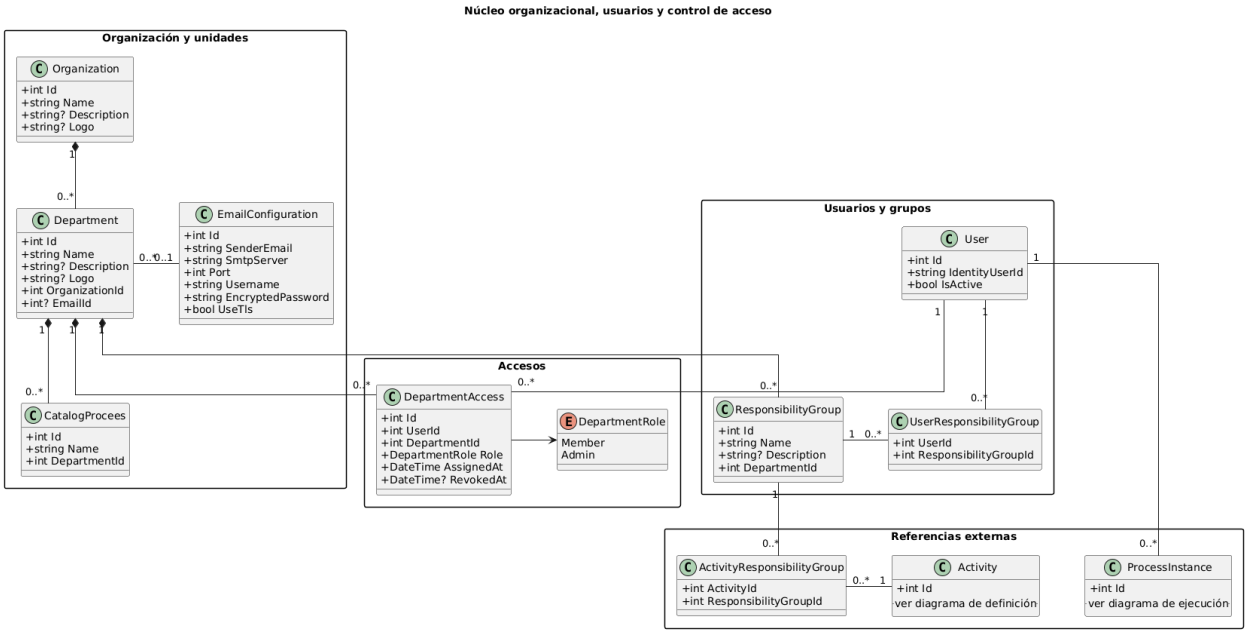


Figura 19. Núcleo organizacional, usuarios y control de acceso

• Definición de procesos, versiones y actividades

En este apartado se muestra cómo se organiza la definición formal de los procesos dentro de la institución. Cada proceso se origina en un departamento y mantiene una relación con el catálogo institucional mediante CatalogProcees, lo que permite identificar su naturaleza y propósito. A partir de este proceso se generan sus versiones, registradas en ProcessVersion, donde se conserva información clave como el motivo de modificación, el usuario responsable del cambio, la fecha de creación y el número de versión que le corresponde.

La estructura también detalla los elementos encargados de modelar el recorrido interno de cada versión. Las actividades se representan mediante Activity, que define el tipo de paso, su orden y los datos descriptivos necesarios para identificarlo. Las conexiones entre actividades se gestionan mediante ActivityTransition, que permite establecer el camino de avance con condiciones o transiciones por defecto, mientras que ActivityResponsibilityGroup especifica qué grupos del departamento pueden participar en cada una de ellas.

En el ámbito operativo, ProcessAccess controla qué usuarios pueden interactuar con determinadas versiones de proceso, y User mantiene la información básica necesaria para garantizar ese acceso. Finalmente, la Figura 20 ilustra cómo estos elementos se

relacionan para estructurar formalmente la definición de procesos, sus versiones y las actividades que los componen.

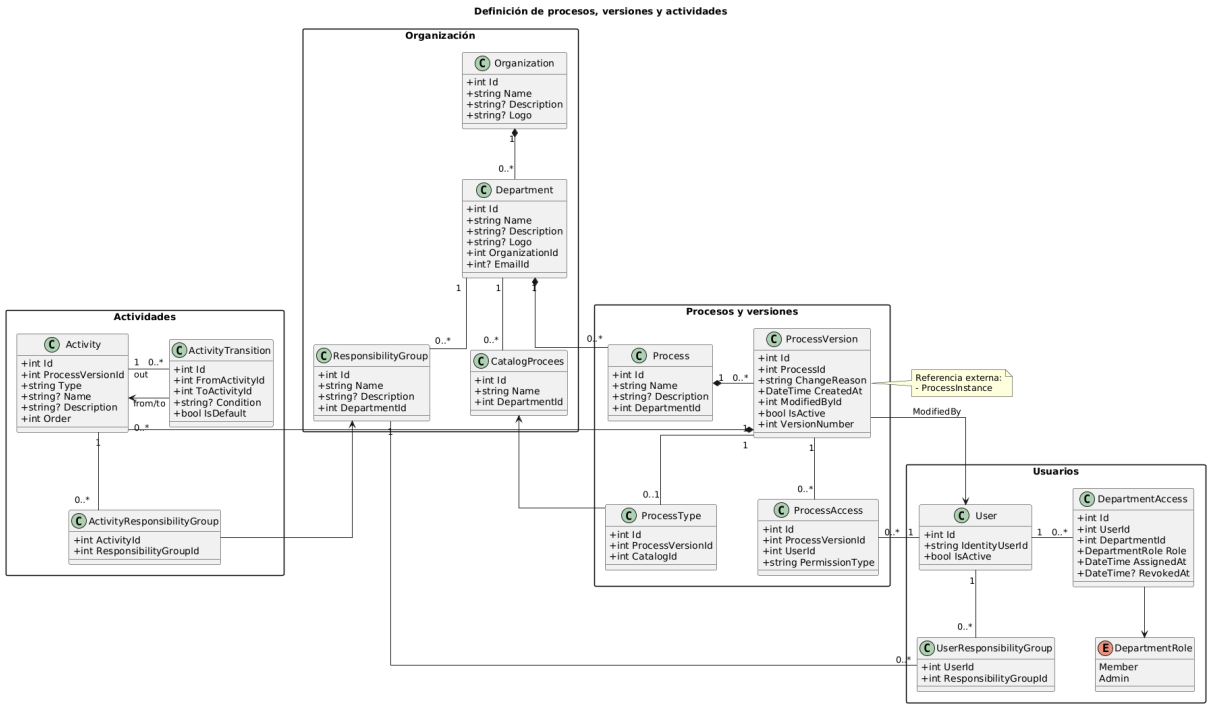


Figura 20. Definición de procesos, versiones y actividades

- ***Ejecución de procesos, tareas, alertas y gestión documental***

En esta parte se representa lo que ocurre cuando un proceso deja de ser solo un diseño y pasa a ejecutarse. Cada ProcessInstance corresponde a una ejecución concreta de una ProcessVersion, registrando quién la inició (User), cuándo comenzó, su estado actual, el porcentaje de avance y el modo de visibilidad definido por ProcessVisibilityMode. Dentro de cada instancia se generan TaskInstance, asociadas a una Activity específica, donde se guarda quién la ejecuta o a quién se asigna, los cambios de estado y la traza de interacciones mediante TaskComment, que almacena el contenido del comentario, la fecha de creación y el usuario que lo emite.

La gestión de la información documental queda centralizada en FileDocument, donde se registran los archivos vinculados a procesos y tareas (nombre, ruta, tipo de contenido, tamaño y responsable de la carga). Sobre esta entidad se apoyan estructuras especializadas como BudgetCertification, que modela las certificaciones presupuestarias con su año, vigencia y estado activo, y ProcessCertificate, que

relaciona documentos con certificados o registros formales, diferenciando su naturaleza a través del enumerado RegistrationNumberType (título, certificado, trámite o solicitud).

Finalmente, el modelo incorpora tanto los mecanismos de notificación como los resultados obtenidos al finalizar el flujo. AlertConfiguration actúa como plantilla para definir qué mensajes se envían, a qué destinatarios y en qué contexto de proceso o tarea; a partir de ella se generan instancias de Alert, donde se conserva el asunto, el cuerpo del mensaje, el destinatario, la fecha de envío y si la notificación es interna o externa. Como producto final, Product se asocia a una ProcessInstance y se complementa con su tipología (ProductType, ProductBrandType, PatentType), los autores involucrados (ProductAuthor), las facultades participantes (ProductFaculty, Faculty) y el Project al que pertenece. Todo este conjunto de elementos se resume en la Figura 21, en la que se visualizan las relaciones entre instancias de proceso, tareas, documentos, alertas y productos generados.

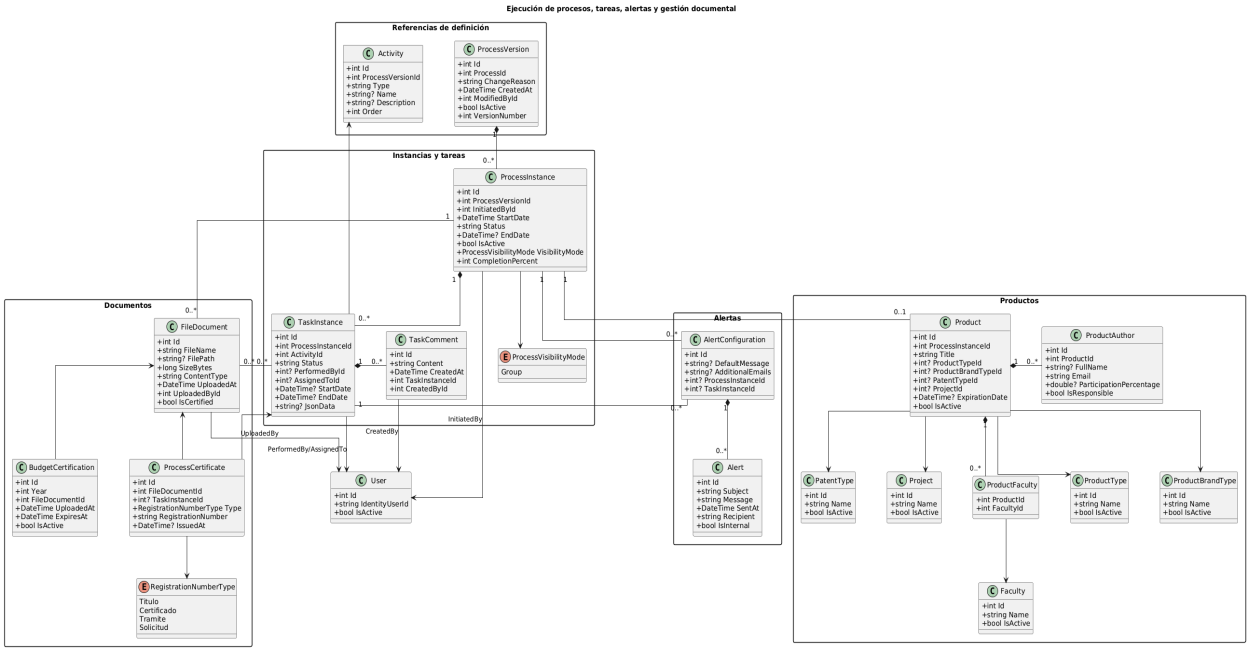


Figura 21. Ejecución de procesos, tareas, alertas y gestión documental

- ***Productos de propiedad intelectual y contexto académico***

En este esquema se muestra cómo los resultados de los procesos se materializan en productos de propiedad intelectual y cómo estos se vinculan con su entorno académico. La entidad Product actúa como eje central al asociarse directamente a una

ProcessInstance, lo que permite identificar de qué ejecución proviene cada resultado, junto con su título, fecha de expiración, estado de vigencia e información de trazabilidad. La instancia del proceso conserva datos como el usuario que la inició, el estado del flujo, las fechas de inicio y fin y el modo de visibilidad definido por ProcessVisibilityMode, facilitando contextualizar cada producto dentro de su ejecución correspondiente.

El modelo también integra su relación con el ámbito académico y la clasificación institucional. Project permite identificar el proyecto al que pertenece cada resultado, mientras que ProductAuthor registra la información detallada de las personas autoras y ProductFaculty enlaza los productos con las facultades representadas en Faculty. Paralelamente, los catálogos ProductType, ProductBrandType y PatentType describen la naturaleza del producto y su categoría de propiedad intelectual. Finalmente, las referencias mediante User, TaskInstance y FileDocument permiten rastrear quién cargó los documentos asociados, desde qué tarea y con qué archivo específico, garantizando la trazabilidad documental. Todo lo anterior se refleja en la Figura 22, donde se visualiza la relación entre procesos, productos, autores, proyectos, facultades y catálogos asociados.

3.4.3 Modelado funcional

El modelado funcional describe de forma clara cómo los distintos usuarios interactúan con el sistema y qué funcionalidades se habilitan en cada escenario. Para ello, se emplean los diagramas de casos de uso, que permiten representar las acciones principales desde la perspectiva del usuario, y los diagramas de secuencia, que muestran el flujo de mensajes y pasos internos necesarios para ejecutar cada funcionalidad. Estos modelos facilitan la comprensión del comportamiento esperado del sistema y sirven como base para validar requerimientos y orientar el diseño técnico posterior.

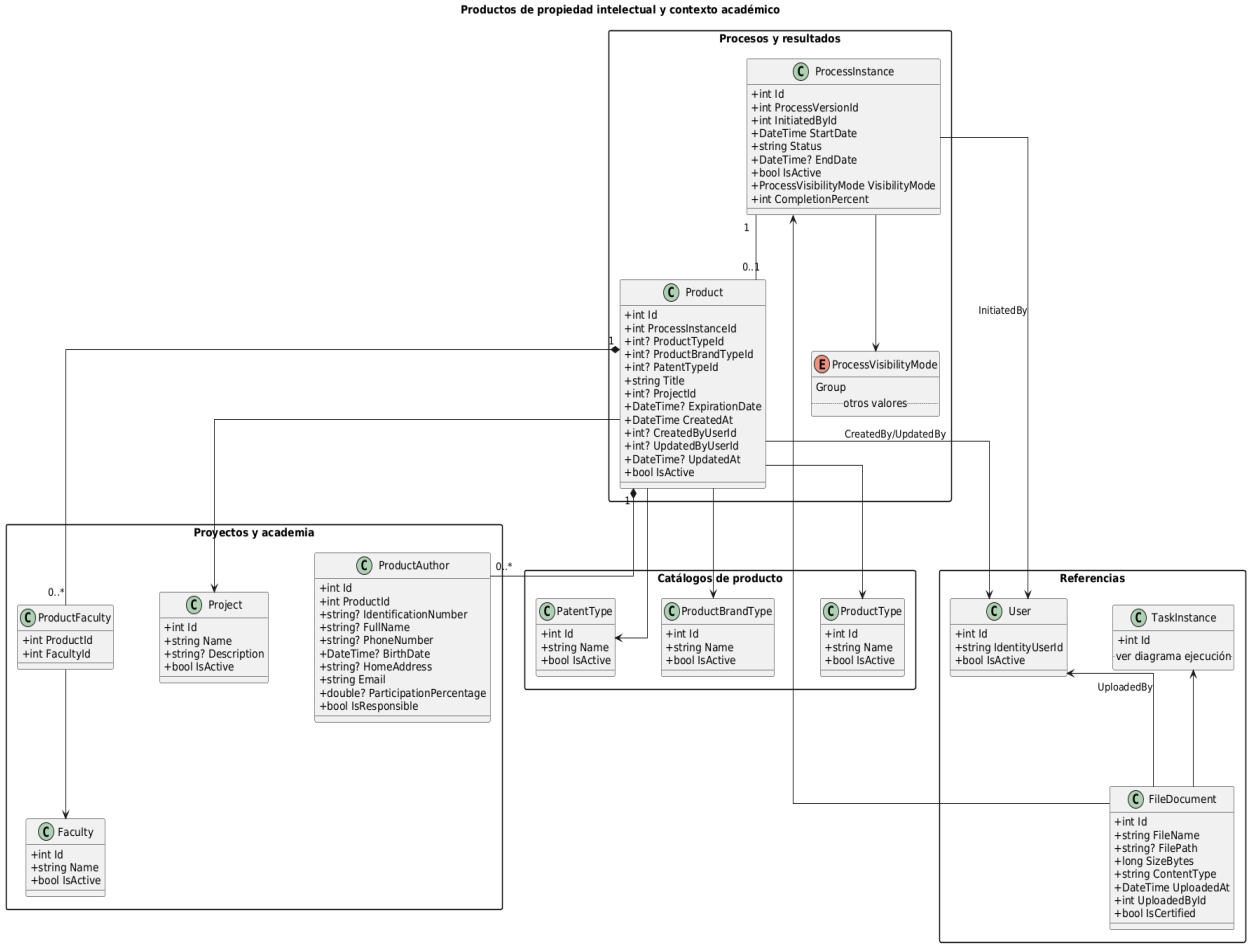


Figura 22. Productos de propiedad intelectual y contexto académico

a. Diagramas de casos de uso

El diagrama representa los casos de uso relacionados con la autenticación y el acceso al sistema, mostrando cómo cada tipo de actor interactúa con las funciones básicas de inicio de sesión, selección de departamento, cambio de departamento activo, acceso al menú principal y cierre de sesión. Los tres actores Administrador, director de Departamento y Usuario comparten acciones comunes como iniciar sesión y navegar al menú principal, pero también poseen particularidades según su rol. El Administrador, por ejemplo, tiene la capacidad adicional de cambiar el departamento activo para gestionar múltiples áreas, mientras que el director solo accede a los módulos de su propio departamento y el Usuario únicamente a sus módulos personales. En conjunto, el diagrama permite visualizar claramente las diferencias de acceso y las dependencias funcionales que garantizan un manejo adecuado de los roles dentro del sistema. La representación completa de estas interacciones se muestra en la Figura 23.

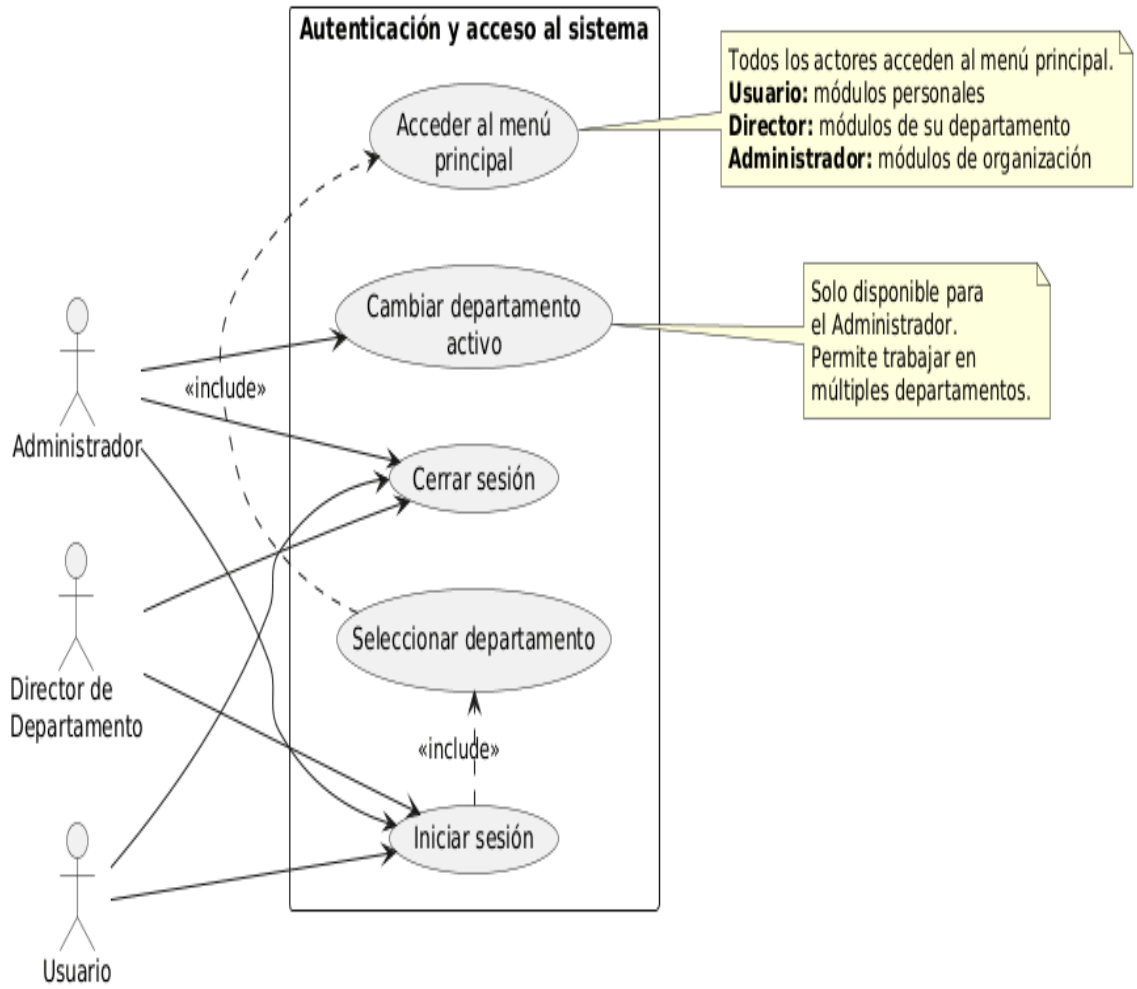


Figura 23. Diagrama de casos de uso del módulo de autenticación y acceso al sistema.

Este diagrama muestra las funciones que el Administrador puede realizar dentro del módulo de administración de la organización y sus departamentos. Desde este rol se gestionan tareas clave, como registrar nuevos departamentos, desactivarlos cuando ya no estén en uso y actualizar la información general de la organización. También se incluye la posibilidad de editar los datos de un departamento, donde opcionalmente se puede configurar su logotipo y correo institucional, lo que se refleja mediante la relación de extensión. Además, el Administrador tiene acceso a un panel general que le permite visualizar métricas y el estado global de la institución, apoyando la toma de decisiones. La representación completa de estas operaciones se muestra en la Figura 24.

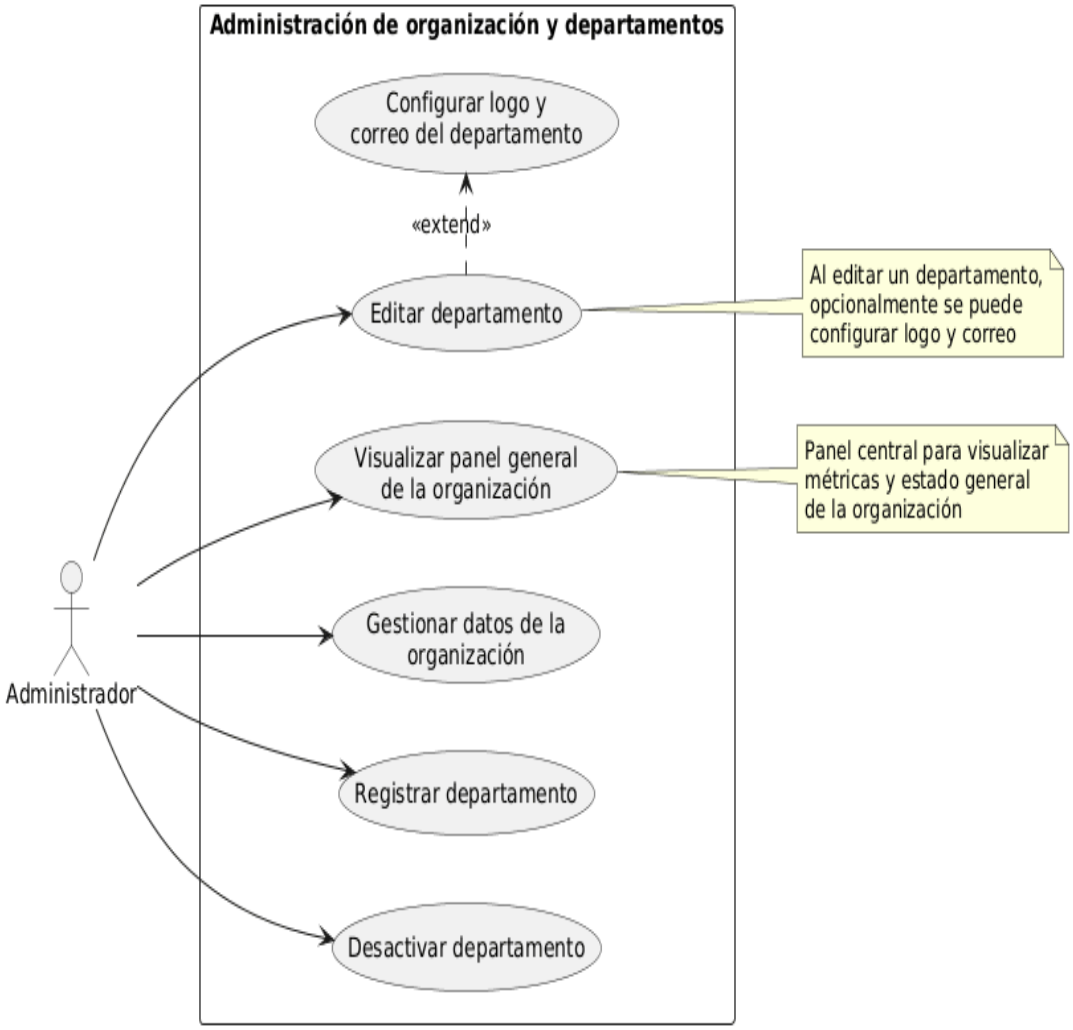


Figura 24. Diagrama de casos de uso para la administración de organización y departamentos.

Este diagrama reúne todas las acciones relacionadas con la gestión de usuarios y permisos dentro del sistema. Desde el rol de Administrador se pueden administrar los usuarios de la organización, asignarlos a uno o varios departamentos y definir el rol que desempeñarán dentro de cada uno, siguiendo un flujo lógico que va desde la creación o edición del usuario hasta su ubicación en la estructura organizacional. Además, se incluyen funciones para trabajar con los grupos de responsabilidad, que permiten organizar conjuntos de usuarios y facilitar la asignación de tareas o permisos compartidos. Finalmente, el Administrador también puede controlar los permisos de acceso a procesos, garantizando que cada usuario solo interactúe con los módulos que le corresponden. La estructura completa de estas interacciones se ilustra en la Figura 25.

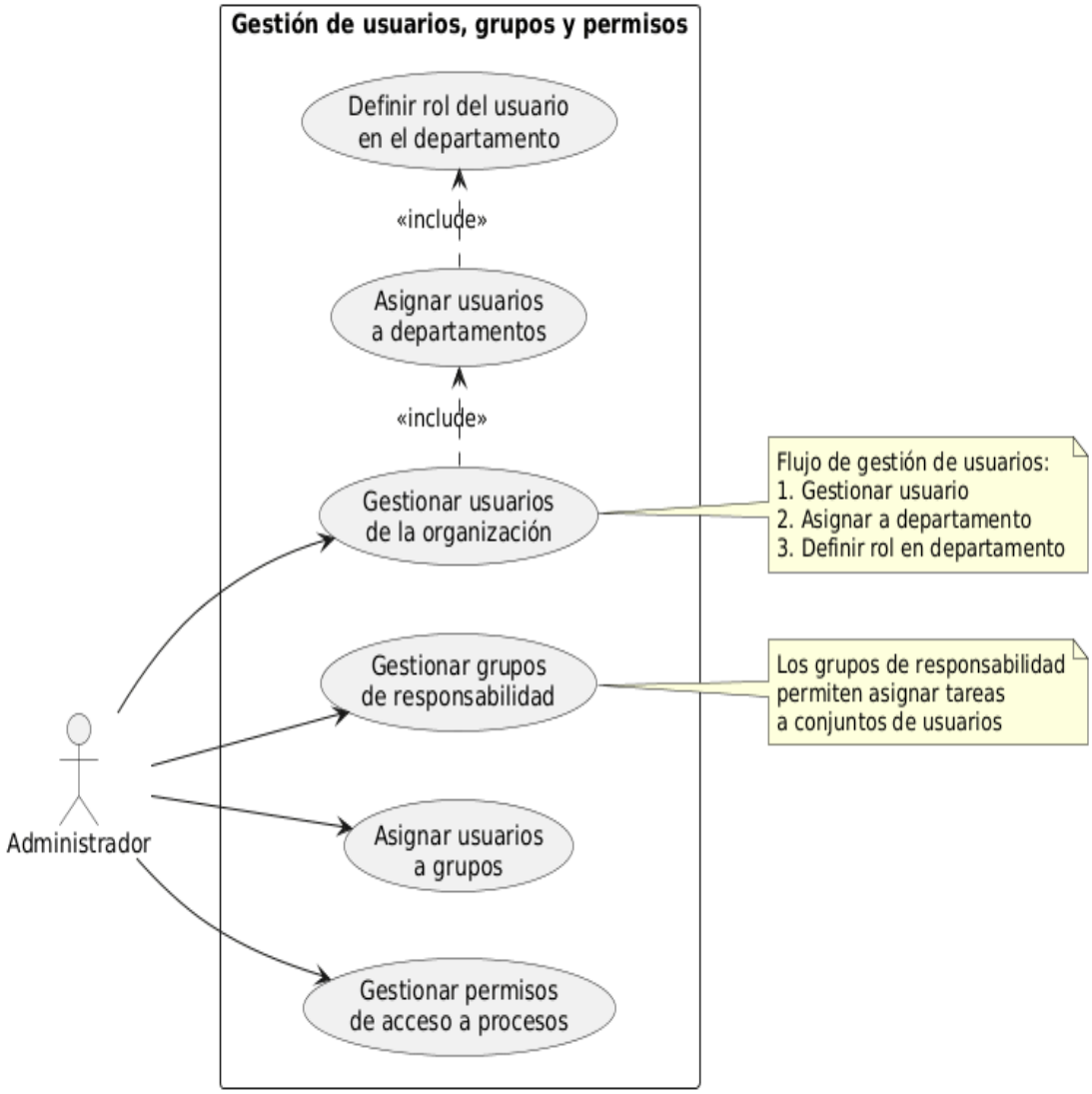


Figura 25. Diagrama de casos de uso para la gestión de usuarios, grupos y permisos.

El diagrama presenta las funciones que intervienen en la creación y mantenimiento de los procedimientos dentro del sistema. Desde el rol de Administrador se puede registrar un nuevo procedimiento para un departamento, generar versiones sucesivas y editar tanto el procedimiento como sus versiones cuando sea necesario. Además, el diseño incluye la definición de actividades y sus transiciones, lo que permite establecer el flujo completo del proceso antes de ponerlo en marcha. También se contempla la asignación de grupos de responsabilidad a cada actividad, lo que aporta claridad sobre quién interviene en cada etapa del procedimiento. Finalmente, el Administrador tiene la facultad de activar o desactivar procedimientos según su vigencia dentro de la organización. La interacción entre estas acciones se detalla en la Figura 26.

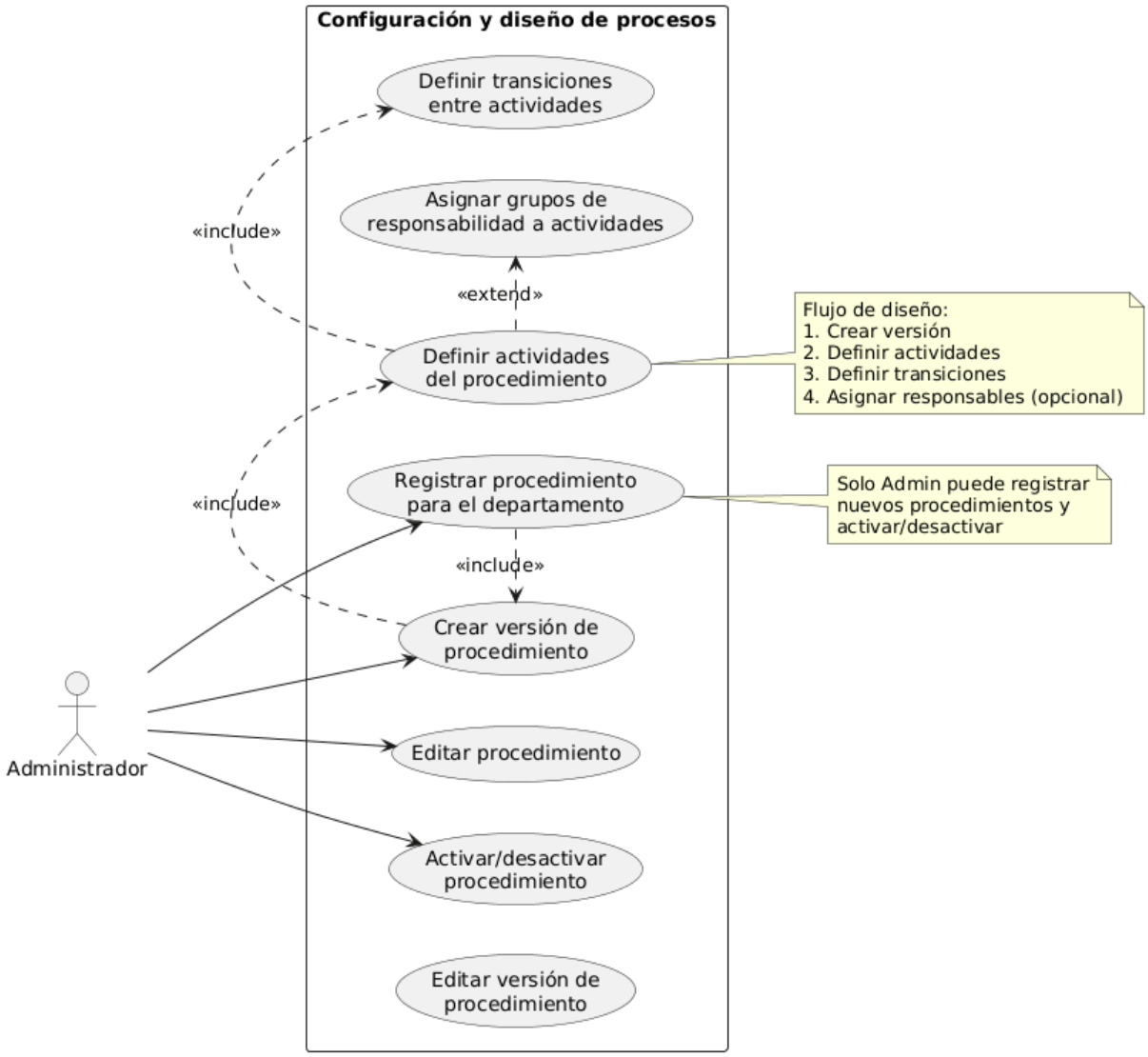


Figura 26. Diagrama de casos de uso para la configuración y diseño de procesos.

En este diagrama se muestra cómo diferentes actores participan en la ejecución de los procedimientos una vez que han sido diseñados. Tanto el Administrador como el Director de Departamento pueden iniciar una instancia de un procedimiento y revisar su estructura antes de ponerla en marcha, mientras que el Usuario solo tiene acceso a los procesos que le han sido habilitados. Una vez iniciado el procedimiento, cada actor puede ver las actividades que tiene asignadas y avanzar en ellas registrando información relevante o añadiendo comentarios cuando sea necesario. La ejecución de cada actividad se convierte así en un conjunto de acciones secuenciales que mantienen el rastro del progreso y facilitan la supervisión. Todas estas interacciones y restricciones de acceso se resumen visualmente en la Figura 27.

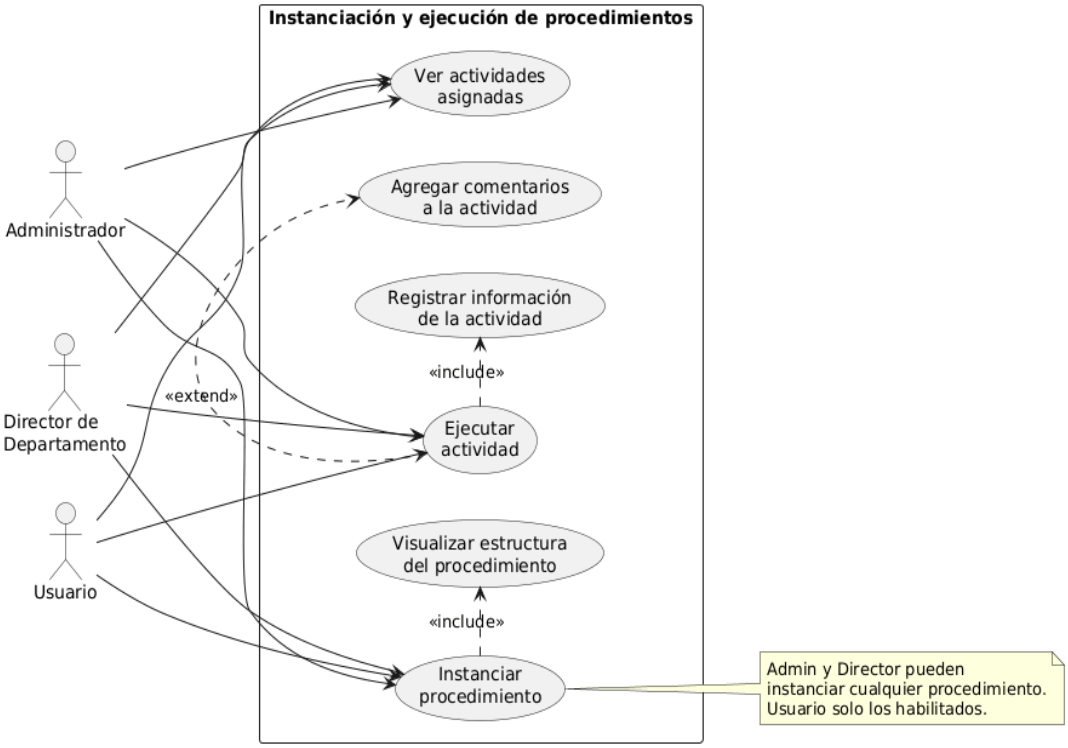


Figura 27. Diagrama de casos de uso para la instanciación y ejecución de procedimientos.

Este diagrama reúne las funciones relacionadas con el seguimiento y la generación de reportes sobre los procedimientos en ejecución. El Administrador y el director cuentan con una vista global que les permite acceder al tablero de monitoreo, aplicar filtros y revisar el detalle de cualquier proceso dentro de la organización. Desde allí también pueden generar reportes más completos, incluyendo la opción de exportarlos cuando se requiere documentación formal. En contraste, el Usuario solo puede visualizar el progreso de los procedimientos que él mismo ha iniciado, manteniendo así la privacidad y el enfoque en sus propias actividades. Esta diferenciación de accesos permite que cada actor tenga una visión acorde a su responsabilidad dentro del sistema. Además, el módulo de seguimiento facilita identificar cuellos de botella, actividades retrasadas o procesos que requieren intervención. La capacidad de filtrar por estado o fecha ayuda a mantener un control más preciso sobre la carga operativa. También se vuelve una herramienta clave para auditorías internas, ya que la información queda registrada de forma centralizada. La relación entre estas funciones se muestra en la Figura 28.

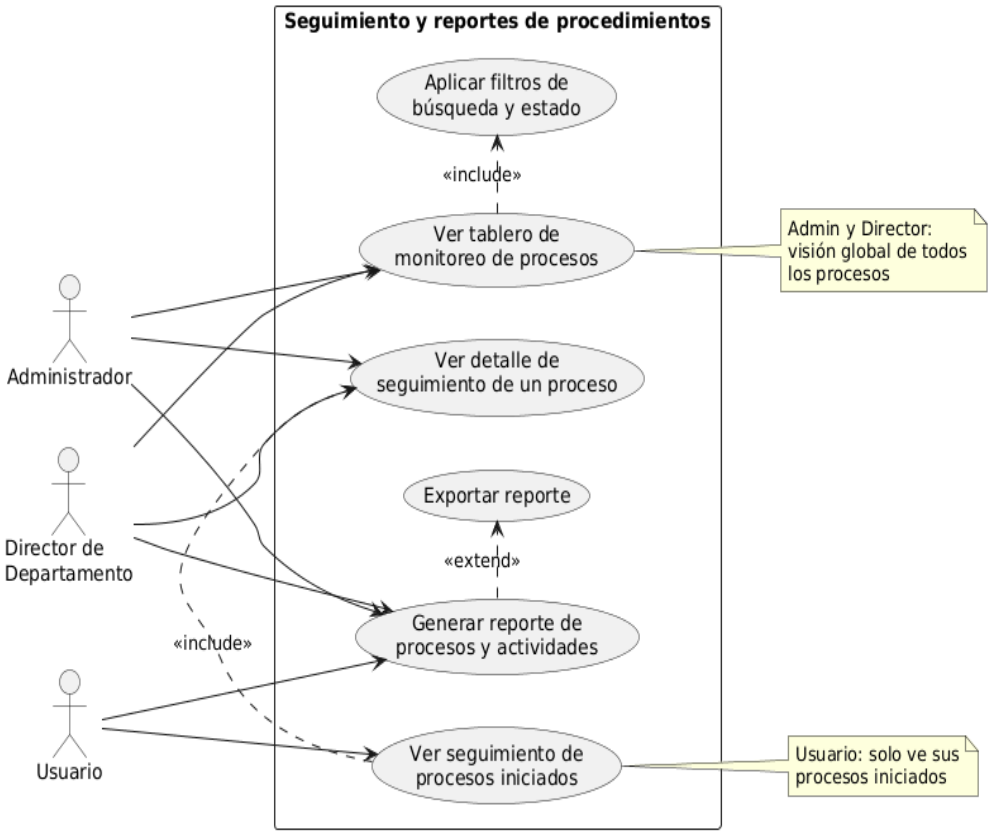


Figura 28. Diagrama de casos de uso para el seguimiento y reporte de procedimientos.

En este caso de uso se agrupan las funciones que permiten trabajar con los certificados y documentos asociados a los procedimientos. Cualquier rol Administrador, Usuario o Director de Departamento puede buscar certificados por procedimiento o actividad y revisarlos directamente en el visor del sistema, desde donde también se ofrece la opción de descargarlos cuando se requiere conservar una copia local. De igual manera, todos pueden adjuntar nuevos documentos a los procesos o a sus actividades, enriqueciendo el expediente digital con evidencias y respaldos. La posibilidad de visualizar los documentos ya cargados garantiza que la información permanezca accesible durante todo el ciclo de vida del procedimiento y evita duplicidades. Además, estas herramientas facilitan el control documental y reducen la dependencia de archivos externos. También permiten mantener trazabilidad sobre la información que se va incorporando durante la ejecución de cada proceso. La interacción conjunta de estas operaciones se presenta en la Figura 29.

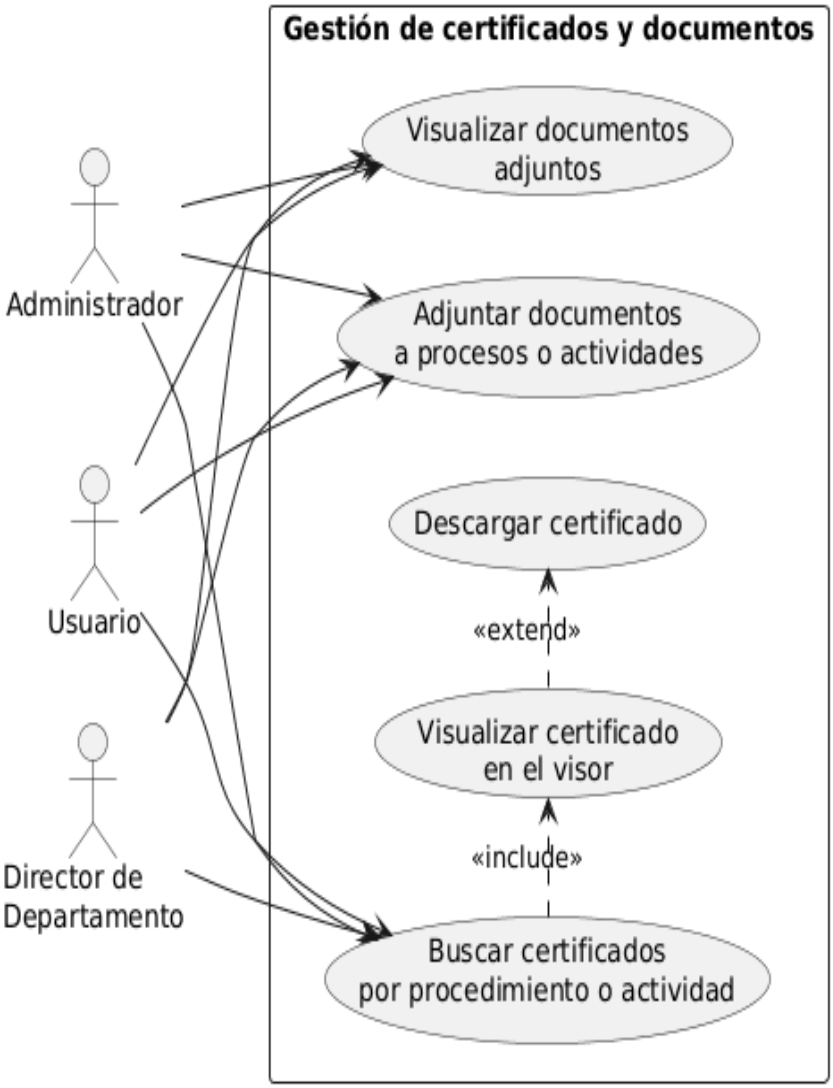


Figura 29. Diagrama de casos de uso para la gestión de certificados y documentos.

Este diagrama resume las acciones vinculadas a la supervisión del departamento y a la gestión de los iniciadores de procedimientos. Tanto el Administrador como el Director pueden consultar las actividades ejecutadas y revisar todos los procedimientos asociados al departamento, lo que les permite mantener un panorama claro del trabajo que se está realizando. Sin embargo, la administración de los iniciadores recae únicamente en el Director, quien tiene la facultad de asignar o retirar a los usuarios que pueden iniciar un procedimiento dentro de su área. Esta separación de responsabilidades asegura que cada departamento mantenga control sobre quién está autorizado para poner en marcha un proceso, evitando inconsistencias o usos indebidos. La interacción entre estas funciones se detalla en la Figura 30.

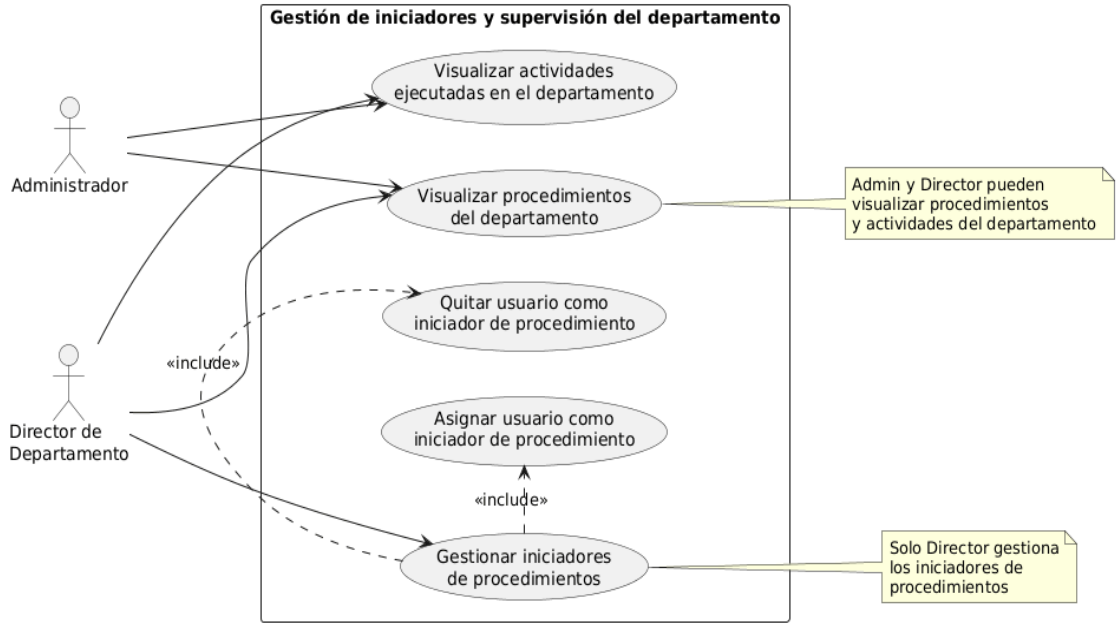


Figura 30. Diagrama de casos de uso para la gestión de iniciadores y supervisión del departamento.

b. Diagramas de secuencia

Este diagrama muestra el flujo completo que sigue un usuario al iniciar sesión y establecer su contexto dentro del sistema. El proceso comienza cuando el usuario ingresa sus credenciales y la interfaz web envía la solicitud de autenticación al backend. Allí se validan los datos en la base de datos y, si son correctos, se devuelve la información del usuario junto con los departamentos a los que pertenece. Con esa respuesta, la interfaz permite que el usuario seleccione el departamento en el que trabajará durante la sesión. Una vez elegido, la aplicación envía esa selección al backend, que puede registrar el último departamento utilizado y confirma que el contexto ha sido configurado correctamente. Finalmente, el sistema muestra el menú principal ajustado al rol y al departamento seleccionado. Además, este flujo garantiza que el usuario siempre opere dentro del entorno organizacional correcto, evitando confusiones entre áreas. También permite que el sistema recuerde preferencias para agilizar futuros ingresos. Cada paso refuerza la seguridad del proceso al validar roles y accesos antes de mostrar cualquier información. Esta interacción secuencial refleja la comunicación coordinada entre la interfaz, el backend y la base de datos. Todo este intercambio de mensajes se refleja en la Figura 31.

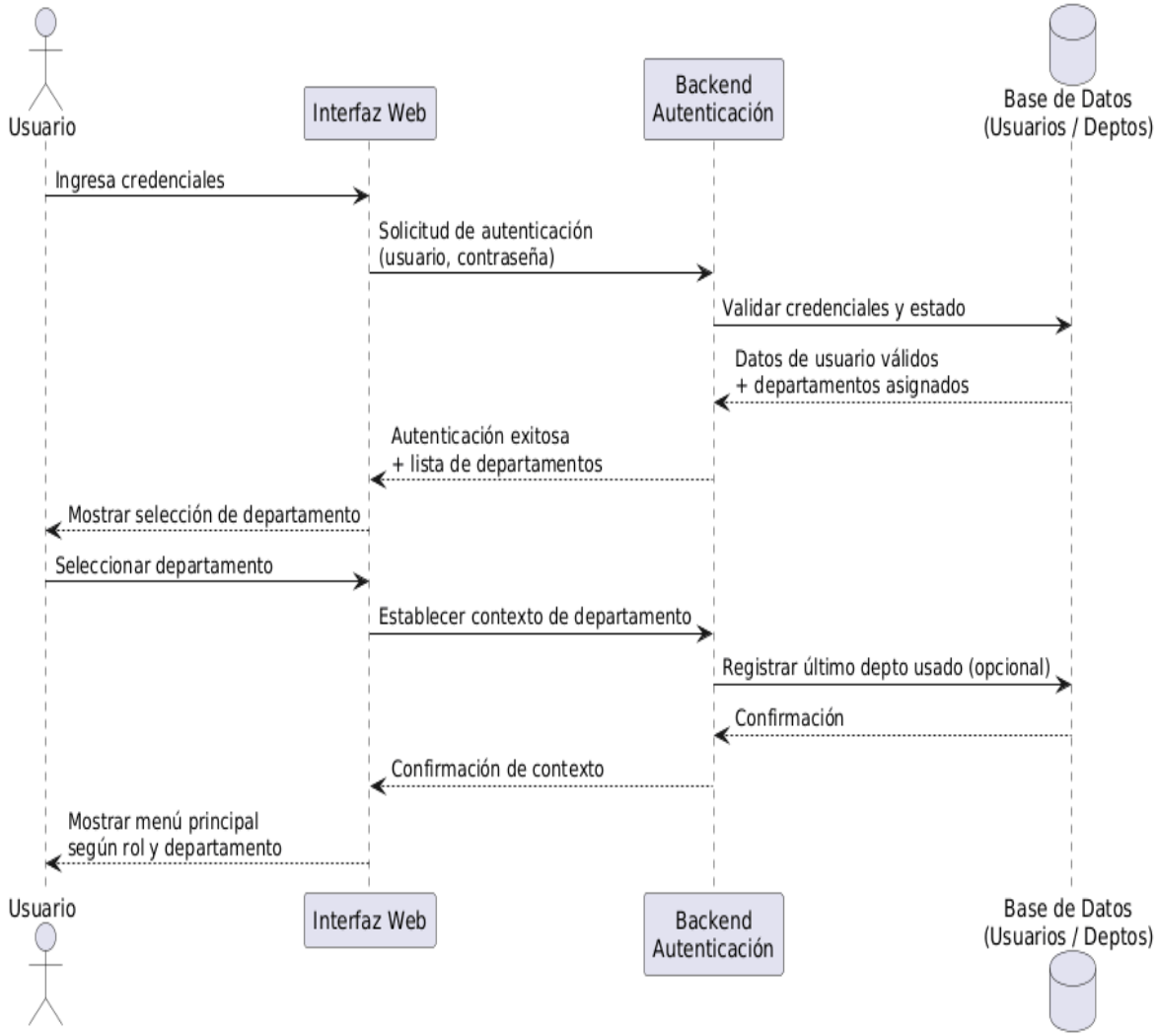


Figura 31. Diagrama de secuencia del proceso de autenticación y selección de departamento.

Este diagrama representa cómo el Administrador interactúa con el módulo de organización para consultar y actualizar la información de los departamentos. Al ingresar al módulo, la interfaz solicita al backend los datos generales de la organización, los cuales se obtienen desde la base de datos y se devuelven para llenar el panel principal. Desde ahí, el Administrador puede registrar un nuevo departamento o editar uno existente, enviando la información correspondiente al backend. El sistema guarda los cambios en la base de datos y responde con una confirmación, lo que permite que la interfaz actualice la lista mostrada y notifique al usuario que la operación se realizó correctamente. El flujo completo de mensajes puede observarse en la Figura 32.

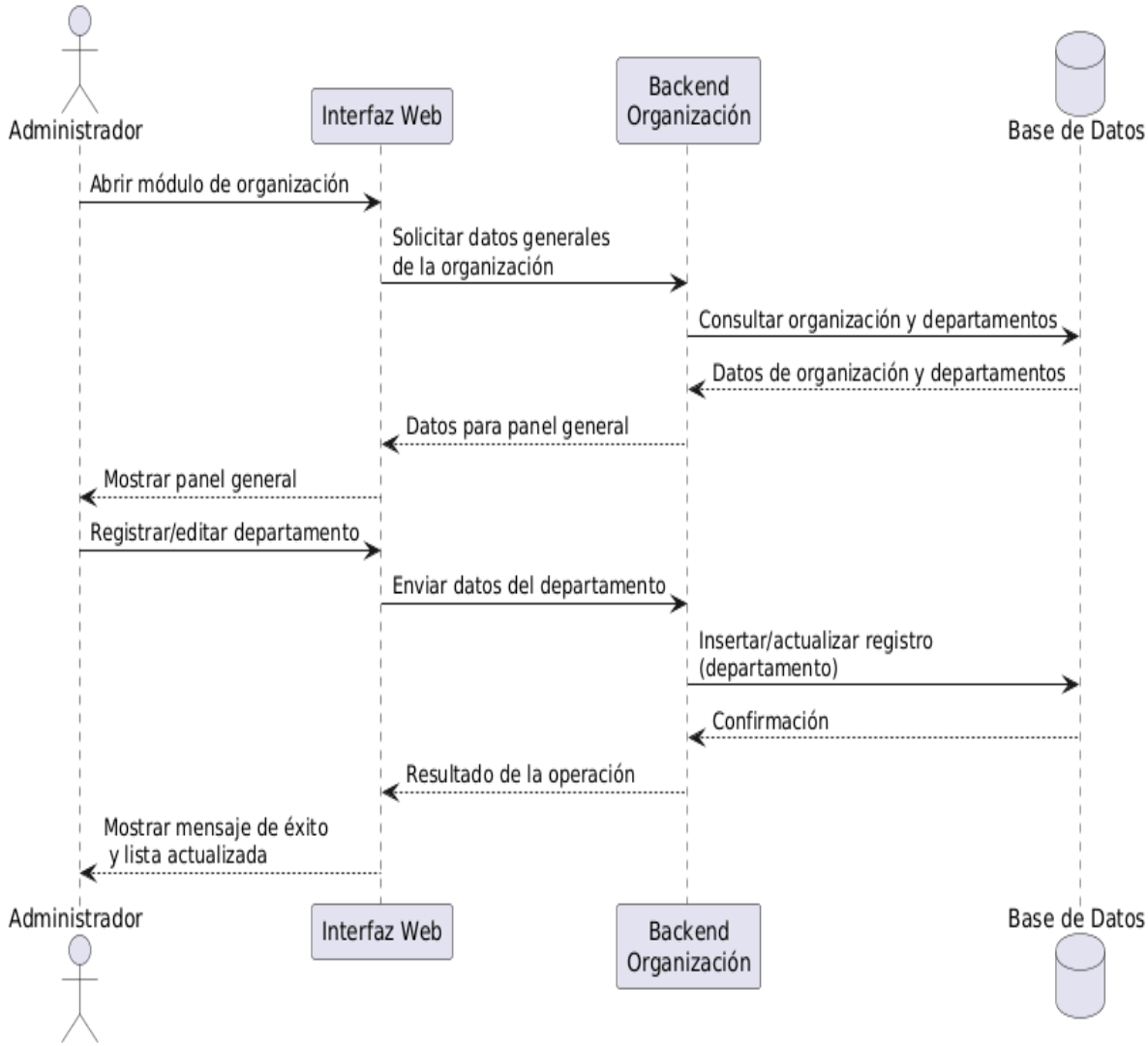


Figura 32. Diagrama de secuencia para la gestión de organización y departamentos

En este diagrama se detalla cómo el Administrador gestiona los accesos y responsabilidades de los usuarios dentro del sistema. El proceso inicia cuando abre el módulo correspondiente, lo que hace que la interfaz solicite al backend la lista de usuarios junto con su configuración actual. Con esa información disponible, el Administrador puede asignar a un usuario a un departamento indicando el rol que tendrá allí; la interfaz envía esos datos al backend, que actualiza la base de datos y confirma la operación. Después, el Administrador también puede asociar al usuario a un grupo de responsabilidad, enviándose nuevamente la información al servidor para registrar la relación. Cada paso devuelve un resultado que la interfaz usa para

actualizar la vista y mostrar mensajes de confirmación. Todo este flujo de interacción se resume en la Figura 33.

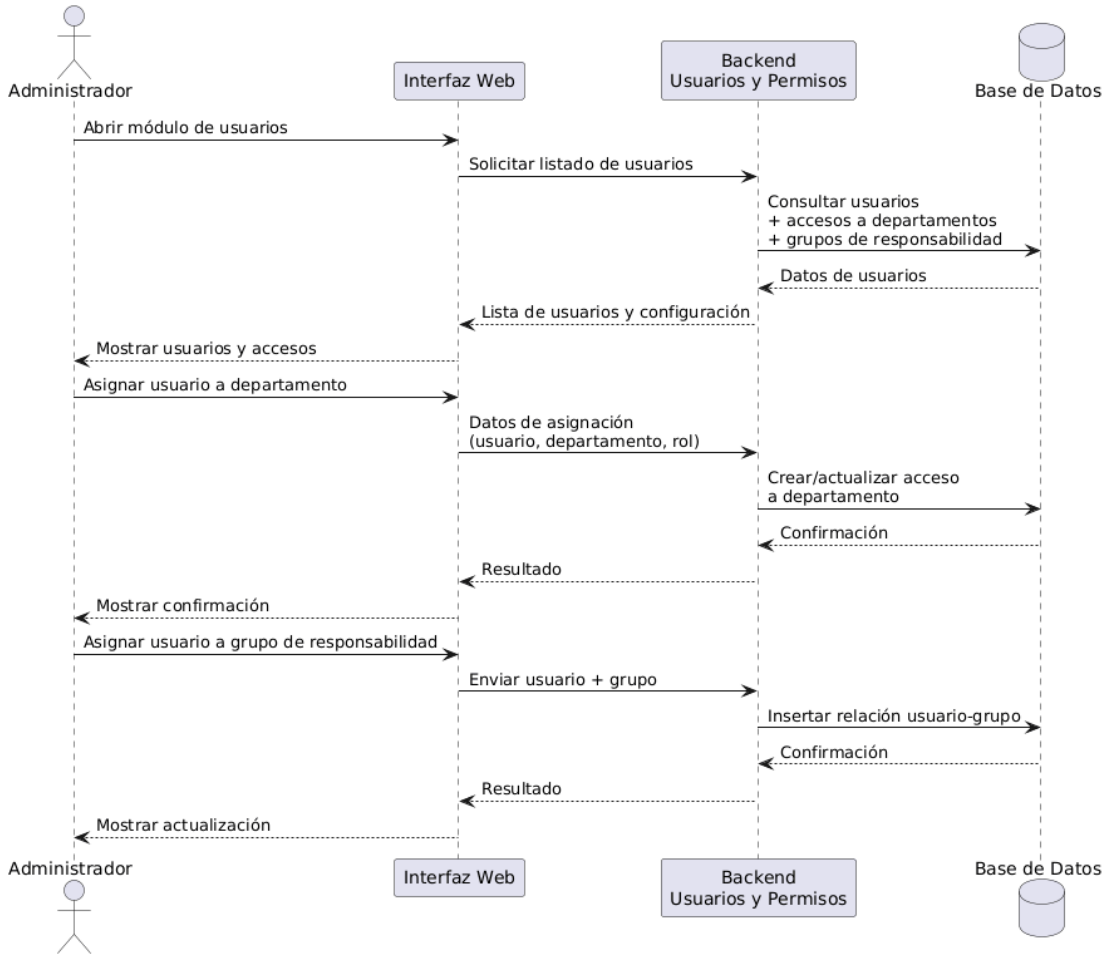


Figura 33. Diagrama de secuencia para la gestión de usuarios y asignación de accesos.

Este diagrama describe cómo el Administrador crea y gestiona los procedimientos del departamento, incluyendo sus versiones y el diseño de sus actividades. Todo inicia cuando se abre el módulo de procesos y la interfaz solicita al backend la lista actualizada de procedimientos, información que se obtiene desde la base de datos y se devuelve para mostrarla en pantalla. Si el Administrador registra un nuevo procedimiento, la interfaz envía sus datos al backend, que inserta el registro y confirma la operación para actualizar la vista. De manera similar, cuando se requiere generar una nueva versión, se envía el motivo del cambio junto con el proceso seleccionado, y el backend crea la versión correspondiente y retorna los datos necesarios para continuar con el diseño. Finalmente, el Administrador define actividades y

transiciones, las cuales se guardan en la base de datos y se reflejan en el flujo actualizado mostrado por la interfaz. La secuencia completa puede visualizarse en la Figura 34.

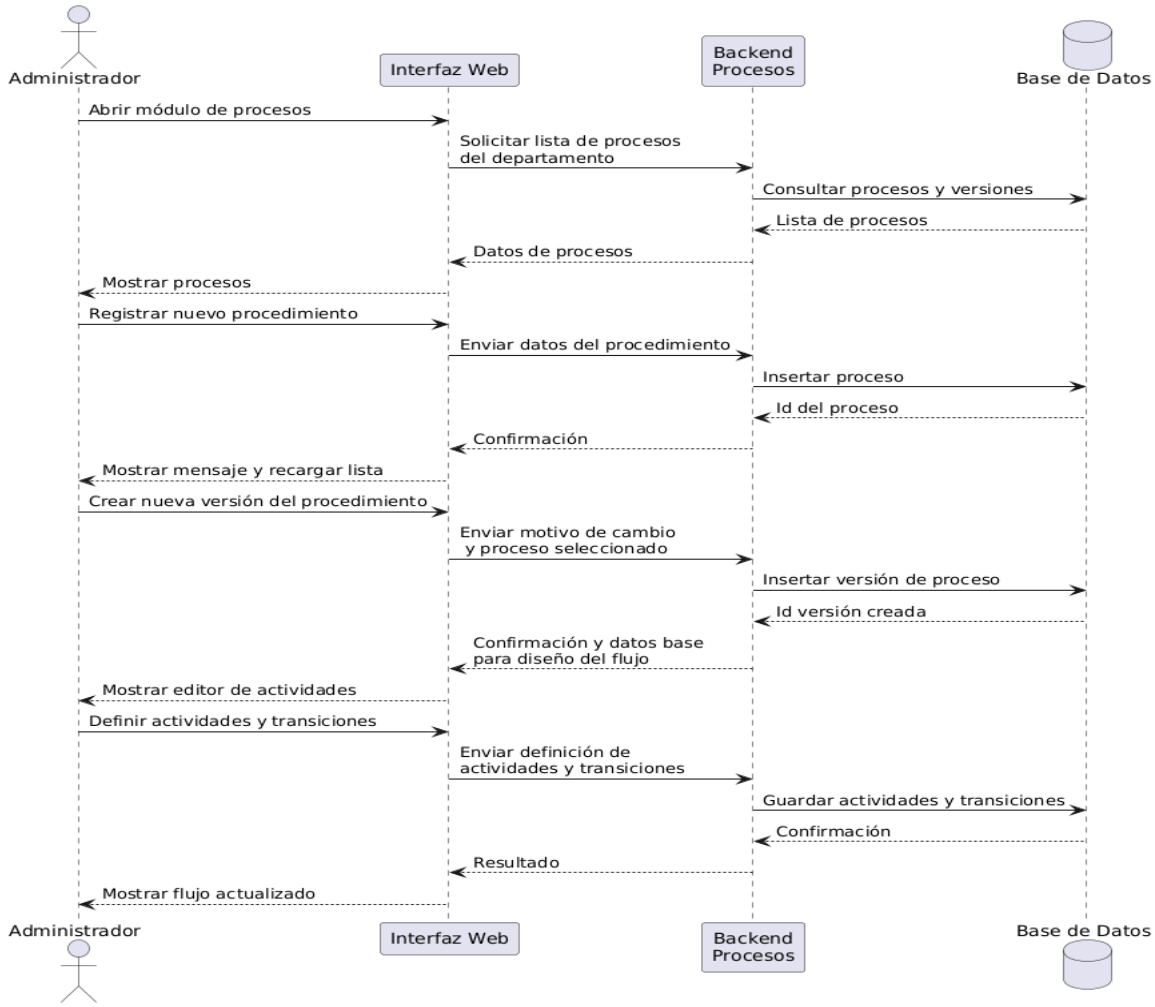


Figura 34. Diagrama de secuencia para la creación y versionamiento de procedimientos.

Este diagrama ilustra cómo el Director de Departamento administra a los usuarios que pueden actuar como iniciadores de los procedimientos de su área. Al abrir la sección de gestión, la interfaz solicita al backend la lista de procesos disponibles y los usuarios del departamento, información que se consulta en la base de datos y se devuelve para construir la pantalla de configuración. Desde allí, el Director puede asignar a un usuario como iniciador enviando la selección al backend, que registra el permiso correspondiente y confirma la operación. De forma similar, también puede retirar ese permiso cuando un usuario deja de cumplir ese rol, actualizándose la base de datos y

devolviendo el resultado a la interfaz. En ambos casos, la lista se refresca para que el director vea los cambios aplicados de inmediato. La secuencia completa se muestra en la Figura 35.

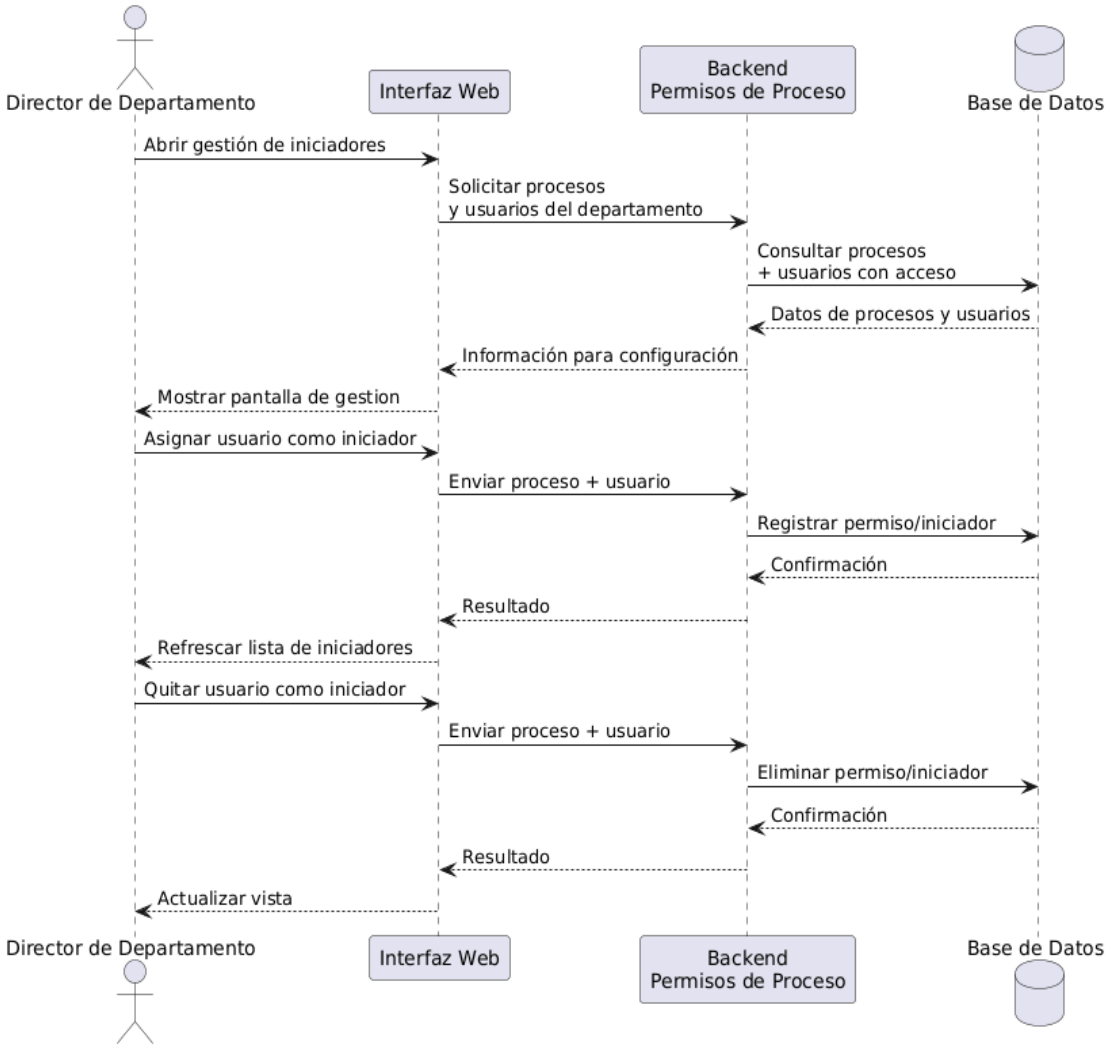


Figura 35. Diagrama de secuencia para la gestión de iniciadores de procedimientos.

Este diagrama explica cómo un usuario inicia una nueva instancia de un procedimiento dentro del sistema. El proceso arranca cuando el usuario selecciona el procedimiento y realiza la solicitud desde la interfaz web. Esa petición llega al backend, que primero valida, a través del motor de procesos, que el usuario tenga autorización para iniciar ese flujo. Si todo es correcto, el motor crea la instancia en la base de datos y, dependiendo del diseño del proceso, también genera la primera tarea correspondiente a la actividad inicial. Con esa información el identificador de la instancia y la tarea creada el backend responde a la interfaz, que muestra al usuario la pantalla de

seguimiento junto con la primera actividad asignada. Toda esta interacción secuencial se representa en la Figura 36.

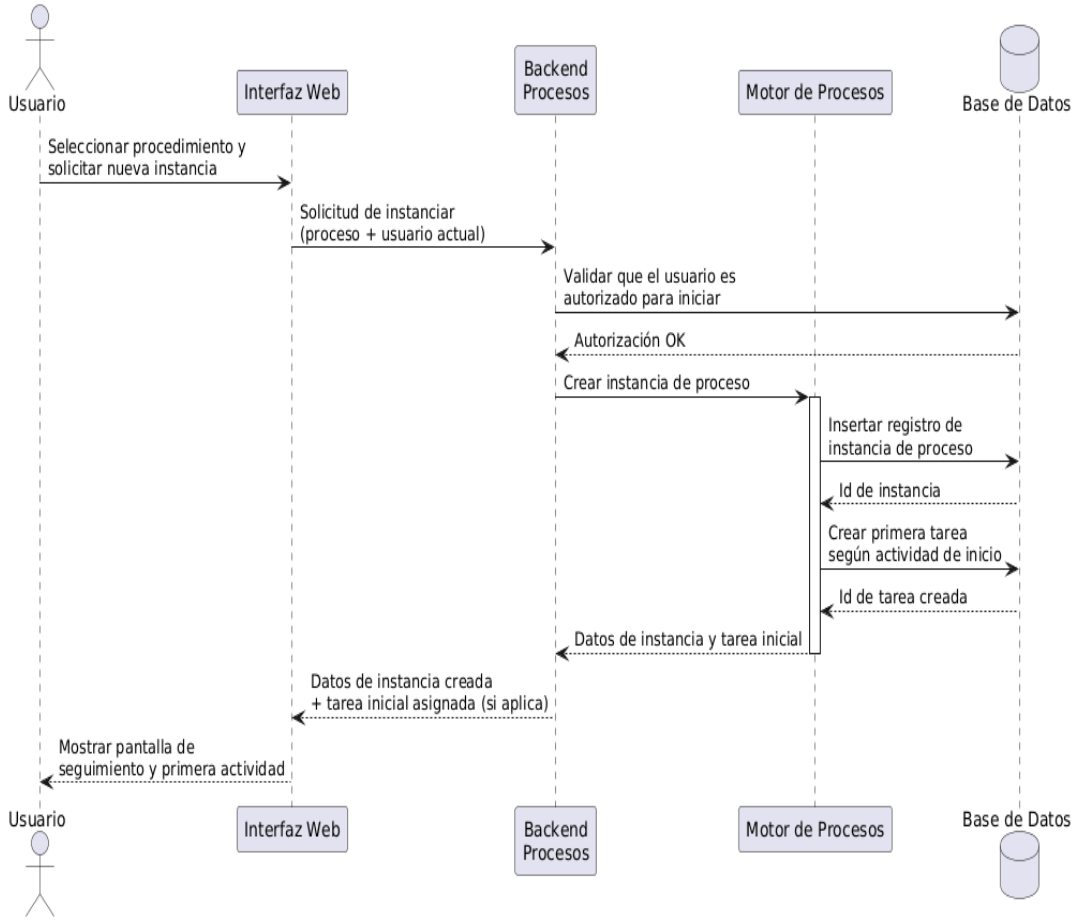


Figura 36. Diagrama de secuencia para la instanciación de un procedimiento.

Este diagrama explica cómo un usuario lleva a cabo una tarea asignada dentro de un procedimiento. Todo comienza cuando el usuario abre una tarea pendiente y la interfaz solicita al backend los detalles necesarios para mostrar el formulario correspondiente. Una vez que el usuario completa la información requerida y envía los datos, el backend actualiza el estado de la tarea en la base de datos y envía la confirmación. Después, el motor de procesos entra en acción para determinar si existe una actividad siguiente según las transiciones definidas; si la hay, crea la nueva tarea y devuelve el resultado. Con esta información, la interfaz muestra un mensaje de éxito y guía al usuario hacia la siguiente actividad o al resumen del proceso si este ya concluyó. El flujo completo de esta interacción está representado en la Figura 37.

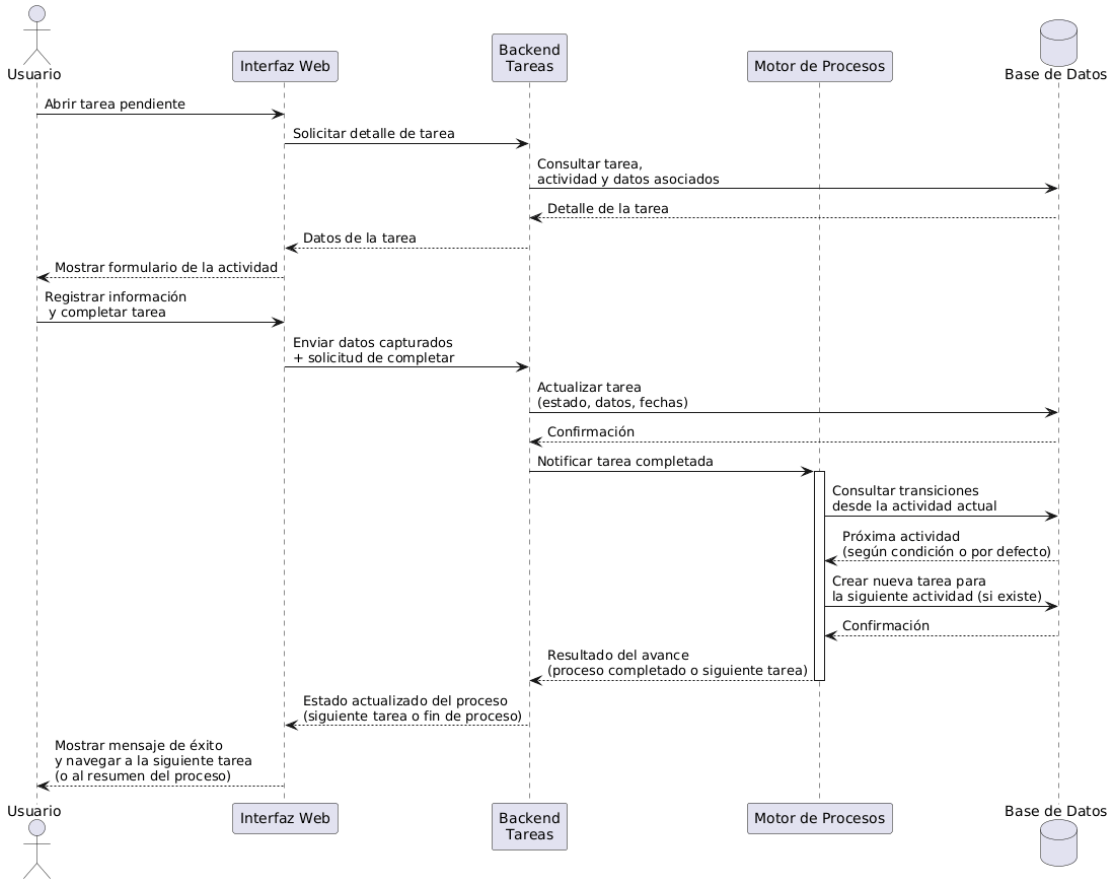


Figura 37. Diagrama de secuencia para la ejecución y completación de una tarea.

Este diagrama detalla cómo un usuario interactúa con una actividad cuando necesita añadir información complementaria, ya sea en forma de comentarios o documentos. El proceso inicia cuando el usuario registra un comentario; la interfaz envía este contenido al backend, que lo almacena y confirma la operación para mostrarlo en el historial. Si el usuario adjunta un archivo, la interfaz transmite los metadatos y el documento al backend de documentos, el cual lo registra y lo vincula con la tarea o el proceso correspondiente. Una vez que la tarea cambia de estado por ejemplo, al completarse, el sistema activa el flujo de notificaciones: el motor de procesos informa al servicio de alertas, que consulta la configuración, envía el correo a los destinatarios definidos y registra el envío en el historial. Al termino de estas acciones, la interfaz actualiza la vista mostrando el comentario o documento agregado. Todo este intercambio se observa en la Figura 38.

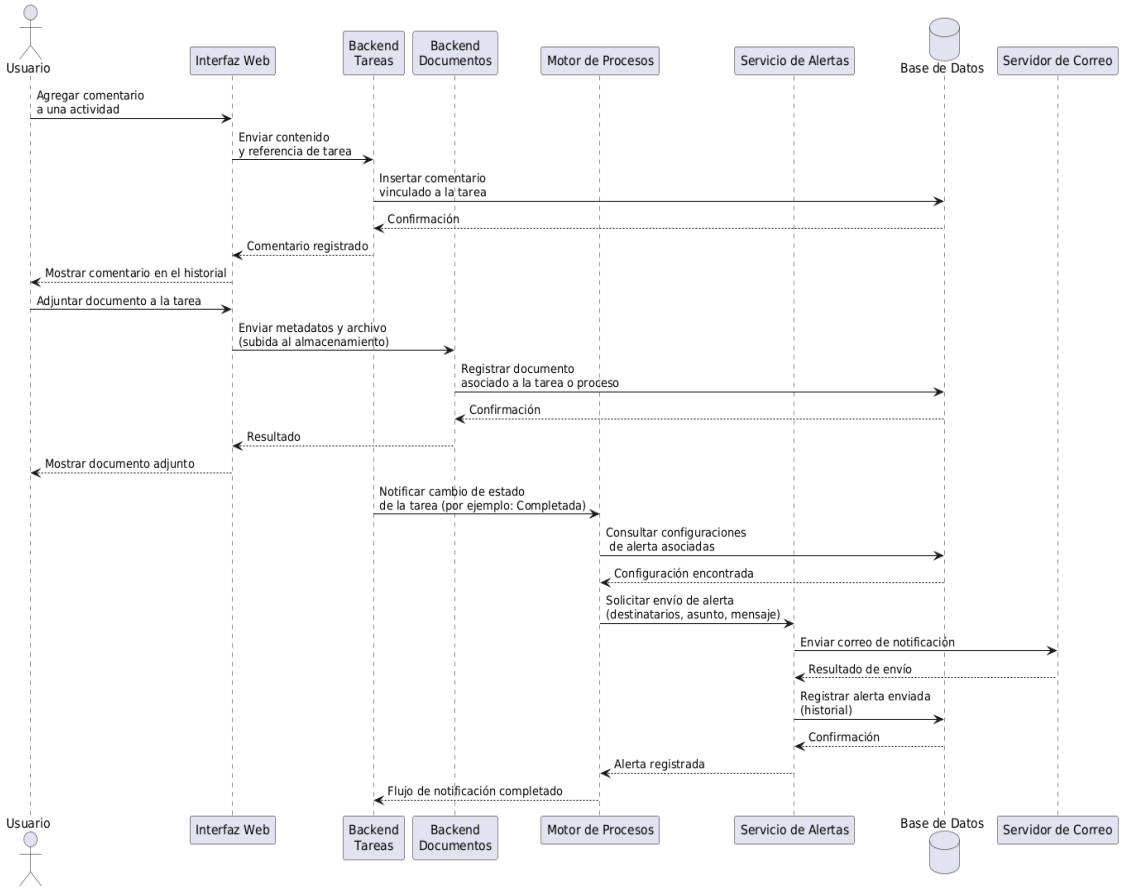


Figura 38. Diagrama de secuencia para la gestión de comentarios, documentos y notificaciones.

Este diagrama muestra cómo los distintos roles consultan y analizan la información relacionada con los procesos del sistema. El flujo inicia cuando un usuario abre la sección “Mis procesos”, lo que provoca que la interfaz solicite al backend las instancias que ha iniciado; estos datos se consultan en la base de datos y se regresan para construir la tabla de seguimiento. Por otro lado, cuando el director o el Administrador acceden al tablero de monitoreo, la interfaz pide un resumen general por estado y departamento. El backend obtiene la información agregada y la envía para que la interfaz genere gráficos y tarjetas con indicadores clave. Además, el Administrador puede solicitar la exportación de un reporte aplicando filtros específicos; el backend recopila los datos detallados, genera un archivo (como Excel o PDF) y lo devuelve para su descarga. Toda esta interacción entre roles, interfaz y backend se presenta en la Figura 39.

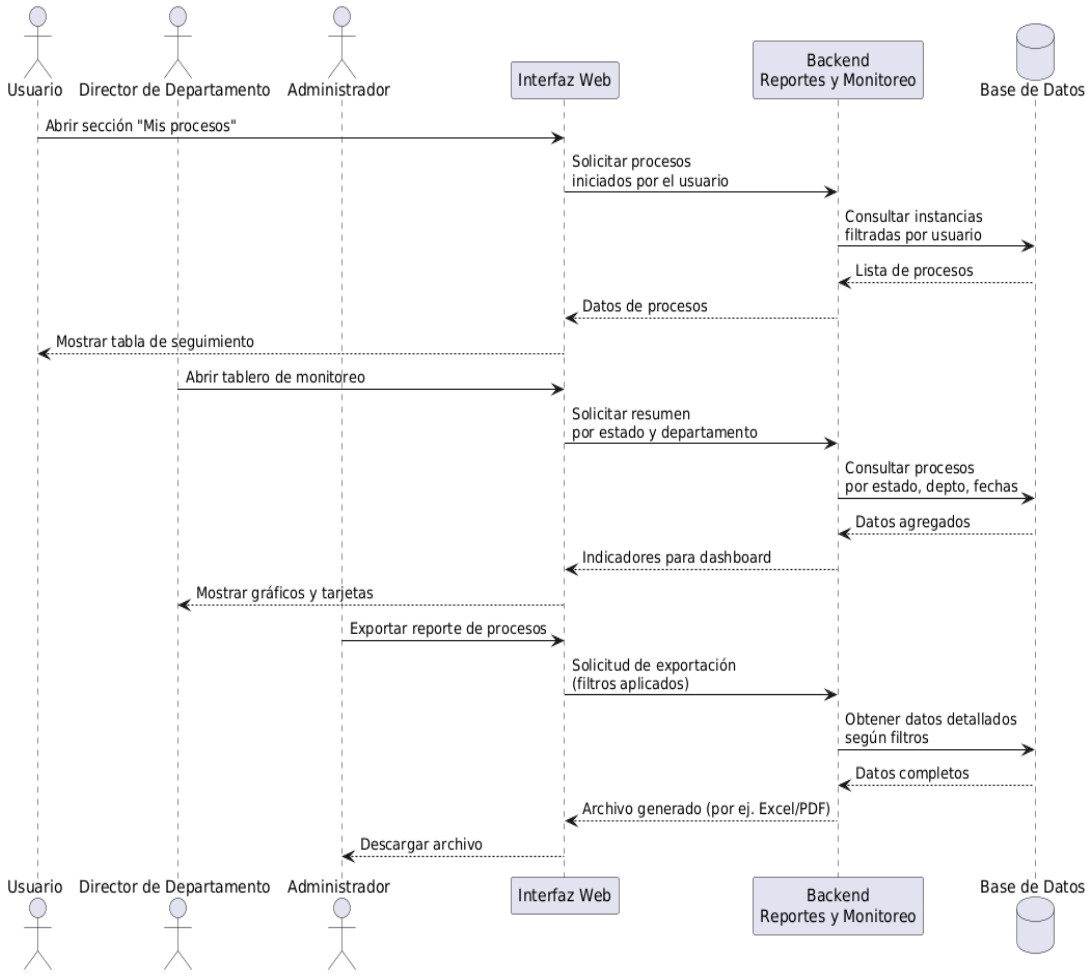


Figura 39. Diagrama de secuencia para el seguimiento y monitoreo de procesos.

En esta interacción se describe cómo los distintos roles del sistema realizan la búsqueda y visualización de certificados. El proceso inicia cuando el usuario define los filtros de consulta, que la interfaz envía al backend para obtener desde la base de datos la lista de certificados coincidentes. Después de mostrar esos resultados, el actor selecciona el documento que desea revisar, lo que desencadena una nueva solicitud para obtener sus metadatos y la ruta del archivo. Con esta información, la interfaz carga el PDF directamente en el visor del navegador, permitiendo una visualización inmediata y sin pasos adicionales. Además, este flujo garantiza que cada certificado siempre se obtenga desde su origen actualizado, evitando inconsistencias entre versiones almacenadas. También facilita que cualquier rol autorizado acceda rápidamente a la documentación que necesita para validar actividades o procesos. La integración con el visor del navegador reduce pasos manuales y mejora la experiencia del usuario. El detalle completo de este flujo puede verse en la Figura 40.

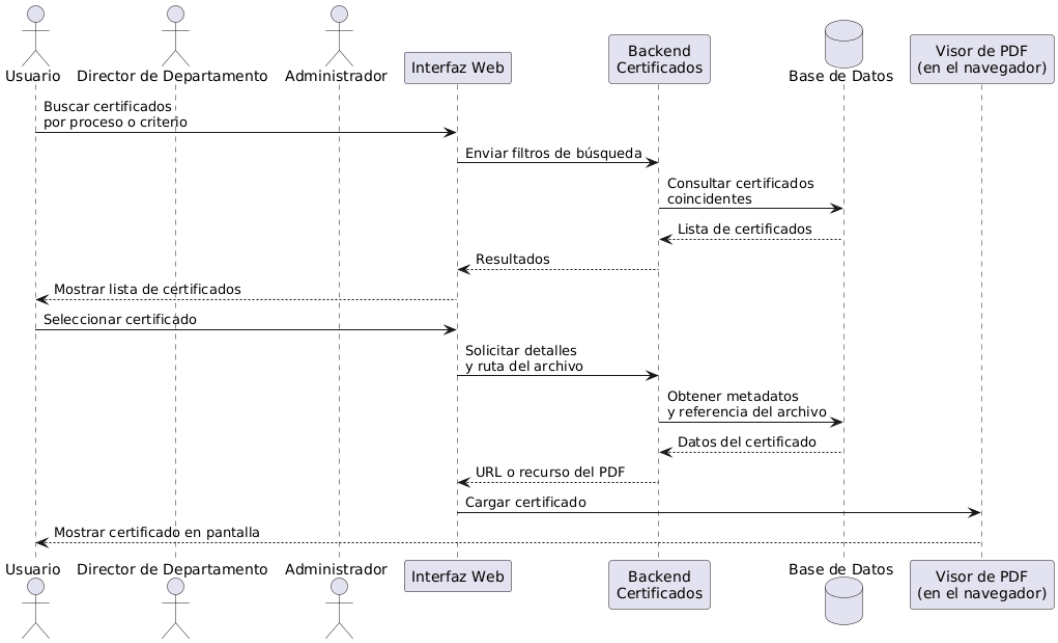


Figura 40. Diagrama de secuencia para la búsqueda y visualización de certificados.

c. Historias de usuario y prototipos de interfaz

Con el fin de validar los requisitos funcionales del sistema y asegurar que las funcionalidades propuestas respondan a necesidades reales de los actores involucrados, se elaboró un conjunto de historias de usuario acompañadas de mockups de baja fidelidad. Estas historias describen, desde la perspectiva del usuario final, qué acciones debe permitir el sistema y bajo qué condiciones se consideran completadas mediante criterios de aceptación claros.

Las historias se organizaron por perfiles: Usuario, Administrador y Director de Departamento, cada una con una descripción funcional, estimación de esfuerzo, riesgo, y los elementos de interfaz necesarios para comprender el flujo esperado de interacción. Los mockups permiten visualizar la disposición inicial de botones, filtros, tablas y formularios, así como la navegación entre módulos como Procedimientos, Actividades, Monitoreo, Reportes, Certificados, Organización y Gestión de Permisos.

Por ejemplo, en las primeras historias (1, 1.1, 1.2 y 1.3) se observa cómo el usuario puede iniciar procedimientos, visualizar la estructura del flujo, acceder a actividades asignadas y registrar comentarios. Estas funcionalidades se ilustran con bocetos de interfaz que muestran listas de actividades, formularios, botones de navegación y campos de filtrado.

En el caso del módulo de Monitoreo y Reportes, las historias 1.5 y 2 incluyen prototipos donde se presentan tablas con filtros avanzados, indicadores gráficos y opciones de exportación a Excel o PDF. Estos mockups evidencian cómo el usuario interactúa con métricas agregadas, distribución de estados y vistas de dashboard que complementan la capacidad de análisis dentro del sistema .

Para el rol de Administrador, las historias 4 y 5 describen la gestión completa de procedimientos, departamentos, usuarios, grupos y permisos. Los mockups muestran pantallas estructuradas con pestañas, tablas administrables, formularios de edición y visualización contextualizada de entidades organizacionales. Estos prototipos reflejan la arquitectura modular del sistema y la forma en que el administrador navega entre secciones sin recargar la página, reforzando la usabilidad prevista en el diseño del frontend.

Finalmente, para el perfil de Director, la historia 8 detalla la gestión de iniciadores y la visualización completa de procesos y actividades del departamento. Su mockup muestra la interfaz que permite agregar o eliminar iniciadores, verificando que pertenezcan al departamento correspondiente, así como la consulta de actividades ejecutadas.

En conjunto, las historias de usuario y sus prototipos permitieron establecer una base clara para el desarrollo del sistema, validando la interacción esperada entre usuarios y funcionalidades clave. La totalidad de las historias, junto con sus mockups, se encuentran documentadas íntegramente en el Anexo C.

3.4.5 Modelo de datos

El modelo de datos constituye la base lógica que organiza y conecta toda la información necesaria para la gestión de procesos institucionales. Su diseño integra la estructura organizacional, la definición y ejecución de procesos, la administración de actividades y tareas, así como la gestión documental y de productos resultantes. Este modelo permite mantener coherencia, trazabilidad y control en cada etapa del flujo, asegurando que las entidades usuarios, departamentos, grupos, procesos, versiones, actividades, transiciones, tareas y documentos interactúen de manera armónica.

Gracias a esta estructura, el sistema puede registrar acciones, validar responsabilidades, almacenar evidencia y sostener el funcionamiento integral del motor de procesos.

a. Diagrama entidad-relación

El modelo entidad–relación parte de la estructura organizacional: la institución, sus departamentos y los usuarios que trabajan en ellos. Cada usuario puede tener distintos accesos a los departamentos mediante DepartmentAccess, y los grupos de responsabilidad le dan a cada área una forma flexible de organizar roles internos. Este bloque inicial permite que el resto del sistema tenga claridad sobre quién puede actuar y en qué contexto.

A partir de esa base se definen los procesos. Un Process puede tener varias versiones, y cada ProcessVersion describe sus actividades y transiciones. Las actividades representan los pasos del procedimiento, mientras que las transiciones definen cómo avanza el flujo. Además, ciertos grupos pueden asociarse directamente a actividades específicas, lo que permite decidir quién es responsable de ejecutarlas sin depender de usuarios individuales.

Cuando un proceso se pone en marcha, nace una ProcessInstance y con ella se van generando las tareas concretas que el usuario debe completar. Cada TaskInstance guarda su estado, quién la ejecutó, comentarios, datos dinámicos y cualquier alerta configurada. El sistema también maneja notificaciones automáticas: una configuración puede generar múltiples alertas reales, que quedan registradas como historial de envío.

El modelo incluye también la gestión documental y los productos. FileDocument actúa como el contenedor genérico de archivos, y sobre él se apoyan documentos específicos como certificados o certificaciones presupuestarias. Finalmente, el módulo de productos enlaza los resultados (artículos, marcas, patentes, etc.) con las instancias de proceso que los originaron, añadiendo autores, facultades y distintos tipos de clasificación. Toda esta estructura y sus relaciones pueden observarse de forma conjunta en la Figura 41, donde se muestra el modelo completo del sistema.

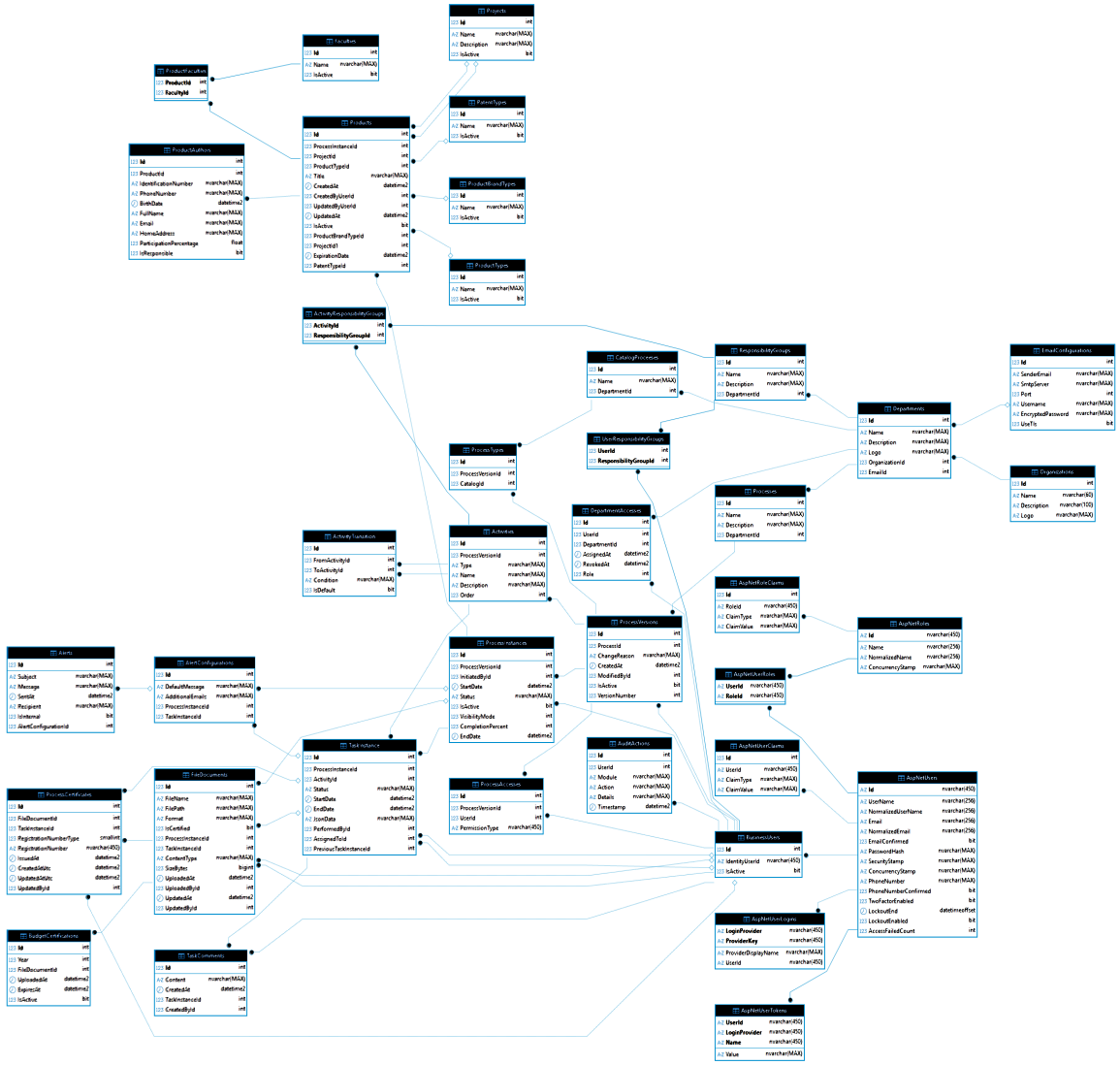


Figura 41. Modelo entidad–relación del sistema

3.5 Autenticación

Para la gestión de inicio de sesión, se implementó un formulario de autenticación donde el usuario ingresa su correo institucional y su contraseña, tal como se muestra en la Figura 42. Esta interfaz corresponde al módulo de autenticación del sistema y da cumplimiento a los Product Backlog Item relacionados con la validación de credenciales, el manejo de sesiones y las restricciones por rol.

La autenticación del sistema se desarrolló empleando la librería de identidad y roles de ASP.NET, la cual permite validar usuarios frente a la base de datos, generar la cookie de autenticación que mantiene activa la sesión y aplicar las restricciones de

acceso según el rol asignado (Usuario, Administrador o Director de Departamento). Con este mecanismo se garantiza que cada usuario acceda únicamente a las funcionalidades que le corresponden dentro del sistema.



Figura 42. Pantalla de inicio de sesión del sistema

3.6 Usuarios, roles y permisos

El sistema SIPRO-UTA incorpora un módulo completo para la administración de usuarios, roles y permisos dentro de la organización. Este módulo permite crear, editar y desactivar usuarios, así como asignarlos a departamentos y definir su rol dentro de cada uno. La interfaz fue diseñada para facilitar la gestión centralizada de los miembros de la institución, tal como se muestra en la Figura 43, Figura 44 y Figura 45.

La implementación de estas funcionalidades responde a los Product Backlog Item relacionados con la creación de usuarios, su edición, la desactivación de cuentas y la asignación de permisos dentro de la organización. Estas acciones permiten mantener un control adecuado sobre quién accede al sistema y qué operaciones puede realizar cada usuario, de acuerdo con su rol (miembro o administrador del departamento) y el área al que pertenece.

En la Figura 43 se presenta la pantalla de Gestión de Usuarios, donde se listan todas las cuentas registradas. Desde esta vista es posible realizar búsquedas por correo o nombre, visualizar el estado del usuario (activo/inactivo), editar su información y asignar uno o varios roles según las necesidades de la institución.

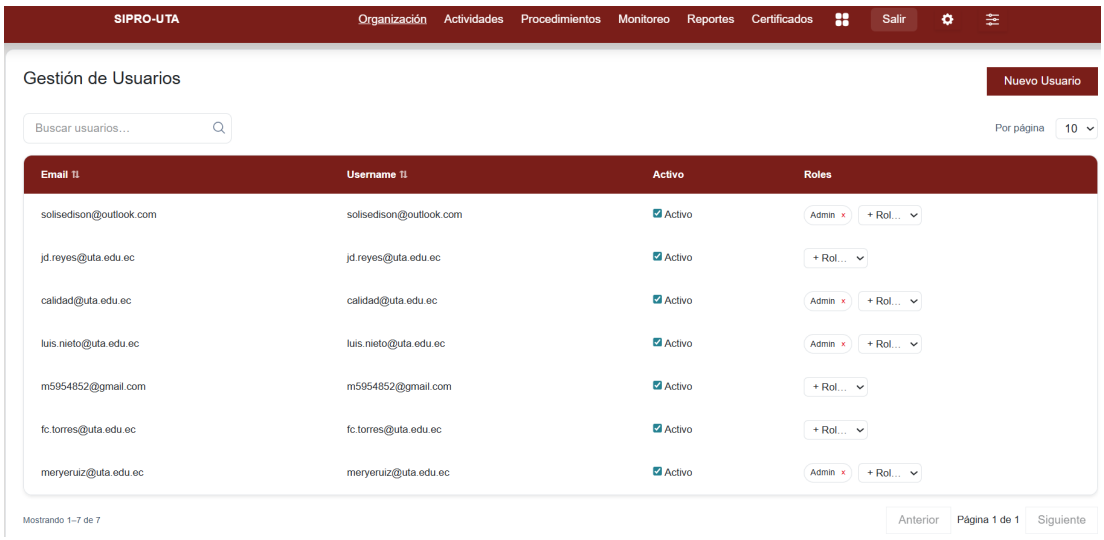


Figura 43. Interfaz de gestión de usuarios del sistema

Por otro lado, la Figura 44 muestra la sección de Control de Acceso, utilizada para administrar los permisos específicos de cada usuario. Desde esta pantalla es posible activar o desactivar el acceso a determinados departamentos, asignar el rol correspondiente (Miembro o Admin) y, adicionalmente, seleccionar un grupo dentro del departamento, como Analista o Especialista, cuando aplique.

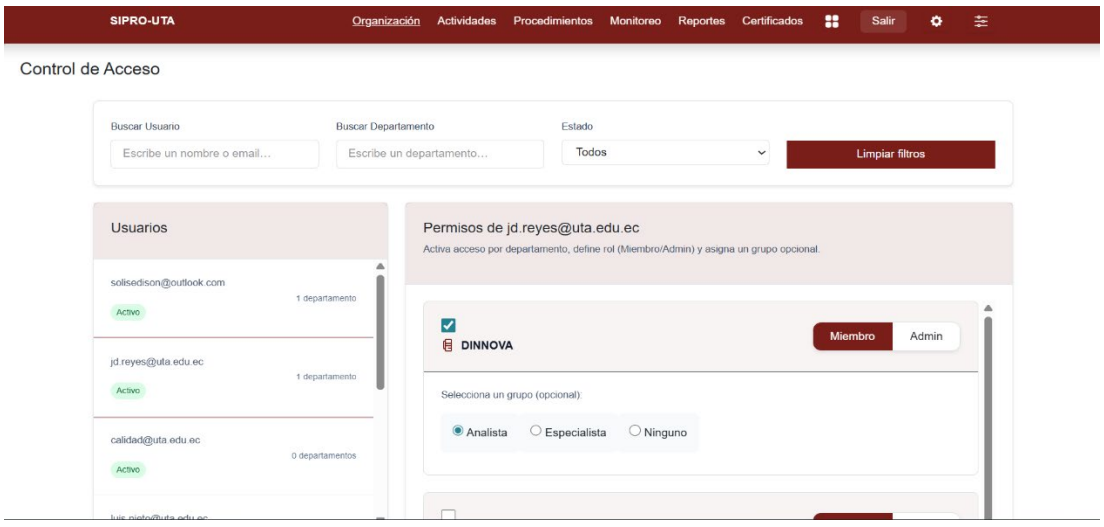


Figura 44. Vista del módulo de control de acceso y asignación de roles y departamentos.

Finalmente, en la Figura 45 se presenta el módulo de Gestión de Grupos, donde el administrador puede crear, editar o eliminar grupos dentro de cada departamento, así como visualizar el número de miembros y las actividades asociadas. Esta funcionalidad complementa la estructura organizacional y brinda un mayor nivel de personalización para cada departamento.

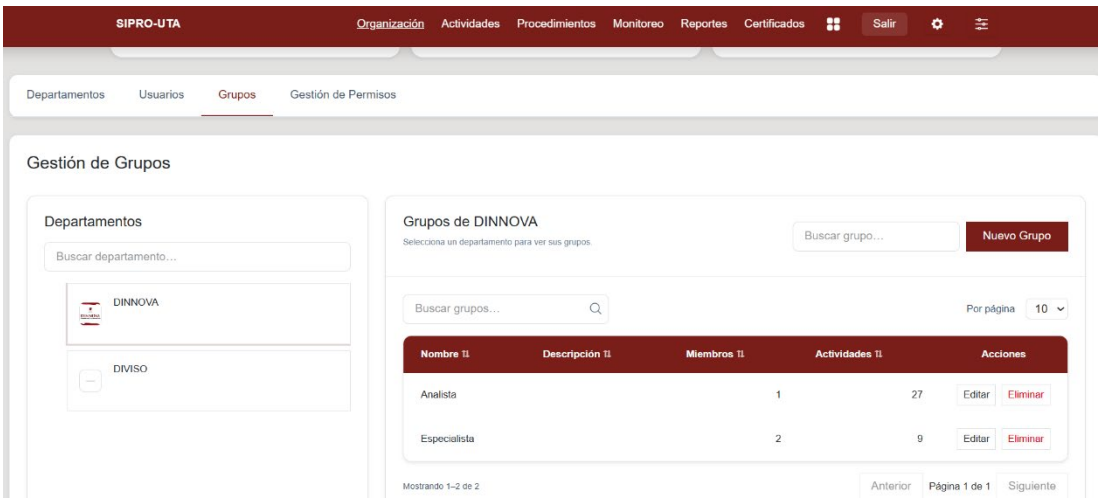


Figura 45. Interfaz de gestión de grupos del sistema.

3.7 Organizaciones y departamentos

El sistema incorpora un módulo dedicado a la gestión de la organización, que permite administrar la información institucional y sus entidades asociadas departamentos, usuarios y grupos desde una vista centralizada. Este módulo da cumplimiento a los Product Backlog Item orientados a la creación, edición y consulta de la información general de la organización.

En la Figura 46 se presenta la vista principal del módulo, donde se muestra un panel con indicadores clave: total de usuarios registrados, cantidad de departamentos creados y número de grupos existentes. Esta información proporciona al administrador una visión global del estado actual de la estructura organizacional.

Además, desde esta misma pantalla se habilita el acceso a las secciones de Departamentos, Usuarios, Grupos y Gestión de Permisos, lo que permite navegar entre las áreas administrativas sin recargar la página. La funcionalidad de creación y edición

de la organización se encuentra disponible mediante el botón de edición situado junto al nombre institucional.

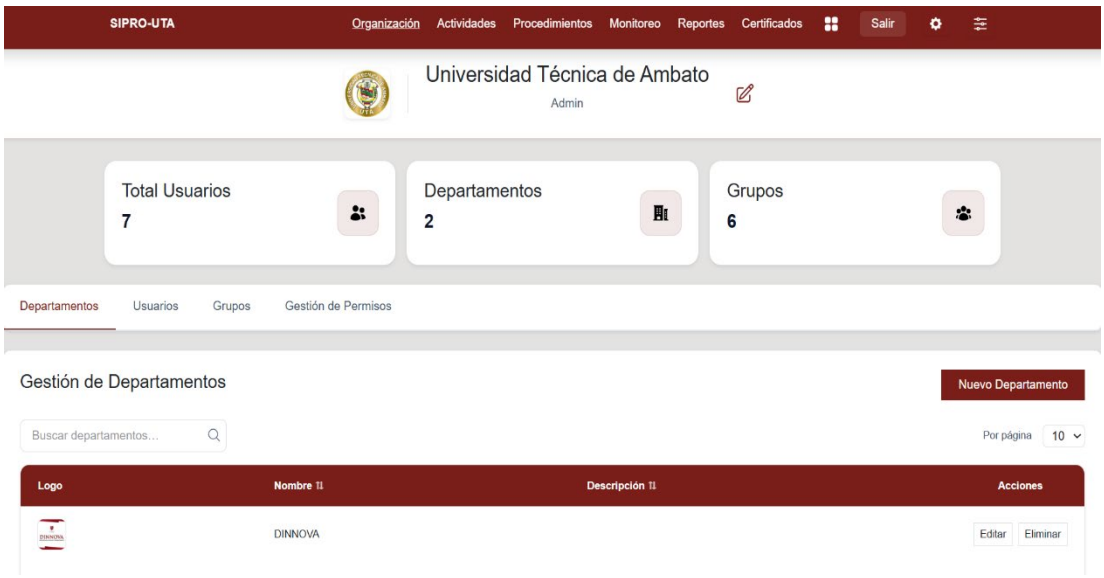


Figura 46. Vista general del módulo de gestión de la organización del sistema.

La sección de consulta de la organización muestra el nombre institucional, el logotipo oficial y la información general registrada. Cuando el administrador requiere actualizar esta información, puede acceder a la opción de editar organización, lo que permite modificar datos clave sin comprometer la estructura del sistema. Asimismo, la interfaz asegura que la información actualizada se refleje inmediatamente en todas las áreas del sistema relacionadas con la identidad institucional.

3.8 Procesos

El módulo de Gestión de Procedimientos permite administrar todo el ciclo de vida de los procesos institucionales, incluyendo su creación, edición, versionamiento, eliminación y visualización general. Esta funcionalidad responde a los Product Backlog Item orientados al modelado de procesos y constituye uno de los componentes centrales del sistema SIPRO-UTA.

En la Figura 47 se muestra la interfaz principal del módulo, donde se presentan dos categorías: Procesos Activados y Procesos Desactivados. Desde esta sección, el administrador puede visualizar todos los procedimientos registrados, ordenarlos, filtrarlos y buscar por nombre, ID del procedimiento o usuario que lo creó. La opción

“Añadir Proceso” permite iniciar la definición de un nuevo flujo, incluyendo su estructura interna y sus actividades.

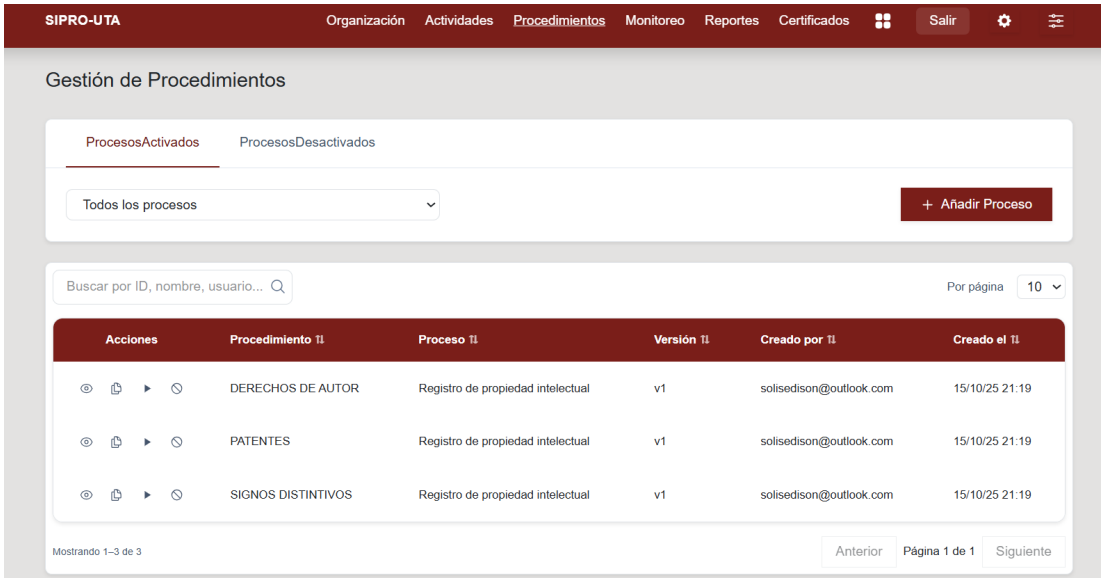


Figura 47. Interfaz del módulo de gestión de procedimientos en el sistema.

La funcionalidad de crear proceso permite registrar un nuevo procedimiento dentro de un macroproceso, definiendo su nombre, su propósito y su versión inicial. Posteriormente, mediante la opción de editar proceso, el administrador puede ajustar la información general y modificar su estructura cuando sea necesario.

El sistema también incorpora la capacidad de versionar procesos, permitiendo generar una nueva versión sin alterar la anterior. Esto garantiza trazabilidad y control histórico de las modificaciones realizadas en el tiempo. De igual manera, se habilita la opción de eliminar un proceso, la cual está sometida a validaciones para evitar la eliminación de procedimientos que tengan actividades o instancias activas.

Finalmente, la funcionalidad de visualizar permite consultar la información general de cada procedimiento, incluyendo su versión, fecha de creación, usuario que lo registró y acciones disponibles, como ver su estructura interna o gestionarlo directamente.

3.9 Actividades

El módulo de Actividades del Proceso permite definir, estructurar y administrar cada una de las actividades que conforman un procedimiento dentro del sistema SIPRO-

UTA. Este componente da cumplimiento a los Product Backlog Item relacionados con la creación, edición, eliminación, ordenamiento, asignación de responsables y definición de reglas de transición entre actividades.

En la Figura 48 se observa la interfaz de edición del proceso, donde el administrador puede agregar nuevas actividades mediante el botón “Agregar”, así como modificar o eliminar actividades existentes. Cada actividad cuenta con campos para registrar su nombre, descripción funcional y los grupos responsables encargados de su ejecución, lo que permite establecer una asignación clara de roles dentro del flujo.

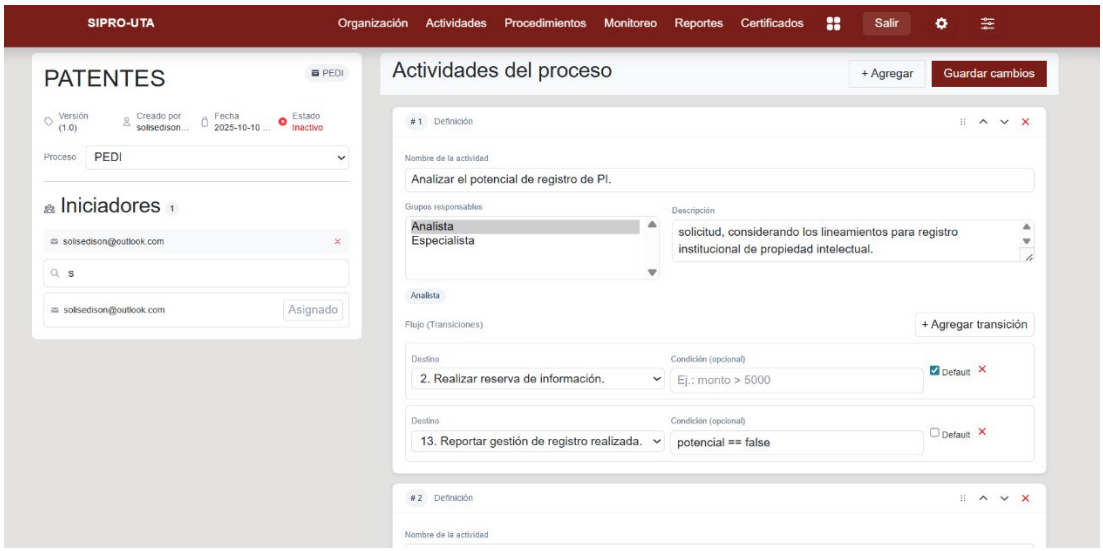


Figura 48. Interfaz de definición y gestión de actividades del proceso.

Dentro de esta misma vista, el sistema permite ordenar la secuencia de actividades, garantizando que el flujo del procedimiento siga el orden lógico requerido. Adicionalmente, se habilita la opción de eliminar actividades, siempre que no formen parte de instancias en ejecución, preservando la integridad del modelo de procesos.

3.10 Motor de procesos

El sistema incluye un motor de procesos que permite gestionar la ejecución dinámica de los flujos definidos en cada procedimiento. Este componente se encarga de crear instancias, avanzar actividades conforme a sus reglas de transición, registrar estados en tiempo real y validar los permisos de los participantes. Su diseño responde a los

Product Backlog Item orientados a la ejecución del flujo, el manejo de tareas asignadas y las validaciones operativas necesarias durante el desarrollo del proceso.

3.10.1 Creación y ejecución de instancias

Cuando un usuario con permisos inicia un procedimiento, el sistema genera automáticamente una nueva instancia del proceso, registrando el estado inicial, el usuario iniciador, la fecha y el punto de partida dentro del flujo. A medida que el usuario completa una actividad, el motor evalúa las transiciones definidas y permite avanzar a la siguiente actividad, aplicando condiciones y validaciones internas cuando corresponda. Durante este avance, el sistema registra cada estado del flujo, garantizando trazabilidad sobre el progreso de la instancia.

3.10.2 Tareas asignadas al usuario

La Figura 49 presenta la sección Actividades, donde cada usuario puede visualizar las tareas que tiene asignadas dentro de los procesos que están en ejecución. Esta vista incluye filtros por tipo de actividad, rango de fechas, texto libre (ID de tarea, nombre del proceso o instancia) y estado, permitiendo localizar rápidamente la actividad que debe ser atendida.

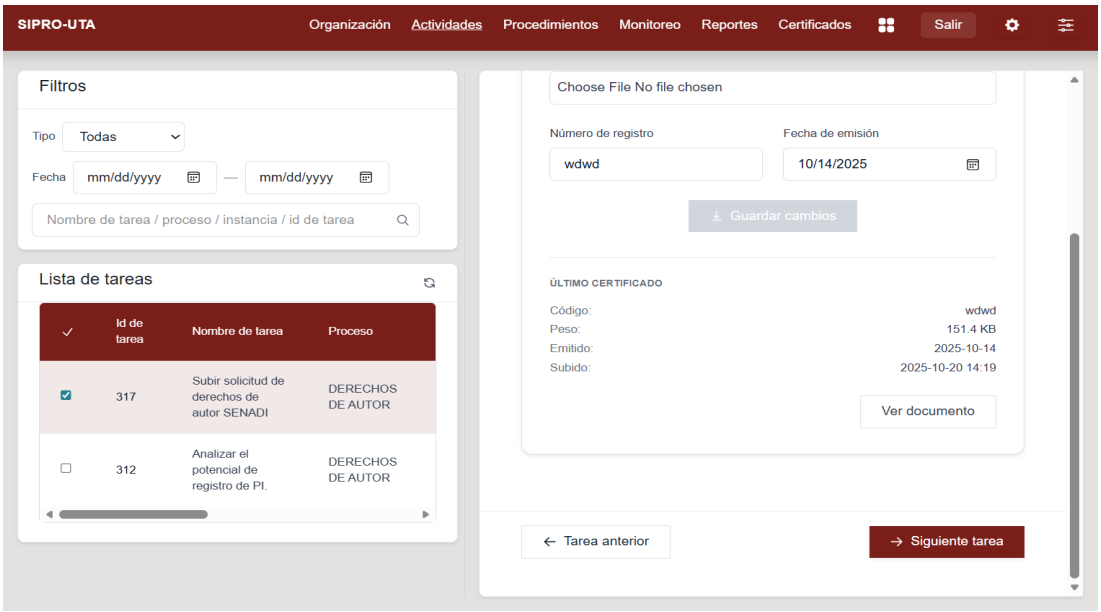


Figura 49. Interfaz de tareas asignadas al usuario, con filtros y panel de ejecución de actividad.

3.10.3 Validación de permisos y comentarios

Antes de permitir la ejecución o finalización de una actividad, el sistema valida los permisos del usuario, asegurando que únicamente los responsables asignados al grupo correspondiente puedan completar la tarea. Esta verificación forma parte del motor interno y evita ejecuciones no autorizadas.

Además, el sistema soporta la funcionalidad de agregar comentarios a la actividad, los cuales quedan asociados a la tarea dentro de la instancia del proceso. La Figura 50 muestra el panel de comentarios, donde cada usuario puede registrar observaciones, adjuntar información relevante o responder mensajes previos. Estos comentarios se muestran en orden cronológico y son visibles exclusivamente para los participantes autorizados.

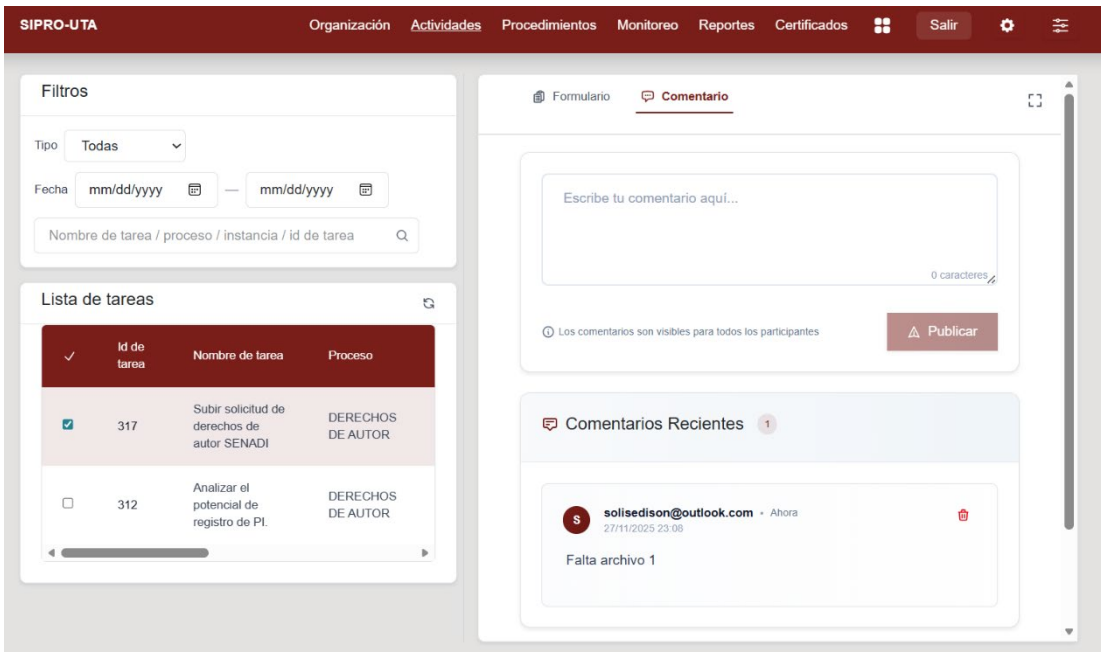


Figura 50. Panel de comentarios asociados a la actividad seleccionada dentro del motor de procesos.

3.11 Monitoreo

El módulo de Monitoreo del sistema SIPRO-UTA permite a los usuarios visualizar, analizar y gestionar todas las instancias de procesos en las que han participado. Este componente cumple con los Product Backlog Item relacionados con la visualización

de instancias, eliminación de flujos sin avance, edición de actividades realizadas y revisión de los elementos generados durante la ejecución, como comentarios y archivos.

3.11.1 Visualización de instancias de procesos

En la Figura 51 se presenta la vista principal del monitoreo, donde se listan todas las instancias creadas por el usuario. Desde esta sección es posible consultar información relevante como el proceso asociado, las fechas de inicio y fin, el porcentaje de avance y el estado general. La interfaz incluye filtros por nombre, proceso, fecha e identificador, facilitando la ubicación de cualquier instancia.

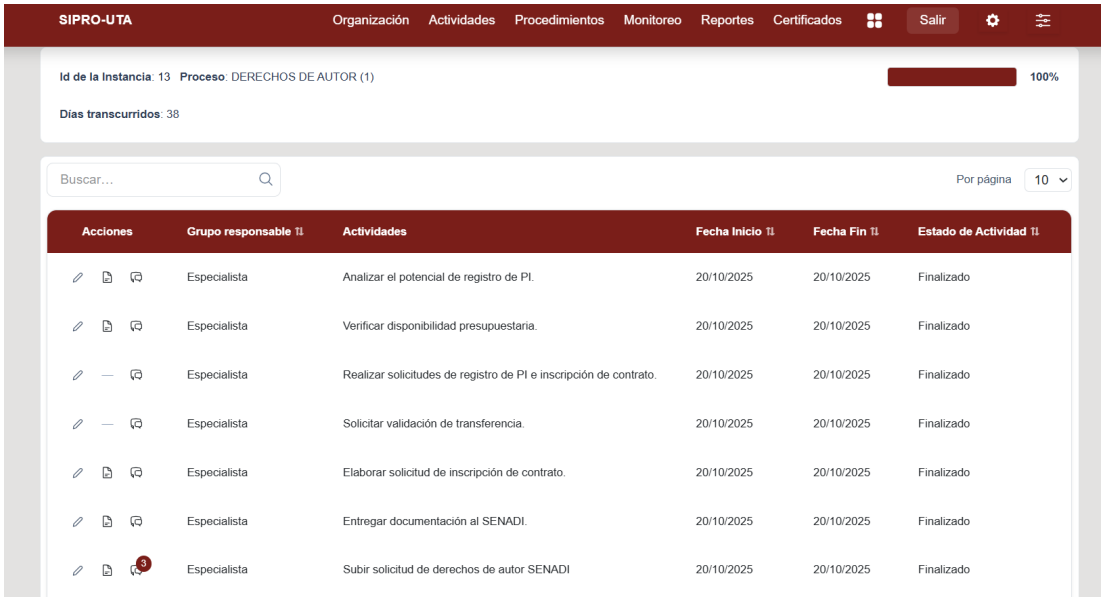


Figura 51. Interfaz del módulo de monitoreo con la lista de instancias generadas por el usuario.

3.11.2 Eliminación de instancias sin actividades finalizadas

El sistema permite eliminar instancias de procesos que no hayan completado ninguna actividad, garantizando así la limpieza de registros incompletos o creados por error. Esta opción se habilita únicamente cuando el flujo se encuentra íntegramente en estado inicial, preservando la integridad de los procesos que ya tienen avance.

3.11.3 Edición de actividades ya realizadas

El módulo permite acceder al detalle de cada instancia y editar actividades previamente ejecutadas cuando el proceso lo permite. En la Figura 52 se observa la interfaz de edición de una actividad ya completada, donde el usuario puede actualizar información, corregir datos o reemplazar documentos asociados.

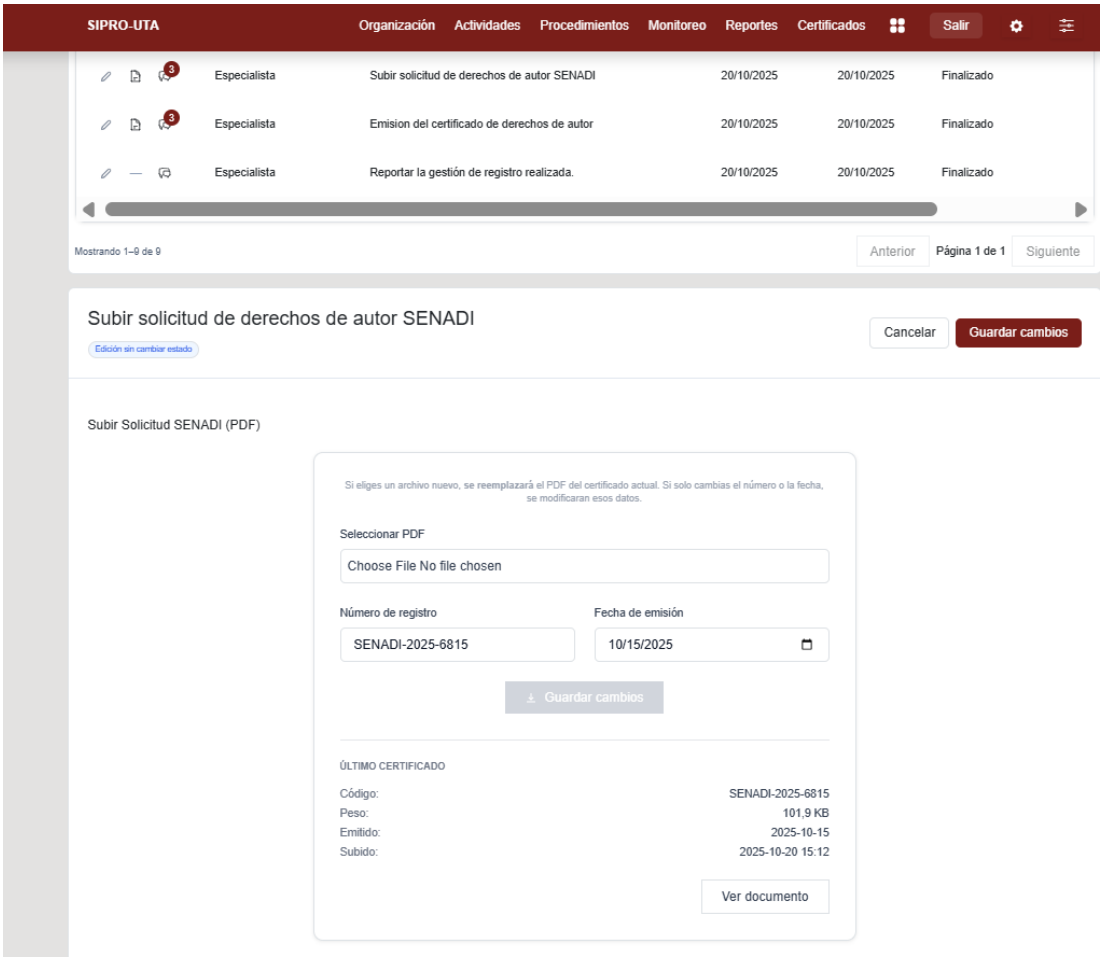


Figura 52. Edición de actividades realizadas dentro del monitoreo de instancias.

3.11.4 Visualización de archivos generados durante la instancia

Además, el sistema ofrece una vista dedicada para consultar todos los archivos subidos durante la ejecución del proceso. Como se observa en la Figura 53, los documentos pueden filtrarse por nombre o usuario, y cada registro muestra información como tipo, tamaño, fecha de subida y acciones disponibles, incluyendo su visualización directa.

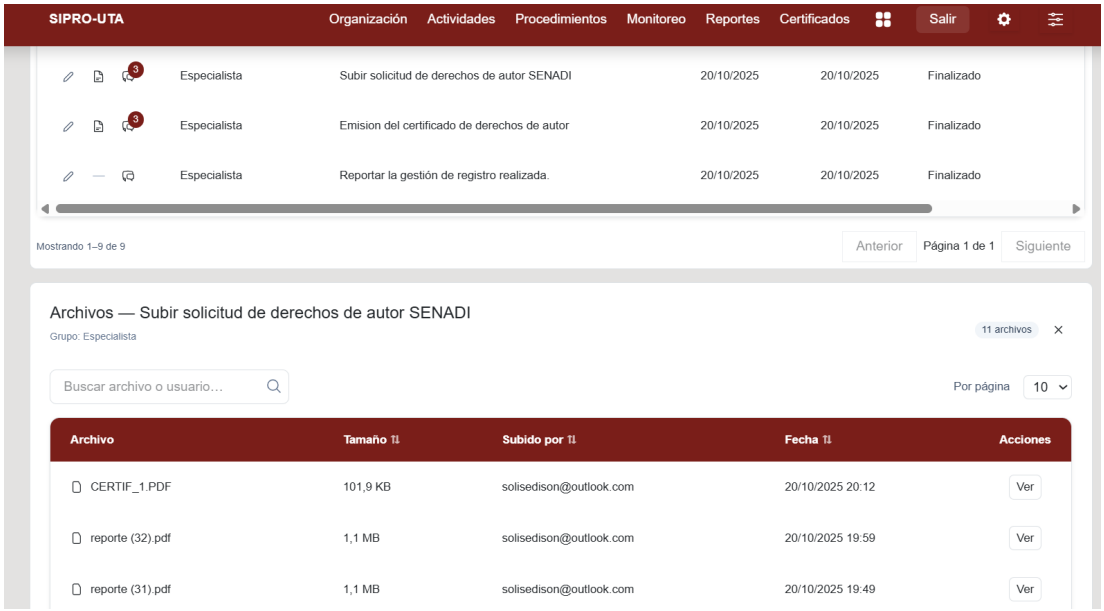


Figura 53. Lista de archivos generados en la instancia del proceso dentro del módulo de monitoreo.

3.11.5 Visualización de comentarios asociados a las actividades

La Figura 54 muestra la sección donde se presentan los comentarios registrados en cada actividad, organizados cronológicamente y asociados al grupo o usuario responsable. Esto permite entender el contexto de la ejecución, revisar instrucciones previas o validar decisiones tomadas durante el avance del flujo.

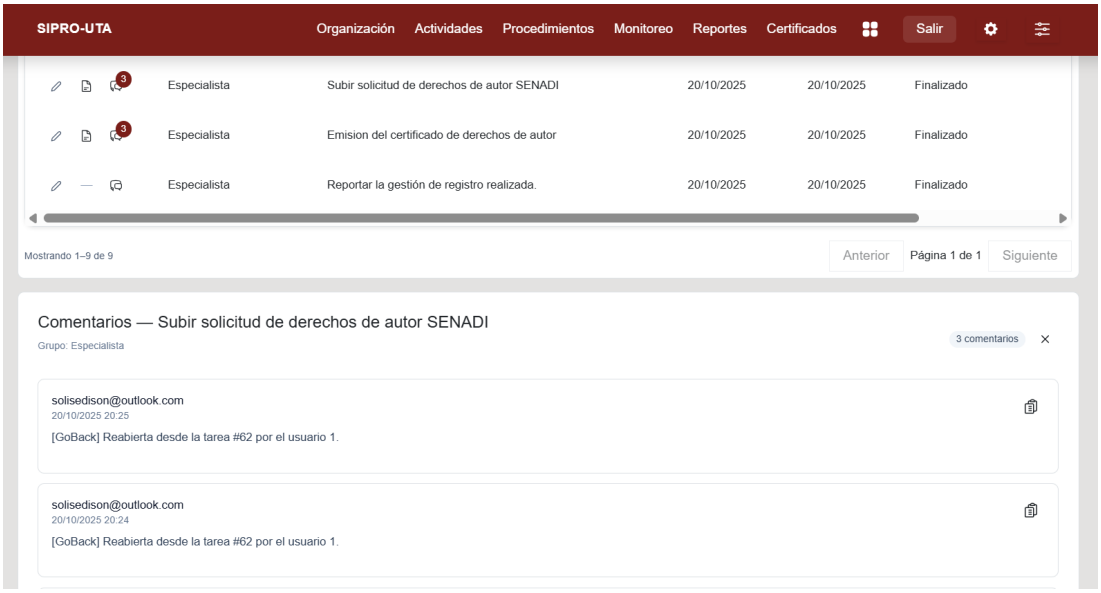


Figura 54. Comentarios asociados a una actividad ejecutada dentro de una instancia monitoreada.

3.11.6 Búsqueda y consulta de certificados generados en las actividades

El sistema incorpora una sección dedicada para la búsqueda y consulta de los certificados que son subidos por los usuarios durante la ejecución de las actividades del proceso. En la Figura 55 se muestra esta interfaz, que permite filtrar los documentos por proceso, número, tipo de numeración, rango de fechas, nombre del producto y tipo de producto, facilitando la localización de certificados cargados en tareas específicas. Los resultados se presentan en una tabla que muestra el archivo subido, el proceso al que pertenece, el producto asociado y el número del certificado, incluyendo además la opción de visualizar directamente cada documento. Esta funcionalidad complementa el módulo de monitoreo al centralizar todos los certificados cargados en las actividades, fortaleciendo la trazabilidad documental del sistema.

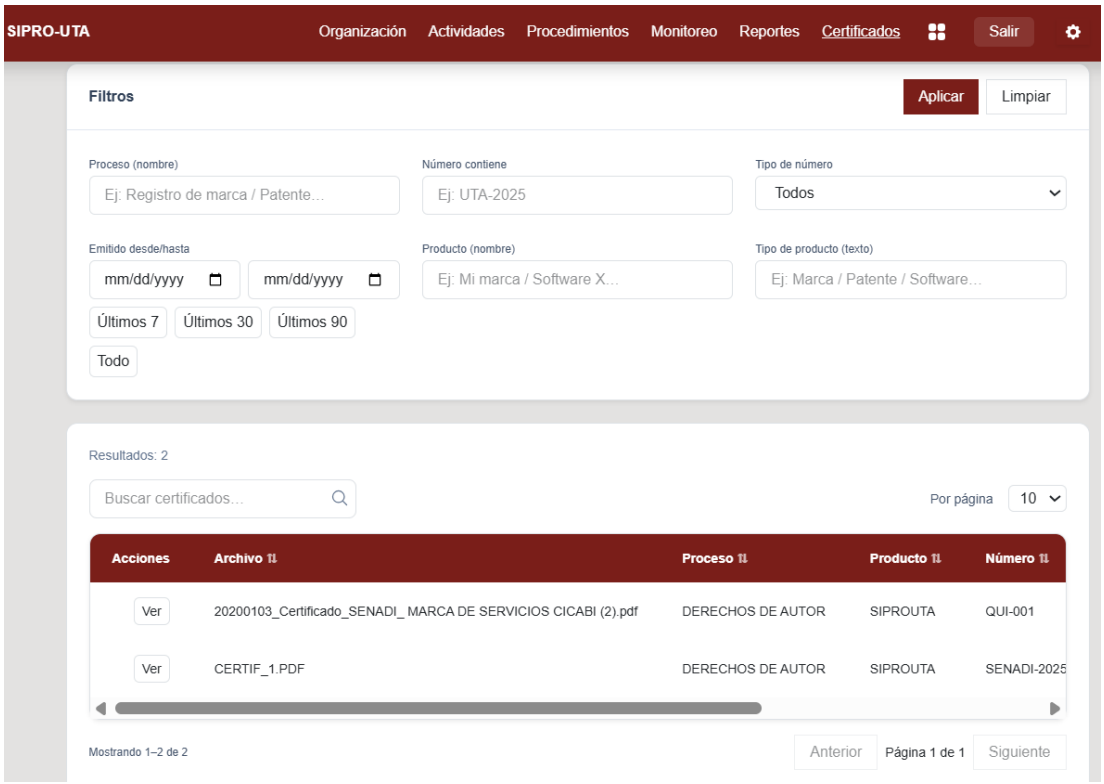


Figura 55. Interfaz de búsqueda y consulta de certificados generados durante las actividades del proceso.

3.12 Configuración

El módulo de configuración del departamento permite administrar los parámetros fundamentales que regulan el funcionamiento interno de cada unidad dentro del sistema. En esta sección se gestionan aspectos clave como la configuración del correo institucional utilizado para el envío de notificaciones automáticas y la administración de los macroprocesos del departamento, dando cumplimiento a los Product Backlog Item correspondientes.

En la Figura 56 se observa la interfaz donde se realiza todo este proceso. En la parte superior se encuentra el formulario para registrar la información del servidor SMTP, incluyendo el correo remitente, las credenciales del usuario, el servidor, el puerto y la activación del protocolo TLS (STARTTLS). Debajo de esta sección se ubica la gestión de macroprocesos, que permite visualizar, crear o editar las categorías principales que organizan los procedimientos del departamento, manteniendo así una estructura interna clara y adaptable a sus necesidades operativas.

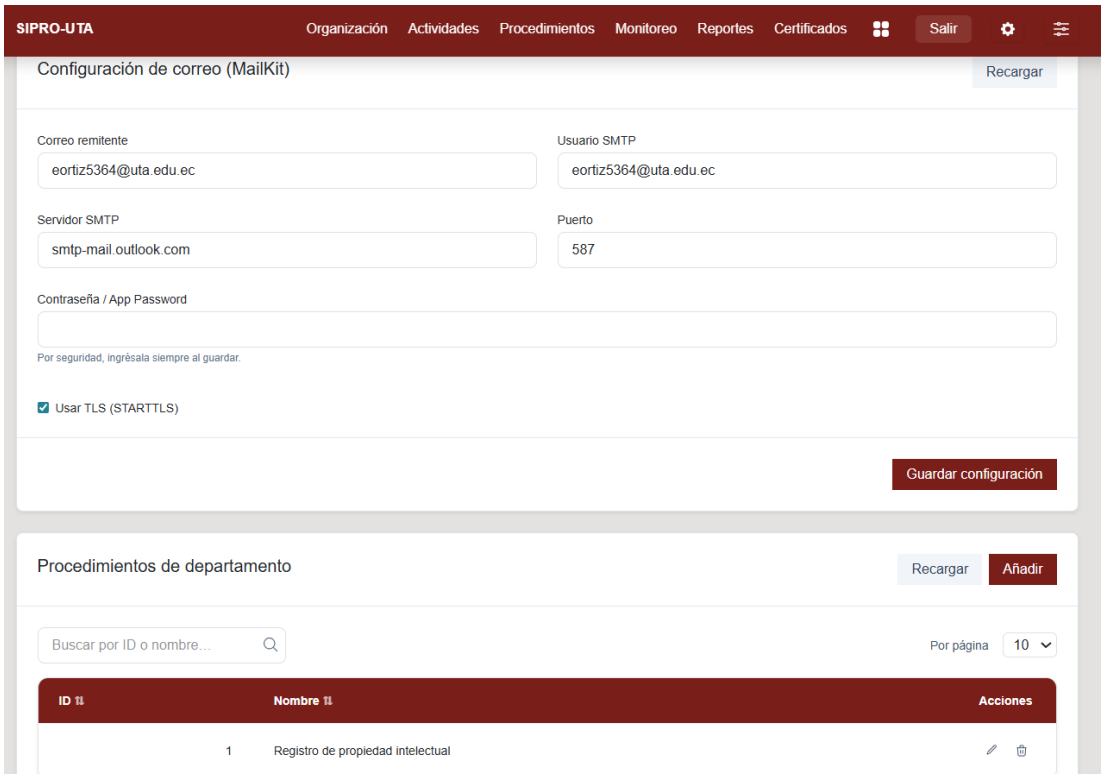


Figura 56. Pantalla de configuración del correo institucional y macroprocesos del departamento.

3.13 Reportes e indicadores

El módulo de Reportes e Indicadores del sistema permite analizar el comportamiento de los procesos mediante filtros avanzados, reportes tabulares detallados e indicadores visuales. Este módulo da cumplimiento a los Product Backlog Item relacionados con la filtración de información, generación de reportes, exportación de resultados e indicadores visuales del estado de los procesos.

En la Figura 57 se muestra la pantalla principal de Reportes, donde el usuario puede aplicar filtros avanzados por estado, departamento, rango de fechas, tipo, funcionario y proceso. Una vez aplicados los criterios, el sistema presenta una vista tabular que detalla cada instancia y actividad registrada, incluyendo el proceso asociado, la tarea ejecutada, estado, fechas de inicio y fin, porcentaje de avance, tipo de producto, modo de ejecución, facultad relacionada y documentación vinculada. Esta funcionalidad corresponde al filtrado de información y a la generación de informes, permitiendo obtener vistas precisas y personalizadas del comportamiento del sistema.

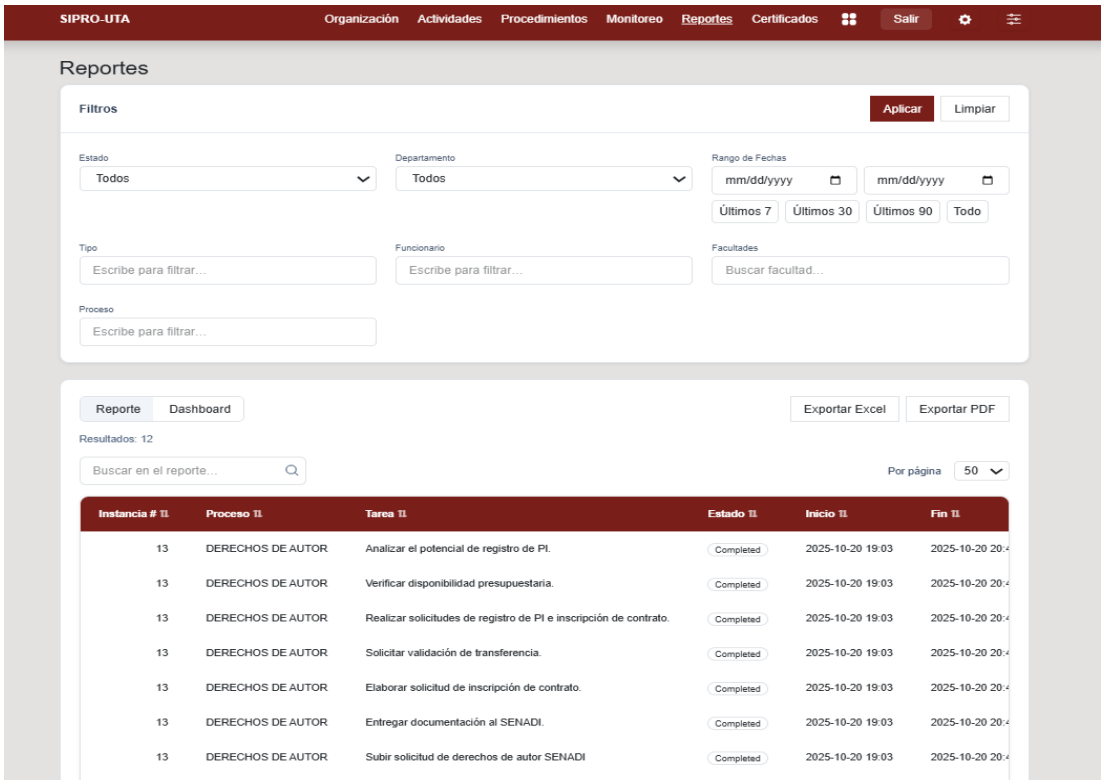
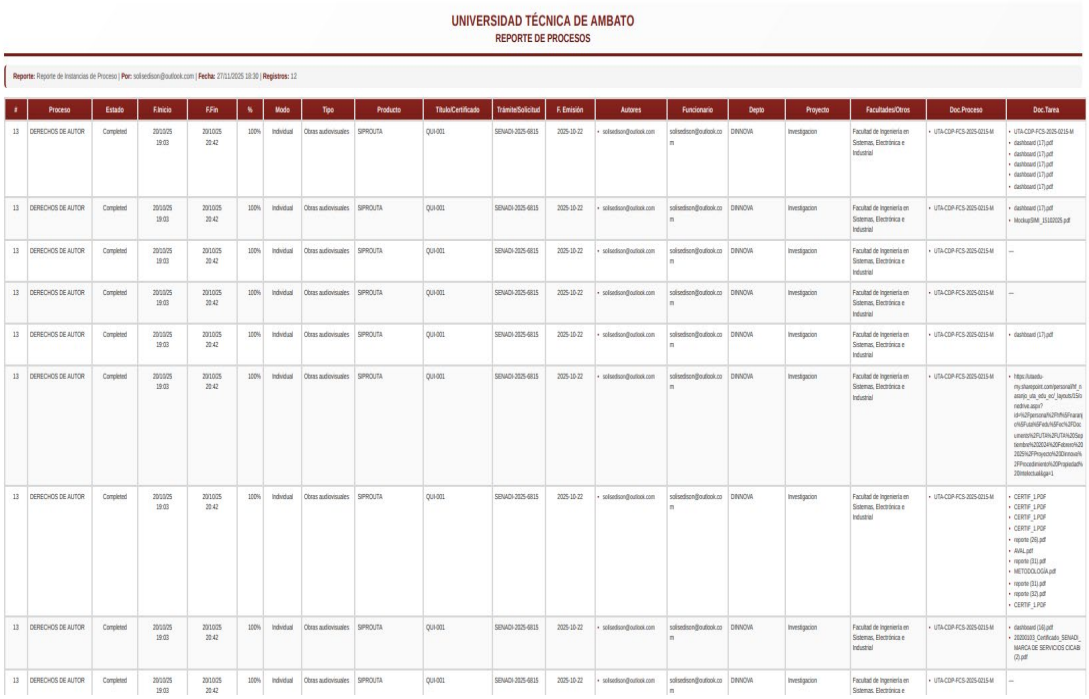


Figura 57. Pantalla de reportes con filtros avanzados y vista tabular de resultados.

Posteriormente, como se aprecia en la Figura 58, el sistema genera un informe detallado con toda la información consolidada, cumpliendo con el Product Backlog Item de generar informe. Este reporte facilita la revisión integral de cada instancia y su trazabilidad a lo largo del proceso.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

REPORTE DE PROCESOS

Reporte: Reporte de Instancias de Proceso | **Por:** solisedison@outlook.com | **Fecha:** 27/11/2025 18:30 | **Registros:** 12

#	Proceso	Estado	F.Inicio	F.Fin	%	Modo	Tipo	Producto	Título/Certificado	TrámiteSolicitud	F. Emisión	Autores	Funcionario	Depto	Proyecto	Facultades/Otros	Doc.Proceso	Doc.Tarea
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	dashboard (17).pdf dashboard (17).pdf dashboard (17).pdf dashboard (17).pdf dashboard (17).pdf dashboard (17).pdf
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	dashboard (17).pdf Mockup SIMI _ 15102025.pdf
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	—
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	—
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	dashboard (17).pdf
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	https://utaedu-my.sharepoint.com/personal/hf_nsantip_uta_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fhfnsantip%5Futa%5Fedu%5Fec%2FDocuments%2FUTA%2FUTA%205to%20semestre%202024%2DFebrero%202025%2FProyecto%20Dinnova%2FProcedimiento%20Propiedad%20Intelectual&ga=1
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	CERTIF_1.PDF CERTIF_1.PDF CERTIF_1.PDF CERTIF_1.PDF reporte (26).pdf AVAL.pdf reporte (31).pdf METODOLOGIA.pdf reporte (31).pdf reporte (32).pdf CERTIF_1.PDF
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	dashboard (16).pdf 20200103_Certificado_SENADI_MARCA DE SERVICIOS CICAB (2).pdf
13	DERECHOS DE AUTOR	Completed	20/10/25 19:03	20/10/25 20:42	100%	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6915	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNOVA	Investigacion	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e	UTA-CGP-FCS-2025-0215-M	—

Figura 58. Informe detallado generado a partir de las instancias registradas en el sistema.

En cuanto a los indicadores visuales, la Figura 59 muestra el Dashboard de Indicadores, donde se presentan métricas generales como el total de instancias, los tipos distintos de procesos ejecutados y los departamentos involucrados. Estas cifras brindan una visión rápida del volumen y diversidad de procesos gestionados dentro del sistema.

Además, el dashboard incluye gráficos de distribución por estado, proceso, proyecto, tipo y facultad, proporcionando una lectura visual clara del comportamiento institucional. Esta funcionalidad cumple con los Product Backlog Item de indicadores de avance y gráficos de estado, permitiendo interpretar de forma inmediata la carga operativa, el progreso y la distribución de los procesos dentro de la organización.



Figura 59. Dashboard de indicadores con métricas globales y gráficos de estado.

La Figura 60 muestra la exportación del informe en formato PDF, donde el sistema genera un documento con encabezados institucionales, metadatos del usuario que produjo el reporte y una tabla estructurada con toda la información filtrada. Este formato es ideal para archivado formal, presentación de resultados y procesos de auditoría interna, ya que conserva el diseño y la integridad visual del reporte generado en el sistema.

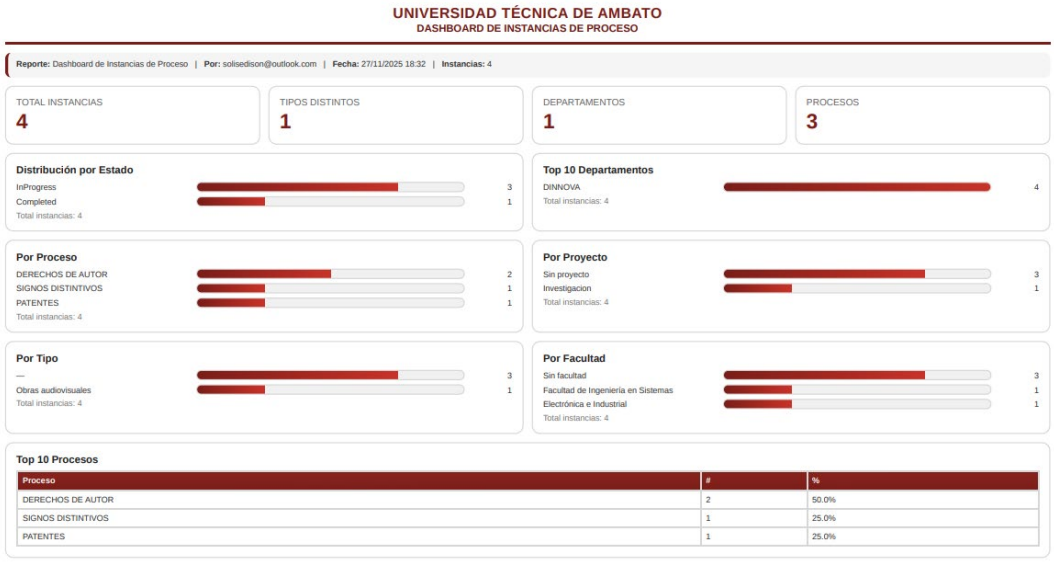
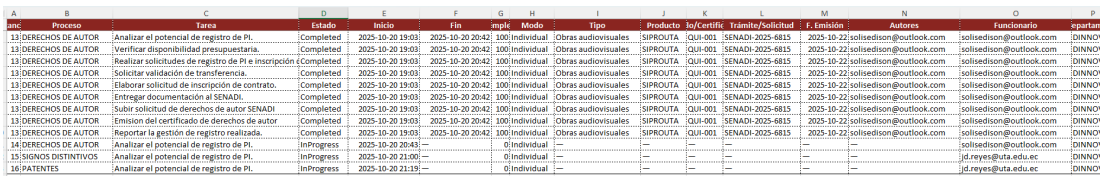


Figura 60. Exportación del informe a PDF.

Por otro lado, la Figura 61 presenta la exportación del informe a formato Excel, opción diseñada para facilitar el análisis flexible de los datos. Este archivo permite manipular la información, aplicar filtros adicionales, generar gráficos externos o integrarse con otras herramientas de análisis estadístico, cumpliendo así con los requerimientos del Product Backlog Item orientado a la exportación de reportes.



anc	Proceso	Tarea	Estado	Inicio	Fin	mple	Modo	Tipo	Producto	lo/Certific	Trámite/Solicitud	F. Emisión	Autores	Funcionario	epartan
13	DERECHOS DE AUTOR	Analizar el potencial de registro de PI.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Verificar disponibilidad presupuestaria.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Realizar solicitudes de registro de PI e inscripción c	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Solicitar validación de transferencia.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Elaborar solicitud de inscripción de contrato.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Entregar documentación al SENADI.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Subir solicitud de derechos de autor SENADI	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Emision del certificado de derechos de autor	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
13	DERECHOS DE AUTOR	Reportar la gestión de registro realizada.	Completed	2025-10-20 19:03	2025-10-20 20:42	100	Individual	Obras audiovisuales	SIPROUTA	QUI-001	SENADI-2025-6815	2025-10-22	solisedison@outlook.com	solisedison@outlook.com	DINNO
14	DERECHOS DE AUTOR	Analizar el potencial de registro de PI.	InProgress	2025-10-20 20:43	—	0	Individual	—	—	—	—	—	—	solisedison@outlook.com	DINNO
15	SIGNOS DISTINTIVOS	Analizar el potencial de registro de PI.	InProgress	2025-10-20 21:00	—	0	Individual	—	—	—	—	—	—	jd.reyes@uta.edu.ec	DINNO
16	PATENTES	Analizar el potencial de registro de PI.	InProgress	2025-10-20 21:19	—	0	Individual	—	—	—	—	—	—	jd.reyes@uta.edu.ec	DINNO

Figura 61. Exportación del informe a Excel.

3.14 Accesibilidad

Para garantizar que el sistema pueda ser utilizado por personas con diferentes necesidades, se consideraron lineamientos de accesibilidad como parte del diseño funcional. Estas mejoras corresponden a los Product Backlog Item relacionados con navegación por teclado, tabulación correcta y uso de etiquetas accesibles.

La implementación futura de estas capacidades se apoyará en las prácticas recomendadas del estándar WAI-ARIA (Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications), el cual proporciona atributos y roles semánticos que permiten mejorar la interacción con lectores de pantalla, dispositivos de asistencia y navegaciones basadas en teclado. A través del uso de atributos como aria-label, aria-labelledby, role, y aria-required, junto con la correcta estructura HTML y el control del orden de tabulación (tabindex), el sistema podrá asegurar que todos los elementos interactivos sean perceptibles, operables y comprensibles para cualquier usuario.

3.15 Pruebas

Las pruebas se enfocaron en validar el comportamiento del motor de flujo de trabajo y del módulo de reportes y monitoreo, asegurando que las reglas de negocio se ejecuten de forma coherente antes de la puesta en producción. Para ello se implementaron pruebas unitarias orientadas a verificar los servicios de backend, los controladores y la gestión de errores en los componentes críticos del sistema.

3.15.1 Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias se desarrollaron dentro del proyecto independiente tesisproject.Tests, siguiendo la arquitectura modular del sistema. Para su implementación se utilizó el framework xUnit, mientras que la ejecución y validación de resultados se realizó mediante el Test Explorer de Visual Studio, permitiendo automatizar, agrupar y visualizar cada uno de los casos de prueba.

Los escenarios diseñados se organizan en dos conjuntos principales:

WorkflowEngineTests: verifican la lógica del motor de flujo de trabajo, incluyendo la creación de tareas, inicio de actividades, avance entre etapas, retrocesos, persistencia del progreso y el marcado final del proceso como completado.

ReportesYMonitoreoTests: validan el comportamiento de los filtros de reportes, la consistencia de la información presentada en el módulo de monitoreo, la disponibilidad de datos en los indicadores y la correcta exportación de reportes en distintos formatos.

En la Figura 62 se muestra el resultado de la ejecución de todas las pruebas desarrolladas. En total se definieron 20 casos, todos aprobados exitosamente (20 passed, 0 failed, 0 skipped), lo que evidencia la estabilidad y consistencia del comportamiento interno del sistema.

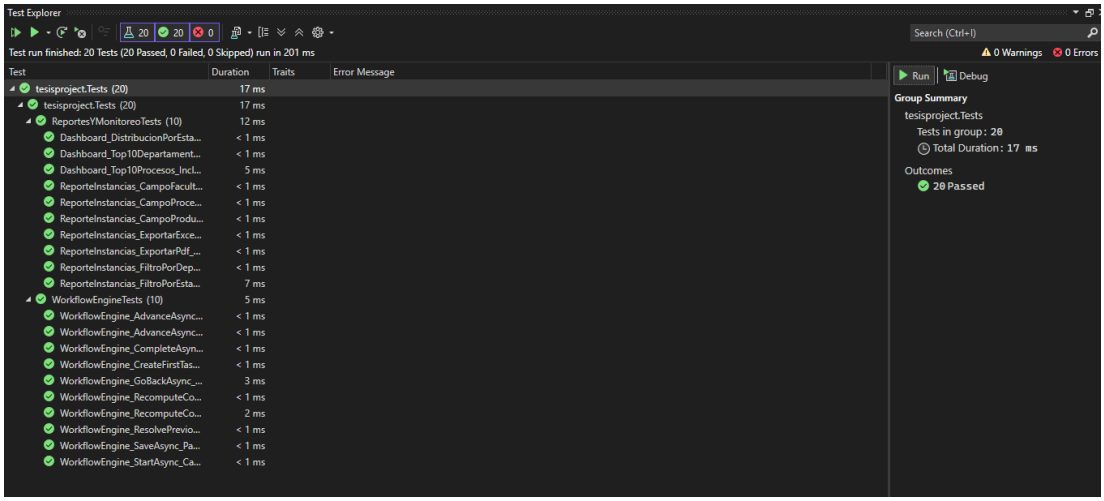


Figura 62. Resultado de la ejecución de pruebas unitarias.as unitarias en el proyecto

3.15.2 Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales se realizaron con el objetivo de validar el comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario final, asegurando que cada flujo operativo cumpla correctamente las reglas del proceso, gestione las actividades adecuadamente y mantenga la integridad del avance dentro del motor de workflow.

A diferencia de las pruebas unitarias, que evalúan componentes aislados, las pruebas funcionales verifican el funcionamiento completo del sistema, desde la interfaz hasta el backend, incluyendo validación de reglas, estados, transiciones y actualización del progreso general del proceso.

Todas las pruebas fueron ejecutadas en un entorno controlado utilizando datos reales del sistema y flujos configurados previamente. Cada caso fue documentado mediante una tabla que detalla condiciones iniciales, pasos de ejecución, datos de entrada, resultados esperados y obtenidos.

a. Prueba funcional 1: creación de instancia del proceso

En esta prueba se verificó la capacidad del usuario para crear nuevas instancias a partir de los procesos definidos. La Tabla 12 muestra la interfaz utilizada para la ejecución del caso.

Tabla 12. Caso de prueba – Crear instancia del proceso.

Campo	**Contenido**
ID	PF-01
Nombre	Crear instancia del proceso
Objetivo	Validar que el usuario puede crear una nueva instancia desde el módulo de procesos.
Precondiciones	Usuario autenticado; proceso publicado; sistema en ejecución.
Datos de entrada	Proceso seleccionado
Pasos	1. Ingresar al módulo de procesos. 2. Seleccionar un proceso. 3. Hacer clic en Crear instancia.
Resultado esperado	Instancia creada en estado *Pending*, registrada y visible en monitoreo.
Resultado obtenido	La instancia se creó correctamente.
Estado	Aprobado

b. Prueba funcional 2: inicio de la primera actividad

Esta prueba garantiza que el usuario puede iniciar correctamente la primera actividad asignada al proceso. La Tabla 13 presenta las condiciones evaluadas y los resultados obtenidos.

Tabla 13. Caso de prueba – Iniciar primera actividad.

Campo	**Contenido**
ID	PF-02
Nombre	Iniciar primera actividad
Objetivo	Verificar que la primera actividad puede pasar de *Pending* a *InProgress*.
Precondiciones	Instancia creada sin actividades iniciadas.
Datos de entrada	Ninguno
Pasos	1. Abrir la instancia. 2. Seleccionar actividad. 3. Clic en Iniciar.
Resultado esperado	La actividad cambia a *InProgress*.

Resultado obtenido	La actividad se inició correctamente.
Estado	Aprobado

c. Prueba funcional 3: completar una actividad

Esta prueba valida que el usuario puede completar una actividad ingresando información o adjuntando archivos según lo requerido. La Tabla 14 resume el procedimiento ejecutado.

Tabla 14. Caso de prueba – Completar actividad.

Campo	**Contenido**
ID	PF-03
Nombre	Completar actividad
Objetivo	Validar que una actividad puede completarse exitosamente.
Precondiciones	Actividad en estado *InProgress*.
Datos de entrada	Datos del formulario / documentos.
Pasos	1. Completar los campos. 2. Guardar y finalizar.
Resultado esperado	La actividad pasa a *Completed* y el avance se actualiza.
Resultado obtenido	Actividad completada con éxito.
Estado	Aprobado

d. Prueba funcional 4: avanzar a la siguiente actividad

Se evaluó la generación de la siguiente actividad del flujo, verificando que las transiciones definidas en el modelo sean aplicadas de manera correcta. La Tabla 15 documenta cada paso aplicado.

Tabla 15. Caso de prueba – Avanzar en el flujo.

Campo	**Contenido**
ID	PF-04
Nombre	Avanzar en el flujo
Objetivo	Verificar que el sistema cree la siguiente actividad de acuerdo con las transiciones configuradas.
Precondiciones	Actividad anterior completada.
Datos de entrada	Ninguno
Pasos	1. Hacer clic en Siguiente. 2. Esperar creación de la nueva actividad.
Resultado esperado	Nueva actividad generada en estado *Pending*.
Resultado obtenido	La siguiente actividad fue creada correctamente.
Estado	Aprobado

e. Prueba funcional 5: retroceder actividad

Esta prueba garantiza que el sistema permite reabrir una actividad anterior cuando el flujo lo requiere, manteniendo trazabilidad mediante comentarios automáticos. La Tabla 16 muestra los resultados completos.

Tabla 16. Caso de prueba – Retroceder actividad.

Campo	**Contenido**
ID	PF-05
Nombre	Retroceder actividad
Objetivo	Validar que una actividad completada puede ser reabierta.
Precondiciones	Actividad completada.
Datos de entrada	Comentario de justificación
Pasos	1. Abrir actividad completada. 2. Seleccionar Retroceder.
Resultado esperado	La actividad anterior pasa a *InProgress* y la actual queda como *Returned*.
Resultado obtenido	Retroceso ejecutado correctamente.
Estado	Aprobado

f. Prueba funcional 6: finalización del proceso

Finalmente, se verificó que el sistema cierre correctamente el flujo cuando la actividad final es completada, estableciendo el 100 % de avance. Los detalles del procedimiento se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Caso de prueba – Finalizar proceso.

Campo	**Contenido**
ID	PF-06
Nombre	Finalizar proceso
Objetivo	Validar el cierre completo del proceso.
Precondiciones	Todas las actividades anteriores completadas.
Datos de entrada	Datos finales de la actividad
Pasos	1. Completar actividad final.
Resultado esperado	El proceso pasa a *Completed* y el avance registra 100 %.
Resultado obtenido	El proceso se cerró correctamente.
Estado	Aprobado

3.16 Implementación

La implementación del sistema se realizó sobre un servidor Linux con Rocky Linux 9.5, utilizando Docker como plataforma de contenedores para aislar y orquestar los componentes principales de la solución. La arquitectura de despliegue se organiza en dos servicios centrales: un backend desarrollado en ASP.NET Core 9 y un frontend construido con Blazor WebAssembly, publicados mediante un servidor web Nginx. Ambos servicios se ejecutan como contenedores independientes y comparten la misma instancia de Docker Engine dentro del servidor. El sistema se integra además con una base de datos SQL Server, encargada de almacenar la información de procesos, usuarios, actividades, documentos y demás entidades del modelo de datos. Esta estructura general, junto con la relación entre cliente, contenedores y base de datos, se resume en la Figura 63, donde se representa la arquitectura completa de implementación.

El backend se empaqueta en una imagen específica de ASP.NET Core preparada para ejecución en producción. Durante el proceso de construcción se utiliza una imagen de SDK para compilar y publicar el proyecto, generando posteriormente una imagen final más liviana que solo contiene los artefactos publicados. En este contenedor se incluyen las dependencias necesarias para la ejecución de Chromium en modo headless, utilizadas por la biblioteca PuppeteerSharp para la generación de documentos y reportes en formato PDF. El servicio expone el puerto interno 8080 y se ejecuta en modo Production. Adicionalmente, se configuran volúmenes de Docker: uno persistente para la caché de Puppeteer y otro tipo bind mount para almacenar los archivos generados por el sistema, de manera que estos se conserven aun cuando el contenedor sea recreado.

El frontend se implementa como una aplicación Blazor WebAssembly publicada como sitio estático. El proyecto se compila y se genera una carpeta de salida con los archivos de la SPA, que se despliegan en una imagen ligera de Nginx. Este contenedor actúa como punto de entrada para los usuarios, sirviendo el contenido estático y redirigiendo todas las solicitudes cuyo prefijo es /api/ hacia el contenedor del backend a través de la red interna de Docker. La orquestación se realiza mediante un archivo de configuración que define dos servicios (api y web), mapea los puertos externos 8080

y 80 del servidor, establece la dependencia del frontend respecto al backend y configura la política de reinicio automático. De esta forma, frontend y backend permanecen desacoplados, pero se comunican de forma transparente para el usuario final, mientras que el backend se conecta a SQL Server mediante la cadena de conexión definida en el entorno de ejecución, centralizando la persistencia de datos.

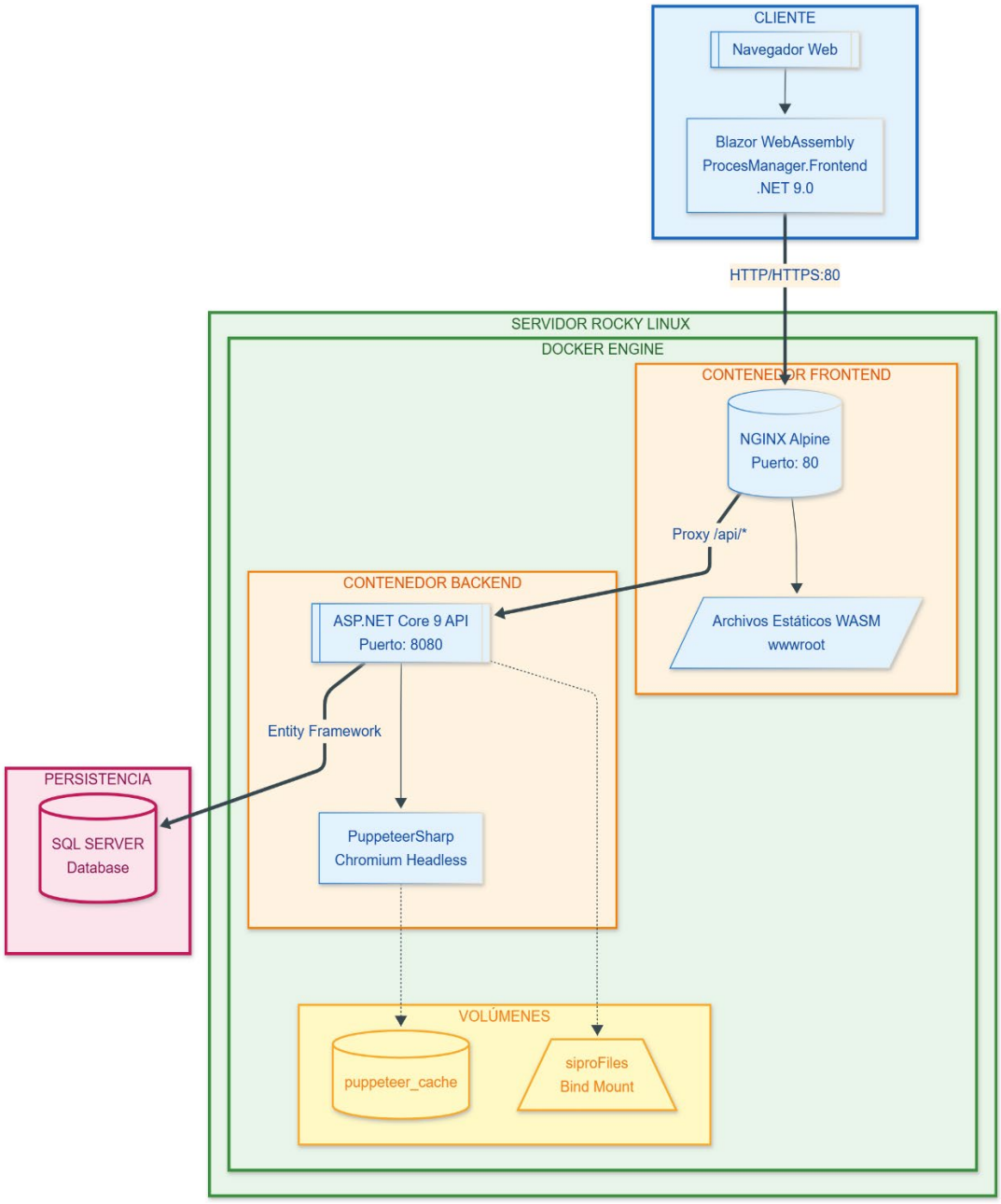


Figura 63. Arquitectura de implementación del sistema.

3.17 Resultados

La presente sección expone los resultados obtenidos durante la evaluación del impacto de la automatización del sistema en la satisfacción de sus usuarios. Para ello, se aplicó un instrumento estandarizado de medición que permitió recopilar percepciones objetivas sobre la eficacia, facilidad de uso, claridad de la información y calidad de la interfaz del sistema. Asimismo, se realizaron análisis estadísticos para validar la confiabilidad del cuestionario aplicado y garantizar que los datos reflejen de manera coherente la experiencia de los participantes. A partir de esta evaluación, se presentan los hallazgos más relevantes, organizados según la selección del instrumento, su justificación, la estructura del cuestionario, el perfil de los encuestados y los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones evaluadas. Estos insumos permiten valorar de forma fundamentada cómo la automatización contribuyó a mejorar la interacción del usuario con los procesos institucionales.

3.17.1 Selección del instrumento de evaluación

Para medir el impacto de la automatización del sistema en la satisfacción de los usuarios, se empleó el CSUQ (Computer System Usability Questionnaire), un instrumento desarrollado por IBM y ampliamente utilizado en estudios de usabilidad. El CSUQ ha sido adaptado en diversos idiomas y contextos, incluyendo una versión validada en español que conserva las dimensiones originales, pero reduce el número de ítems para optimizar su aplicación en entornos institucionales. Dado que esta investigación se desarrolló en un entorno hispanohablante, se utilizó dicha versión adaptada, que mantiene la estructura conceptual del CSUQ original, pero con una redacción localizada y un conjunto depurado de ítems adecuados para sistemas administrativos similares al SIPRO-UTA.

3.17.2 Justificación del uso del CSUQ en la investigación

El CSUQ fue seleccionado porque evalúa precisamente los componentes que la automatización del SIPRO-UTA pretende mejorar: facilidad de uso, rapidez para completar tareas, claridad de la información y satisfacción general del usuario.

Si bien el cuestionario original de IBM consta de 19 ítems, diversas investigaciones en español han desarrollado y validado versiones adaptadas y abreviadas, manteniendo las tres dimensiones principales del instrumento. La versión utilizada en esta investigación corresponde a dicha adaptación, la cual ha demostrado alta confiabilidad, evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach (α), que es una medida estadística utilizada para determinar la consistencia interna de los ítems de un cuestionario. En estudios hispanos donde se ha validado esta adaptación del CSUQ, se han obtenido valores de $\alpha > 0.90$, lo que se considera un nivel de confiabilidad excelente, indicando que los ítems del instrumento miden de manera coherente la misma variable y garantizan la calidad de los datos obtenidos. Esta característica hace que la versión adaptada resulte especialmente adecuada para instituciones donde participan roles operativos y directivos con disponibilidad limitada de tiempo.

Para seleccionar el instrumento adecuado, se compararon diferentes herramientas reconocidas para medir experiencia de usuario, entre ellas CSUQ, SUS y UMUX-Lite. La Tabla 18 resume las principales características de cada una. En este análisis, el CSUQ destacó como la alternativa más apropiada, porque evalúa con mayor profundidad los mismos componentes que la automatización del sistema pretende mejorar: facilidad para completar tareas, rapidez, claridad de la información y satisfacción general del usuario. Esto lo convierte en el método más pertinente para valorar el impacto del sistema SIPRO-UTA en los procesos institucionales.

Tabla 18. Comparación de herramientas de evaluación de usabilidad.

Herramienta	Qué evalúa	Ventajas	Desventajas	Pertinencia
CSUQ (IBM)	Facilidad de uso, rapidez para realizar tareas, claridad de la información, satisfacción global	Muy detallado; mide dimensiones relevantes para sistemas institucionales; excelente confiabilidad (>0.90); resultados altamente interpretables	Más extenso que otras herramientas; toma un poco más de tiempo responder	La mejor opción, porque evalúa eficacia, información y satisfacción, exactamente lo que se buscaba medir tras automatizar los procesos
SUS (System Usability Scale)	Usabilidad general del sistema	Muy rápido de aplicar; ampliamente validado; fácil de comparar con benchmarks	No evalúa calidad de la información ni satisfacción específica; preguntas más generales	Útil pero insuficiente, porque el sistema requiere evaluar claridad de información y apoyo a tareas complejas

UMUX-Lite	Percepción global de usabilidad alineada con ISO 9241	Extremadamente rápido; buena correlación con SUS; útil para evaluaciones rápidas	No permite análisis detallado; no identifica dimensiones específicas	No adecuado, porque no explica por qué el usuario está satisfecho o no

3.17.3 Estructura del cuestionario CSUQ

El cuestionario utilizado corresponde a la versión adaptada en español del CSUQ, conformada por 13 ítems, evaluados mediante una escala Likert de 1 a 7, donde 1 corresponde a "Totalmente en desacuerdo" y 7 a "Totalmente de acuerdo". La estructura del cuestionario se organiza en cuatro dimensiones, acorde a la versión validada en español y alineada con los ítems aplicados a los usuarios del sistema.

a. Calidad del Sistema (System Usefulness – SU)

Evalúa la percepción del usuario sobre la eficacia, rapidez y facilidad para completar tareas utilizando el sistema.

Ítems:

1. El sistema me ayuda a completar mis tareas de manera eficaz.

2. El sistema me permite realizar mis tareas con rapidez.

3. Me resulta fácil realizar mis tareas utilizando este sistema.

4. El sistema es fácil de usar.

5. Es fácil aprender a utilizar este sistema.

b. Calidad de la Información (Information Quality – IQ)

Evalúa la claridad, suficiencia, comprensión y utilidad de la información presentada por el sistema.

Ítems:

6. La información que presenta el sistema es clara.

7. La información del sistema es fácil de entender.

8. La información del sistema es adecuada y suficiente.

9. La información del sistema es útil para completar mis tareas.

c. Calidad de la Interfaz (Interface Quality – IFQ)

Valora la organización visual del sistema y la facilidad con la que el usuario puede encontrar elementos en pantalla.

Ítems:

10. La interfaz del sistema es agradable.

11. La organización de la información en la pantalla es clara.

12. La interfaz facilita encontrar lo que necesito.

d. Satisfacción Global (Overall Satisfaction – OS)

Mide la satisfacción general del usuario respecto al sistema.

Ítem:

13. Estoy satisfecho con el sistema en general.

3.17.4 Participantes de la evaluación

La encuesta fue aplicada a seis participantes clave del flujo institucional, seleccionados de manera intencional por su relación directa con los procesos que gestiona el sistema SIPRO-UTA. En la Tabla 19 se detalla el perfil de los encuestados, donde se incluyen dos profesionales del área de Propiedad Intelectual (especialista y analista), el director del departamento responsable y dos profesionales de la Dirección de Gestión de la Calidad (DIGC). Estos perfiles representan tanto a quienes operan diariamente el sistema en la carga y seguimiento de trámites, como a quienes toman decisiones y

supervisan el cumplimiento de los procesos y estándares de calidad dentro de la institución.

Tabla 19. Perfil de los participantes en la evaluación de satisfacción del sistema.

Cargo	Área
Especialista en Propiedad Intelectual	DINNOVA
Analista en Propiedad Intelectual	DINNOVA
Director	DINNOVA
Director	DIGC
Profesional	DIGC
Profesional	DIGC

3.17.5 Análisis de las preguntas

Como se observa en la Figura 64, el 83,3 % de los participantes seleccionó "Totalmente de acuerdo" y el 16,7 % "De acuerdo", evidenciando una valoración plenamente positiva. Este ítem forma parte de la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU) del CSUQ, por lo que los resultados indican que los usuarios perciben que la automatización realmente mejora su capacidad para completar tareas de manera eficaz. La ausencia de respuestas neutras o negativas refuerza la solidez de esta percepción.

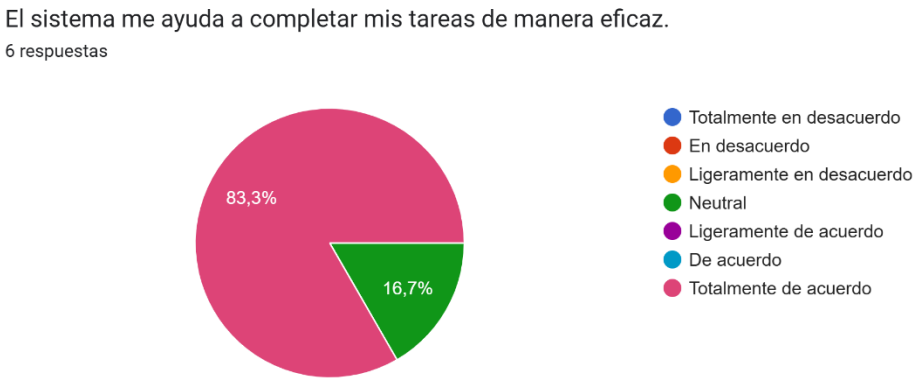


Figura 64. Resultados del ítem 1 del cuestionario CSUQ.

Como se aprecia en la Figura 65, el 50 % de los usuarios seleccionó “Totalmente de acuerdo”, el 33,3 % “De acuerdo” y el 16,7 % restante “Neutral”, mostrando una valoración mayoritariamente favorable respecto a la rapidez con la que el sistema permite completar las tareas. Esta pregunta pertenece a la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU), y los resultados evidencian que la automatización no solo facilita el trabajo, sino que también contribuye a reducir los tiempos de ejecución para la mayoría de los participantes. La presencia de una respuesta neutral sugiere que aún existen oportunidades de optimización, aunque la percepción general sigue siendo claramente positiva.

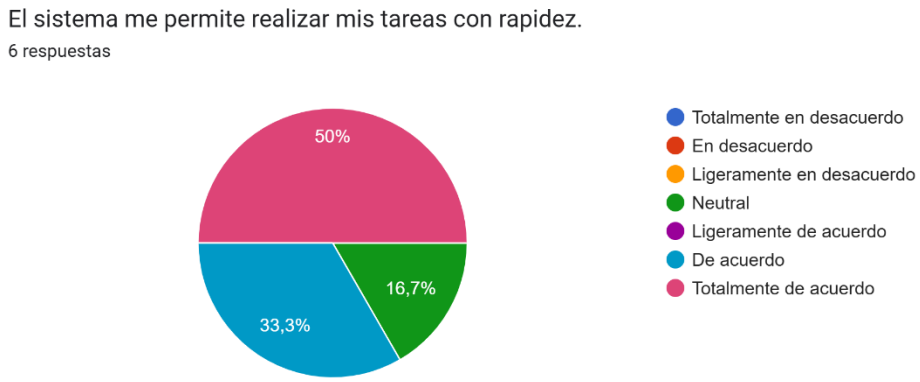


Figura 65. Resultados del ítem 2 del cuestionario CSUQ.

Como se muestra en la Figura 66, el 50 % de los participantes indicó “Totalmente de acuerdo” y el 50 % “De acuerdo”, reflejando una percepción unánimemente positiva sobre la facilidad para realizar tareas dentro del sistema. Este ítem pertenece a la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU), por lo que los resultados evidencian que la plataforma no solo agiliza el trabajo, sino que también ofrece una experiencia intuitiva para distintos perfiles de usuario. La ausencia de respuestas neutrales o negativas confirma que el aprendizaje y uso cotidiano del sistema no representa una barrera para los participantes. Este nivel de concordancia indica que el sistema reduce fricciones en el flujo de trabajo. Además, su usabilidad consistente favorece la adaptación de nuevos usuarios. En conjunto, estos aspectos consolidan una percepción estable de eficiencia operativa.

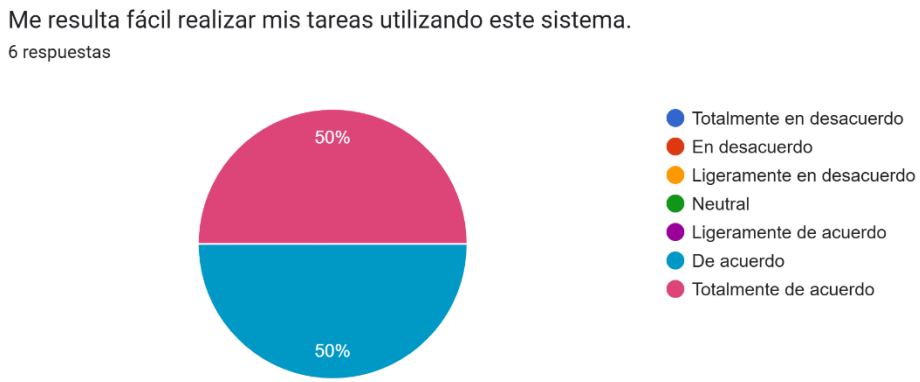


Figura 66. Resultados del ítem 3 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 67 se observa una distribución equilibrada: el 50 % de los participantes seleccionó “Totalmente de acuerdo” y el 50 % “De acuerdo”. Este patrón simétrico indica que, aunque existe una ligera diferencia en el grado de satisfacción, todos los usuarios coinciden en que el sistema es fácil de usar, sin que aparezcan dudas o experiencias negativas. El hecho de que las respuestas se concentren únicamente en los dos niveles más altos de la escala sugiere que la plataforma ofrece una interacción clara y sin fricciones, permitiendo que distintos perfiles tanto operativos como directivos— puedan desenvolverse sin esfuerzo. Al tratarse de un ítem perteneciente a la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU), este resultado confirma que la automatización fue implementada de manera comprensible y que la usabilidad general del sistema se percibe como sólida y bien lograda.

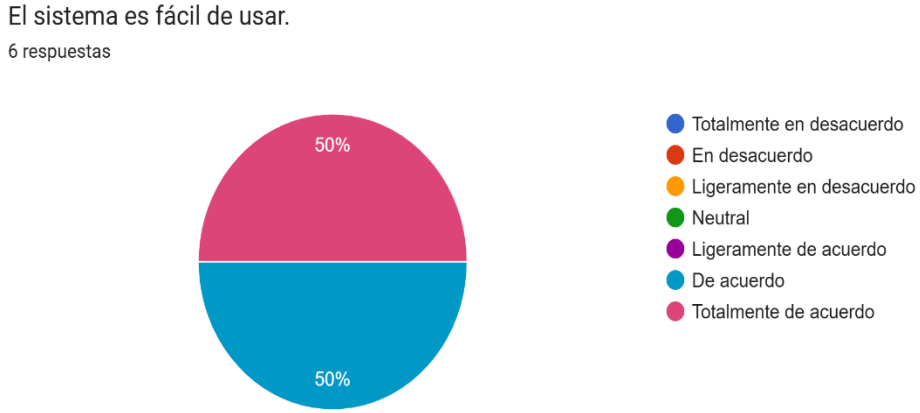


Figura 67. Resultados del ítem 4 del cuestionario CSUQ.

Como se muestra en la Figura 68, el 50 % de los participantes indicó “Totalmente de acuerdo”, mientras que un 33,3 % seleccionó “De acuerdo” y el 16,7 % restante optó por una postura “Neutral”. Este ítem pertenece a la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU) y evalúa la facilidad de aprendizaje del sistema. Los resultados sugieren que, si bien la mayoría considera que aprender a utilizar la plataforma es sencillo, existe un pequeño grupo que mantiene una posición neutral, posiblemente relacionado con diferencias individuales en experiencia tecnológica, nivel de capacitación previa o tiempo de exposición al sistema. Aun así, la ausencia de respuestas negativas refuerza la percepción general de que el proceso de aprendizaje no representa una dificultad para los usuarios.

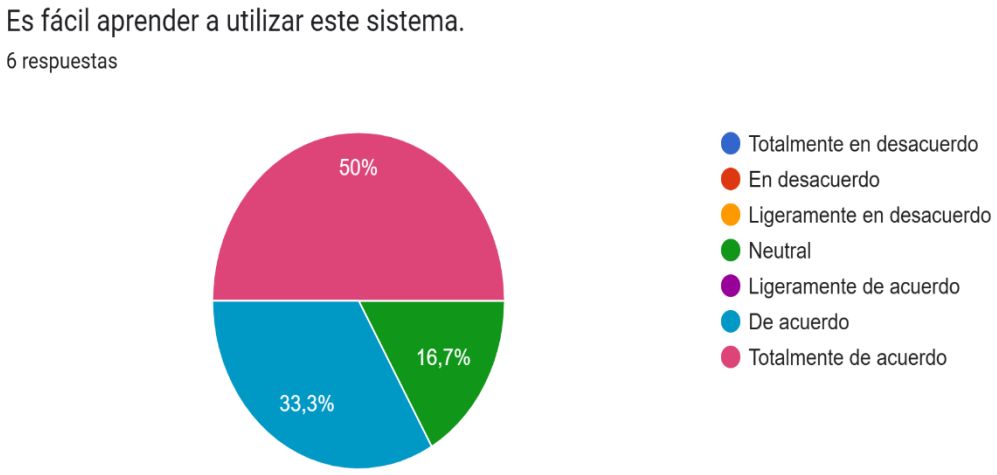


Figura 68. Resultados del ítem 5 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 69 se observa que el 66,7 % de los participantes seleccionó “Totalmente de acuerdo” y el 33,3 % “De acuerdo”, lo que evidencia una valoración altamente positiva respecto a la claridad de la información presentada por el sistema. Este ítem forma parte de la dimensión Calidad de la Información (Information Quality – IQ) del CSUQ, encargada de evaluar si los datos mostrados por la plataforma son comprensibles y útiles para el usuario. La ausencia de respuestas neutrales o negativas sugiere que la presentación del contenido está bien estructurada y que los usuarios pueden interpretar la información sin dificultades. En conjunto, estos resultados indican que el sistema comunica de manera efectiva lo que requiere cada proceso, alineándose correctamente con las necesidades operativas de quienes lo utilizan.

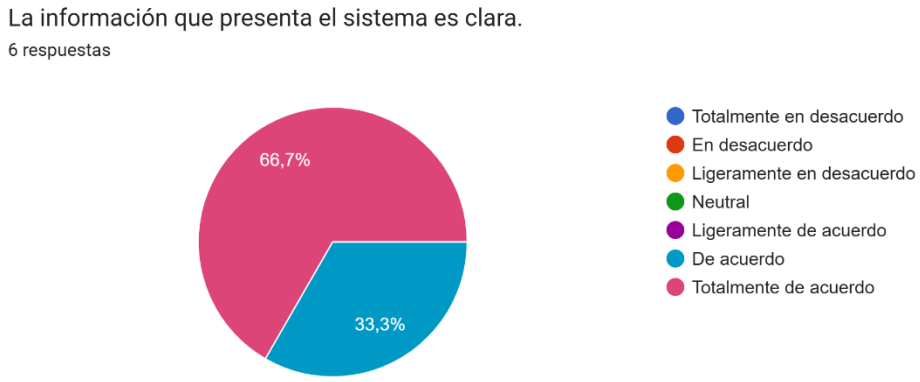


Figura 69. Resultados del ítem 6 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 70 puede verse que las opiniones están divididas exactamente a la mitad entre “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo”. Esta distribución muestra que todos los participantes perciben la información del sistema como comprensible, aunque con distintos grados de convicción. Al pertenecer a la dimensión Calidad de la Información (Information Quality – IQ), este ítem permite evidenciar que el contenido mostrado por la plataforma se interpreta sin mayor esfuerzo y que el lenguaje utilizado resulta claro para quienes trabajan con el sistema. El equilibrio entre ambas opciones también sugiere que, aun cuando algunos usuarios expresan máxima satisfacción, otros consideran que el sistema es suficientemente claro sin llegar al nivel de excelencia absoluta. En cualquier caso, la interpretación general es positiva y apunta a que el diseño informativo cumple adecuadamente su función dentro del proceso automatizado.

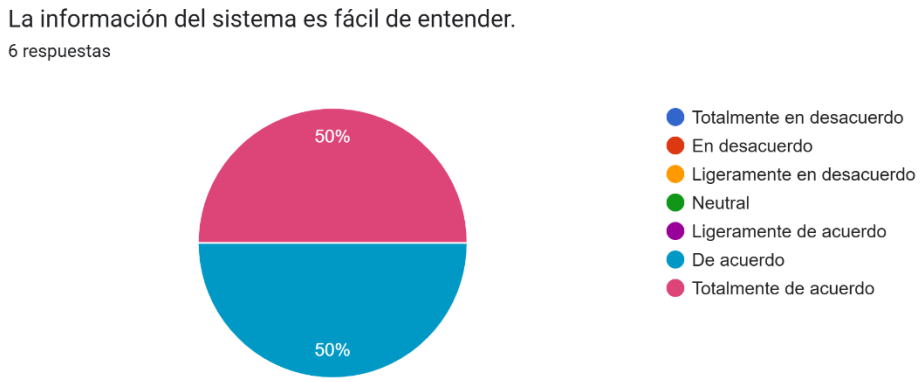


Figura 70. Resultados del ítem 7 del cuestionario CSUQ.

Según se observa en la Figura 71, el 66,7 % de los participantes eligió “De acuerdo”, mientras que el 33,3 % indicó “Totalmente de acuerdo”. Esta combinación muestra que, en general, los usuarios perciben que la información ofrecida por el sistema es suficiente para llevar adelante sus actividades sin contratiempos. Como parte de la dimensión Calidad de la Información (Information Quality – IQ), este ítem permite valorar si el contenido entregado por la plataforma cubre realmente las necesidades operativas del proceso. El predominio de valoraciones positivas sugiere que la cantidad y el nivel de detalle de la información son adecuados para el trabajo diario. Además, la diferencia entre quienes están simplemente conformes y quienes expresan una satisfacción total puede relacionarse con el tipo de tareas que cada uno realiza, ya que algunos perfiles demandan más contexto que otros. Aun así, la tendencia global apunta a que el sistema proporciona datos claros y suficientes para apoyar las funciones institucionales.

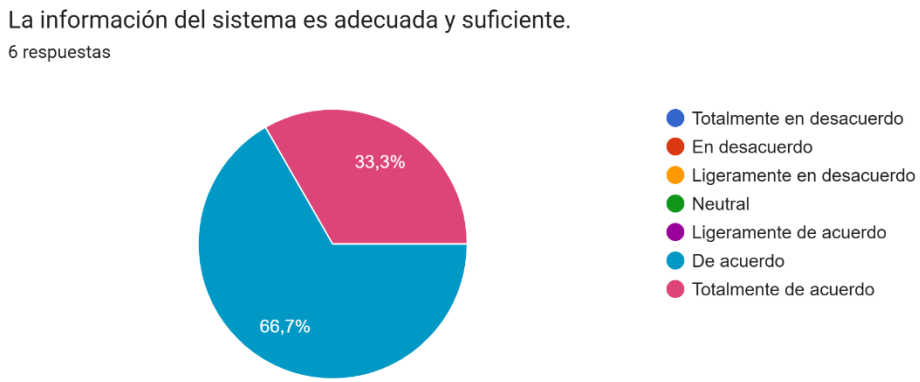


Figura 71. Resultados del ítem 8 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 72 se observa que el 50 % de los participantes indicó “Totalmente de acuerdo”, otro 33,3 % “De acuerdo” y el 16,7 % restante se mantuvo “Neutral”, mostrando una valoración mayoritariamente positiva sobre la utilidad de la información para completar tareas. Este ítem pertenece a la dimensión Calidad de la Información (Information Quality – IQ), que evalúa si el contenido mostrado aporta valor real al trabajo del usuario. Aunque una minoría no adopta una postura clara, la mayoría confirma que la información entregada por el sistema es funcional y contribuye efectivamente al desarrollo de las actividades institucionales.



Figura 72. Resultados del ítem 9 del cuestionario CSUQ.

Como se muestra en la Figura 73, el 50 % de los participantes seleccionó “Totalmente de acuerdo” y el 50 % “De acuerdo”, lo que refleja una valoración uniformemente positiva sobre la apariencia y estética del sistema. Este ítem corresponde a la dimensión Calidad de la Interfaz (Interface Quality – IFQ), encargada de evaluar los aspectos visuales y de diseño presentes en la plataforma. En conjunto, las respuestas sugieren que la interfaz resulta agradable y visualmente cómoda para quienes la utilizan, lo que facilita una interacción más fluida y contribuye a una percepción general favorable entre los distintos perfiles institucionales.

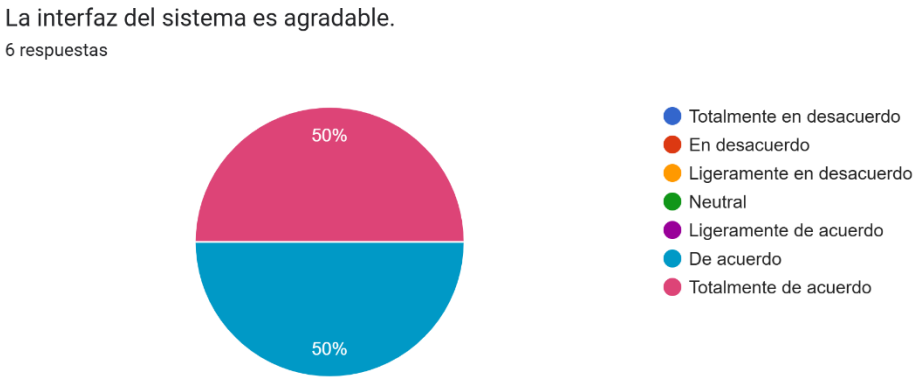


Figura 73. Resultados del ítem 10 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 74 se aprecia una distribución equilibrada, donde el 50 % de los participantes seleccionó “Totalmente de acuerdo” y el 50 % “De acuerdo”, lo que demuestra que todos los usuarios valoran positivamente la organización de la información en pantalla. Este ítem forma parte de la dimensión Calidad de la Interfaz

(Interface Quality – IFQ), que examina cómo se disponen y ordenan los elementos visuales en la plataforma. En conjunto, los resultados sugieren que la estructura del sistema es clara y ayuda a que los usuarios encuentren lo que necesitan sin complicaciones, favoreciendo una navegación más fluida y eficiente.

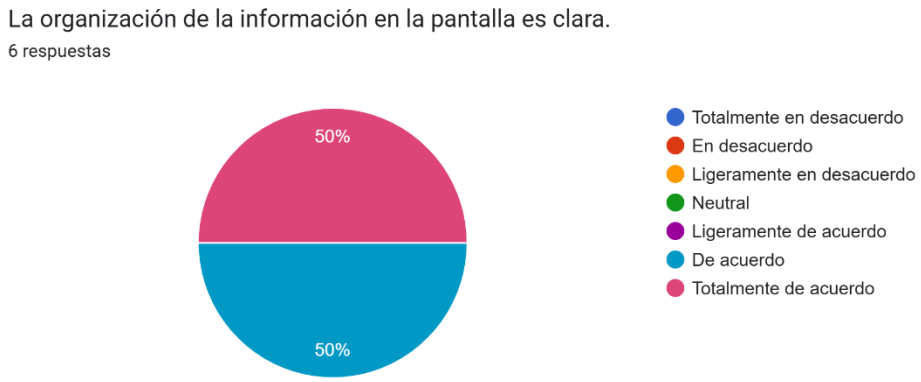


Figura 74. Resultados del ítem 11 del cuestionario CSUQ.

En la Figura 75 se observa que el 50 % de los participantes seleccionó “Totalmente de acuerdo”, mientras que el 33,3 % eligió “De acuerdo” y otro 16,7 % se mantuvo “Neutral”. Este ítem forma parte de la dimensión Calidad de la Interfaz (Interface Quality – IFQ), que evalúa la facilidad para localizar elementos dentro del sistema. Los resultados indican que la mayoría de los usuarios considera que la interfaz permite encontrar rápidamente la información o funciones que necesitan, aunque una parte minoritaria no expresa una opinión firme, lo que podría relacionarse con niveles diferentes de familiaridad con el sistema.



Figura 75. Resultados del ítem 12 del cuestionario CSUQ.

Según se observa en la Figura 76, la mayoría de los participantes (66,7 %) expresa un nivel de satisfacción muy alto con el sistema al elegir “Totalmente de acuerdo”. Un segundo grupo, más reducido (16,7 %), lo valora de forma positiva indicando “De acuerdo”, mientras que un porcentaje similar adopta una postura neutral. Aunque no todos coinciden en el mismo grado de entusiasmo, el balance general muestra que el sistema genera una impresión favorable y que cumple con lo que los usuarios esperan de él. Este ítem, asociado a la dimensión de Satisfacción Global, refleja cómo perciben el sistema en su conjunto, más allá de funciones puntuales. En este caso, la distribución sugiere que la experiencia de uso es buena y que la automatización ha logrado consolidarse como una herramienta confiable y útil dentro del entorno institucional.

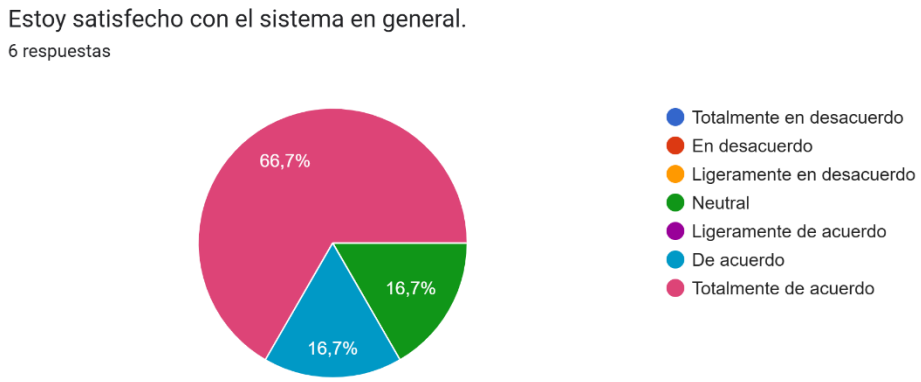


Figura 76. Resultados del ítem 13 del cuestionario CSUQ.

A partir del análisis conjunto de los 13 ítems del CSUQ se identifica un comportamiento general claramente favorable. Aunque en varios ítems aparecieron respuestas “Neutral”, ningún usuario expresó desacuerdo, y la mayoría de las valoraciones se concentró entre “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”. Esto indica que, si bien no todos manifiestan un nivel de entusiasmo máximo, la percepción global del sistema es predominantemente positiva.

En la dimensión Calidad del Sistema (System Usefulness – SU), los participantes señalaron que el sistema les ayuda a completar sus tareas con eficacia, que resulta cómodo de utilizar y que el aprendizaje inicial no presenta mayores dificultades. Este conjunto de respuestas sugiere que la automatización ha logrado reducir la carga operativa y facilitar el trabajo diario. Además, en los comentarios recogidos durante la encuesta, varios usuarios mencionaron que eligieron la opción “De acuerdo” y no

“Totalmente de acuerdo” porque, aunque consideran que el sistema funciona bien, creen que siempre existe margen para seguir mejorando y optimizando ciertos procesos.

En la dimensión Calidad de la Información (Information Quality – IQ), los ítems obtuvieron valoraciones altas, las cuales reflejan que la información mostrada por el sistema es clara, comprensible y suficiente para las actividades institucionales. Las respuestas neutrales observadas en algunos casos parecen reflejar diferencias en las tareas específicas que realiza cada usuario, más que problemas en la calidad del contenido.

En cuanto a la Calidad de la Interfaz (Interface Quality – IFQ), los usuarios valoraron positivamente la organización visual del sistema, destacando que la disposición de los elementos facilita encontrar funciones e información sin mayores complicaciones. La percepción general apunta a una interfaz ordenada, agradable y alineada con las necesidades del flujo institucional.

Finalmente, en la dimensión de Satisfacción Global, la mayoría expresó niveles altos de conformidad, considerando que el sistema cumple con lo esperado y apoya adecuadamente su trabajo cotidiano. Tal como señalaron algunos participantes, la presencia ocasional de respuestas “De acuerdo” en lugar de “Totalmente de acuerdo” no implica una valoración negativa, sino un reconocimiento de que el sistema es funcional, pero aún podría fortalecerse con mejoras futuras.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que la automatización implementada a través del sistema tiene un impacto positivo y consistente en la experiencia de los usuarios, al tiempo que los comentarios cualitativos evidencian una disposición favorable hacia la mejora continua.

3.17.6 Análisis de fiabilidad del cuestionario CSUQ (Alfa de Cronbach)

Para evaluar la consistencia interna del cuestionario CSUQ aplicado a los usuarios del sistema SIPRO-UTA, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach utilizando los valores de los 13 ítems respondidos por los cinco participantes. Como se observa en la Tabla 20, la varianza total de los ítems fue de 70,33 mientras que la sumatoria de varianzas

individuales alcanzó 8,7. A partir de estos valores, el coeficiente resultante fue α = 0,9489, lo cual representa un nivel de fiabilidad excelente según los criterios estadísticos aceptados (α ≥ 0,90).

Este resultado indica que los ítems del cuestionario presentan una alta correlación entre sí y miden de manera coherente el mismo constructo: la satisfacción del usuario con el sistema. En otras palabras, las respuestas fueron consistentes y estables entre los encuestados, validando estadísticamente el uso del CSUQ como instrumento para evaluar el impacto de la automatización en la experiencia de uso dentro de la institución.

Tabla 20. Cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach para el cuestionario CSUQ.

ENCUESTADOS	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	ITEM 12	ITEM 13	SUMA
E1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	91
E2	4	4	6	6	4	6	6	6	4	6	6	4	4	66
E3	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	90
E4	7	6	6	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	87
E5	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	83
E6	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	81
VARIANZA	1.25	1.138889	0.25	0.25	1.138889	0.222222	0.25	0.222222	1.138889	0.25	0.25	1.138889	1.222222	
SUMATORIA DE VARIANZAS	8.7													
VARIANZA DE SUMATORIA DE ITEMS	70.33333													
COEFICIENTE	0.948986													
NUMERO DE ITEMS	13													
SUMATORIA DE VARIANZAS	8.7													
VARIANZA TOTAL	70.33333													

3.17.7 Prueba t-Student (prueba t basada en la distribución t de Student)

La prueba t de Student es una técnica estadística ampliamente utilizada en investigaciones aplicadas para determinar si la media observada en un conjunto de datos difiere significativamente de un valor de referencia. Su propósito es evaluar si las diferencias encontradas pueden atribuirse al efecto real de un fenómeno o si, por el contrario, son producto del azar o de variaciones muestrales. Este tipo de prueba resulta especialmente adecuado cuando el tamaño de la muestra es pequeño como ocurre en evaluaciones institucionales con grupos de usuarios reducidos y cuando los datos se expresan mediante escalas continuas o cuasi-continuas, como las escalas Likert utilizadas en estudios de usabilidad.

En el contexto de esta investigación, la prueba t-Student permite analizar si el nivel de satisfacción y usabilidad percibida por los usuarios del sistema SIPRO-UTA es

estadísticamente superior al punto neutral de la escala empleada. Dado que el CSUQ utiliza una escala de 1 a 7 donde el valor 4 representa una postura neutral, la t-Student constituye una herramienta adecuada para contrastar si los puntajes obtenidos reflejan una percepción realmente positiva del sistema o si los resultados pudieran considerarse equivalentes a una valoración neutra.

a. Pregunta estadística 1

¿El nivel promedio de satisfacción reportado por los usuarios del sistema SIPRO-UTA es superior al valor neutral de la escala del CSUQ (4/7)?

b. Hipótesis estadísticas 1

Para responder a la pregunta planteada y determinar si la satisfacción reportada por los usuarios supera realmente el nivel neutral de la escala, se formulan las siguientes hipótesis que guían el contraste estadístico:

- ***Hipótesis nula (H_0):***

El nivel medio de satisfacción y usabilidad percibida por los usuarios del sistema SIPRO-UTA no es superior al nivel neutral de la escala del CSUQ.

- ***Hipótesis alternativa (H_1):***

El nivel medio de satisfacción y usabilidad percibida por los usuarios del sistema SIPRO-UTA es significativamente superior al nivel neutral de la escala del CSUQ, evidenciando una percepción positiva del sistema.

c. Cálculo de la media y desviación estándar global

La Tabla 21 recoge los promedios obtenidos por cada uno de los seis participantes a partir de los trece ítems del cuestionario CSUQ. Con estos valores se calculó una media global de 6,4, lo que significa que, en términos generales, los usuarios valoraron el sistema muy cerca del nivel 6 en una escala de 1 a 7. Este resultado muestra una apreciación claramente positiva sobre la experiencia de uso. Además, la desviación estándar es de 0,71 aproximado, esto indica que las respuestas entre los diferentes participantes fueron bastante similares, ya que la variación entre sus promedios es baja.

Esto sugiere que, independientemente del rol o área de cada usuario, la percepción del sistema fue relativamente uniforme.

Tabla 21. Promedios por encuestado, media global y desviación estándar del CSUQ.

ENCUESTADOS	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	ITEM 12	ITEM 13	PROMEDIO
E1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
E2	4	4	6	6	4	6	6	6	4	6	6	4	4	5.076923
E3	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6.923077
E4	7	6	6	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	6.692308
E5	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	6.384615
E6	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6.230769
MEDIA GLOBAL	6.4													
DESVIACION ESTANDAR	0.706688													
TAMAÑO DE LA MUESTRA	6													

d. Fórmula de la T-Student (una muestra)

Aunque a simple vista los resultados del cuestionario parecen concentrarse en los valores más altos de la escala, esta observación no es suficiente para asegurar que dicha tendencia se mantiene por encima del nivel neutral establecido (4/7). Dado que la evaluación se realizó con un número reducido de participantes, es necesario contrastar la media obtenida con un valor de referencia mediante la prueba t-Student para una muestra. Este procedimiento permite comprobar si la diferencia observada puede atribuirse al comportamiento real de los datos y no únicamente a fluctuaciones propias de una muestra pequeña, proporcionando así un sustento estadístico sólido para la interpretación de los resultados.

La fórmula T de Student para una muestra es:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

donde:

$$\bar{x} = 6.4 \ \ media\ observada$$
$$\mu_0 = 4 \ \text{valor neutral de la encuesta}$$
$$s = 0.71 \ \ desviación\ estándar$$
$$n = 6\ tamaño\ de\ la\ muestra$$

Se sustituyen los valores:

$$t = \frac{6.4-4}{0.71/\sqrt{6}} = \frac{2.4}{0.29} \approx 8.27$$

El valor obtenido en la prueba, $t \approx 8.27$, muestra que la diferencia entre el promedio de satisfacción de los usuarios (6.4) y el valor neutral de la escala (4) es mucho más grande de lo que sería normal encontrar por simple variación en las respuestas. Un resultado tan alto significa que esta diferencia no es casual, sino que realmente refleja una opinión positiva de los usuarios sobre el sistema. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se confirma la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene que la satisfacción percibida es significativamente mayor que el nivel neutral.

e. Pregunta estadística 2

¿El nivel promedio de satisfacción reportado por los usuarios del sistema SIPRO-UTA alcanza el valor máximo de la escala del CSUQ (7), ¿que representa "Totalmente de acuerdo" con la satisfacción del sistema?

f. Hipótesis estadísticas 2

- ***Hipótesis nula (H_0):***

El nivel medio de satisfacción de los usuarios es igual a 7, es decir, el sistema alcanza el nivel máximo de satisfacción posible.

- ***Hipótesis alternativa (H_1):***

El nivel medio de satisfacción es menor que 7, lo que indica que el sistema no llega al nivel máximo de satisfacción.

g. Cálculo del estadístico t

$$t = \frac{6.4 - 7}{0.71/\sqrt{6}} = \frac{-0.6}{0.29} \approx -2.06$$

Al comparar la media observada (6,4) con la puntuación máxima (7) en la escala CSUQ, se obtiene una estadística de aproximadamente t = -2,06. Este valor negativo se debe a que la media real es inferior a la puntuación que representa "Totalmente de acuerdo". Los resultados indican que, aunque los usuarios evaluaron el sistema de

forma positiva, sus respuestas no alcanzaron el nivel más alto de satisfacción. Por consiguiente, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alternativa (H_1), lo que confirma que, si bien la calificación media fue alta, no alcanzó el punto máximo de la escala.

h. Pregunta estadística 3

¿El promedio de satisfacción (6,4) alcanza o supera el nivel "de acuerdo" (6) de la escala CSUQ?

i. Hipótesis estadísticas 2

- ***Hipótesis nula (H_0):***

El promedio real es igual al nivel "de acuerdo".

- ***Hipótesis alternativa (H_1):***

El promedio es mayor que 6 (supera el nivel "de acuerdo").

j. Cálculo del estadístico t

$$t = \frac{6.4 - 6}{0.71/\sqrt{6}} = \frac{0.4}{0.29} \approx 1.38$$

Un valor de $t \approx 1.38$ indica que la media observada (6.4) está ligeramente por encima del nivel "de acuerdo" (6), pero la diferencia no es muy marcada en relación con la variabilidad de las respuestas. Esto quiere decir que, aunque los usuarios se inclinan hacia una valoración mayor a "de acuerdo", la diferencia no es tan grande como para descartarla completamente como variación normal de la muestra. En este caso, el resultado no sería suficientemente fuerte para rechazar la hipótesis nula.

k. Resultados de T-Student

Para complementar el análisis basado en el valor neutro de la escala, se comparó la puntuación media de la encuesta (6,4) con diferentes niveles de referencia de la CSUQ. Esto facilita la observación del rendimiento de la evaluación de los usuarios en puntos clave de la escala, como el nivel más alto de satisfacción y el umbral de "de acuerdo".

Los resultados de la comparación se presentan en la Tabla 22, que resume las estadísticas t para cada caso junto con las interpretaciones correspondientes.

Tabla 22. Resultados de la prueba t-Student para distintos valores de referencia de la escala CSUQ

Comparación	**Valor de referencia**	**Estadístico t**	**Conclusión**
6.4 vs 7	Muy satisfactorio	–2.06	No alcanza el nivel máximo
6.4 vs 6	De acuerdo	1.38	No supera significativamente el nivel "de acuerdo"
6.4 vs 4	Neutral	8.27	Sí supera ampliamente el nivel neutral

Los resultados obtenidos en el CSUQ muestran una tendencia clara hacia valoraciones altas del sistema, pero la prueba t-Student permitió verificar si esta impresión realmente se sustenta desde el punto de vista estadístico. El promedio general de satisfacción alcanzado por los usuarios fue de 6,4 puntos sobre 7, con una variabilidad baja entre participantes, lo que ya sugiere una percepción positiva y bastante uniforme. Sin embargo, el análisis inferencial confirmó esta observación: al contrastar la media con el valor neutral de la escala (4), el estadístico obtenido ($t \approx 8{,}27$) evidenció una diferencia amplia y consistente, suficiente para rechazar la hipótesis nula y afirmar que los usuarios perciben el sistema significativamente por encima de la neutralidad.

Además, se realizaron comparaciones con la media y otros puntos de referencia relevantes en la escala. En comparación con la calificación "De acuerdo" (6), el sistema obtuvo una puntuación ligeramente superior a este nivel, pero no en una medida que pudiera considerarse estadísticamente superior. La comparación con la calificación más alta (7) confirmó que, si bien la calificación era elevada, aún no había alcanzado la puntuación máxima. En general, estos análisis indican que la experiencia del usuario se encuentra dentro de un rango claramente positivo, respaldado tanto por datos observados como corroborado por pruebas estadísticas. Además, el alto coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha = 0{,}9489$) garantiza que estas conclusiones se derivan de un instrumento fiable y coherente. En consecuencia, la prueba t de Student no solo confirma la percepción inicial, sino que la valida rigurosamente, afirmando que la automatización del sistema mejora realmente la experiencia del usuario para los participantes evaluados.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo de investigación fue importante para comprender a fondo el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA. A partir de esa comprensión, se logró diseñar, construir y validar una solución que se ajusta a las necesidades reales de la unidad. Durante el proceso, sin embargo, se tomó en cuenta de que la universidad necesitaba algo más que solo automatizar el flujo actual: se requería un sistema capaz de permitir la creación y gestión de procesos y sus distintas versiones para otros departamentos. Si bien la implementación inicial se centró únicamente en DINNOVA, la arquitectura fue pensada estratégicamente para extenderse a otras áreas institucionales en el futuro sin tener que rehacer todo el trabajo. En última instancia, el análisis detallado de los capítulos anteriores, sumado a las entrevistas y encuestas con los funcionarios, permitió confirmar que no solo se cumplieron con los objetivos planteados, sino que la automatización tuvo un impacto real. Las conclusiones que se presentan a continuación se desprenden directamente de los tres objetivos específicos de este proyecto.

4.1 Conclusiones

- Se concluye que el análisis del proceso de registro de propiedad intelectual mediante una revisión comparativa entre la normativa y la ejecución real, validada con el personal de DINNOVA, permitió delimitar la automatización estrictamente a las tareas de control interno tras depurar actividades redundantes o externas. Esta optimización se refleja en los datos resultantes: el flujo de Patentes se redujo de más de 40 actividades normativas a 13 operativas, el de Derechos de Autor pasó de 21 a 9 pasos reales, y el de Otras Modalidades disminuyó de 22 a 14 actividades alineadas a la labor diaria a partir de esta estructura depurada, se generó el modelado usando la metodología BPMN 2.0 que es fundamental en el diseño de los procesos.

- La evaluación del impacto de la automatización en la satisfacción de los usuarios mediante el cuestionario CSUQ permite concluir que existe una alta confiabilidad interna (Alfa de Cronbach = 0,9489). Los resultados arrojaron un

promedio global de satisfacción de 6,4 sobre una escala de 7. El análisis inferencial a través de la prueba t-Student (t = 8,27) confirmó que este promedio es estadísticamente superior al punto neutral de la escala (4), evidenciando una valoración positiva del sistema por parte de los participantes. Aunque el análisis también indicó que la media obtenida difiere estadísticamente del puntaje máximo posible (7), los datos ratifican la funcionalidad y aceptación de la herramienta en la gestión de los procesos institucionales.

- A partir de la implementación y desarrollo del sistema SIPRO-UTA bajo el enfoque ScrumBan, se concluye que la integración de 79 ítems del Product Backlog en una arquitectura basada en ASP.NET Core 9 y Blazor WebAssembly permitió construir una plataforma funcional y operativa. La validez técnica se sustentó con 20 pruebas unitarias y 6 pruebas funcionales que verificaron la creación, avance y finalización de instancias. El sistema resultante opera con un motor de procesos dinámico y un modelo de datos orientado a garantizar trazabilidad, control de accesos y soporte para monitoreo y reportes institucionales. La centralización de la documentación se evidencia al concentrar en un mismo sistema todos los archivos cargados durante cada etapa del proceso, mientras que el seguimiento del proceso de propiedad intelectual se facilita mediante los estados del motor de procesos y el módulo de monitoreo, que permite visualizar y localizar cada documento registrado en el flujo.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere que, en el futuro, la plataforma no solo se evalúe mediante encuestas. Se sugiere complementar estos estudios con pruebas directas de usuario o mediciones de desempeño reales, pues esto brindará a la institución datos más amplios y concretos para orientar mejoras metodológicas en el sistema.

- Se recomienda a la Facultad seguir impulsando la mejora continua del sistema. El objetivo debe ser llevar el sistema a un nivel competitivo, de gestión de

procesos del mercado. Esta visión, además de asegurar un BPMN sólido que seguirá ahorrando costos operativos internos, permitiría a la Universidad evaluar la posibilidad de ofrecer el servicio a otras instituciones o empresas. Esto convertiría el desarrollo propio en una fuente potencial de ingresos y posicionaría a la Universidad como referente tecnológico en gestión de procesos.

- Se recomienda que DINNOVA aproveche la solidez de la plataforma desarrollada para incorporar, en el futuro ajustes derivados de la experiencia de uso, de modo que el sistema continúe alineándose a la dinámica operativa del proceso sin alterar su funcionamiento actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] W. Kayanja, M. Kyambade, and T. Kiggundu, “Exploring digital transformation in higher education setting: the shift to fully automated and paperless systems,” *Cogent Education*, vol. 12, no. 1, p. 2489800, 2025, doi: 10.1080/2331186X.2025.2489800.

[2] Á. Álvarez-Sández, M. Blanco, A. Rodríguez-González, P. García-Holgado, and F. García-Peñalvo, “Administrative Processes Efficiency Measurement in Higher Education Institutions: A Scoping Review,” *Educ Sci (Basel)*, vol. 13, no. 9, p. 855, 2023, doi: 10.3390/educsci13090855.

[3] J. A. T. Íñiguez and D. A. A. Vélez, “Automatización de procesos administrativos en instituciones públicas en Ecuador,” *Revista Gner@ndo*, vol. 6, no. 1, pp. 2868–2881, 2025.

[4] A. V. L. Alvarado, “Automatización de la administración de procesos y su impacto en la plataforma tecnológica para la gestión de comunidades académicas y recreativas de la Universidad Técnica de Babahoyo,” 2024. [Online]. Available: https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17084

[5] A. F. Kurz, T. Kampik, L. Pufahl, and I. Weber, “Reinforcement Learning-supported AB Testing of Business Process Improvements: An Industry Perspective,” *arXiv preprint arXiv:2303.10756*, Apr. 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10756

[6] M. Wornow, A. Narayan, K. Opsahl-Ong, Q. McIntyre, N. H. Shah, and C. Ré, “Automating the Enterprise with Foundation Models,” *arXiv preprint arXiv:2405.03710*, May 2024, [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2405.03710

[7] A. Jain, S. Paliwal, M. Sharma, L. Vig, and G. Shroff, “SmartFlow: Robotic Process Automation using LLMs,” *arXiv preprint arXiv:2405.12842*, May 2024, [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2405.12842

[8] Z. Shen, H. Li, Z. Xie, L. Liu, X. Liu, and Q. Liu, “Prompt2Task: Towards Task Automation from Natural Language via Multi-Agent Collaboration and Knowledge Accumulation,” *arXiv preprint arXiv:2404.02475*, Apr. 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.02475

[9] Z. Kalpeyeva, A. Mustafina, A. Kassymova, N. Mukazhanov, and T. Umarov, “The Structure and Composition of the Business Process Model,” in *Proceedings of the International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS’20)*, Almaty, Kazakhstan, Sep. 2020, pp. 1–7. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3410352.3410783

[10] M. Hafenscherer, V. Mezhuyev, and M. Tschand, “Robotic Process Automation of Calculating Investments in a Business Project,” in *Proceedings of the 2023 12th International Conference on Software and Computer Applications (ICSCA 2023)*, Kuantan, Malaysia, Feb. 2023, pp. 309–314. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3587828.3587874

[11] K. Baïna, M. El Hamlaoui, and H. Kabbaj, “Business Process Modelling Augmented – Model Driven Transformation of User Stories to Processes,” in *Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA’20)*, Rabat, Morocco, Sep. 2020, pp. 1–6. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3419604.3419793

[12] I. Lindgren, D. Toll, B. Johansson, M. Booth, A. Rizk, and U. Melin, “Organizational Conditions Required to Implement RPA in Local Government: Insights from a Swedish Case Study,” in *Proceedings of the 25th Annual International Conference on Digital Government Research (DGO 2024)*, Taipei, Taiwan, Jun. 2024, pp. 1–9. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3657054.3657257

[13] G. Ortegon-Cortazar, O. Garcia-Bedoya, J. Samper, and F. Garcia, “A Case of Use in the Management of Administrative Processes, Control of Procedures and Services to Citizens in E-Government,” in *Proceedings of the 14th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV 2020)*, Athens, Greece, Sep. 2020, pp. 484–490. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3657054.3657257

[14] V. Bhardwaj and M. Kumar, “Transforming higher education with robotic process automation: enhancing efficiency, innovation, and student-centered learning,” *Discover Sustainability*, vol. 6, p. 356, 2025, doi: 10.1007/s43621-025-01198-6.

[15] B. Okruta, N. Selak, and E. Paaso, “Workflow and Process Automation of Residential DER Interconnection Review,” in *Proceedings of the 2021 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - North America (ISGT NA)*, Washington, DC, USA, Feb. 2021, pp. 1–5. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ISGT49243.2021.9372225

[16] J. M. Ortegón-Cortázar, C. A. Mejía-Montoya, and D. A. Mejía-Lavalle, “Business Process Automation in SMEs: A Systematic Literature Review,” in *Proceedings of the 16th International Conference on Software Technologies (ICSOFT 2021)*, Online Conference, Jul. 2021, pp. 91–98. [Online]. Available: https://doi.org/10.5220/0010581000910098

[17] S. K. Bukhari, S. S. Shah, and F. H. Khan, “A Change Management Model for Implementation of Academic Information Systems,” in *Proceedings of the 2020 International Conference on Smart Technologies and Systems for Internet of Things (ICoSTA)*, Lahore, Pakistan, Dec. 2020, pp. 91–96. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ICoSTA48221.2020.1570613999

[18] J. C. Brás, R. F. Pereira, S. Moro, I. S. Bianchi, and R. Ribeiro, “Understanding How Intelligent Process Automation Impacts Business Continuity: Mapping IEEE 2755:2020 and ISO 22301:2019,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 134239–134258, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3337159.

[19] H. Lizano Mora and P. Palos Sánchez, “Digital Transformation in Higher Education Institutions with Business Process Management: Robotic Process Automation Mediation Model,” in *Proceedings of the 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Seville, Spain, Jun. 2020, pp. 1–6. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/CISTI49556.2020.9140998

[20] R. Parthasarathy, K. Rajalakshmi, and V. Ramesh, “Implementation Challenges and Consequences of Cognitive Employee Management System (CEMS),” in *Proceedings of the 4th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC 2020)*, Erode, India, Mar. 2020, pp. 729–734. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ICCMC48092.2020.ICCMC-000135

[21] R. Correia, F. T. Vieira, R. P. de Souza, and R. H. Fogliatto, “Analysis of the Maturity Level of Business Processes for Science and Technology Parks,” in *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, Melbourne, Australia, Oct. 2021, pp. 1058–1063. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/SMC52423.2021.9658886

[22] M. Strahringer, M. Kriebel, and T. Hess, “SOPA: A Framework for Sustainability-Oriented Process Analysis Using Life Cycle Assessment and Business Process Simulation,” *J Decis Syst*, vol. 33, no. 1, pp. 1–20, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s10257-024-00695-x

[23] D. E. O’Leary, “Enterprise Risk Management and Robotic Process Automation: The Role of Internal Audit and Risk Management,” *Journal of Corporate Accounting & Finance*, vol. 32, no. 1, pp. 87–93, 2021, [Online]. Available: https://doi.org/10.1002/jcaf.22457

[24] M. Pérez, L. Rodríguez, and C. Ramírez, “Strategies for ABET Accreditation in Colombian Higher Education Institutions,” *Journal of Engineering Education Transformations*, vol. 34, no. 2, pp. 45–52, 2021, [Online]. Available: https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i2/156073

[25] F. Romeiro and R. J. Machado, “The role of Business Process Management in fostering digital innovation and transformation: A conceptual framework,” *Procedia Comput Sci*, vol. 219, pp. 836–843, 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.203

[26] D. Kijl and I. Helms, “Business Process Management in the Digital Era: Extending BPM Capabilities for Co-Creation in Innovation Ecosystems,” *Procedia Comput Sci*, vol. 236, pp. 546–553, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.170

[27] J. L. R. Dávila and M. A. G. González, “DT4BPM: A Framework for Integrating Digital Transformation and Business Process Management,” *Procedia Comput Sci*, vol. 236, pp. 658–665, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.204

[28] A. R. Velásquez, J. V Torres, and M. A. Carreño, “Robotic Process Automation: A Systematic Literature Review of Opportunities, Challenges, and Trends,” *Procedia Comput Sci*, vol. 236, pp. 756–763, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.212

[29] M. Lewandowski, P. Milosz, and A. Mikolajczyk, “Implementation of RPA in the Order Fulfillment Process—A Case Study,” *Procedia Comput Sci*, vol. 236, pp. 1024–1031, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.260

[30] J. Lindgren, B. Johansson, and U. Melin, “Automating Local Government Services: The Ironic Consequences of RPA,” *Gov Inf Q*, vol. 41, no. 2, pp. 1–10, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101837

[31] V. Rashidi and W. Segelström, “Evaluating Blazor WebAssembly for the Progressive Web Application (PWA) methodology,” Jönköping University, 2021. [Online]. Available: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1566942/FULLTEXT01.pdf

[32] Microsoft, “Overview of ASP.NET Core,” 2025. [Online]. Available: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core

[33] J. Kim, J. Jeon, and K.-H. Kim, “Improving Student’s Design Prototyping Skills using Interactive Prototyping Tool,” *Journal of Multimedia Information System*, vol. 8, no. 1, pp. 75–82, 2021, doi: 10.33851/JMIS.2021.8.1.75.

[34] B. N. Smith, *SQL Server de alto rendimiento: respuesta consistente para aplicaciones de misión crítica*. Berkeley, CA: Apress, 2021. doi: 10.1007/978-1-4842-6491-1.

[35] J. C. Nieto, A. Rocha, and N. Bermeo, “Comparative analysis of the board tool in the agile methodologies Scrum, Kanban and Scrumban in software projects,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (RISTI)*, no. E66, pp. 509–522, 2022, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/364302850_Comparative_analysis_of_the_board_tool_in_the_agile_methodologies_Scrum_Kanban_and_Scrumban_in_software_projects

[36] TechEmpower, “Web Framework Benchmarks Round 21,” 2022. [Online]. Available: https://www.techempower.com/benchmarks/#section=data-r21

[37] M. Sadalage, N. Ford, P. Parsons, and R. Ford, *Software Architecture: The Hard Parts – Modern Trade-Offs for Distributed Systems*, 1st ed. Sebastopol, CA, USA: O’Reilly Media, 2021.

[38] Microsoft Corporation, “Entity Framework Core Overview,” 2024.

[39] Docker Inc., “Docker Overview: Build, Ship, and Run Any App, Anywhere,” 2024.

[40] Atlassian, “Git branching strategies,” 2024. [Online]. Available: https://www.atlassian.com/git/tutorials/comparing-workflows/gitflow-workflow

[41] O. M. G. (OMG), “Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.3,” 2024, *OMG Specification, Needham, MA, USA*. [Online]. Available: https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.3

[42] M. Corporation, “Introduction to Identity on ASP.NET Core,” 2024, *Redmond, WA, USA*. [Online]. Available: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/security/authentication/identity

ANEXOS

Anexo A. Encuesta para funcionarios de DINNOVA.

Introducción: Estimado(a) funcionario(a), le agradecemos su participación en esta encuesta que tiene como objetivo recopilar su percepción sobre el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA y la propuesta de automatización planteada en el proyecto de tesis. Su opinión es fundamental para validar el desarrollo de esta solución y garantizar su utilidad para la institución. La información proporcionada será tratada de manera confidencial y utilizada exclusivamente con fines académicos.

Objetivo general de la tesis: Implementar una aplicación web que automatice las actividades susceptibles del proceso de registro de propiedad intelectual, reduciendo la gestión manual de los encargados del proceso, en un período de 4 meses.

Objetivos específicos:

- Analizar cómo se realiza actualmente el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA para identificar áreas susceptibles a la automatización.
- Evaluar el impacto de la automatización en la satisfacción de los usuarios, utilizando indicadores como los resultados de encuestas de satisfacción.
- Desarrollar una aplicación web que centralice la documentación y facilite el seguimiento del proceso de propiedad intelectual.

Instrucciones: Por favor, responda cada una de las siguientes afirmaciones mar- cando su nivel de acuerdo según la escala:

Escala	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Encuesta:

1. Para empezar, por favor indique qué tan familiarizado(a) se siente con el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

2. Considero que el proceso actual de registro de propiedad intelectual es principalmente manual y consume tiempo.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

3. Existen pasos repetitivos en el proceso actual que podrían automatizarse para mejorar la eficiencia.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

4. La gestión de documentos durante el proceso actual es poco organizada.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

5. La falta de un sistema centralizado dificulta el seguimiento del estado de las solicitudes dentro de DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

6. Considero que la automatización del proceso ayudaría a reducir errores en la gestión de registros.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

7. Considero que una herramienta web facilitaría el seguimiento de las solicitudes de propiedad intelectual por parte de los funcionarios de DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

8. Un sistema automatizado facilitaría la generación de reportes e informes para uso interno de DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

9. La automatización del proceso ayudaría a mejorar la satisfacción y la carga de trabajo de los funcionarios de DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

10. Considero que la implementación de la aplicación web propuesta tendría un impacto positivo en la eficiencia del proceso.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

11. Un sistema automatizado permitiría reducir el tiempo promedio de gestión de las solicitudes dentro de DINNOVA.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

12. Contar con una plataforma centralizada permitiría a los funcionarios de DINNOVA colaborar de forma más eficiente durante el proceso de registro.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

13. Considero que la automatización del proceso de registro ayudará a optimizar los tiempos y recursos utilizados en la gestión de solicitudes.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

14. Estoy interesado(a) en participar en la implementación y uso del sistema propuesto.

1) Totalmente en desacuerdo
2) En desacuerdo
3) Neutral
4) De acuerdo
5) Totalmente en de acuerdo

15. Gracias por su participación. ¿Le gustaría compartir algún comentario adicional sobre cómo podemos mejorar la propuesta de solución?

Anexo B. Entrevista estructurada

La siguiente entrevista fue diseñada para recoger información detallada sobre el proceso actual de registro de propiedad intelectual, así como identificar necesidades, problemas y lineamientos estratégicos para el desarrollo del sistema automatizado.

Introducción: Estimado Ing., muchas gracias por su tiempo. Esta entrevista tiene como propósito comprender a fondo las necesidades, retos y oportunidades relacionadas con el proceso de registro de propiedad intelectual en DINNOVA, con el fin de diseñar una solución tecnológica adecuada a las necesidades institucionales. A continuación, procederemos con algunas preguntas para guiar esta conversación.

Preguntas:

1. ¿Podría describir las etapas principales del proceso actual de registro de propiedad intelectual que se realiza en DINNOVA?
2. ¿Qué tipos de datos y documentos son indispensables para gestionar un registro de propiedad intelectual en DINNOVA? (Por ejemplo: fechas, responsables, tipo de propiedad, estado del trámite, entre otros).
3. ¿Qué reportes considera necesarios que el sistema genere para facilitar la gestión del proceso? (Por ejemplo: listado de registros por estado, tiempos promedio de gestión, informes de vencimientos, etc.).
4. ¿Cuáles considera que son los principales problemas o limitaciones del pro- ceso actual que el sistema debería solucionar? (Por ejemplo: tiempos largos, pérdida de documentos, errores manuales, etc.).
5. ¿Cómo se realiza actualmente el seguimiento o trazabilidad de un registro?
6. ¿Qué información debería incluir el sistema para garantizar este seguimiento?
7. ¿Qué tipos de roles o perfiles de usuario existen en el proceso (por ejemplo: director, analista, asistente) y qué permisos o accesos debería tener cada uno en el sistema?
8. ¿Qué funcionalidades específicas considera prioritarias para el sistema? (Por ejemplo: carga de documentos, generación automática de reportes, control de versiones, historial de cambios, etc.).
9. ¿Qué indicadores clave (KPIs) considera importantes para evaluar la eficiencia y el rendimiento del proceso? (Por ejemplo: tiempo promedio por trámite, número de trámites por mes, porcentaje de trámites completados a tiempo, etc.).
10. ¿Existen estándares o normativas institucionales que el sistema debe cumplir? (Por ejemplo: formatos de documentos, tipos de reportes requeridos, flujos de aprobación).
11. ¿Qué expectativas tiene respecto al impacto del sistema en la reducción de tiempos, errores y mejora de la eficiencia general del proceso?
12. ¿Qué medidas de seguridad considera importantes para proteger la información confidencial que gestiona el sistema?
13. ¿Considera necesario que el sistema incluya alertas automáticas o notificaciones a los responsables en cada etapa del proceso? ¿Cómo deberían funcionar estas notificaciones?
14. ¿Qué sugerencias adicionales o consideraciones específicas cree que son fundamentales para el desarrollo de este sistema?

Cierre: Agradezco su tiempo y valioso aporte. Sus respuestas son fundamentales para garantizar que el sistema propuesto cumpla con las necesidades y expectativas de DINNOVA , espero seguir en contacto con usted para que el proyecto finalice sin problemas .

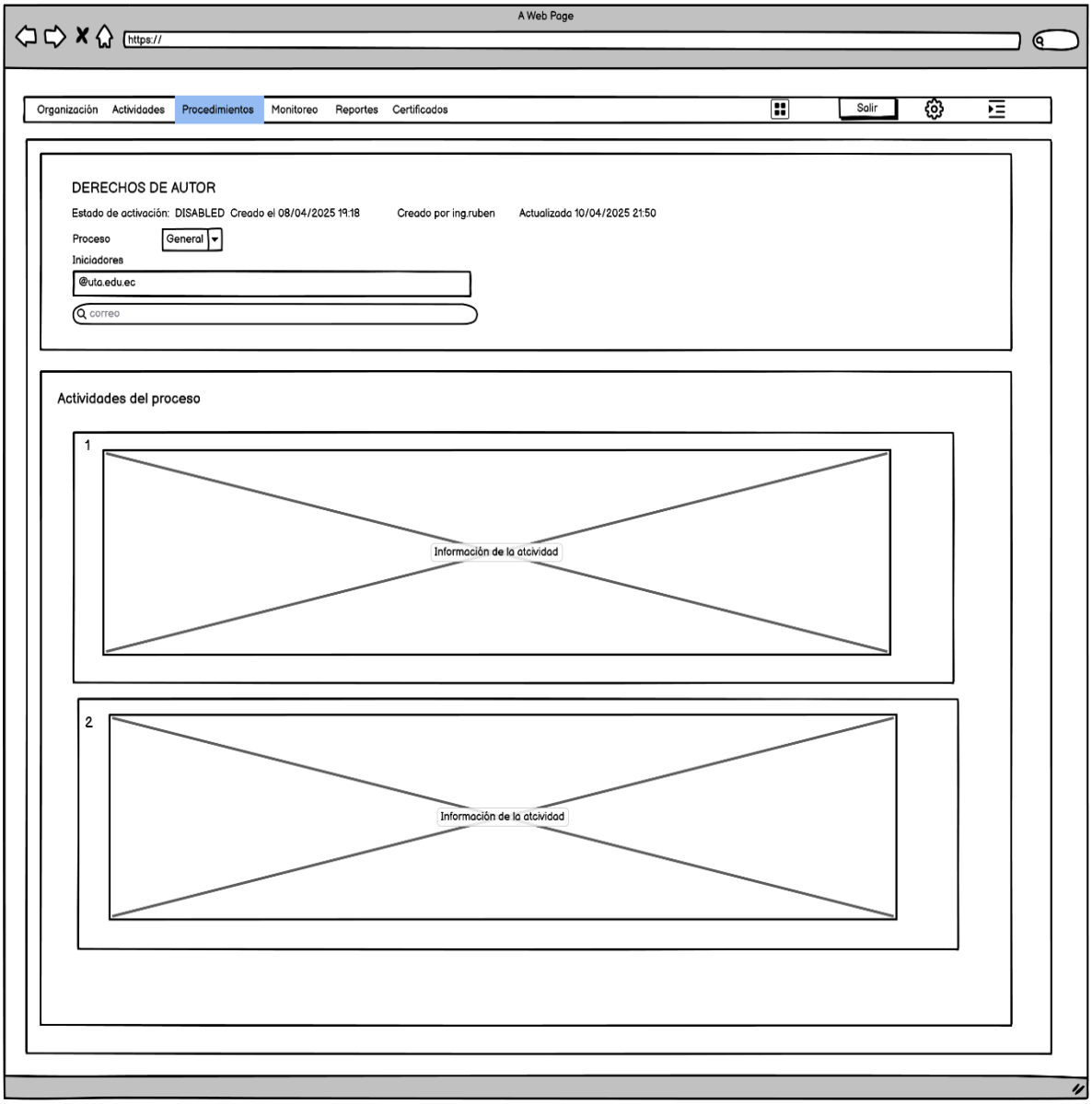
<table>
<tr><th colspan="2">Historia de usuario</th></tr>
<tr><td>Numero: 1</td><td>Usuario: Usuario</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre Historia: Instanciación de procedimientos y actividades</td></tr>
<tr><td>Prioridad de negocio: Alta</td><td>Riesgo de desarrollo: Alta</td></tr>
<tr><td>Puntos Estimados: 80</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Programador Designado: Edison Ortiz</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:

Como usuario que participa en procesos, quiero interactuar con los procedimientos disponibles, ejecutar las instancias de los procesos y mirar la estructura del proceso</td></tr>
<tr><th colspan="2">Criterios de aceptación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• El usuario puede iniciar procedimientos habilitados si tiene el rol de iniciador.
• El usuario puede observar la estructura del procedimiento
• El usuario puede ver los procedimientos por estado (completado, pendiente y finalizado)
• Se puede eliminar una instancia de un procedimiento si fue iniciada por el usuario y está en estado pendiente.
• El usuario puede ver tareas que tiene pendientes</td></tr>
</table>



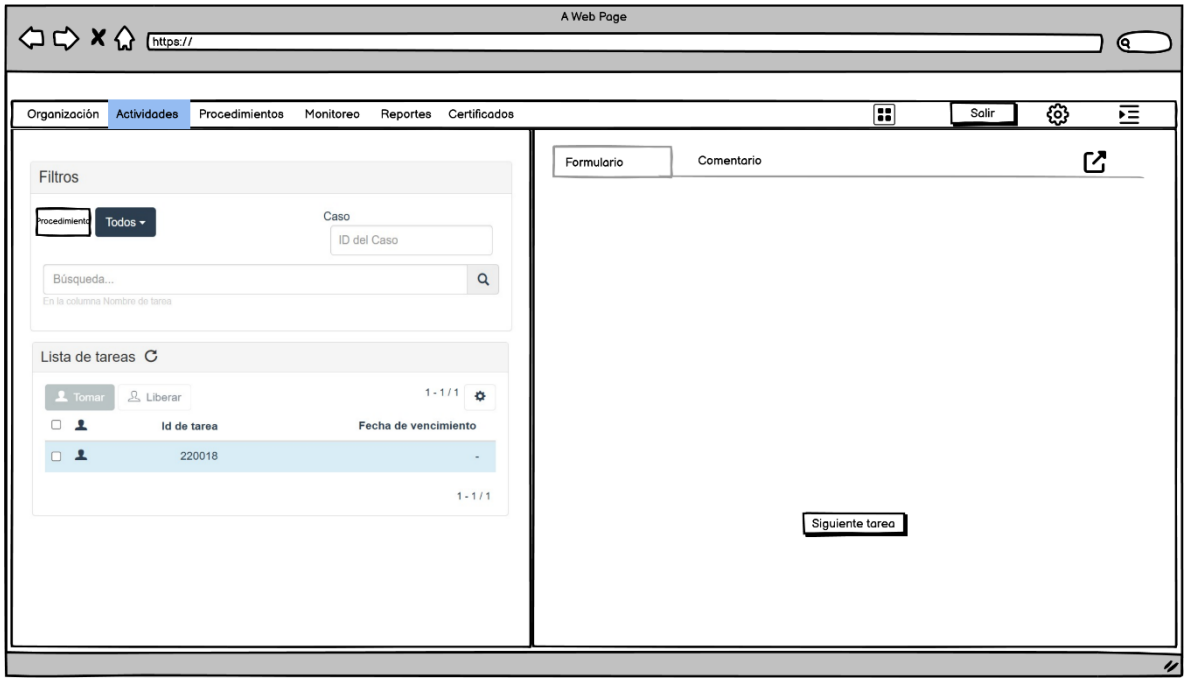
Historia de usuario	
Numero: 1.1	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: visualización de la estructura	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 16	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como usuario que participa en los procedimientos, quiero poder visualizar el flujo de un procedimiento	
Criterios de aceptación	
• El usuario puede observar la estructura del proceso • El usuario puede ver el correo del iniciador	

- El usuario puede ver información detallada del proceso

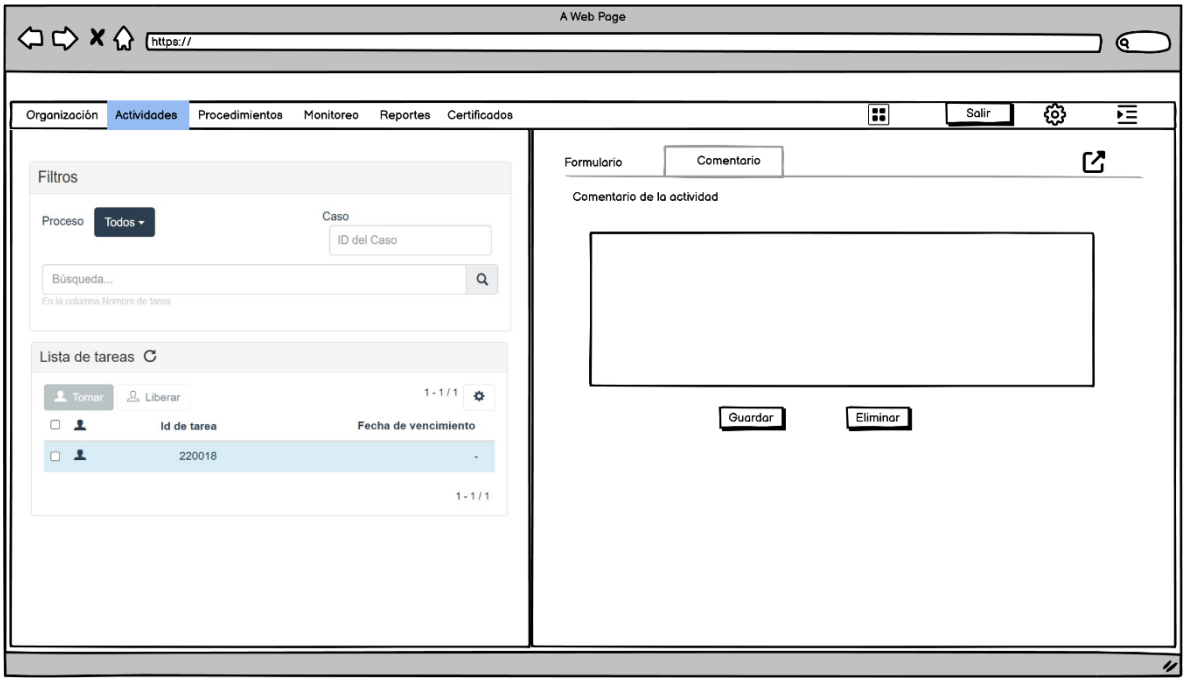


Historia de usuario	
Numero: 1.2	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: visualización de actividades	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 28	

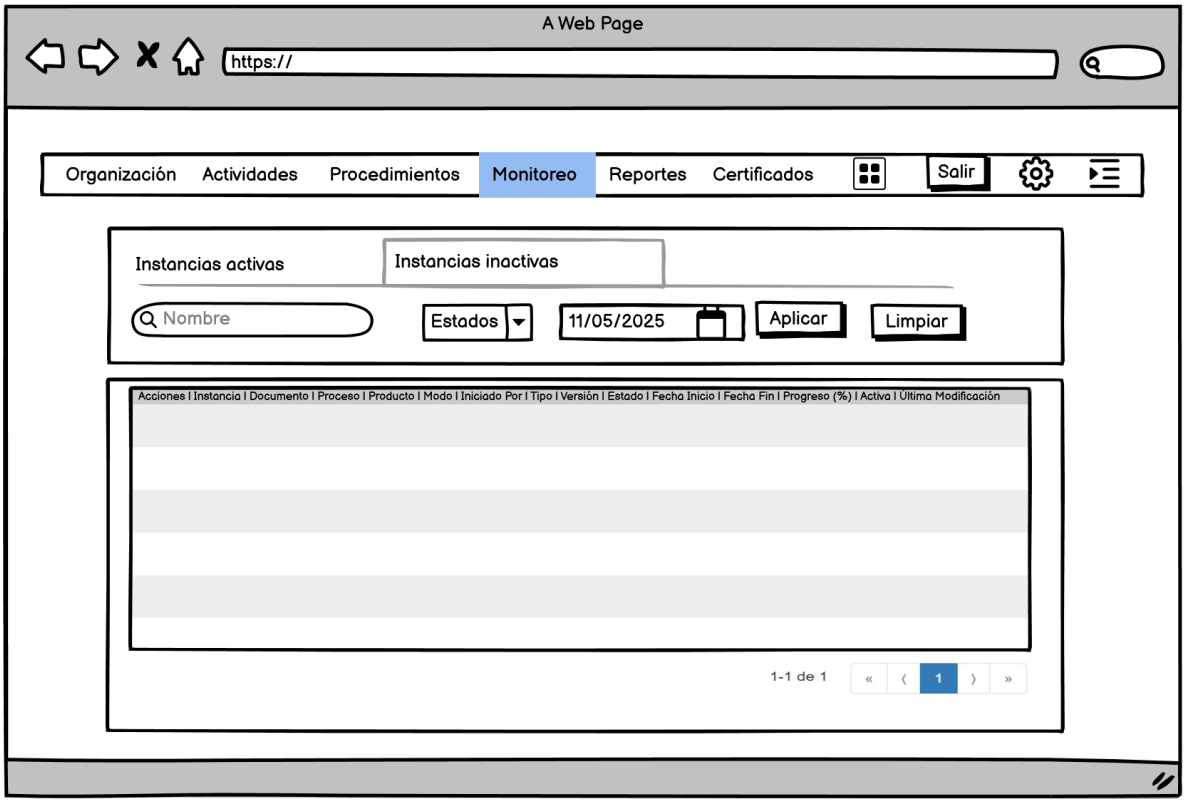
Programador Designado: Edison Ortiz
Descripción: Como usuario que participa en los procedimientos, quiero poder visualizar las actividades que tengo asignadas dentro de los procedimientos que he iniciado, de manera que en cada actividad pueda avanzar en su ejecución y, si lo deseo, agregar comentarios. Además, quiero poder buscar las actividades asociadas a un procedimiento específico mediante el ID del caso generado al iniciar dicho procedimiento.
Criterios de aceptación
• El usuario puede visualizar la lista de actividades que tiene asignadas de los procedimientos que se han iniciado. • El usuario puede buscar actividades por el ID del caso asociado al procedimiento. • El usuario puede filtrar las actividades por el procedimiento al que pertenecen. • Al seleccionar una actividad, el sistema muestra un formulario para su ejecución. • El usuario puede completar la actividad y avanzar en el procedimiento mediante el botón **"Siguiente actividad"**.



Historia de usuario	
Numero: 1.3	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: Agregar comentarios a actividades	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 16	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como usuario que participa en procedimientos, quiero poder ingresar un comentario en mi actividad.	
Criterios de aceptación	
• El usuario puede guardar un comentario para la actividad • El usuario puede eliminar ese comentario o editarlo solo si el comentario es suyo • El usuario puede ver el historial de comentarios de esa actividad	

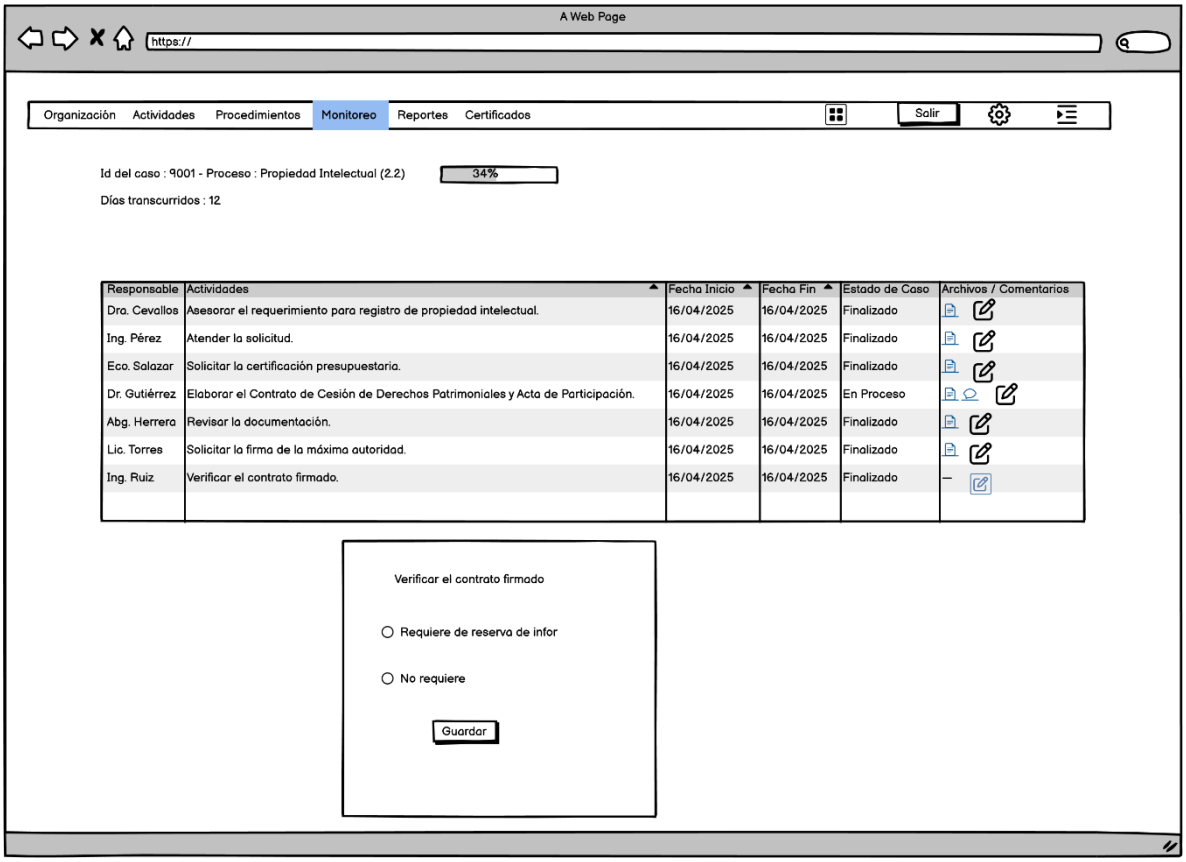


Historia de usuario	
Numero: 1.4	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: Seguimiento de procedimientos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 5	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como usuario que participa en procedimientos, quiero poder dar seguimiento a los procedimientos que he iniciado, visualizando su estado y las actividades asociadas, así como poder eliminar procedimientos iniciados.	
Criterios de aceptación	
• El usuario puede visualizar todas las instancias de procedimientos generados. • El usuario puede filtrar entre procedimientos abiertos y finalizados. • El usuario puede filtrar por tipo de procedimiento. • El usuario puede ordenar las instancias por fechas y por ID. • El usuario puede eliminar las instancias de los procedimientos que no hayan finalizado ninguna actividad.	



Historia de usuario	
Numero: 1.5	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: Visualización completa del seguimiento del procedimiento	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 15	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como usuario que participa en procedimientos, quiero poder visualizar la información detallada de cada una de las actividades de los procedimientos en los que participo, incluyendo su responsable, fechas, estado, archivos y comentarios asociados	
Criterios de aceptación	
• El usuario puede visualizar la descripción general del procedimiento. • El usuario puede visualizar el porcentaje de avance de la instancia del procedimiento. • El usuario puede visualizar los días transcurridos desde el inicio del procedimiento.	

- El usuario puede visualizar el estado de cada actividad (Finalizado, En proceso, etc.).
- El usuario puede observar el responsable asignado a cada actividad.
- El usuario puede ver el nombre de cada actividad.
- El usuario puede observar los archivos y comentarios generados durante cada actividad.
- El usuario puede editar la actividad ya realizada al darle clic en un botón editar se le desplegara el formulario de esa actividad



Historia de usuario	
Numero: 2	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: Visualización completa de reportes y dashboards	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 25	
Programador Designado: Edison Ortiz	

Descripción:

Como usuario del sistema, quiero generar, visualizar y exportar reportes detallados sobre las actividades, procesos e instancias ejecutadas por mi, así como acceder a un dashboard con métricas visuales agregadas. Esto me permitirá analizar la carga operativa, el desempeño, el avance de los procesos y la distribución de estados, facilitando la toma de decisiones y el control general del sistema.

Criterios de aceptación

Filtros del reporte

El usuario puede filtrar la información mediante los siguientes parámetros:
- Estado
- Departamento
- Rango de fechas
- Tipo de proceso
- Funcionario
- Facultad
- Proceso

El usuario puede aplicar los filtros mediante el botón Aplicar.

El usuario puede limpiar todos los filtros mediante el botón Limpiar.

Visualización de reportes

El usuario puede visualizar una tabla con los siguientes campos:
- Número de instancia
- Nombre del proceso
- Nombre de la tarea
- Estado
- Fecha de inicio
- Fecha de fin

El usuario puede buscar dentro del reporte mediante el campo

Exportación

El usuario puede exportar la información del reporte en formato Excel.

El usuario puede exportar la información del reporte en formato PDF.

La exportación debe respetar los filtros aplicados.

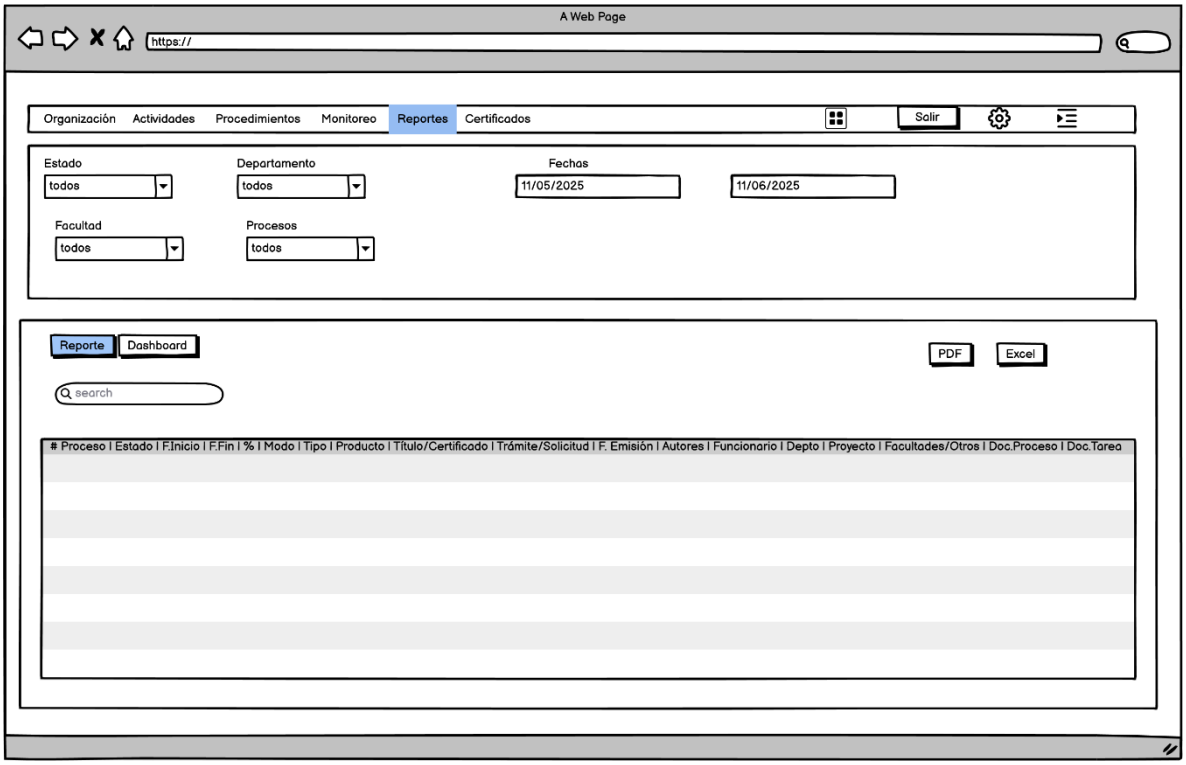
Visualización de Dashboard

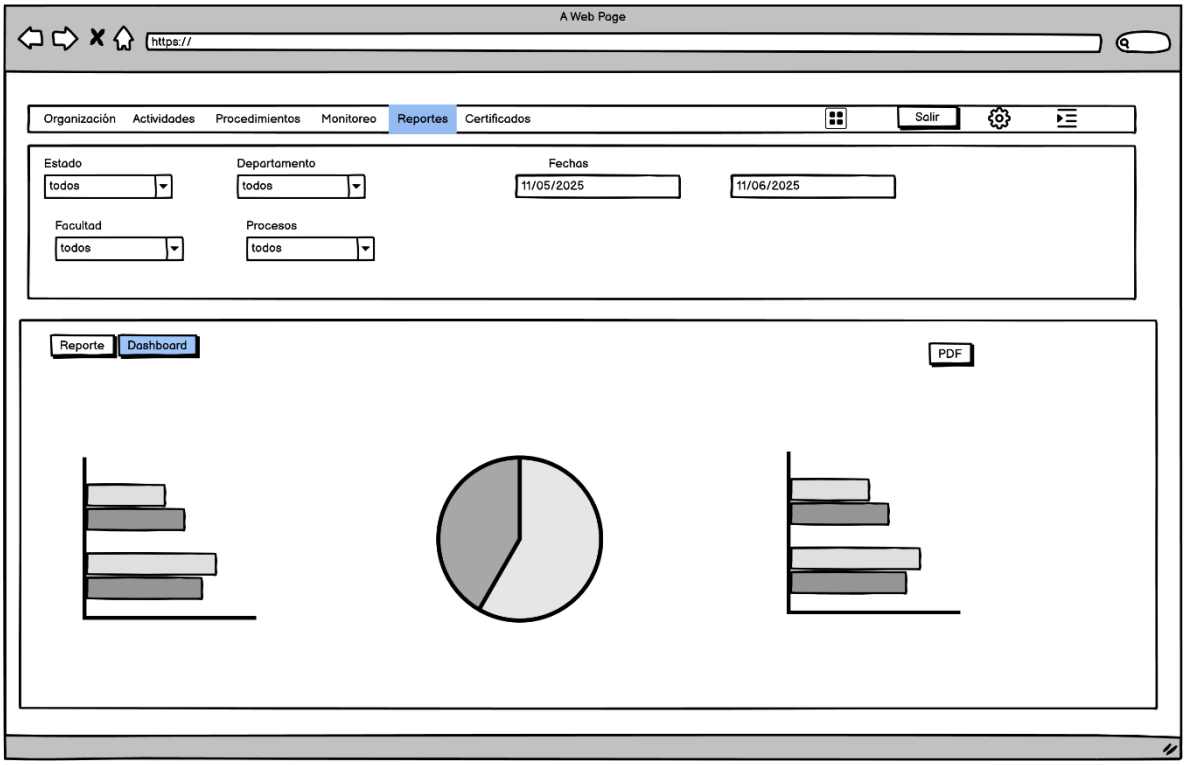
El usuario puede cambiar entre la vista Reporte y la vista Dashboard mediante pestañas.

En el Dashboard, el usuario puede visualizar los siguientes indicadores agregados:
• Total de instancias
• Tipos de procesos distintos
• Total de departamentos involucrados
• Total de procesos diferentes

El usuario puede visualizar gráficos interactivos correspondientes a:
• Distribución por estado (InProgress, Completed)
• Top 10 departamentos
• Distribución por procesos
• Distribución por proyectos
• Distribución por tipos
• Distribución por facultad

El usuario puede exportar el dashboard completo en formato PDF.





Historia de usuario	
Numero: 3	**Usuario:** Usuario
Nombre Historia: Búsqueda y visualización de certificados generados en el proceso	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como usuario que participa en procedimientos, quiero poder buscar y visualizar los certificados generados y subidos durante la ejecución de las tareas de un proceso, de modo que pueda revisar, descargar o validar el contenido de cada certificado emitido dentro del flujo. Estos certificados provienen de tareas específicas del proceso y deben mostrarse según los filtros aplicados, facilitando su consulta posterior.	
Criterios de aceptación	
Visualización del certificado	

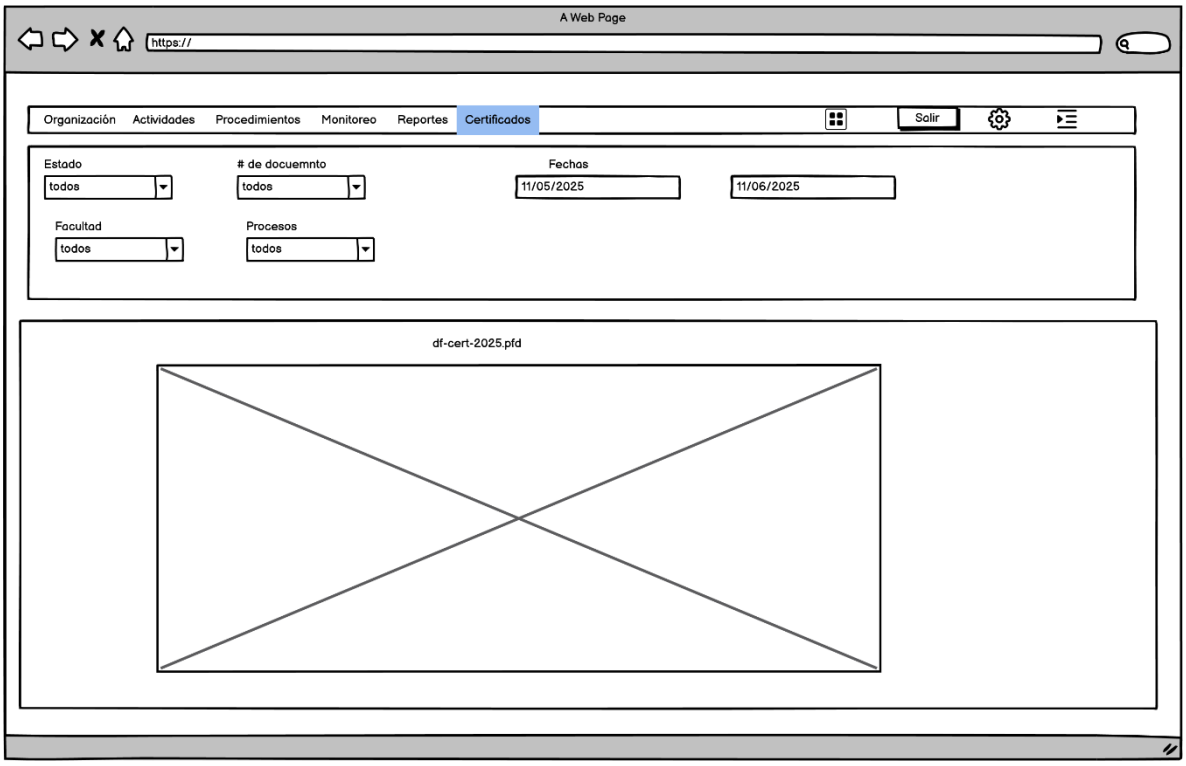
El usuario puede visualizar una lista de certificados encontrados según los filtros aplicados.

Al seleccionar un certificado, el sistema muestra:
• Nombre del archivo (ej. df-cert-2025.pdf)
• Vista previa en un visor PDF integrado
• Metadatos básicos (fecha subida, tarea asociada, estado, proceso, facultad)

El visor debe permitir:
• Desplazarse por las páginas del PDF
• Descargar el certificado

Búsqueda específica

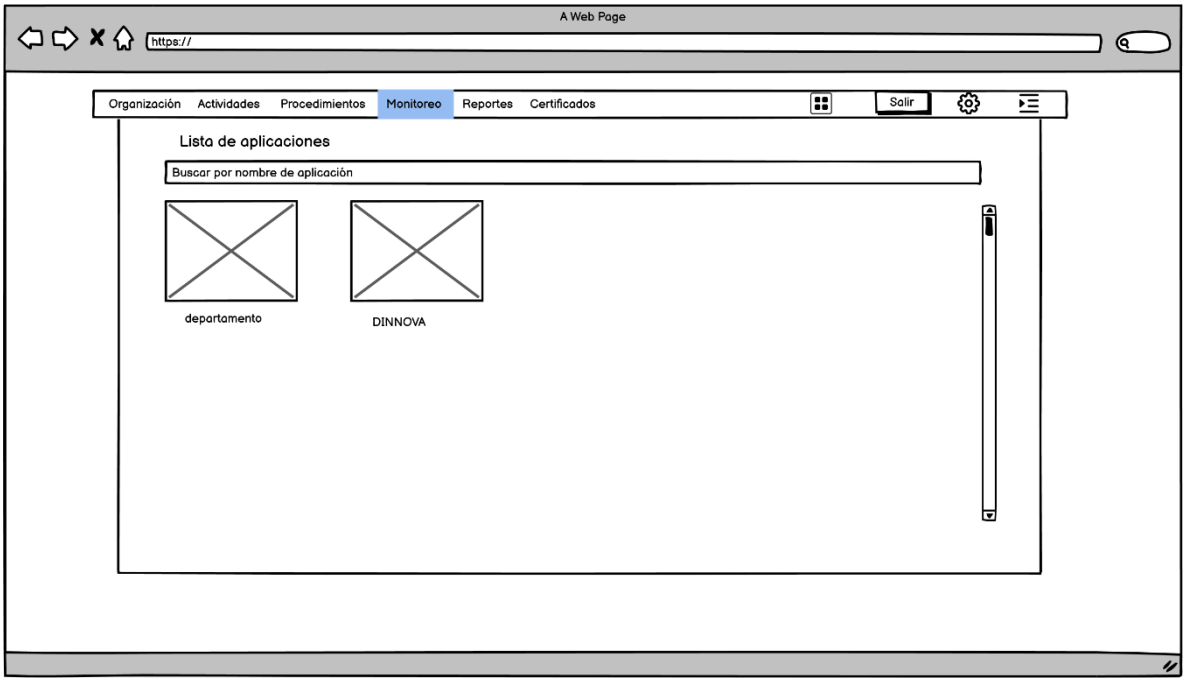
El usuario puede buscar certificados por texto, número de documento o nombre.



Historia de usuario	
Numero: 4	**Usuario:** Administrador

Nombre Historia: Gestión de procesos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 70	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como administrador, quiero poder visualizar acciones que me permitan gestionar los proceso como poder activar o desactivar procedimientos , generar versiones de los procedimientos y alterar la estructura de los procesos	
Criterios de aceptación	
➢ El administrador puede visualizar un módulo para gestionar la organización. ➢ El administrador puede visualizar todos los departamentos ➢ El administrador puede visualizar la lista de procedimientos correspondientes al departamento seleccionado. ➢ El administrador puede visualizar la información general de cada procedimiento, incluyendo: • Nombre del procedimiento Descripción • Estado actual (activo, bloqueado) • Fecha de creación • Fecha de última modificación • Responsable(s) • Número de instancias activas / completadas ➢ El sistema valida que solo los usuarios con rol de Administrador pueden acceder a estas funciones. ➢ El administrador puede editar las actividades de un procedimiento	

Historia de usuario	
Numero: 4.1	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: visualización de departamentos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 5	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como administrador quiero poder visualizar todos los departamentos de la organización	
Criterios de aceptación	
• El administrador puede ingresar a cualquier departamento para manejar las configuraciones del respectivo departamento	



Historia de usuario	
Numero: 4.2	**Usuario:** Administrador

Nombre Historia: visualización de procedimientos activos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 20	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de administración de procedimientos permite a los administradores visualizar, activar/desactivar, buscar, ordenar y gestionar los procedimientos registrados en el sistema.	
Criterios de aceptación	
➢ El administrador puede visualizar la lista de procedimientos registrados en el sistema. ➢ El administrador puede filtrar los procedimientos entre activados y desactivados. ➢ El administrador puede ordenar los procedimientos por nombre, fecha de instalación o fecha de actualización. ➢ El administrador puede buscar procedimientos por nombre . ➢ El administrador puede visualizar la información general de cada procedimiento: Nombre del procedimiento Versión Instalado por Fecha de instalación Fecha de última actualización ➢ El administrador puede desactivar un procedimiento mediante la interfaz del módulo. ➢ El administrador puede añadir nuevos procedimientos desde el botón "Añadir". ➢ El administrador podrá generar una nueva versión del procedimiento	



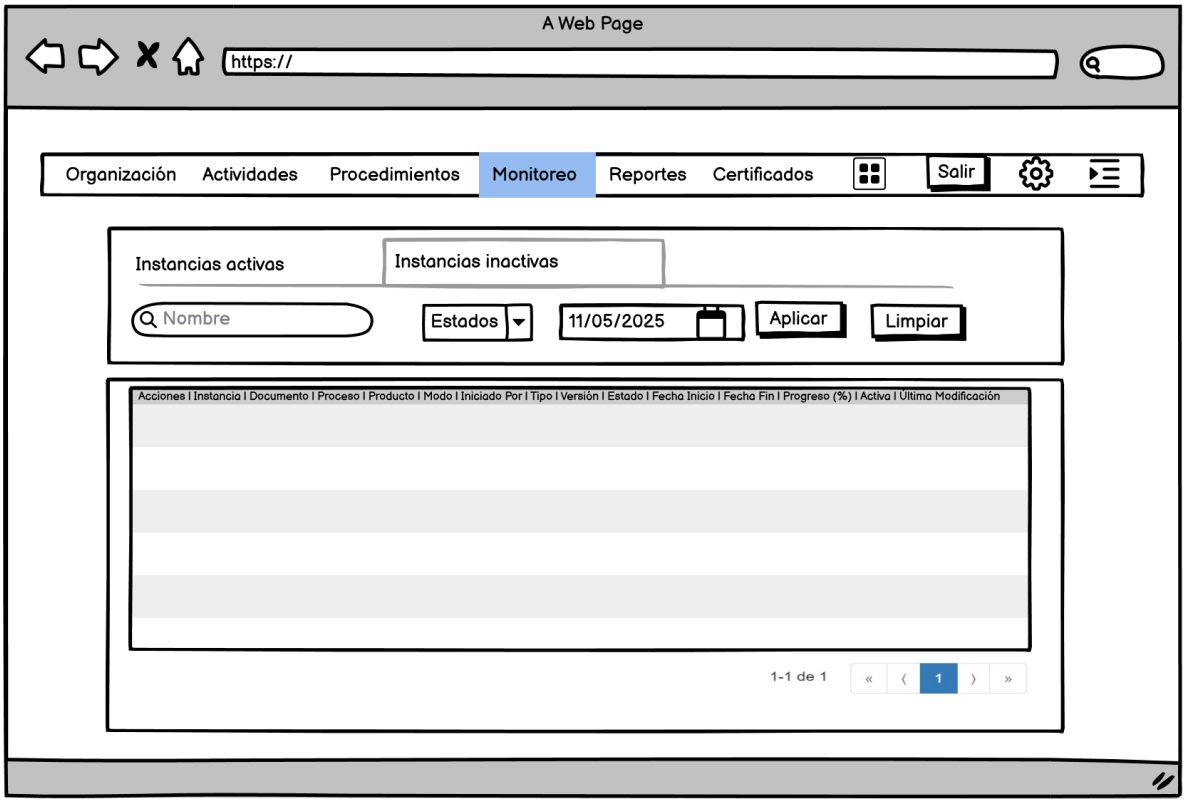
Historia de usuario	
Numero: 4.3	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: visualización de procedimientos desactivados	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de administración de procedimientos permite a los administradores visualizar, activar, editar y gestionar los procedimientos registrados en el sistema	
Criterios de aceptación	
➢ El administrador puede visualizar la lista de procedimientos registrados. ➢ El administrador puede filtrar los procedimientos entre activados y desactivados. ➢ El administrador puede buscar procedimientos por nombre .	

- El administrador puede visualizar la información general de cada procedimiento.
- El administrador puede activar un procedimiento.
- El administrador puede editar un procedimiento desde la interfaz.
- El administrador puede añadir nuevos procedimientos desde el botón **Añadir**.
- El administrador puede eliminar un procedimiento si este no tiene ninguna tarea
- El administrador puede generar una nueva versión del proceso



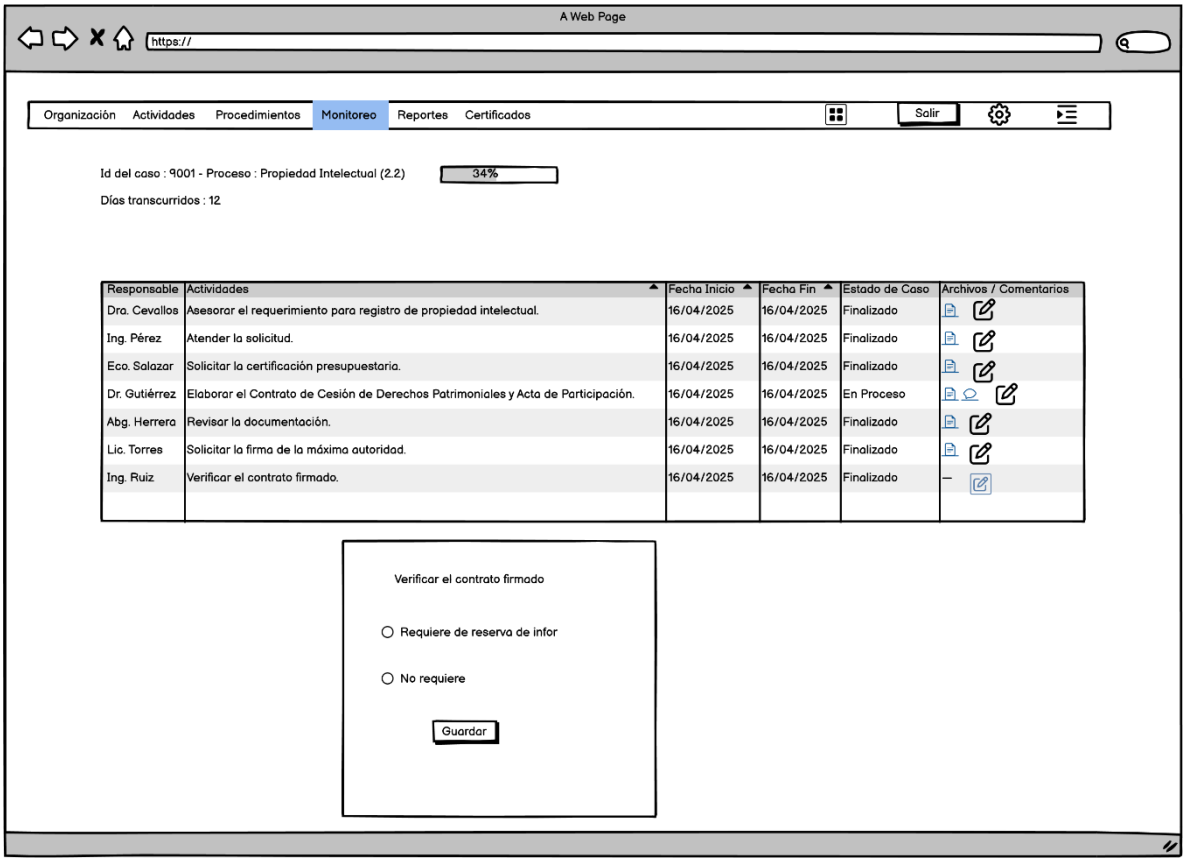
Historia de usuario	
Numero: 4.4	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Seguimiento de procesos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 30	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de seguimiento permite al administrador visualizar y dar seguimiento a todas las instancias de los procedimientos en ejecución o finalizados, con opciones para filtrar, ordenar, consultar detalles y eliminar instancias si es necesario.	
Criterios de aceptación	
El administrador puede visualizar la lista de todas las instancias de los procedimientos, tanto abiertas como finalizadas. El administrador puede filtrar las instancias por estado (Procedimientos Abiertos / Procedimientos Finalizados). El administrador puede filtrar las instancias por tipo de procedimiento. El administrador puede ordenar las instancias por diferentes criterios (por ejemplo, fecha de inicio, iniciador). El administrador puede buscar instancias por ID o nombre del procedimiento. El administrador puede visualizar la siguiente información de cada instancia: • ID de la instancia • Nombre del procedimiento (versión) • Usuario que inició la instancia • Fecha de inicio	

• Avance de actividades (completadas / totales) El administrador puede acceder al detalle de cada instancia (botón de ver). El administrador puede eliminar instancias de procedimientos desde la interfaz (botón de eliminar), con validación previa.



Historia de usuario	
Numero: 4.5	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: visualización especifica de procedimientos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 5	
Programador Designado: Edison Ortiz	

Descripción:
El administrador puede consultar el detalle de una instancia de procedimiento, visualizando su avance, los días transcurridos, el listado de actividades con su estado y los archivos o comentarios asociados a cada actividad
Criterios de aceptación
El administrador puede visualizar el ID de la instancia del procedimiento y el nombre del procedimiento (versión). El administrador puede visualizar el porcentaje de avance de la instancia del procedimiento. El administrador puede visualizar los días transcurridos desde el inicio de la instancia.



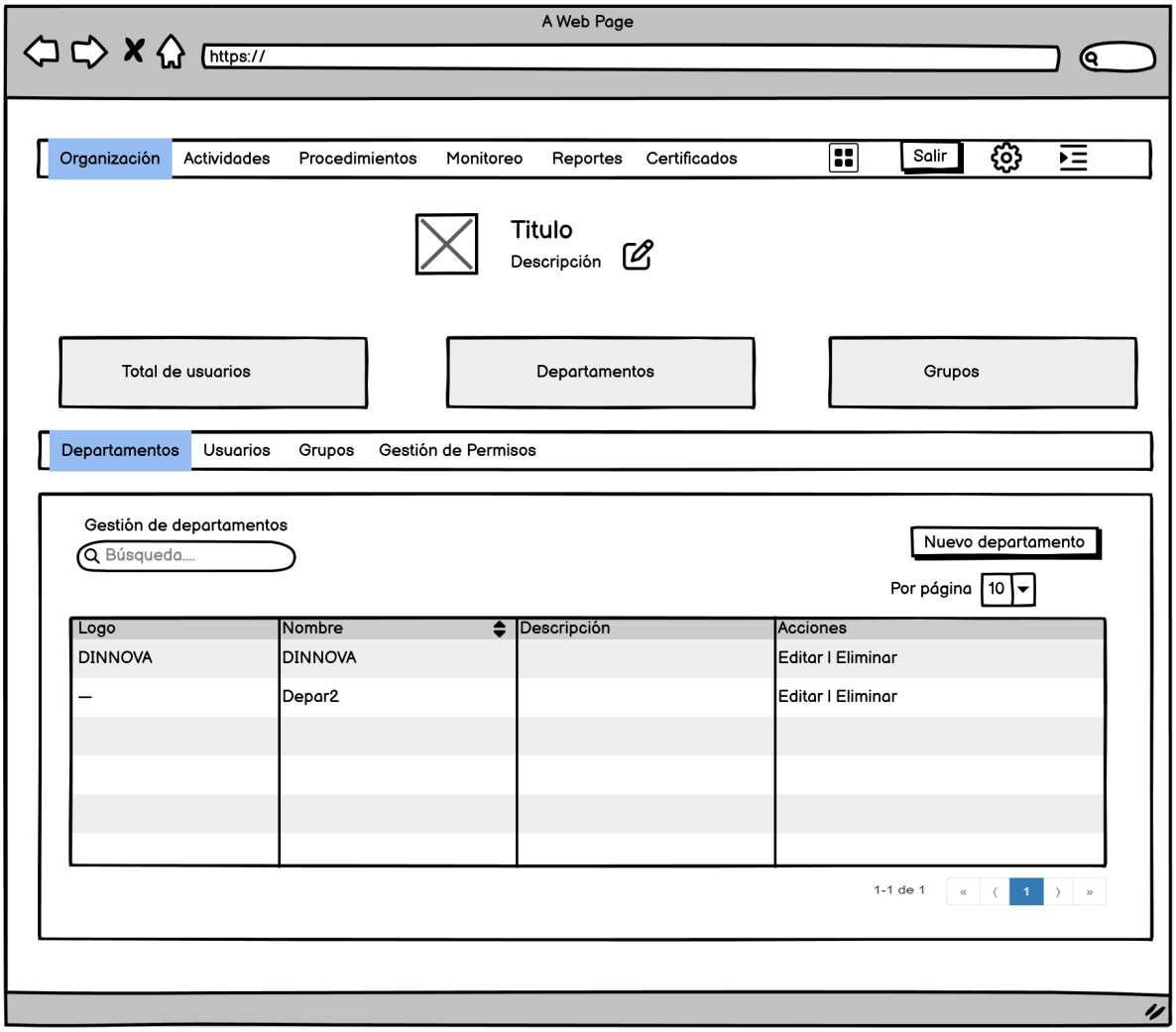
Historia de usuario	
Numero: 5	**Usuario:** Administrador

Nombre Historia: Gestión de la organización	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 40	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de gestión de la organización permite al administrador visualizar y administrar la estructura general de la institución, incluyendo el total de usuarios, departamentos y grupos. Desde esta vista central, el administrador puede acceder a la gestión específica de cada entidad organizacional, facilitando la administración global del sistema.	
Criterios de aceptación	
Visualización general El administrador puede visualizar un panel con los indicadores principales de la organización: • Total de usuarios registrados • Total de departamentos creados • Total de grupos existentes **Navegación estructural** El administrador puede acceder a las secciones: • Departamentos • Usuarios • Grupos • Gestión de permisos Al seleccionar cualquiera de estas pestañas, se abre la vista correspondiente sin recargar toda la página.	

Información del organismo El administrador puede visualizar el nombre de la organización (UTA) y su imagen/logo. El administrador puede editar la información general de la organización mediante la opción de edición disponible.

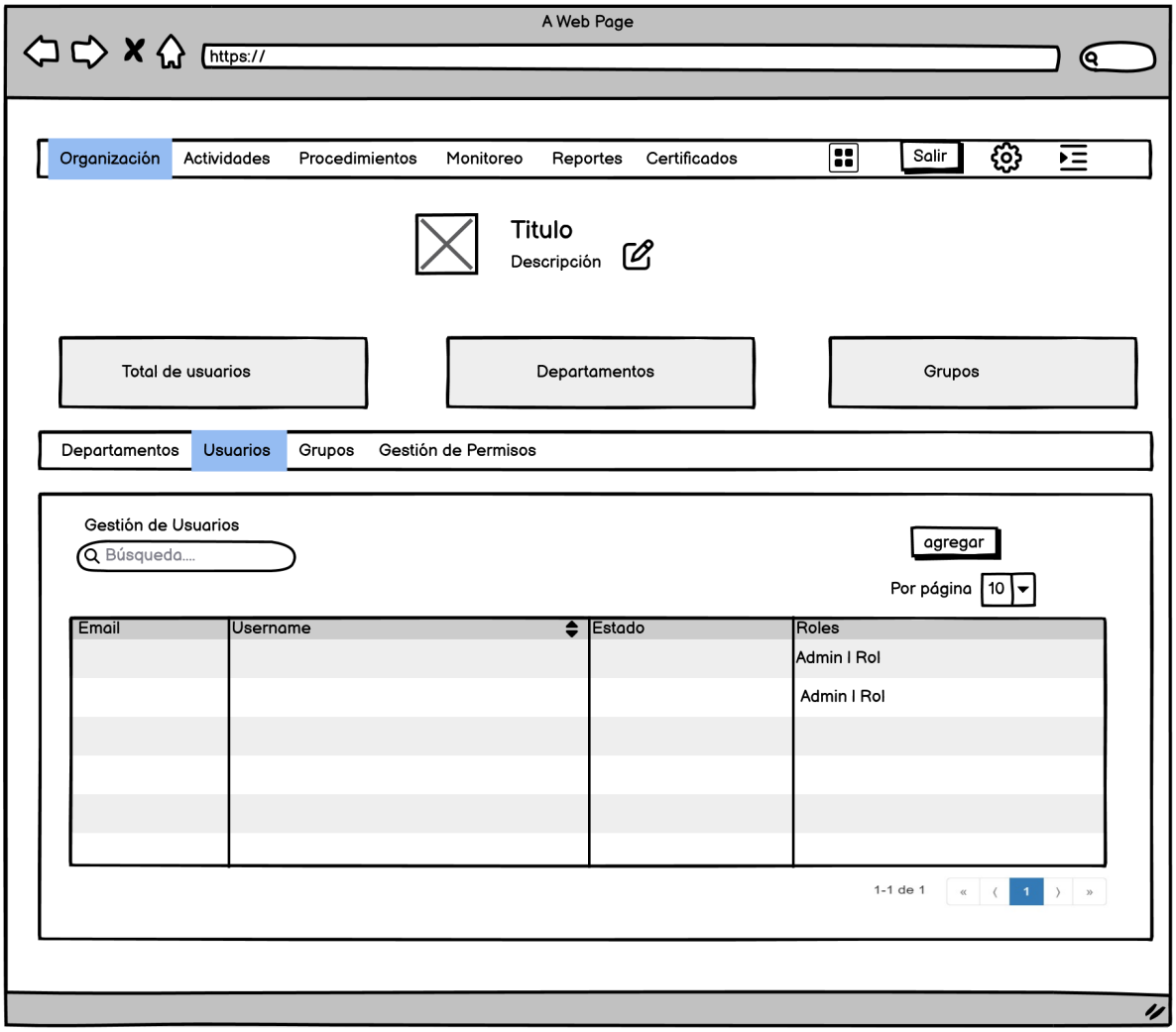
Historia de usuario	
Numero: 5.1	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Gestión de Departamentos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de gestión de departamentos permite al administrador visualizar, buscar, crear, editar y eliminar los departamentos pertenecientes a la organización. Esta sección centraliza la administración de las unidades organizacionales registradas en el sistema.	
Criterios de aceptación	
El administrador puede visualizar la lista de departamentos mostrando: • Logo • Nombre • Descripción	

El administrador puede buscar departamentos
El administrador puede crear un nuevo departamento
El administrador puede editar la información de un departamento
El administrador puede eliminar un departamento mediante
El listado de departamentos permite paginación y ordenamiento por columnas.



Historia de usuario	
Numero: 5.2	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Gestión de Usuarios	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	

Descripción: El módulo de gestión de usuarios permite al administrador visualizar, buscar y administrar a los usuarios registrados en la organización. Desde esta sección es posible crear nuevos usuarios y gestionar sus roles dentro del sistema.
Criterios de aceptación
El administrador puede visualizar la lista de usuarios mostrando: • Email • Username • Estado (Activo/Inactivo) • Roles asignados El administrador puede buscar usuarios El administrador puede crear nuevos usuarios El administrador puede activar o desactivar un usuario El administrador puede asignar roles mediante el selector de roles incluido en la columna “Roles”. El listado de usuarios debe permitir paginación.



Historia de usuario	
Numero: 5.3	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Gestión de Grupos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de gestión de grupos permite al administrador visualizar, buscar, crear y administrar los grupos asociados a cada departamento. Desde esta sección es posible gestionar los miembros y actividades relacionadas a cada grupo.	
Criterios de aceptación	

El administrador puede visualizar los departamentos disponibles en el panel izquierdo.

Al seleccionar un departamento, se muestran sus grupos y sus atributos:

• Nombre

• Descripción

• Número de miembros

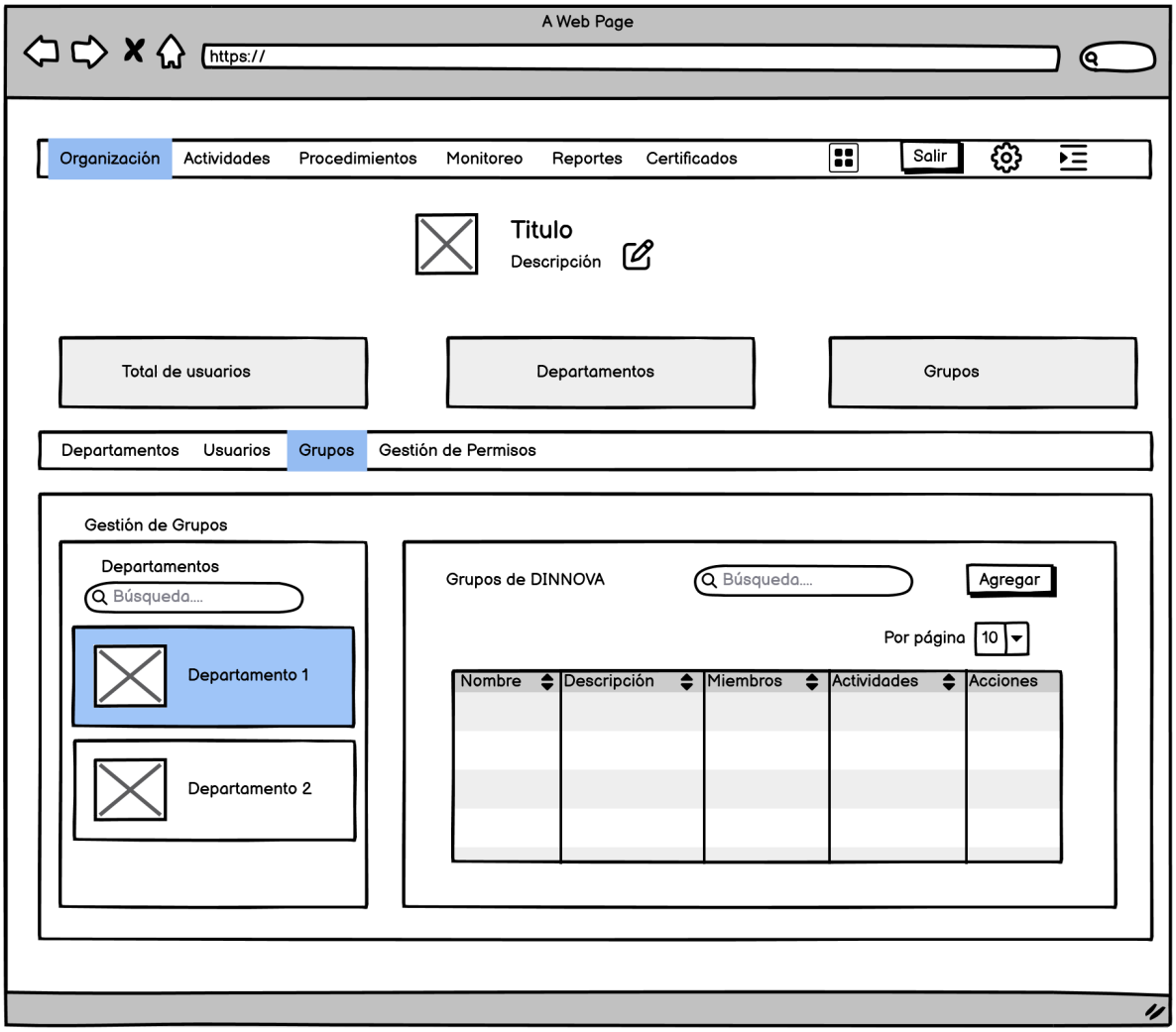
• Número de actividades

El administrador puede buscar departamentos y buscar grupos

El administrador puede crear nuevos grupos

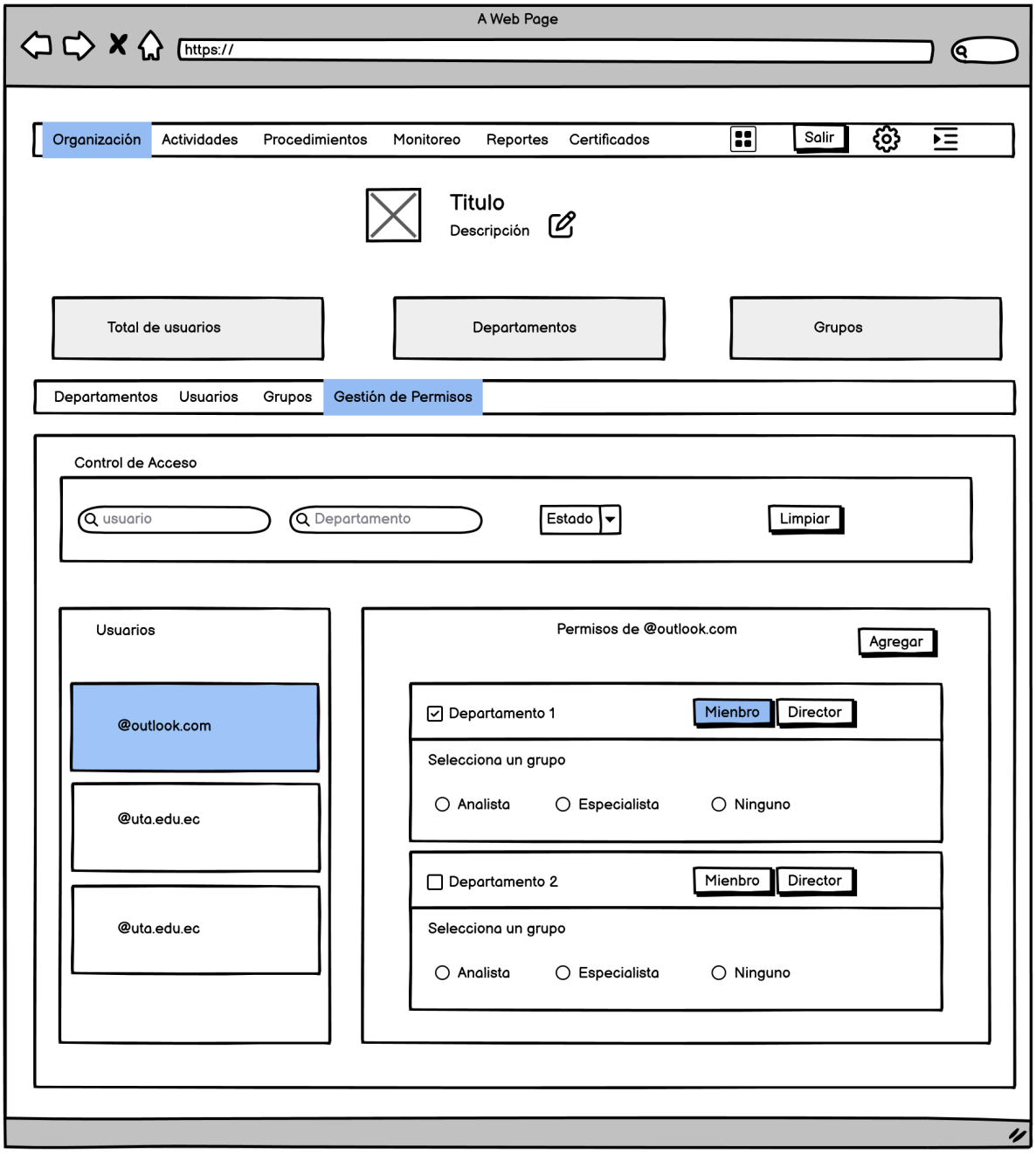
El administrador puede editar un grupo

El administrador puede eliminar

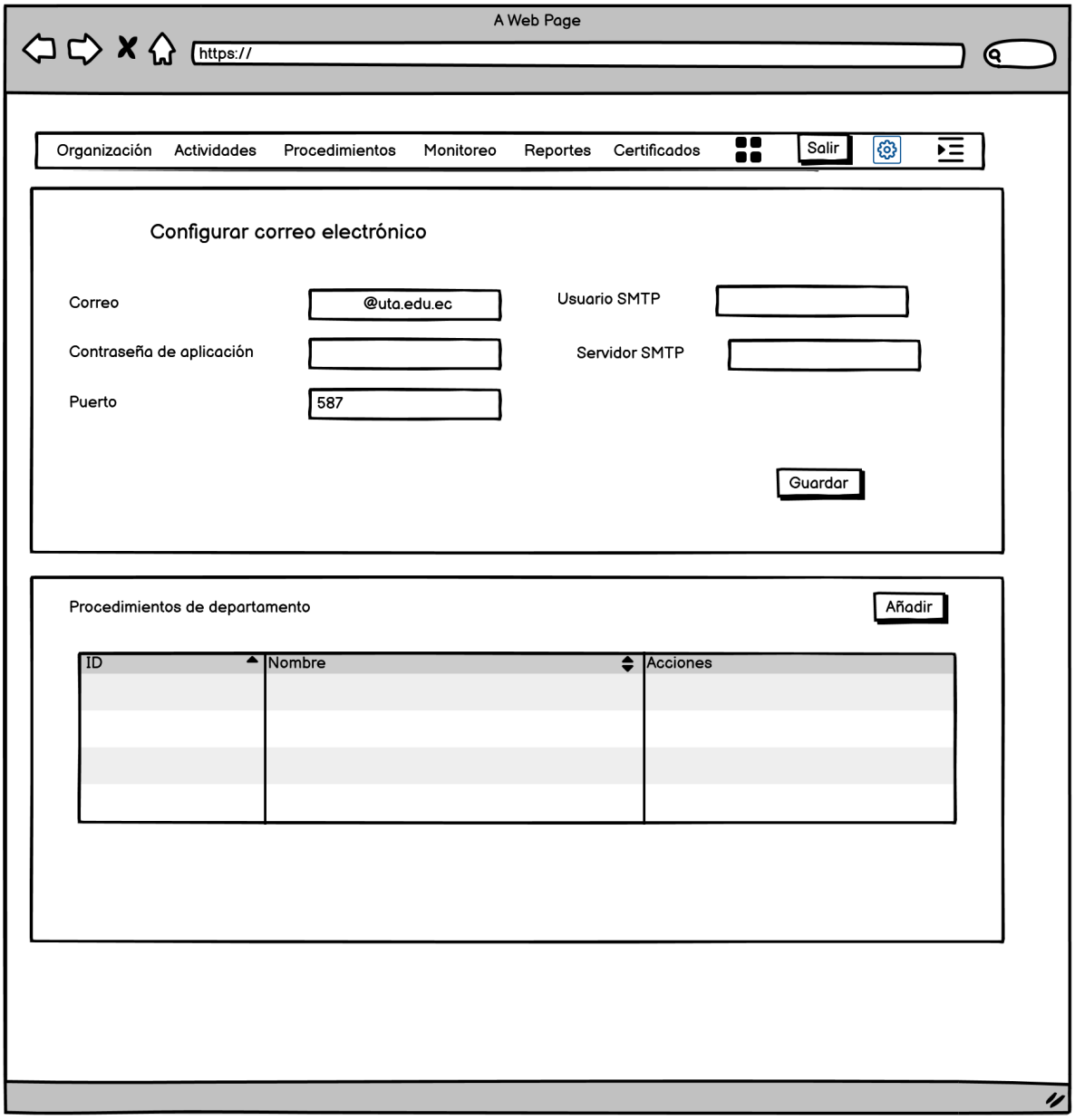


Historia de usuario	
Numero: 5.4	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Gestión de permisos	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 10	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: El módulo de control de acceso permite al administrador gestionar los permisos de cada usuario dentro de la organización. Desde esta vista se puede asignar acceso a	

departamentos, definir roles (Miembro/Admin del departamento) y asignar grupos opcionales dentro de cada departamento.
Criterios de aceptación
El administrador puede buscar usuarios El administrador puede buscar departamentos vinculados a esos usuarios El administrador puede filtrar usuarios por estado (Todos, Activo, Inactivo). Al seleccionar un usuario, se muestra su panel de permisos indicando: • Departamentos asociados • Estado de acceso (activado/desactivado) • Rol asignado (Miembro / Admin) • Grupo opcional al que pertenece El administrador puede activar o desactivar el acceso del usuario a cada departamento. El administrador puede asignar o cambiar el rol del usuario dentro del departamento. El administrador puede seleccionar el grupo del usuario dentro del departamento (Analista, Especialista, Ninguno...).


A Web Page
https://
Organización
Actividades
Procedimientos
Monitoreo
Reportes
Certificados
Salir
Titulo
Descripción
Total de usuarios
Departamentos
Grupos
Departamentos
Usuarios
Grupos
Gestión de Permisos
Control de Acceso
usuario
Departamento
Estado
Limpiar
Usuarios
@outlook.com
@uta.edu.ec
@uta.edu.ec
Permisos de @outlook.com
Agregar
Departamento 1
Mienbro
Director
Selecciona un grupo
Analista
Especialista
Ninguno
Departamento 2
Mienbro
Director
Selecciona un grupo
Analista
Especialista
Ninguno

Historia de usuario	
Numero: 6	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Configuración del departamento	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** media
Puntos Estimados: 15	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Se realiza el registro de la información del correo pertinente que se va a utilizar para enviar las alertas y los macroprocesos que pueda tener el departamento	
Criterios de aceptación	
El administrador puede editar la información El administrador puede agregar la información El administrador puede gestionar los macroprocesos del departamento en el que se encuentre	



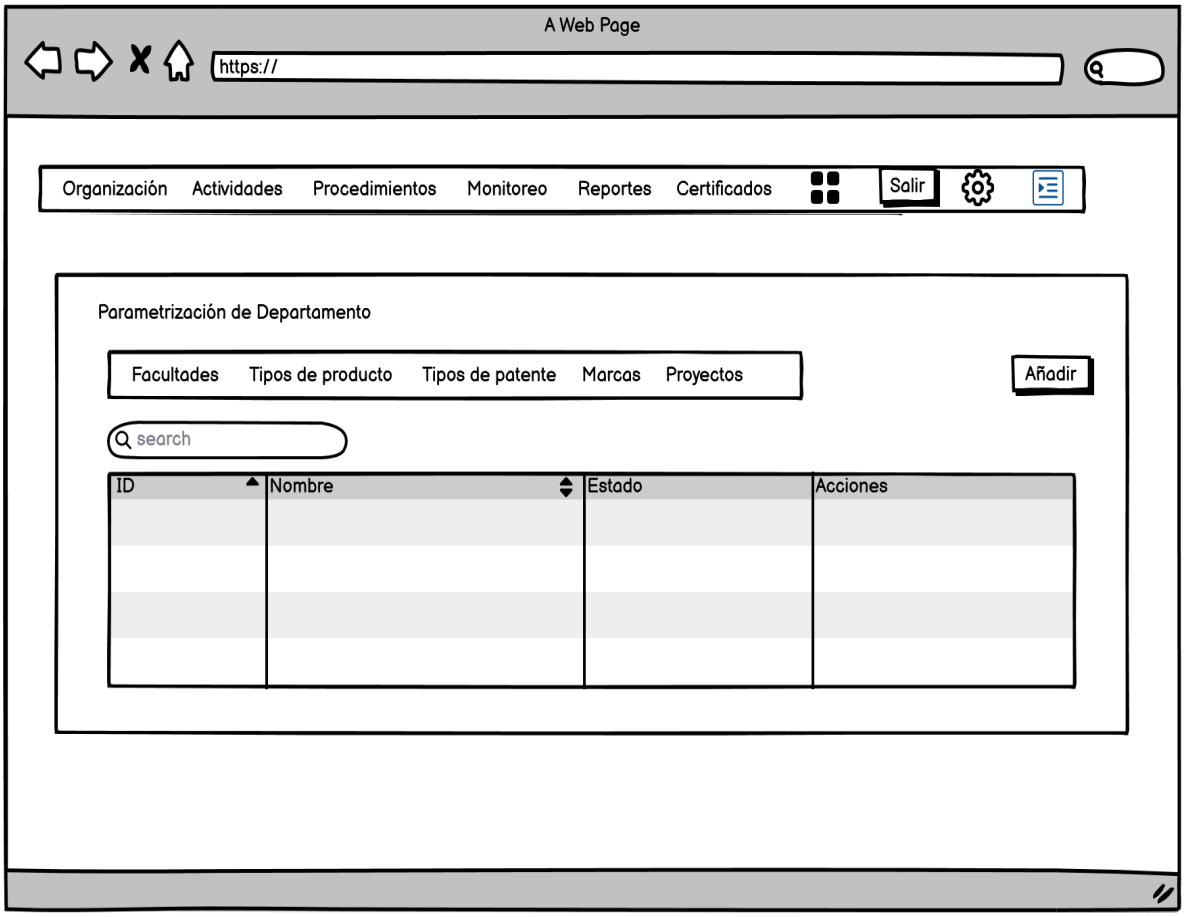
Historia de usuario	
Numero: 7	**Usuario:** Administrador
Nombre Historia: Parametrización del departamento	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 20	

Programador Designado: Edison Ortiz
Descripción: El módulo de parametrización de departamento permite al administrador gestionar los diferentes catálogos internos asociados a un departamento, incluyendo facultades, tipos de producto, tipos de patente, marcas y proyectos. Desde esta vista centralizada, el administrador puede visualizar, buscar, crear, editar y eliminar los parámetros necesarios para la configuración funcional del sistema.
Criterios de aceptación
Navegación entre catálogos El administrador puede cambiar entre las secciones: • Facultades • Tipos de producto • Tipos de patente • Marcas • Proyectos Al seleccionar una pestaña, la tabla cambia automáticamente para mostrar los datos del catálogo correspondiente. **Visualización de parámetros** El administrador puede visualizar una tabla con las columnas: • ID • Nombre • Estado • Acciones Los datos deben actualizarse dinámicamente al cambiar entre catálogos. El administrador puede añadir un nuevo registro

Edición y eliminación

El administrador puede editar un registro

El administrador puede eliminar un registro



Historia de usuario	
Numero: 8	**Usuario:** Director de Departamento

Nombre Historia: Gestión de iniciadores	
Prioridad de negocio: Alta	**Riesgo de desarrollo:** Alta
Puntos Estimados: 15	
Programador Designado: Edison Ortiz	
Descripción: Como Director de Departamento, quiero poder agregar o eliminar iniciadores de cada procedimiento perteneciente a mi departamento, así como visualizar todos los procesos y actividades ejecutadas dentro del área que dirijo. Esto me permitirá supervisar quién tiene permiso para iniciar procedimientos, verificar el estado del flujo de trabajo y asegurar la correcta ejecución de las actividades dentro del departamento.	
Criterios de aceptación	
Gestión de iniciadores del procedimiento El Director puede visualizar la lista de iniciadores permitidos para cada procedimiento del departamento. El Director puede agregar un iniciador buscando por correo electrónico o nombre de usuario. El Director puede eliminar un iniciador existente desde la misma interfaz. El sistema valida que solamente usuarios pertenecientes al departamento puedan ser asignados como iniciadores. **Visualización de procesos del departamento** El Director puede visualizar todos los procesos creados dentro de su departamento, independientemente de quién los haya iniciado.	

Visualización de actividades ejecutadas

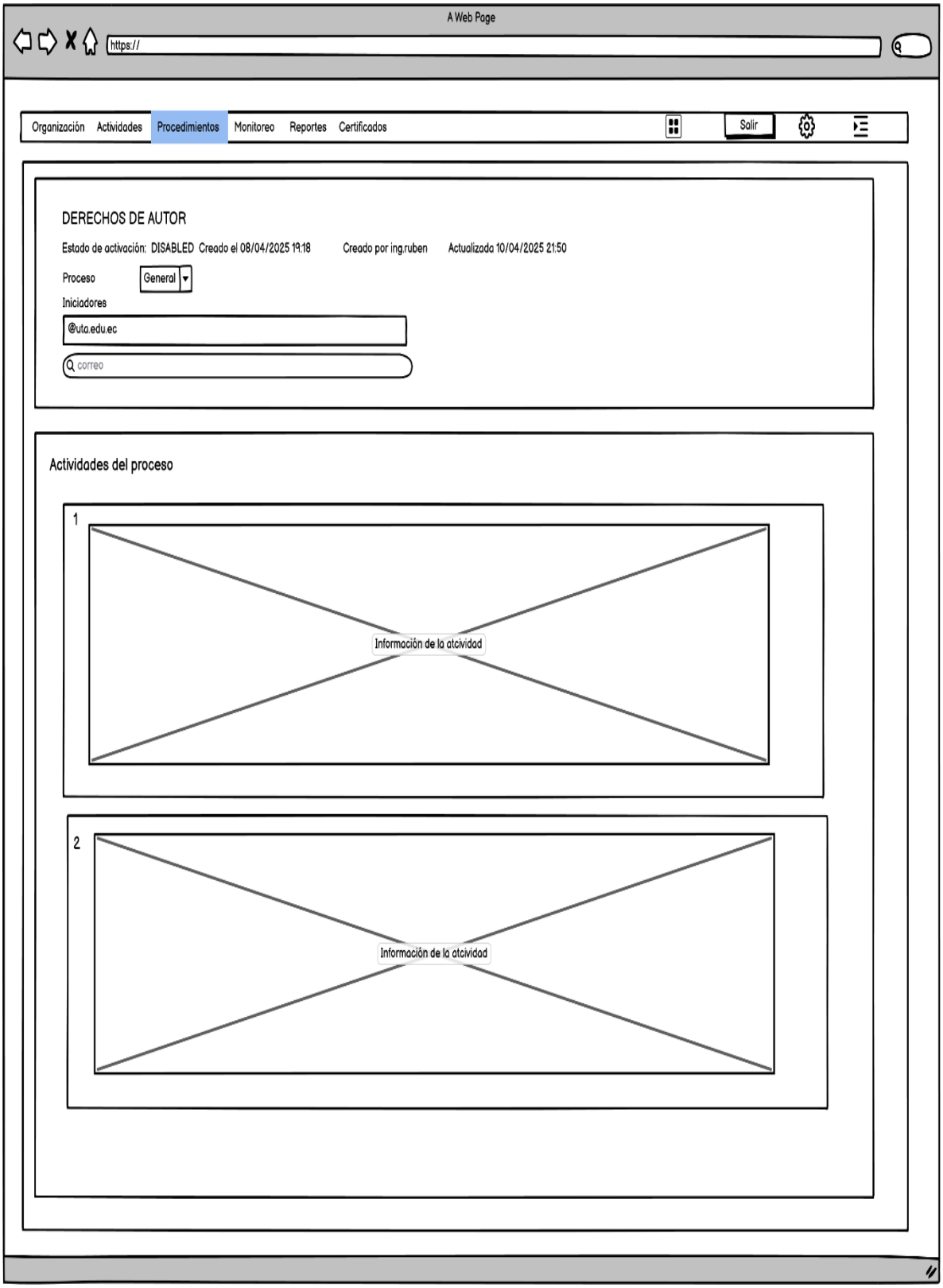
El Director puede visualizar todas las actividades pertenecientes a los procedimientos del departamento.

Permisos y restricciones

El Director puede realizar estas acciones únicamente sobre los procedimientos que pertenecen a su departamento.

No puede modificar procesos de otros departamentos.

El Director no puede alterar la estructura del proceso (solo los iniciadores).


A Web Page
https://
Organización
Actividades
Procedimientos
Monitoreo
Reportes
Certificados
Salir
DERECHOS DE AUTOR
Estado de activación: DISABLED Creado el 08/04/2025 19:18
Creado por ing.ruben
Actualizada 10/04/2025 21:50
Proceso
General
Iniciadores
@uta.edu.ec
correo
Actividades del proceso
1
Información de la atcividad
2
Información de la atcividad

Anexo D. Acta de reunión para validar requerimientos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **GESTIÓN DEL DESARROLLO DE SOFTWARE** **ACTA DE REUNIÓN**

Sistema de procesos administrativos - UTA

ACTA NUMERO:	DITIC-SIPRO-*2025-1*	**REUNIÓN N°**	*1*
FECHA	*23/09/2025*	**HORA**	*14:00*
TIPO DE REUNIÓN	*Presencial*		
MOTIVO/ CONVOCADA PARA	*Revisar y validar los avances del funcionamiento del sistema del proyecto de tesis de la resolución 0917-P-CD-FISEI-UTA-2025*		
OBJETIVO	*Verificar el desempeño del sistema SIPRO-UTA e identificar posibles mejoras y levantar observaciones necesarias para su implementación oficial dentro de la institución.*		
ASISTENTES	Dirección de calidad: - Sylvia Andrade - Tannia Romero - Kevin Córdova		

Temas del orden del día

1 Hora PROCESO DE SEGUIMIENTO

DISCUSION
Revisión del sistema funcionamiento y importancia y el avance Tutor pueda realizar una solicitud desde el sistema Reportes de cantidad de productos registrados
ACUERDO / CONCLUSION
Incluir el subproceso para que los autores vean el tramite de registro
INFORMACION REQUERIDA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
GESTIÓN DEL DESARROLLO DE SOFTWARE
ACTA DE REUNIÓN

Para completar la información de las 14 actividades se requiere ayuda de un humanoide

PLAN DE ACCION	RESPONSABLE
-Completar actividades	Edson Ortiz

CONSTANCIA DE ASISTENCIA

Nº	NOMBRE	ASISTENCIA	DEPARTAMENTO
1	Sylva Andrade		DIAC
2	Tannia Romero		DIAC
3	Kevin Córdova		DIAC

Anexo E. Acta de requerimientos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
GESTIÓN DEL DESARROLLO DE SOFTWARE
ACTA DE REQUERIMIENTOS

Sistema de procesos administrativos - UTA

ACTA NUMERO:	DITIC-SIPRO-2025-2	**REUNIÓN Nº**	1
FECHA	02/10/2025	**HORA**	14:30
TIPO DE REUNIÓN	Presencial		
MOTIVO/ CONVOCADA PARA	Revisar , validar los avances y requerimientos del sistema del proyecto de tesis de la resolución 0917-P-CD-FISEI-UTA-2025		
OBJETIVO	Verificar el desempeño del sistema SIPRO-UTA, identificando posibles mejoras y levantando los requerimientos necesarios para su implementación oficial dentro de la institución.		
ASISTENTES	DIRECCIÓN DE INNOVACION Y EMPRENDIMEINTO (DINNOVA): - Nuevez Luis - Ramirez Eveca - Gallo Jessica - Jaimez Rafael -		

Temas del orden del día
2 Horas PROCESO DE SEGUIMIENTO

DISCUSION
Validar y levantar procesos de PI
Usuario: Le desea poder editar procedimientos ya finalizados - Le desea poder buscar los certificados ya subidos durante el proceso

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO GESTIÓN DEL DESARROLLO DE SOFTWARE ACTA DE REQUERIMIENTOS

FASE 1: REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL PI – DERECHOS DE AUTOR

Nº Actividad	*Nombre*	*Observaciones de usuarios*	*¿Se requiere en el sistema? (Si/No)*	*Documentos asociados*
1	*Solicitar registro de PI.*		No	
2	*Recibir requerimiento.*		No	
3	*Analizar el potencial de registro de PI.*	Sin facultad tipos de producto autores Enviar correo	Si	actividad 9
4	*Ingresar solicitud en matriz de seguimiento.*		No	
5	*Realizar reserva de información.*		No	
6	*Verificar disponibilidad presupuestaria.*	Subir certificación		certificacion
7	*Solicitar información para registro.*		No	
8	*Enviar información y documentación requerida.*		No	
9	*Revisar información y documentación.*		No	

10	*Realizar solicitudes de registro de PI e inscripción de contrato.*	comprobación	Si	No
11	*Realizar la solicitud de pago.*		No	
12	*Enviar pago.*		No	
13	*Realizar pago.*		No	
14	*Solicitar validación de transferencia.*	Comprobación	Si	
15	*Validar transferencia.*		No	
16	*Elaborar solicitud de inscripción de contrato.*	Subir archivo	Si	formato de solicitud de inscripción c.
17	*Entregar documentación al SENADI.*	Subir de archivos	Si	
18	*Inscribir el contrato y registrar la obra.*		No	
19	*Reportar la gestión de registro realizada.*	Comprobación	Si	

20	*Notificar a solicitante.*		No	
21	*Recibir la notificación.*		No	

FASE 2: REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL PI – PATENTES

Nº Actividad	*Nombre*	*Observaciones de usuarios*	*¿Se requiere en el sistema? (SI/No)*	*Documentos asociados*
1	*Solicitar registro de PI.*		No	
2	*Recibir requerimiento.*		No	
3	*Analizar el potencial de registro de PI.*	D A.	Si	
4	*Ingresar solicitud en matriz de seguimiento.*		No	
5	*Realizar reserva de información.*	Compilación	(No) Si	
6	*Verificar disponibilidad presupuestaria.*	1 vez al año	Si	Certificación
7	*Solicitar información para registro.*		No	

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO GESTIÓN DEL DESARROLLO DE SOFTWARE ACTA DE REQUERIMIENTOS

PLAN DE ACCION	RESPONSABLE
Realizar la edición de los procesos en el monitoreo y un modulo de busqueda de certificados	Edison Ortiz

CONSTANCIA DE ASISTENCIA

Nº	NOMBRE	ASISTENCIA	DEPARTAMENTO
1	Pablo Freire		DINNOVA
2	FANNY TORRES		DINNOVA
3	Jimy Reyes		DINNOVA.
4	Mery Ruiz		DINNOVA
5			