



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales
No Renovables.**

Carrera de Ingeniería en Sistemas

**Módulo para la certificación electrónica en la Carrera de
Ingeniería en Sistemas-Computación.**

**Trabajo de Titulación previo a
la obtención del título de
Ingeniero en Sistemas.**

AUTOR:

Alex John Chamba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez

DIRECTOR:

Ing. Pablo Fernando Ordóñez Ordóñez, Mg. Sc.

Loja-Ecuador

2022

Certificación

Loja, 22 de marzo de 2022

Ing. Pablo Fernando Ordóñez Ordóñez, Mg.Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Módulo para certificación electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas**, de la autoría de los estudiantes **Alex John Chamba Macas** con cédula Nro. **1105643314** y **Raquel Jenny Lojano Chavez** con cédula Nro. **1900463702**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**PABLO FERNANDO
ORDONEZ ORDONEZ**

Ing. Pablo Fernando Ordóñez Ordóñez, Mg.Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Nosotros, **Alex John Chamba Macas** y **Raquel Jenny Lojano Chavez**, declaramos ser autores del presente Trabajo de Titulación y eximimos expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente, aceptamos y autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de nuestro Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**ALEX JOHN
CHAMBA**

Autor: Alex John Chamba Macas.

Cédula: 1105643314

Fecha: 14 de diciembre del 2022

Correo electrónico:

alex.chamba@unl.edu.ec

Teléfono: 0999081750

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**RAQUEL JENNY
LOJANO CHAVEZ**

Autor: Raquel Jenny Lojano Chavez.

Cédula: 1900463702

Fecha: 14 de diciembre del 2022

Correo electrónico:

raquel.lojano@unl.edu.ec

Teléfono: 0999707653

Carta de autorización por parte de los autores, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación.

Nosotros, **Alex John Chamba Macas** y **Raquel Jenny Lojano Chavez**, declaramos ser autores del Trabajo de Titulación denominado: “**Módulo para la certificación electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación**”, como requisito para optar por el título de **Ingenieros en Sistemas**; autorizamos al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de diciembre del dos mil veinte y dos.



Firmado electrónicamente por:
**ALEX JOHN
CHAMBA**

Firma:

Autor: Alex John Chamba Macas.

Cédula: 1105643314

Dirección: Av. Panamericana (Sector Carigán)

Correo electrónico:

alex.chamba@unl.edu.ec

Teléfono: 0999081750



Firmado electrónicamente por:
**RAQUEL JENNY
LOJANO CHAVEZ**

Firma:

Autor: Raquel Jenny Lojano Chavez.

Cédula: 1900463702

Dirección: La Pradera (Manzanos y Arabíscos)

Correo electrónico:

raquel.lojano@unl.edu.ec

Teléfono: 0999707653

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Pablo Fernando Ordóñez Ordóñez, Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación con infinito amor se lo dedico; a mis padres, Rosario Chavez y Juan Lojano por darme las herramientas necesarias durante el proceso de mi formación académica y creer en mí y en mi capacidad.

A mi amado esposo Juan Viteri, por su esfuerzo y apoyo, además de darme aliento con sus palabras a no retroceder hasta llegar a cumplir con este sueño.

A mis hermanas y sobrinos que siempre estuvieron presentes en las derrotas para sostenerme y en los triunfos para celebrar.

A cada uno, porque son una parte fundamental de mi vida y en este proceso me han motivado constantemente.

Raquel J. Lojano

Dedico el presente trabajo a toda mi familia, principalmente a mi querida madre Deifilia Chamba por haber sido mi apoyo constante e incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A mis hermanos por estar siempre presentes y por haberme brindado su apoyo durante de esta etapa de mi vida.

A todas las personas y amigos que me han apoyado y colaborado permitiendo que este trabajo se realice de manera exitosa, en especial a aquellos que compartieron parte sus conocimientos y orientaron durante todo el proceso de investigación y redacción del Trabajo de Titulación aportando a mi formación profesional.

Alex J. Chamba

Agradecimiento

A Dios, por sus misericordias y bendiciones diarias, a mi compañero de tesis por su apoyo, comprensión y paciencia.

De igual forma, mi gratitud es con mi asesor del Trabajo de Titulación por orientarnos en este proceso de obtención del título, compañeros, amigos, profesores y personal educativo, que me acompañaron durante el tiempo de preparación académica.

Finalmente, quiero agradecer a las personas que de una u otra manera estuvieron involucrados en el proyecto, por su tiempo y colaboración.

Raquel J. Lojano
Alex J. Chamba

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras:.....	xi
Índice de anexos:.....	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Antecedentes conceptuales	6
4.1.1. Firma electrónica	6
4.1.2. Certificado electrónico	7
4.1.3. Normativa de firma electrónica en el Ecuador	7
4.2. Gestión de procesos de negocio (BPM).....	8
4.2.2. Definición de proceso.....	9
4.2.3. Componentes de un proceso.....	9
4.2.4. Principios de Business Process Management (BPM).....	10
4.2.5. Aplicación basada en procesos.....	11
4.2.6. Modelado de procesos de negocio.....	11
4.2.7. Definición de Business Process Management (BPM).....	11
4.2.8. Automatización de procesos.....	12
4.3. Business Process Management Suit/System (BPMS).....	12
4.3.1. Bonita.....	12
4.4. Notación BPMN 2.0.....	15

4.4.1.	Elementos de la notación BPMN 2.0.....	15
4.5.	Metodologías.....	16
4.5.1.	Metodologías de desarrollo de software.....	17
4.5.2.	Comparativa de las metodologías (Crystal, Scrum, XP).....	22
4.5.3.	Metodología BPM: RAD.....	23
4.5.4.	Metodología de implantación.....	24
4.6.	Estándar IEEE 830.....	30
4.7.	Software Alfresco	31
4.8.	Trabajos relacionados	31
5.	Metodología.....	34
5.1.	Materiales.....	37
5.2.	Métodos.....	37
5.2.1.	Método bibliográfico	37
5.2.2.	Método analítico	38
5.3.	Técnicas	38
5.3.1.	Encuestas	38
5.3.2.	Entrevistas	38
5.4.	Participantes.....	38
6.	Resultados	40
6.1.	Diagrama BPMN	41
6.2.	Reglas de negocio	45
6.3.	Historias de usuario.....	46
6.4.	Arquitectura del sistema	46
6.5.	Diagrama de caso de uso.....	47
6.6.	Modelo entidad relación	48
6.7.	Diagrama de secuencia de firma.....	49
6.8.	Diagrama de despliegue.....	50
6.9.	Diagrama de pruebas del módulo	51
6.10.	Resultado de pruebas	52
6.11.	Plan de implantación.....	53
6.12.	Módulo de Certificación Electrónica desplegado en producción	54

6.13. ¿Mejóro el proceso?.....	55
7. Discusión	67
8. Conclusiones	70
9. Recomendaciones	71
9.1. Trabajos futuros	71
10. Bibliografía	72
11. Anexos	77

Índice de tablas:

Tabla 1. Ediciones de Bonita.....	14
Tabla 2. Ventajas de Bonita.....	14
Tabla 3. Elementos de BPMN.	15
Tabla 4. Principales características de SCRUM.	19
Tabla 5. Comparativa de metodologías: Crystal, Scrum y XP.....	22
Tabla 6. Ventajas de BPM:RAD.	24
Tabla 7. Proyectos en los que se puede emplear Microsoft Sure Step.	28
Tabla 8. Herramientas y materiales	37
Tabla 9. Elementos BPMN del Módulo de Certificación Electrónica.....	43
Tabla 10. Historias de usuario del Módulo de Certificación Electrónica.....	46
Tabla 11. Pruebas unitarias de métodos.	52
Tabla 12. Análisis de resultados para mejora	56
Tabla 13. Datos obtenidos (Días)	62
Tabla 14. Test-Student (Muestras relacionadas) – Encuesta, solicitud y emisión de certificados.....	63
Tabla 15. Porcentaje de indicadores	69

Índice de figuras:

Figura 1. Componentes de un proceso	10
Figura 2. Arquitectura de Bonita.	13
Figura 3. Representación de contenedor BPMN	15
Figura 4. Representación de Actividades BPMN	16
Figura 5. Representación de eventos BPMN.....	16
Figura 6. Representación de compuertas BPMN	16
Figura 7. Representación de datos BPMN	16
Figura 8. Funcionamiento de SCRUM.....	19
Figura 9. Marco de trabajo, metodología XP	21
Figura 10. Fases de la metodología BPM:RAD.	23
Figura 11. Metodología ASAP.....	25
Figura 12. Metodología Sure Step.....	28
Figura 13. Metodología Oracle AIM.....	30
Figura 14. Características del software Alfresco.....	31
Figura 16. Modelado del proceso en la BPMN de Bonita.....	42
Figura 17. Subproceso BPMN, Cancelar solicitud.....	43
Figura 18. Diagrama de componentes del Módulo de Certificación Electrónica.....	47
Figura 19. Caso de uso general del Módulo de Certificación Electrónica	48
Figura 20. Modelo entidad relación del Modelo de la Base de Datos.....	49
Figura 21. Diagrama de secuencia.....	50
Figura 22. Diagrama de despliegue del Módulo de Certificación Electrónica.....	51
Figura 23. Diagrama de pruebas Módulo de Certificación Electrónica.	52
Figura 24. Acceso al sistema.....	54
Figura 25. Interfaz del módulo (funcionarios)	54
Figura 26. Proceso de solicitud y emisión de certificados	55
Figura 27. Procesos de solicitud y emisión de certificados.....	55
Figura 28. Pregunta 1	57
Figura 29. Pregunta 2	58
Figura 30. Pregunta 3	59
Figura 31. Pregunta 4	60
Figura 32. Pregunta 5	61
Figura 33. Pregunta 6	62
Figura 34. Pregunta 7	64
Figura 35. Pregunta 8	65
Figura 36. Pregunta 9	65
Figura 37. Pregunta 10	66

Índice de anexos:

Anexo 1. Versiones del proceso manual de emisión de certificados	77
Anexo 2. Entrevistas.....	79
Anexo 3. Solicitud de Certificados: Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.....	85
Anexo 4. Listado de certificados Obtenidos	86
Anexo 5. Listado de certificados del MCE	89
Anexo 6. Estándar IEEE 830.....	94
Anexo 7. Historias de Usuario del MCE.....	107
Anexo 8. Desarrollo de la Metodología XP	115
Anexo 9. Desarrollo de los objetivos	141
Anexo 10. Encuesta para estudiantes y egresados	178
Anexo 11. Resultados de la encuesta	181
Anexo 12. Actas	185
Anexo 13. Manuales para la instalación del MCE, en el entorno y ejecución de Bonita ..	206
Anexo 14. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Director/Gestor.	218
Anexo 15. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Secretaria	221
Anexo 16. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Estudiantes	224
Anexo 17. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Administrador.	227
Anexo 18. Pruebas de Navegador.	230
Anexo 19. Lista de verificación	236
Anexo 20. Parámetros y configuraciones de acuerdo al ambiente.....	238
Anexo 21. Consideraciones para publicar artefactos en producción.....	239
Anexo 22. Certificado de traducción de resumen	240

Glosario

- **UNL:** Universidad Nacional de Loja.
- **FEIRNNR:** Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.
- **TT:** Trabajo de Titulación
- **BPM:** Gestión de Procesos de negocio (Business Process Management, por su nombre en inglés).
- **BPMN:** Modelado y Notación de procesos de negocio. (Business Process Model and Notation, por su nombre en inglés).
- **BPMS:** Sistemas de gestión de Procesos de Negocio (Business Process Management System, por su nombre en inglés).
- **RAD:** Análisis y diseño rápido (Rapid Analysis and Design, por su nombre en inglés).
- **XP:** Programación Extrema (Extreme Programming, por su nombre en inglés)
- **MCE:** Módulo de Certificación Electrónica.

1. Título

**Módulo para la certificación electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas-
Computación**

2. Resumen

En el transcurso de la Historia, el hombre ha aprendido a realizar sus actividades de manera manual, sin embargo, en la actualidad y con el avance de la tecnología; la industria del software ha crecido vertiginosamente, revolucionado la manera de llevar a cabo las diferentes tareas, optimizando recursos y tiempo. Tomando como base este hecho, el presente Trabajo de Titulación (TT) ha sido desarrollado como una solución informática para la automatización de las organizaciones universitarias.

El levantamiento, diseño e implementación de este recurso informático tiene como objetivo la sistematización del proceso de solicitud y emisión de certificados académicos con firma electrónica, en la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, perteneciente a la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Por ello y empleando la metodología BPM:RAD, se identificó y definió las principales actividades, tareas y actores que intervienen en el flujo del proceso de solicitud y emisión de certificados académicos en la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, para posteriormente elaborar el diagrama del proceso actual y un segundo modelo con el proceso automatizado con notación BPMN. Posteriormente, para el diseño y desarrollo del sistema se aplicó la metodología de Programación Extrema (XP).

Para la automatización del proceso se utilizó la herramienta Bonita y se obtuvo como resultado el módulo funcional. Finalmente, se definió y ejecutó el plan de implantación del MCE.

En consecuencia, realizado el desarrollo e implementación del módulo, se comprobó que mediante el modelo BPMN se estandarizó el proceso, tornándolo eficiente y efectivo, disminuyendo el tiempo de ejecución y mejorándolo en un 46,63%, además de aumentar la capacidad de procesamiento de información y mitigar los riesgos operacionales permitiendo a sus usuarios mejorar su desempeño laboral.

Palabras claves: Firma electrónica, Desarrollo de software, Metodología XP, Certificado académico, Implantación, Notación BPMN.

2.1. Abstract

In the course of history, man has learned to perform his activities manually, however, at present and with the advance of technology; the software industry has grown rapidly, revolutionizing the way to carry out different tasks, optimizing resources and time. Based on this fact, this Degree Project (TT) has been developed as a software solution for the automation of university organizations.

The survey, design and implementation of this informatics resource has the objective of systematizing the process of requesting and issuing academic certificates with electronic signature, in the Systems Engineering-Computation Career, belonging to the Faculty of Energy, Industries and Non-Renewable Natural Resources of the National University of Loja.

Therefore, using the BPM:RAD methodology, the main activities, tasks and actors involved in the process flow of requesting and issuing academic certificates in the Systems/Computer Engineering Career were identified and defined, to subsequently develop the diagram of the current process and a second model with the automated process, both with BPMN notation. Subsequently, the Extreme Programming (XP) methodology was applied for the design and development of the system.

The Bonita tool was used to automate the process and the functional module was obtained as a result. Finally, the MCE implementation plan was defined and executed.

Consequently, after the development and implementation of the module, it was found that the BPMN model standardized the process, making it efficient and effective, reducing the execution time and improving it by 46.63%, in addition to increasing the information processing capacity and mitigating operational risks, allowing its users to improve their work performance.

Keywords: Electronic signature, Software development, XP methodology, Academic certificate, Implementation, BPMN notation.

3. Introducción

En la actualidad es fundamental el desarrollo sustentable centrado en el ser humano, donde la ciencia, tecnología, educación y cultura interactúan entre sí, para mejorar la calidad de vida. Además, no se puede negar el creciente desarrollo y evolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) [1] en múltiples sectores de la sociedad, tal es el caso del educativo, institucional, empresarial; ya que se enfocan en la organización oportuna y eficiente de la información, por tanto, es necesario poner en marcha mecanismos que permitan agilizar los procesos con el fin de optimizar el tiempo e incrementar la productividad.

En nuestro país, existen universidades que utilizan soluciones informáticas con la finalidad de facilitar la ejecución de ciertos procesos, sin embargo, aún hay varias organizaciones educativas que realizan ciertas operaciones de manera manual, como es el caso de la solicitud o emisión de certificados académicos. Así pues, una de las instituciones que presenta esta falencia, es la Universidad Nacional de Loja, al no contar con un sistema automatizado.

Por los antecedentes expuestos, se vio la necesidad de realizar el análisis e implementación de un software, que permita de manera ágil y oportuna la emisión de certificados académicos firmados electrónicamente; basado en la normativa Ecuatoriana de firmas electrónicas, regulada en la Ley de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos, publicada en el Registro Oficial Suplemento 557 de fecha 17 de abril de 2002, con última reforma de fecha 10 de febrero de 2014 [2], garantizando su validez y legalidad, colaborando en el desarrollo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación perteneciente a la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Por consiguiente, se estableció como principal objetivo del presente proyecto de titulación implementar un módulo que permita realizar la solicitud y emisión de certificados académicos en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación. De esta manera, para el cumplimiento del objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos: Establecer los procesos para la emisión y solicitud de certificados académicos utilizando la notación BPMN (Business Process Model and Notation) [3]. Desarrollar el módulo para la

solicitud y emisión de certificados académicos utilizando la herramienta Bonita [4] y aplicando la metodología XP (Extreme Programming) [5]. Definir un plan de implantación para el módulo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, a partir de las metodologías Oracle AIM [6], ASAP [7] y Sure Step [8].

El Trabajo de Titulación (TT) se encuentra estructurado de la siguiente manera: MARCO TEÓRICO, donde se detalla la información referente al objeto de investigación, como es el caso de firma electrónica, normativas de la firma electrónica en Ecuador, certificación electrónica, gestión de procesos de negocio BPM, metodologías de implantación y demás temas relevantes para el desarrollo del módulo. METODOLOGÍA, donde se detallan los materiales, técnicas y métodos empleados para la investigación. RESULTADOS obtenidos, se detallan los pasos realizados en el desarrollo del Módulo de Certificación Electrónica usando la metodología XP. DISCUSIÓN contiene la evaluación de los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES obtenidas luego de la implantación del MCE. ANEXOS se encuentra la información complementaria utilizada y generada durante el desarrollo del Trabajo de Titulación.

4. Marco teórico

En este apartado, se describe la revisión bibliográfica que permitirá al lector, entender el contexto del resultado obtenido al final del desarrollo del TT; primero, se explican los fundamentos conceptuales referentes al certificado y firma electrónica, considerando las normativas contenidas en la legislación ecuatoriana. Seguido, se hace referencia a la Gestión de Procesos de Negocio (BPM) y el sistema de información Bonita, además se define todo lo concerniente a las metodologías empleadas como BPM:RAD, metodología XP y de implantación, finalmente se presentan algunos trabajos relacionados.

4.1. Antecedentes conceptuales

4.1.1. Firma electrónica

Es un documento virtual equivalente a una firma digital manuscrita. Esto significa que todos los datos en formato electrónico, registrados o asociados con otros, pueden utilizarse como un medio para identificar el sitio, es decir, permiten identificar al firmante y detectar cualquier modificación posterior de los datos firmados, que se asocian únicamente con el firmante y con datos a los que se refiere y generados por medios que el firmante puede mantener bajo su control monopolístico [9].

Una firma electrónica equivale a una firma manuscrita, con la diferencia de que la primera se hace de forma electrónica y la segunda proviene de la escritura a mano. Mediante el uso de un sello de firma, ya sea electrónico o escrito a mano, la persona denota responsabilidad por ser remitentes del material que se registra, ya que esta queda registrada, reconociendo los derechos de autor con y por ende asume su responsabilidad que esto conlleva. Para efectos de la ley de firma digital, se expide desde un contexto técnico donde se asume el compromiso total. Además, indica la necesidad de asegurar la corrección e integridad de todos los documentos electrónicos procesados por dicha tecnología [10].

Dicho de otra forma, es un certificado digital que se adjunta a alguien para identificarlo, el documento tiene el mismo valor legal que una firma manuscrita, pero en su esencia también aporta una serie de ventajas. Una firma digital identifica y protege legalmente a su propietario. De esta forma, se puede garantizar que terceros no falsifiquen su firma

manuscrita y a través de la digitalización le ahorrará mucho tiempo en procesos, papeleo o trámites innecesarios.

4.1.2. Certificado electrónico

Un certificado digital que permite la firma electrónica del documento, el destinatario del documento firmado puede estar seguro de que el documento es original y no ha sido manipulado, y que el autor de la firma electrónica no puede negarse a autorizar algún trámite.

Los certificados digitales se utilizan para cifrar las comunicaciones y solo el destinatario de la información puede acceder a su contenido. En definitiva, la principal ventaja es que la obtención de un certificado te permitirá ahorrar tiempo y dinero a la hora de realizar trámites administrativos en Internet, en cualquier momento y lugar. Un certificado digital consta de un par de claves criptográficas, una clave pública y una clave privada, que se generan mediante un algoritmo matemático, de manera que lo que se cifra con una de las claves solo se puede descifrar utilizando la clave correspondiente. El propietario del certificado debe mantener la clave privada bajo su control, porque si es robada, el abusador puede hacerse pasar por el propietario en la red, en este caso, el propietario debe revocar el certificado lo antes posible, al igual que perder una tarjeta de crédito robada [11].

4.1.3. Normativa de firma electrónica en el Ecuador

La institución encargada de certificar a las entidades de Certificación de Información y Servicios Relacionados Acreditados y Terceros Vinculados es la ARCOTEL. En el art. 14 de la ley de comercio electrónico se establece que: “La firma electrónica tendrá igual validez y se le reconocerán los mismos efectos jurídicos que a una firma manuscrita en relación con los datos consignados en documentos escritos, y será admitida como prueba en juicio” [12].

Art. 17: El titular de la firma electrónica deberá [2], [13]:

- Cumplir con las obligaciones derivadas del uso de la firma electrónica;
- Actuar con la debida diligencia y tomar las medidas de seguridad necesarias, para mantener la firma electrónica bajo su estricto control y evitar toda utilización no autorizada;

- Notificar por cualquier medio a las personas vinculadas, cuando exista el riesgo de que su firma sea controlada por terceros no autorizados y utilizada indebidamente;
- Verificar la exactitud de sus declaraciones;
- Responder por las obligaciones derivadas del uso no autorizado de su firma, cuando no hubiere obrado con la debida diligencia para impedir su utilización, salvo que el destinatario conociere de la inseguridad de la firma electrónica o no hubiere actuado con la debida diligencia;
- Notificar a la entidad de certificación de información los riesgos sobre su firma y solicitar oportunamente la cancelación de los certificados y,
- Las demás señaladas en la ley y sus reglamentos.

Art. 19 establece una serie de acciones por las que se extinguirá la firma electrónica y será por:

- Voluntad de su titular;
- Fallecimiento o incapacidad de su titular;
- Disolución o liquidación de la persona jurídica, titular de la firma; y,
- Por causa judicialmente declarada.

Por lo tanto, se destaca la importancia de mencionar algunas de las entidades que brindan el servicio de firma electrónica:

- Banco Central del Ecuador.
- Registro Civil.
- Security Data Seguridad en Datos y Firma Digital S.A [14].
- Concejo de la Judicatura [15].
- ANFAC Autoridad de Certificación Ecuador C.A.

4.2. Gestión de procesos de negocio (BPM)

La gestión por procesos es una forma de organización, diferente a la clásica organización funcional, en la que la visión del cliente prevalece sobre las actividades de la organización. Estos procesos específicos se gestionan de forma organizada y la mejora de la propia organización se basa en su mejora continua. Por lo tanto, sus operaciones proporcionan

visibilidad y herramientas para que los flujos de trabajo se puedan mejorar y rediseñar para hacerlos más eficientes y satisfacer las necesidades del cliente. Hay que recordar que las operaciones son realizadas por personas y por ello siempre se debe tener en cuenta la relación con proveedores y clientes.

4.2.1. Objetivos de la Gestión por procesos

Según los autores Hernández, Martínez, & Cardona [16]:

- Promover la participación de recursos humanos con mayor sentido de compromiso, en todos los procesos efectuados; cualquiera que sea su posición jerárquica.
- Favorecer la participación del equipo de trabajo intercambiando información con el fin de gestionar soluciones de forma eficiente y oportuna.
- Conocer las organizaciones de forma sistémica para desarrollar una visión de forma horizontal.

4.2.2. Definición de proceso

Los procesos que componen el sistema de gestión de la información; Generan las entradas y salidas del sistema u otros procesos relacionados; También se puede identificar, controlar, corregir o actualizar a medida que evolucionan los cambios ambientales y los procesos organizacionales, como un medio indiscutible para asegurar la calidad, la eficiencia y la mejora [17].

4.2.3. Componentes de un proceso

Procesos: este es todo proceso que interviene e interactúa en el sistema y permite el desarrollo del ciclo de vida de la información, donde las entradas de un proceso del sistema pueden formar la salida de otro proceso y viceversa.

Entrada: determinada por las necesidades de las personas y las fuentes de información internas y externas.

Salidas: constituyen el final del ciclo de vida de la información, permiten productos y servicios de información de valor agregado y deben garantizar que las necesidades de la

comunidad de usuarios a la que está asociado el sistema se cumplan con los requisitos de calidad que necesitan o necesitan.

Flujo de información: la transferencia de información de la entrada durante cada proceso a la salida. En el proceso de transmisión de información, de entrada, a salida, una serie de procesos ordenados superpuestos están estrechamente relacionados entre sí a través de diferentes flujos, de manera que el usuario obtiene nueva información de valor agregado.

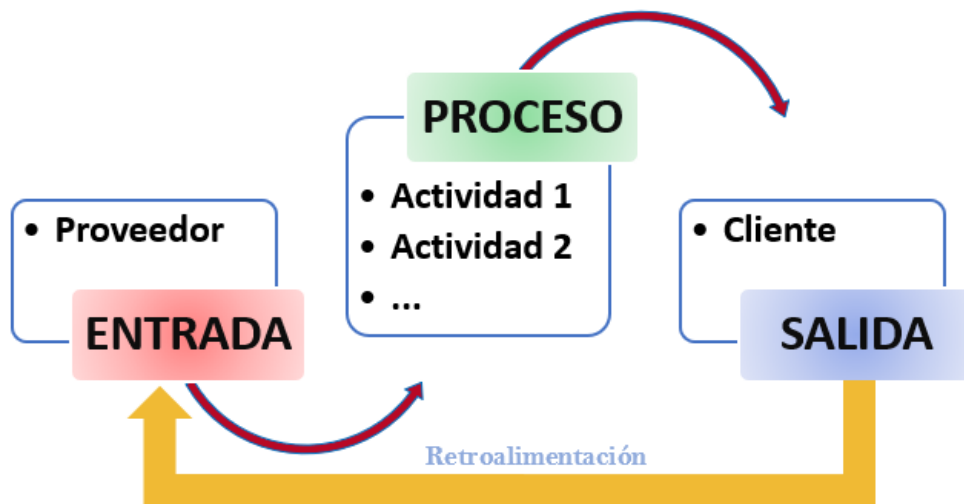


Figura 1. Componentes de un proceso [Fuente: propia]

4.2.4. Principios de Business Process Management (BPM)

- Hacer que los procesos comerciales sean visibles para la empresa y las partes interesadas de TI con un modelo de procesos comerciales.
- Permitir un cambio en la mentalidad de la generación pasada.
- Con BPM, los requisitos, procesos y definiciones no son obligatorios, pero pueden modificarse debido a la respuesta en un entorno en constante cambio.
- Cuando sea posible, permita que los analistas de procesos comerciales realicen cambios en los procesos comerciales de TI como soporte.
- Productos como *Business Process Management Suite* (BPMS) ayudan a empoderar a los actores comerciales y acelerar el cambio.

4.2.5. Aplicación basada en procesos

Aplicar este tipo de modelo requiere no solo una nueva visión de los procesos, sino también la creación de un valor adicional para cada variable que contradice el modelo en su conjunto. Esta nueva tendencia separa la gestión de operaciones de todos los modelos organizativos conocidos anteriormente.

4.2.6. Modelado de procesos de negocio

El modelo de gestión basado en procesos está encaminado hacia el cumplimiento de la misión organizacional, dirigiendo las actividades necesarias hacia la satisfacción de clientes, proveedores, empleados, accionistas y sociedad en general. Implementar este tipo de modelo requiere no solo una nueva visión de las operaciones, sino también la creación de valor agregado para cada cambio que vaya en contra del modelo en su conjunto. Esta nueva dirección es lo que distingue a la gestión de operaciones de todos los planes organizativos previamente conocidos [16].

El proceso de gestión que vincula todas las actividades de la empresa, tiene en cuenta las percepciones de todos los involucrados en la producción del producto, quienes ayudan a dirigir las operaciones para satisfacer plenamente las necesidades y requisitos de clientes y empleados. La gestión de operaciones también estimula la creación de valor, que es un aspecto esencial para aumentar la eficacia y la eficiencia de una empresa y, por lo tanto, su capacidad para competir en el mercado.

4.2.7. Definición de Business Process Management (BPM)

Es un sistema que gestiona cómo se diseñan, reutilizan y operan procesos de negocio como activos o bloques organizativos. La idea es mejorar cada vez más los procesos comerciales y evolucionar rápidamente hacia la mejora de los procesos comerciales a lo largo del tiempo. Aborda los problemas de gestión creados por la economía global actual, junto con el enfoque de BPM en mejorar el rendimiento de los procesos comerciales de un extremo a otro, con procesos que comprenden funciones, departamentos y operaciones, incluidos socios, proveedores y proveedores de servicios. La combinación de disciplina y tecnología BPM permitirá a la empresa responder adecuadamente a mayores fluctuaciones en el entorno del comercio exterior [18].

4.2.8. Automatización de procesos

La automatización es el uso de sistemas de tecnología de información e información para reducir la demanda de trabajo humano en la producción de bienes y servicios. Sus principales ventajas son: reemplazar a los operadores humanos en entornos peligrosos, tareas monótonas, excelentes actividades de atuendo físico o mucho más allá de las habilidades, fuerza, poder, velocidad y mejora de las personas. La automatización y el control del control se utilizan ampliamente en la industria en todo el mundo para aumentar la eficiencia de los procesos y la calidad del producto, así como la competitividad empresarial. Esto, a su vez, ha promovido el desarrollo de la tecnología de automatización y también acortó el tiempo de adquisición de acuerdo con las empresas para competir, luego creando un ciclo caracterizado por el desarrollo de la nueva tecnología y sus aplicaciones. La tendencia es cuando se crea una nueva fábrica o una nueva fábrica industrial, esto viene con tecnología de control y monitoreo [19].

4.3. Business Process Management Suit/System (BPMS)

Cuando se habla de BPMS, se hace mención a la herramienta que se va a usar para automatizar el proceso, haciendo posible que la implementación del BPM sea controlado y sencillo, dicho de otra forma, es una aplicación de software. BPMS, además de permitir la automatización, ayuda a llevar a cabo, el seguimiento de los procesos al momento de ejecutarlos.

4.3.1. Bonita

Bonita es una suite de BPM y *Workflow* de código abierto, generada en 2001. Se inició en el Instituto Nacional Francés de Investigación en Ciencias de la Computación, se puede aplicar para diversos proyectos que requieren flujos de trabajo complejos como la gestión de la cadena de suministro, la administración electrónica, los recursos humanos, la gestión de contratos [4]. Bonitasoft ha lanzado tres versiones principales de la plataforma [20].

- **Bonita BPM Studio:** una herramienta de modelado gráfico basada en el estándar BPMN 2.0. Dentro del estudio, los desarrolladores definen el modelo de datos de negocio, añaden conectores a sistemas externos y crean los contratos que permiten el diseño independiente de la interfaz de usuario. Bonita Studio también permite al

usuario diseñar gráficamente los formularios que se mostrarán al usuario final para interactuar con el proceso. Además, el estudio permite al usuario iniciarse en procesos diseñados con otros estándares y tecnologías como XPD L o JBPM [4].

- **Bonita BPM Engine:** maneja procesos grandes y de alta demanda con un gran volumen de transacciones en un entorno complejo.
- **Bonita BPM Portal:** una interfaz de usuario final estándar y personalizada para móviles y ordenadores de sobremesa, para aplicaciones que no necesitan o no quieren interfaces de usuario personalizadas, para la supervisión de la salud y la gestión de errores [20].

La arquitectura de Bonita se presenta en la siguiente figura (Ver **Figura 2**).

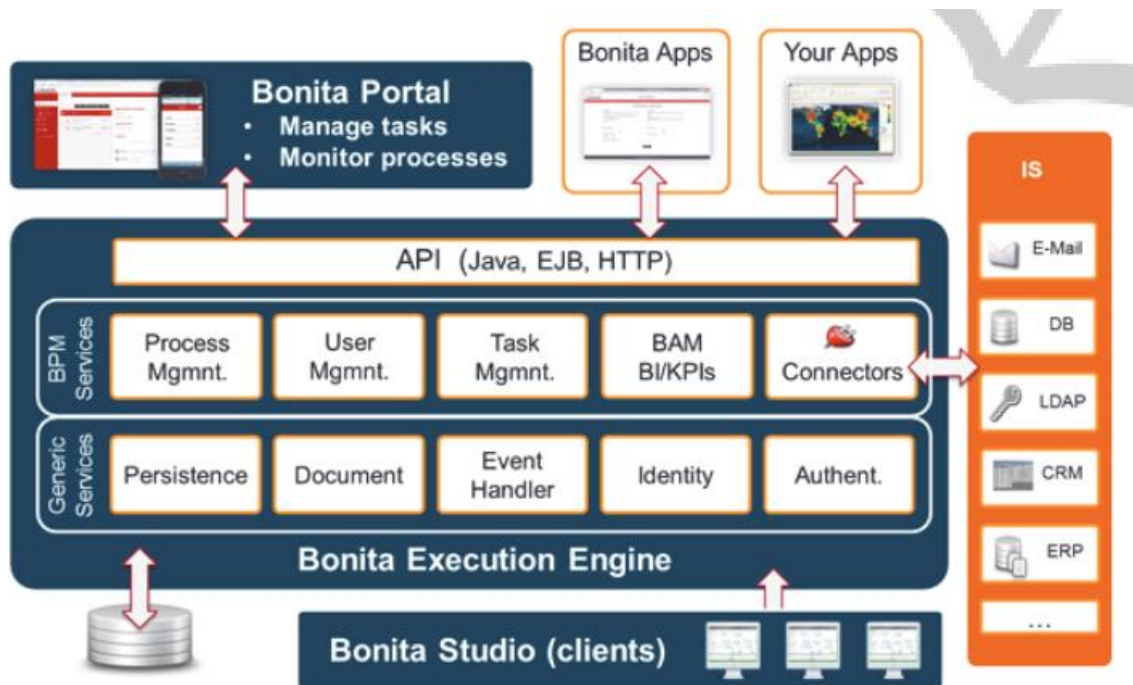


Figura 2. Arquitectura de Bonita. Fuente: [21]

En adición, a continuación (Ver **Tabla 1**), se detallan las cuatro ediciones con las que consta Bonita.

Tabla 1. Ediciones de Bonita. Fuente: [22]

Edición	Descripción
Community	Es la edición Open Source, la cual permite entre las funcionalidades más importantes: modelado, conectores, generación de aplicaciones, manejo de los procesos, etc.
Teamwork	Esta edición está basada en los ambientes colaborativos, y entre las funcionalidades más importantes: un repositorio compartido, productividad avanzada para desarrolladores y personas de negocio, etc.
Efficiency	Esta edición presenta un ambiente avanzado, además de contar con las características de la edición anterior, también presenta plantillas de procesos y perfiles personalizados, entre otras características.
Performance	Esta edición es para un ambiente más crítico, monitorización, tareas de gestión, entre otras características.

La edición comunitaria de Bonita es totalmente de código abierto y se puede descargar gratuitamente. La Comunidad Bonita cuenta con más de 120.000 miembros y muchas contribuciones (por ejemplo, conectores). Bonita es utilizado por más de 1000 clientes en más de 70 países. Entre los sectores que utilizan Bonita para aplicaciones basadas en procesos se encuentran la aeronáutica, la construcción, los servicios bancarios y financieros, la industria química, la educación, la energía, las finanzas, la agricultura, la alimentación y las bebidas, la administración pública, los seguros, la fabricación, el comercio minorista, el transporte y la logística, etc. [20].

Las principales ventajas de Bonita se detallan a continuación (Ver **Tabla 2**).

Tabla 2. Ventajas de Bonita. Fuente: [17], [23]

Ventajas de Bonita
Es una herramienta avanzada para desarrollar e integrar con rapidez aplicaciones de negocio basadas en procesos y dotar de más flexibilidad a las interfaces del usuario final.
Proporciona opciones de personalización del portal para que los desarrolladores de aplicaciones proporcionen portales web y móviles personalizados y fáciles de usar.
Posibilita reparar fallas en las aplicaciones que resulta de cambios en los sistemas de información externos o APIs¹³ de terceros, como errores de configuración en aplicaciones en ejecución.
Bonita Platform es un administrador y orquestador de procesos que se utiliza para controlar el proceso de negocio y crear una secuencia organizada que sea fácilmente modificable y permita una corrección ágil de errores y una fácil definición de procesos.

4.4. Notación BPMN 2.0

El proceso de gestión que vincula todas las actividades de la empresa, también tiene en cuenta las percepciones de todos los involucrados en la producción del producto, para dirigir las operaciones para satisfacer plenamente las necesidades y requisitos de clientes y empleados. La gestión de operaciones también estimula la creación de valor, que es un aspecto esencial para aumentar la eficacia y la eficiencia de una empresa y, por lo tanto, su capacidad para competir en el mercado.

Los principales elementos de BPMN son mostrados en la **Tabla 3**, que se ve a continuación.

Tabla 3. Elementos de BPMN. Fuente: [3], [23], [24]

Elemento	Descripción
Actividades o tareas	Representan la actividad desempeñada por un actor, estos pueden ser de tipo humanas, servicio, script, abstracta, de envío de tarea, etc. Las tareas utilizadas en los procesos de monitoreo y control son de tipo humanas y tienen asociado un formulario para ingreso o recepción de información.
Eventos	Representan algo que sucede durante la ejecución de un proceso, usualmente tienen una causa y un resultado y se clasifican en tres tipos (eventos de inicio, eventos intermedios y eventos finales).
Puertas de enlace o compuertas	Representan un punto de decisión donde a partir de los datos de entrada se canaliza la salida por uno o más caminos.
Flujos de secuencia o conectores	Representan la conexión de dos objetos del flujo de ejecución de un proceso.

4.4.1. Elementos de la notación BPMN 2.0

- **Contenedor o Piscina:** Representan las entidades responsables de las actividades en los procesos, traducido al inglés es pool, existirá por lo menos uno. (Ver **Figura 3**)

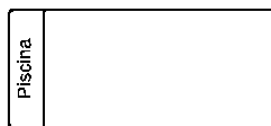


Figura 3. Representación de contenedor BPMN

- **Actividades:** Son las acciones que se ejecutan en el proceso, tales como: Tareas de tipo manual o automáticas. (Ver **Figura 4**)



Figura 4. Representación de Actividades BPMN

- **Eventos:** Son aquellos elementos que denotan, pausan o finalizan un proceso. (Ver Figura 5)



Figura 5. Representación de eventos BPMN

- **Compuertas:** Son elementos de bifurcación del proceso, ya sean por eventos o datos. (Ver Figura 6)

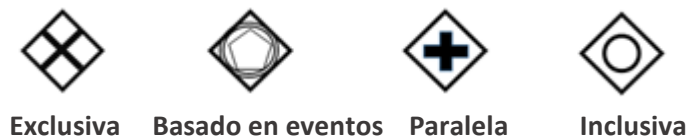


Figura 6. Representación de compuertas BPMN

- **Conectores:** Son líneas que permiten conectar diferentes objetos de flujo. (Ver Figura 7)

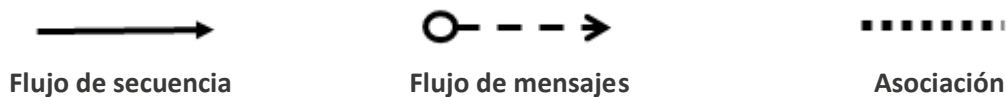


Figura 7. Representación de datos BPMN

4.5. Metodologías

Según [25] la metodología es la teoría del método. Por tanto, es el estudio científico que nos enseña a descubrir nuevos conocimientos, utilizando diversos procedimientos o caminos,

permitiendo solucionar diferentes problemas con el fin de lograr los objetivos planteados y a la vez enriquecer los conocimientos del científico.

4.5.1. Metodologías de desarrollo de software

“Una metodología de desarrollo de software se fundamenta sobre tres pilares básicos: que hay que hacer y en qué orden, como deben realizarse las tareas y con que pueden llevarse a cabo. Esto es, qué etapas, actividades y tareas se deben ejecutar, qué técnicas deben emplearse para realizar estas actividades y cuáles son sus herramientas software a utilizar en cada caso”. La metodología del desarrollo del software es muy importante, ya que permite desarrollar un software compuesto por diferentes fases: análisis, desarrollo, implementación y prueba, con el objetivo de que, el sistema cumpla con los parámetros establecidos inicialmente.

Una de las partes importantes que se debe tener en cuenta al momento de desarrollar un software, es la selección de la metodología, debido a que, el definir correctamente la metodología a implementar en un proyecto nuevo puede significar el éxito o fracaso de una aplicación, sin embargo, hay que dejar en claro que no existe una metodología que garantice el 100% del éxito. Debido a que los modelos tradicionales están basados en una estricta y abundante documentación, y que en 1990 se propusieron nuevos métodos ágiles que disminuyen tiempo, recursos y una forma de trabajo flexible, se optó por las metodologías ágiles donde la planificación se actualiza continuamente, siendo su objetivo principal poner en funcionamiento el software lo antes posible [26].

A continuación, se describen las tres metodologías ágiles más usadas en los últimos años para desarrollo de software.

Crystal

Metodologías ágiles establece que la Metodología Crystal es un grupo de métodos que comparten principios comunes. Estos principios compartidos, o "código genético" (como lo llama su creador Alistair Cockburn), se centran en la entrega regular, la comunicación cercana y la mejora a través de la reflexión. Existen diferentes métodos de Crystal para diferentes tipos de proyectos, y las organizaciones pueden personalizar un proceso específico para cada proyecto.

Crystal no especifica un tipo de ciclo de vida concreto, en su lugar utilizan políticas, herramientas, roles y estándares, algunos de los aspectos [27] que considera Crystal Clear son:

- **Entregas frecuentes:** una vez finalizada una planificación, se debe planear el siguiente incremento acorde al equipo.
- **Revisiones:** se presenta el trabajo realizado acorde a las fechas de planificación.
- **Monitoreo:** se mide el avance del proyecto a partir de las diferentes entregas realizadas.
- **Técnica de puesta a punto de la metodología:** se basa en conocimientos de las metodologías propuestas de Crystal, y toma de decisión para utilizar la que más se adapte al proyecto

Las ventajas de Crystal permite transformar, integrar, visualizar la presentación de un informe en una mayor calidad y la modificación por parte del programador, ya que los informes son almacenados en plantillas independientes de la aplicación visual [25]:

- Permite la visualización del informe antes de imprimirlo (Vista Preliminar).
- La visualización del informe es solamente de lectura.
- La presentación del informe es de una mayor calidad.
- Mayor rapidez por parte del programador en la generación y modificación de los informes.
- Los formatos de los informes son almacenados en plantillas independientes de la aplicación visual.

Scrum

Scrum es una práctica ágil, incremental e iterativa desarrollada para desarrollos rápidos y se utiliza en organizaciones que no dependen de los plazos. Scrum proporciona una metodología que regula el conjunto de mejores prácticas de tal manera que se trabaje en conjunto y se obtengan los posibles resultados beneficiosos de un proyecto. Al igual que XP, Scrum también cree en la simplicidad y es muy fácil de entender los procesos de implementación del proyecto. Esta metodología se basa en la iteración, que es una ronda o ciclo corto de

construcciones repetitivas en las que el ciclo de facilidad termina con un resultado funcional [28].

SCRUM se fundamenta en la fácil documentación del desarrollo y en la relación directa entre el cliente y el grupo de desarrollo; es aquí donde se presentan los sprints, que no es más que un periodo corto de tiempo donde se obtienen resultados sobre tareas planeadas desde un inicio [26]. En la **Figura 8**, se define el funcionamiento de SCRUM y se explican los objetos en la **Tabla 4**.

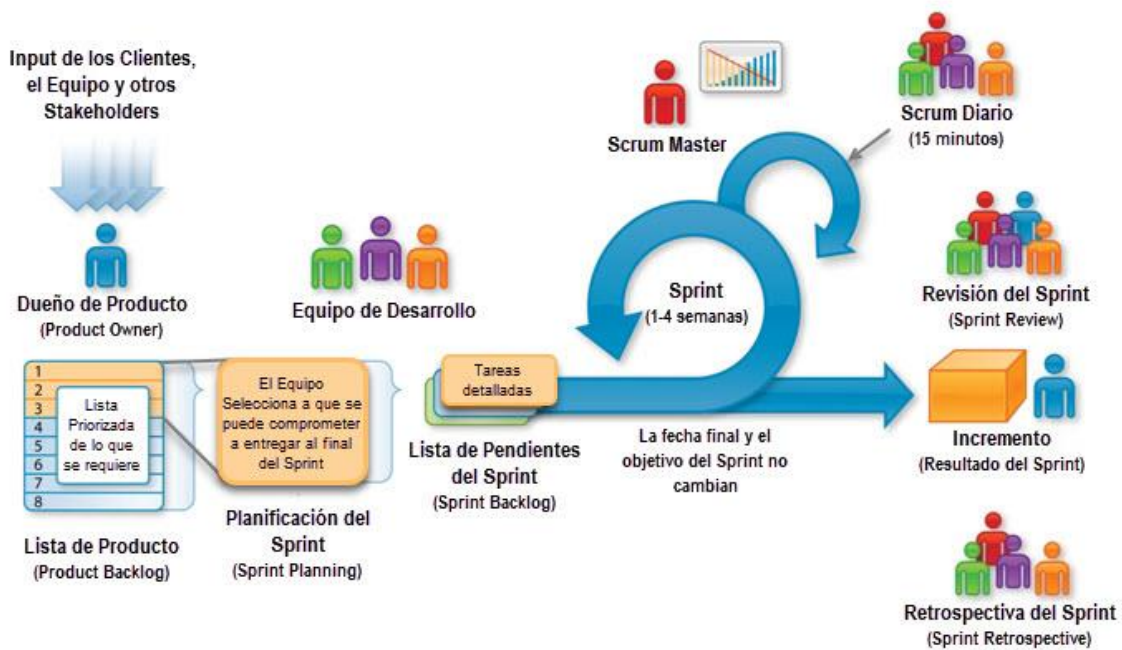


Figura 8. Funcionamiento de SCRUM. Fuente: [26]

Tabla 4. Principales características de SCRUM. Fuente: [26]

Objeto	Descripción
Cuadro de incendio	Este gráfico muestra el trabajo día a día sobre el progreso del sprint
Pruduct Backlog	Es una lista completa de todas las tareas que se ejecutarán en el proyecto
Sprint backlog	Es una lista de tareas que se ejecutará y que no están finalizadas

Programación Extrema (XP)

Esta metodología ágil se basa en una serie de reglas y principios, donde se da énfasis a las tareas que agregan valor y optimizan procedimientos. Además, se centra en potenciar las relaciones entre los involucrados como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo, la metodología XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y la aceptación a los cambios. XP se define especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico [27].

Las fases de la metodología XP son las siguientes: (Ver **Figura 9**)

- **Planeación:** se define como un diálogo continuo entre el cliente y los desarrolladores del sistema, se elaboran las historias de usuarios y un plan de entregas mediante iteraciones.
- **Diseño:** la metodología XP hace referencia a la utilización de diseños simples y claros, que permitan realizar cambios en la codificación en caso de ser necesario.
- **Codificación:** la disponibilidad del cliente, como apoyo continuo, es necesaria durante esta fase del proyecto, ya que, garantiza la codificación correcta, cumpliendo con lo esperado.
- **Pruebas:** se verifica el funcionamiento del sistema a través de diversas pruebas.

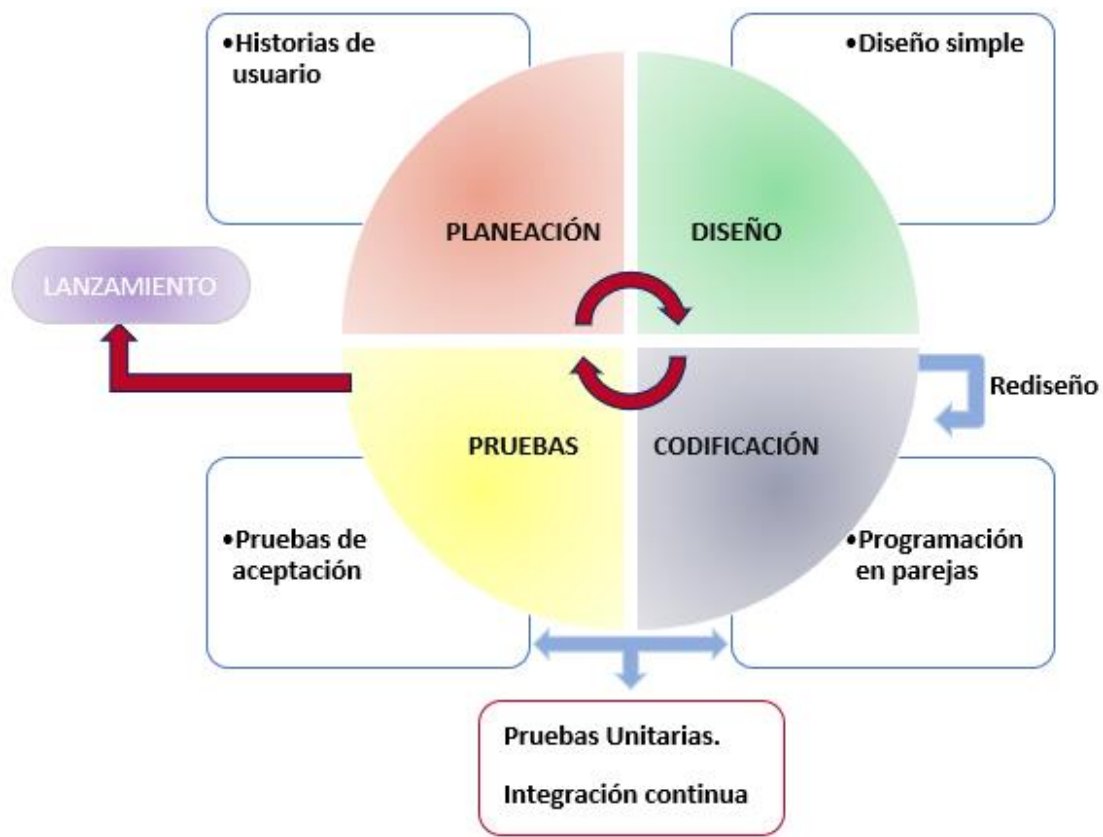


Figura 9. Marco de trabajo, metodología XP [Fuente: propia]

Esta metodología mantiene doce principios básicos agrupados en cuatro categorías [29], descritas a continuación:

- **Retroalimentación a escala fina**, se encuentran diversos principios como los de realización de pruebas, proceso de planificación, el cliente en el sitio y programación en parejas.
- **Proceso continuo, en lugar de por lotes**, permite la integración continua, refactorización y entregas pequeñas.
- **Entendimiento compartido**, en esta categoría se definen criterios como el de crear un diseño fácil y sencillo, la creación de la metáfora del sistema o historia completa.
- **Bienestar del programador**, se rige por la filosofía que un programador cansado, exhausto crea código de mala calidad, por eso se recomienda que los desarrolladores tengan 40 horas de trabajo a la semana y muy pocas horas extras de trabajo.

Historias de Usuario

Las historias de usuario son utilizadas en XP, para especificar los requisitos del software, aquí se describe de forma breve las características que el sistema debe poseer de acuerdo a lo solicitado por el cliente, estas pueden ser modificadas o reemplazadas tornándolas más específicas y comprensibles [27].

4.5.2. Comparativa de las metodologías (Crystal, Scrum, XP)

En la **Tabla 5**, se realiza una comparativa de tres metodologías de desarrollo ágiles, asignándole un valor de 1 cuando la metodología cuenta con el parámetro o característica descrita y 0 si no posee el parámetro, la comparativa está basada en [27] y [30], obteniendo las principales características de cada metodología.

Tabla 5. Comparativa de metodologías: Crystal, Scrum y XP

Parámetros	Crystal	Scrum	XP
Utilización			
Respeto de los plazos de entrega	1	1	0
Respeto de los requisitos	1	1	1
Respeto de un nivel de calidad	0	0	0
Satisfacción del usuario final	0	0	0
Entorno turbulento	0	1	1
Aumento de la productividad	0	0	1
Agilidad			
Iteraciones cortas	0	1	1
Colaborativo	1	0	1
Centrado en las personas	1	0	1
Política de refactorización	0	0	1
Política de pruebas	0	1	1
Integración de los cambios	0	1	1
Peso ligero	0	1	1
Requisitos funcionales pueden cambiar	0	1	1
El plan de trabajo puede cambiar	0	0	1
Los recursos humanos pueden cambiar	1	0	1
Indicadores de cambio	0	0	1
Reactividad	1	1	1
Tamaño del proyecto pequeño	1	1	1
Complejidad del proyecto bajo	0	0	1
Riesgos del proyecto bajo	0	0	1
Tamaño de equipos pequeños	1	1	1
Altas interacción con los clientes	0	0	1
Alta interacción de los miembros del equipo	1	1	1
Enfocado a proyectos de desarrollo	1	1	1

Genera documentación básica	1	0	1
Rapidez en comunicación entre miembros del equipo	1	0	1
Reuniones de seguimiento constantes	0	0	1
Codificación			
Prácticas de colaboración	1	0	1
Utiliza una Técnica de desarrollo Guiado por Pruebas	0	0	1
Rapidez en comunicación entre miembros del equipo	0	0	1
Puntuación	12	13	28
Equivalencia	38,71%	41,94%	90,32%

Se tuvieron en cuenta 31 campos para la evaluación de las tres metodologías ágiles, que equivalen al 100%, de los cuales se puede observar que la metodología XP, cuenta con un mayor número de características que facilitarán el desarrollo del software del presente TT, obteniendo 28 puntos equivalentes a 90,32%, esto debido a su adaptabilidad a los cambios, comunicación continua con los interesados, bajo riesgo de fracaso y con un equipo de desarrollo pequeño, entre otras características y ventajas.

4.5.3. Metodología BPM: RAD

Está dentro de las metodologías ágiles, útil para diseñar procesos de forma detallada, empleando un conjunto de estándares y técnicas, diseño e integración, enmarcado en un ámbito metodológico ágil y dinámico, además de la rapidez y efectividad en la gestión de cambio dentro de una organización [31]. Consta de tres fases (Ver **Figura 10**).

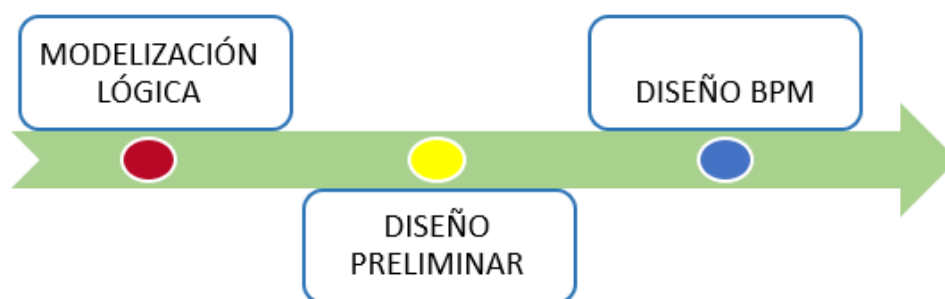


Figura 10. Fases de la metodología BPM:RAD. [Fuente: propia]

- A. **Modelización lógica:** Aquí se identifica y modeliza de forma detallada los procesos de negocio, de acuerdo al alcance del proyecto, obteniendo una perspectiva general del proceso.

- B. **Diseño preliminar:** Se identifican los servicios funcionales y se obtiene el modelo de funcionamiento de los procesos, cambiándolos de una visión lógica a una física.
- C. **Diseño BPM:** El objetivo es diseñar todos los procesos modelados en las anteriores fases, automatizando estos procesos con tecnologías BPM.

El uso de la metodología BPM:RAD ofrece varias ventajas, mismas que se detallan a continuación (Ver **Tabla 6**):

Tabla 6. Ventajas de BPM:RAD. Fuente: [32]

Ventajas de BPM:RAD
Permite acelerar entre un 50 a 70 % la primera etapa.
Permite comprender y simplificar los procesos.
Ayuda a modelar y diseñar todos los procesos.
Asegura la calidad de los modelos y diseños.
Promueve el trabajo en equipo
Es completamente independiente del software que se utiliza para la implementación del BPM

4.5.4. Metodología de implantación

Metodología ASAP

En 1996, SAP introdujo la metodología de implantación *Accelerated SAP* (ASAP) con el objetivo de acelerar los proyectos de implantación de SAP. SAP (ASAP) es un enfoque de implantación estructurado que puede ayudar a los gestores a conseguir una implantación más rápida, con una aceptación más rápida por parte de los usuarios, hojas de ruta bien definidas y una documentación eficaz en las distintas fases. Está dirigida específicamente a las pequeñas y medianas empresas que adoptan SAP. Las fases clave de la metodología ASAP (Ver **Figura 11**), también conocida como hoja de ruta ASAP, son: preparación del proyecto, plan de negocio, realización, preparación final, puesta en marcha y soporte. La estructura de cada fase se compone de un grupo de paquetes de trabajo. Estos paquetes de trabajo se estructuran en actividades, y cada actividad se compone de un grupo de tareas. Para cada tarea, la documentación de la hoja de ruta de ASAP incluye una definición, un conjunto de procedimientos, resultados y funciones. Las implantaciones en las que se utilizaron las metodologías ASAP o Powered by SAP solo duraron una media de 8 meses, frente a los 15 meses de las implantaciones estándar [33].

Las fases de la metodología ASAP según [34] se describen a continuación:

- **Preparación del proyecto:** Esto incluye la definición del proyecto, la identificación y especificación del alcance, el esbozo de la estrategia de implementación, la especificación del calendario del proyecto y la secuencia de implementación, la determinación de la constitución de la organización del proyecto y los comités de dirección y, por último, pero no menos importante, la asignación de recursos.
- **Plan de negocio:** Depende de la base de datos creada a través de las sesiones de entrevistas. Ayuda a crear un plan de negocio que incluya la estrategia empresarial y la estructura a nivel de organización, las entradas para los datos maestros y la documentación de los procesos empresariales.
- **Realización del sistema acorde al plan de negocios:** Se trata de un procedimiento de dos pasos que sigue un enfoque descendente. En primer lugar, se lleva a cabo una configuración general en la que se establece la estructura de la organización con ajustes globales como los datos de la moneda. A continuación, se lleva a cabo la configuración de los procesos empresariales. Esta fase requiere pruebas rigurosas.
- **Preparación final:** Esto comprende principalmente las pruebas del sistema y la formación de los usuarios finales. Se cierran los pendientes y se realizan pruebas de estrés.
- **Puesta en marcha y soporte:** Es el momento en que se realiza la instalación propiamente dicha y los usuarios comienzan a utilizar el sistema. Se requiere un soporte inicial que poco a poco va bajando.



Figura 11. Metodología ASAP. Fuente: [3]

ASAP tiene ventajas en la gestión de proyectos, la gestión de calidad y las pautas para la implementación de proyectos y la gestión eficiente de procesos comerciales. Su enfoque

prescriptivo ayuda a reducir el tiempo, el coste y el riesgo del proyecto. La metodología ASAP está estructurada en seis fases que ayudan a los clientes a lo largo del ciclo de vida de una solución SAP: cuando se planifica, cuando se construye y cuando se ejecuta en las operaciones diarias. ASAP proporciona un marco para alinear las estrategias de TI y de negocio, poner en marcha rápidamente el software y mantenerlo funcionando sin problemas a niveles máximos. Además, incluye comprobaciones de procesos para garantizar que la solución implementada ofrezca el valor que espera de su inversión en SAP [7].

A continuación, se detallan las principales estrategias para la implementación de la metodología ASAP [8].

- **Step by step:** Se caracteriza por la implantación del software en etapas, en cada etapa o step se implementará un módulo del sistema. Este tipo de implementación se la considera como “gradual”, ya que se produce de a poco y no acapara todos los recursos disponibles de la empresa.
- **Big Bang:** Este tipo de implementaciones reemplaza los sistemas existentes en la compañía en una sola operación con el nuevo software empresarial.
- **Rollout:** Se crea un modelo de implementación en un lugar, que luego es replicado en otros sitios. Para el desarrollo del modelo se puede usar una estrategia de Step By Step o Big Ban.

Metodología Sure Step

Microsoft Dynamics Sure Step Methodology es la metodología de implementación de ERP para el software Microsoft Dynamics ERP. El enfoque sistemático, integral y escalable de esta metodología puede utilizarse para guiar el esfuerzo de implementación de ERP a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema. El modelo Sure Step de Microsoft Dynamics desglosa la implementación del ERP en seis fases principales (Ver **Figura 12**): Fases de diagnóstico, análisis, diseño, desarrollo, despliegue y operaciones. Cada fase consiste en un conjunto de actividades y tareas, que dan lugar a resultados que normalmente proporcionan información a las siguientes actividades de la fase o a la siguiente fase de la metodología [35]. La metodología Microsoft Dynamics Sure Step proporciona una metodología completa que incorpora varias herramientas de gestión de proyectos y las mejores prácticas incorporadas

que ayudan en el despliegue, la migración, la configuración y la actualización. Sure Step consta de seis fases principales y dos fases adicionales para la optimización y la actualización [6].

Las fases de la metodología Sure Step según [34] se muestran a continuación:

- **Diagnóstico:** En este caso, la inicialización del proyecto va seguida del establecimiento de un plan de proyecto. Se finaliza la estrategia y el alcance del proyecto.
- **Análisis:** Aquí se entiende, modela y documenta el negocio de los clientes y sus procesos.
- **Diseño:** Los procesos de los clientes se adaptan a los procesos de Dynamics. Esto puede implicar la construcción de prototipos, aunque el prototipo no forma parte de Sure Step.
- **Desarrollo:** Esto implica la personalización en la que se pueden añadir nuevas características o modificar las existentes en Dynamics. Esta fase también incluye la migración de datos y las pruebas.
- **Implementación:** Esta fase incluye la instalación y configuración en las instalaciones del cliente. También incluye las pruebas a nivel de sistema, las pruebas de carga y las pruebas de aceptación.
- **Operación:** Esta fase abarca la puesta en marcha del sistema y el apoyo posterior al usuario.

Y las fases adicionales:

- **Optimización:** Esta fase ayuda a optimizar la solución encontrando los procesos que tardan más en ejecutarse y ajustándolos.
- **Actualización:** Esta fase ayuda a pasar de una solución existente a una versión posterior de la solución. Si se desea, se puede añadir una nueva funcionalidad en este punto.

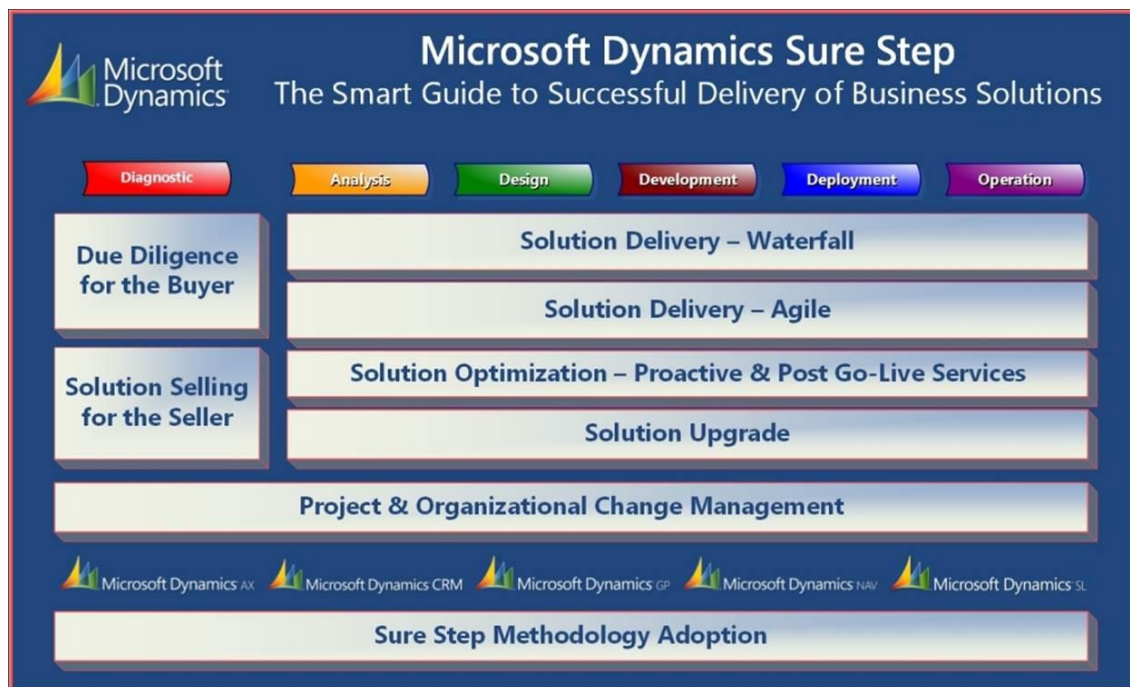


Figura 12. Metodología Sure Step. Fuente: [3]

La metodología Sure Step proporciona una solución para la trazabilidad conectando los requisitos con la satisfacción del cliente y la entrega mediante la interconexión de los diseños arquitectónicos. Cuenta con herramientas de diagnóstico incorporadas que proporcionan visibilidad al cliente en las primeras fases del proyecto [6].

Sure Step puede crear cualquier tipo de proyecto (Ver **Tabla 7**) y personalizarlo en función de los requerimientos de la organización donde se va a implementar.

Tabla 7. Proyectos en los que se puede emplear Microsoft Sure Step. Fuente: [27]

Tipo de proyecto	Descripción
Empresarial	El tipo de proyecto empresarial resulta apropiado para implementaciones globales. Pueden implicar características específicas del cliente, personalizaciones y escenarios complejos, migración de datos, un gran número de usuarios, diseño y desarrollo de interfaces o integraciones personalizadas con orígenes de otro fabricante
Estándar	El tipo de proyecto estándar resulta adecuado para las implementaciones que se realizan en un único emplazamiento o en varios emplazamientos autónomos
Rápido	El tipo de proyecto rápido utiliza un enfoque repetitivo de desarrollo que se traduce en un proceso de desarrollo de soluciones colaborativas y con capacidad de respuesta.

Actualización	El tipo de proyecto de actualización resulta apropiado para administrar actualizaciones del software de Microsoft Dynamics del cliente en las que es necesario incorporar requisitos y personalizaciones adicionales.
Agile	El tipo de proyecto agile está pensado para implementaciones colaborativas y flexibles de un único sitio que requieren unas características específicas y personalizaciones entre moderadas y complejas.

Oracle AIM

Usada por Oracle, esta metodología es similar a las metodologías tradicionales de administración de proyectos de software. AIM es una metodología basada en seis fases [36] (Ver **Figura 13**).

Las seis fases de Oracle AIM según [7], se detallan a continuación:

- **Definición:** Durante esta fase se planea el proyecto, se determina los objetivos de la organización y se verifica la viabilidad del proyecto en el tiempo, recursos y presupuestos acordados.
- **Análisis Operacional:** En esta fase, el equipo de implementación necesita comprender la operación de la organización, analizarla a detalle y determinar los requerimientos de la organización y las limitantes del sistema con el fin de identificar las diferencias entre estos.
- **Diseño de la solución:** Utilizado para crear diseños de soluciones que cubran futuros requerimientos y procesos basándose en los resultados de la fase de Análisis Operacional.
- **Construcción:** Una vez aceptado el diseño, el sistema de software diseñado y probado es validado en esta fase. Aquí suelen realizarse los cambios requeridos en la fase de análisis que no están contemplados en el paquete de software original.
- **Transición:** Una vez que el sistema está completamente configurado, se implementa dentro de la organización y los usuarios finales son movidos hacia este nuevo esquema.
- **Producción:** Esta fase se lleva a cabo cuando la organización comienza a utilizar el ERP en el ambiente de producción.

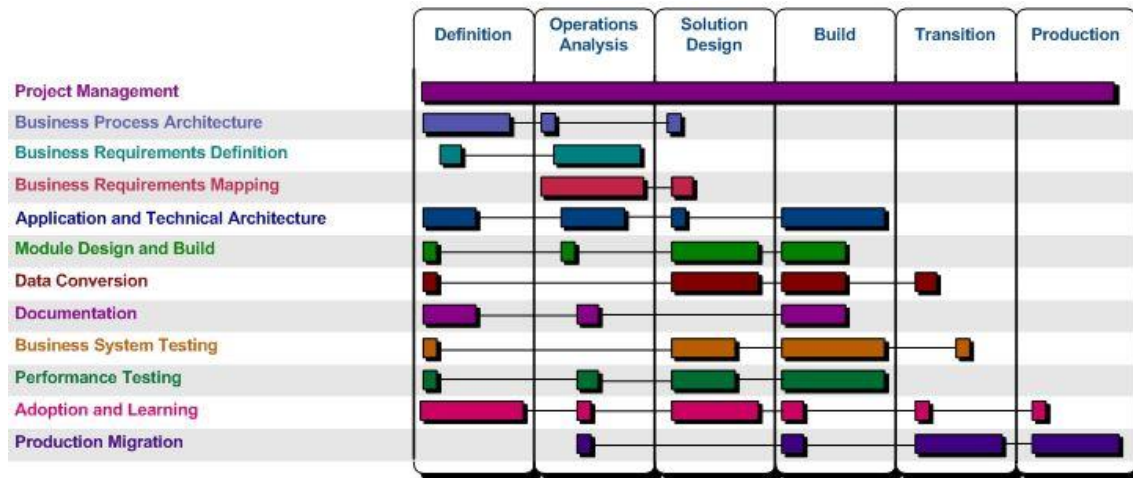


Figura 13. Metodología Oracle AIM. Fuente: [3]

La metodología AIM de Oracle es un enfoque bien definido que proporciona una guía para la implementación de varias aplicaciones de Oracle para uso empresarial en todos los aspectos de un negocio con la alineación adecuada. Desarrollada en colaboración con las empresas asociadas a Oracle, la metodología AIM está arraigada en las realidades de las operaciones empresariales. La propia Oracle promociona su metodología AIM como una combinación de herramientas metodológicas que permite a los gestores empresariales realizar la planificación, y dirigir y controlar las diferentes operaciones del ciclo de vida de un proyecto de forma eficiente y eficaz para que el proyecto tenga éxito. Las herramientas AIM de Oracle existen en paquetes de software que contienen una completa documentación para guiar a los gestores en el diseño de las plantillas. Estas plantillas sirven como entregables de la metodología AIM y deben ser respetadas por los gestores de proyectos. Por su diseño, los entregables de Oracle AIM son fáciles de entender y suelen entregarse en formatos de archivo editables, como documentos de Word y hojas de cálculo de Excel [37].

4.6. Estándar IEEE 830

Es un documento para obtener requisitos, muy útil para el desarrollo de software, debido a que, permite señalar de forma clara el comportamiento esperado y deseado del sistema. El estándar IEEE 830 incluye recolección de requerimientos específicos, requerimientos de sistema (funcionales y no funcionales), restricciones de diseño, atributos del sistema, entre otros, permitiendo el desarrollo de software de forma estructurada. [38]

4.7. Software Alfresco

Es un sistema de gestión documental Open Source, tiene como objetivo diseñar una estructura lo suficientemente simple para su desarrollo, personalización y uso. Permitiendo a cualquier empresa compartir, buscar, versionar y auditar todo tipo de documentos. Además, permite la integración con aplicaciones implementadas en cualquier lenguaje de programación, aunque Alfresco se encuentra desarrollado en **Java** [39].

Las principales características según [39] son las siguientes (Ver **Figura 14**):



Figura 14. Características del software Alfresco [Fuente: propia]

4.8. Trabajos relacionados

Se presentan algunos de los trabajos relacionados, que aportaron en el desarrollo del presente proyecto, estos trabajos se encuentran detallados a continuación, de los cuales se menciona un resumen del contenido de dichos proyectos, cabe recalcar que, estos trabajos fueron obtenidos de fuentes de búsqueda como la RRAAE (Red de repositorios de acceso abierto del Ecuador) [40] y repositorios digitales de diversas universidades del Ecuador, cuyos años de publicación se encuentran entre el año 2014, al presente año.

4.8.1. Primer trabajo relacionado

TÍTULO: Análisis y Diseño de un Punto de Información Multimedia (PIM) para la Emisión de Certificados Académicos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Administrativos Computarizados.

El presente trabajo contiene un análisis y diseño de un punto de información multimedia (ISACMATICO) que permite de forma automatizada realizar consultas u obtener certificados estudiantiles vía correo electrónico, tales como: certificado de materias aprobadas, certificado de egresado, certificado de matrícula, en la Universidad de Guayaquil. Para lo cual únicamente se necesitará enviar, como parámetros de entrada, el DNI del estudiante y su contraseña, permitiendo al estudiante escoger el certificado deseado [41].

4.8.2. Segundo trabajo relacionado

TÍTULO: Implementación de Ventanillas Electrónicas para la Emisión de Certificados Académicos en la Universidad Técnica Particular de Loja.

El presente proyecto presenta la implementación de una solución que permite la emisión directa de certificados al estudiante mediante un autoservicio sin intervención de personal operativo, para lo cual se construye un dispositivo físico denominado ventanilla electrónica que genera e imprime certificados académicos con un código QR como parte de su estructura, el certificado generado es almacenado en un repositorio documental digital llamado “Carpeta del Estudiante”, como respaldo de la emisión realizada. Una vez impreso el certificado en la ventanilla electrónica, el ente receptor del documento puede efectuar la validación del mismo, leyendo el código QR que contiene la ruta de acceso hacia un sitio web que al ser invocado presenta la imagen del certificado previamente generado e impreso. La solución tecnológica comprende el desarrollo de un programa, la cual es un aplicativo de escritorio y una solución *hardware*, creando un dispositivo que consta de: un computador, una impresora, una pantalla táctil, un *router*, una placa de monitoreo, una cámara web, un sensor de presencia, entre otros [42].

4.8.3. Tercer trabajo relacionado

TÍTULO: Sistema Automático De Emisión De Solicitudes y Certificados Académico – Estudiantiles Para La Universidad Técnica Estatal De Quevedo.

Se presenta una propuesta de automatización para el proceso de gestión en la emisión de solicitudes y certificados académicos, para lo cual combina *software* y *hardware*. El sistema fue desarrollado mediante las normas de desarrollo de *software*. Teniendo como objetivo mejorar el tiempo de respuesta y agilidad en la gestión de trámites académicos mediante la implementación de un Sistema informático. La metodología de desarrollo de *software* empleada es *Extreme Programming* (XP), útil para proyectos con poca disponibilidad de tiempo. Se puede implementar códigos QR para validar los documentos emitidos [43].

4.8.4. Cuarto trabajo relacionado

TÍTULO: Kiosco multimedia para consulta y emisión de certificados académicos de la Universidad Politécnica Salesiana.

El proyecto plantea el desarrollo de un sistema multimedia, con el propósito de digitalizar los procesos en la Universidad Politécnica Salesiana, integrando la información y sobre todo facilitar los trámites ahorrando tiempo. Los certificados académicos que el estudiante puede solicitar son: Asistencia, Inscripción y Matrícula, debido a que existen otro tipo de certificados que requieren de información que aún no está digitalizada, pero que podrán ser implementados en un futuro. El sistema presenta un listado de los certificados solicitados, además de mantener un formato para cada tipo de solicitud [44].

5. Metodología

El presente Trabajo de Titulación (TT) se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Loja, en la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la carrera de Ingeniería en Sistemas, conforme lo establece el Reglamento de Régimen Académico [45] en el Capítulo II, **Unidades de Organización Curricular**, Art. 32. Los lineamientos planteados para el desarrollo de la tesis, se realizaron bajo la orientación del docente responsable de la asignatura de TT y el Director de Tesis.

A continuación, se detallan los objetivos específicos con las respectivas actividades, que permitieron alcanzar el objetivo general del TT, el cual indica, “*Implementar un módulo para realizar la solicitud y emisión de certificados académicos en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.*”

a. Establecer los procesos para la emisión y solicitud de certificados académicos utilizando la notación BPMN (*Business Process Model and Notation*).

- **PASO 1:** Identificar las diferentes etapas del proceso de solicitud y emisión de certificados mediante entrevistas al personal operativo involucrado.
- **PASO 2:** Realizar el modelado de las etapas del proceso previamente identificadas utilizando la herramienta Bonita.
- **PASO 3:** Validar el proceso de solicitud y emisión de certificados académicos en base al modelo BPMN realizado con el responsable de la carrera de ingeniería en Sistemas-Computación.

En este objetivo, se empleó la técnica de la entrevista para la obtención de información relacionada con la emisión de certificados en la carrera y revisión bibliográfica sobre temas relacionados con la certificación electrónica. (ver **Anexo 2: Entrevistas**)

Así mismo, el uso del *software Bonita* permitió modelar las etapas del proceso que se lleva a cabo para solicitar, elaborar y emitir los certificados. (Ver **Anexo 1: Versiones del proceso manual de emisión de certificados**)

La metodología empleada fue **BPM: RAD** (*Rapid Anaysis and Design*) del siguiente modo: en la fase de **modelización lógica** se identificaron las principales actividades del proceso, permitiendo realizar un primer diagrama de los procesos mediante la norma BPMN, obteniendo una visión general de como circula la información en el MCE. En la fase de **diseño preliminar**, se realizó el modelo físico, obteniendo los primeros servicios funcionales, a partir de la modelización lógica. En el **diseño derivado**, se identificaron las actividades y tareas que son manuales y automáticas, además se estableció que la información generada en el *software* bonita, se almacenará en su base de datos. El **Diseño BPM**, permitió obtener el diagrama del MCE utilizando BPMN, que pasará a ser automatizado, considerando las funciones, actividades específicas y de negocio para cada rol (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**). Se procedió a validar el MCE, de acuerdo al diseño BPMN con el Ing. Pablo F. Ordóñez Ordóñez Mg. Sc. Gestor de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación (ver **Anexo 12: Acta de validación del proceso Automatizado del MCE**).

b. Desarrollar el módulo para la solicitud y emisión de certificados académicos utilizando la herramienta Bonita y la metodología XP (*Extreme Programming*).

- **PASO 1:** Realizar la especificación de los requisitos en base al estándar IEEE 830.
- **PASO 2:** Realizar el diseño del módulo mediante diagramas con notación UML (Unified Modeling Language).
- **PASO 3:** Codificar el módulo de acuerdo al diseño definido previamente utilizando la herramienta Bonita.
- **PASO 4:** Ejecutar pruebas al módulo.

Para dar cumplimiento al presente objetivo, se procedió a realizar la especificación de requisitos (ver **Anexo 6: Estándar IEEE 830**) y posterior a ello, el despliegue de las cuatro fases de la metodología XP, el cual consiste en una fase de **planeación**, donde se procedió a definir las tareas, funciones y las historias de usuario que se desarrollaron en cada una de las iteraciones. En la fase de **diseño** se elaboró la arquitectura de la solución mediante el uso de la herramienta Bonita Studio, además de diagramas de caso de uso, arquitectura del sistema, diagrama de clases de BDM, diagrama entidad relación, diagrama de secuencia de la firma y el diagrama de despliegue. En la fase de **codificación**, se procedió a desarrollar el Módulo

de Certificación Electrónica, mismo que se encuentra compuesto por tres proyectos: **firmadigital-servicio, firmadigital-api y firmadigital-cliente**. En la fase de **pruebas**, se evaluaron las funcionalidades del sistema mediante la realización de pruebas unitarias a la extensión de API REST de Bonita y a los métodos desarrollados en JavaScript (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**), también se realizaron pruebas de navegador (ver **Anexo 16: Pruebas entre Navegadores del MCE**).

c. Definir un plan de implantación para el módulo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.

- **PASO 1:** Planificar el plan de implantación para el módulo de solicitud y emisión de certificados.
- **PASO 2:** Ejecutar el plan de implantación para el módulo.
- **PASO 3:** Analizar los resultados de la ejecución del plan de implantación.

Se realizó la propuesta del plan de implantación, la cual está estructurada en tres etapas:

Fase 1: Iniciación y organización, se consolidó el equipo del proyecto, teniendo en cuenta a los actores que serán parte directa o indirecta del plan de implantación. Además, se elaboró el cronograma de actividades para la implantación del MCE. **Fase 2: Ejecución**, se instaló el MCE en un entorno de desarrollo, además, de cargar los datos al servidor de Bonita, también se elaboraron los manuales de instalación y cuatro manuales de usuario dos para administrativos de la carrera, para el administrador del MCE y de estudiantes, finalmente se realizaron las pruebas mediante una lista de verificación del MCE, como preparación para paso a producción, se utilizaron datos ficticios. **Fase 3: Arranque del sistema y cierre**, se procedió a la instalación del módulo del MCE en el entorno de producción y carga los datos del servidor de Bonita, adicional, se realizaron las pruebas del módulo en el entorno real con los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, estudiantes y egresados (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

5.1. Materiales

Para desarrollar el presente TT se emplearon materiales y herramientas que permitieron llevar a cabo el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, en la **Tabla 8**, se muestran las herramientas y materiales utilizados.

Tabla 8. Herramientas y materiales

<i>Software</i>	
Software	Funciones
Bonita	- Bonita permite automatizar y optimizar el proceso de emisión de certificados, gracias a su plataforma extensible.
Componentes de Bonita	- Elementos para desarrollar y compilar aplicaciones como: la pizarra, el menú de desarrollo y el UI de diseño.
Arquitectura de Bonita	- Bonita stack ayuda para que la aplicación esté disponible para todo usuario final. - Bonita runtime para crear un clúster de alto rendimiento y disponibilidad. - Bonita server, para ejecutar en un servidor.
Zoom	- Reuniones entre los tesisistas. - Realizar entrevistas.
Alfresco	- Guarda una copia de los certificados emitidos. - Contiene las plantillas de las solicitudes y certificados.
<i>Hardware</i>	
Elementos	Funciones
Computadora	- Redacción del trabajo. - Realizar diagramas de procesos. - Acceso a internet.
<i>Servicios</i>	
Servicio	Función
Trello	- Organización de las tareas a elaborar, para la realización del TT.
Google Cloud	- Para desplegar el entorno de desarrollo del MCE.

5.2. Métodos

5.2.1. Método bibliográfico

Aplicando este método se recolectó la información necesaria existente en libros y bases de datos científicas, útiles para la elaboración de la revisión de literatura y conocer las herramientas para la automatización del proceso de emisión de certificados. Las actividades llevadas a cabo fueron:

- Búsquedas en bases de datos electrónicas.
- Búsqueda de trabajos relacionados.

5.2.2. Método analítico

Este método ayudó a obtener la información relevante adquirida durante las entrevistas, además de conocer cómo aplicar de manera correcta las herramientas disponibles para automatizar procesos. Es decir, analizar los resultados, para, en primer lugar, reconstruir y entender el proceso actual de la emisión de certificados, y, a partir de ahí, lanzar una propuesta automatizada.

5.3. Técnicas

5.3.1. Encuestas

Las encuestas fueron realizadas a los estudiantes y egresados de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, que hicieron uso del módulo, con el objetivo de recabar información acerca de la aceptación del módulo y valorar en qué medida se mejoró el proceso con la automatización.

5.3.2. Entrevistas

Se realizaron entrevistas a los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación (Secretaría y Gestor/Director), obteniendo información relevante de cómo se lleva el proceso actual en la emisión de certificados, permitiendo plantear la propuesta automatizada del proceso.

5.4. Participantes

Para la realización del presente TT enfocado en la línea de investigación de Desarrollo de Software, intervinieron los siguientes participantes:

- Alex John Chamba Macas y Raquel Jenny Lojano Chavez, como estudiantes autores del presente TT. Sus actividades iniciaron desde el planteamiento del tema del TT, hasta el desarrollo y finalización de los objetivos planteados en el presente proyecto.
- El Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc. Como tutor académico y director del TT, quien supervisó los avances académicos y técnicos desarrollados por los autores del presente TT y como director de la carrera de Ingeniería en Sistemas-

Computación de la UNL, quien aprobó y validó el proceso de Solicitud y emisión de certificados electrónicos.

- El Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordóñez, Mg. Sc. Y Lic. Elisa Orellana Bravo como principales actores entrevistados debido a que son administrativos de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la UNL responsables de llevar a cabo el proceso del MCE, además de validar el correcto funcionamiento del módulo desarrollado.

6. Resultados

En función de los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados:

- **R1. Diagrama BPMN.** - Se elaboró el modelado del proceso automatizado utilizando notación BPMN el cual incluye las diferentes actividades y actores que forman parte del proceso de solicitud y emisión de certificados académicos.

- **R2. Reglas de negocio.** - Se definieron 9 reglas de negocio necesarias para la automatización del proceso de solicitud y emisión de certificados académicos.

- **R3. Historias de usuario.** - Se definieron 13 historias de usuario relacionadas con los requerimientos obtenidos mediante entrevistas con los funcionarios responsables.

- **R4. Arquitectura del sistema.** - Se elaboró un diagrama de componentes para representar de manera general la arquitectura del sistema.

- **R5. Diagrama de casos de uso.** - Se generó el diagrama de casos de uso general del Módulo de Certificación Electrónica el cual está conformado por los siguientes actores: Secretaría de la carrera, Gestor/Director académico, Estudiante y Decano de la facultad.

- **R6. Modelo entidad relación.** - Se elaboró un diagrama que representa el modelo entidad relación del Módulo de Certificación Electrónica, el cual está compuesto por 10 entidades relacionadas que dan soporte a un almacenamiento adecuado de la información.

- **R7. Diagrama de secuencia de firma.** - Se generó un diagrama de secuencia con el fin de representar de manera general el flujo de firmado de documentos desde el módulo utilizando la aplicación de FirmaEC.

- **R8. Diagrama de despliegue.** - Se definió el diagrama de despliegue para representar los principales componentes y artefactos que conforman el Módulo de Certificación Electrónica.

- **R9. Diagrama de pruebas del módulo.** - Con el fin de realizar las pruebas de forma organizada se planteó un diagrama en V el cual está compuesto de pruebas de unidad, pruebas de sistema y pruebas de aceptación.

- **R10. Resultado de pruebas.** - Luego de haber finalizado las pruebas se definió y organizó en 7 diferentes bloques las diferentes pruebas unitarias realizadas.

- **R11. Plan de implantación.** - Se planteó un plan de implantación compuesto de 3 fases para el Módulo de Certificación Electrónica basado en las metodologías ASAP, Sure Step y Oracle AIM.

- **R12. MCE desplegado en producción.** - El Módulo de Certificación Electrónica ha sido desplegado con éxito en el entorno de producción de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.

- **R13. ¿Mejoró el proceso?** Posteriormente se realizaron encuestas a estudiantes que utilizaron el Módulo de Certificación Electrónica durante el periodo de prueba en el ambiente de producción con el objetivo de identificar si se mejoró el proceso.

6.1. Diagrama BPMN

Para la automatización del proceso, se elaboró el modelado con notación BPMN (ver **Figura 16**) iniciando el motor de Bonita, el diagrama incluye las actividades que forman parte del proceso de solicitud y emisión de certificados, se han establecido cuatro actores dentro del proceso: Estudiante, secretaria, Gestor académico y Decano, quienes realizan las diferentes tareas de acuerdo al rol que desempeñan dentro del proceso (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

6.1.2. Subproceso cancelar solicitud

En la automatización del proceso de solicitar y emitir un certificado, se elaboró un subproceso de **cancelar solicitud** por parte del estudiante (ver **Figura 17**), dicha acción es posible realizarla siempre que el estado de la solicitud sea **EN_REVISIÓN**.

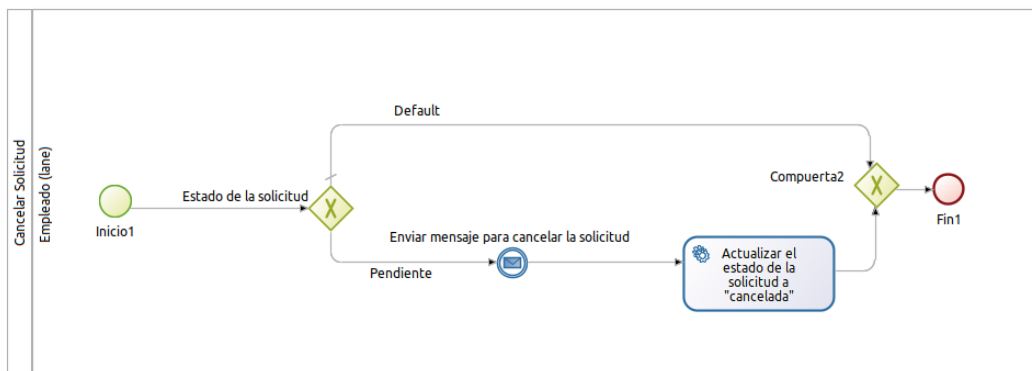
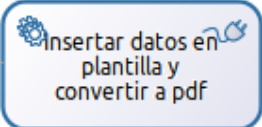
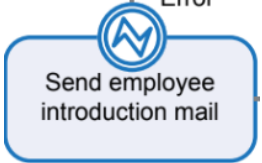
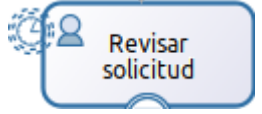
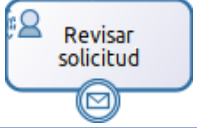



Figura 16. Subproceso BPMN, Cancelar solicitud

A continuación, se presentan los elementos que intervienen en el modelado del diagrama BPMN (ver **Tabla 9**), que permitió automatizar el proceso y la creación del MCE.

Tabla 9. Elementos BPMN del Módulo de Certificación Electrónica

Elementos	Descripción	Símbolo
Evento inicio	El actor estudiante es quien inicia el proceso al momento de seleccionar uno de los certificados disponibles para solicitarlo.	
Fin simple	Finaliza uno de los flujos del proceso, después de las tareas de servicio Enviar recordatorios .	
Fin	Finaliza el proceso del MCE, este puede darse porque la solicitud fue rechazada o se envió exitosamente el certificado al solicitante.	
Compuerta exclusiva	Muestra la condición o camino que debe seguir el flujo en el proceso de solicitar y emitir un certificado.	
Línea de secuencia	Ayuda a seguir la secuencia de las tareas y el flujo en el MCE.	
Tarea humana	En ese tipo de tarea, interactúan los usuarios involucrados en el proceso (actores) para realizar las tareas pendientes dentro del proceso.	

Tarea de servicio	Estas tareas son realizadas por el sistema de forma automática de acuerdo al flujo del proceso, por lo tanto, no necesita la intervención de ninguno de los actores.	
Error de tarea (Evento de captura de error)	Se puede generar un error en la tarea Obtener token de firma , al momento de firmar el documento, ya sea la solicitud o certificado, si se ha caducado (se caduca en 2 semanas o 336 horas), se perdió la conexión, etc. Y en la tarea Enviar certificado al estudiante cuando el envío de correos electrónicos falla.	
Tarea humana con temporizador (Tarea con evento de tiempo no interruptor)	La tarea tiene un temporizador para recordar tareas pendientes a la secretaria a los 2 días.	
Tarea de captura de mensaje	Esta tarea está designada para capturar un mensaje, en el caso que una solicitud ha sido cancelada por parte del estudiante.	
Lanzar mensaje	Envía un mensaje para cancelar la solicitud.	

Adicional se definió los certificados académicos que se emitirán a través del MCE (ver **Anexo 5: Listado de certificados del MCE**) mismos que son: Certificado de prácticas pre-profesionales, Certificado de que no debe aprobar los niveles de Computación, Certificado de I prórroga, Certificado de II prórroga, Certificado de prórrogas, Certificado de no adeudar en la carrera, Certificados de eventos por aprobación y Certificados de eventos por participación y aprobación, la lista fue obtenida a través de una solicitud dirigida al Gestor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación (ver **Anexo 3: Solicitud de Certificados a la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de FEIRNNR de la UNL**) y para mayor detalles de cada uno de los certificados (ver **Anexo 4: Listado de certificados obtenidos**), la lista de los certificados emitidos en el MCE fue validada y aceptada con los administrativos de la carrera, el Gestor y la secretaria de la carrera el Ing.

Pablo F. Ordoñez Ordoñez y Lic. Elisa B. Orellana Bravo (ver **Anexo 12: Acta de validación y aceptación del listado de certificados emitidos a través del Módulo de Certificación Electrónica**).

6.2. Reglas de negocio

Se fijaron las reglas de negocio necesarias para la automatización del proceso de solicitud y emisión de certificados:

- **RN1.** El MCE emitirá certificados académicos para estudiantes, cuyas solicitudes vayan dirigidas únicamente al Gestor/Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.
- **RN2.** La firma electrónica no se guardará en ningún servidor ni bases de datos.
- **RN3.** Se utilizará plantillas en formato .docx, para generar los diferentes certificados y solicitudes, las cuales estarán almacenadas en Alfresco con el fin de permitir la edición de su contenido parcialmente, por parte del responsable designado por el Gestor/Director de la carrera.
- **RN4.** Se permitirá crear o editar prerequisites, del tipo documentos adjuntos u otros, los cuales se pueden ser asociados con ciertos certificados académicos.
- **RN5.** Existirán dos perfiles en Bonita: Usuario (Estudiantes y funcionarios) y Administrador (Gestor/Director).
- **RN6.** En Bonita, la secretaria de la carrera contará con la membresía: Miembro de Secretaría de la carrera. El decano de la facultad contará con la membresía: Miembro de Decanato. El Gestor/Director de la carrera contará con la membresía: Coordinación de la carrera. El estudiante de la carrera contará con la membresía: Miembro de Estudiantes.
- **RN7.** Los grupos: Secretaría de la carrera, Decanato y Coordinación de la carrera, deben contar únicamente con un solo usuario.
- **RN8.** Cada certificado o solicitud generada contendrá un código, el cual incluye el número de caso del proceso.
- **RN9.** Se guardará un respaldo de los certificados firmados enviados a los estudiantes en Alfresco.

6.3. Historias de usuario

Se establecieron 13 historias de usuario relacionadas con los requerimientos obtenidos por medio de las entrevistas (ver **Anexo 7: Historias de Usuario del MCE**), para el desarrollo del Módulo de Certificación Electrónica (ver **Tabla 10**).

Tabla 10. Historias de usuario del Módulo de Certificación Electrónica

Referencia	Nombre
RFMCE-1	Solicitar certificado
RFMCE-2	Notificar estado de solicitud
RFMCE-3	Crear certificado académico
RFMCE-11	Revisar solicitud
RFMCE-12	Generar certificado
RFMCE-13	Generar solicitud
RFMCE-14	Enviar certificado
RFMCE-20	Firmar certificado
RFMCE-21	Firmar solicitud
RFMCE-33	Crear evento académico
RFMCE-34	Enviar recordatorio
RFMCE-35	Cancelar solicitud
RFMCE-36	Actualizar parámetros

6.4. Arquitectura del sistema

La arquitectura del MCE se basa en el modelo de tres capas o arquitectura de tres niveles (Cliente/Presentación→Midelware/Aplicación→Servidor datos/Datos). La vista general del MCE representado mediante un diagrama de componentes (ver **Figura 18**) permite tener una visión clara del sistema (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

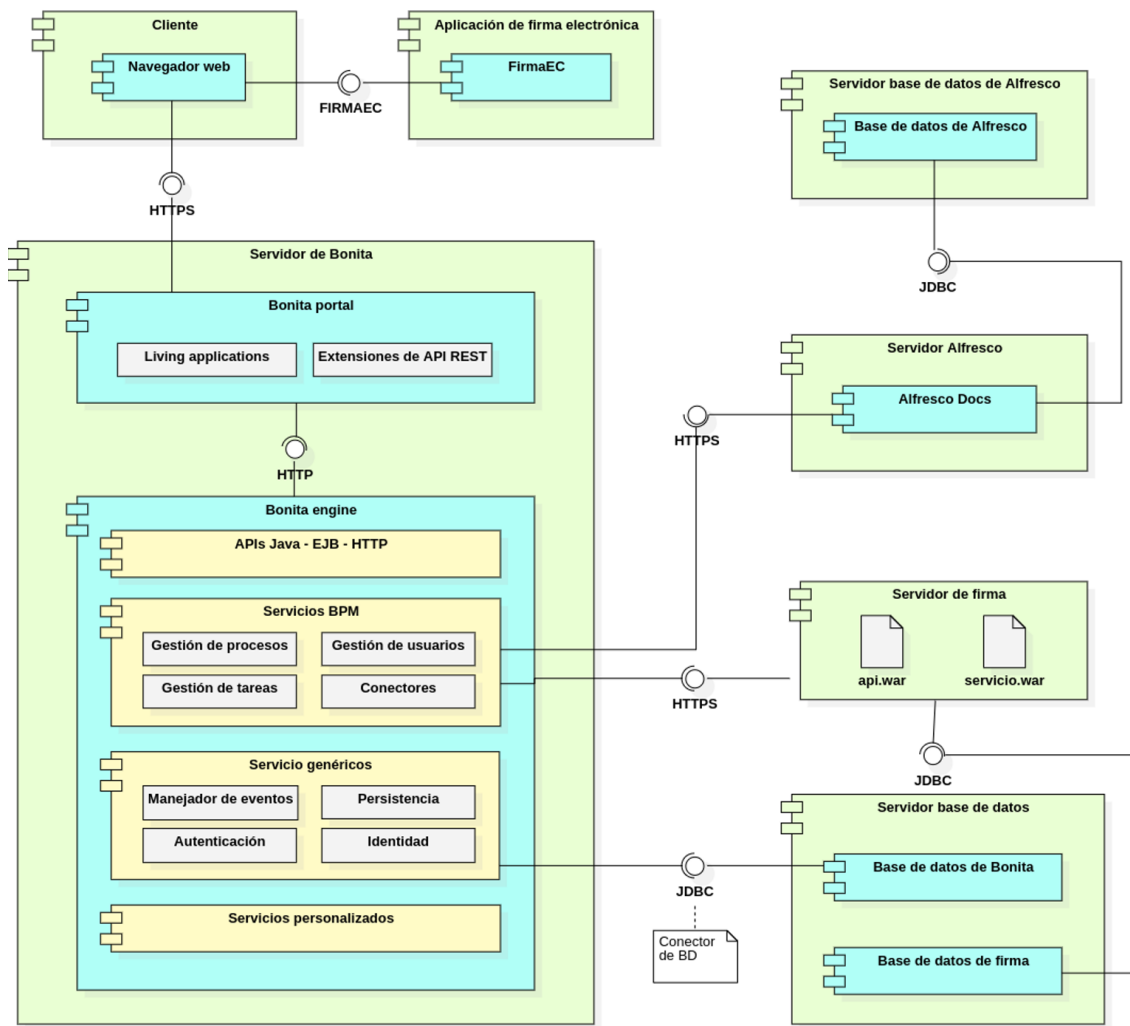


Figura 17. Diagrama de componentes del Módulo de Certificación Electrónica

6.5. Diagrama de caso de uso

El diagrama de caso de uso (ver **Figura 19**), está formado por los actores: Secretaría de la carrera, Gestor académico, Estudiante y Decano de la facultad, para realizar las acciones correspondientes a cada uno de ellos, deben autenticarse en el sistema, para más detalles (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

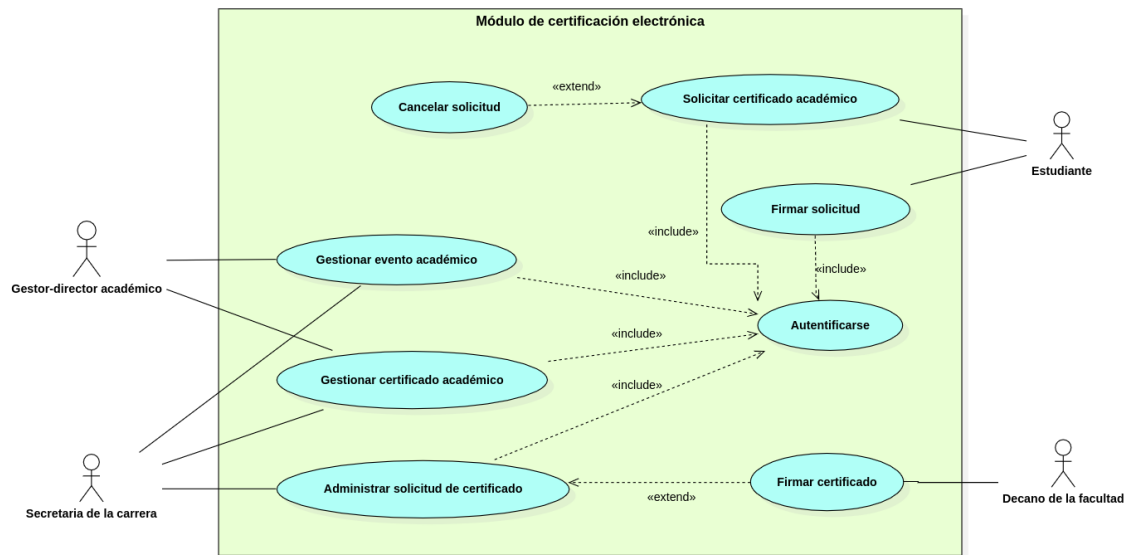


Figura 18. Casos de uso general del Módulo de Certificación Electrónica²

6.6. Modelo entidad relación

El modelo entidad relación (ver **Figura 20**) del Módulo de Certificación Electrónica, cuenta con diez tablas relacionadas que hacen parte de la base de datos, cada una de las tablas tiene campos específicos que ayudan a un almacenamiento adecuado de la información (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

² Ver la imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://n9.cl/be6xv>

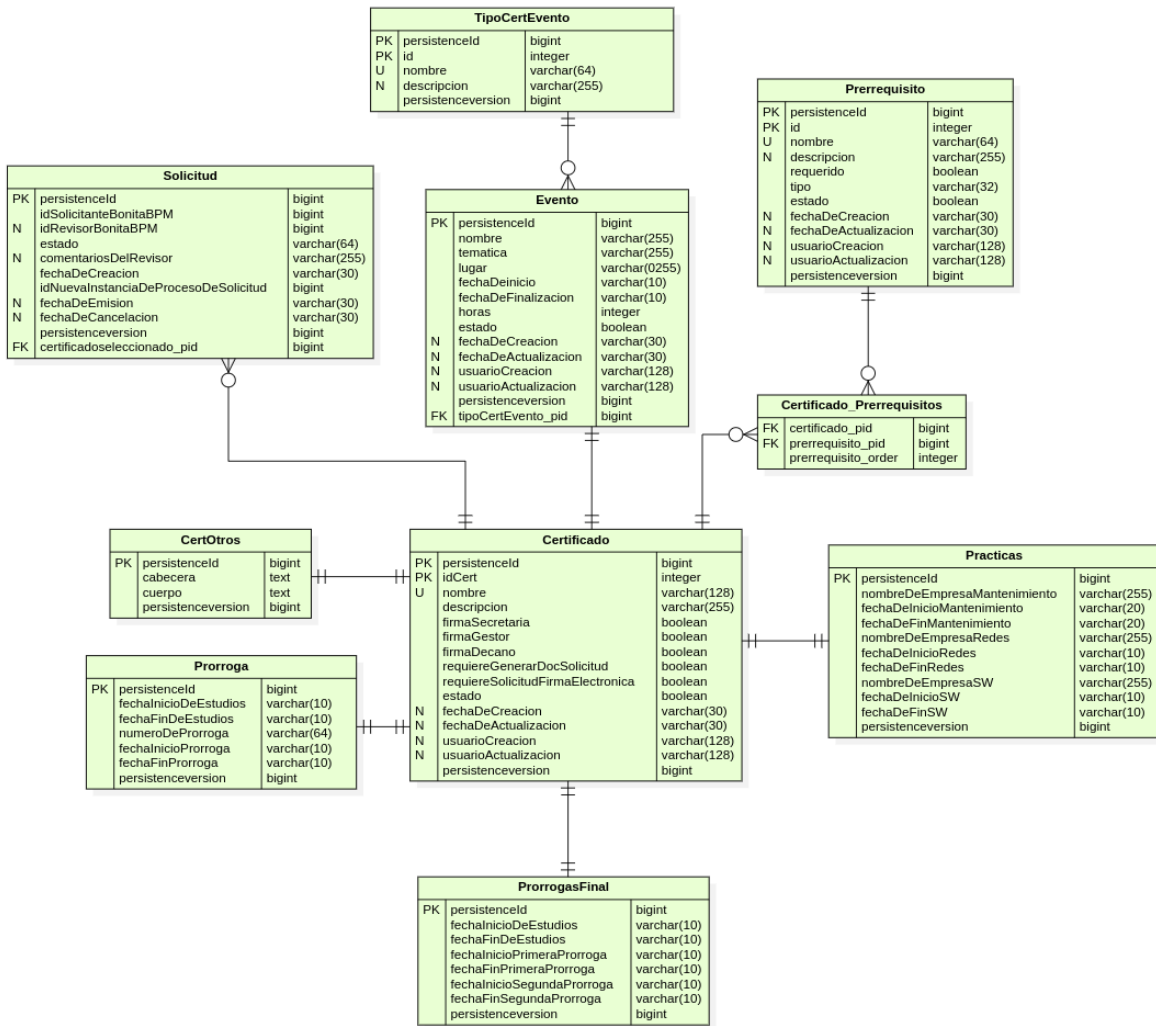


Figura 19. Modelo entidad relación del Modelo de la Base de Datos³

6.7. Diagrama de secuencia de firma

Para una visión clara del flujo del sistema al momento de firmar un documento a través del módulo usando la aplicación de FirmaEC (ver **Figura 21**). El diagrama muestra la interacción del usuario y módulo con ciertos sistemas (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

³ Ver la imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://n9.cl/8skfv>

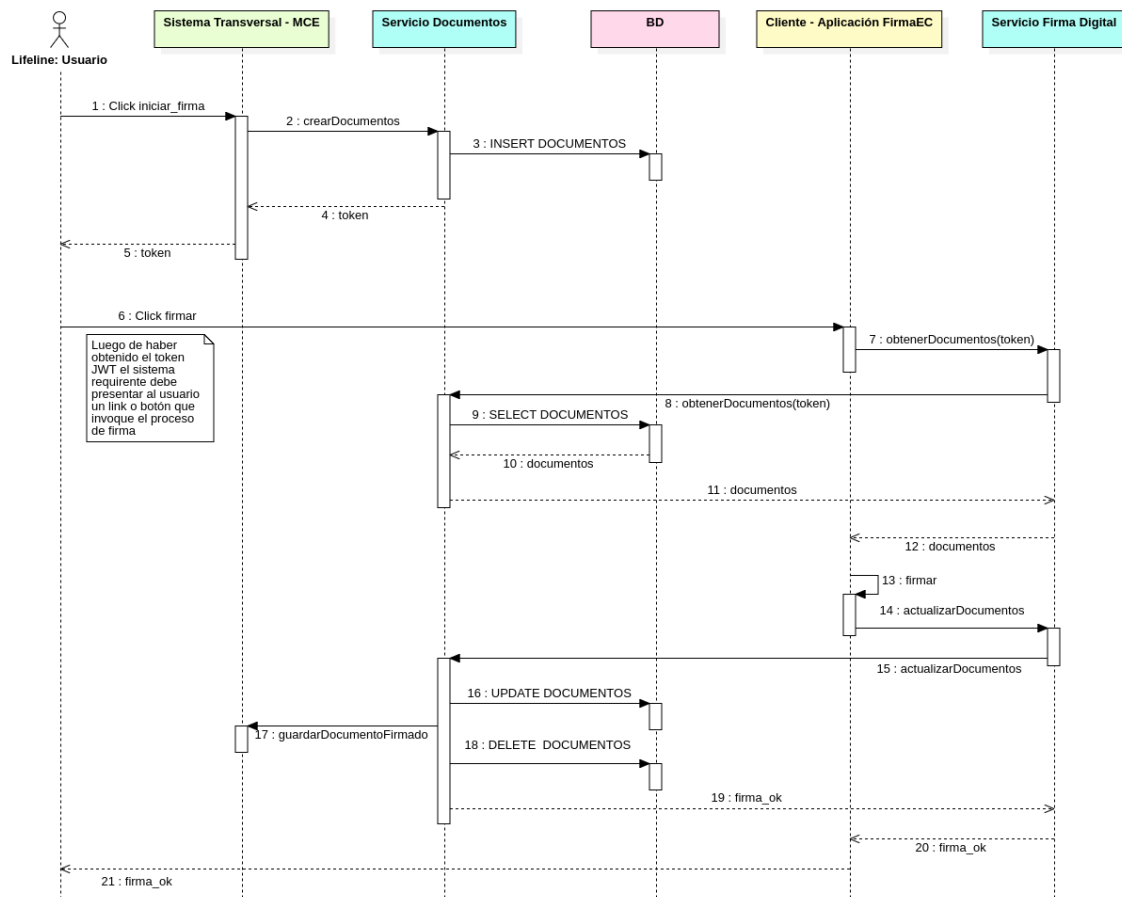


Figura 20. Diagrama de secuencia⁴

6.8. Diagrama de despliegue

Se define el diagrama de despliegue (ver **Figura 22**), con los componentes y artefactos que conforman e interactúan con el Módulo de Certificación Electrónica. (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**).

⁴ Ver la imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://n9.cl/7pbl6>

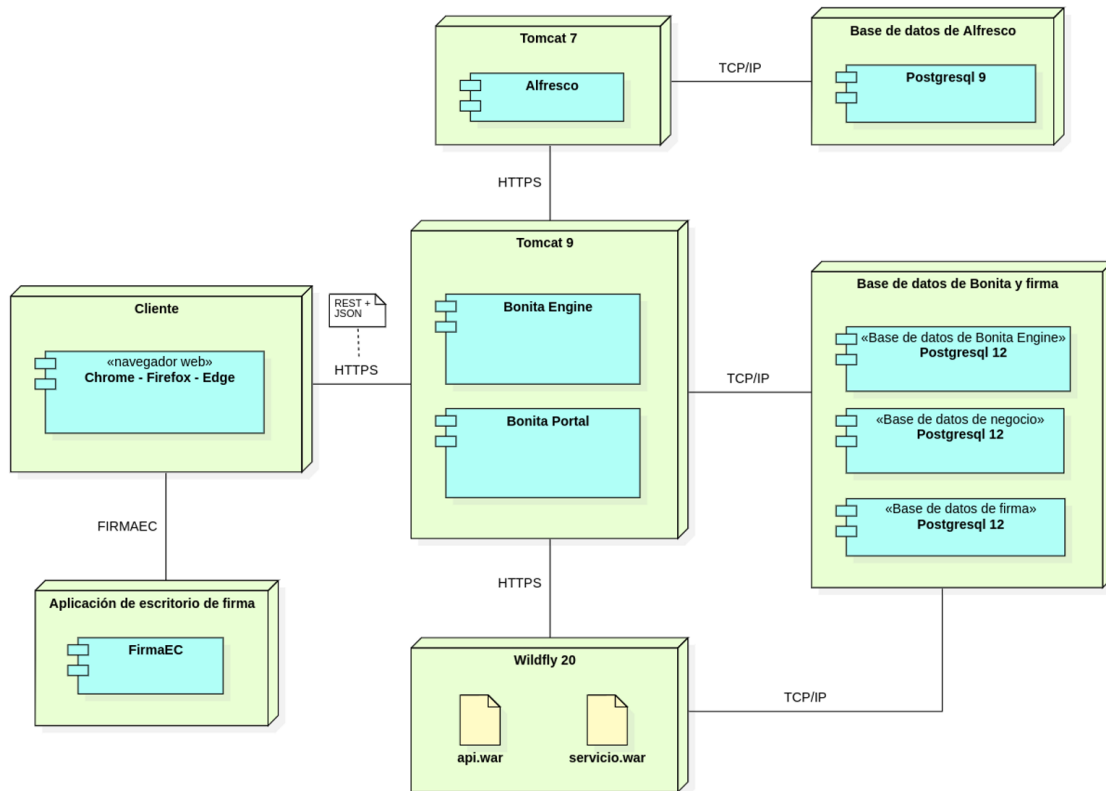


Figura 21. Diagrama de despliegue del Módulo de Certificación Electrónica⁵

6.9. Diagrama de pruebas del módulo

Para realizar las pruebas de forma organizada se planteó un diagrama en V (ver **Figura 23**), permitiendo realizar las pruebas de acuerdo a la etapa de desarrollo.

Pruebas de unidad: Al finalizar la creación del MCE se realizaron las pruebas de unidad comprobando que la lógica del módulo sea correcta (ver **Anexo 19: Lista de verificación**) y (ver **Anexo 18: Pruebas entre navegadores del MCE**).

Pruebas de sistema: Se verificó el cumplimiento de los requisitos funcionales y el funcionamiento de las interfaces de usuario (ver **Anexo 12: Acta de validación de pruebas del MCE**).

⁵ Ver la imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://n9.cl/59dco>

Pruebas de aceptación: Se verificó que el producto cumple y es adecuado a los requerimientos marcados por el cliente, realizando el proceso de forma apropiada (ver **Anexo 12: Acta de validación del MCE**).

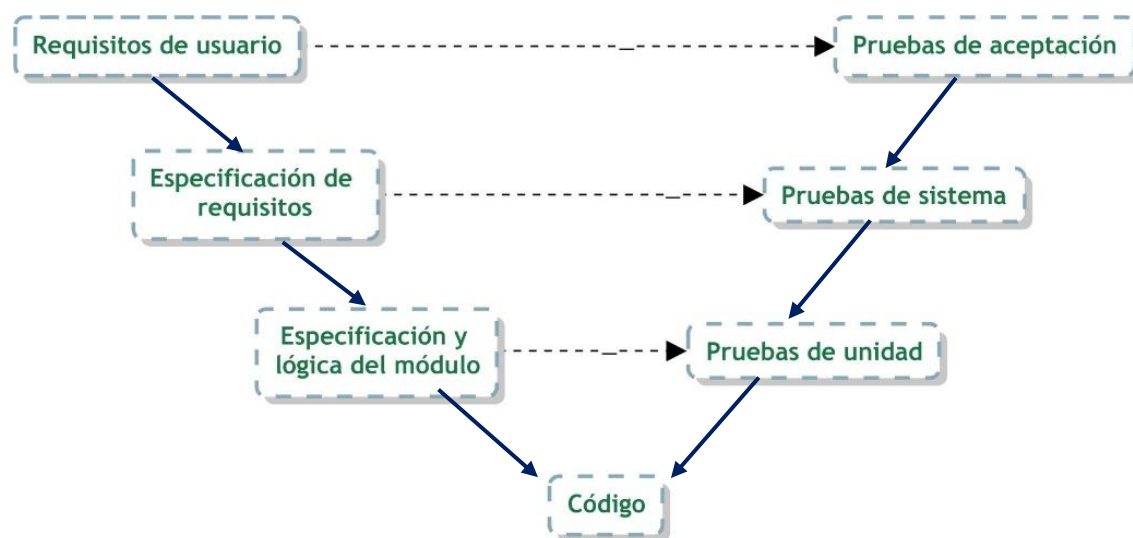


Figura 22. Diagrama de pruebas Módulo de Certificación Electrónica.

6.10. Resultado de pruebas

Terminadas las pruebas de los principales métodos creados y empleados en el desarrollo del módulo, se agrupó y organizó en 7 diferentes conjuntos o bloques las diferentes pruebas unitarias relacionadas (ver **Tabla 11**), para mayores detalles de los resultados obtenidos (ver **Anexo 8: Desarrollo de la Metodología XP**)

Tabla 11. Pruebas unitarias de métodos.

#	Bloque (Conjunto de pruebas)	Nro. de pruebas unitarias o casos de prueba	Pruebas exitosas (%)	Pruebas fallidas (%)	Ramas (%)	Resultado obtenido
1	Fechas de formulario generar certificado académico	2	100%	0%	100%	EXITOSO
2	Formulario ver pdf generado	1	100%	0%	100%	EXITOSO
3	Formulario de revisión de la solicitud	3	100%	0%	100%	EXITOSO

4	Formulario firmar certificado académico	5	100%	0%	85.71%	EXITOSO
5	Página MCE – prerrequisitos	3	100%	0%	100%	EXITOSO
6	Página MCE – eventos	5	100%	0%	94.73%	EXITOSO
7	Página MCE – certificados	6	100%	0%	88.23%	EXITOSO
TOTAL		25	100%	0%	91.95%	

6.11. Plan de implantación

Se planteó un plan de implantación para el proceso de despliegue del Módulo de Certificación Electrónica, se basa en las metodologías: ASAP (SAP), Sure Step (Microsoft Dynamics) y Oracle AIM.

La estructura propuesta consta de las siguientes fases y actividades:

- **FASE 1:** Iniciación y organización
 - i. Consolidación del comité del proyecto.
 - ii. Elaboración del cronograma
- **FASE 2:** Ejecución
 - i. Instalación y configuración del módulo
 - ii. Ejecución de pruebas
 - iii. Documentación
- **FASE 3:** Arranque del sistema y cierre
 - i. Carga de datos en el entorno real
 - ii. Puesta en marcha
 - iii. Ejecución de pruebas

La estructura del plan de implantación fue validada con el Gestor académico de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, para lo cual se elaboró un acta (ver **Anexo 12: Acta de validación y aceptación del plan de implantación**). El desarrollo del plan de implantación (ver **Anexo 9: Desarrollo de los objetivos**) donde se evidencia todo el proceso.

6.12. Módulo de Certificación Electrónica desplegado en producción

El módulo se encuentra disponible en <https://computacion.unl.edu.ec/bonita> con el siguiente diseño, para los tres perfiles disponibles: estudiantes, funcionarios y administrador.

6.12.1. Pantalla principal de acceso



Formulario de login

Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación

Usuario

Contraseña

LOGIN

Figura 23. Acceso al sistema

6.12.2. Perfil de funcionarios



Bonita Módulo de Certificación Electrónica (MCE) Elisa Orellana

Inicio Certificados académicos Eventos académicos Prerrequisitos

Información Se puede crear nuevos certificados académicos presionando el siguiente botón.

+ Crear certificado académico

Lista de certificados académicos:

#	Nombre del certificado	Descripción	Firma Secretaria	Firma Gestor/Director	Firma Decano	¿Habilitado?
1	Certificado de prácticas pre-profesionalesEDIT	Este documento avala el cumplimiento total de las prácticas pre-profesionales en las áreas de mantenimiento, redes y desarrollo de software por parte del estudiante	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Certificado de primera prórrogaEDIT	Este documento indica que el estudiante agotó el plazo de la primera prórroga sin finalizar el trabajo de titulación	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Certificado de segunda prórrogaEDIT	Este documento indica que el estudiante agotó el plazo de la segunda prórroga sin finalizar el trabajo de titulación	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Certificado de prórrogas finalEDIT	Contiene la autorización para el pago de prórrogas. El estudiante agotó el plazo de primera y segunda prórroga sin finalizar el trabajo de titulación y se le otorga al estudiante para acceder a la Unidad de Titulación Especial (UTE).	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Certificado de eventos académicosEDIT	Avala la participación y/o aprobación del estudiante en un evento académico organizado por la CISC	No	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Certificado de eventos (G y D)EDIT	Avala la participación y/o aprobación del estudiante en un evento académico realizado por la CISC	No	Si	Si	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Certificado de no adeudar a la carreraEDIT	Este documento certifica que el estudiante no posee deudas por concepto de prórrogas, asignaturas, cursos o sus equivalentes con la CISC	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Certificado de que no debe aprobar los niveles de ComputaciónEDIT	Este documento indica que el estudiante está exonerado de aprobar los niveles de Computación y el debido a que se encuentran contemplados en la malla curricular de la CISC	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Certificado de Asistencia	Este certificado avala la asistencia del estudiante	Si	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/>

● Seleccione un certificado para ver más detalles.

Figura 24. Interfaz del módulo (funcionarios)

6.12.3. Perfil estudiante

medición a la misma población en tiempos distintos, en este caso, antes de la creación del MCE y después del uso del módulo.

Tabla 12. Análisis de resultados para mejora

N°	Unidad de medida	Antes del MCE	Después del MCE	Mejora
1	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). - Pregunta: ¿El proceso para solicitar un certificado académico es muy extenso?	SI 92,86%	SI 21,43%	71,43%
		NO 7,14%	NO 78,57%	
2	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). -Pregunta: ¿La información o datos presentados (nombres, número de cédula, tipo de certificado, etc.), al momento de solicitar y recibir un certificado, es correcta?	SI 92,86%	SI 85,71%	-7,15%
		NO 7,14%	NO 14,29%	
3	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). - Pregunta: ¿La redacción o generación de una solicitud de certificado, se realiza de manera sencilla?	SI 35,71%	SI 100%	64,29%
		NO 64,29%	NO 0%	
4	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). - Pregunta: ¿Se mantiene informado (notificado) el estudiante durante el proceso de emisión y entrega de su certificado?	SI 0%	SI 85,71%	85,71%
		NO 100%	NO 14,29%	
5	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en	SI 28,57%	SI 85,71%	57,14%

	el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). - Pregunta: ¿Considera que es óptimo el proceso de Solicitud y emisión de certificados académicos?	NO 71,43%	NO 14,29%	
6	Se realizaron encuestas a estudiantes y egresados que usaron el MCE, recolectados en el periodo de prueba en el ambiente de producción, con un total de 14 personas, los Resultados (%). - Pregunta: El tiempo que tarda un solicitante en obtener un certificado, en días laborables.	4 días 25%	3 días 33%	1 día 8,33%

▪ Nivel de mejora

1. ¿El proceso para solicitar un certificado académico es muy extenso?

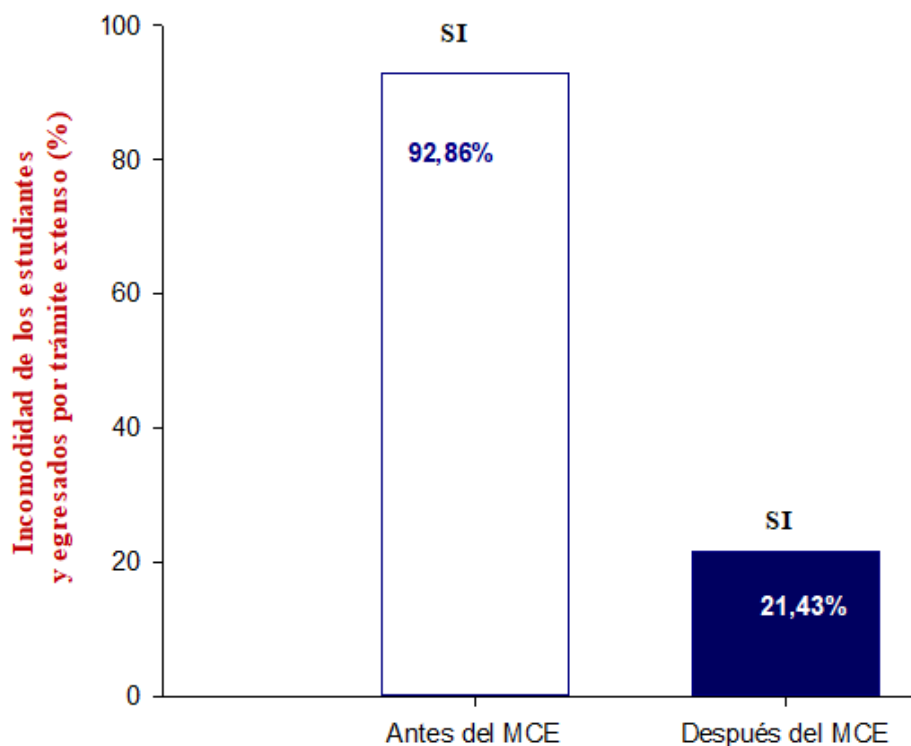


Figura 27. Pregunta 1

Como se puede apreciar en la **Figura 28** el resultado obtenido, 13 encuestados respondieron que el proceso para solicitar un certificado antes del uso del sistema SI es extenso y con el uso del sistema 3 encuestados respondieron que el proceso SI es extenso. Por tanto, se puede afirmar que hay una mejora del 71,43% con el sistema.

2. ¿La información o datos presentados (nombres, número de cédula, tipo de certificado, etc.), al momento de solicitar y recibir un certificado, es correcta?

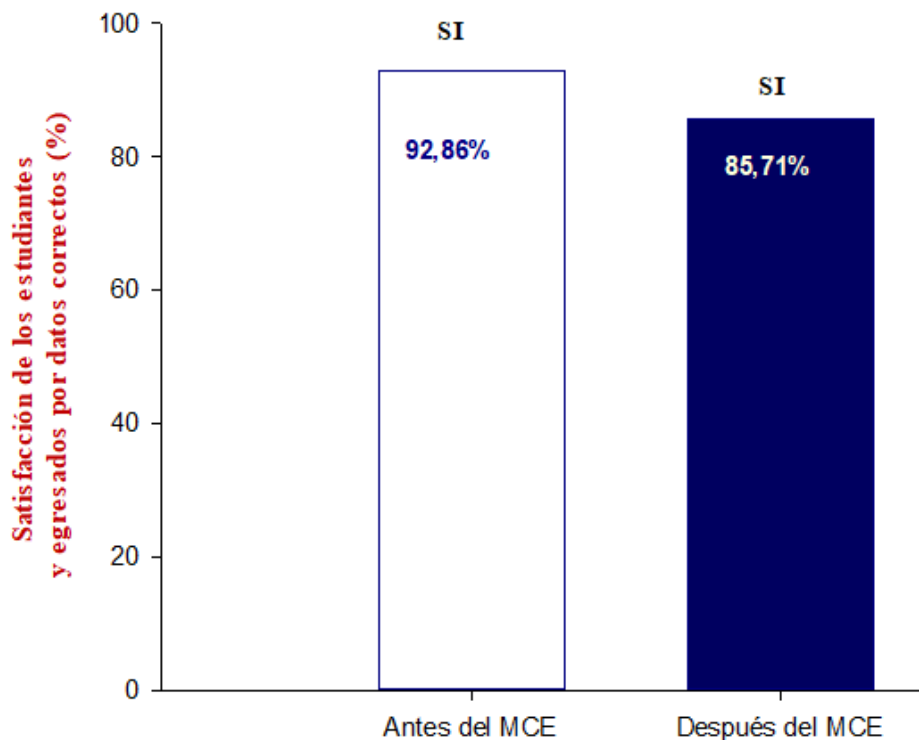


Figura 28. Pregunta 2

Como se puede apreciar en la **Figura 29** el resultado obtenido, 13 encuestados respondieron que los datos presentados SI son correctos en el certificado obtenido, antes del uso del sistema y con el uso del sistema, 12 encuestados respondieron que los datos del certificado SI son correctos. Por tanto, se puede afirmar que hay una desmejora de 7,15% con el sistema.

3. ¿La redacción o generación de una solicitud de certificado, se realiza de manera sencilla?

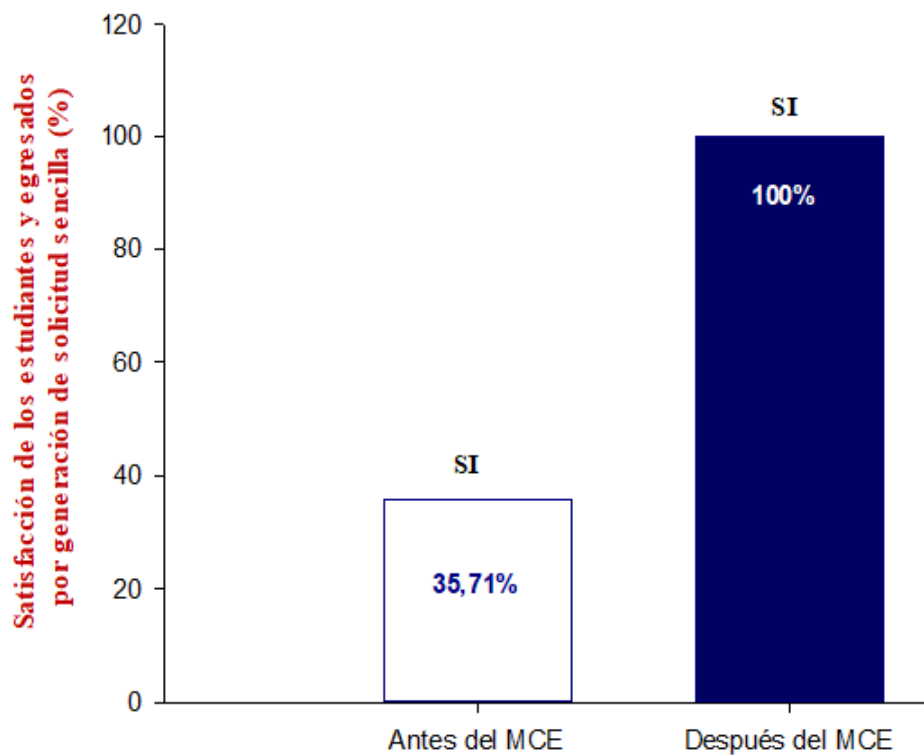


Figura 29. Pregunta 3

Como se puede apreciar en la **Figura 30** el resultado obtenido, 5 encuestados respondieron que, SI es sencilla la redacción de una solicitud antes del uso del sistema y con el sistema, 14 encuestados afirman que es sencilla la generación de una solicitud de certificado. Por tanto, se puede afirmar que en el proceso de redactar o generar una solicitud de certificado hay una mejora del 64,29%.

4. **¿Se mantiene informado (notificado) el estudiante durante el proceso de emisión y entrega de su certificado?**

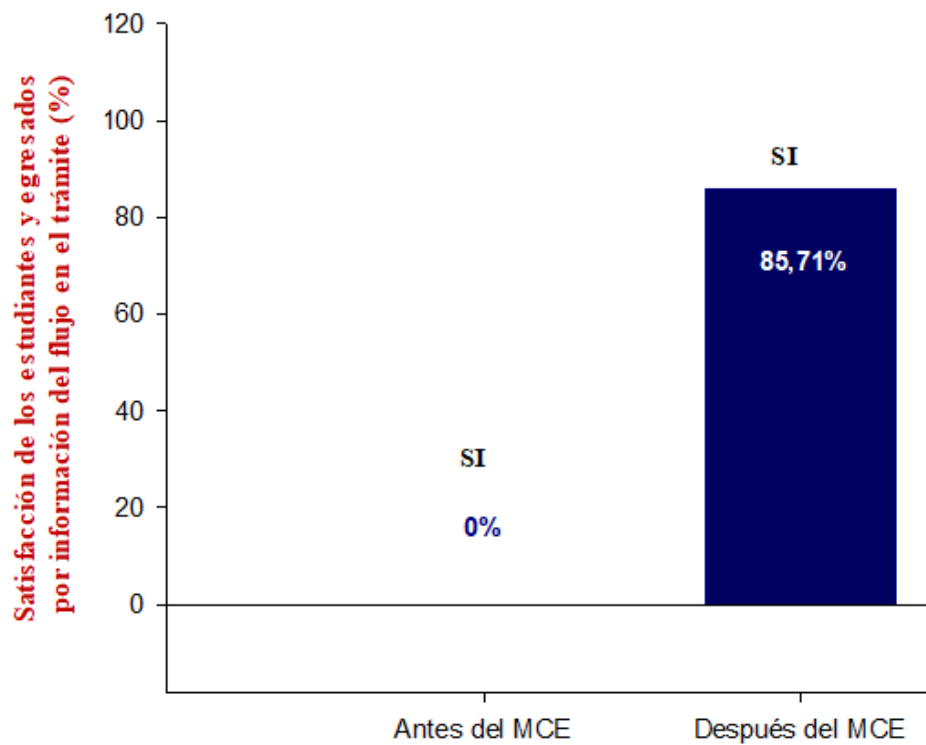


Figura 30. Pregunta 4

Como se puede apreciar en la **Figura 31** el resultado obtenido, 0 encuestados respondieron que SI se mantienen informados en el proceso de solicitud y emisión de certificados antes del uso del sistema y con el uso del sistema 12 encuestados respondieron que se mantienen informados del proceso. Por tanto, se puede afirmar que hay una mejora de 85,71% con el uso del sistema en cuanto a mantener informado al solicitante en el proceso.

5. ¿Considera que es óptimo el proceso de Solicitud y emisión de certificados académicos?

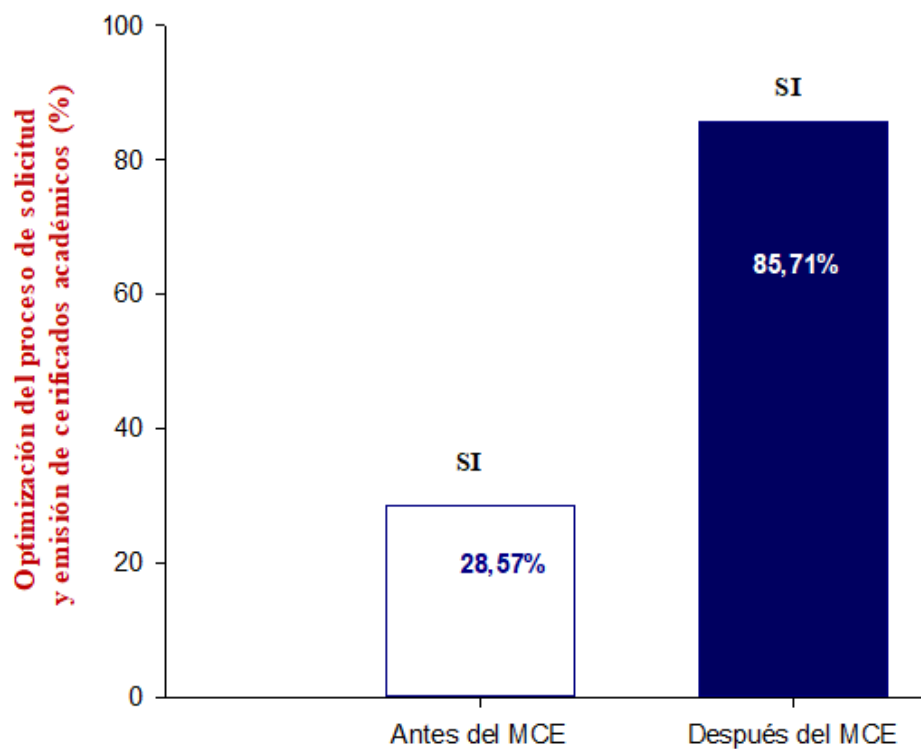


Figura 31. Pregunta 5

Como se puede apreciar en la **Figura 32** el resultado obtenido, 4 encuestados respondieron que SI es óptimo el proceso de solicitud y emisión de certificados antes del sistema y 12 encuestados respondieron que SI es óptimo el proceso de certificación con el uso del sistema. Por tanto, se puede afirmar que el proceso se ha optimizado en un 57,14% con la creación del sistema.

6. El tiempo que tarda un solicitante en obtener un certificado, en días laborables

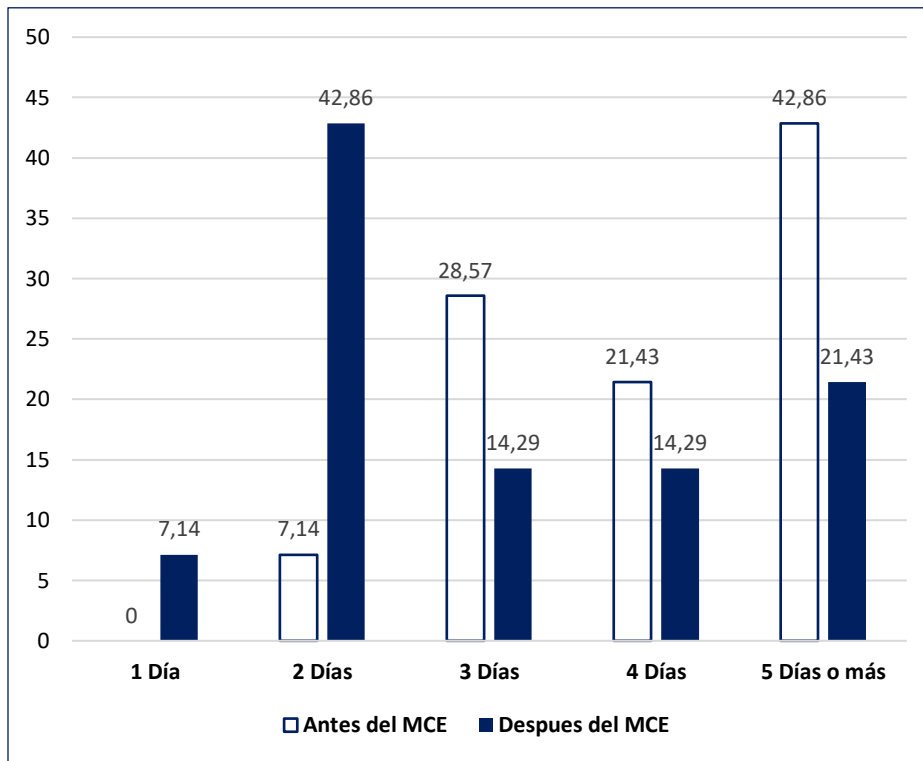


Figura 32. Pregunta 6

Para evaluar el resultado de esta pregunta representada en la **Figura 33**, se calculó el promedio de entrega en días laborables antes del sistema y después del sistema, obteniendo un resultado de 4 días, se tarda en obtener un certificado sin el uso del sistema y 3 días haciendo uso del sistema. Por tanto, se puede afirmar que hay una mejora de 1 día equivalente al 8,33%, con la implementación del MCE.

Tabla 13. Datos obtenidos (Días)

Nro	Antes del Sistema	Después del sistema	D
1	4	2	2
2	4	4	0
3	3	1	2
4	5	4	1
5	3	3	0
6	5	5	0
7	5	5	0
8	3	3	0
9	3	2	1
10	5	5	0

11	5	2	3
12	2	2	0
13	5	2	3
14	4	2	2
Promedio días	4	3	

Se utilizó la prueba T- Student [47] para la comprobación de hipótesis

Estadístico de prueba:

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

Dónde:

t : Estadístico t calculado.

\bar{d} : Media aritmética de las diferencias (pre y post).

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$$

n : Tamaño de la muestra.

S_d : Desviación estándar entre los valores de pre y post prueba.

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

H_0 : El uso del módulo aumenta los días de espera al obtener un certificado.

H_1 : El uso del módulo disminuye los días de espera para obtener un certificado.

A continuación, se presenta los datos obtenidos del cálculo mediante T-Student con la herramienta SigmaPlot para comparar si la H_0 es aceptada o rechazada.

Tabla 14. Test-Student (Muestras relacionadas) – Encuesta, solicitud y emisión de certificados

	Antes del Sistema	Después del sistema
Mediana	4,00	2,50

N	14	14
Pérdida	0	0
Grados de libertad	13	
P	0,050	
P-valor	0,044	

$T = 246,00$ con $gl=13$, $P=0,044$ y tasa de error del $0,05$, con base en los datos analizados, se concluye que se rechaza la H_0 y se acepta H_1 debido a que, $P\text{-valor}<0,050$, es decir, existe una probabilidad de $0,044$ que el sistema incremente el tiempo de espera de un certificado.

- **Aceptación del Módulo de Certificación Electrónica**

7. ¿El módulo de certificación electrónica es amigable y fácil de usar?

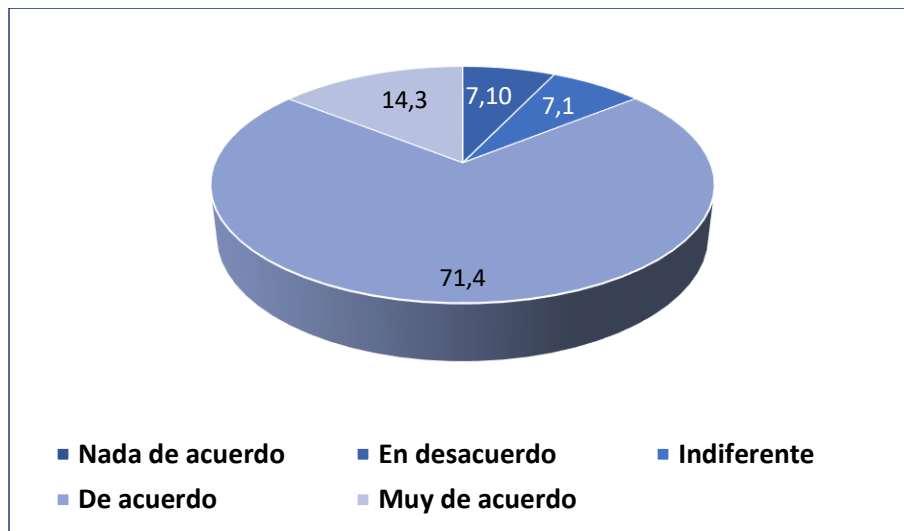


Figura 33. Pregunt 7

Como se puede observar en la **Figura 34** el resultado obtenido, 10 encuestados están de acuerdo, 2 encuestados están muy de acuerdo, a 1 le es indiferente y 1 se encuentra en desacuerdo. Por tanto, se puede concluir que el 85,7% afirma que el módulo es amigable y fácil de usar.

8. ¿El módulo proporciona mensajes de información y manuales de usuario que facilitan su utilización?

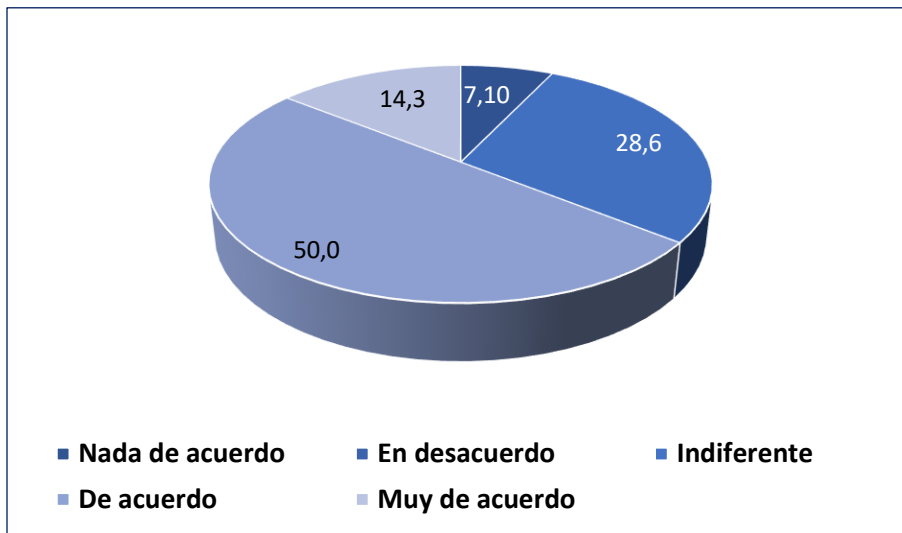


Figura 34. Pregunta 8

Como se puede observar en la **Figura 35** el resultado obtenido, 7 encuestados están de acuerdo, 2 encuestados están muy de acuerdo, a 4 le es indiferente y 1 se encuentra nada de acuerdo. Por tanto, se puede concluir que el 64,3% afirma que el módulo proporciona mensajes de información que facilitan su utilización y al 28,6% le es indiferente.

9. ¿El módulo, se encuentra disponible la mayor parte del tiempo para solicitar certificados académicos?

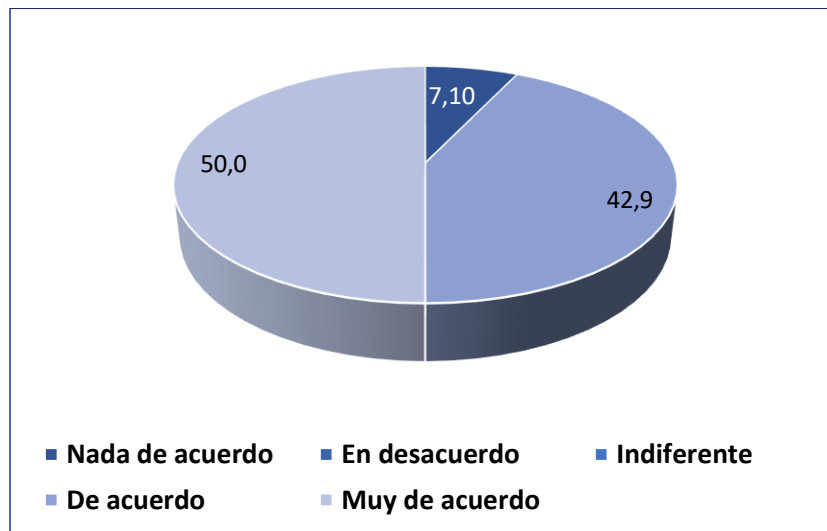


Figura 35. Pregunta 9

Como se puede observar en la **Figura 36** el resultado obtenido, 7 encuestados están muy de acuerdo, 6 encuestados de acuerdo y 1 se encuentra nada de acuerdo. Por tanto, se puede concluir que el 92,90% afirma que el módulo se encuentra disponible la mayor parte del tiempo para solicitar certificados académicos.

10. En términos generales, ¿Me encuentro satisfecho con el módulo de certificación electrónica?

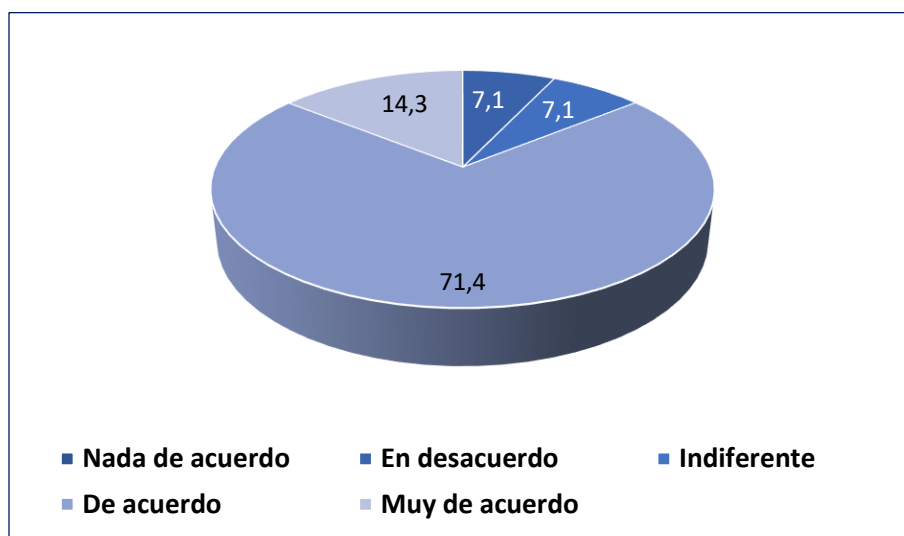


Figura 36. Pregunta 10

Como se puede observar en la **Figura 37** el resultado obtenido, 10 encuestados están de acuerdo, 2 encuestados están muy de acuerdo, a 1 le es indiferente y 1 se encuentra en desacuerdo. Por tanto, se puede concluir que el 85,7% se siente satisfecho con el servicio que brinda el Módulo de Certificación Electrónica.

7. Discusión

El presente Trabajo de Titulación, relacionado con la emisión de certificados con firma electrónica, cuyo resultado final es la creación del módulo para la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, se basa en el cumplimiento de cada objetivo específico planteado y se detallan a continuación:

- **Objetivo específico 1.** *Establecer los procesos para la emisión y solicitud de certificados académicos utilizando la notación BPMN (Business Process Model and Notation)*

En el primer objetivo, se establecieron los procesos que intervienen en la solicitud y emisión de certificados académicos, obtenidos a través de entrevistas al personal administrativo de la carrera de Ingeniería en Sistemas, además de fijar los requerimientos de usuario, de esta forma, se elaboraron los diagramas de Modelo BPMN del proceso actual y del proceso automatizado. Al no existir una guía del proceso, se tuvo mayor libertad al momento de analizar la propuesta sin alterar el proceso que se estaba llevando.

Con la aplicación de la metodología BPM:RAD, mediante sus tres fases se obtuvo; en la fase de “*Modelización Lógica*”, se identificaron las principales actividades involucradas en el proceso de solicitud y emisión de certificados, permitiendo elaborar un diagrama inicial de dicho proceso, sin detallar las funciones y tareas específicas que realizan cada uno de los actores. En la fase de “*Diseño preliminar*”, se elaboró el modelado físico a partir de la fase anterior, donde se detallan los servicios funcionales, además de quién y cómo se lo hace. Finalmente, en la fase de “*Diseño BPM*”, se creó el esquema de todo el proceso automatizado en Bonita Studio, considerando las funciones, actividades específicas y las reglas de negocio para cada nómina.

- **Objetivo específico 2.** *Desarrollar el módulo para la solicitud y emisión de certificados académicos utilizando la herramienta Bonita y la metodología XP (Extreme Programming)*

En este objetivo, se desarrolló mediante la aplicación de la metodología XP (*Extreme Programming*), la cual propone cuatro fases: Planificación, Diseño, Codificación y Pruebas.

En la fase de planificación se elaboró el Documento de Especificación de Requerimientos basado en el estándar IEEE 830 donde se detallan los usuarios del sistema, las funcionalidades y restricciones del sistema y una serie de requisitos no funcionales, asimismo se realizaron las historias de usuario útiles para el desarrollo del MCE, además, se elaboró el diseño básico del módulo mediante diagramas UML como: caso de uso general, diagrama de secuencia para firmar los documentos, diagrama de clases del modelo de la base de datos. La fase de codificación del MCE se desarrolló mediante cuatro iteraciones, además, se estableció un estándar de codificación en la base de datos y en el código. Finalmente, en la fase de pruebas, se comprobó que el módulo funcione correctamente, de acuerdo a los requerimientos, mediante pruebas unitarias a los métodos codificados y pruebas de aceptación del MCE con el Ing. Pablo F. Ordóñez Ordóñez Mg. Sc.

- **Objetivo específico 3.** *Definir un plan de implantación para el módulo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación*

En el presente objetivo, se procedió a la elaboración del plan de implantación, basado en las metodologías: “ASAP”, “Sure Step” y “Oracle AIM”. Estableciendo una propuesta de tres fases: en la fase de *“Iniciación y organización”* se conformó un comité encargado de gestionar la correcta instalación del módulo y se elaboró el cronograma del plan de implantación. En la fase de *“Ejecución”*, se procedió a la instalación y carga de datos del servidor de Bonita en el entorno de desarrollo para instalar el MCE, se elaboraron los manuales de instalación y configuración del módulo, manuales de usuario para el administrador, secretaria, director/gestor y estudiantes; y se realizaron pruebas del sistema simulando los usuarios administrativos, estudiantes y al administrador del MCE. En la fase de *“Arranque del sistema y cierre”*, se procedió a preparar el entorno de producción basado en el entorno de desarrollo para el despliegue de MCE; se hizo la entrega de manuales y finalmente se realizaron las pruebas para la aceptación del MCE con los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas.

Para evidenciar el grado de factibilidad de la solución presentada, se hizo un análisis de las respuestas brindadas por los estudiantes y egresados que; contestaron la encuesta

correspondiente y además usaron el módulo durante el periodo de prueba en el ambiente de producción.

De ahí que se presenta la **Tabla 15**, con los datos arrojados en la medición de los indicadores.

Tabla 15. Porcentaje de indicadores

Indicador	%
Proceso extenso	71,43%
Tasa de error	-7,15%
Comunicación del estado de trámite	85,71%
Nivel de optimización del proceso	57,14%
Tiempo de redacción o generación de solicitudes	64,29%
Tiempo de emisión de certificado	8,33% (1 día)

Con base en los resultados obtenidos, se puede evidenciar que la implementación del módulo, brinda una mejora de 46,63%, en el proceso de solicitar y emitir certificados. Cabe mencionar que con el uso del sistema se produce mayor porcentaje de error en los datos de los estudiantes y egresados, esto se presenta porque son ingresados de forma manual y no desde un archivo que cargue toda la base de datos de los usuarios. Para minimizar dicho error se incorporó un **mensaje informativo**, de manera que los estudiantes verifiquen sus datos antes de realizar la solicitud correspondiente.

Por otro lado, se evidencia una notable acogida del Módulo de Certificación Electrónica por parte de los usuarios, quienes manifiestan que: el sistema es amigable y fácil de usar (**85,7%**), brinda información oportuna mediante mensajes y el manual de usuario (**64,3%**), está disponible la mayor parte del tiempo, facilitando su utilización sin limitaciones (**92,9%**) y permite que los usuarios se sientan satisfechos por el servicio brindado (**85,7%**).

La automatización del proceso, permite una mejor administración de los documentos al generarlos y firmarlos, aumenta la eficiencia en el trámite y estandariza los pasos del proceso. Con lo que se puede afirmar que la implementación del módulo se logró de forma exitosa, cumpliendo con cada uno de los objetivos trazados.

8. Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto de titulación se llega a las siguientes conclusiones:

- El presente TT tuvo como objetivo, *implementar un módulo para realizar la solicitud y emisión de certificados académicos en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, perteneciente a la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja*. Con base en los resultados obtenidos en la encuesta, se concluye que se logró automatizar el proceso, disminuyendo el tiempo de entrega de un certificado en 1 día, agilizando el trámite y aumentando la efectividad y satisfacción del usuario.
- Con el fin de *establecer los procesos para la emisión y solicitud de certificados académicos utilizando la notación BPMN (Business Process Model and Notation)*, se concluye que, enmarcados en el empleo de la metodología BPM:RAD, se posibilitó entender el flujo manual que se estaba llevando en la emisión de certificados, para modelar el diagrama que pasó a ser automatizado.
- *Al desarrollar el módulo para la solicitud y emisión de certificados académicos utilizando la herramienta Bonita y la metodología XP (Extreme Programming)*, se puede concluir que el MCE es amigable y fácil de usar; ya que presenta los mensajes de información y proporciona los manuales de usuario, tal como se lo demuestra en los resultados obtenidos a través de las encuestas.
- *Luego de definir un plan de implantación para el módulo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación*, se concluye que el despliegue del software fue exitoso; ya que, quienes hicieron uso de él, afirman que se encuentra disponible la mayor parte del tiempo permitiendo que los usuarios se sientan satisfechos con el servicio que brinda el MCE, así se lo demuestra con los resultados obtenidos en la encuesta correspondiente.

9. Recomendaciones

Luego de haber realizado el presente Trabajo de Titulación y ejecución del MCE, se recomienda lo siguiente:

- A la Coordinación de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la UNL, desarrollar servicios Web Rest en cualquier lenguaje de programación para extender las funcionalidades provistas por Bonita Community o para superar sus limitantes.
- A las autoridades que tienen a su cargo la dirección de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la UNL, incrementar el uso de soluciones informáticas, para la emisión de documentos.
- A los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la UNL, desarrollar software en la herramienta Bonita, aplicando metodologías BPM que facilitan la automatización de procesos y utilizar el estándar IEEE-830 para la especificación de requerimientos de software de manera clara.

9.1. Trabajos futuros

- Realizar un análisis minucioso de cómo se está desarrollando el proceso actual, para posteriormente evaluarlo de forma correcta y proponer la solución automatizada adecuada.
- Ampliar el módulo para que el sistema no emita solamente certificados académicos, sino todo tipo de certificados requeridos por ex estudiantes, docentes y personal administrativo, con el fin de apoyar a las tareas de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la Universidad Nacional de Loja.
- Extender el MCE de tal forma, que se implemente en todas las carreras de las diferentes facultades de la Universidad Nacional de Loja.
- Implementar un Quiosco Automático, de fácil acceso, para que los usuarios puedan obtener certificados académicos y documentos en horarios más extendidos y de forma inmediata.

10. Bibliografía

- [1] R. G. y. M. Lillalí, *Tecnologías de la Información y la Comunicación*, Mexico: Pearson, 2019.
- [2] C. Nacional, *Ley de comercio electrónico, firmas*, Lexis, 2002.
- [3] G. M. Q. Haro, *Levantamiento de procesos para elaboración de trámites mediante la herramienta BPM BonitSoft en el departamento financiero del Gobierno autónomo descentralizado municipal Baños de Agua Santa*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [4] K. Mohammed y E. Hashim, «A Comparison between Bonitasoft and Bizagi. Diss,» Sudan University of science & Technology, 2014.
- [5] J. R. L. Fuentes, *Desarrollo de Software Ágil. Extreme Programming y Scrum*., 2da edición , IT Campus Academy, 2015.
- [6] S. Nagpal, S. Kumar y A. Kumar, «Comparative Study of ERP Implementation Strategies,» *Long Island Systems, Applications and Technology*, pp. 1-9, 2015.
- [7] A. Uhl, «BTM2 AND ASAP,» *360°: The bussiness transformation journal*, n° 6, pp. 233-244, 2013.
- [8] D. Navarro, «Análisis y aplicación de Metodología ASAP para Rollout de Global Bike Inc. en Chile,» Universidad del Bío-Bío, Concepción, 2017.
- [9] V. Medina, «El documento electrónico, contratación electrónica y firma electrónica en el ordenamiento jurídico de la República Bolivariana de Venezuela,» *Télématique*, vol. 11, n° 2, pp. 33-49, 2012.
- [10] J. Espinoza, «Entre la firma electrónica y la firma digital: aproximaciones sobre su regulación en el Perú,» *Revista IUS*, vol. 12, n° 41, 2018.
- [11] Universidad Politècnica de Valencia, «¿Qué es un Certificado Digital?,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.upv.es/contenidos/CD/info/711545normalc.html>.
- [12] C. Nacional, *Fuentes de la presente edición de ley de comercio electrónico, firmas*, Quito: Congreso Nacional, 2002.
- [13] Ley de comercio electrónico, firmas y mensajes de datos, «Registro Oficial Suplemento 557 de 17-abr-2002,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Ley-de-Comercio-Electronico-Firmas-y-Mensajes-de-Datos.pdf>.

- [14] U. c. d. l. i. p. Security Data, *Unidad certificadora de la información privada, autorizada por ARCOTEL para emisión de Firma Electrónica y servicios relacionados a través de la red.*, Security Data, 2021.
- [15] C. d. l. Judicatura, *Plan Estratégico de la Función Judicial*, Quito: Consejo de la Judicatura, 2011.
- [16] H. Hernández, D. Martínez y D. Cardona, «Enfoque basado en procesos como estrategia de dirección para las empresas de transformación,» *Saber, ciencia y libertad*, vol. 11, n° 1, pp. 141-150, 2016.
- [17] M. Moreira, «La gestión por procesos en las instituciones de información,» *ACIMED*, vol. 14, n° 5, 2006.
- [18] N. Piña, «Estudio de los factores más importantes que afectan a las organizaciones para el éxito en iniciativa de business process management como ventaja competitiva,» 2011.
- [19] L. Silva, H. Hernández, A. Vàsquez y O. Pèrez, «Diseño de un sistema de automatización para la planta de alimento ensilado "Héctor Molina",» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 26, n° 4, 2017.
- [20] N. Chabanoles y P. Ozil, «Bonita BPM: an open-source BPM-based application development platform to build adaptable business applications,» *International Conference on Business Process Management*, 2015.
- [21] F. Rasheed y S. Ahmad, «Workflow Optimization through Business Reengineering for Telecardiac System,» pp. 33-38, 2015.
- [22] A. Rodríguez, P. Bazán y F. Díaz, «Características funcionales avanzadas de los BPMS: análisis comparativo de herramientas,» XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Junín, 2015.
- [23] G. Quishpe, «Levantamiento de procesos para elaboración de trámites mediante la herramienta BPM Bonita Soft en el departamento financiero del Gobierno autónomo descentralizado municipal Baños de Agua Santa,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [24] R. C. Cabrera, *Guía para modelar procesos y procedimientos bajo el estándar BPMN 2.0*, Gobierno del Estado, Jalisco, 2014.
- [25] C. C. C. Elizabeth, *Estudio comparativo entre las metodologías de desarrollo de software DSDM y Crystal: Caso práctico sitio web para la generación de pedidos de soluciones*

informáticas, para la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la UTC, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopáxi, 2015.

- [26] E. D. C. Manuel Alejandro Ortega, *Uso de modelos tradicionales y las metodologías ágiles aplicadas en la industria de software colombiano*, Cali: Universidad de Santiago de Cali, 2019.
- [27] D. A. C. Velíz, *Solución informática para la administración de procedimientos odontológicos*, Loja: Universidad Nacional de Loja, 2019.
- [28] T. R. S. M. N. B. Gul Ahmad, *Agile Methodologies: Comparative Study and Future Direction*, Dubai: European Academic Research, 2014.
- [29] R. E. L. M. d. Jimenez, «core ac uk, Revista tecnológica,» 08 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/80296686.pdf>. [Último acceso: 09 Enero 2021].
- [30] C. S. Adrian Iacovelli, *Framework for Agile Methods Classification*, París: Centre de Recherche en Informatique (CRI).
- [31] C. BPM, *Metodología BPM:RAD Rapid Analysis & Design*, España: Centro oficial de BPM, 2005.
- [32] A. M. M. Mendoza, *BPM "Gestión de proyectos de investigación" del centro universitario de investigación científica y tecnológica de la Universidad Técnica del Norte utilizando AuraPortal*, Ibarra: Universidad Técnica de Ibarra: Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, 2018.
- [33] J. Esteves y J. Partor, «Analysis of critical success factors relevance along SAP implementation phases,» *Americas Conference of Information Systems*, pp. 1019-1025, 2001.
- [34] R. Saravanan y C. Sundar, «Analysis of ERP Implementations,» *International Journal of Research in Business Management*, vol. 2, n° 5, p. 65, 2014.
- [35] R. Harris y T. Schultz, «Teaching ERP Implementation with Microsoft Dynamics Sure Step,» *Journal of Integrated Enterprise Systems*, vol. 5, n° 1, pp. 9-17, 2016.
- [36] M. Gutiérrez, L. Piñón y A. Sapién, «Análisis de metodologías de implementación de ERP,» *XVIII Xongreso Internacional de COntaduría Administración e Informática*, 2013.
- [37] A. Wild Ali, «Oracle methodologies for managing business solution projects,» *European Project Management Journal*, vol. 8, n° 1, pp. 25-32, 2018.

- [38] V. A. C. T. Carlos Daniel Borja Buestán, *Metodología para la especificación de requerimientos de software basado en el Estándar IEEE 830-1998*, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, 2013.
- [39] F. J. V. O. y. B. G. T. Camba, *Estudio, configuración y puesta en producción de un sistema gestor documental Alfresco basado en Open Source.*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, 2015.
- [40] R. d. r. d. a. a. d. Ecuador., «RRAAE.» 2020. [En línea]. Available: <http://rraae.org.ec/>. [Último acceso: 03 Noviembre 2020].
- [41] S. A. O. V. y. K. J. V. Espinales, «Repositorio ug edu ec,» 02 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10760/1/TESIS%20Olivares%20y%20Vera.pdf>. [Último acceso: 04 Noviembre 2020].
- [42] M. P. E. C. G. C. Mariana de Jesús González, «Implementación de Ventanillas Electrónicas para la emisión de Certificados Académicos en la Universidad Técnica Particular de Loja,» de *Sexta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2016 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración*, Buenos Aires, 2016.
- [43] L. M. M. Aguilera, *Sistema automático de emisión de solicitudes y certificados académico – Estudiantiles para la universidad Técnica Estatal de Quevedo.*, Quevedo - Los Ríos - Ecuador: Repositorio uteq edu ec, 2014.
- [44] N. M. M. Toledo, *Kiosko multimedia para Consulta y emisión de Certificados Académicos de la Universidad Politécnica Salesiana*, Cuenca- Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.
- [45] R. d. E. C. d. E. Superior, «Reglamento de Régimen Académico,» Republica del Ecuador Consejo de Educación, 2019. [En línea]. Available: https://sangregorio.edu.ec/include/archivos/files/reglamento_regimen_academico_2019.pdf. [Último acceso: abril 2020].
- [46] P. Rodó, *Distribución t de Student*, Economipedia.com, 2019.
- [47] N. Cachi, «Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes),» Slideshare, 2012. [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/niko54-sagitario/prueba-t-de-student-paradatos-relacionados>. [Último acceso: Febrero 2022].
- [48] F. G. S. y. J. C. R. R. Fabiola Sáenz Blanco, *Establishment of agile teams for software development: Review of literature*, Bogotá-Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

- [49] S. N. d. Información, «Información para Desarrolladores - Firma Electrónica Ecuador,» Gobierno Electrónico FirmaEC, [En línea]. Available: <https://www.firmadigital.gob.ec/informacion-para-desarrolladores/>. [Último acceso: 08 Abril 2021].
- [50] R. d. E. Asamblea Nacional, *Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación*, Quito: Órgano del gobierno del Ecuador, 2016.
- [51] Oracle, «Oracle,» Convenciones de nomenclatura, [En línea]. Available: <https://www.oracle.com/java/technologies/javase/codeconventions-namingconventions.html>. [Último acceso: 12 Agosto 2021].
- [52] F. P. González, *Implantación de un Sistema ERP en una PyME*, 2015.
- [53] N. Marketshare, «Net Marketshare,» Market Share Statistics for Internet Technologies, 2017. [En línea]. Available: <https://netmarketshare.com/>. [Último acceso: 21 FEBRERO 2022].
- [54] A. M. R. Zambrano, *Firma Electrónica Segunda Parte*, Quito: Derecho Ecuador, 2020.

11. Anexos

Anexo 1. Versiones del proceso manual de emisión de certificados

1.1. Proceso manual de certificación electrónica Versión 1.0.

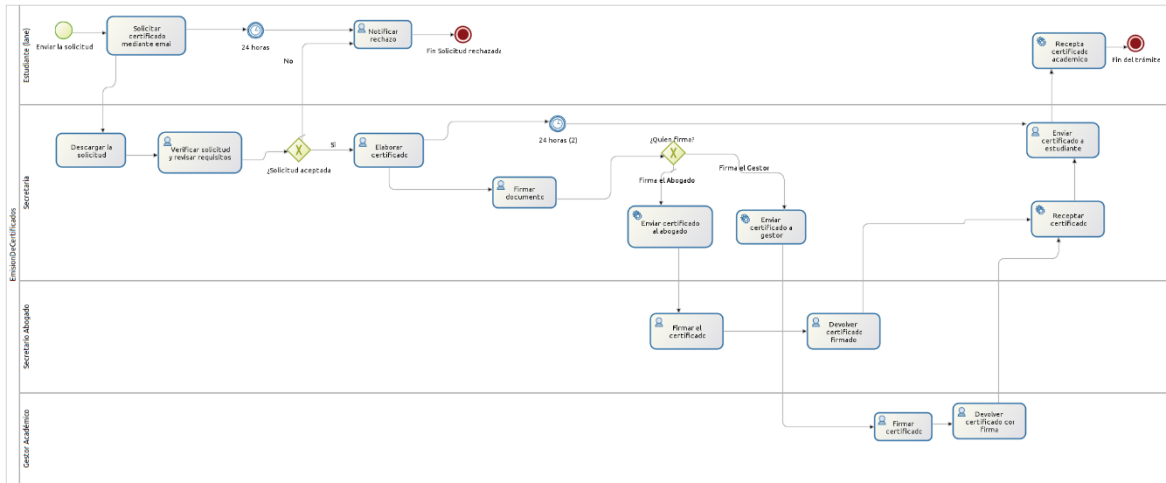


Figura A1 1. Versión 1.0 del proceso manual del Módulo de Certificación Electrónica.

1.2. Proceso manual de certificación electrónica Versión 2.0.

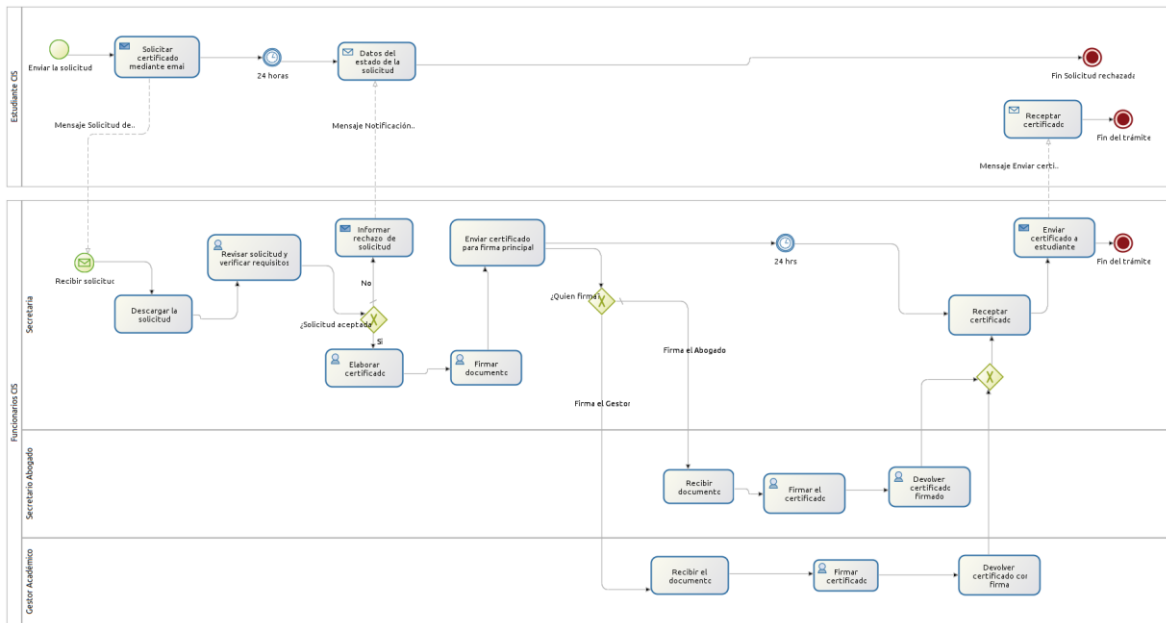


Figura A1 2. Versión 2.0 del proceso manual del Módulo de Certificación Electrónica.

1.3. Proceso manual de certificación electrónica Versión 3.0.

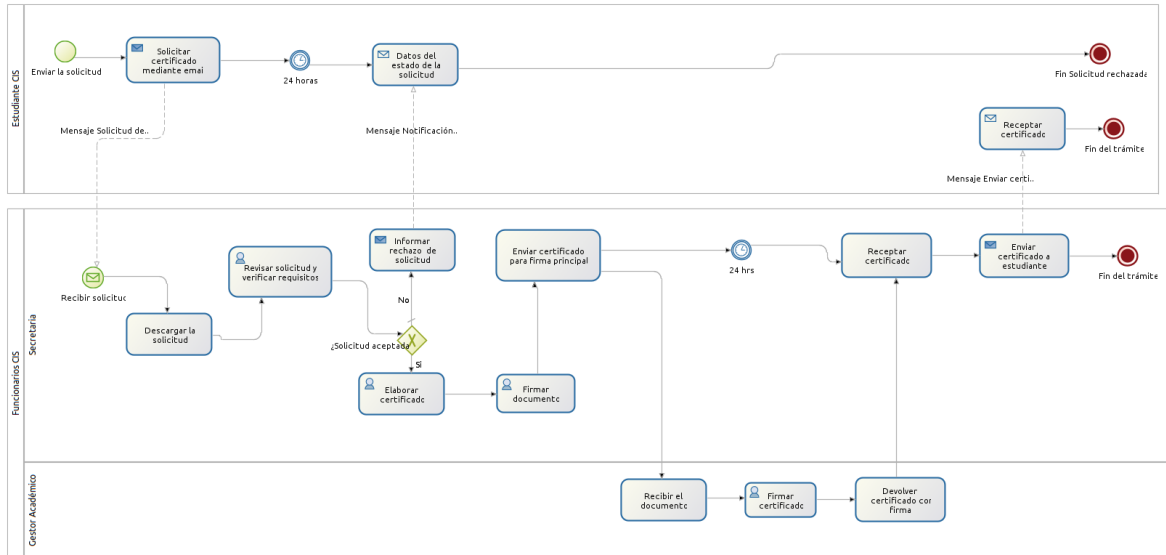


Figura A1 3. Versión 3.0 del proceso manual del Módulo de Certificación Electrónica.

1.4. Proceso manual de certificación electrónica Versión 4.0.

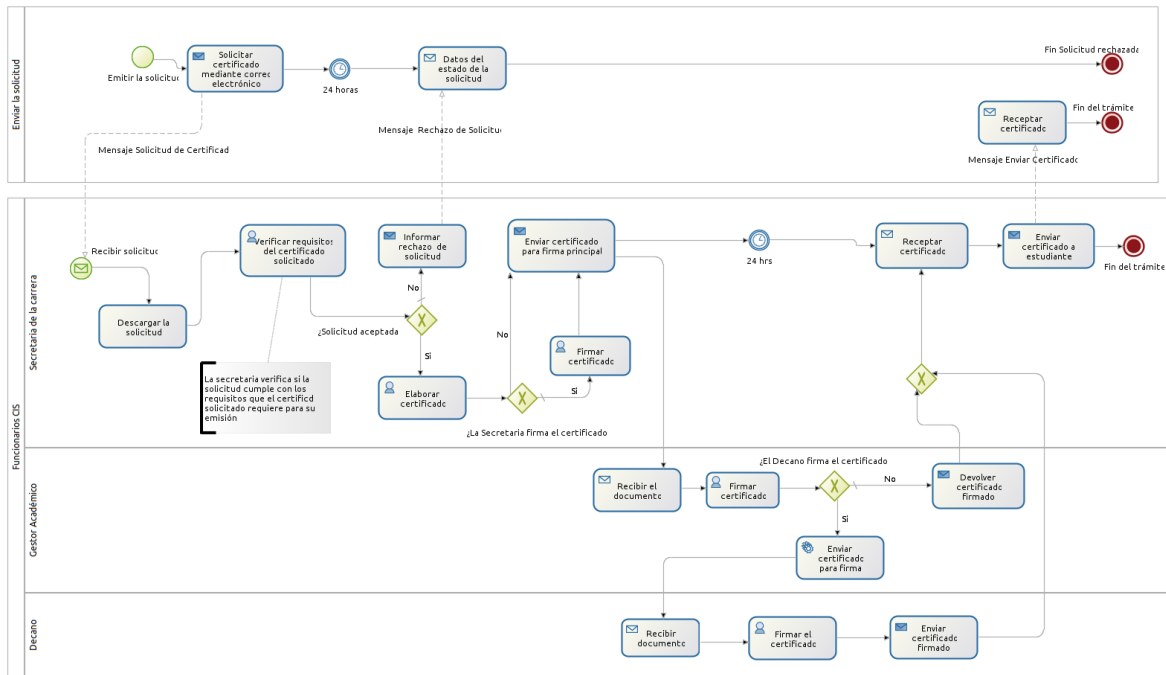


Figura A1 4. Versión 4.0 del proceso manual del Módulo de Certificación Electrónica.

Anexo 2. Entrevistas

2.1. Gestor de la Carrera de Ingeniería de Sistemas-Computación.

ENTREVISTA

Nombre del entrevistado (a): Ing. Pablo Ordoñez Ordoñez

Rol en la organización: Gestor Académico de CIS

1. ¿Cuál es el procedimiento que realiza para emitir un certificado académico? ¿A quién llega la solicitud, posterior a eso que proceso sigue?

No existe un proceso establecido y regulado, pero el procedimiento se lleva de la siguiente manera en la actualidad: inicia con una solicitud simple, dirigido al encargado de la gestión donde se solicita un determinado certificado, estos pueden ser de prácticas, récord académicos, asistencia entre otros. La solicitud llega a la secretaria donde se coloca el respectivo recibido con fecha y quien lo recibe, posterior a ello, la secretaria lo envía al encargado de la gestión para el respectivo análisis de lo solicitado, si lo solicitado es viable en un máximo de tres días hábiles se entrega el certificado al solicitante.

Para la elaboración del certificado es un trabajo en equipo entre la secretaria y el gestor, siendo la secretaria quien lo elabora y firma, para posteriormente enviar al gestor para que firme el documento. Todo certificado contiene dos firmas, la secretaria como quien lo elabora y del gestor como quien autoriza, emite y da fe de lo escrito.

2. ¿Cómo se verifican los datos del estudiante que solicita un certificado?

Se verifican de forma manual a través del número de cédula detallada en la solicitud. Se digita la cédula en el sistema que dispone la universidad, para verificar si se encuentra matriculado o no en la actualidad y por ahora también se verifica que no mantenga deudas pendientes, generalmente por segundas o terceras matrículas.

En el caso que mantenga deudas pendientes o no se encuentre matriculado, se devuelve la petición al solicitante, explicando que debe cancelar las deudas pendientes o adjuntar el derecho respectivo.

3. ¿Existe alguna normativa y planificación para la elaboración y emisión de certificados?

No se cuenta con normativas para emitir un certificado, pues es un servicio que da la carrera y depende de la petición. Lo que existen son algunos modelos de certificados que se han ido obteniendo en el transcurso de los años que lleva vigente la carrera. Sin embargo, existen otras circunstancias donde de acuerdo al formato que piden que tenga,

se elabora el certificado y algo a tener en cuenta es que también hay certificados que no se pueden elaborar en la carrera, en ese caso se notifica al solicitante.

4. **¿La carrera cuenta con algún sistema que genera certificados académicos de forma automática? ¿Cuál es dicho sistema y cuales son los certificados que emite dicho sistema?**

La carrera no cuenta con ningún sistema que emita certificados, todo se realiza de forma manual. El SGA emite reportes de asistencia, notas, pensum o record académico que se anexa a un certificado, es decir, a un oficio que certifica lo solicitado.

5. **¿Usted, como gestor de la carrera, es el responsable de firmar los certificados académicos descritos en la Tabla 1, existe algún otro certificado que usted firme y no conste?**

Tabla 1. Listado de certificados

CERTIFICADO	FIRMAS REQUERIDAS	DOCUMENTACIÓN REQUERIDA	OBSERVACIONES
Certificados de prácticas pre-profesionales	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaria de la CIS	-Solicitud	
Certificados de II prórrogas para pagos	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaria/o CIS.	-Solicitud	
Certificados de eventos	- Gestor académico (e) de la CIS. - Decano de la FEIRNNR.	-Solicitud	
Certificado de que no debe aprobar los niveles de Computación.	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaria/o de la CIS.	-Solicitud	Caso excepcional.
Certificado de exentidad de prácticas pre-profesionales (pasantías).	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaria CIS.	-Solicitud	Caso excepcional. No se encuentra vigente.
Certificados de pasantías	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaria de la CIS.	-Solicitud	En la actualidad ya no se realizan, son pagadas.

Si, esos son los certificados que se firma como gestor de la carrera, y no existen otros además de los que ya se encuentran descritos.

6. **¿Cuáles son los certificados que más le solicitan los estudiantes y cuáles son los menos solicitados, de ellos que certificados considera que se deben digitalizar de forma urgente?**

El más solicitado es el de prácticas pre profesionales.

7. **¿A qué dirección de correo electrónico se debe enviar una solicitud de petición de certificados que está dirigida a usted?**

Todos son importantes, sin embargo, el de prácticas preprofesionales sería el de mayor urgencia ya que es el más solicitado.



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación



Firmado digitalmente por
PABLO FERNANDO
ORDONEZ ORDONEZ
Razón: Titulación / Validación
Ubicación: Loja

Pablo F. Ordoñez-Ordoñez, Mg.Sc.
GESTOR DE LA CARRERA CIS/C

2.2. Secretaria de la Carrera de Ingeniería de Sistemas-Computación.

ENTREVISTA

Nombre del entrevistado(a): Sra. Elisa Beatriz Orellana Bravo.

Rol en la organización: Secretaria de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

- 1. ¿Cuáles son los certificados académicos que emite la carrera a los estudiantes? y de esos certificados, ¿cuáles son los certificados más solicitados y los menos solicitados por los estudiantes?**

Existen varios certificados como son: Certificados de pasantías, Certificados de matrículas, Certificados de promoción, Certificados de no adeudar, Certificados de pagos, Certificados de aprobación de ciclo, Certificados para seguir maestrías, Certificado de cumplimiento de malla curricular, Certificados de prórrogas.

Los certificados más solicitados en este momento son: los de pagos, matrículas, record académicos, asignaturas aprobadas, prácticas preprofesionales.

- 2. ¿Quién es el encargado de recibir las solicitudes para emitir los certificados académicos?**

Las solicitudes siempre las recibe la secretaria de la carrera, en este caso Sra. Elisa Beatriz Orellana Bravo.

- 3. ¿Cómo se elaboran los certificados?**

Existe un formato que ha sido elaborado por la secretaria y el gestor, que está sujeto a cambios, de acuerdo a las necesidades del solicitante.

- 4. De forma general ¿Cuáles son los requisitos necesarios para solicitar un certificado?**

Los requisitos varían de acuerdo a lo solicitado. Por ejemplo, si ya son profesionales, un requisito indispensable es el derecho de \$5. Si son estudiantes, se requiere únicamente la petición. Para solicitar un récord académico se necesitan todas las certificaciones, tanto de inglés, educación física y de prácticas.

- 5. ¿Qué procedimientos se realizan para emitir un certificado? ¿Se sigue alguna normativa legal?**

Todo lo que se emite y se hace en la carrera debe contener la sumilla del gestor, una vez llega la solicitud a secretaria se pasa al gestor, que es quien autoriza lo que se debe hacer, la secretaria lo elabora, vuelve al gestor para que revise y si cree pertinente firma el certificado, una vez firmado se envía el certificado al solicitante.

No existe una normativa vigente para la elaboración y emisión de certificados, el secretario abogado es quien realiza la asesoría en el ámbito legal en el caso de ser requerido en algún trámite.

6. Para firmar el certificado de forma digital ¿Qué herramienta utiliza y cuál es el procedimiento que sigue?

Se lo realiza mediante el sistema **FirmaEC** que se lo descarga, se busca la firma que ha sido otorgada por el registro civil, y luego el archivo que se desea firmar.

7. ¿Cuentan con algún sistema que genera certificados de forma automática? ¿Cuál es dicho sistema y cuales son los certificados que emite dicho sistema?

Si, el mismo sistema del SGA nos emite Certificados de matrícula, Certificados de promoción, Certificados de Asistencia, simplemente entramos con el usuario y contraseña, se los descarga, firma y se envían.

8. ¿Cómo se verifican los datos del solicitante y su petición para emitir un certificado?

Se verifican los datos de forma manual, tanto los datos personales, como la validación del tipo de certificado que está solicitando.

9. ¿Existen formatos establecidos para elaborar una solicitud para obtener un certificado académico? ¿Cómo puedo obtener esos formatos?

En la actualidad no se tienen formatos para las solicitudes, debido a que, al estar a un nivel universitario, los estudiantes deberían poder elaborar una solicitud.

10. ¿Existen formatos establecidos para los certificados académicos que se emiten? ¿Cómo puedo obtener esos formatos?

Si existen algunos formatos sin embargo otros se los elabora de acuerdo a las necesidades y todos están sujetos a cambios. Si se puede otorgar esos formatos, mediante un oficio dirigido al gestor.

11. ¿A qué autoridad de la carrera debe ir dirigida una solicitud de certificado académico?

Todas las solicitudes de carácter académico, deben estar dirigidas al gestor, aún si los certificados son firmados por el abogado. El gestor es quien autoriza emitir los certificados.

12. ¿Qué tiempo aproximadamente se tarda en emitir un certificado académico?

El tiempo de entrega depende del tipo de certificado solicitado, ya que existen ciertas peticiones que deben ser analizadas en la redacción, y esto se hace en conjunto con el gestor o abogado. De forma general se tarda 2 días hábiles.

13. ¿Qué certificado requiere más tiempo para su emisión y cual es el que requiere menos tiempo en su emisión?

El certificado de récord académico es el que se tarda más tiempo en ser entregado, debido a la falta de información en la solicitud, en cuanto a las fechas de ingreso del peticionario.

14. ¿Qué certificado tiene más requisitos para su emisión y cual es el que tiene menos requisitos para su emisión?

El certificado de récord académico es el que más requisitos se requiere para ser emitido, porque depende de la emisión de otros certificados como: Certificado de inglés, prácticas pre-profesionales, educación física, en otros tipos de certificados sólo es necesario la solicitud.



Anexo 3. Solicitud de Certificados: Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación

Loja, 27 de noviembre de 2020

Sr. Ing. Pablo Fernando Ordóñez O.
GESTOR ACADÉMICO (E) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

De mi consideración:

Alex John Chamba Macas, con C.I. **1105643314** y **Raquel Jenny Lojano Chavez**, con C.I. **1900463702**, estudiantes del décimo ciclo paralelo "A" de la carrera de Ingeniería en Sistemas, solicitamos a su autoridad de la manera más comedida, autorice a quien corresponda, la entrega de los formatos de los certificados que dispone y emite la carrera a los estudiantes, ya que son de gran importancia para el desarrollo del Proyecto de Titulación denominado "**MÓDULO PARA LA CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS/ COMPUTACIÓN**".

Por la favorable atención que se digne dar al presente, le anticipamos nuestros más sinceros agradecimientos.

Atentamente,



Alex John Chamba Macas.
C.I. 1105643314
Email: alex.chamba@unl.edu.ec
Celular: 0993898998



Raquel Jenny Lojano Chavez.
C.I. 1900463702
Email: raquel.lojano@unl.edu.ec
Celular: 0999707653

Anexo 4. Listado de certificados Obtenidos

Tabla A4 1. Lista de certificados académicos emitidos por la CIS.

CERTIFICADO	SOLICITUD DIRIGIDO A:	CONTENIDO	FIRMAS	REQUISITOS (Documentos requeridos)
Certificados de prácticas pre-profesionales	Gestor académico de la CIS.	Información sobre el cumplimiento de las prácticas pre-profesionales en las áreas de: mantenimiento, redes y desarrollo de software, por parte del estudiante.	- Gestor académico de la CIS. - Secretaría CIS	-Solicitud NOTA: No son pagadas.
Certificados de pasantías	Gestor académico de la CIS.	Información detallada del cumplimiento de pasantías en las áreas de: mantenimiento, redes y desarrollo de software, por parte del estudiante.	- Gestor académico de la CIS. - Secretaría CIS.	-Solicitud NOTA: Ya no suelen hacerse, son pagadas.
Certificado de que no debe aprobar los niveles de Computación.	Gestor académico de la CIS.	Información acerca de que no debe aprobar los niveles de Computación I y II. Se encuentran contemplados dentro de la malla curricular de la CIS.	- Gestor académico de la CIS. - Secretaría CIS.	-Solicitud con firma electrónica NOTA: Caso excepcional.
Certificados de matrícula	Decano de la FEIRNNR.	Indica que el estudiante se encuentra matriculado, con detalle de las materias que está cursando. (Válido para trámites de becas).	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud
Certificados de no adeudar	Decano de la FEIRNNR.	Información detallada del estudiante que ha cumplido académicamente y no tiene deudas pendientes con la UNL, ya que, está al día en los pagos de segundas y terceras matrículas si se ha dado el caso. Documento válido para la culminación del Trabajo de Titulación.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud -Certificado de haber cumplido con el 100% de la tesis.
Certificados de pagos	Decano de la FEIRNNR.	Se emite cuando el estudiante ha realizado los pagos pendientes.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud

Certificado de aprobación de ciclo. (Récord académico de un ciclo)	Decano de la FEIRNNR.	Información de aprobación de un ciclo específico con las calificaciones y porcentaje de asistencias de cada materia.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud
Certificado de Promoción	Decano de la FEIRNNR.	Información de asistencia, calificaciones promedio final del ciclo, obtenida para pasar al siguiente ciclo.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud
Certificados de eventos	Gestor académico de la CIS.	Información de haber participado como asistente, en eventos que han sido impartidos por la carrera.	- Gestor académico de la CIS. - Decano de la FEIRNNR.	-Solicitud
Certificado de Asistencia	Decano de la FEIRNNR.	Contiene información del porcentaje de asistencia con el que se aprobó el ciclo.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud
Certificado de récord académico, resumen y cómputo general (Cumplimiento de malla curricular)	Decano de la FEIRNNR.	Información detallada de los 10 ciclos correspondiente al currículum de la CIS con las calificaciones y porcentaje de asistencias de cada materia.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud -Certificados de aprobación de niveles de Inglés. -Certificado de aprobación de niveles de EEFF. -Certificado de haber culminado las prácticas pre-profesionales.
Certificado de asignaturas aprobadas.	Decano de la FEIRNNR.	Información detallada de cada asignatura, porcentaje de asistencias y cómputo general de un estudiante.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud.
Certificados de I prórroga.	Gestor académico de la CIS.	Información de que el estudiante se le concede primera prórroga y de haber culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación.	- Gestor académico (e) de la CIS. -secretaria CIS.	-Solicitud
Certificados de II prórroga.	Gestor académico de la CIS.	Información de que el estudiante se le concede segunda prórroga y de haber culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud

Certificados de prórrogas.	Gestor académico de la CIS.	Información de que el estudiante se le concede primera y segunda prórroga y de haber culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación. Se lo remite a UTE.	- Secretario abogado FEIRNNR. - Secretaría CIS.	-Solicitud
Certificado de no adeudar en la carrera	Gestor académico de la CIS.	Este documento certifica que el estudiante no posee deudas por concepto de asignaturas, cursos o sus equivalentes con la CISC.	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaría CIS.	-Solicitud.
Certificados para seguir maestrías	Gestor académico de la CIS.	Información de acuerdo al formato establecido por el solicitante.	- Gestor académico (e) de la CIS.	-Solicitud -Derecho de \$5.
Certificado de exentidad de prácticas pre-profesionales (pasantías).	Gestor académico de la CIS.	Información acerca de la exentidad otorgada a un estudiante para realizar las prácticas pre-profesionales.	- Gestor académico (e) de la CIS. - Secretaría CIS.	-Solicitud NOTA: No se encuentra vigente, caso excepcional.
Certificado de docentes contratados.	Gestor académico de la CIS.	Lista de docentes contratados a tiempo completo por la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.	- Gestor académico (e) de CIS.	-Solicitud
Certificado Laboral	Gestor académico de la CIS.	Información detallada del docente y su cumplimiento de carga horaria.	- Gestor académico (e) de la CIS.	-Solicitud

Tabla A4 2. Correos electrónicos de los funcionarios.

<i>Solicitud dirigida a:</i>	<i>Correo del funcionario actual asignado</i>	<i>Correo oficial</i>
Decano de la FEIRNNR.	susana.solis@unl.edu.ec	decanato.feirnnr@unl.edu.ec
Gestor Académico de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación (CIS).	elisa.orellana@unl.edu.ec	secretaria.cis@unl.edu.ec

Anexo 5. Listado de certificados del MCE

Tabla A5 1. Lista de certificados disponibles en el Módulo de Certificación Electrónica.

CERTIFICADO	DESCRIPCIÓN	FIRMAS	REQUISITOS	DATOS A INGRESAR MEDIANTE EL MCE	DOCUMENTOS A ADJUNTAR	DESCRIPCIÓN DE DOCUMENTOS ADJUNTOS
Certificado de prácticas pre-profesionales.	-El estudiante ha cumplido las prácticas pre-profesionales en las áreas de: mantenimiento, redes y desarrollo de software, por parte del estudiante.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS	-Solicitud con firma electrónica. -Tener 160 h de prácticas en el área de Redes. -Tener 160 h de prácticas en el área de Desarrollo. -Tener 160 h de prácticas en el área de Mantenimiento. -Adjuntar los certificados de pasantías en redes, desarrollo y mantenimiento (Opcional).	- Nombre de la Empresa en la que realizó las prácticas de Mantenimiento -Fecha de inicio de las prácticas. -Fecha de fin de las prácticas. - Nombre de la Empresa en la que realizó las prácticas de Redes -Fecha de inicio de las prácticas. -Fecha de fin de las prácticas. - Nombre de la Empresa en la que realizó las prácticas de SW -Fecha de inicio de las prácticas. -Fecha de fin de las prácticas.	- Certificado de prácticas pre-profesionales en el área de redes (Opcional) - Certificado de prácticas pre-profesionales en el área de desarrollo (Opcional) - Certificado de prácticas pre-profesionales en el área de mantenimiento (Opcional)	- Es requerido para validar que cumplió con las prácticas pre-profesionales en el área de redes. - Es requerido para validar que cumplió con las prácticas pre-profesionales en el área de desarrollo de software. - Es requerido para validar que cumplió con las prácticas pre-profesionales en el área de mantenimiento. - Los certificados correspondientes a las tres áreas de prácticas, reposan en la secretaría de la carrera, por lo tanto, serán revisados manualmente.

<p>Certificado de que no debe aprobar los niveles de Computación.</p>	<p>-El estudiante se exonera de aprobar los niveles I y II de Computación. -Se encuentran contemplados dentro de la malla curricular de la CIS.</p>	<p>-Gestor académico de la CIS. -Secretaría de la CIS.</p>	<p>-Solicitud con firma electrónica. -Estar matriculado en la carrera. -Estar cursando 5to ciclo de la carrera o superiores.</p>	<p>-Ocupa solo los datos generales o comunes</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Ninguno</p>
<p>Certificado de I prórroga.</p>	<p>-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación. -El estudiante agotó el plazo de primera prórroga sin finalizar el TT. -Este certificado es requerido para solicitar segunda prórroga.</p>	<p>-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.</p>	<p>-Solicitud con firma electrónica. -Agotado el plazo de primera prórroga.</p>	<p>-Ingresa la fecha de inicio de estudios -Ingresa la fecha de fin de estudios -Ingresa la fecha de inicio de la primera prórroga -Ingresa la fecha de fin de la primera prórroga</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Ninguno</p>
<p>Certificado de II prórroga.</p>	<p>-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación.</p>	<p>-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.</p>	<p>-Solicitud con firma electrónica. -Cumplimiento y aprobación del 100% del plan de estudios.</p>	<p>-Ingresa la fecha de inicio de estudios -Ingresa la fecha de fin de estudios</p>	<p>- Certificado de primera prórroga.</p>	<p>- Es otorgado por la secretaria de la carrera, y se lo adjunta para validar que solicitó primera prórroga (Obligatorio).</p>

	<p>-El estudiante agotó el plazo de segunda prórroga sin finalizar el TT.</p> <p>-Este certificado es requerido para solicitar certificado de prórrogas.</p>		<p>-Certificado de Primera prórroga.</p> <p>-Agotado el plazo de segunda prórroga.</p>	<p>-Ingresa la fecha de inicio de la segunda prórroga</p> <p>-Ingresa la fecha de fin de la segunda prórroga.</p>		
Certificado de prórrogas.	<p>-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación.</p> <p>-El estudiante agotó el plazo de primera y segunda prórroga sin finalizar el TT.</p> <p>-Este certificado es requerido para solicitar acceso a la Unidad de Titulación Especial.</p>	<p>-Gestor académico de la CIS.</p> <p>-Secretaría CIS.</p>	<p>-Solicitud con firma electrónica.</p> <p>-Certificado de Primera prórroga.</p> <p>-Certificado de segunda prórroga.</p> <p>-Contar con la aptitud legal.</p>	<p>-Ingresa la fecha de inicio de estudios</p> <p>-Ingresa la fecha de fin de estudios</p> <p>-Ingresa la fecha de inicio de la primera prórroga</p> <p>-Ingresa la fecha de fin de la primera prórroga</p> <p>-Ingresa la fecha de inicio de la segunda prórroga</p> <p>-Ingresa la fecha de fin de la segunda prórroga.</p>	<p>- Certificado de primera prórroga</p> <p>- Certificado de segunda prórroga</p>	<p>- Es requerido para validar que solicitó primera prórroga (Obligatorio)</p> <p>- Es requerido para validar que solicitó segunda prórroga (Obligatorio)</p>
Certificado de no adeudar en la carrera	<p>Este documento certifica que el estudiante no posee deudas por concepto de</p>	<p>-Gestor académico de la CIS.</p> <p>-Secretaría CIS.</p>	<p>-Solicitud con firma electrónica.</p> <p>-Certificado de haber cumplido</p>	<p>-No se ingresa ningún dato.</p> <p>-Todos los datos son tomados del MCE.</p>	<p>- Comprobante de pago por concepto de prórroga (Opcional)</p>	<p>- Es requerido en el caso de que aplique si no accedió a prórrogas no es necesario (Cuando amerite). –</p>

	asignaturas, cursos o sus equivalentes con la CISC.		con el 100% de la tesis.		- Comprobante de pago por II y III matrículas (Opcional) - Certificado de haber cumplido con el 100% del Trabajo de Titulación (Opcional)	Es requerido en el caso que haya realizado pagos por II o III matrículas, caso contrario no aplica (Cuando amerite) . - Es requerido en el caso que aplique, caso contrario no es necesario (Cuando amerite) .
Certificados de eventos						
Por participación	Información de haber asistido a eventos que han sido impartidos por la carrera.		-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento.		Ninguno	Ninguno
Por participación y aprobación	Información de haber asistido y realizado los talleres de los eventos que han sido impartidos por la carrera.	-Gestor académico de la CIS.	-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento. -Tener una nota, no menor al 70% de los trabajos en los talleres impartidos	-No se ingresa ningún dato. -Todos los datos son tomados del MCE.	Ninguno	Ninguno

Por participación	Información de haber asistido a eventos que han sido impartidos por la carrera y son avalados por la facultad.		-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento.		Ninguno	Ninguno
Por participación y aprobación	Información de haber asistido y realizado los talleres de los eventos que han sido impartidos por la carrera y son avalados por la facultad.	-Gestor académico de la CIS. - Decano de la FEIRNNR.	-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento. -Tener una nota, no menor al 70% de los trabajos en los talleres impartidos	-No se ingresa ningún dato. -Todos los datos son tomados del MCE.	Ninguno	Ninguno
Existen algunos campos comunes para la mayoría de certificados: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del estudiante • Cédula del estudiante • Fecha de emisión • Número de certificado • Nombre de la secretaria • Nombre del gestor • Nombre del decano 						

Anexo 6. Estándar IEEE 830

ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE

Proyecto: *“Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.”*

DICIEMBRE 2020

Historial de revisiones

Versión	Fecha	Descripción	Autor
1.0	18-Dic-2020	Emisión inicial	Alex John Chamba Macas
1.1	07-Ene-2021	Se agregó al Decano de la facultad como usuario del sistema	Alex John Chamba Macas
1.2	25-Feb-2021	Se agregó funcionalidad para crear eventos académicos.	Alex John Chamba Macas

1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene la Especificación de Requisitos Software (ERS) para el Módulo de Certificación Electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación. Todo su contenido ha sido elaborado en colaboración con los usuarios y responsables del proyecto, permitiendo del desarrollo del Trabajo de Titulación.

Esta especificación se ha estructurado en las directrices dadas por el estándar ANSI/IEEE 830, 1998.

1.1.Propósito

El propósito de este documento es especificar y definir de manera clara y precisa todas las funcionalidades y restricciones del software que permitirán realizar la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.

1.2.Alcance

El software denominado “Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.” Pretende ser un apoyo para los administrativos en la realización de tareas relacionadas con la emisión de certificados. Además, para la realización del alcance se plantea las siguientes funcionalidades:

- Solicitar certificados académicos.
- Generar solicitud
- Firmar solicitud
- Generar certificados electrónicos.
- Revisar solicitud.
- Firmar certificados académicos.
- Enviar recordatorio.
- Notificar estado de solicitud.
- Crear certificado académico.
- Crear evento académico.
- Cancelar solicitud.
- Enviar certificado.

1.3. Personal involucrado

Tabla A6 1. Responsables del desarrollo del proyecto

RESPONSABLE 1	
Nombre	Alex John Chamba Macas
Rol	Analista y Desarrollador de software
Categoría profesional	Estudiante de Ingeniería en Sistemas
Responsabilidades	Análisis, diseño y desarrollo del sistema
Información de contacto	alex.chamba@unl.edu.ec
RESPONSABLE 2	
Nombre	Raquel Jenny Lojano Chavez
Rol	Analista de sistemas
Categoría profesional	Estudiante de Ingeniería en Sistemas
Responsabilidades	Análisis y diseño del sistema
Información de contacto	97emáti.lojano@unl.edu.ec

Tabla A6 2. Director del Trabajo de Titulación

Nombre	Pablo F. Ordoñez Ordoñez
Rol	Tutor
Categoría profesional	Ingeniero en Sistemas
Responsabilidades	Supervisar y asesorar el desarrollo del sistema
Información de contacto	pfordonez@unl.edu.ec

1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

1.4.1. Definiciones

Usuario	Persona que utilizará el sistema para la certificación electrónica.
FirmaEC	Servicio web y aplicativo instalable para firmar electrónicamente documentos en formato pdf.

1.4.2. Acrónimos

ERS	Especificación de Requisitos Software
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
BPM	Gestión de Procesos de Negocio

1.4.3. Abreviaturas

Abreviatura	Significado
RNMCE	Requerimiento no Funcional del Módulo de Certificación Electrónica
RFMCE	Requerimiento Funcional del Módulo de Certificación Electrónica
MCE	Módulo de Certificación Electrónica

1.5. Referencias

Autor	Título del documento	Año
IEEE	IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification. ANSI/IEEE std. 830	1998

1.6.Resumen

Este documento consta de tres secciones. Este apartado, es decir la sección 1 es la Introducción y proporciona una visión general de la ERS. En la sección 2 se da una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles. En la sección 3 se definen detalladamente los requisitos que debe satisfacer el sistema.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

2.1.Perspectiva del producto

El módulo para la certificación electrónica que se va a desarrollar, en esta primera versión, es dependiente, es decir interactúa con otros sistemas informáticos y tiene como objetivo ser un sistema web que apoye en la solicitud y emisión de certificados académicos. Los procesos con los cuales cuenta el sistema son:

- Seleccionar el tipo de certificado académico a solicitar.
- Notificar al estudiante el rechazo o aprobación de solicitud de certificado.
- Notificar a los funcionarios de revisión de solicitudes de certificados.
- Generar solicitud de certificado.
- Firmar la solicitud de certificado.
- Genera el certificado académico solicitado.
- Enviar certificado académico para ser firmado por los funcionarios responsables.
- Enviar el certificado académico firmado al estudiante.

Para la ejecución del módulo es necesario el uso de internet, siendo los navegadores web recomendados Chrome, Mozilla o Microsoft Edge.

2.2.Funcionalidad del producto

El sistema denominado “Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación” permitirá realizar las siguientes funcionalidades:

- Solicitar certificados académicos.
- Generar solicitud de certificado.

- Firmar solicitud.
- Generar certificados académicos solicitados.
- Firmar certificados académicos.
- Cancelar solicitud.
- Emitir certificados académicos firmados.

El Módulo de Certificación Electrónica, pretende ser un apoyo para los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, en el proceso de emisión de certificados académicos.

2.3. Características de los usuarios

A continuación, se realiza la descripción de los usuarios del sistema web.

Tabla A6 3. Características del usuario: Estudiante

Tipo de usuario	Estudiante
Formación	Estudiante perteneciente a la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Seleccionar el tipo de certificado académico a solicitar. ● Solicitar certificado académico. ● Firmar solicitud de certificado electrónicamente. ● Receptar certificado académico firmado.

Tabla A6 4. Característica de usuario: Secretaría

Tipo de usuario	Secretaria de la carrera
Formación	Licenciada
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Receptar solicitudes de certificados. ● Verificar solicitudes de certificados ● Notificar rechazo o aceptación de solicitudes de certificados. ● Generar certificados académicos ● Firmar certificados electrónicamente ● Enviar certificados para ser firmados por otros funcionarios ● Receptar certificados firmados ● Enviar al estudiante certificados firmados

Tabla A6 5. Característica de usuario: Director/Gestor

Tipo de usuario	Gestor académico
Formación	Ingeniería en Sistemas
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Firmar certificados electrónicamente ● Receptar certificados firmados ● Enviar a la secretaria certificados firmados ● Enviar al decano certificados firmados

Tabla A6 6. Característica de usuario: Decano

Tipo de usuario	Decano de la facultad
Formación	Ingeniería
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Firmar certificados electrónicamente ● Receptar certificados firmados ● Enviar a la secretaria de la carrera los certificados firmados

2.4. Restricciones

- Para el desarrollo de la solución informática se utilizará el entorno de desarrollo de aplicaciones BPM denominado Bonita Studio el cual utiliza el lenguaje de programación JAVA y Groovy.
- El sistema será un aplicativo web.
- El sistema podrá ser utilizado en navegadores como: Chrome, Edge y Firefox.
- Para realizar la firma electrónica se utilizará el aplicativo y servicio web de FirmaEC.

2.5. Suposiciones y dependencias

- El sistema se comunica con otros sistemas de software o sistemas externos, por lo que si hay dependencias respecto de otros sistemas.
- Se asume que los requisitos de funcionamiento descritos en este documento son estables.
- Se asume que el usuario posee un navegador web, sea éste Chrome, Edge y Firefox.

- Se asume que el usuario responsable de firmar certificados académicos posee un archivo o token válido.

2.6.Evolución previsible del sistema

- Identificar futuras mejoras en el sistema como por ejemplo agregar más tipos de certificados académicos.

3. REQUISITOS ESPECÍFICOS

En este apartado se presentan los requisitos específicos que deberán ser satisfechos por el sistema. Todos los requisitos aquí expuestos son esenciales, es decir, no sería aceptable un sistema que no satisfaga alguno de los requisitos aquí presentados.

3.1.Requisitos comunes de las interfaces

3.1.1. Interfaces de usuario

La interfaz del sistema contará varios elementos como botones, entradas de texto, lista de opciones, tablas, entre otros, los cuales facilitan la experiencia del usuario al utilizar el sistema web el cual será visualizado desde un navegador de internet. Las interfaces de usuario incluirán:

- Botones
- Mensajes informativos
- Mensajes de error
- Cuadros de diálogo
- Formularios.
- Botón de ayuda

3.1.2. Interfaces de hardware

El entorno hardware de ejecución del aplicativo de escritorio debe contar con todos los dispositivos de entrada y salida de datos como mouse, pantalla, teclado.

3.1.3. Interfaces de software

- Sistema operativo Windows, Linux.
- Navegador web.

3.1.4. Interfaces de comunicación

El sistema web se comunicará con el aplicativo instalable y servicio Web Rest de FirmaEC.

3.2.Requisitos funcionales

En este apartado se detallan los requisitos funcionales que dispondrá el módulo.

3.2.1. Requerimiento funcional 1

Número	
Nombre	Solicitar certificado
Descripción	El sistema permite al estudiante solicitar el certificado académico seleccionado de una lista de certificados disponibles a la secretaria de la carrera.
Prioridad	Baja

3.2.2. Requerimiento funcional 2

Número	
Nombre	Generar solicitud
Descripción	El sistema permite al estudiante generar la solicitud de certificado académico seleccionado.
Prioridad	Baja

3.2.3. Requerimiento funcional 3

Número	
Nombre	Firmar solicitud
Descripción	El sistema permite firmar electrónicamente la solicitud en formato pdf generada previamente.
Prioridad	Baja

3.2.4. Requerimiento funcional 4

Número	
Nombre	Enviar recordatorio
Descripción	El sistema permite enviar un recordatorio cada dos días de tarea pendiente a la Secretaria y al Director/Gestor.
Prioridad	Baja

3.2.5. Requerimiento funcional 5

Número	
Nombre	Revisar solicitud
Descripción	El sistema permite a la secretaria revisar la solicitud y verificar si cumple con ciertos requisitos como el no adeudamiento de ningún tipo con la Universidad en caso de que el certificado solicitado lo requiera.
Prioridad	Media

3.2.6. Requerimiento funcional 6

Número	
Nombre	Notificar estado de solicitud
Descripción	El sistema permite notificar al estudiante y a la secretaria a través de un correo, el estado de la solicitud.
Prioridad	Baja

3.2.7. Requerimiento funcional 7

Número	
Nombre	Generar certificado
Descripción	El sistema permite a la secretaria, elaborar el certificado solicitado haciendo uso de formatos o plantillas previamente establecidos.
Prioridad	Alta

3.2.8. Requerimiento funcional 8

Número	
Nombre	Firmar certificado
Descripción	El sistema permite firmar electrónicamente documentos en formato pdf generados previamente a los funcionarios responsables, los cuales pueden ser la secretaria de la carrera, y/o el gestor académico o el gestor académico y/o el decano de la facultad.
Prioridad	Alta

3.2.9. Requerimiento funcional 9

Número	
Nombre	Enviar certificado
Descripción	El sistema permite a secretaria, enviar el certificado al estudiante solicitante.
Prioridad	Media

3.2.10. Requerimiento funcional 10

Número	
Nombre	Crear certificado académico
Descripción	El sistema permite a la secretaria y Director/Gestor, agregar un nuevo certificado académico.
Prioridad	Baja

3.2.11. Requerimiento funcional 11

Número	
Nombre	Crear evento académico

Descripción	El sistema permite a la secretaria y Director/Gestor, agregar un nuevo certificado de eventos.
Prioridad	Baja

3.2.12. Requerimiento funcional 12

Número	
Nombre	Cancelar solicitud
Descripción	El sistema permite al estudiante cancelar una solicitud cuyo estado sea EN_REVISIÓN .
Prioridad	Baja

3.2.13. Requerimiento funcional 13

Número	
Nombre	Configurar parámetros del MCE
Descripción	El sistema permite al Director/Gestor, modificar ciertos parámetros exclusivos del Módulo de Certificación Electrónica.
Prioridad	Baja

3.3. Requisitos no funcionales

En el presente apartado se detallan los requisitos no funcionales, de los cuales dispondrá el Módulo de Certificación Electrónica.

3.3.1. Requisito no funcional 1

Número	
Nombre	Rendimiento
Descripción	El tiempo de respuesta promedio máximo en las operaciones realizadas será inferior o igual a 5 segundos.
Prioridad	Media

3.3.2. Requisito no funcional 2

Número	
Nombre	Seguridad
Descripción	El sistema solicita autenticación mediante un usuario y contraseña para el ingreso y se dará permiso de acuerdo al rol que desempeñen dentro de la institución.
Prioridad	Alta

3.3.3. Requisito no funcional 3

Número	
Nombre	Usabilidad
Descripción	El módulo debe ofrecer una interfaz de usuario intuitiva, amigable y sencilla para que sea de fácil manejo por parte de los usuarios del sistema y además contar con un manual de usuario.
Prioridad	Baja

3.3.4. Requisito no funcional 4

Número	
Nombre	Disponibilidad
Descripción	El módulo debe estar disponible las 24 horas del día durante los 7 días de la semana.
Prioridad	Alta

3.3.5. Requisito no funcional 5

Número	
Nombre	Mantenibilidad
Descripción	El sistema contará con características parametrizables lo que permitirá futuros mantenimientos.
Prioridad	Media

3.3.6. Requisito no funcional 6

Número	
Nombre	Portabilidad
Descripción	El sistema será implantado para ser accedido desde navegadores web.
Prioridad	Media

3.3.7. Requisito no funcional 7

Número	
Nombre	Nivel de usuario
Descripción	El módulo controlará el acceso mostrando la información de acuerdo al tipo de usuario.
Prioridad	Media

Anexo 7. Historias de Usuario del MCE

Las historias de usuario descritas en este apartado, se encuentran basados en [48] y es una técnica que utiliza la metodología XP.

11.1. Historia de usuario: Solicitar certificado

Tabla A7 1. Historia de usuario 1: Solicitar certificado

Historia de Usuario	
Número: 01	Nombre Historia de Usuario: Solicitar certificado
Referencia: RFMCE-1	
Usuario: Estudiante	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Media	Programador Responsable:
Descripción: <ul style="list-style-type: none">El sistema permite al estudiante solicitar el certificado académico que requiere, mismo que podrá seleccionar a partir de una lista. La pantalla tendrá las siguientes características: <ul style="list-style-type: none">En pantalla se mostrará un “botón” de Crear solicitud de certificado, mostrando una lista de certificados que se pueden emitir electrónicamente, con una breve descripción.<ul style="list-style-type: none">Certificado de prácticas pre-profesionales.Certificado de I prórroga/II Prórroga.Certificado de II prórroga/Prórrogas.Certificado de Prórrogas/ UTE.Certificado de no adeudar a la carrera.Certificado de Eventos (Participación/Aprobación y participación).Certificado de no aprobar los niveles de computación.Otros. Características generales: <ul style="list-style-type: none">Se creará una tarea para generar solicitud de certificado, si el certificado seleccionado requiere solicitud.Se enviará una notificación mediante correo electrónico a la secretaria de solicitud de certificado pendiente, una vez se haya seleccionado un certificado que no requiera solicitud. Observaciones: <ul style="list-style-type: none">Para solicitar un certificado el estudiante debe haber iniciado sesión con sus credenciales asignadas por la Carrera.	

11.2. Historia de usuario: Generar solicitud

Tabla A7 2. Historia de usuario 2: Generar solicitud

Historia de Usuario	
Número: 02	Nombre Historia de Usuario: Generar solicitud
Referencia: RFMCE-13	
Usuario: Estudiante	Iteración Asignada: 1

Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Media	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema permite al estudiante generar la solicitud correspondiente al certificado académico que requiere. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> En pantalla se mostrará un “<i>botón</i>” de Generar solicitud. Se presentará un formulario de acuerdo al certificado requerido, el cual debe ser llenado por el estudiante (Existen solicitudes que no presentan un formulario). Al presionar el botón “Generar solicitud”, se generará la solicitud automáticamente con ciertos datos del estudiante solicitante (Cédula, nombres y apellidos) y datos solicitados en el formulario de acuerdo al certificado requerido. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> Para generar la solicitud, el estudiante debe haber solicitado previamente, un certificado de la lista disponible. La solicitud que se envía a la secretaría de la carrera, por defecto se llenará con los datos del estudiante solicitante. Se utilizará la plantilla preestablecida en formato .docx, correspondiente al certificado requerido almacenada en Alfresco, que se convertirá posteriormente en formato .pdf. Existen certificados que no requieren generar una solicitud. 	
Observaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> Se puede volver a generar solicitud. En caso de indisponibilidad de Alfresco, no se podrá generar la solicitud y se presentará un mensaje en pantalla, indicando que se podrá generar la solicitud nuevamente cuando Alfresco esté disponible. 	

11.3. Historia de usuario: Firmar solicitud

Tabla A7 3. Historia de usuario 3: Firmar solicitud

Historia de Usuario	
Número: 03	Nombre Historia de Usuario: Firmar solicitud
Referencia: RFMCE-21	
Usuario: Estudiante	Iteración Asignada: 3
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Media	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema permite firmar la solicitud en formato .pdf, con firma electrónica. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> Se mostrará un link para acceder a la vista previa de la solicitud a firmar. Se mostrará dos opciones para firmar la solicitud: <ul style="list-style-type: none"> OPCIÓN 1: Mediante firma electrónica. <ul style="list-style-type: none"> Se mostrará un “<i>botón</i>” Firmar solicitud, que permita firmar la solicitud al estudiante. Se mostrará un “<i>botón</i>” Enviar solicitud firmada el cual permite lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Enviar la solicitud para la revisión. 	

- Si el certificado a solicitar requiere documentos adjuntos adicionales, los mismos deberán ser cargados posteriormente.
- **OPCIÓN 2: Se firmará la solicitud externamente con cualquier tipo de firma.**
 - Se mostrará un link para descargar la solicitud en formato .pdf.
 - Se podrá firmar la solicitud externamente.
 - Se permitirá volver a cargar la solicitud firmada en el formulario
 - Se mostrará un “*botón*” Enviar solicitud firmada el cual permite lo siguiente:
 - Enviar la solicitud para la revisión.
 - Si el certificado a solicitar requiere documentos adjuntos adicionales, los mismos deberán ser cargados posteriormente.

Características generales:

- En caso de que el estudiante opte por la OPCIÓN 1 de firma, deberá poseer un archivo o token válido y emitido por cualquiera de las entidades certificadoras debidamente legalizadas en el Ecuador, la aplicación que utilizará el sistema para firmar será FirmaEC.

Observaciones:

11.4. Historia de usuario: Enviar recordatorio

Tabla A7 4. Historia de usuario 4: Enviar recordatorio

Historia de Usuario	
Número: 04	Nombre Historia de Usuario: Enviar recordatorio
Referencia: RFMCE-34	
Usuario: Secretaria y Gestor/Director	Iteración Asignada: 4
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Baja	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema envía recordatorio a la secretaria mediante correo electrónico, con un mensaje en el que se indique que tiene una solicitud de certificado académico pendiente de revisar. • El sistema envía recordatorio al Gestor/Director mediante correo electrónico, con un mensaje en el que se indique que tiene un certificado académico pendiente de firmar. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> • Es una tarea realizada por el sistema sin intervención humana. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> • Los recordatorios serán enviados a los funcionarios a partir del segundo día de que la tarea no ha sido atendida. 	
Observaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> • El lapso de tiempo de envío de los recordatorios podrá ser modificado. 	

11.5. Historia de usuario: Revisar solicitud

Tabla A7 5. Historia de usuario 5: Revisar solicitud

Historia de Usuario	
Número: 05	Nombre Historia de Usuario: Revisar solicitud.
Referencia: RFMCE-11	
Usuario: Secretaria	Iteración Asignada: 2

Prioridad: Media	
Riesgo en Desarrollo: Baja	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema permite a la secretaria revisar la solicitud enviada por el estudiante para verificar si cumple con los requisitos de acuerdo al tipo de certificado solicitado. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> Se mostrará un link para acceder a la vista previa de la solicitud, si el certificado requerido no necesita solicitud no se presentará ningún link. Se presentará un listado de archivos adjuntos (prerrequisitos) que debe cumplir el certificado solicitado en caso de que este lo requiera. Se mostrará el detalle (Nombres y cédula del estudiante, nombre del certificado). Se podrá aprobar o rechazar la solicitud. Si la solicitud es rechazada, se debe llenar de forma obligatoria el cuadro de comentarios con el motivo. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> La solicitud y los archivos adjuntos pueden ser visualizados sin necesidad de ser descargados. 	
Observaciones:	

11.6. Historia de usuario: Notificar estado de solicitud

Tabla A7 6. Historia de usuario 6: Notificar estado de solicitud

Historia de Usuario	
Número: 06	Nombre Historia de Usuario: Notificar estado de solicitud
Referencia: RFMCE-2	
Usuario: Secretaría	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Baja	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema notificará a la secretaria mediante correo electrónico de una solicitud pendiente de revisar. El sistema notificará al estudiante mediante correo electrónico que la solicitud ha sido enviada al revisor asignado El sistema notificará al estudiante mediante correo electrónico, el estado de la solicitud en el momento que la secretaria acepta o rechaza la solicitud. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> Si la solicitud es rechazada se enviará automáticamente un correo electrónico al solicitante, indicando el motivo del rechazo. Si la solicitud es aceptada se enviará automáticamente un correo electrónico al solicitante, indicando que su solicitud está siendo procesada. 	
Observaciones:	

11.7. Historia de usuario: Generar certificado

Tabla A7 7. Historia de usuario 7: Generar certificado

Historia de Usuario	
Número: 07	Nombre Historia de Usuario: Generar certificado
Referencia: RFMCE-12	
Usuario: Secretaría	Iteración Asignada: 2
Prioridad: Alta	
Riesgo en Desarrollo: Medio	Programador Responsable:
<p>Descripción: El sistema permite a la secretaria generar el certificado solicitado, haciendo uso de formatos o plantillas previamente establecidos.</p> <p>La pantalla tendrá las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presentará un formulario para ingresar ciertos datos, de acuerdo al certificado requerido, estos pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> • Certificado de prácticas pre-profesionales. • Certificado de I prórroga/II Prórroga. • Certificado de II prórroga/Prórrogas. • Certificado de Prórrogas/ UTE. • Certificado de no adeudar a la carrera. • Certificado de Eventos (Participación/Aprobación y participación). • Certificado de no aprobar los niveles de computación. • Otros • El certificado se llenará automáticamente con ciertos datos del estudiante solicitante (Cédula, nombres y apellidos). • Luego de generar el certificado se procede a visualizar, con el fin de que el usuario pueda revisar si la información ingresada es correcta. <p>Características generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se utilizará la plantilla preestablecida en formato .docx, almacenada en Alfresco, con el formato correspondiente al certificado requerido, la cual posteriormente será convertida a formato .pdf. • No se requerirá formulario para algunos certificados. <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede volver a generar el certificado. • En caso de indisponibilidad de Alfresco, no se podrá generar el certificado y se presentará un mensaje en pantalla, indicando que se podrá generar el certificado nuevamente cuando Alfresco esté disponible. 	

11.8. Historia de usuario: Firmar certificado

Tabla A7 8. Historia de usuario 8: Firmar certificado

Historia de Usuario	
Número: 08	Nombre Historia de Usuario: Firmar certificado
Referencia: RFMCE-20	
Usuario: Gestor/Director, Secretaría y Decano	Iteración Asignada: 3
Prioridad: Alta	
Riesgo en Desarrollo: Alto	Programador Responsable:
Descripción:	

- El sistema permite firmar el certificado académico en formato .pdf, con firma electrónica por los funcionarios responsables.

La pantalla tendrá las siguientes características:

- Se mostrará un **link para acceder a la vista previa del certificado a firmar.**
- Se mostrará un “*botón*” Firmar certificado, que permita firmar al funcionario responsable el certificado correspondiente.
- Se mostrará un “*botón*” Enviar certificado firmado al funcionario correspondiente.

Características generales:

- La aplicación que utilizará el sistema para firmar será FirmaEC.
- El funcionario responsable de firmar el certificado deberá poseer un archivo o token válido y emitido por cualquiera de las entidades certificadoras debidamente legalizadas en el Ecuador.

Observaciones:

11.9. Historia de usuario: Enviar certificado

Tabla A7 9. Historia de usuario 9: Enviar certificado

Historia de Usuario	
Número: 09	Nombre Historia de Usuario: Enviar certificado
Referencia: RFMCE-14	
Usuario: Secretaría	Iteración Asignada: 2
Prioridad: Media	
Riesgo en Desarrollo: Medio	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema permite enviar el certificado firmado, al correo institucional del estudiante. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se mostrará un “<i>botón</i>” que permite enviar el certificado. • Al presionar el botón “Enviar certificado”. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizará colores sencillos para el diseño. • Se podrá visualizar el certificado firmado. • Se permitirá enviar nuevamente el certificado, en caso de fallo de la conexión. 	
Observaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> • Si el certificado es enviado con éxito, se procederá a guardar una copia del archivo en Alfresco. 	

11.10. Historia de usuario: Crear certificado académico

Tabla A7 10. Historia de usuario 10: Crear certificado académico

Historia de Usuario	
Número: 10	Nombre Historia de Usuario: Crear certificado académico
Referencia: RFMCE-3	
Usuario: Secretaria y Gestor	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Bajo	Programador Responsable:

Descripción:

- El sistema permite crear certificados académicos.

La pantalla tendrá las siguientes características:

- Se mostrará un “botón” Crear certificado académico, que permite crear un nuevo certificado académico.
- Se presenta un formulario, en el cual se debe ingresar el nombre del certificado, descripción y se debe especificar si el certificado requiere solicitud e indicar si está habilitado o inhabilitado, adicional se debe seleccionar el o los responsables de firmar el certificado.
- Se podrá seleccionar entre dos opciones responsables de firmar el nuevo certificado:
 - Secretaria de la carrera y Gestor/Director de la carrera.
 - Gestor/Director de la carrera.

Características generales:

- Se utilizará colores sencillos para el diseño.

Observaciones:

- Si el certificado es creado con estado habilitado será visible para los estudiantes.
- Si el certificado es creado con estado inhabilitado no será visible para los estudiantes.

11.11. Historia de usuario: Crear evento académico

Tabla A7 11. Historia de usuario 11: Crear evento académico

Historia de Usuario	
Número: 11	Nombre Historia de Usuario: Crear evento académico
Referencia: RFMCE-33	
Usuario: Secretaria y Gestor/Director	Iteración Asignada: 4
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Bajo	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema permite crear un evento académico. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se mostrará un “botón” Crear evento académico, que permite crear un nuevo evento académico. • Se presenta un formulario con los siguientes campos a llenar: Nombre del evento, fecha de inicio y finalización del evento, duración del evento en horas, temática, lugar del evento y tipo de certificado de evento (Participación, Participación y Aprobación). 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizará colores sencillos para el diseño. 	
Observaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> • El evento académico puede ser habilitado o deshabilitado. 	

11.12. Historia de usuario: Cancelar solicitud

Tabla A7 12. Historia de usuario 12: Cancelar solicitud

Historia de Usuario	
Número: 12	Nombre Historia de Usuario: Cancelar solicitud
Referencia: RFMCE-35	
Usuario: Estudiante	Iteración Asignada: 4

Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Bajo	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema permite cancelar ciertas solicitudes de certificados académicos. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> Se mostrará una lista con el historial de solicitudes realizadas, con su respectivo estado. Al seleccionar la solicitud cuyo estado es “<i>EN_REVISIÓN</i>”, se activará el “<i>botón</i>” de Cancelar solicitud seleccionada. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> Se utilizará colores sencillos para el diseño. 	
Observaciones:	

11.13. Historia de usuario: Actualizar parámetros

Tabla A7 13. Historia de usuario 13: Actualizar parámetros

Historia de Usuario	
Número: 13	Nombre Historia de Usuario: Actualizar parámetros
Referencia: RFMCE-36	
Usuario: Director/Gestor	Iteración Asignada: 4
Prioridad: Baja	
Riesgo en Desarrollo: Bajo	Programador Responsable:
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema permite configurar ciertos parámetros que contienen datos sensibles, los parámetros son: <ul style="list-style-type: none"> Usuario SMTP de Gmail. Contraseña del usuario SMTP de Gmail. Nombre del usuario administrador de Alfresco. Contraseña del usuario administrador de Alfresco. 	
La pantalla tendrá las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> Se mostrará el formulario que permite modificar los parámetros mencionados. Se mostrará un botón que permite probar los parámetros “<i>Probar parámetros</i>”. Se mostrará un botón que permite cancelar el proceso “<i>Cancelar configuración</i>”. Se mostrará el botón Reintentar en caso de que los parámetros modificados hayan sido incorrectos. Se mostrará el botón Guardar configuración, el cual permite guardar los parámetros modificados. 	
Características generales:	
<ul style="list-style-type: none"> El sistema enviará un correo electrónico de prueba. En caso de probar los parámetros el sistema guardará un documento de prueba en Alfresco. 	
Observaciones:	

Anexo 8. Desarrollo de la Metodología XP

Con la ayuda de la herramienta Trello se planificaron las tareas, para el desarrollo del objetivo, empleando las cuatro fases de la Metodología XP, para lo cual se realizaron cuatro iteraciones, organizadas de la siguiente manera:

1. Iteración 1

1.1. Planificación

Se establecieron el conjunto de tareas, para el desarrollo de la primera iteración:

Tabla A8 1. Tareas de la primera iteración

CLAVE	TAREA	RESPONSABLE	PRIORIDAD
RFMCE-4	Elaboración de tablas de certificados académicos emitidos por la CIS	Raquel Jenny Lojano Chavez	Media
RFMCE-5	Generar documentos PDF a partir de documentos .docx en Bonita	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-6	Configuración de notificaciones por correo electrónico en Bonita	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-7	Generar la plantilla en formato .docx de cada uno de los certificados	Raquel Jenny Lojano Chavez	Media
RFMCE-8	Definir variables de negocio en Bonita	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-9	Creación de servicio web para generar nuevos certificados académicos	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-10	Integración de Bonita con Postgresql 12 en el entorno de producción	Alex John Chamba Macas	Media

1.2. Diseño

En la primera iteración se elaboró un diagrama BPMN inicial, con las primeras tareas identificadas:

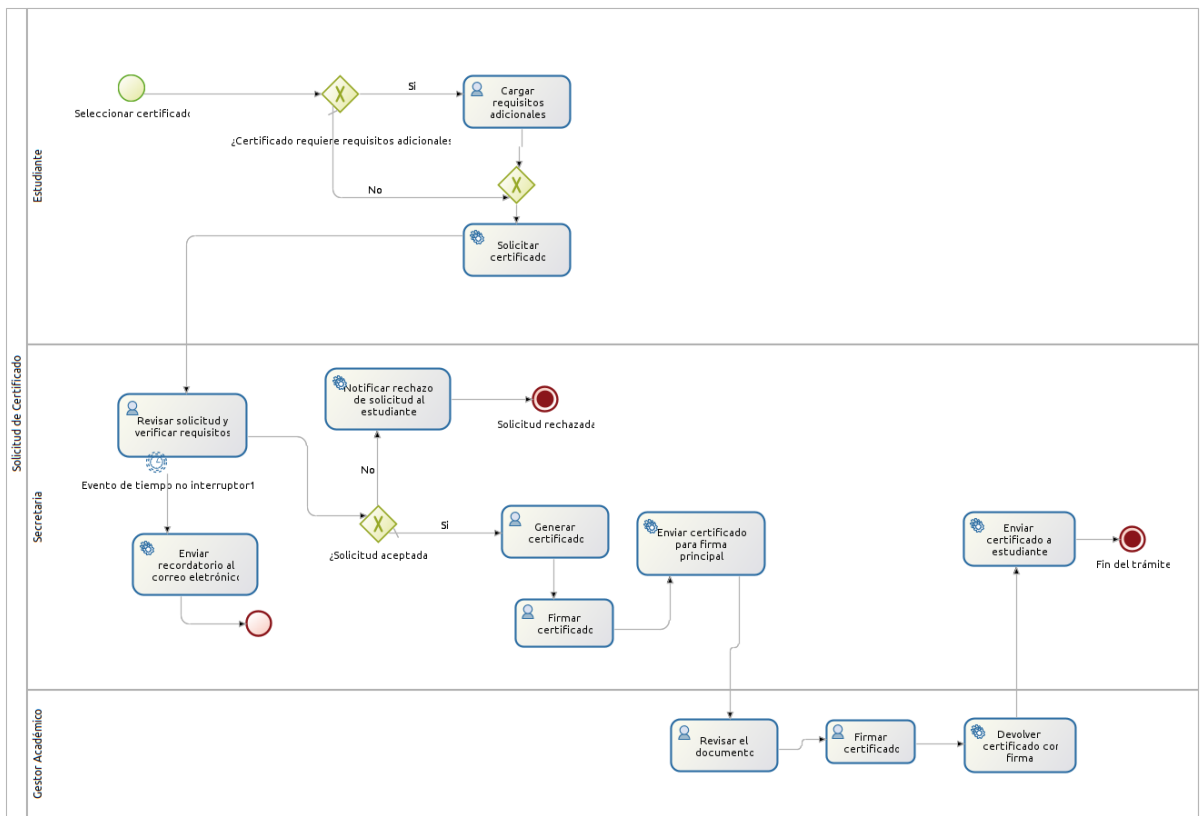


Figura A8 1. Primer diagrama BPMN.

Además, se realizó una primera interpretación del BDM a construir:

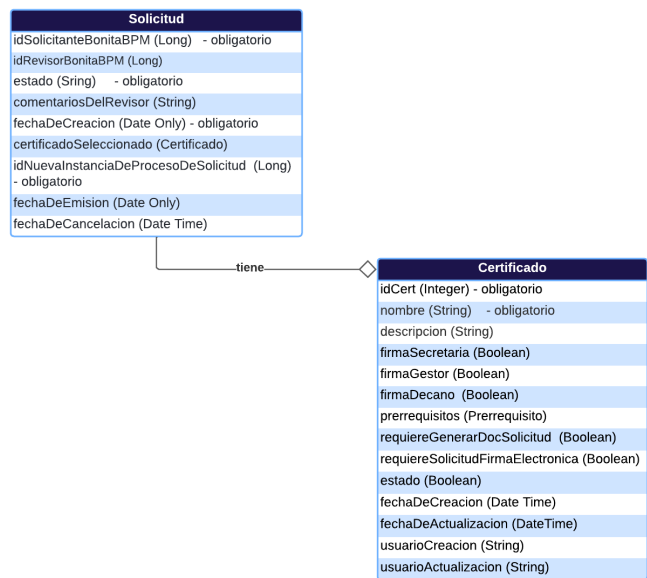


Figura A8 2. Primer diagrama BDM.

1.3.Codificación

Para la obtención de la información del estudiante solicitante en la ejecución del proceso, se lo realizó mediante código Groovy.

```
/**
 * Obtiene la cédula del estudiante solicitante
 *
 * @param identityAPI
 * @param idSolicitanteBonitaBPM
 * @return String, Cédula del estudiante
 */
static String getCedulaStudent(IdentityAPI identityAPI, Long
idSolicitanteBonitaBPM) {
    if (!idSolicitanteBonitaBPM) {
        throw new Exception("Se debe enviar el idSolicitanteBonitaBPM del
estudiante solicitante")
    }

    String cedulaEstudiante = ""
    try{
        cedulaEstudiante =
identityAPI.getCustomUserInfo(idSolicitanteBonitaBPM, 0, 1)
                .find { MCEConstants.IDENTIFICATION_DOCUMENT_TYPE ==
it.getDefinition().getName() }
                ?.getValue();
    }catch(UserNotFoundException e){
        logger.severe("Usuario no encontrado en la organización: " +
e.getMessage())
    }
    return cedulaEstudiante.trim()
}
}
```

Figura A8 3. Código-Obtener cédula

```
/**
 * Obtiene el correo del contacto profesional del estudiante solicitante
 * (iniciador de la instancia del proceso).
 *
 * @param processAPI
 * @param identityAPI
 * @param processInstanciaId
 * @return correoDelEstudiante
 */
static String obtenerCorreoEstudianteSolicitante(ProcessAPI processAPI,
IdentityAPI identityAPI, Long processInstanciaId) {
    try{
        Long userId =
processAPI.getProcessInstance(processInstanciaId).getStartedBy()
    }
}
```

```

        String emailOfTheProcessInitiator =
identityAPI.getUserContactData(userId, false).getEmail()
        return emailOfTheProcessInitiator.trim()
    } catch (UserNotFoundException e){
        logger.severe("Usuario no encontrado en la organización: " +
e.getMessage())
    }
}

```

Figura A8 4. Código-Obtener correo del solicitante

1.4.Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias a los métodos elaborados en la fase de codificación, en JavaScript, con el propósito de verificar que su funcionamiento sea correcto y cumpla con los requerimientos.

Funciones JavaScript de la página del MCE.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Formulario solicitar certificado académico", ()
=> {
    test("Payload contiene lo esperado", () => {
        var result = getPayload("Generado").contratoEstadoPDF;
        expect(result).toBe("Generado");
        result = getPayload("Regenerar").contratoEstadoPDF;
        expect(result).toBe("Regenerar");
    });
});

```

Figura A8 5. Código-Formulario de solicitud

Funciones JavaScript de los formularios.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Formulario revisión de la solicitud", () => {
    test("Etiqueta de comentario es correcta", () => {
        var res = getChangeTagComentarios("Rechazada");
        expect(res).toBe("Comentario");
        res = getChangeTagComentarios("Aprobada");
        expect(res).toBe("Comentario (opcional)");
    });

    test("Texto presentado en botón es correcto", () => {
        var res = getChangeButtonLabel("Aprobada");
        expect(res).toBe("Aprobar");
        res = getChangeButtonLabel("Rechazada");
        expect(res).toBe("Rechazar");
    });

    test("Payload a enviar es correcto", () => {
        var res = getRevisionSolicitudPayload("Aprobada", "abc");
        var aux = {

```

```

    contratoEstado: "aprobada",
    contratoComentario: "abc",
  };
  expect(res.contratoEstado).toBe(aux.contratoEstado);
  expect(res.contratoComentario).toBe(aux.contratoComentario);
});
});

```

Figura A8 6. Código-Revisar solicitud

2. Iteración 2

2.1. Planificación

Para el desarrollo de la segunda iteración, Se establecieron las siguientes tareas:

Tabla A8 2. Tareas de la segunda iteración

CLAVE	TAREA	RESPONSABLE	PRIORIDAD
RFMCE-15	Realizar pruebas unitarias a la extensión de API REST de Bonita, mediante el marco de pruebas unitarias SPOCK 1.3.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-16	Se actualiza el nombre del cargo del gestor a Gestor/Director en todas las plantillas .docx	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-17	Abir puertos en instancia de VM (Virtual Machine) alojada en la infraestructura de Google Cloud.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-18	Actualizar plantillas en formato .docx de cada uno de los certificados	Raquel Jenny Lojano Chavez	Media
RFMCE-19	Se agrega botones de ayuda con manuales de usuario.	Alex John Chamba Macas	Baja

2.2. Diseño

En el desarrollo de la segunda iteración, se agregó el actor Decano al diagrama BPMN, debido a que, en algunos de los certificados es requerida su firma, siendo este el certificado de eventos que realiza la carrera:

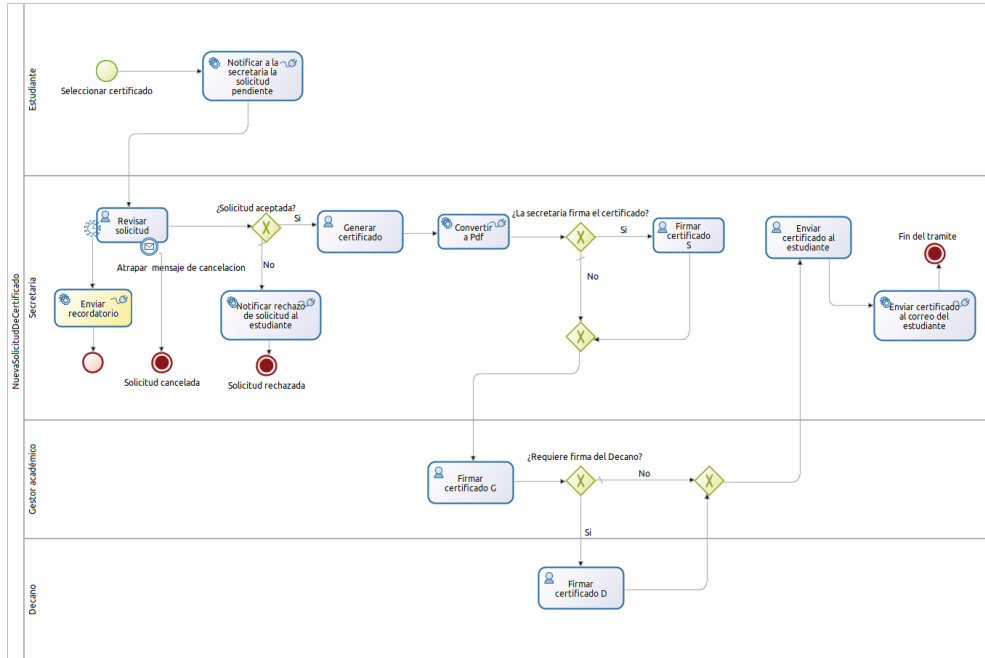


Figura A8 7. Diagrama BPMN-Decano.

Además, se agregaron los diferentes certificados al diagrama de clases de BDM como es el caso de certificado de prórroga, prácticas y evento, obteniendo lo siguiente:

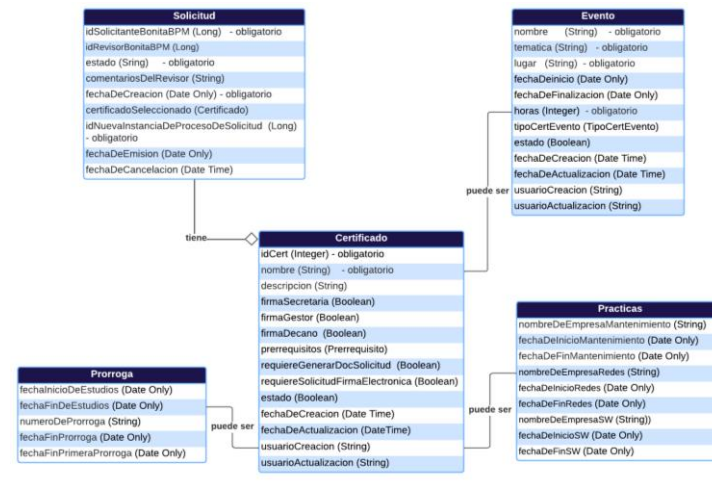


Figura A8 8. Segundo diagrama BDM.

2.3.Codificación

En la segunda iteración se realizó la tarea de revisar solicitud, para lo cual se obtiene el correo del revisor de solicitud, en este caso de la secretaria.

```
/**
 * Obtener el correo profesional del revisor (el cual debe estar en el
 * grupo "secretaria" el cual debe tener un usuario único),
 * del estudiante solicitante para enviarle las notificaciones y
 * recordatorios
 *
 * @param identityAPI
 * @return correoDelRevisor
 */
static String obtenerCorreoDelRevisor(IdentityAPI identityAPI) {
    try{
        long groupSecretaryId =
identityAPI.getGroupByPath("/unl/facultad/cis/secretaria").id
        SearchOptionsBuilder builder = new SearchOptionsBuilder(0, 1)
        builder.filter(UserSearchDescriptor.GROUP_ID, groupSecretaryId)
        long secretaryId =
identityAPI.searchUsers(builder.done())result.get(0).id
        String secretaryProfessionalEmail =
identityAPI.getUserContactData(secretaryId, false).getEmail()
        return secretaryProfessionalEmail.trim()
    } catch(GroupNotFoundException e){
        logger.severe("Grupo no encontrado en la organización: " +
e.getMessage())
    }
}
```

Figura A8 9. Código-Obtener correo del revisor

```
/**
 * Obtiene los nombres completos del funcionario del grupo enviado como
 * parámetro.
 *
 * @param groupName
 * @param identityAPI
 * @return Nombres completos del funcionario
 */
static String getFullName(String groupName, IdentityAPI identityAPI) {
    if (!groupName) {
        throw new Exception("Se debe enviar el nombre del grupo del
funcionario")
    }

    String fullName = ""
    try {
        def builderGoup = new SearchOptionsBuilder(0, 1)
        builderGoup.filter(GroupSearchDescriptor.NAME, groupName)
        Long groupId =
identityAPI.searchGroups(builderGoup.done()).getResult().get(0).getId()
```

```

    def builderUser = new SearchOptionsBuilder(0, 1);
    builderUser.filter(UserSearchDescriptor.GROUP_ID, groupId);
    User user =
identityAPI.searchUsers(builderUser.done()).getResult().get(0)
    fullName = user.firstName + " " + user.lastName
  } catch (SearchException e) {
    logger.severe("Ha ocurrido una excepción durante la búsqueda del
usuario en la organización: " + e.getMessage())
  }

  return fullName.trim()
}

```

Figura A8 10. Código-Guarda nombre del funcionario

2.4.Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias a los métodos empleados en esta iteración:

Funciones JavaScript del MCE de los certificados.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Fechas de formulario generar certificado", () =>
{
  test("Fecha de inicio es menor a fecha Fin", () => {
    expect(fechasValid("2021-10-18", "2021-10-19")).toBeTruthy();
    expect(fechasValid("Aug 9, 1995", "Aug 10, 1995")).toBeTruthy();
    expect(fechasValid("1995/01/01", "1996/02/17")).toBeTruthy();
    expect(fechasValid("2018/01/30 23:30:14", "2018/01/30 23:30:15")
).toBeTruthy();
    expect(fechasValid("2021-05-29T02:40:56.328Z", "2021-05-29T02:40:56.330Z")
).toBeTruthy();
    expect(fechasValid("Fri Aug 23 2018 00:23:31 GMT+0100",
    "Fri Aug 24 2018 00:23:31 GMT+0100"
)).toBeTruthy();
  });
  test("Fecha de inicio es mayor o igual a fecha Fin", () => {
    expect(fechasValid("2021-10-19", "2021-10-18")).toBeFalsy();
    expect(fechasValid("lunes, 27 de diciembre de 2050",
    "lunes, 27 de diciembre de 2050"
)).toBeFalsy();
    expect(fechasValid("1996/02/17", "1995-01-01")).toBeFalsy();
    expect(fechasValid("2018/01/30 23:30:14", "2018/01/30 23:30:12")
).toBeFalsy();
    expect(fechasValid("2021-05-29T02:40:56.300Z", "2021-05-29T02:40:56.300Z")
).toBeFalsy();
    expect(fechasValid("Fri Aug 25 2018 00:23:31 GMT+0100",

```

```

    "Fri Aug 24 2018 00:23:31 GMT+0100"
  ).toBeFalsy();
});
});

```

Figura A8 11. Código-Test de Fechas del certificado

3. Iteración 3

3.1. Planificación

Para el desarrollo de la tercera iteración, Se establecieron las siguientes tareas:

Tabla A8 3. Tareas de la tercera iteración

CLAVE	TAREA	RESPONSABLE	PRIORIDAD
RFMCE-22	Modificar y ejecutar los servicios web y aplicación instalable de FirmaEC	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-23	Recuperar archivo .pdf firmado externamente y almacenarlo en el entorno Bonita	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-24	Convertir el archivo .jar de FirmaEC para páginas web en una aplicación instalable para Windows y Linux	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-25	Integrar el módulo de firma digital con el Módulo de Certificación Electrónica	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-26	Corregir el error al momento de cargar el token JWT en el botón que inicia FirmaEC	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-27	Sincronizar el tiempo de eliminación de documentos que no ha sido firmados de la base de datos, con el tiempo de expiración del token de firma	Alex John Chamba Macas	Media

	digital a un mes e incrementar el tiempo de descarga de los CRLs de las Cas a 7 días.		
RFMCE-28	Compilar servicios web REST de FirmaEC v2.10 con Open JDK 8	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-29	Generar documentación a partir del código de los módulos de FirmaEC	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-30	Crear widget para comprobar y visualizar si el documento fue firmado y devuelto por el servicio web de firma digital.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-31	Agregar estampado del tipo QR, en la firma de documentos.	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-32	Agregar formulario para volver a obtener el token de firma digital en caso de fallo	Alex John Chamba Macas	Media

3.2.Diseño

En el transcurso de la tercera iteración se agregaron algunas tareas como *insertar datos en plantilla docx*, además de *obtener tokens de firmas*, útil, para obtener el certificado firmados por los administrativos correspondientes, siendo esta la actividad principal del módulo y la más delicada, el diagrama BPMN obtenido se lo puede visualizar a continuación:

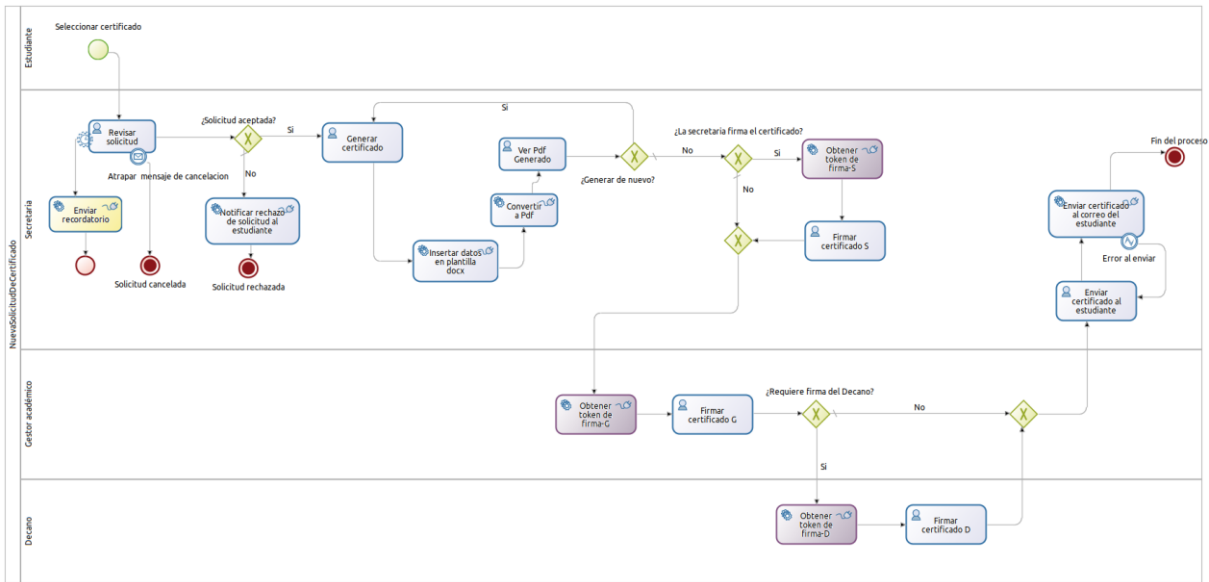


Figura A8 12. Diagrama BPMN-Firma.

En cuanto al diagrama de clases de la BDM, se agregó la clase de *otros certificados*, necesaria para crear certificados que no se encuentren generados en la base de datos, obteniendo lo siguiente:

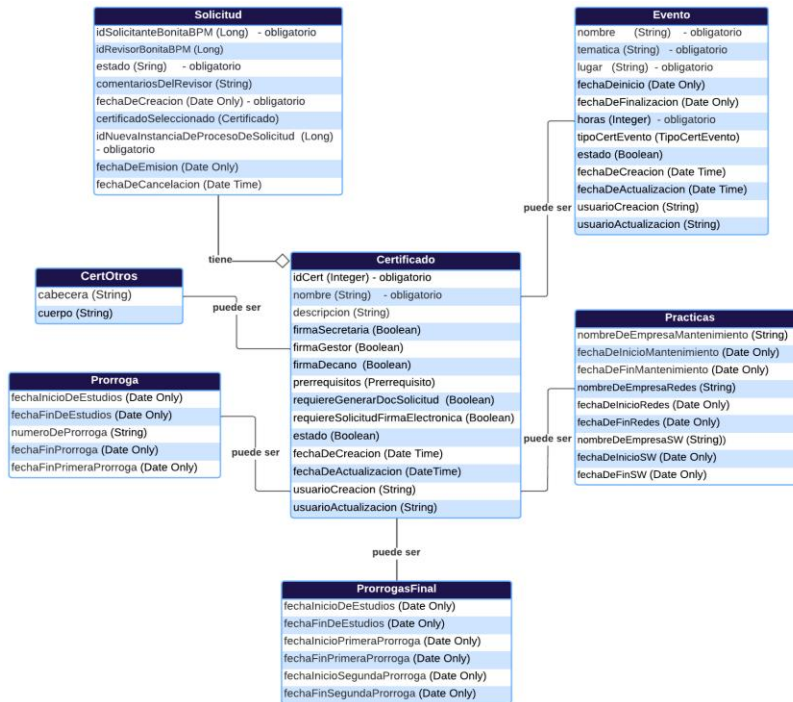


Figura A8 13. Tercer diagrama BDM.

3.3.Codificación

En esta iteración, se realizó la codificación relacionada con la firma electrónica del certificado, vinculando FirmaEC con la plataforma de Bonita.

```
/**
 * Permite generar el payload a enviar al servicio web de firma
 *
 * @param groupName indica a que grupo pertenece el usuario que requiere
 el payload
 * @param pdfGenerado
 * @param pdfFirmado
 * @param processAPI
 * @param identityAPI
 * @param idSolicitanteBonitaBPM
 * @param processDefinitionId
 * @return String en formato json
 */
static String buildPayload(String groupName, Document pdfGenerado,
Document pdfFirmado, ProcessAPI processAPI, IdentityAPI identityAPI,
    Long idSolicitanteBonitaBPM, Long processDefinitionId) {
    def jsonBuilder = new JsonBuilder()
    String futurePDFName = ""
    String pdfEncoded = ""
    String cedula = ""

    if (groupName.equals(CertificateFields.STUDENT_GROUP_NAME)) {
        futurePDFName =
getFutureFilenamePDF(pdfGenerado.getContentFileName());
        pdfEncoded = generarBase64(processAPI, pdfGenerado)
        cedula = getCedulaEstudiante(identityAPI, idSolicitanteBonitaBPM)
    }

    if (groupName.equals(CertificateFields.SECRETARY_GROUP_NAME)) {
        futurePDFName =
getFutureFilenamePDF(pdfGenerado.getContentFileName());
        pdfEncoded = generarBase64(processAPI, pdfGenerado)
        cedula = obtenerCedula(processAPI, identityAPI,
processDefinitionId, MCEConstants.TASK_NAME_SIGN_CERTIFICATE_SECRETARY)
    }

    if (groupName.equals(CertificateFields.COORDINATION_GROUP_NAME)) {
        if (pdfFirmado == null) {
            futurePDFName =
getFutureFilenamePDF(pdfGenerado.getContentFileName());
            pdfEncoded = generarBase64(processAPI, pdfGenerado)
        } else {
            futurePDFName =
getFutureFilenamePDF(pdfFirmado.getContentFileName());
            pdfEncoded = generarBase64(processAPI, pdfFirmado)
        }
    }
}
```

```

        cedula = obtenerCedula(processAPI, identityAPI,
processDefinitionId, MCEConstants.TASK_NAME_SIGN_CERTIFICATE_GESTOR)
    }

    jsonBuilder(cedula: "${cedula}", 127emático: MCEConstants.SYSTEM_NAME,
documentos: [[nombre: "${futurePDFName}", 127emática: "${pdfEncoded}"]])
    return jsonBuilder.toString()
}

```

Figura A8 14. Código-Genera los datos para el servicio Web de Firma

```

/**
 * Permite actualizar el pdf firmado
 *
 * @param groupName
 * @param contratoReobtenerToken
 * @param contratoFirmaElectronicamente
 * @param contratoUrlPdfFirmado
 * @param pdfGenerado
 * @param pdfFirmado
 * @param contratoPdfSolFirmadaEx
 * @return DocumentValue
 */
static DocumentValue updatePDFSigned(String groupName, Boolean
contratoReobtenerToken, Boolean contratoFirmaElectronicamente, String
contratoUrlPdfFirmado,
    Document pdfGenerado, Document pdfFirmado, FileInputValue
contratoPdfSolFirmadaEx) {
    String futurePDFName = ""

    if (groupName.equals(CertificateFields.STUDENT_GROUP_NAME)) {
        if (contratoReobtenerToken == Boolean.FALSE &&
contratoFirmaElectronicamente == Boolean.TRUE) {
            byte[] contentMyPDF = contratoUrlPdfFirmado.toURL().getBytes()
            futurePDFName =
Payload.getFutureFilenamePDF(pdfGenerado.getContentFileName())
            return new DocumentValue(contentMyPDF,
MCEConstants.MYME_TYPE_PDF, futurePDFName)
        } else if (contratoReobtenerToken == Boolean.FALSE &&
contratoFirmaElectronicamente == Boolean.FALSE) {
            return new DocumentValue(contratoPdfSolFirmadaEx.content,
contratoPdfSolFirmadaEx.contentType, contratoPdfSolFirmadaEx.fileName)
        } else if (contratoReobtenerToken == Boolean.TRUE &&
contratoFirmaElectronicamente == Boolean.TRUE) {
            return null
        }
    }

    if (groupName.equals(CertificateFields.SECRETARY_GROUP_NAME)) {
        if (contratoReobtenerToken == false) {
            byte[] contentMyPDF = contratoUrlPdfFirmado.toURL().getBytes()
            futurePDFName =
Payload.getFutureFilenamePDF(pdfGenerado.getContentFileName())

```



```

    });
    res = tempQuienFirma(certificadoSelected);
    expect(res).toBe(LIST_FUNCTIONARY_SIGNING[0]);
  });

  test("Contiene la url correcta", () => {
    var crearOEditarCertificadoProceso = [{ id: "123" }];
    var res =
urlCrearOEditarCertificadoProceso(crearOEditarCertificadoProceso);
    var esperado = "../API/bpm/process/" +
    crearOEditarCertificadoProceso[0].id +
    "/instantiation";
    expect(res).toBe(esperado);
  });

  test("Formulario certificado error", () => {
    var certificado = {
      nombre: "alfa",
      129emática129ón: "beta",
      idCert: 5,
      firmaSecretaria: false,
      firmaGestor: true,
      firmaDecano: false,
    };
    var res = formErrorCrearOEditarCertificadoIncompleto(false,
certificado
    );
    expect(res).toBeFalsy();
  });

  test("Formulario certificado edit error", () => {
    var certificado = {
      nombre: "alfa",
      129emática129ón: "beta",
      firmaSecretaria: false,
      firmaGestor: true,
      firmaDecano: false,
      auxQuienFirma: true
    };
    var res = formErrorCrearOEditarCertificadoIncompleto(true,
certificado
    );
    expect(res).toBeFalsy();
  });

  test("Payload contiene lo esperado 1 ", () => {
    var contratoCertificadoNuevo = {
      idCert: 5,
      nombre: "alfa",
      129emática129ón: "beta",
      firmaSecretaria: true,
      firmaGestor: true,
      firmaDecano: false,
    };

```

```

    });
    var auxQuienFirma = "Firman la Secretaria y el Gestor";
    var objetoCertificado = [0, 0, 0, 0];
    var res = getCertificadoPayload(
        contratoCertificadoNuevo,
        auxQuienFirma,
        objetoCertificado
    );
    expect(res.contratoCertificadoNuevo).toEqual(contratoCertificadoNuevo);
    expect(res.contratoCertificadoEdit.idCert).toBeNull();
});

test("Payload contiene lo esperado 2", () => {
    var certificadoEdit = {
        idCert: 5,
        nombre: "alfa",
        130emática130ón: "beta",
        firmaSecretaria: null,
        firmaGestor: null,
        firmaDecano: null,
    };
    var certificadoSelected = {
        idCert: 5,
        nombre: "alfa",
        130emática130ón: "beta",
        firmaSecretaria: true,
        firmaGestor: true,
        firmaDecano: false,
    };
    var res = getCertificadoEditPayload(
        certificadoEdit,
        certificadoSelected
    );

    expect(res.contratoCertificadoEdit).toEqual(certificadoSelected);
    expect(res.contratoCertificadoNuevo.idCert).toBeNull();
});
});

```

Figura A8 16. Código-Test firmar certificados

Función JavaScript del formulario firmar certificado.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Formulario firmar certificado académico", () =>
{
    test("Payload a enviar contiene lo esperado", () => {
        var res = getFirmarPayload("/opt/directory");
        expect(res.contratoUrlPdfFirmadoV1).toBe("/opt/directory");
    });

    test("Se recibe la ruta esperada", () => {
        var ruta = "/opt/wildfly-static/";
        var res = rutaExternaDelDocFirmado("ejemplo.pdf");
    });
}

```

```

    expect(res).toBe(ruta + "ejemplo-signed.pdf");
  });

  test("Se recibe la url esperada que inicia la aplicación FirmaEC", () => {
    const url = "https://pruebasmce.info";
    var tokenAEnviar = { value: "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" };
    var parametroEsProduccion = { value: "false" };
    var tipoCertSeleccionado = "archivo";
    var res = urlParaIniciarFirmaEC(tokenAEnviar, parametroEsProduccion,
    tipoCertSeleccionado
    );

    const urlEsperada = "firmaec://mce/firmar?token=" + tokenAEnviar.value +
    "&tipo_certificado=2&url=" +
    url + "/api" + "&pre=true";
    expect(res).toBe(urlEsperada);
  });

  test("Se recibe la url correcta del documento", () => {
    var url = "https://pruebasmce.info";
    var res = urlExternaDelDocFirmado("ejemplo.pdf");
    expect(res).toBe(url + "/static/" + "ejemplo-signed.pdf");
  });

  test("Se recibe la url correcta del pdf a verificar", () => {
    var url = "https://pruebasmce.info";
    var parametroEsProduccion = { value: "false" };
    var rutaExternaDelDocFirmado = "/opt/wildfly-static/certificado-
    signed.pdf";
    var res = urlDirPDFVerificar(parametroEsProduccion,
    rutaExternaDelDocFirmado
    );
    const urlEsperada =
    url + "/131emática131/rest?dirpdf=" + rutaExternaDelDocFirmado;
    expect(res).toBe(urlEsperada);
  });
});

```

Figura A8 17. Código-Test firmar certificado

4. Iteración 4

4.1. Planificación

Para el desarrollo de la cuarta iteración, se establecieron las siguientes tareas:

Tabla A8 4. Tareas de la cuarta iteración

CLAVE	TAREA	RESPONSABLE	PRIORIDAD
RFMCE-37	Agregar pruebas unitarias a las funciones Javascript de formularios web creados	Alex John Chamba Macas	Baja

	utilizando el marco de pruebas Jest 26.6.3.		
RFMCE-38	Elaborar manual de instalación de procesos, BDM y recursos en Bonita Portal.	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-39	Permitir a la secretaria ingresar datos para generar el certificado de prácticas y prórrogas	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-40	Agregar opción de crear y editar eventos académicos por parte de la secretaria en Bonita	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-41	Crear formulario para visualizar los documentos generados, en formato pdf.	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-42	Crear un fragmento para presentar los datos básicos del estudiante solicitante, en todos los formularios asociados a una tarea.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-43	Modificar el código fuente del conector “Insertar datos en plantillas”, para poder procesar etiquetas HTML.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-44	Permitir el reenvío de correos electrónicos al estudiante solicitante, en caso de fallo.	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-45	Controlar el ingreso de fechas, las fechas de inicio no deben ser posteriores a las fechas de finalización.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-46	Agregar notificación mediante correo electrónico al estudiante en caso de que su solicitud de certificado sea aprobada	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-47	Agregar recordatorio mediante correo electrónico al director de la carrera en caso de que tenga documentos sin firmar por más de dos días.	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-48	Se realiza pruebas de navegador.	Raquel Jenny Lojano Chavez	Baja

RFMCE-49	Agregar la variable para insertar automáticamente el número de certificado en la cabecera de todas las plantillas de los certificados académicos.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-50	Crear un script con Groovy para almacenar los certificados firmados justo antes de enviarlos al estudiante solicitante en Alfresco Community.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-51	Copiar a la secretaria (secretaria.cis@unl.edu.ec) cuando se envíe el certificado firmado por correo al estudiante.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-52	La secretaria, el gestor y el estudiante deben poder visualizar el certificado firmado en cada caso mientras dicho caso está abierto o cuando ya ha sido archivado.	Alex John Chamba Macas	Media
RFMCE-53	Insertar nombre de la carrera en todas las plantillas docx.	Alex John Chamba Macas	Baja
RFMCE-54	Permitir al estudiante enviar una solicitud de certificado firmada, en caso de que el certificado seleccionado requiera solicitud.	Alex John Chamba Macas	Alta
RFMCE-55	Crear y agrupar los certificados de eventos académicos por su tipo y por el o los funcionarios que firman.	Alex John Chamba Macas	Media

4.2.Diseño

En el desarrollo de la cuarta iteración se añadieron y completaron tareas como: *recordatorio* al director/gestor, además de controlar el error que se puede producir al *obtener el token de firma*, obteniendo el siguiente diagrama BPMN:

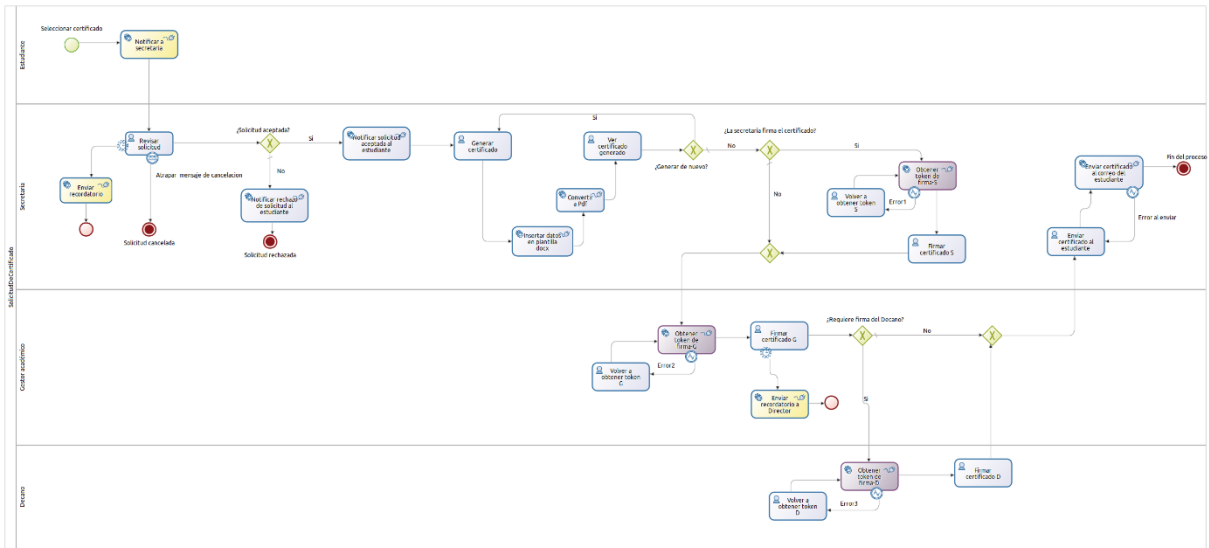


Figura A8 18. Diagrama BPMN-Notificación.

De la misma forma se agregó, el sub proceso de **cancelar solicitud** por parte del estudiante:

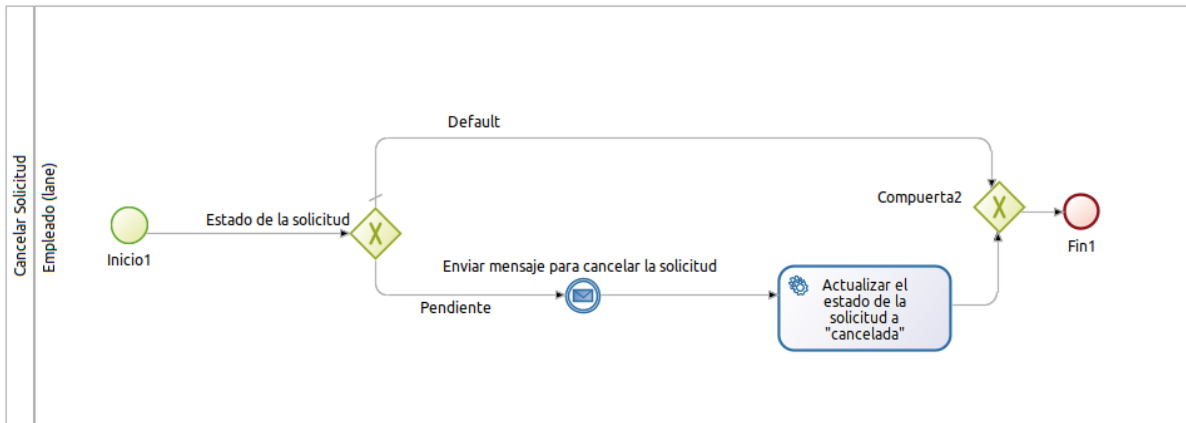


Figura A8 19. Diagrama BPMN-Cancelar Solicitud

El diagrama de clases para la BDM se agregó los prerrequisitos debido a que cada certificado requiere de algunos documentos adicionales para ser emitido, adicional se agregó el tipo de certificado de evento ya que existe el de aprobación y de aprobación y participación, quedando finalmente de la siguiente manera:

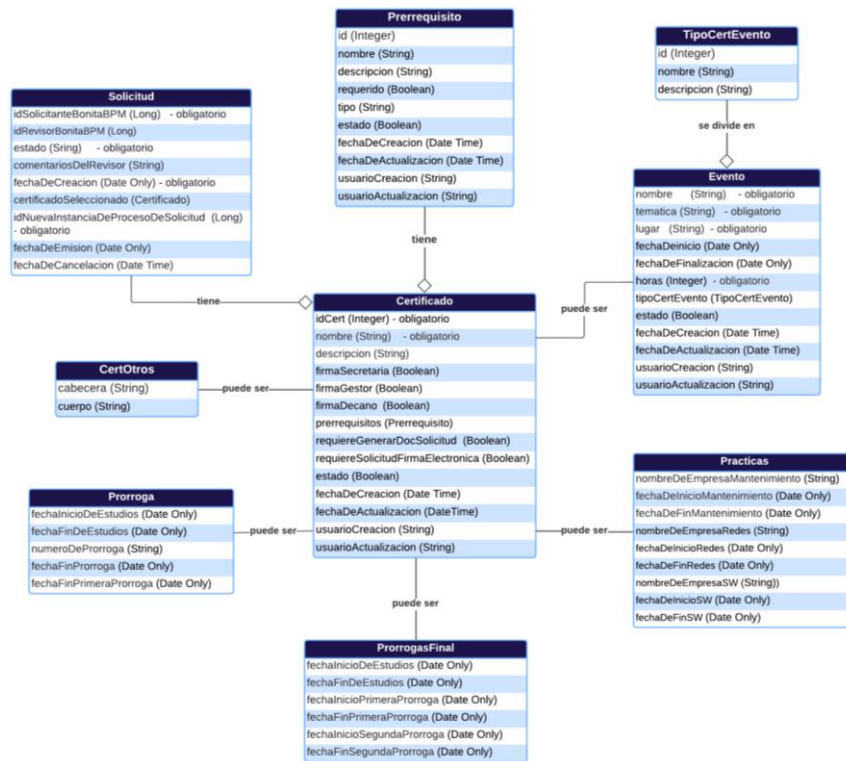


Figura A8 20. Cuarto diagrama BDM.

4.3.Codificación

En la cuarta iteración se realizó la tarea de obtener los nombres completos del estudiante, acceder a la plantilla de solicitud y certificado además de otras varias tareas.

```
/**
 * Permite obtener la ruta de la plantilla de un documento almacenado en
 Alfresco (solicitud o certificado)
 * Ejemplo: '/MyCompany/subfolder/document.docx'

 * @param isRequest
 * @param esProduccion
 * @param certificadoSeleccionado
 * @return
 */
static String getDocumentTemplatePathAlfresco(Boolean isRequest, Boolean
esProduccion, ObjetoCertificado certificadoSeleccionado) {
    String urlDocumentTemplateAlfresco = ""

    if (esProduccion) {
```



```

        urlDocumentTemplateAlfresco =
RequestFields.ALFRESCO_REQUEST_TEMPLATES_FOLDER
    } else {
        urlDocumentTemplateAlfresco =
RequestFields.ALFRESCO_REQUEST_TEMPLATES_FOLDER_PRE
    }

    Integer idSelectedCertificate =
Documento.getCertificateId(certificadoSeleccionado)
    if (isRequest) {
        if (idSelectedCertificate == CertificateFields.CERTIFICATE_ID_1) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_1
        } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_2 || idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_3) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_2
        } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_4) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_4
        } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_7) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_7
        } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_8) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_8
        } else if (idSelectedCertificate >
CertificateFields.TOTAL_INITIAL_CERTIFICATES) {
            urlDocumentTemplateAlfresco = urlDocumentTemplateAlfresco <<
RequestFields.REQUEST_TEMPLATE_9
        }
    } else {
        if (idSelectedCertificate == CertificateFields.CERTIFICATE_ID_1) {
            urlDocumentTemplateAlfresco =
CertificateFields.CERTIFICATE_TEMPLATE_1
        } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_2) {
            urlDocumentTemplateAlfresco =
CertificateFields.CERTIFICATE_TEMPLATE_2

```

```

    } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_3) {
        urlDocumentTemplateAlfresco =
CertificateFields.CERTIFICATE_TEMPLATE_2
    } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_4) {
        urlDocumentTemplateAlfresco =
CertificateFields.CERTIFICATE_TEMPLATE_4
    } else if (idSelectedCertificate ==
CertificateFields.CERTIFICATE_ID_5) {
        urlDocumentTemplateAlfresco =
CertificateFields.CERTIFICATE_TEMPLATE_5
    }
    // ...
}

return urlDocumentTemplateAlfresco
}

```

Figura A8 21. Código-Obtener plantillas de solicitud y certificados

4.4.Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias a los métodos empleados en esta iteración (prerrequisitos. Eventos).

Funciones JavaScript de la página del MCE.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Página MCE - prerrequisitos", () => {
  test("Formulario prerrequisitos 137emáti error", () => {
    var contratolleno = {
      id: 22,
      nombre: "alfa",
      valor: "beta",
      137emática137ón: "gamma",
      contieneInfoSensible: true,
    };
    var contratoIncompleto = {
      id: null,
      nombre: "",
      valor: "",
      137emática137ón: "gamma",
      contieneInfoSensible: true,
    };
    var res = formErrorParametroCrearOEditarIncompleto(false, contratoLleno);
  });
});

```

```

    expect(res).toBeFalsy();
    res = formErrorParametroCrearOEditarIncompleto(false, contratoIncompleto);
    expect(res).toBeTruthy();
  });

  test("Formulario prerequisites edit error", () => {
    var contratoLleno = {
      id: 4,
      nombre: "alfa",
      valor: "beta",
      138emática138ón: "gamma",
      contieneInfoSensible: false,
      persistenceId: 123,
    };
    var contratoIncompleto = {
      id: null,
      nombre: "",
      valor: "",
      138emática138ón: "gamma",
      contieneInfoSensible: false,
      persistenceId: null,
    };
    var res = formErrorParametroCrearOEditarIncompleto(true, contratoLleno);
    expect(res).toBeFalsy();
    res = formErrorParametroCrearOEditarIncompleto(true, contratoIncompleto);
    expect(res).toBeTruthy();
  });

  test("Payload a enviar contiene lo esperado", () => {
    var contratoParam = {
      id: 4,
      nombre: "alfa",
      valor: "beta",
      138emática138ón: "gamma",
      contieneInfoSensible: false,
      persistenceId: 123,
    };
    var res = getCreateOrEditParamPayload(contratoParam);
    expect(res.contratoParametro).toEqual(contratoParam);
  });
});

```

Figura A8 22. Código-Test formulario de prerequisites

Funciones JavaScript de los formularios, certificado de eventos.

```

Describe(" Pruebas unitarias: Página MCE - eventos", () => {
  test("Se recibe la url esperada ", () => {
    var crearOEditarEventoProceso = [{ id: "1234" }];
    var res = urlCrearOEditarEventoProceso(crearOEditarEventoProceso);
    var esperado =
      "../API/bpm/process/" +
      crearOEditarEventoProceso[0].id +
      "/instantiation";
    expect(res).toBe(esperado);
  });
  test("Formulario evento error", () => {
    var contratoLleno = {
      nombre: "alfa",
      139emática: "beta",
      lugar: "gamma",
      horas: 23,
      fechaDeInicio: "2021-12-01",
      fechaDeFinalizacion: "2021-12-03",
    };
    var contratoIncompleto = {
      nombre: "",
      139emática: "beta",
      lugar: "gamma",
      horas: 23,
      fechaDeInicio: null,
      fechaDeFinalizacion: "2021-12-03",
    };
    var res = formErrorEventoCrearOEditarIncompleto(false, contratoLleno);
    expect(res).toBeFalsy();
    res = formErrorEventoCrearOEditarIncompleto(false, contratoIncompleto);
    expect(res).toBeTruthy();
  });

  // ...

});

```

Figura A8 23. Código -Test certificado de eventos

Reporte de las pruebas realizadas.

All files formularios
100% Statements 47/47 **90.9%** Branches 28/22 **100%** Functions 18/18 **100%** Lines 47/47

Press *n* or *j* to go to the next uncovered block, *b*, *p* or *k* for the previous block.
 Filter:

File	Statements	Branches	Functions	Lines
firmarCertificado.js	100%	36/36	85.71%	12/14
generarCertificado.js	100%	4/4	100%	4/4
revisiónDeSolicitud.js	100%	5/5	100%	4/4
verPdfGenerado.js	100%	2/2	100%	0/0

Figura A8 24. Reporte de pruebas (Formularios)

All files pagina-mce
100% Statements 66/66 **92.3%** Branches 66/65 **100%** Functions 11/11 **100%** Lines 66/66

Press *n* or *j* to go to the next uncovered block, *b*, *p* or *k* for the previous block.
 Filter:

File	Statements	Branches	Functions	Lines
certificados.js	100%	39/39	88.23%	30/34
eventos.js	100%	11/11	94.73%	18/19
prerrequisitos.js	100%	10/10	100%	12/12

Figura A8 25. Reporte de pruebas (Página del módulo)

All files
100% Statements 187/187 **91.95%** Branches 88/87 **100%** Functions 21/21 **100%** Lines 187/187

Press *n* or *j* to go to the next uncovered block, *b*, *p* or *k* for the previous block.
 Filter:

File	Statements	Branches	Functions	Lines
formularios	100%	47/47	90.9%	20/22
pagina-mce	100%	60/60	92.3%	60/65

Figura A8 26. Reporte final de pruebas (Módulo de Certificación Electrónica)

Anexo 9. Desarrollo de los objetivos

9.1.Objetivo 1: *Establecer los procesos para la emisión y solicitud de certificados académicos utilizando la notación BPMN (Business Process Model and Notation)*

Con el fin de dar cumplimiento al primer objetivo planteado y obtener las principales actividades involucradas en el proceso de solicitud y emisión de certificados de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación, se realizó las respectivas entrevistas a los principales responsables de dicho proceso como son: la secretaria y al gestor académico de la carrera (Ver sección **Anexo 2: Entrevistas**), identificando las tareas que se realizan en cada actividad del proceso. Adicional, mediante solicitud dirigida al director/gestor (Ver sección **Anexo 3: Solicitud de Certificados a la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación**), se obtuvo un listado de los certificados que son emitidos en la carrera (Ver sección **Anexo 4: Listado de certificados obtenidos**).

Debido a que en el módulo está dirigido específicamente a la Carrera, se procedió a listar los certificados que se emitirían a través del MCE, obteniendo un total de ocho certificados (Ver sección **Anexo 5: Listado de certificados del MCE**).

El trabajo conjunto, con el personal administrativo de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación y la aplicación de BPM, permitió obtener el primer modelo de proceso. (Ver **Figura A9 1**)

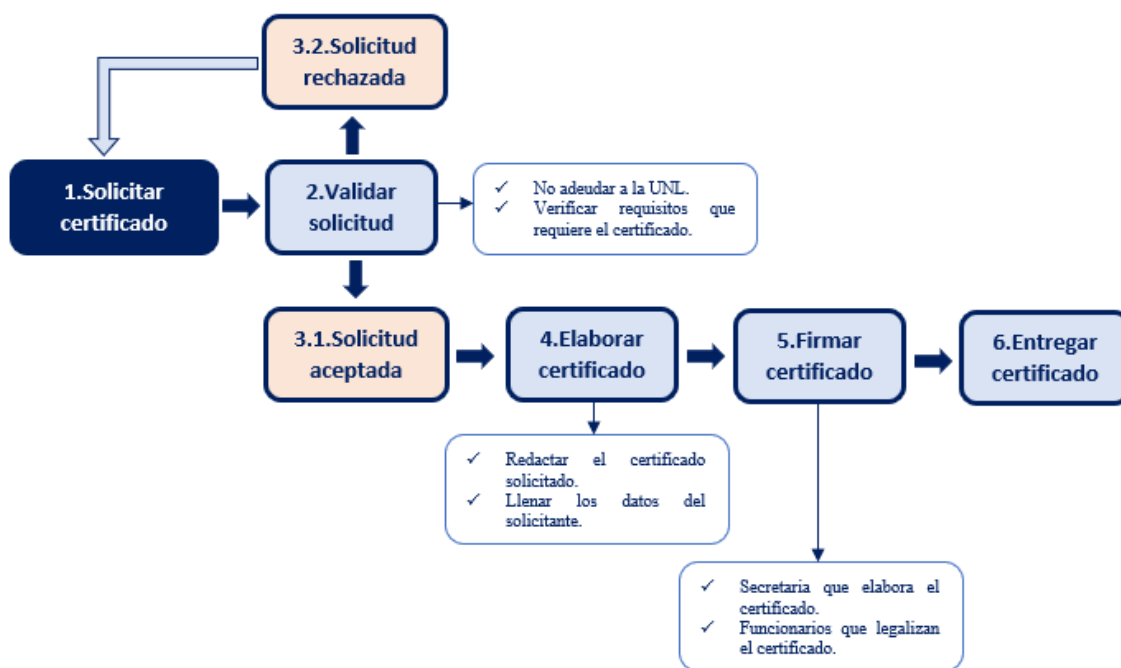


Figura A9 1. Estructura del proceso de Emisión de certificados [Fuente: propia]

Posteriormente, se realizó el modelado y definición del proceso utilizando las tres principales fases de la metodología BPM: RAD.

Aplicación de la metodología

Se llevó a cabo el desarrollo de la metodología BPM: RAD para obtener los resultados requeridos en cada una de las fases.

1. Modelización lógica

Denominado también como “modelo lógico de procesos”, en esta fase se buscó identificar el “¿qué se hace?” y “¿por qué?”, de tal manera, que se pudo detallar todos los procesos del negocio de forma explícita para todos los actores del proceso, cabe resaltar, que no existe una guía o normativa documentada para el proceso de petición, recepción y entrega de certificados dentro de la carrera, siendo el principal problema encontrado.

Se inició identificando las actividades generales que se realizan, con la colaboración y la experiencia del personal de la CIS a cargo del proceso, las principales actividades encontradas fueron (Ver **Tabla A9 1**):

Tabla A9 1. Lista de actividades en el proceso de emisión de certificados

ID	Actividades del proceso
AC01	Solicitar certificados.
AC02	Validar solicitudes.
AC03	Rechazar o aceptar solicitud.
AC04	Elaborar certificados.
AC05	Firmar certificados.
AC06	Entregar/Enviar certificado al estudiante.

Con esta información, se logró elaborar un primer diagrama simple de la estructura del proceso, donde se representa una visión general de cómo se realiza la emisión de certificados, sin tener claro aún los roles y actividades específicas que intervienen en el proceso (Ver **Figura A9 2**).

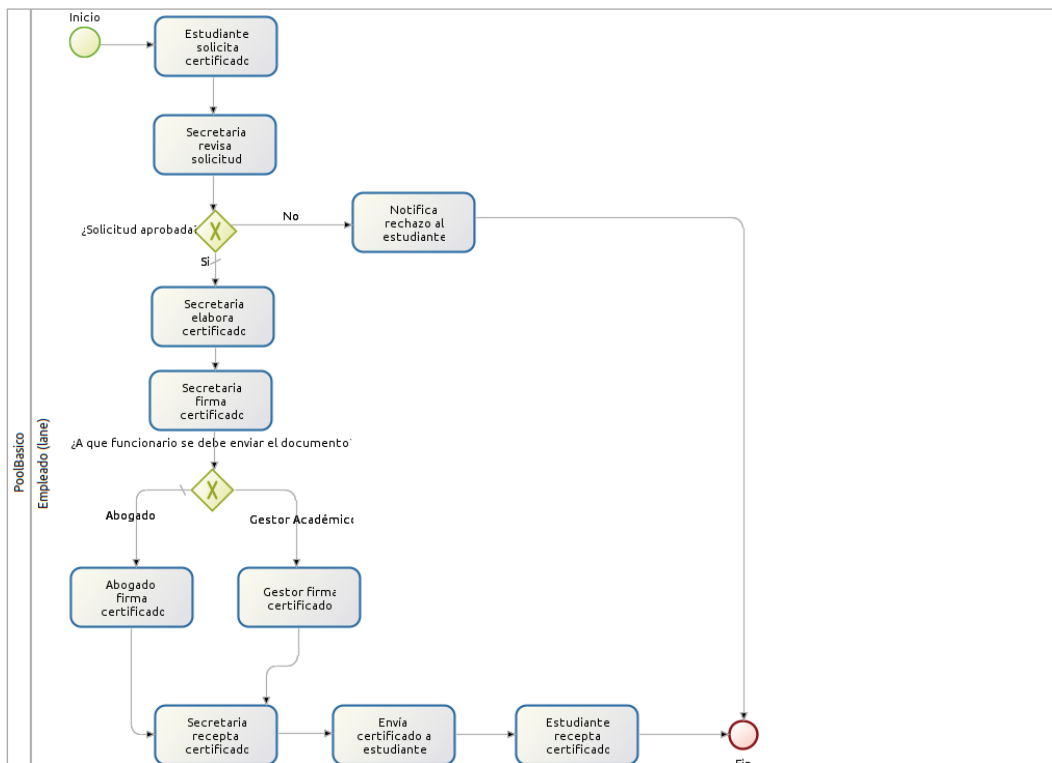


Figura A9 2. Primer modelo simple del proceso de negocio [Fuente: propia]

Gran parte de la información que se genera en la ejecución del proceso de negocio se la almacenará en la propia base de datos del software BPM denominado Bonita.

Por ello, se hizo necesario considerar el modelo lógico de la base de datos (modelo entidad relación) donde se almacenará dicha información (Ver **Figura A9 3**), donde se muestra dicho

modelo conceptual el cual sería una primera imagen de cómo estaría estructurada la base de datos que dará soporte al módulo de solicitud y emisión de certificados académicos:

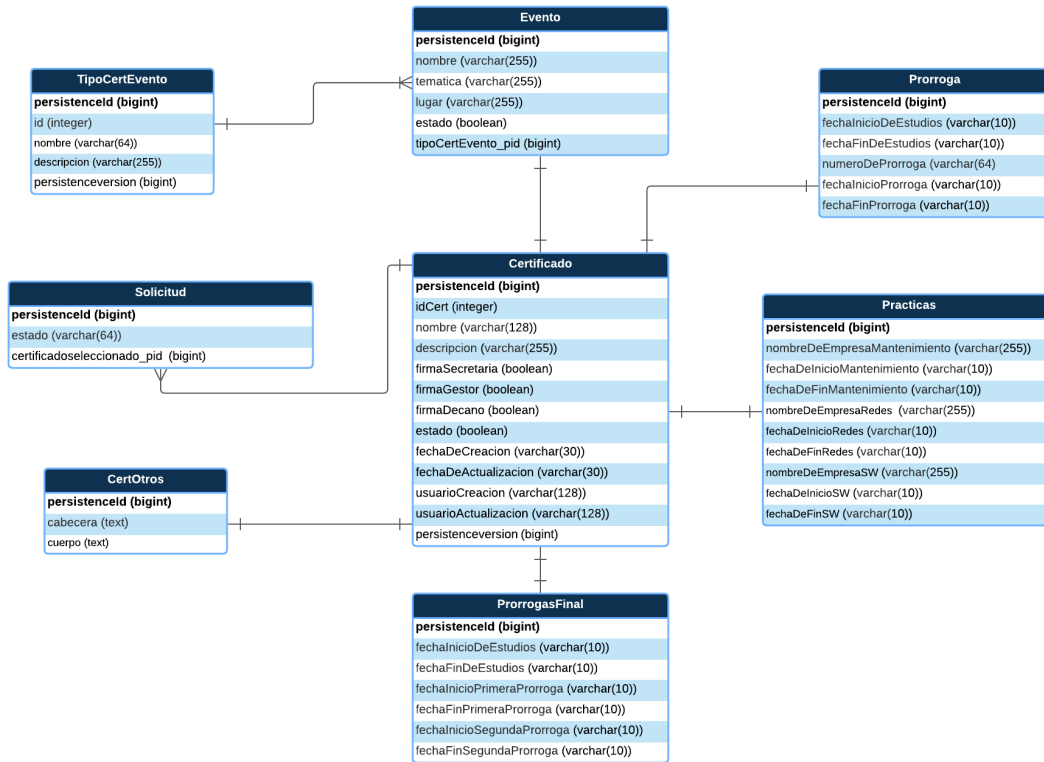


Figura A9 3. Modelo entidad relación básico [Fuente: propia]

2. Diseño preliminar

También, denominado “modelo de funcionamiento de procesos”, en esta fase se pasó del modelado lógico al modelado físico, además de obtener los primeros servicios funcionales, con la finalidad de visualizar cuáles son los servicios que cumplirán con los requerimientos de los procesos del negocio. También se identificó qué actividades y tareas son automáticas y manuales.

Se presenta el diseño derivado (Ver **Figura A9 4**), como resultado en esta fase y se establece que el modelo de procesos de negocio, se automatizará en el software Bonita y la información generada en él, se la almacenará en su propia base de datos.

Los distintos usuarios de la CIS interactúan con el proceso de negocio a través de Bonita, realizando las tareas y actividades correspondientes al área y a su rol.

2.1. Diseño derivado

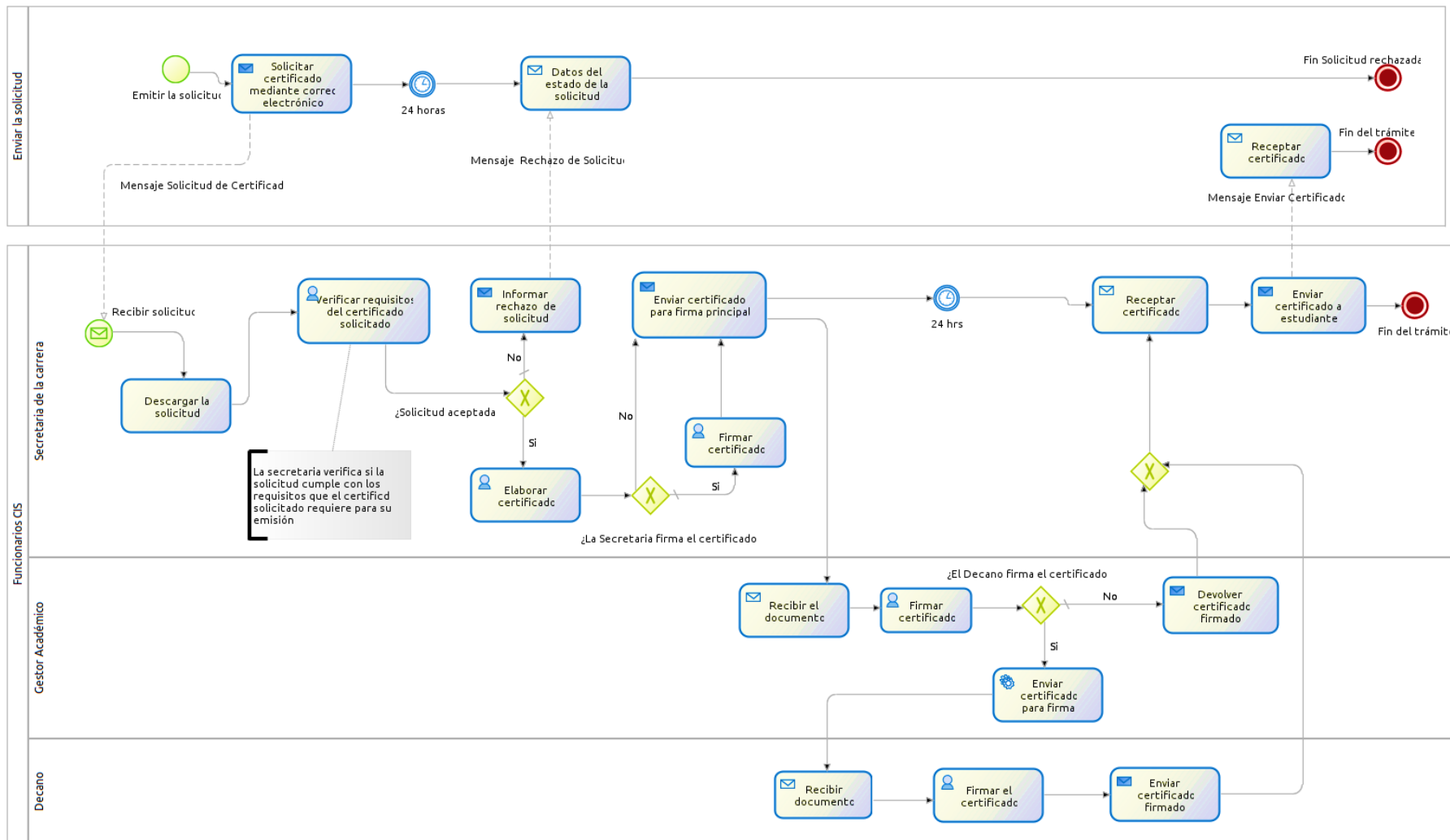


Figura A9 4. Diseño derivado del proceso actual de solicitud y emisión de certificados [Fuente: propia]

Bonita puede utilizar los datos almacenados en la base de datos modelada en la fase anterior, y así consultar información sobre los estudiantes y datos relacionados con el proceso, para entender el funcionamiento (Ver **Figura A9 5**).

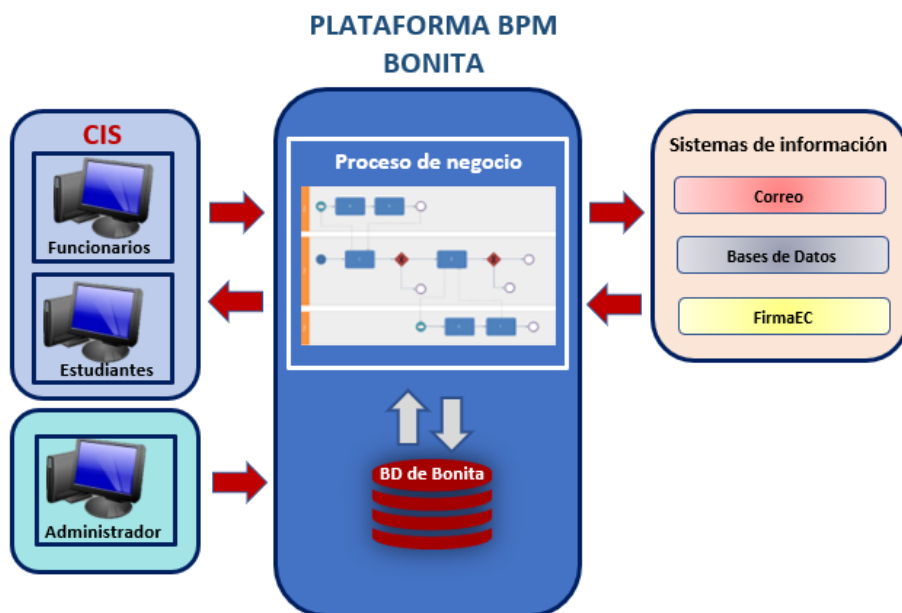


Figura A9 5. Diagrama de funcionamiento [Fuente: propia]

3. Diseño BPM

En esta fase de la metodología, se omitió la realización de las pantallas o formularios de usuario en este proyecto, puesto que, en la fase de implementación se utilizará el software Bonita BPMS el cual permite gestionar rápidamente este aspecto. El objetivo principal de esta fase fue lograr un diagrama de procesos completo, el diagrama básico BPM elaborado en la primera fase, aquí se complementa y considera otros detalles como los roles (Ver **Tabla A9 2**) y actividades específicas y reglas de negocio para cada rol.

Los roles encontrados en el proceso de solicitud y emisión de certificados académicos son:

Tabla A9 2. Roles en el proceso de solicitud y emisión de certificados.

ID	Roles del proceso
RP01	Estudiante.
RP02	Secretaría de la carrera.
RP03	Gestor académico de la carrera.
RP04	Decano de la facultad.

Debido a que, cada rol es responsable del cumplimiento de ciertas actividades, se procedió a identificar las tareas o funciones específicas a desempeñar dentro del proceso de solicitud y emisión de certificados académicos (Ver **Tabla A9 3**) donde se describen las actividades de acuerdo al rol que desempeña el actor.

Tabla A9 3. Actividades realizadas por cada rol.

Rol	Actividad	Descripción
Estudiante	Solicitar certificado	El estudiante solicita el certificado seleccionado a la secretaría de la carrera.
	Generar solicitud	El estudiante elabora la solicitud, de acuerdo al certificado solicitado.
	Ver solicitud generada	El estudiante puede ver la solicitud generada antes de firmar.
	Firmar solicitud	El estudiante firma electrónicamente la solicitud generada.
	Cargar documentos adicionales	El estudiante sube o carga documentos que son requeridos para solicitar cierto tipo de certificados, algunos son de carácter obligatorio y otros opcionales.
	Cancelar solicitud	El estudiante cancela la solicita del certificado seleccionado, solamente si el estado es (EN_REVISIÓN) .
Secretaria de la carrera	Revisar solicitud	La secretaria revisa la solicitud y verifica si cumple con ciertos requisitos, como el no adeudamiento de ningún tipo con la Universidad, en caso de que el certificado solicitado lo requiera.
	Generar certificado	La secretaria elabora el certificado solicitado haciendo uso de formatos previamente establecidos.
	Firmar certificado	La secretaria firma electrónicamente el certificado generado previamente. La secretaria envía el certificado para que el Gestor académico proceda a firmar el certificado.
	Enviar certificado al estudiante	Luego de que él o los funcionarios responsables hayan firmado el certificado, la secretaria finalmente envía dicho certificado al estudiante.
Gestor académico de la carrera	Firmar certificado	El gestor académico firma el certificado de manera electrónica. El gestor académico devuelve el certificado firmado a la secretaria
Decano de la facultad	Firmar el certificado	El decano de la facultad firma el certificado de manera electrónica. El decano de la facultad devuelve el certificado firmado, a la secretaría de la carrera.

Luego de haber definido las tareas para cada rol, se diseñó el diagrama BPM con notación BPMN detallado, listo para proceder a automatizar (Ver **Figura A9 6**), que será el que se implemente posteriormente con la herramienta BPMS Bonita.



4. Validar el proceso de solicitud y emisión de certificados académicos en base al modelo BPMN realizado con el responsable de la carrera de ingeniería en Sistemas-Computación

En consecuencia, luego de haber realizado el levantamiento del proceso, se procedió a revisarlo y validarlo con el responsable de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación el Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez Mg. Sc. (Ver sección **Anexo 12: Actas**)

9.2.Objetivo 2: Desarrollar el módulo para la solicitud y emisión de certificados académicos utilizando la herramienta Bonita y la metodología XP (Extreme Programming)

Para dar cumplimiento al presente objetivo y proceder a la construcción del Módulo de Certificación Electrónica, se aplicó la Metodología de desarrollo Programación Extrema (XP) mediante cuatro iteraciones (Ver sección **Anexo 8: Desarrollo de la Metodología XP**), a continuación, se detalla las tecnologías empleadas (Ver **Tabla A9 4**) y desarrollo de las cuatro fases:

Tabla A9 4. Tecnologías empleadas en el desarrollo del Módulo de Certificación Electrónica.

Logo	Tecnología	Uso
	Bonita Studio	Diseño del diagrama del proceso con notación BPMN y desarrollo del MCE.
	AngularJS	Programación del <i>frontend</i> del MCE
	Groovy	Programación del <i>backend</i> del MCE.
	PostgreSQL	Se almacenó los datos del modelo de negocio (BDM).
	Alfresco	Almacena las plantillas de solicitud, plantillas de certificados y una copia de los certificados emitidos.

1. Fase de Planeación

En esta fase del proyecto se realizó la especificación de requisitos (ERS), se usó el estándar IEEE 830-1998 (Ver sección **Anexo 6: Estándar IEEE 830**), que permitió describir el funcionamiento del módulo a desarrollar, además de facilitar la definición de las historias de usuario (Ver sección **Anexo 7: Historias de Usuario del MCE**) y la distribución de roles.

1.1. Roles

Cabe aclarar que el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo con la intervención de dos personas, por tal motivo algunos roles no fueron asignados.

- a. **Programador:** Alex Chamba es el responsable de elaborar el código del módulo.
- b. **Cliente:** Los clientes del sistema serán los administrativos y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja.
- c. **Encargado de pruebas:** Raquel Lojano es el miembro del equipo responsable de la prueba del producto y el mismo programador, será el encargado de realizar las pruebas unitarias.
- d. **Entrenador:** El director de tesis, Ing. Pablo Ordoñez es el encargado o responsable de guiar para el correcto desarrollo de la metodología XP.

1.2. Historias de Usuario

La plantilla de historia de usuario propuesta por XP es la siguiente (Ver **Tabla A9 5**):

Tabla A9 5. Formato de historia de usuario.

Historia de Usuario	
Número	Nombre Historia de Usuario:
Usuario:	Iteración asignada:
Prioridad:	
Riesgo en Desarrollo:	Programador Responsable:
Descripción:	
Observaciones:	

- **Número:** Identificación de cada historia de usuario.
- **Nombre Historia de Usuario:** Nombre que identifica a cada historia de usuario.
- **Iteración Asignada:** Iteraciones de la historia de usuario

- **Usuario:** Nombre del responsable de la actividad descrita en la historia de usuario.
- **Prioridad:** Este puede ser Alto, Medio, Bajo, de acuerdo a la descripción e importancia de la actividad.
- **Riesgo en Desarrollo:** Puede ser Alto, Medio, Bajo, de acuerdo a la complejidad de desarrollo de la actividad.
- **Programador Responsable:** Persona responsable de llevar a cabo el desarrollo de la actividad.
- **Descripción:** Detalle de la actividad a desarrollar.
- **Observaciones:** Aspectos importantes referentes a la historia.

Luego de determinar la plantilla a utilizar, para realizar las historias de usuario, se procedió a desarrollar cada una de las Historias de Usuario del MCE (Ver **Tabla A9 6**), donde se indica el nombre y la respectiva iteración a la que pertenecen.

Tabla A9 6. Planificación de historias de usuario por iteraciones.

Referencia	Iteración	Nombre
RFMCE-1	1	Solicitar certificado
RFMCE-2		Notificar estado de solicitud
RFMCE-3		Crear certificado académico
RFMCE-11	2	Revisar solicitud
RFMCE-12		Generar certificado
RFMCE-13		Generar solicitud
RFMCE-14		Enviar certificado
RFMCE-20	3	Firmar certificado
RFMCE-21		Firmar solicitud
RFMCE-33	4	Crear evento académico
RFMCE-34		Enviar recordatorio
RFMCE-35		Cancelar solicitud
RFMCE-36		Actualizar parámetros

Se definieron los certificados que serán emitidos por el MCE con el personal administrativo de la carrera (Ver sección **Anexo 12: Actas**), siendo un total de 8 certificados.

2. Fase de Diseño

Aquí se realizaron los diagramas UML, necesarios para el desarrollo del módulo, lo que permite controlar la dinámica del sistema, además se elaboró el organigrama (Ver **Figura A9 7**), donde se muestra la organización de la FEIRNNR.

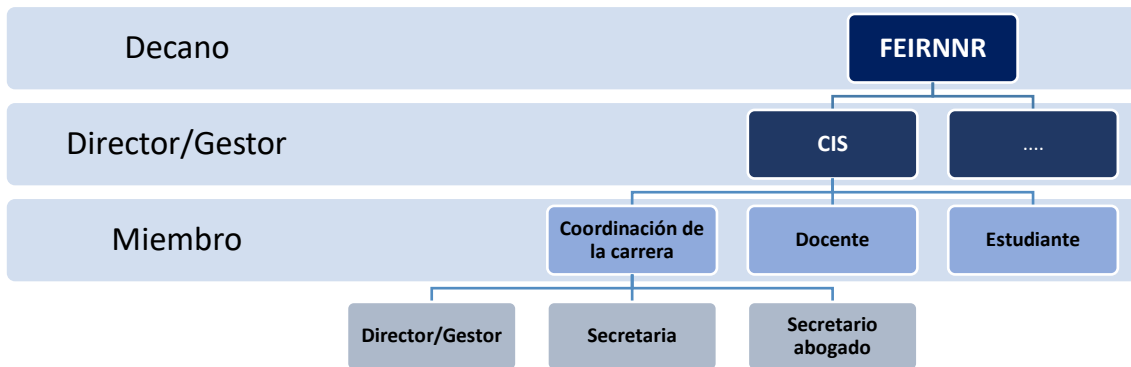


Figura A9 7. Organización de la FEIRNNR [Fuente: propia].

2.1.Arquitectura solución del sistema

Se estableció la arquitectura y funcionamiento del MCE, utilizando la herramienta Bonita. (Ver **Figura A9 8**) donde se distingue lo siguiente:

Nivel de presentación (Cliente)

- **Cliente:** Navegador web desde donde el usuario accede a Bonita Portal.

Nivel medio (Aplicación)

- **FirmaEC:** Aplicación de escritorio instalada en el computador del usuario final que permite firmar electrónicamente documentos en formato pdf.
- **Servidor de Bonita:** Conocido también como Bonita Tomcat. Consiste en un servidor de aplicaciones Apache Tomcat pre-empaquetado junto con Bonita, instalado en un host (una máquina, una máquina virtual, una instancia en la nube, un contenedor como Docker, etc.).
- **Bonita Portal:** Es un portal web que permite a los usuarios finales administrar las tareas en las que están involucrados. También permite que el propietario o usuario

administrador de Bonita gestione los procesos y obtenga información sobre los casos y tareas relacionados con procesos.

- **Bonita Engine:** El motor de Bonita es una aplicación Java que ejecuta definiciones de procesos creadas con Bonita Studio y permite interactuar mediante programación con otros procesos y sistemas de información, además permite ejecutar procesos, manejar acciones relacionadas con tareas. El motor se compone de una serie de servicios y API.

Nivel de datos (Servidor de datos)

- **Base de datos:** Consiste en una base de datos Postgresql, para los objetos del negocio y una base de datos para configuraciones propias de Bonita Portal.
- **Servicio web REST de firma:** Consiste en servicios web REST de firma que dan soporte a la funcionalidad de firma electrónica.

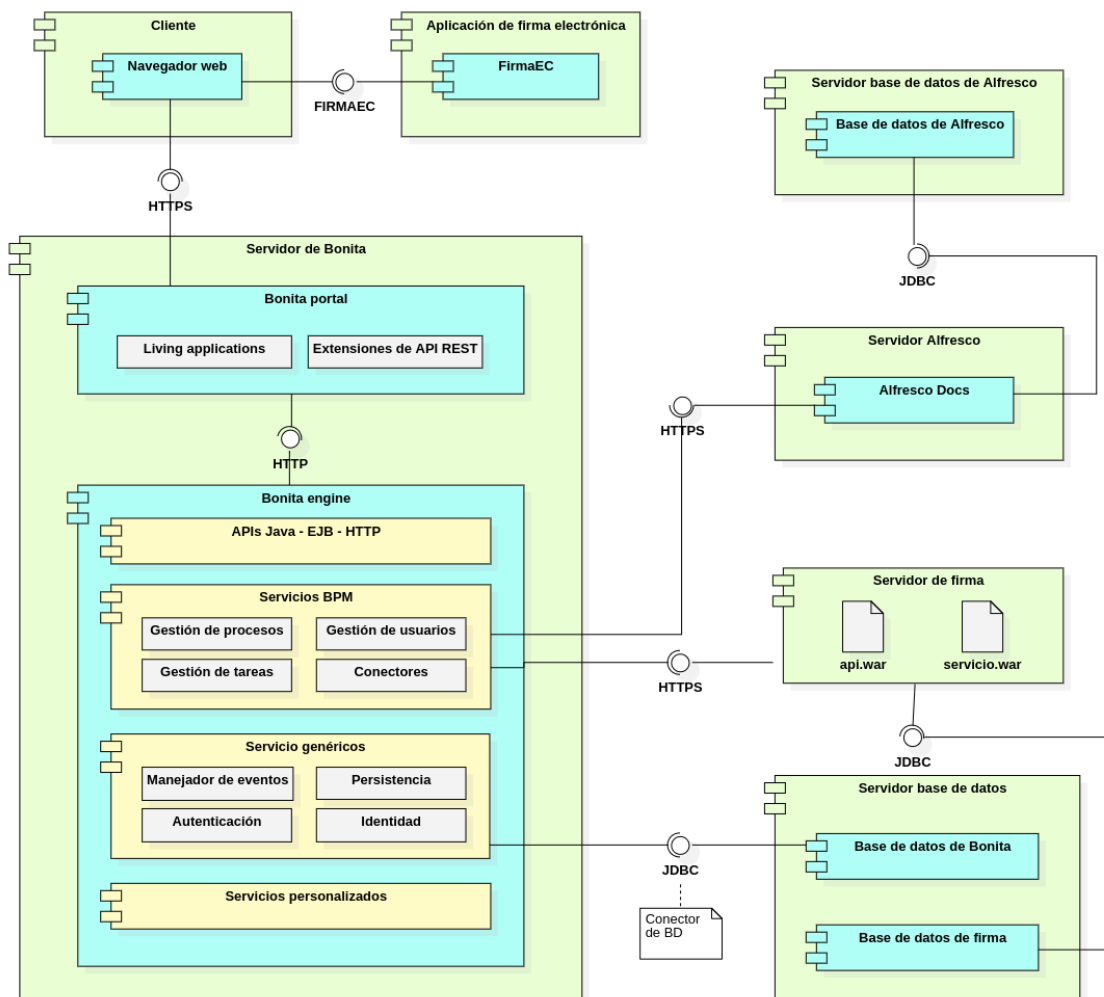


Figura A9 8. Diagrama de componentes [Fuente: propia].

2.2. Modelo de Caso de Uso general

Se definió el diagrama de casos de uso, mismo que se encuentra formado por cuatro actores: Estudiante, Secretaría de la carrera, Gestor académico y Decano de facultad, el diagrama especifica la comunicación y comportamiento de los procesos llevados a cabo por el sistema cuando interactúa con los usuarios. (Ver **Figura A9 9**)

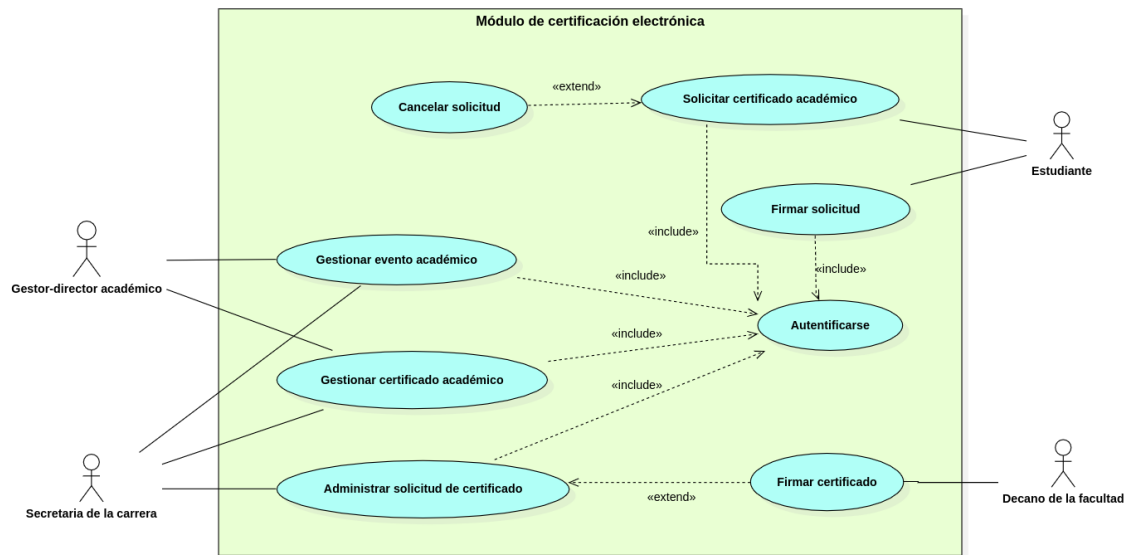


Figura A9 9. Diagrama de Caso de uso [Fuente: propia].

2.2.1. Especificación de casos de uso

Tabla A9 7. Caso de uso - Autenticarse

Nombre	Autenticarse
Actores	Estudiante, Secretaría de la carrera, Gestor académico, Decano de facultad
Objetivos	Ingresar al sistema
Precondiciones	Estar registrado en el sistema
Postcondiciones	Usuario autenticado
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario ingresa el usuario (correo) y contraseña ▪ El usuario presiona el botón de ingreso al sistema ▪ El sistema presenta la pantalla principal de acuerdo al actor
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema verifica si el usuario y contraseña son válidos. ▪ Si la información ingresada es incorrecta, el sistema presenta nuevamente la pantalla de ingreso con mensaje de usuario o contraseña inválida.

Tabla A9 8. Caso de uso - Solicitar certificado académico

Nombre	Solicitar certificado académico
Actores	Estudiante
Objetivos	Solicitar un certificado
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como estudiante
Postcondiciones	Solicitud y emisión de certificados
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presenta la pantalla de estudiante. ▪ El estudiante debe ir al apartado Procesos. ▪ El sistema muestra el listado de los procesos disponibles.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante selecciona Solicitud y emisión de certificados. ▪ El sistema muestra el listado de certificados disponibles. ▪ El estudiante selecciona el certificado a solicitar. ▪ El estudiante debe hacer clic en el botón “Proceder a generar solicitud” ▪ El estudiante debe ir al apartado Tareas para continuar con el proceso de solicitud. ▪ El sistema presenta la tarea “Generar solicitud de certificado”. ▪ El estudiante presiona el botón “Generar solicitud” ▪ El sistema presenta el formulario. ▪ El estudiante debe llenar los campos del formulario y hacer clic en el botón “Generar solicitud”. ▪ El sistema presenta la tarea “Ver solicitud generada”
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante detecta un error en la solicitud generada. ▪ El estudiante debe hacer clic en el botón “Volver a generar solicitud”. ▪ El sistema presenta la tarea “Generar solicitud de certificado”. ▪ El sistema presenta el formulario. ▪ El estudiante llena los campos del formulario. ▪ El estudiante presiona el botón “Generar solicitud”

Tabla A9 9. Caso de uso - Firmar solicitud

Nombre	Firmar certificado
Actores	Estudiante
Objetivos	Firmar solicitud de certificado
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como Estudiante de la carrera
Postcondiciones	Solicitud generada
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario da clic en el botón “Enviar a firmar”. ▪ El usuario presiona el botón “Firmar solicitud” ▪ El sistema muestra la tarea “Firmar solicitud de certificado”. ▪ El estudiante presiona el botón “Firmar solicitud” ▪ El sistema muestra DOS opciones para firmar la solicitud (Mediante FirmaEC o descarga del documento). ▪ El estudiante selecciona la opción mediante FirmaEC para firma la solicitud. ▪ El usuario selecciona PASO 1: Firmar solicitud y debe dar clic en el botón “Firmar solicitud”. ▪ El sistema llama a la aplicación FirmaEC ▪ El estudiante selecciona PASO 2: Enviar y debe hacer clic en el botón “Enviar solicitud firmada”. ▪ El estudiante selecciona la opción mediante descarga para firma la solicitud. ▪ El usuario selecciona PASO 1: Descargar solicitud y debe dar clic en “Descargar solicitud”. ▪ El usuario selecciona PASO 2: Cargar solicitud firmada y enviar, una vez cargada debe hacer clic en el botón “Enviar solicitud firmada”.

Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema detecta que el tiempo de vida del documento expiró. ▪ El usuario debe dar clic en el botón “Reobtener token de firma”. ▪ El sistema detecta que el documento ya ha sido firmado. ▪ El usuario selecciona PASO 2: Enviar y debe hacer clic en el botón “Enviar solicitud firmada”.
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla A9 10. Caso de uso - Cancelar solicitud

Nombre	Cancelar solicitud
Actores	Estudiante
Objetivos	Cancelar la solicitud de un certificado
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como estudiante
Postcondiciones	La solicitud fue enviada y su estado es EN_REVISION
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presenta la pantalla de estudiante. ▪ El estudiante debe ir al apartado Procesos. ▪ El sistema muestra el listado de los procesos disponibles. ▪ El estudiante selecciona Cancelar solicitud de certificado. ▪ El sistema muestra el historial de solicitudes de certificados. ▪ El estudiante selecciona el certificado a cancelar. ▪ El sistema habilita el botón “Cancelar solicitud seleccionada” ▪ El estudiante debe hacer clic en el botón “Cancelar solicitud seleccionada”
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema no habilita el botón “Cancelar solicitud seleccionada” de las solicitudes cuyo estado sea diferente a EN_REVISION

Tabla A9 11. Caso de uso - Gestionar eventos académicos

Nombre	Gestionar eventos académicos
Actores	Secretaría de la carrera, Gestor académico
Objetivos	Crear y editar certificados de eventos académicos
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como secretaria o gestor
Postcondiciones	Eventos académicos
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presenta la pantalla principal de la secretaria o gestor. ▪ El usuario debe ingresar en el Módulo de Certificación Electrónica (MCE). ▪ El usuario debe seleccionar la etiqueta Eventos académicos. Crear evento académico ▪ El usuario debe hacer clic en el botón “Crear evento académico” para crear un nuevo certificado de eventos. ▪ El sistema presentará un formulario para crear un nuevo certificado de evento académico. ▪ El usuario debe llenar los campos requeridos y hacer clic en el botón “Crear evento académico” Modificar evento académico ▪ El usuario debe seleccionar de la lista de certificados de eventos académicos, el evento académico. ▪ El usuario da clic en el botón “Modificar evento seleccionado”

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema presentará un formulario con la información cargada del certificado cuando se lo creó. ▪ El usuario modifica la información que considera conveniente actualizar. ▪ El usuario da clic en el botón “Sí, modificar”
Flujo alternativo	<p>Crear evento académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema verifica que los campos del formulario estén llenos. ▪ El sistema no habilita el botón “Crear evento académico” si la información ingresada en el formulario es incorrecta. <p>Modificar evento académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema verifica la información ingresada en el formulario. ▪ El sistema no habilita el botón “Sí, modificar” si existen campos vacíos.

Tabla A9 12. Caso de uso - Gestionar certificados académicos

Nombre		Gestionar certificados académicos
Actores		Secretaría de la carrera, Gestor académico
Objetivos		Crear y editar certificados académicos
Precondiciones		Estar autenticado en el sistema como secretaria o gestor
Postcondiciones		Certificados académicos
Flujo básico		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presenta la pantalla principal de la secretaria o gestor. ▪ El usuario debe ingresar en el Módulo de Certificación Electrónica (MCE). ▪ El usuario debe seleccionar la etiqueta Certificados académicos. <p>Crear certificado académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario debe hacer clic en el botón “Crear certificado académico” para crear un nuevo certificado de eventos. ▪ El sistema presentará un formulario para crear un nuevo certificado de evento académico. ▪ El usuario debe llenar los campos requeridos y hacer clic en el botón “Crear certificado académico” <p>Modificar certificado académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario debe seleccionar de la lista de certificados académicos, el certificado. ▪ El usuario da clic en el botón “Modificar certificado seleccionado” ▪ El sistema presentará un formulario con la información cargada del certificado cuando se lo creó. ▪ El usuario modifica la información que considera conveniente actualizar. ▪ El usuario da clic en el botón “Sí, modificar”
Flujo alternativo		<p>Crear evento académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema verifica que los campos del formulario estén llenos. ▪ El sistema no habilita el botón “Crear certificado académico” si los campos del formulario no están llenos. <p>Modificar evento académico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema verifica la información ingresada en el formulario.

	<ul style="list-style-type: none"> El sistema no habilita el botón “Sí, modificar” si existen campos vacíos.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla A9 13. Caso de uso - Administrar solicitud de certificado

Nombre	Administrar solicitud de certificado
Actores	Secretaria
Objetivos	Revisar, Aprobar o rechazar solicitud,
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como secretaria
Postcondiciones	Solicitudes de certificados pendientes
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> Se presenta la pantalla de secretaria. La secretaria ingresa a Aplicaciones y procesos. La secretaria debe ir al apartado Tareas. El sistema muestra el listado de las tareas. La secretaria selecciona la tarea Revisar solicitud de certificado. El sistema muestra la solicitud y documentos adjuntos. La secretaria revisa los documentos y solicitud adjuntos. La secretaria da por aprobada la solicitud seleccionando APROBADA. El sistema habilita el botón “Aprobar solicitud” La secretaria da clic en el botón “Aprobar solicitud”. La secretaria selecciona la tarea Generar certificado. El sistema muestra el formulario del certificado a generar. La secretaria llena los campos requeridos del formulario. El sistema habilita el botón “Generar certificado”. La secretaria da clic en el botón “Generar certificado”. El sistema muestra la tarea “Ver certificado generado”.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> La secretaria da por rechazada la solicitud seleccionando RECHAZADA. La secretaria debe agregar un comentario con la causa del rechazo. El sistema habilita el botón “Rechazar solicitud” La secretaria da clic en el botón “Rechazar solicitud”

Tabla A9 14. Caso de uso - Firmar certificado

Nombre	Firmar certificado
Actores	Secretaría de la carrera, Gestor académico, Decano de facultad
Objetivos	Firmar el certificado con FirmaEC
Precondiciones	Estar autenticado en el sistema como Secretaría de la carrera, Gestor académico o Decano de facultad
Postcondiciones	Certificado generado
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> El usuario da clic en el botón “Enviar a firmar”. El usuario presiona el botón “Firmar certificado” El sistema muestra la tarea “Firmar certificado”.

	<ul style="list-style-type: none"> El usuario selecciona PASO 1: Firmar certificado y debe dar clic en el botón “Firmar certificado”. El sistema llama a la aplicación FirmaEC. El usuario selecciona PASO 2: Enviar y debe hacer clic en el botón “Enviar certificado firmado”.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> El sistema detecta que el tiempo de vida del documento expiró. El usuario debe dar clic en el botón “Reobtener token de firma”. El sistema detecta que el documento ya ha sido firmado. El usuario selecciona PASO 2: Enviar y debe hacer clic en el botón “Enviar certificado firmado”.

2.3. Diagrama de clases para el BDM

Se definió el diseño del Modelado de Datos del Negocio (BDM), para la base de datos, permitiendo identificar sus atributos y las relaciones que poseen. (Ver **Figura A9 10**)

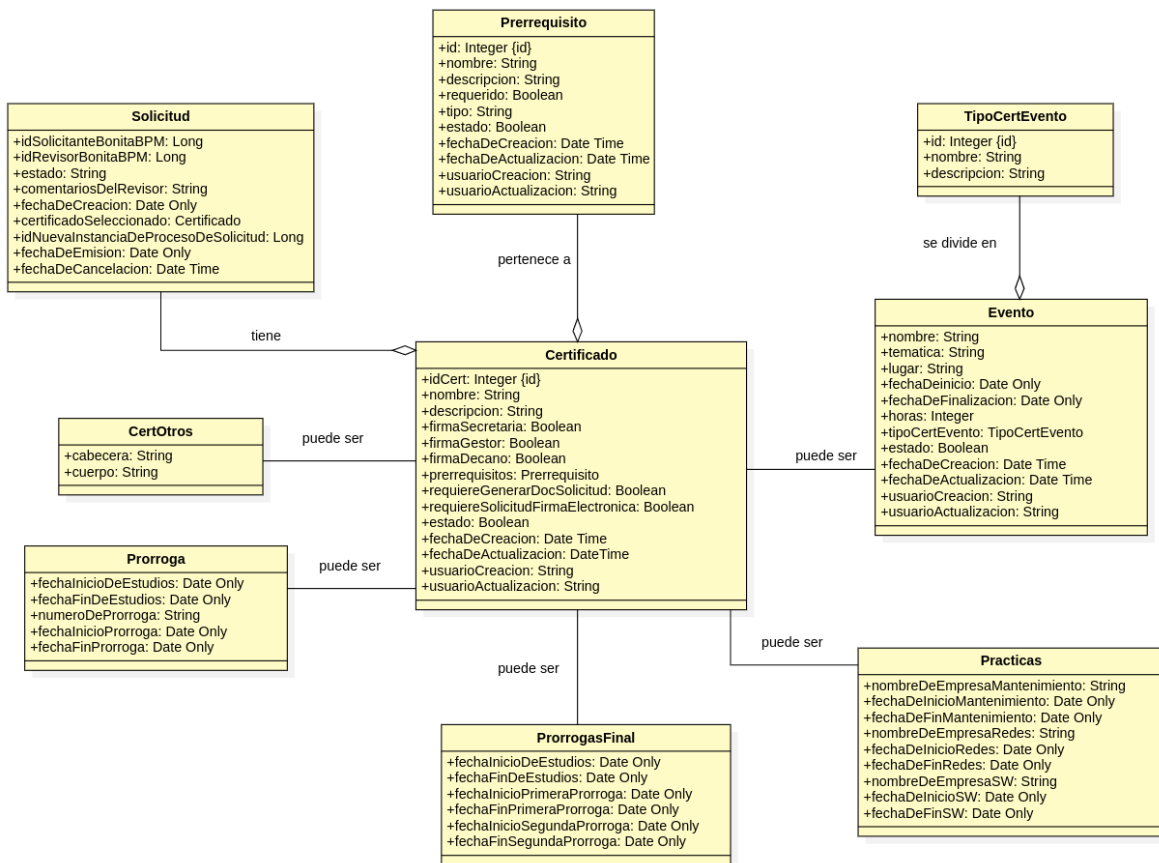


Figura A9 10. Diagrama de clases del Modelo de Bases de Datos [Fuente: propia].⁶

⁶ Ver la imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://n9.cl/ffrrp>

Una solicitud puede pasar por varios estados a lo largo de su ciclo de vida, (Ver **Tabla A9 14**) donde describe los diferentes cambios de estado.

Tabla A9 15. Estados de solicitud de certificado académico.

Estado	Descripción
En proceso	Una solicitud se ha establecido en un estado de ' En proceso ' cuando se está generando o ya se ha generado dicha solicitud y todavía no se ha enviado a revisión
En revisión	Una solicitud se ha establecido en un estado de ' En revisión ' o pendiente cuando se ha enviado a revisión.
Cancelada	Una solicitud tiene el estado " Cancelada " cuando se suprime una solicitud. Solamente pueden cancelarse las solicitudes que tienen un estado "EN_REVISIÓN".
Rechazada	Una solicitud puede tener el estado de " Rechazada " cuando el revisor(a) asignado(a) no aprueba dicha solicitud.
Aprobada	Una solicitud puede tener el estado de " Aprobada " cuando el revisor(a) asignado(a) aprueba dicha solicitud.

2.4.Modelo de Entidad-Relación

Se definió el modelo entidad relación, para una visión clara de la relación que existe entre las entidades en la base de datos. (Ver **Figura A9 11**)



Figura A9 11. Diagrama del Modelo Entidad-Relación [Fuente: propia].

2.4.1. Diccionario de datos

Tabla A9 16. Diccionario de datos E-R

Tabla	Atributo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Solicitud	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	idSolicitanteBonitaBPM	bigint	-	Es el identificador del usuario que solicita un certificado
	idRevisorBonitaBPM	bigint	-	Es el identificador del usuario que revisa la solicitud de certificado
	estado	varchar	64	Representa el estado de una solicitud. Puede tener cualquiera de los siguientes valores:

				EN_PROCESO, EN_REVISION, APROBADA, RECHAZADA, CANCELADA
	comentariosDelRevisor	varchar	255	Representa los comentarios emitidos por parte del revisor de la solicitud
	fechaDeCreacion	varchar	30	Fecha en la que se creó la solicitud por parte del estudiante
	idNuevaInstanciaDeProcesoDeSolicitud	bigint	-	Id del caso o instancia del proceso
	fechaDeEmision	varchar	30	Fecha en la que se envió la solicitud a revisión
	fechaDeCancelacion	varchar	30	Fecha en la que se canceló la solicitud
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
	certificadoseleccionado_pid	bigint	-	Identificador del certificado a solicitar
Certificado	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	idCert	Integer	-	Identificador del certificado
	nombre	varchar	128	Nombre del certificado
	descripcion	varchar	255	Descripción del certificado
	firmaSecretaria	Boolean	-	Indica si el certificado es firmado por la secretaria de la carrera
	firmaGestor	Boolean	-	Indica si el certificado es firmado por el director/gestor de la carrera
	firmaDecano	Boolean	-	Indica si el certificado es firmado por el decano de la facultad
	requiereGenerarDocSolicitud	Boolean	-	Indica si para solicitar el certificado se requiere generar una solicitud
	requiereSolicitudFirmaElectronica	Boolean	-	Indica si la solicitud a generar requiere firma electrónica
	estado	Boolean	-	Indica el estado del certificado
	fechaDeCreacion	varchar	30	Campo auditoría para la fecha de creación del certificado

	fechaDeActualizacion	varchar	30	Campo auditoría para la fecha de actualización del certificado
	usuarioCreacion	Varchar	128	Campo auditoría para el usuario que creó el certificado
	usuarioActualizacion	Varchar	128	Campo auditoria para el usuario que actualizó el certificado
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
CertOtros	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	cabecera	text	-	Corresponde a la cabecera del certificado
	cuerpo	text	-	Corresponde al cuerpo del certificado
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
Prorroga	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	fechaInicioDeEstudios	varchar	10	Corresponde a la fecha de inicio de estudios del estudiante
	fechaFinDeEstudios	Varchar	10	Corresponde a la fecha de finalización de estudios del estudiante
	numeroDeProrroga	Varchar	64	Indica el número de la prórroga. Puede ser primera o segunda prórroga
	fechaFinProrroga	Varchar	10	Fecha de inicio de la prórroga
	fechaFinPrimeraProrroga	varchar	10	Fecha de finalización de la prórroga
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
ProrrogasFinal	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	fechaInicioDeEstudios	Varchar	10	Fecha de inicio de estudios
	fechaFinDeEstudios	Varchar	10	Fecha de finalización de estudios
	fechaInicioPrimeraProrroga	Varchar	10	Fecha de inicio de primera prórroga
	fechaFinPrimeraProrroga	Varchar	10	Fecha de finalización de primera prórroga
	fechaInicioSegundaProrroga	Varchar	10	Fecha de inicio de segunda prórroga
	fechaFinSegundaProrroga	Varchar	10	Fecha de finalización de segunda prórroga

	persisteversion (bigint)	bigint	-	Versión de persistencia del registro
Practicas	persisteId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	nombreDeEmpresaMantenimiento	Varchar	255	Nombre de la empresa donde se realizó las prácticas de mantenimiento
	fechaDeInicioMantenimiento	Varchar	10	Fecha de inicio de las prácticas de mantenimiento
	fechaDeFinMantenimiento	Varchar	10	Fecha de finalización de las prácticas de mantenimiento
	nombreDeEmpresaRedes	Varchar	255	Nombre de la empresa donde se realizó las prácticas de redes
	fechaDeInicioRedes	Varchar	10	Fecha de inicio de las prácticas de redes
	fechaDeFinRedes	Varchar	10	Fecha de inicio de las prácticas de redes
	nombreDeEmpresaSW	Varchar	255	Nombre de la empresa donde se realizó las prácticas de desarrollo de software
	fechaDeInicioSW	Varchar	10	Fecha de inicio de las prácticas de desarrollo de software
	fechaDeFinSW	Varchar	10	Fecha de inicio de las prácticas de desarrollo de software
	persisteversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
	Evento	persisteId	bigint	-
nombre		Varchar	255	Nombre del evento académico
tematica		Varchar	255	Temática o tema del evento
lugar		Varchar	255	Lugar donde se realizó el evento
fechaDeinicio		Varchar	10	Fecha de inicio del evento
fechaDeFinalizacion		Varchar	10	Fecha de finalización del evento
horas		Integer	-	Duración en horas del evento
estado		Boolean	-	Estado del evento
fechaDeCreacion		Varchar	30	Campo de auditoría para la creación del evento

	fechaDeActualizacion	Varchar	30	Campo de auditoría para la fecha de actualización del evento
	usuarioCreacion	Varchar	128	Campo de auditoría para la fecha de creación del evento
	usuarioActualizacion	Varchar	128	Campo de auditoría para la fecha de actualización del evento
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
	tipoCertEvento_pid	bigint	-	Id del tipo de evento académico. Puede ser por aprobación y por participación
TipoCertEvento	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	id	Integer	-	Identificador del evento
	nombre	Varchar	64	Nombre del tipo de evento
	descripcion	Varchar	255	Descripción del tipo de evento
	persistenceversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
Prerrequisito	persistenceId	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	id	Integer	-	Identificador del prerrequisito
	nombre	Varchar	64	Nombre del prerrequisito
	descripcion	Varchar	255	Descripción del prerrequisito
	requerido	Boolean	-	Este campo indica si el prerrequisito es requerido o no
	tipo	Varchar	32	Corresponde al tipo de prerrequisito. Puede ser tipo DOCUMENTO u OTROS
	estado	Boolean	-	Indica el estado del prerrequisito
	fechaDeCreacion	Varchar	30	Campo de auditoría para la creación del prerrequisito
	fechaDeActualizacion	Varchar	30	Campo de auditoría para la fecha de actualización del prerrequisito
	usuarioCreacion	Varchar	128	Campo de auditoría para la fecha de creación del prerrequisito
	usuarioActualizacion	Varchar	128	Campo de auditoría para la fecha de actualización del prerrequisito

	persisteversion	bigint	-	Versión de persistencia del registro
Certificado_P rerrequisitos	certificado_pid	bigint	-	Indica el identificador de persistencia autogenerado
	prerrequisito_pid	bigint	-	Corresponde al identificador del prerrequisito
	prerrequisito_order	Integer	-	Corresponde al orden del prerrequisito

2.5. Diagrama de secuencia

El diagrama de secuencia permitió tener una visión clara del flujo de firma al momento de firmar electrónicamente documentos mediante FirmaEC (Ver **Figura A9 12**). El usuario inicia el proceso de firma, a través del Sistema Transversal (MCE), que comunica con el servicio web de firma (Servicio de Documentos) guardando el documento por un periodo de 2 semanas en la BD (PostgreSQL), posteriormente se retorna el token a Sistema Transversal, dicho token contiene el id del documento a firmar y la cédula del usuario, posteriormente se genera un link que permite llamar a la aplicación de escritorio FirmaEC (Cliente) instalada en el computador del usuario, el cual se comunica con la api de firma (ServicioFirmaDigital), el cual envía el token al servicio web de firma para seleccionar el documento de la base de datos y lo retorna a ServicioFirmaDigital el cual se comunica con la aplicación de FirmaEC, donde es firmado electrónicamente el documento, luego se actualiza el documento y se guarda en la base de datos, ServicioDocumentos retorna el documento firmado al MCE para finalmente ser borrado de la base de datos.

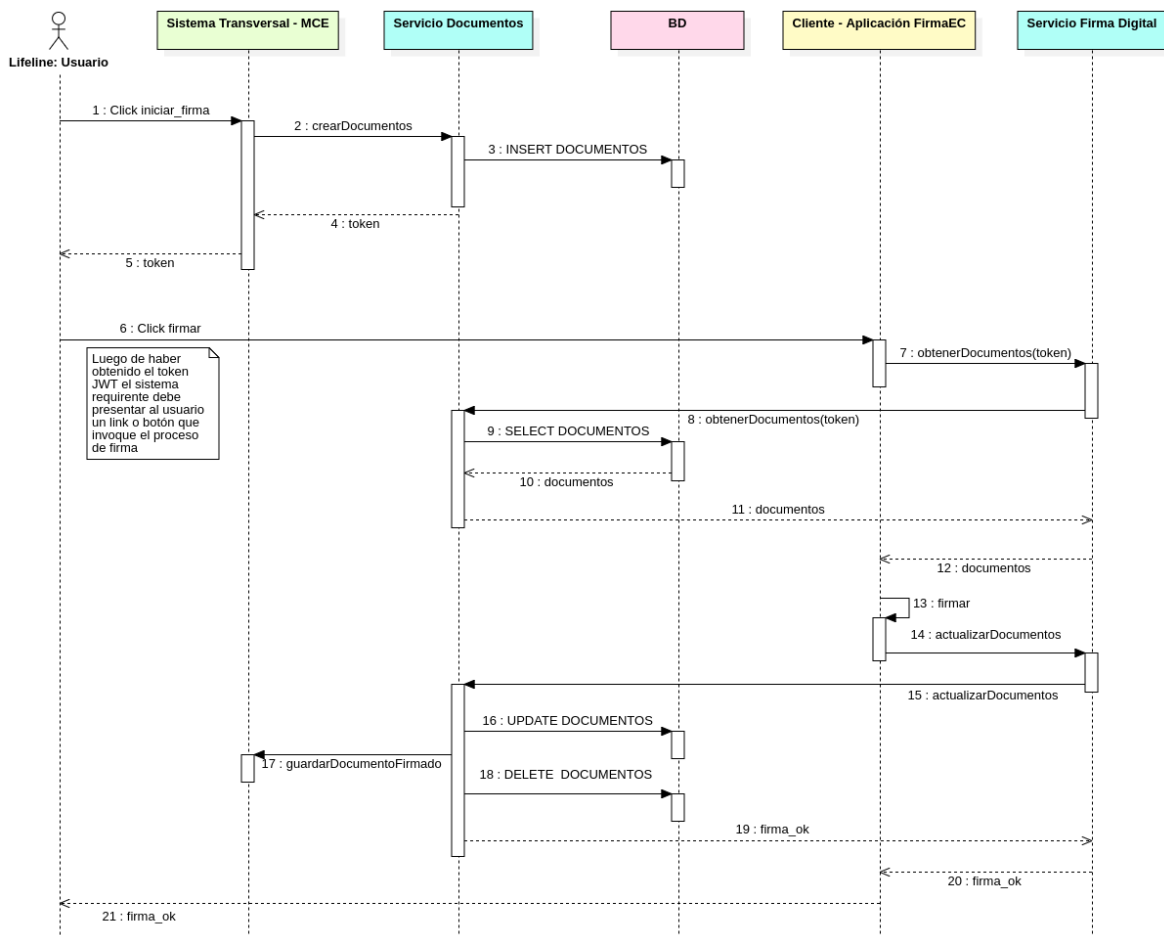


Figura A9 12. Diagrama de secuencia [Fuente: propia].

2.6. Diagrama de despliegue.

Finalmente, se elaboró el diagrama de despliegue del MCE, con el propósito de mencionar los diferentes componentes y artefactos que conforman e interactúan en el sistema. (Ver **Figura A9 13**). Los diferentes artefactos propios de Bonita como las APIs, servicios BPM, servicios genéricos y el Portal de Bonita se encuentran en un servidor de aplicaciones Tomcat 9, los cuales interactúan con el servicio web de firma mediante el protocolo HTTP, dicho servicio web se encuentra dentro de un servidor de aplicaciones Wildfly 20. La comunicación con las bases de datos PostgreSQL es por medio del protocolo TCP/IP. Desde el cliente, el cual consiste en un navegador web compatible, se puede iniciar la aplicación de escritorio de

firma denominada FirmaEC con ayuda del protocolo denominado FIRMAEC, además, para interactuar con el motor de Bonita se hace uso del protocolo HTTPS.

El cliente ejecuta las peticiones a la aplicación FirmaEC a través del protocolo FIRMAEC y con el Servidor de Bonita que contiene el Módulo de Certificación Electrónica por medio del protocolo HTTPS, además de la interacción con la base de datos PostgreSQL por medio del protocolo TCP/IP

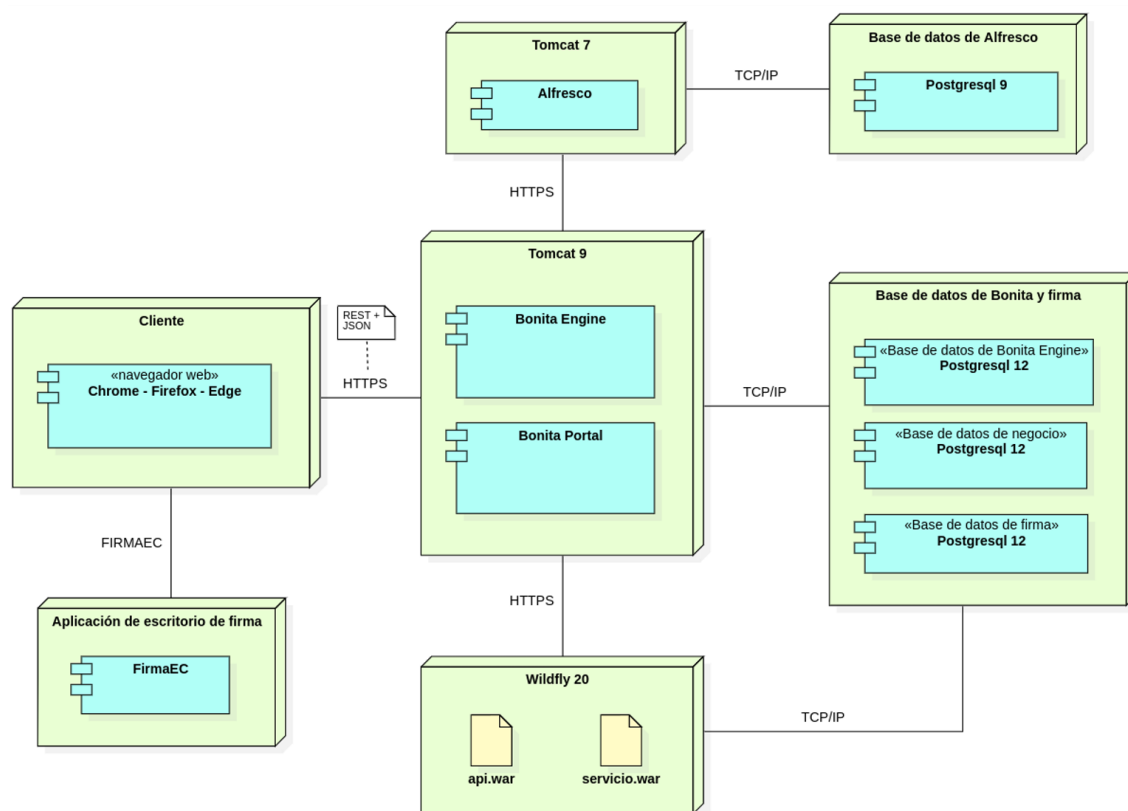


Figura A9 13. Diagrama del Despliegue [Fuente: propia].

3. Fase de Codificación

Mediante la utilización de Bonita Studio, se procedió a desarrollar el Módulo de Certificación Electrónica, teniendo en cuenta los requerimientos recolectados en la primera fase de desarrollo, utilizando el lenguaje **JavaScript** para el *frontend* y **Groovy** en el *backend*.

Además, se utilizó y modificó el sistema de firma electrónica descentralizada denominado FirmaEC, el cual es una solución libre y de formato abierto que cumple con las libertades

mencionadas en el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos (COESCCI), Artículo 142 [49] [50]. El código fuente original de FirmaEC se encuentra publicado en el repositorio Minka.

El sistema de firma descentralizada se encuentra compuesto por tres proyectos:

- i. **firmadigital-servicio:** Es una plataforma para recibir documentos, para luego ser firmados del lado del cliente.
- ii. **firmadigital-api:** Este proyecto implementa los servicios web Rest para la aplicación instalable de firma digital.
- iii. **firmadigital-cliente:** Consiste en una aplicación instalable que se comunica con firmadigital-api y permite descargar archivos de un servidor, firmarlos usando certificados PKCS#12 o tokens USB y retornarlos firmados.

Registro de cambios realizados en el sistema de firma mencionado:

- Se actualizó las urls del servicio web Rest de firma.
- Se agregó variable para indicar si es el ambiente de producción o de pruebas. Es utilizado para definir el tiempo que debe transcurrir para que se eliminen automáticamente documentos sin firmar y establecer el tiempo de expiración del token.
- Se actualizó versión de librería de firma Rubrica utilizado.
- Se configuró el periodo de tiempo que debe transcurrir antes de que se eliminen los documentos que no han sido firmados y que están almacenados temporalmente en la base de datos de acuerdo al ambiente.
- Se modificó y sincronizó los tiempos de expiración del token de firma con los tiempos de eliminación de documentos sin firmar almacenados en la base de datos de acuerdo al ambiente.
- Se configuró el periodo de tiempo de descarga de la CRL (Lista de revocación de certificados) de las CA (Autoridad de certificación).

- Se modificó la url del api que permite obtener la fecha actual y la url del api que permite verificar si un certificado está revocado en el archivo de propiedades de la librería Rubrica.
- Se actualizó los archivos **ServicioDocumento** y **ServicioSistemaTransversal**
- Se agregó archivo de constantes.
- Se generó la documentación de los proyectos con JavaDoc.

3.1. Estándares de codificación

Se utilizó ciertas convenciones de codificación para el desarrollo del *software*, las cuales consisten en una serie de reglas para nombrar variables, atributos, funciones y otras entidades con el fin de reducir el esfuerzo al momento de leer e interpretar código fuente, mismas que se encuentran descritas a continuación:

i. Estándares de base de datos

- Los nombres de los objetos de negocio, los cuales corresponden a una tabla en la base de datos, se escribieron utilizando la convención PascalCase.
- Los nombres de los atributos de cada objeto de negocio se escribieron utilizando la convención de codificación denominada camelCase.
- El nombre de las claves primarias debe tener la palabra *id*.

ii. Estándares en el código

- Para nombrar variables y métodos se utilizó la convención de codificación camelCase y se evitó nombres de variables de un solo carácter excepto para las variables temporales como, por ejemplo: i, j, k, m, y n, c, d.
- Para nombrar las variables de proceso se antepuso **vp**. Por ejemplo: vpEstado.
- Para nombrar las variables de proceso locales se antepuso **lp**. Por ejemplo: lpPrimerNombre.
- Las constantes se nombraron utilizando la combinación de las convenciones UPPERCASE + snake_case las cuales indican que se debe nombrar todo en mayúsculas con palabras separadas por guiones bajos (“_”).
- Todas las restricciones de los contratos se nombraron anteponiendo la letra **r**.
- Para definir los nombres de los contratos se agregó la palabra **contrato** al inicio.

- Todos los paquetes fueron nombrados utilizando letras ASCII en minúsculas, donde el primer paquete debe ser el nombre de dominio de nivel superior denominado es **com** [51].

Para mayores detalles acerca de la codificación, revisar las iteraciones realizadas en la fase de codificación de la metodología XP (Ver sección **Anexo 8: Desarrollo de la metodología XP**).

4. Fase de Pruebas

En esta fase se evaluaron las funcionalidades del sistema, es decir, verificar que cumpla con los objetivos para los cuales se creó.

Con el fin de brindar mayor calidad al módulo desarrollado se realizaron las siguientes pruebas:

- Pruebas unitarias.
- Pruebas de aceptación
- Pruebas entre navegadores.
- i. **Pruebas unitarias:** Se realizaron pruebas a la extensión API REST de Bonita, para comprobar que funciona correctamente. Además, se realizaron pruebas a ciertos métodos desarrollados mediante el lenguaje JavaScript (Ver sección **Anexo 8: Desarrollo de la metodología XP**).
- ii. **Pruebas de aceptación:** Comprueba el funcionamiento de los procedimientos solicitados por el usuario (Ver sección **Anexo 12: Actas, Acta de validación del MCE**), estas se encuentran especificadas y detalladas en las Historias de Usuario (Ver sección **Anexo 7: Historias de Usuario del MCE**).
- iii. **Pruebas entre navegadores:** Se verificó que el módulo funcione de forma coherente y según lo previsto, además, de que la calidad no se vea comprometida en los navegadores Chrome, Firefox y Edge (Ver sección **Anexo 16: Pruebas de navegador**).

9.3. Objetivo 3: *Definir un plan de implantación para el módulo de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación*

A continuación, se presenta el desarrollo del plan de implantación estructurado, mismo que fue aprobado y aceptado por director/gestor Ing. Pablo Ordoñez (Ver sección **Anexo 12: Actas, Acta de validación y aceptación del plan de implantación**), el plan de implantación se encuentra fundado en la metodología propuesta por [52] Pablo G. Fernández, el cual se ha basado en tres metodologías como la “ASAP” (de la empresa SAP), “Sure Step” (de la empresa Microsoft), y “Oracle Aim” (de la empresa Oracle), obteniendo un plan de implantación de tres fases para el despliegue del MCE [52].

Se estableció una lista de algunos parámetros, valores y configuraciones utilizadas a nivel de código fuente de acuerdo a cada ambiente o entorno (Pruebas y producción) los cuales están relacionados principalmente con la funcionalidad de firma electrónica de certificados académicos, notificaciones de correo electrónico y Alfresco (Ver **Anexo 20: Parámetros y configuraciones de acuerdo al ambiente**). Adicional, se estableció una lista de consideraciones a verificar cuando se va a publicar o a actualizar ciertos artefactos en el ambiente de producción, y está relacionada con funcionalidades de firma de certificados y notificaciones mediante correo electrónico. El responsable de revisar dicha lista es el desarrollador (Ver **Anexo 21: Consideraciones para publicar artefactos en producción**).

1. FASE 1. Iniciación y organización

a. Consolidación del comité de proyecto

Para esta primera etapa, se formó un comité de proyecto, es decir, se definió quienes participarán o llevarán a cabo algunas de las tareas durante la implantación del MCE, el equipo del proyecto se encuentra consolidado por (Ver **Tabla A9 8**):

Tabla A9 17. Equipo del proyecto.

ACTOR	ROL
Director de TT	Gestionar trabajo técnico.
Autores del TT	Levantar y configurar el MCE y servidor de Bonita.
Dirección de la carrera	Cumplir con las tareas asignadas de acuerdo a su rol según el flujo del MCE.
Secretaría de la carrera	Cumplir con las tareas asignadas de acuerdo a su rol según el flujo del MCE.
Estudiantes	Realizar las tareas que les corresponde de acuerdo al flujo del MCE.

b. Elaboración del Cronograma

Se estableció un cronograma para distribuir de forma adecuada el tiempo, tareas, recursos y las actividades de cada actor (Ver **Tabla A9 9**).

Tabla A9 18. Cronograma de actividades de implantación.

Actividades	Actor/es	SEMANAS																				
		S1							S2							S3						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Instalación del MCE en el entorno de desarrollo	Autores del TT	X	X																			
Configuración del MCE y carga de datos en el entorno de desarrollo	Autores del TT			X	X																	
Pruebas del módulo en el entorno de desarrollo	Director de TT y Autores del TT					X	X															
Instalación y configuración del MCE en el entorno de producción	Director de TT y Autores del TT							X	X	X												
Carga de datos de producción.	Director de TT y Autores del TT										X	X										
Elaboración de manuales de usuario para el manejo del MCE	Director de TT y Autores del TT												X	X	X							
Puesta en marcha el sistema	Director de TT, Autores del TT, Dirección de la carrera y Estudiantes.															X	X	X				
Pruebas del MCE en el entorno de producción	Director de TT, Autores del TT, Dirección de la carrera y Estudiantes.																	X	X	X	X	

2. FASE 2. Ejecución

a. Instalación y configuración del módulo

Se procedió a la instalación del servidor de Bonita en el entorno de desarrollo, además de cargar los datos de la organización correspondiente a la Universidad Nacional de Loja.

Posterior, se procedió a la instalación del MCE, teniendo en cuenta los actores y el esquema previamente modelado.

Para la puesta en marcha de este proceso, se elaboraron manuales detallados de instalación y configuración del MCE (Ver sección **Anexo 13: Manuales de instalación del Módulo de Certificación Electrónica**).

Además, se brindó la respectiva asesoría para el correcto funcionamiento y entendimiento del módulo desarrollado, es decir se realiza la capacitación a los usuarios finales del sistema (Ver sección **Anexo 12: Actas, Acta de capacitación del Módulo de Certificación Electrónica**).

b. Ejecución de Pruebas

Se llevaron a cabo las pruebas del sistema en el entorno de desarrollo, para lo cual se elaboró una lista de verificación (Ver sección **Anexo 19: Lista de verificación**), considerando algunos casos de aplicación reales, se definió una cuenta de administrador falsa que represente a la Dirección de la Carrera, además de representar de forma ficticia al personal administrativo como es el caso de la secretaria y gestor/director y de un listado de estudiantes, con el propósito de verificar el funcionamiento adecuado del MCE, previo a desplegarlo en el entorno real.

c. Documentación

Se han desarrollado los manuales de usuario correspondientes al Módulo de Certificación Electrónica. Elaborando tres manuales, uno para estudiantes y dos para administrativos:

i. Manual de usuario: Administrador

El manual para la administración del MCE, detalla los pasos para hacer cambios de funcionarios, agregar usuarios, administrar membresías entre otras cosas (Ver sección **Anexo 17: Manuales de Usuario: Administrador**).

ii. Manual de Usuario: Dirección de la Carrera

El manual para el manejo del MCE correspondiente al director de la carrera, contiene las tareas en las que interviene el gestor/director, además de las instrucciones que faciliten el uso correcto del módulo. (Ver sección **Anexo 14: Manuales de Usuario grupo: Gestor/Director**)

iii. Manual de Usuario: Secretaría de la Carrera

El manual para el manejo del MCE contiene las tareas en las que interviene la secretaria de la Carrera (revisar solicitud, notificar al estudiante, elaborar certificado, enviar certificado al gestor para firmar, firmar certificado, enviar certificado al estudiante) conforme al flujo establecido, además de las instrucciones para el uso correcto del módulo. (Ver sección **Anexo 15: Manuales de Usuario grupo: Secretaría**)

iv. Manual de Usuario: Estudiantes

El manual de usuario correspondiente a los estudiantes, contiene el conjunto de tareas de acuerdo al flujo del MCE (solicitar certificado, generar solicitud, firmar solicitud, recibir certificado), además de las instrucciones de uso del módulo. (Ver sección **Anexo 16: Manuales de Usuario grupo: Estudiantes**)

3. FASE 3. Arranque del sistema y cierre

a. Carga de datos en el entorno real

En esta actividad se realizó la preparación del ambiente, en el entorno de producción de acuerdo al entorno de desarrollo, luego se procedió al despliegue adecuado del MCE, haciendo uso de los manuales de instalación. (Ver sección **Anexo 13: Manuales de instalación del Módulo de Certificación Electrónica y ejecución de Bonita**)

b. Puesta en marcha

Luego de haber culminado la etapa anterior se generó y concedió las respectivas credenciales de acceso al servidor de Bonita, a los usuarios MCE: usuario técnico o super-usuario y administrador del sistema, los cuales fueron designados por la dirección de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la Universidad Nacional de Loja, además se dio a conocer los manuales de usuario a los funcionarios involucrados en el proceso de emisión de certificados académicos para que hagan uso del sistema de Bonita de manera correcta.

c. Ejecución de Pruebas

Se efectuaron las pruebas del Módulo de Certificación Electrónica con los administrativos y estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación periodo octubre 2021-marzo 2022, para lo cual se realizó una reunión mediante la plataforma zoom. Asimismo, se

realizaron las pruebas de aceptación del módulo en el entorno real, con el director/gestor Ing. Pablo Ordoñez y la secretaria Lic. Elisa Orellana, como administrativos, y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación de la Universidad Nacional de Loja. Posteriormente se elaboró el acta de pruebas de aceptación del MCE mediante reunión con los administrativos de la Carrera. (Ver sección **Anexo 12: Actas**)

4. Analizar los resultados de la ejecución del plan de implantación

El despliegue del módulo se llevó de acuerdo a lo establecido en el plan de implantación, con un resultado satisfactorio y sin mayores complicaciones, según las pruebas realizadas (Ver sección **Anexo 12: Actas, Acta de validación de pruebas del MCE**), entregando oficialmente el sistema al Ing. Pablo Ordoñez, Gestor/Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas-Computación (Ver sección **Anexo 12: Actas, Acta de entrega y recepción**).

Anexo 10. Encuesta para estudiantes y egresados

Encuesta de estudiantes y egresados

La presente encuesta tiene la finalidad de conocer su satisfacción como usuario del módulo desarrollado, para la solicitud y emisión de certificados con firma electrónica. Para más detalles ingrese al siguiente link: <https://ciscunl.info/bonita/>

El apartado **Antes del sistema**, hace referencia a la forma tradicional de solicitar certificados académicos.

El apartado **Con el sistema**, hace referencia a solicitar un certificado académico mediante el uso del módulo.

Se ha registrado el correo del encuestado (null) al enviar este formulario.

***Obligatorio**

1. Correo *

2. 1. ¿El proceso para solicitar un certificado académico es muy extenso? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. 2. ¿La información o datos presentados (nombres, número de cédula, tipo de certificado, etc.), al momento de solicitar y recibir un certificado, es correcta? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. **3. ¿La redacción o generación de una solicitud de certificado, se realiza de manera sencilla?** *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. **4. ¿Se mantiene informado (notificado) el estudiante durante el proceso de emisión y entrega de su certificado?** *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. **5. ¿Considera que es óptimo el proceso de Solicitud y emisión de certificados académicos?** *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. **6. El tiempo que tarda un solicitante en obtener un certificado, en días laborables.** *

Marca solo un óvalo por fila.

	1 Día	2 Días	3 Días	4 Días	5 Días o más
Antes del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. 7. ¿El módulo de certificación electrónica es amigable y fácil de usar? *

Marca solo un óvalo.

- Nada de acuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Muy de acuerdo

9. 8. ¿El módulo proporciona mensajes de información y manuales de usuario que facilitan su utilización? *

Marca solo un óvalo.

- Nada de acuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Muy de acuerdo

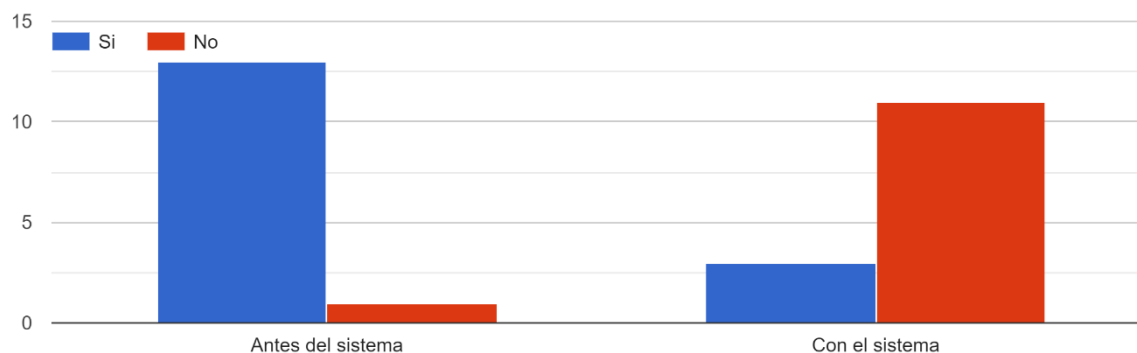
10. 9. ¿El módulo, se encuentra disponible la mayor parte del tiempo para solicitar certificados académicos? *

Marca solo un óvalo.

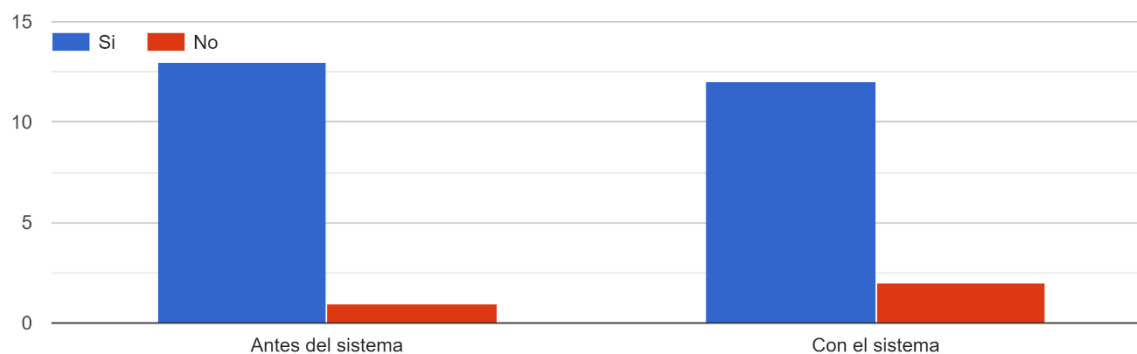
- Nada de acuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Muy de acuerdo

Anexo 11. Resultados de la encuesta

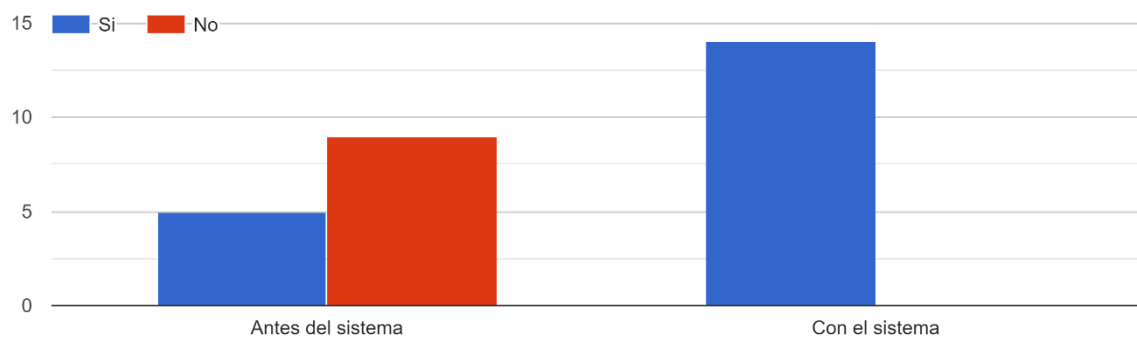
1. ¿El proceso para solicitar un certificado académico es muy extenso?



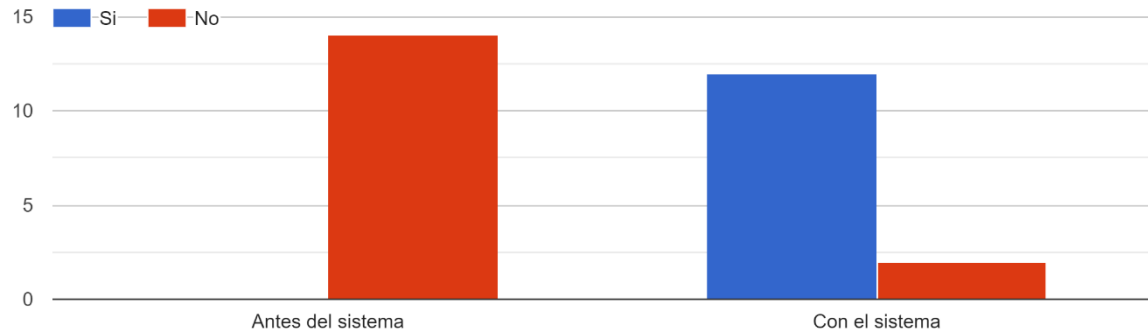
2. ¿La información o datos presentados (nombres, número de cédula, tipo de certificado, etc.), al momento de solicitar y recibir un certificado, es correcta?



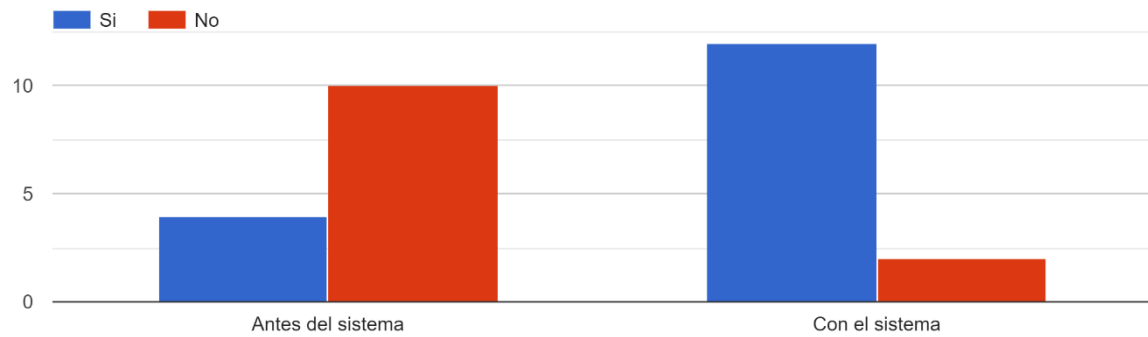
3. ¿La redacción o generación de una solicitud de certificado, se realiza de manera sencilla?



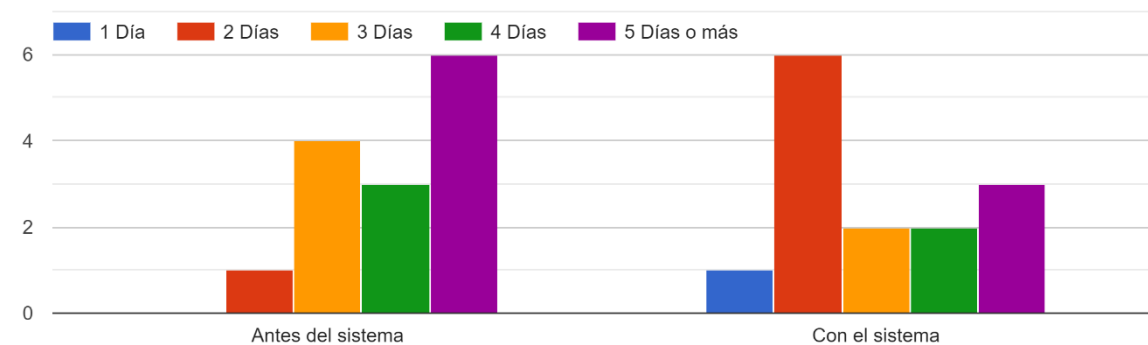
4. ¿Se mantiene informado (notificado) el estudiante durante el proceso de emisión y entrega de su certificado?



5. ¿Considera que es óptimo el proceso de Solicitud y emisión de certificados académicos?

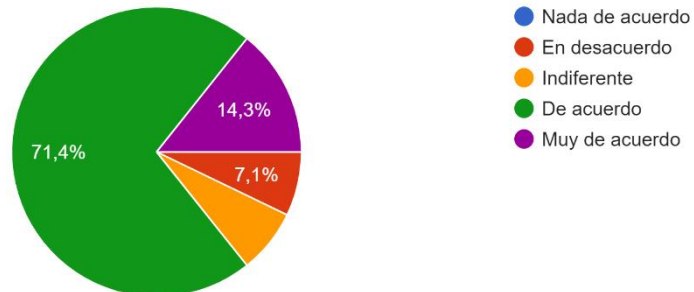


6. El tiempo que tarda un solicitante en obtener un certificado, en días laborables.



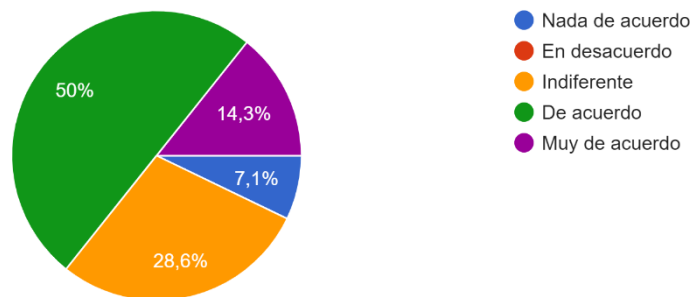
7. ¿El módulo de certificación electrónica es amigable y fácil de usar?

14 respuestas



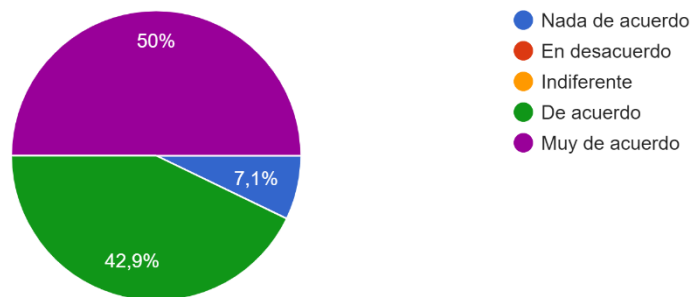
8. ¿El módulo proporciona mensajes de información y manuales de usuario que facilitan su utilización?

14 respuestas



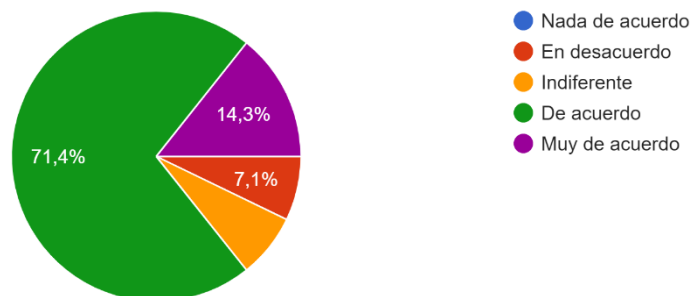
9. ¿El módulo, se encuentra disponible la mayor parte del tiempo para solicitar certificados académicos?

14 respuestas



10. En términos generales, ¿Me encuentro satisfecho con el módulo de certificación electrónica?

14 respuestas



Anexo 12. Actas

12.1. Acta de validación del proceso automatizado del Módulo de Certificación Electrónica.



ACTA DE REUNIÓN PARA VALIDACIÓN DEL PROCESO DE EMISIÓN DE CERTIFICADOS

En la Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, siendo las 3:00 pm del día viernes 08 de Enero del 2021, se realizó la reunión de los tesisistas; Raquel Lojano y Alex John Chamba con el Ing. Pablo Ordoñez, gestor académico de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, a través de la plataforma ZOOM, donde se trataron temas relacionados con el proyecto de tesis titulado, "*Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas*", con el propósito de dar cumplimiento a las actividades del primer objetivo planteado, siendo este: "*Validar el proceso de solicitud y emisión de certificados académicos en base al modelo BPMN realizado con el responsable de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.*" Para ello se llevó a cabo la siguiente agenda:

Socialización del proceso actual de emisión de certificados

La Carrera de Ingeniería en Sistema/Computación de la UNL, brinda el servicio de emisión de certificados, actualmente se lleva a cabo el proceso de forma manual. Es por esto que, para definir y entender el proceso actual, se realizaron entrevistas a la secretaria y gestor de la carrera, además de basarnos en el conocimiento empírico personal, como estudiantes y usuarios del servicio brindado dentro de la carrera.

Como resultado de la entrevista con la secretaria de la carrera, se obtuvo principalmente la siguiente información:

- Un listado inicial general de los diferentes tipos de certificados que se emiten.
- Los requisitos necesarios para solicitar un certificado,
- La verificación de los datos del solicitante y lo solicitado se realiza de forma manual con ayuda del sistema denominado SGA (Sistema de Gestión Académico).
- Todas las peticiones de carácter académico, las solicitudes van dirigidas al gestor académico de la carrera.
- Los formatos de los diferentes certificados se obtuvieron previa petición dirigida al gestor de la carrera.

En la entrevista realizada al gestor de la carrera, en primer lugar, se pudo corroborar el proceso y los datos obtenidos en la entrevista con la secretaria, dejando en claro que, todo certificado contiene dos firmas, la firma de la secretaria como quien elabora el certificado y la del gestor como quien autoriza, emite y da fe de lo escrito. En segundo lugar, manifestó que no existe una normativa que sirva como guía para solicitar, elaborar y emitir certificados y finalmente mencionó, que todas las solicitudes se deben enviar al correo de la secretaria de la carrera.



UNL

Universidad Nacional de Loja



Carrera de Ingeniería en Sistemas / Computación

A continuación, se presenta el diagrama BPMN del procedimiento actual de emisión de certificados:

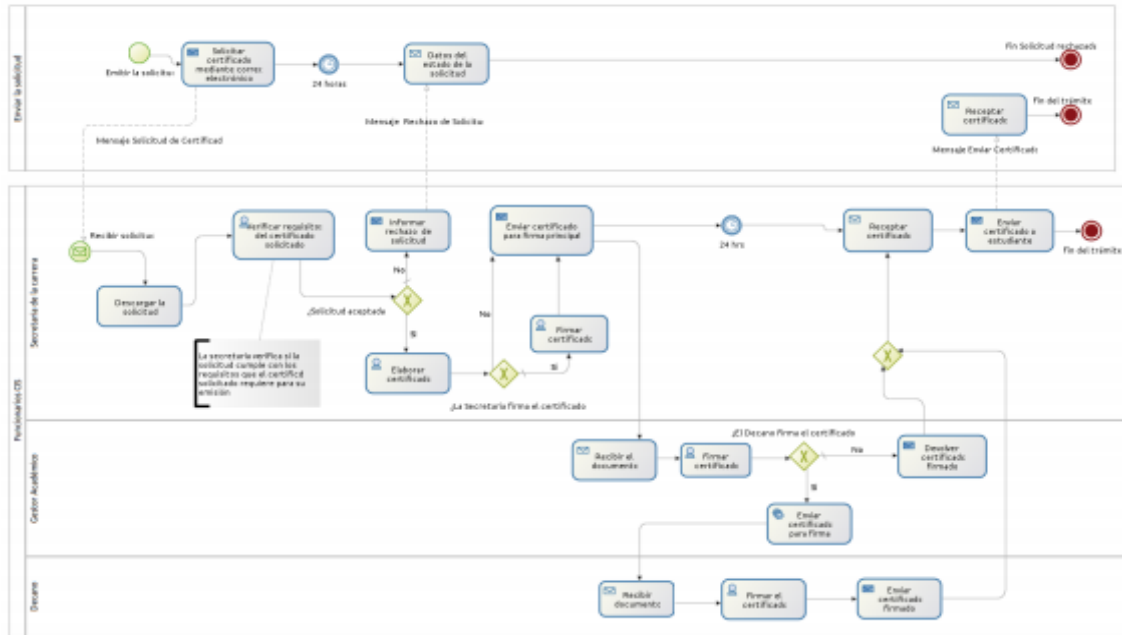


Figura 1. Proceso actual de la emisión de certificados académicos.

Socialización de la propuesta del proceso automatizado de emisión de certificados

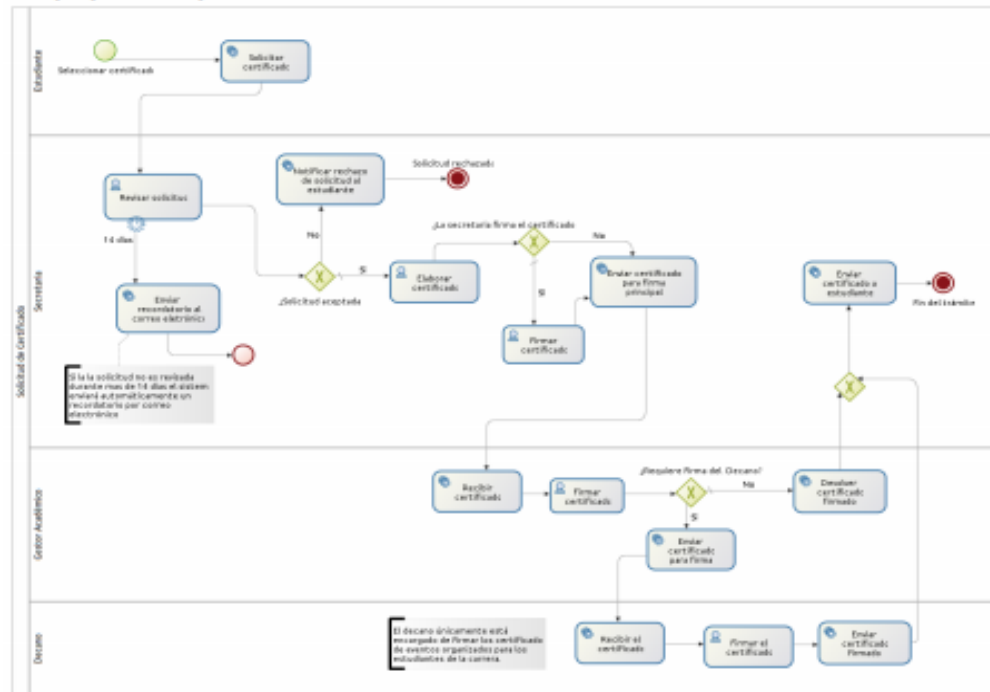


Figura 2. Modelo de proceso BPMN para automatizar la emisión de certificados académicos.



Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

El proceso indicado en la **Figura 2**, comprende las siguientes actividades:

Tabla 1. Actividades realizadas por cada rol.

Rol	Actividad	Descripción
Estudiante	Solicitar certificado	El estudiante solicita el certificado seleccionado a la secretaria de la carrera.
Secretaria de la carrera	Revisar solicitud	La secretaria revisa la solicitud y verifica si cumple con ciertos requisitos como el no adeudamiento de ningún tipo con la Universidad en caso de que el certificado solicitado lo requiera.
	Notificar rechazo de solicitud al estudiante	Si la solicitud no es aceptada se notifica al estudiante que su petición de certificado ha sido rechazada.
	Elaborar certificado	La secretaria elabora el certificado solicitado haciendo uso de formatos previamente establecidos.
	Firmar certificado	La secretaria firma electrónicamente el certificado generado previamente.
	Enviar certificado para firma principal	La secretaria envía el certificado para que el Gestor académico proceda a firmar el certificado.
	Enviar certificado al estudiante	Luego de que él o los funcionarios responsables hayan firmado el certificado la secretaria finalmente envía dicho certificado al estudiante.
Gestor académico de la carrera	Firmar certificado	El gestor académico firma el certificado de manera electrónica.
	Devolver certificado firmado	El gestor académico devuelve el certificado firmado a la secretaria
Decano de la facultad	Firmar el certificado	El decano de la facultad firma el certificado de manera electrónica.
	Enviar certificado firmado	El decano de la facultad devuelve el certificado firmado, a la secretaria de la carrera.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Observaciones del gestor de la carrera

El gestor de la carrera, acepta la presentación del diagrama en la **Figura 1**, de cómo se lleva el proceso actualmente, sin añadir observaciones.

En cuanto al proceso propuesto, la observación del director de tesis, fue que según se avance con el proyecto pueden provocarse cambios, aceptando el diagrama presentado en la **Figura 2**.

Sin más asuntos que tratar se da por terminada la reunión a las 3:30 pm, pasando a ser firmada por los tesisistas y gestor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Alex John Chamba Macas.
C.I. 1105643314
Email: alex.chamba@unl.edu.ec
Celular: 0999081750

Raquel Jenny Lojano Chavez.
C.I. 1900463702
Email: raquel.lojano@unl.edu.ec
Celular: 0999707653



Firmado digitalmente
por PABLO
FERNANDO
ORDONEZ ORDONEZ
Razón: Titulación /
Validación
Ubicación: Loja

Pablo F. Ordoñez-Ordoñez, Mg.Sc.
GESTOR DE LA CARRERA CIS/C

12.2. Acta de validación y aceptación del listado de certificados emitidos a través del Módulo de Certificación Electrónica



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE VALIDACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL LISTADO DE CERTIFICADOS EMITIDOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

En la Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, siendo las 9:00 am del día miércoles 17 de marzo de 2021, se realizó la reunión de los tesisistas; **Raquel Jenny Lojano** y **Alex John Chamba** con los administrativos de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, el **Ing. Pablo Ordoñez** gestor académico y **Lic. Elisa Beatriz Orellana Bravo**, secretaria, a través de la plataforma ZOOM, donde se trataron temas relacionados con el proyecto de tesis titulado, "*Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas*", con el propósito de validar el listado de certificados académicos emitidos desde el módulo. Para ello se llevó a cabo la siguiente agenda:

1	Presentación del listado de certificados académicos, emitidos desde el Módulo de Certificación Electrónica.
2	Observaciones de los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
3	Resolución de firmas de validación y aceptación del listado de certificados que se emiten en el MCE.

1. Presentación del listado de certificados académicos, emitidos desde el Módulo de Certificación Electrónica

El módulo solamente emite certificados académicos, cuyas solicitudes son dirigidas únicamente al gestor/director de la carrera, por lo tanto, se presentó el listado de certificados con la respectiva descripción, el/los funcionarios que firman y los requisitos necesarios para cada uno de los certificados, la información se refleja en la **Tabla I**, presentada a continuación:



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Tabla I. Certificados emitidos en el MCE.

CERTIFICADO	DESCRIPCIÓN	FIRMAS	REQUISITOS
Certificado de prácticas pre-profesionales.	-El estudiante ha cumplido las 480 horas de prácticas pre-profesionales en las áreas de: mantenimiento, redes y desarrollo de software.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS	-Solicitud con firma electrónica. -Tener 160 h de prácticas en el área de Redes. -Tener 160 h de prácticas en el área de Desarrollo. -Tener 160 h de prácticas en el área de Mantenimiento. -Adjuntar los certificados de pasantías en redes, desarrollo y mantenimiento (Opcional).
Certificado de que no debe aprobar los niveles de Computación.	-El estudiante se exonera de aprobar los niveles I y II de Computación. -Se encuentran contemplados dentro de la malla curricular de la CIS.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría de la CIS.	-Solicitud con firma electrónica. -Estar matriculado en la carrera. -Estar cursando 5to ciclo de la carrera o superiores.
Certificado de I prórroga.	-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación. -El estudiante agotó el plazo de primera prórroga sin finalizar el TT. -Este certificado es requerido para solicitar segunda prórroga.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.	-Solicitud con firma electrónica. -Agotado el plazo de primera prórroga.
Certificado de II prórroga.	-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación. -El estudiante agotó el plazo de segunda prórroga sin finalizar el TT. -Este certificado es requerido para solicitar	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.	-Solicitud con firma electrónica. - Certificado de Primera prórroga. -Agotado el plazo de segunda prórroga.



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

	certificado de prórrogas.		
Certificado de prórrogas.	-El estudiante ha culminado y aprobado el plan de estudios, excepto la opción de titulación. -El estudiante agotó el plazo de primera y segunda prórroga sin finalizar el TT. -Este certificado es requerido para solicitar acceso a la Unidad de Titulación Especial.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.	-Solicitud con firma electrónica. -Certificado de Primera prórroga. -Certificado de segunda prórroga. -Contar con la aptitud legal.
Certificado de no adeudar en la carrera	Este documento certifica que el estudiante no posee deudas por concepto de asignaturas, cursos o sus equivalentes con la CISC.	-Gestor académico de la CIS. -Secretaría CIS.	-Solicitud con firma electrónica. -Certificado de haber cumplido con el 100% de la tesis.
Certificado de eventos			
Por participación	Información de haber asistido a eventos que han sido impartidos por la carrera.	-Gestor académico de la CIS.	-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento.
Por participación y aprobación	Información de haber asistido y realizado los talleres de los eventos que han sido impartidos por la carrera.		-Haberse inscrito en el evento. -Tener como mínimo el 80% de asistencia al evento. -Tener una nota, no menor al 70% en los trabajos o exámenes realizados
Por aprobación	Información de haber aprobado a eventos que han sido impartidos por la carrera y son avalados por la facultad.	-Gestor académico de la CIS. - Decano de la FEIRNNR.	-Haberse inscrito en el evento. -Tener una nota, no menor al 70% en trabajos o exámenes realizados



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

2. Observaciones de los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Los administrativos de la carrera, que a su vez hacen de clientes, aceptan el listado de certificados académicos emitidos en el módulo de Certificación Electrónica, sin añadir observaciones.

3. Resolución de firmas de validación y aceptación del listado de certificados que se emiten en el MCE.

Sin más asuntos que tratar se da por terminada la reunión a las 11:30 am, pasando a ser firmada por el gestor y la secretaria de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

- **Firma de los administrativos**



ELISA BEATRIZ
ORELLANA
BRAVO

Administrativo: Secretaria
Elisa Beatriz Orellana Bravo



PABLO FERNANDO
ORDONEZ ORDONEZ

Administrativo: Gestor/Director
Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc

12.3. Acta de validación y aceptación del plan de implantación



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE VALIDACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

En la Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, el día martes 08 de junio de 2021, se realizó la reunión de los tesisistas; **Raquel Jenny Lojano** y **Alex John Chamba** con el **Ing. Pablo Ordoñez** gestor académico de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, a través de la plataforma ZOOM, con el propósito de validar el plan de implantación del módulo de certificación electrónica, del tema de tesis denominado “**Módulo para la certificación electrónica en la carrera de Ingeniería en Sistemas**”. Para ello se llevó a cabo la siguiente agenda:

1	Socialización del plan de implantación del Módulo de certificación electrónica.
2	Validación y aceptación del plan de implantación del MCE.

1. Socialización del plan de implantación del Módulo de Certificación Electrónica

Fase 1. Iniciación y organización

1.1 Consolidación del comité de proyecto

Se consolida el equipo de trabajo del proyecto que contempla los siguientes actores: Director de TT, Autores del TT, Dirección de la carrera, Secretaria de la carrera y Estudiantes.

1.2 Elaboración del cronograma.

Se establece un cronograma para la distribución del tiempo en cuanto a las actividades que se deben realizar.

Fase 2. Ejecución

2.1 Instalación y configuración del módulo

Se procede a la instalación y configuración del módulo desarrollado en un entorno de desarrollo y la elaboración de los manuales de instalación del MCE.

2.2 Ejecución de pruebas

Se realizan pruebas del módulo desarrollado con usuarios de prueba, además del uso de una lista de verificación.



UNL

Universidad Nacional de Loja



Carrera de Ingeniería en Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

2.3 Documentación

Se procede a la elaboración de los manuales de usuario para el correcto uso del MCE, dichos manuales contemplan: Dirección de la Carrera, Secretaría de la carrera, Estudiantes y Administrador.

Fase 3. Arranque del sistema y cierre.

3.1 Carga de datos en el entorno real

Se prepara el entorno de producción de acuerdo al entorno de desarrollo, para proceder al despliegue del MCE.

3.2 Puesta en marcha

Se concede las credenciales de acceso al servidor de Bonita, a los usuarios del MCE: usuario técnico, administrador del sistema.

3.3 Ejecución de pruebas

Se efectúan las pruebas del módulo, donde se verifica que cumpla su funcionalidad y que el despliegue se haya realizado correctamente.

2. Validación y aceptación del plan de implantación del MCE.

Después de ser revisado el plan de implantación por el Gestor Académico de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación y aclarando algunas dudas en relación con el tema, se procedió a validar y aceptar el plan propuesto.

- Firma de validación



Firma autografiada por:
PABLO FERNANDO
ORDOÑEZ ORDOÑEZ

Administrativo: Gestor/Director

Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc



Firma autografiada por:
ALEX JOHN
CHAMBA

Estudiante

Alex J. Chamba Macas



Firma autografiada por:
RAQUEL JENNY
LOJANO CHAVEZ

Estudiante

Raquel J. Lozano Chavez

12.4. Acta de capacitación para el manejo del Módulo de Certificación Electrónica: Director.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE CAPACITACIÓN PARA EL MANEJO DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Loja, con fecha, miércoles 02 de marzo de 2022, a las 15 h, se realizó la reunión con el director/gestor de la Carrera Ing. **Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.**, administrativo de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, mediante la plataforma ZOOM en la cual se trataron puntos relacionados con el tema de tesis denominado “**Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación**” en la línea de investigación: desarrollo de software y que ha sido presentada por los estudiantes **Alex J. Chamba Macas** y **Raquel J. Lojano Chavez**, a fin de dar la respectiva explicación del manejo del módulo, se realizó la capacitación en un ambiente de desarrollo, en la plataforma Google Cloud, para lo cual se cumplió la siguiente agenda:

II. AGENDA

1	Explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Aclaración de dudas, presentadas durante la explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Firma de constancia de capacitación acerca del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

III. DESARROLLO

1. Explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se realizó una explicación del manejo total del módulo, a al director/gestor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, mediante la ejecución de dos procesos de solicitud de certificados, señalando cada una de las tareas que debe realizar de acuerdo a sus funciones.



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Tabla 1. Tareas realizadas por el director/gestor

Administrativo	Tarea
Gestor/Coordinador académico de la Carrera	Firmar certificado

Así mismo, como complemento de la capacitación, se ejecutó una demostración de la creación de nuevos certificados y eventos académicos.

2. Aclaración de dudas, presentadas durante la explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se dio paso al director/gestor, para que expresen cualquier duda o vacío en cuanto al uso del módulo, las cuales fueron esclarecidas con éxito.

3. Firmas de constancia de capacitación acerca del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se procede a firmar el acta por parte del administrativo, quedando constancia de su capacitación.

- **Firma del administrativo: director/gestor**



PARLO FERNANDO
ORDONEZ ORDONEZ

Gestor/Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas y Computación

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez, Mg.Sc.

12.5. Acta de capacitación para el manejo del Módulo de Certificación Electrónica: Secretaria.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE CAPACITACIÓN PARA EL MANEJO DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Loja, con fecha, viernes 11 de marzo de 2022, a las 16 h, se realizó la reunión con la Secretaria, **Lic. Elisa Beatriz Orellana Bravo**, administrativo de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, mediante la plataforma ZOOM en la cual se trataron puntos relacionados con el tema de tesis denominado "**Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación**" en la línea de investigación: desarrollo de software y que ha sido presentada por los estudiantes **Alex J. Chamba Macas** y **Raquel J. Lojano Chavez**, a fin de dar la respectiva explicación del manejo del módulo, se realizó la capacitación en un ambiente de desarrollo, en la plataforma Google Cloud, para lo cual se cumplió la siguiente agenda:

II. AGENDA

1	Explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Aclaración de dudas, presentadas durante la explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Firma de constancia de capacitación acerca del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

III. DESARROLLO

1. Explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se realizó una explicación del manejo total del módulo, a la secretaria de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, mediante la ejecución de dos procesos de solicitud de certificados, señalando cada una de las tareas que debe realizar de acuerdo a sus funciones.



UNL

Universidad Nacional de Loja



Carrera de Ingeniería en Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Tabla I. Tareas realizadas por la secretaria

Administrativo	Tarea
Secretaria de la Carrera	Revisar solicitud
	Generar certificado
	Ver certificado generado
	Firmar certificado
	Enviar certificado al estudiante

Así mismo, como complemento de la capacitación, se ejecutó una demostración de la creación de nuevos certificados y eventos académicos.

2. Aclaración de dudas, presentadas durante la explicación del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se dio paso a la secretaria, para que expresen cualquier duda o vacío en cuanto al uso del módulo, las cuales fueron esclarecidas con éxito.

3. Firma de constancia de capacitación acerca del manejo del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Se procede a firmar el acta por parte del administrativo, quedando constancia de su capacitación.

- **Firma del administrativo: secretaria**



ELISA BEATRIZ ORELLANA BRAVO

Administrativo: Secretaría
Eliza Beatriz Orellana Bravo

12.6. Acta de validación de pruebas del MCE



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE VALIDACIÓN DE PRUEBAS PARA EL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Loja, con fecha viernes 18 de marzo de 2022, a las 15h30, se realizó la reunión con la Secretaria de la Carrera, **Elisa Beatriz Orellana Bravo** e **Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc.**, administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, a través de la plataforma ZOOM, en la cual se trataron puntos relacionados con el tema de tesis denominado “**Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación**” en la línea de investigación: desarrollo de software y que ha sido presentada por los estudiantes **Alex J. Chamba Macas** y **Raquel J. Lojano Chavez**, a fin de dar la aprobación para la ejecución de pruebas del módulo en un ambiente real en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, para lo cual se cumplió la siguiente agenda:

II. AGENDA

1	Validación de las pruebas del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Resolución de firmas de aprobación de pruebas para el Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

III. DESARROLLO

1. **Validación de las pruebas del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.**



Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Se realizó la validación de las pruebas de acuerdo al flujo BPMN contenida en la Figura 1 del presente documento, con los administrativos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Nro.	Parámetro	Si	No
1	El módulo funciona con rapidez suficiente para que el usuario lleve a cabo sus tareas de forma eficiente.	✓	
2	El módulo permite autenticarse utilizando usuario y contraseña.	✓	
3	El módulo cuenta con gestión de cuentas de usuario y control de acceso al sistema de acuerdo al rol.	✓	
4	El módulo permite solicitar certificados académicos con firma electrónica.	✓	
5	El módulo permite generar certificados académicos a partir de plantillas establecidas.	✓	
6	El módulo permite crear nuevos certificados.	✓	
7	El módulo permite firmar los certificados, mediante firma electrónica, a los diferentes funcionarios.	✓	
8	El módulo envía recordatorio de tareas pendientes a los administrativos (secretaría y gestor) al correo, cuando existen solicitudes que no han sido atendidas o certificados que no hayan sido firmadas.	✓	
9	El módulo funciona correctamente al momento de interactuar con otras aplicaciones. <ul style="list-style-type: none">• FirmaEC• Correo electrónico.	✓	
10	El módulo permite enviar los certificados académicos solicitados al correo del solicitante.	✓	
11	El módulo permite cancelar solicitudes de certificados.	✓	
12	El módulo es de fácil manejo, teniendo un periodo de capacitación.	✓	
13	El usuario se siente satisfecho sobre el módulo en general.	✓	



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

El proceso indicado en la **Figura 1**, comprende las siguientes actividades:

Tabla 1. Descripción de Tareas del Módulo de Certificación Electrónica

Rol	Actividad	Tipo	Descripción
Estudiante	Solicitar certificado	Humano	El estudiante solicita el certificado seleccionado a la secretaria de la carrera.
	Elaborar certificado	Script	El estudiante elabora la solicitud haciendo uso de formatos previamente establecidos.
	Firmar solicitud	Humano	El estudiante firma electrónicamente la solicitud generada previamente.
	Enviar solicitud	Humano	El estudiante envía la solicitud firmada a la secretaria.
Secretaria de la Carrera	Revisar solicitud	Humano	La secretaria revisa la solicitud y verifica si cumple con ciertos requisitos como el no adeudamiento de ningún tipo con la Universidad en caso de que el certificado solicitado lo requiera.
	Notificar rechazo o aceptación de solicitud al estudiante	Script	Si la solicitud no es aceptada, se notifica al estudiante que su petición de certificado ha sido rechazada.
	Elaborar certificado	Script	La secretaria elabora el certificado solicitado haciendo uso de formatos previamente establecidos.
	Firmar certificado	Humano	La secretaria firma electrónicamente el certificado generado previamente.
	Enviar certificado para firma principal	Humano	La secretaria envía el certificado para que el Gestor académico proceda a firmar el certificado.
	Enviar certificado al estudiante	Humano	Luego de que él o los funcionarios responsables hayan firmado el certificado, la secretaria finalmente envía dicho certificado al estudiante.



UNL

Universidad Nacional de Loja



Carrera de Ingeniería en Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Gestor/Director de la Carrera	Firmar certificado	Humano	El gestor académico firma el certificado de manera electrónica.
	Enviar certificado firmado	Humano	El gestor académico envía el certificado firmado a la secretaria o decano.
Decano de la FEIRNNR	Firmar el certificado	Humano	El decano de la facultad firma el certificado de manera electrónica.
	Enviar certificado firmado	Humano	El decano de la facultad devuelve el certificado firmado, a la secretaria de la carrera.

2. Resolución de firmas de aprobación de pruebas del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.

Al finalizar la reunión se llegó a un acuerdo de ejecución de pruebas en un entorno real con los administrativos de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación para el proceso de certificación electrónica, procediendo a firmar el acta como constancia de aprobación.

▪ **Firma de los administrativos**



ELISA BEATRIZ ORELLANA BRAVO

Administrativo: Secretaria
Elisa Beatriz Orellana Bravo



PABLO FERNANDO ORDOÑEZ ORDOÑEZ

Administrativo: Gestor/Director
Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc

▪ **Firma de los Estudiantes**



ALEX JOHN CHAMBA

Estudiante
Alex J. Chamba Macas



RAQUEL JENNY LOJANO CHAVEZ

Estudiante
Raquel J. Lozano Chavez

12.7. Acta de validación del MCE



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE VALIDACIÓN DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Loja, con fecha lunes 21 de marzo de 2022, se realizó la reunión a través de la plataforma ZOOM, con el **Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordóñez Mg.Sc.**, Gestor Académico de la Carrera de Ingeniería en Sistemas y Computación, a fin de presentar el funcionamiento del módulo desarrollado en el Trabajo de Titulación denominado, “**Módulo para la certificación electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación**” en la línea de investigación: desarrollo de software y que ha sido presentada por los estudiantes **Alex J. Chamba Macas** y **Raquel J. Lojano Chavez**, en la cual se estableció los siguientes acuerdos:

II. ACUERDOS

1	El módulo para la certificación electrónica refleja el proceso que lleva actualmente la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL.
2	El módulo para la certificación electrónica cumple con las principales funcionalidades para la automatización del proceso en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL.
3	El módulo para la certificación electrónica cumplió de manera exitosa las pruebas llevadas a cabo durante la reunión de presentación.
4	El módulo desarrollado optimiza el proceso de emisión de certificados de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL en comparación a la forma en la que actualmente se realiza.

III. FIRMA

El Gestor Académico de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación revisó el MCE y prosiguió a validar su funcionalidad según los acuerdos descritos anteriormente, que dando como constancia que, al firmar la presente acta, confirma que todos los acuerdos establecidos son legítimos y se encuentran conformes a la realidad.



PABLO FERNANDO
ORDÓÑEZ ORDÓÑEZ

Gestor/Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas y Computación
Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordóñez Mg.Sc.

12.8. Acta de entrega y recepción del MCE



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Loja, con fecha miércoles 16 de febrero de 2022, a las 15h30, se realizó la reunión con el director/gestor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, **Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc.**, a través de la plataforma ZOOM, en la cual se trataron puntos relacionados con el tema de tesis denominado **“Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación”** en la línea de investigación: desarrollo de software y que ha sido presentada por los estudiantes **Alex J. Chamba Macas** y **Raquel J. Lojano Chavez**, a fin de realizar la entrega del módulo implantado, para lo cual se cumplió la siguiente agenda:

II. AGENDA

1	Entrega y recepción del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
2	Resolución de firmas de entrega y recepción.

III. DESARROLLO

1. Entrega y recepción del Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación

Para la entrega del módulo implantado en el entorno de producción se considera los siguientes aspectos:

Entrega de documentación: Manuales técnicos de instalación y de usuario.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Se hace entrega de los manuales técnicos, es decir, los manuales de instalación del módulo de certificación electrónica y los manuales de usuario correspondientes a la secretaria, gestor/director, estudiantes y administrador del módulo, estos se pueden visualizar en el siguiente enlace: <https://cutt.lj/5LcHRRp>

Entrega de código fuente

Se realiza la entrega del código fuente del módulo de certificación electrónica, contenido en el repositorio de la Universidad Nacional de Loja, al cual se puede acceder mediante en siguiente enlace: <https://github.com/Computacion-UNL/certificaciones>

2. Resolución de firmas de entrega y recepción

Sin más asuntos que tratar, se procede a firmar el acta de entrega y recepción del módulo implantado.

- **Firma de receptor**



PABLO FERNANDO
ORDOÑEZ ORDOÑEZ

Administrativo: Gestor/Director

Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc

- **Firmas de entrega**



ALEX JOHN
CHAMBA

Estudiante

Alex J. Chamba Macas



RAQUEL JENNY
LOJANO CHAVEZ

Estudiante

Raquel J. Lozano Chavez

Anexo 13. Manuales para la instalación del MCE, en el entorno y ejecución de Bonita

13.1. Manual de implementación de módulos de FirmaEC.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**MANUAL DE USUARIO
IMPLEMENTACIÓN DE
FIRMAEC**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[INSTRUCTIVO]

Manual de implementación de módulos de FirmaEC.

Versión 1.3

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Mayo 2021
Loja - Ecuador

072-54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
IMPLEMENTACIÓN DE
FIRMAEC



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	23/02/2021	Alex John Camba Macas	Versión inicial.
1.1	14/03/2021	Alex John Camba Macas	Se agregó los requisitos de hardware y software.
1.2	25/03/2021	Alex John Camba Macas	Se actualizó la versión de los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Postgresql. • Servidor de aplicaciones Wildfly.
1.3	05/05/2021	Raquel Jenny Lozano Chavez	Se aplica el formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
IMPLEMENTACIÓN DE
FIRMAEC



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
REQUISITOS	4
Requisitos de hardware.....	4
Requisitos de Software.....	4
DESPLIEGUE	5
Configurar servidor de aplicaciones Wildfly.....	5
Configuración de la base de datos con Postgresql 12.....	6
Despliegue de los servicios Web.....	8
Instalación del aplicativo FirmaEC en el equipo del usuario final.....	9
Invocación de servicio firma digital FirmaEC.....	9
Ejecución de la aplicación del lado del cliente.....	9
Respuesta de FirmaEC a sistema requeriente.....	9
API REST	10
Definición de API REST.....	10
Aplicación del lado del cliente.....	11
Especificación de parámetros.....	11
GLOSARIO DE TERMINOS	12

13.2. Manual de instalación de procesos y recursos en Bonita Portal.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
INSTALACIÓN EN EL
PORTAL BONITA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[INSTRUCTIVO]

Manual de instalación de procesos y recursos en Bonita Portal

Versión 1.2

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez ~~Ordoñez~~ Mg. Sc.

Enero 2022
Loja - Ecuador

072-54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
INSTALACIÓN EN EL
PORTAL BONITA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	18/03/2021	Alex John Camba Macas	Versión inicial.
1.1	29/04/2021	Alex John Camba Macas	Se agregó la importación del descriptor de aplicaciones y se elimina la importación de layouts.
1.2	10/01/2022	Raquel Jenny Lojano Chavez	Se aplica el formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
INSTALACIÓN EN EL
PORTAL BONITA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
BONITA STUDIO	4
PORTAL DE BONITA (PERFIL USUARIO TÉCNICO)	8
Como usuario técnico	8
PORTAL BONITA (PERFIL DE USUARIO)	19
GLOSARIO DE TERMINOS	21

13.3. Manual de instalación de Bonita Tomcat.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE
INSTALACIÓN Y
CONFIGURACIÓN DE
BONITA TOMCAT



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[INSTRUCTIVO]

Manual de instalación de Bonita Tomcat.

Versión 1.1

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Abril 2021
Loja - Ecuador

072 -54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE
INSTALACIÓN Y
CONFIGURACIÓN DE
BONITA TOMCAT



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	23/02/2021	Alex John Camba Macas	Versión inicial.
1.1	11/04/2021	Raquel Jenny Lozano Chavez	Se aplica el formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE
INSTALACIÓN Y
CONFIGURACIÓN DE
BONITA TOMCAT



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
REQUISITOS	4
Requisitos de hardware.....	4
Requisitos de Software.....	4
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE POSTGRESQL	5
Instalación de Postgresql 11.....	5
Crear bases de datos y usuarios en Postgresql para Bonita.....	5
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE BONITA TOMCAT	7
Instalación de Bonita Tomcat.....	7
Configuración de Bonita Tomcat.....	7
GLOSARIO DE TERMINOS	11

13.4. Manual de instalación de Bonita Tomcat e Implementación de Servicios Web de FirmaEC con Docker.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE
INSTALACIÓN DE
BONITA RUNTIME Y
SERVICIOS WEB DE
FIRMAEC CON
DOCKER



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[INSTRUCTIVO]

Manual de instalación de Bonita Tomcat e Implementación de Servicios Web de FirmaEC con Docker.

Versión 1.1

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez/Mg. Sc.

Abril 2021
Loja - Ecuador

072 -54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**MANUAL DE
INSTALACIÓN DE
BONITA RUNTIME Y
SERVICIOS WEB DE
FIRMAEC CON
DOCKER**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	23/02/2021	Alex John Camba Macas	Versión inicial.
1.1	04/04/2021	Raquel Jenny Lozano Chavez	Se aplica el formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**MANUAL DE
INSTALACIÓN DE
BONITA RUNTIME Y
SERVICIOS WEB DE
FIRMAEC CON
DOCKER**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
Requisitos de hardware	4
Requisitos de Software	4
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE DOCKER	4
Instalación de Docker en CentOS 7	4
Instalación de Docker Compose V2 en CentOS 7	6
Ejecución de servicios Web para Firma Digital	6
BONITA	9
Ejecución de servicios de Bonita Runtime	9
GLOSARIO DE TERMINOS	12

Anexo 14. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Director/Gestor.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[ADMINISTRATIVOS]

Manual para el manejo del módulo de Certificación Electrónica: Director/Gestor.

Versión 1.2

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Febrero 2022
Loja - Ecuador

072 -54 7252 Ext.125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

**CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	19/03/2021	Alex John Camba Macas y Raquel Jenny Lojano Chavez	Documento inicial
1.1	22/05/2021	Raquel Jenny Lojano Chavez	Modificación de vistas
1.2	05/02/2022		Se aplica el formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA	4
3.1. PRERREQUISITOS	4
4. EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	5
4.1. INICIO DE SESIÓN EN LA PLATAFORMA	5
4.1.1. Apartado Tareas	8
4.1.2. Apartado Casos	10
4.1.3. Apartado Procesos	10
5. FIRMAR CERTIFICADO	11
6. CREAR o EDITAR CERTIFICADO	18
6.1. Eventos académicos	18
6.1.1. Crear un evento académico	18
6.1.2. Modificar un evento académico	20
6.2. Certificados académicos	21
6.2.1. Crear certificado académico	21
6.2.2. Modificar certificado académico	23
6.3. Prerrequisito	25
6.3.1. Crear un prerrequisito	25
6.3.2. Modificar un prerrequisito	27

Anexo 15. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Secretaria



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[ADMINISTRATIVOS]

Manual para el manejo del módulo de Certificación Electrónica: Secretaria.

Versión 1.2

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Enero 2022
Loja - Ecuador

072 -54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	19/03/2021	Alex John Camba Macas y Raquel Jenny Lojano Chavez	Documento inicial
1.1	11/07/2021	Raquel Jenny Lojano Chavez	Modificación de vistas
1.2	09/01/2022	Raquel Jenny Lojano Chavez	Se aplica formato institucional a todo el documento



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA	4
3.1. PRERREQUISITOS	4
4. EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	5
4.1. INICIO DE SESIÓN EN LA PLATAFORMA	5
4.1.1. Apartado Tareas	8
4.1.2. Apartado Casos	10
4.1.3. Apartado Procesos	11
5. EMITIR CERTIFICADO	12
6. FIRMAR CERTIFICADO	18
7. CREAR o EDITAR CERTIFICADO	28
7.1. Eventos académicos	28
7.1.1. Crear un evento académico	28
7.1.2. Modificar un evento académico	28
7.2. Certificados académicos	29
7.2.1. Crear un certificado académico	29
7.2.2. Modificar un certificado académico	31
7.3. Prerrequisitos	33
7.3.1. Crear un prerrequisito	33
7.3.2. Modificar un prerrequisito	33

Anexo 16. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Estudiantes



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[ESTUDIANTES]

Manual para el manejo del módulo de Certificación Electrónica: Estudiantes.

Versión 1.2

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Junio 2021
Loja - Ecuador

072-54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia · Loja · Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción
1.0	19/03/2021	Raquel Jenny Lojano Chavez	Documento inicial
1.1	23/06/2021	Raquel Jenny Lojano Chavez	Actualización de vistas
1.2	13/12/2021	Raquel Jenny Lojano Chavez	Se aplica formato institucional a todo el documento.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

CERTIFICACIÓN
ELECTRÓNICA



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. MÓDULO DE CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA	4
3.1. PRERREQUISITOS	4
4. EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	5
4.1. INICIO DE SESIÓN EN LA PLATAFORMA	5
4.1.1. Apartado Tareas.....	8
4.1.2. Apartado Casos.....	9
4.1.3. Apartado Procesos.....	10
5. PROCESO: SOLICITAR CERTIFICADO	11
5.1. Firmar solicitud.....	16
5.1.1. Opción 1: Firmar solicitud desde el MCE.....	16
5.1.2. Opción 2: Descargar solicitud y firmar.....	21
5.2. Cargar documentos adicionales.....	23
6. PROCESO: CANCELAR SOLICITUD DE CERTIFICADO	26

Anexo 17. Manual de Usuario para el manejo del MCE: Administrador.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

**MANUAL DE USUARIO
PARA ADMINISTRAR
EL MCE**



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

[INSRUCTIVO]

Manual de uso del Módulo de Certificación Electrónica: Administrador.

Versión 1.2

Elaborado por:

*Alex John Camba Macas
Raquel Jenny Lojano Chavez*

Revisado por:

Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez Mg. Sc.

Marzo 2022
Loja - Ecuador

072-54 7252 Ext. 125
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa",
Casilla letra "S", Sector La Argelia - Loja - Ecuador



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
PARA ADMINISTRAR
EL MCE



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

HISTORIAL DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Responsable	Descripción de la modificación
1.0	16/02/2022	Raquel Jenny Lojano Chavez	Versión inicial.
1.1	28/02/2022	Raquel Jenny Lojano Chavez	Se aplica formato institucional a todo el documento.
1.2	18/03/2022	Raquel Jenny Lojano Chavez	Se agrega la configuración de parámetros



unl

Universidad
Nacional
de Loja

MANUAL DE USUARIO
PARA ADMINISTRAR
EL MCE



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. EXPLICACIÓN DE CAMBIO DE FUNCIONARIO	4
2.1. Crear Usuario	6
2.2. Agregar perfil	9
2.3. Añadir membresía	12
2.3.1. Membresía de secretaría.....	13
2.3.2. Membresía de coordinación.....	16
2.3.3. Membresía de decanato.....	18
2.4. Eliminar membresía	20
2.5. Actualizar cédula (funcionario)	25
2.6. Modificar correo (funcionario)	27
2.7. Configuración de parámetros del MCE	30

Anexo 18. Pruebas de Navegador.

Con el propósito de verificar el funcionamiento y compatibilidad del módulo en diferentes navegadores, se procede a realizar las pruebas entre navegadores (Cross Browser Testing, en inglés), puesto que, cada navegador interpreta la información de forma diferente de la página web, además de que, los usuarios no deben estar restringidos al uso de un determinado navegador.

Las pruebas de compatibilidad se proceden a realizar en Chrome, Firefox y Edge, debido a que son los principales navegadores más usados de escritorio (Ver **Figura A6 1**), entre noviembre de 2019 a enero de 2022, datos obtenidos de NET MARKETSHARE [53].

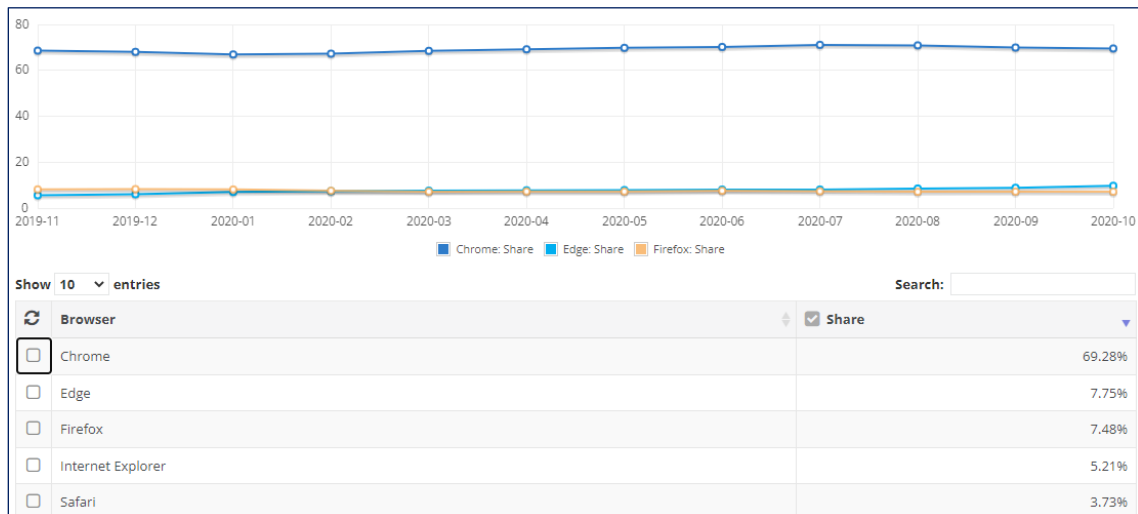


Figura A16 1. Estadística de uso de navegadores de escritorio, noviembre 2019 a febrero 2022

1. A continuación, se muestra la vista principal, una vez se ingresa al módulo, donde se puede notar que existen pequeños cambios en el color del texto, fuente, entre otros, sin embargo, funciona correctamente y sin distorsionarse en cuanto a la presentación.

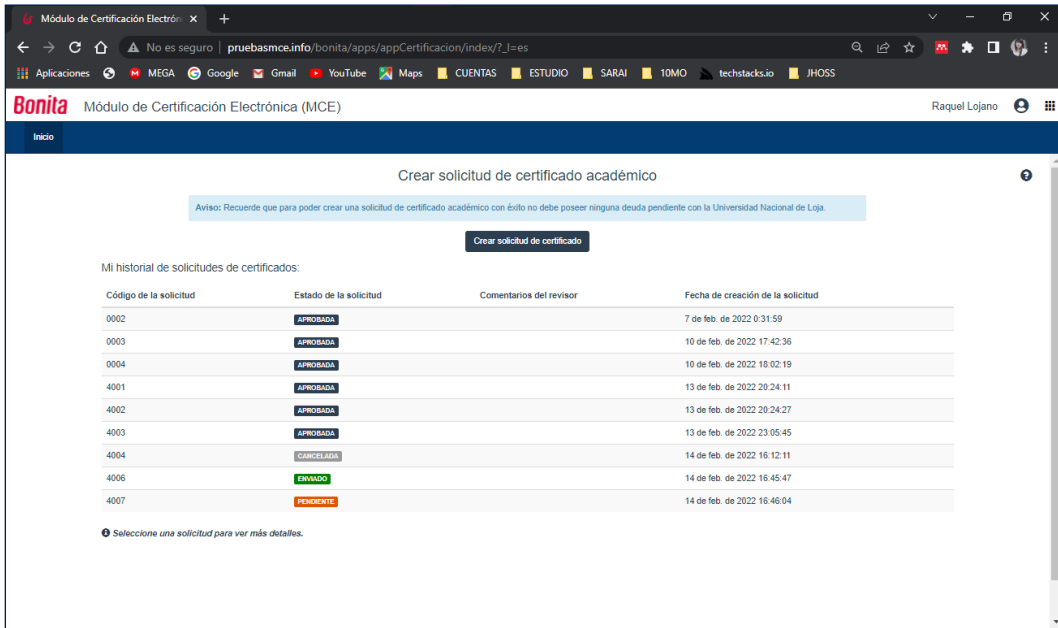


Figura A16 2. Navegador Chrome: Vista principal del Módulo de Certificación Electrónica

2. Se procedió a verificar la vista del calendario, utilizado en el formulario de **elaborar certificado**.

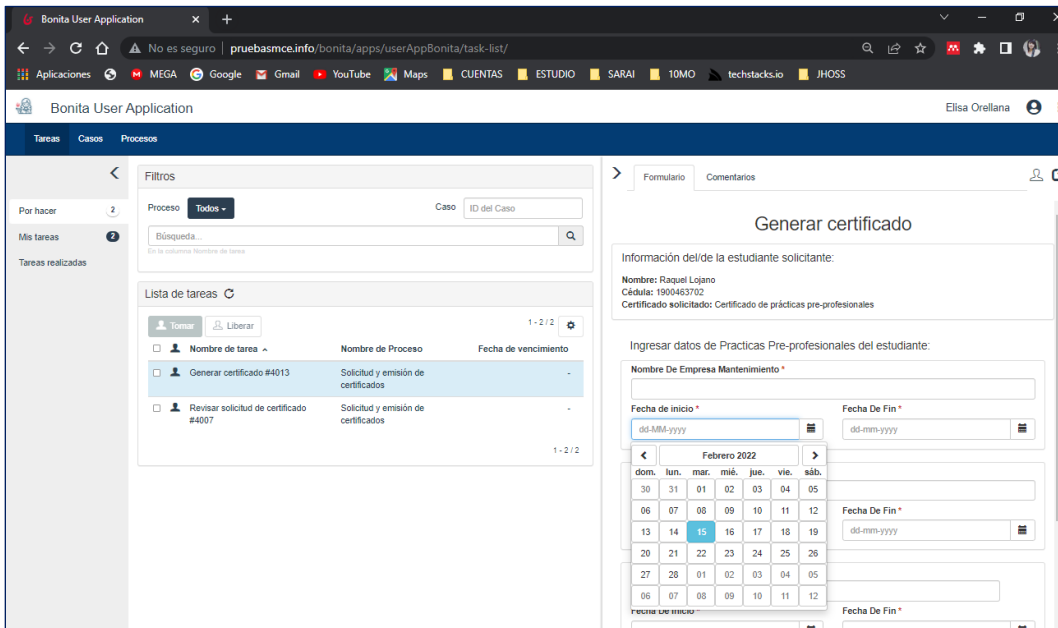


Figura A16 3. Navegador Chrome: Vista del calendario

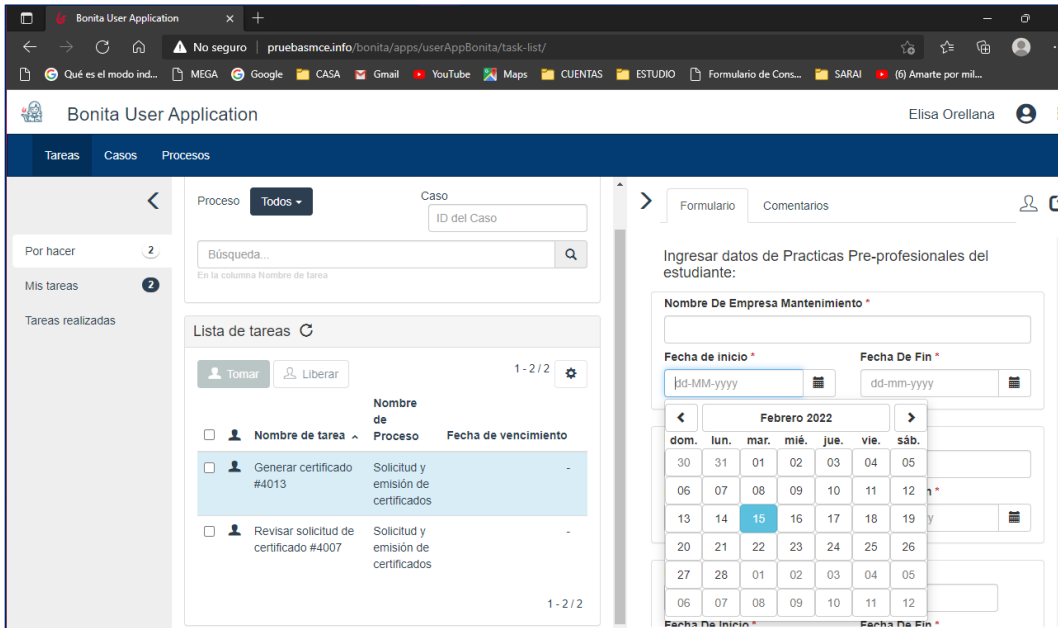


Figura A16 4. Navegador Edge: Vista del calendario

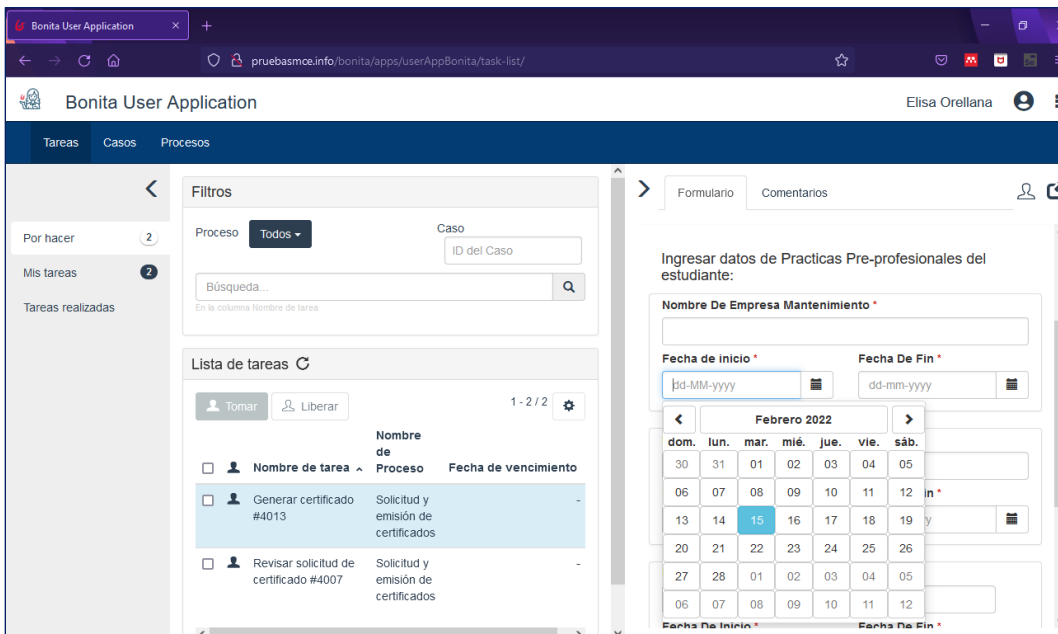


Figura A16 5. Navegador Firefox: Vista del calendario

3. Firma de certificado, se procedió a verificar como se presenta la vista, al llamar la aplicación FirmaEC.

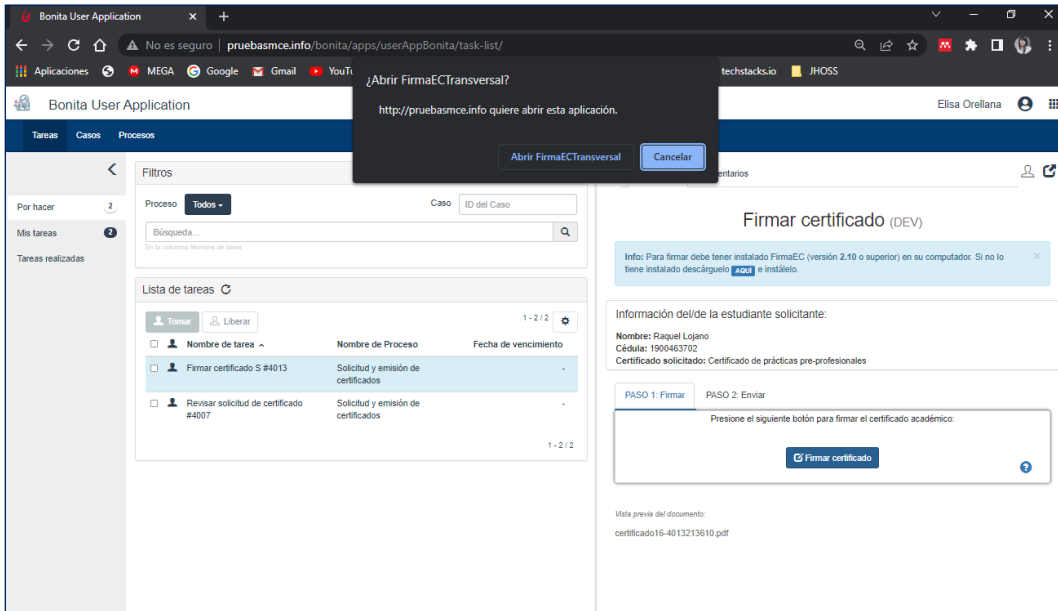


Figura A16 6. Navegador Chrome: Llamado a FirmaEC

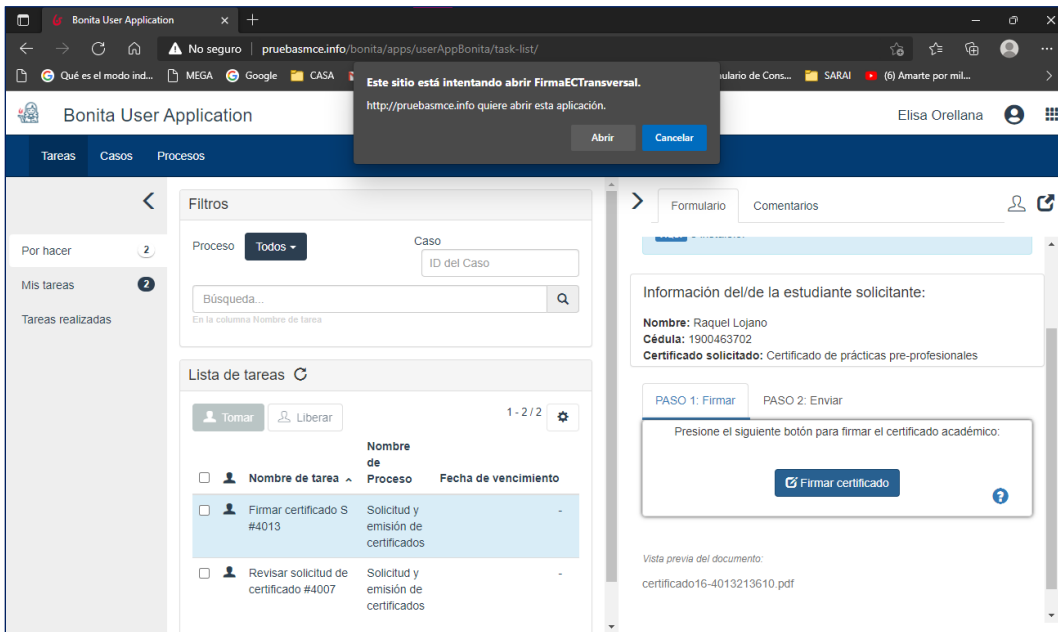


Figura A16 7. Navegador Edge: Llamado a FirmaEC

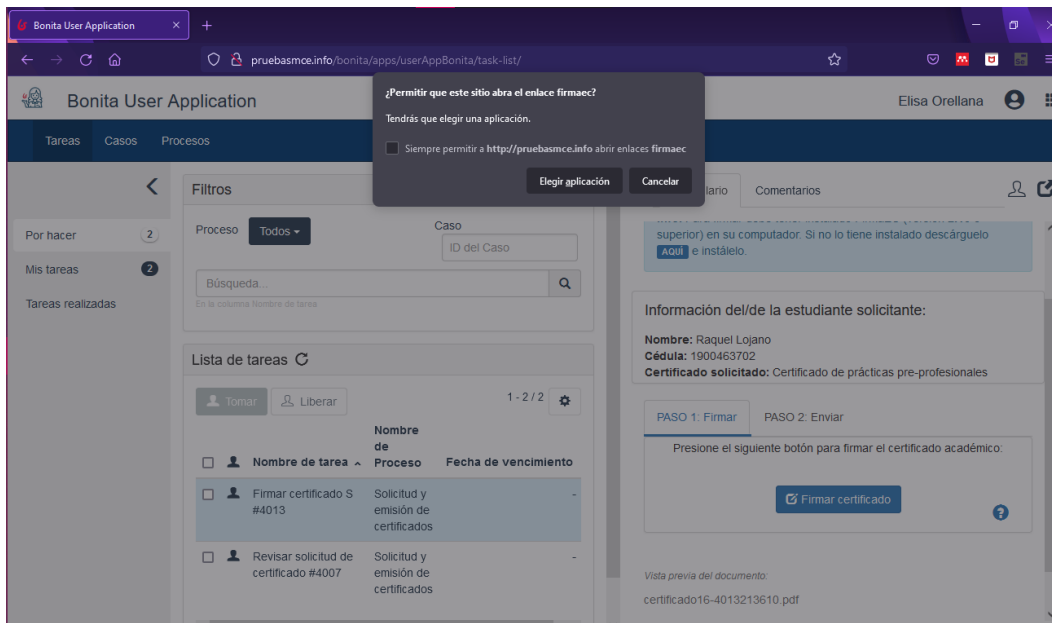


Figura A16 8. Navegador Firefox: Llamado a FirmaEC

4. Vista del certificado generado.

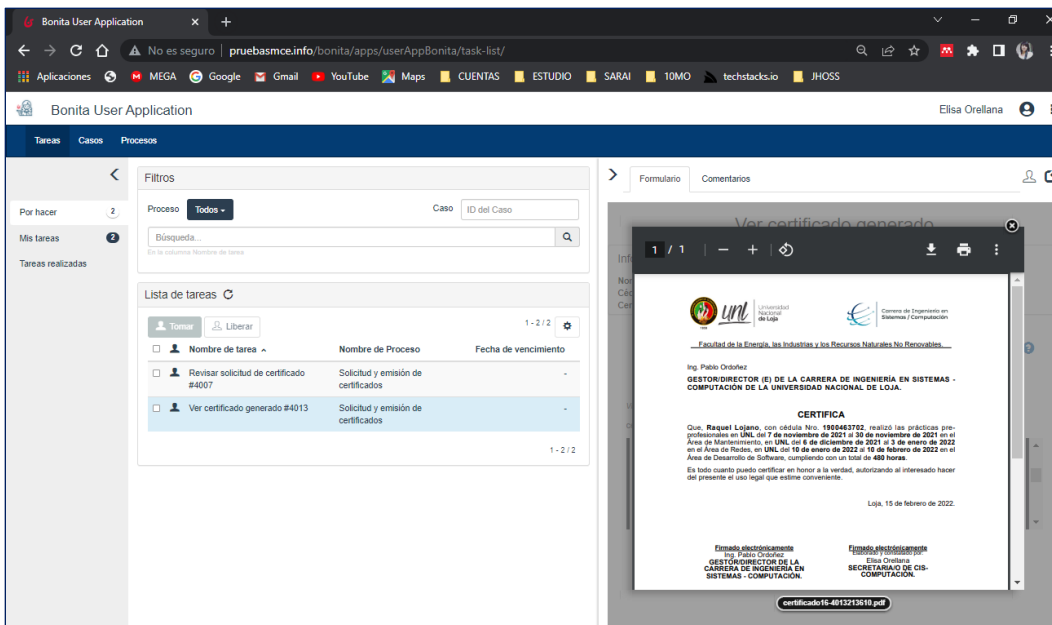


Figura A16 9. Navegador Chrome: Vista del certificado generado

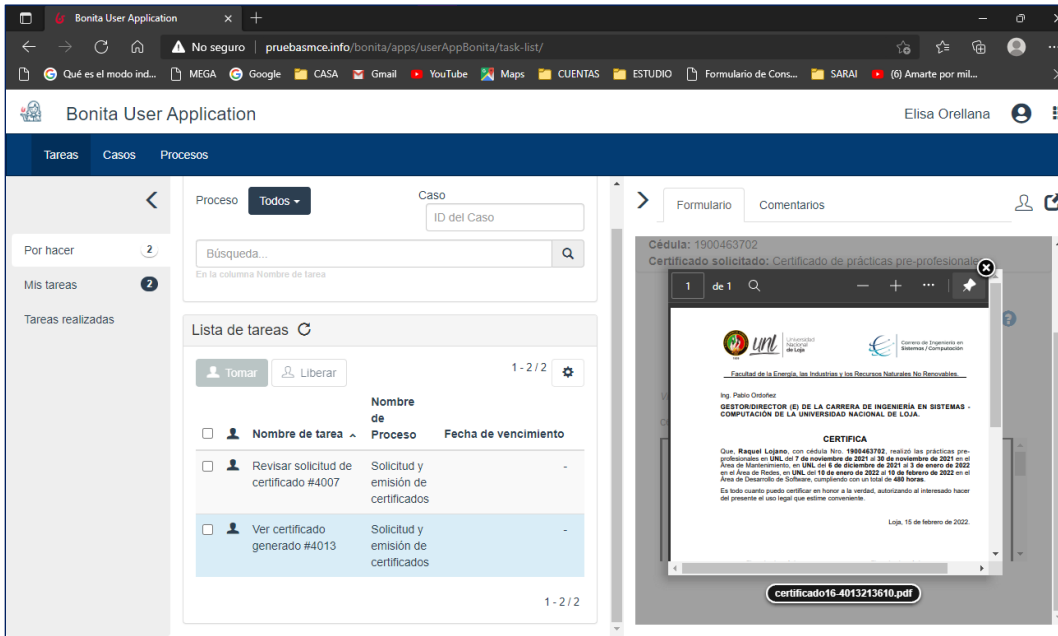


Figura A16 10. Navegador Edge: Vista del certificado generado

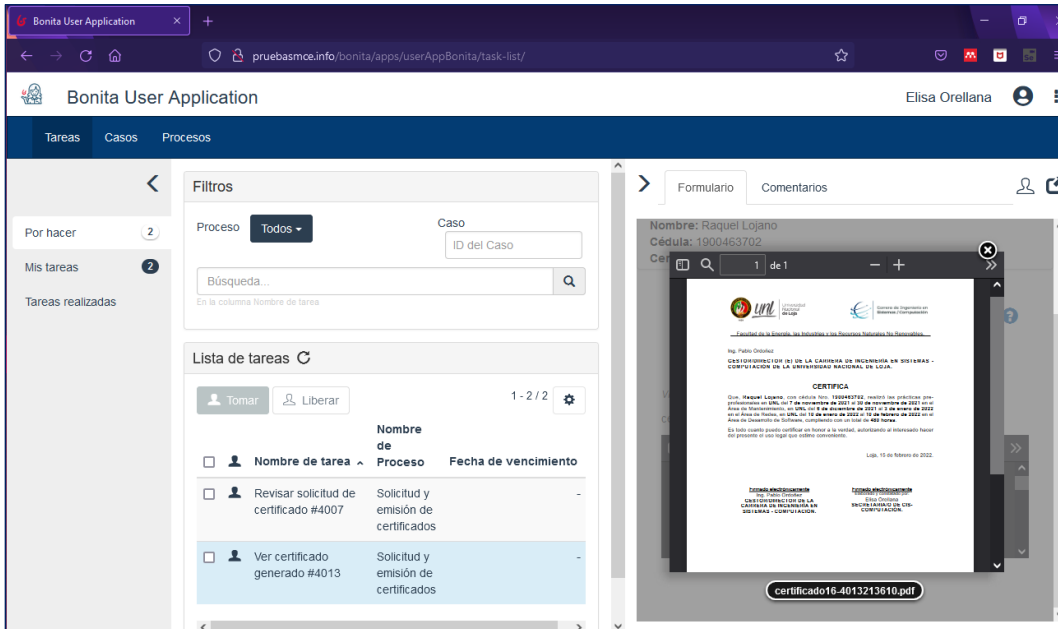


Figura A16 11. Navegador Firefox: Vista del certificado generado

Anexo 19. Lista de verificación

Con el propósito de brindar un sistema de calidad y detectar los fallos de forma temprana, se elabora la siguiente lista de verificación, previo al despliegue del Módulo de Certificación Electrónica en el entorno de Producción, considerando lo siguiente:

PUNTO A VERIFICAR	ESTADO DE REVISIÓN
Eventos	OK
Nuevo → Guardar → Nuevo (Debe cargar el formulario vacío)	✓
Editar → Guardar → Cancelar (Debe guardar los datos guardados al inicio)	✓
Validaciones	OK
Datos obligatorios (formato: Nombre *)	✓
"Nombre:" → color negro	
"*" → color rojo	
Cuando no se llenan todos los campos obligatorios de un formulario se debe mantener desactivado el botón asociado a dicho formulario, p. ejm: Crear, Guardar, Actualizar, ...	✓
Datos sin espacios en blanco al inicio o al final	✓
Datos solo con espacios en blanco	✓
Validación de fechas y formato	✓
Copiar y pegar con teclado	✓
Copiar y pegar con mouse	✓
Valores límite rango	✓
Formato de los campos	✓
Ortografía y gramática	OK
Títulos	✓
Tooltips	✓
Placeholders	✓
Mensajes de error	✓
Mensajes de éxito	✓
Botones	✓
Paginación	OK
Si hay varios registros se debe paginar.	✓
Botones de paginación.	✓
Enumeración en paginación.	✓
Revisar datos en una página y cambiar a otra. Debe renderizar.	✓
Carga de archivos	OK
Archivo con formato válido/inválido	✓
Archivo con extensión válida/inválida	✓
Presentación en pantalla	OK
Lo mensajes, tooltips, descripciones, etc, deben estar solo la primera letra con mayúscula y el resto minúsculas. Ejemplo: Incorrecto: Fecha y Hora / Correcto: Fecha y hora.	✓

Para pantallas que tienen el botón "Ayuda", se debe mostrar el manual de usuario	✓
Calendarios se muestran correctamente	✓
E-mails	OK
Notificaciones y recordatorios de procesos	✓
Formato del e-mail	✓
Verificar el funcionamiento de los enlaces enviados al correo electrónico	✓
Sesión iniciada	OK
La sesión de usuario debe tener una duración de 30 minutos	✓
Pruebas END TO END	OK
Verificar flujo completo de usuario (happy path) ejecutando al menos dos casos	✓
Validar reglas de negocio según historias de usuario	✓

Anexo 20. Parámetros y configuraciones de acuerdo al ambiente

Ambiente	Pruebas	Producción
Url del servicio web de documentos (firmadigital-servicio), es utilizada en el backend de Bonita	https://pruebasmce.info/firmaec/servicio/documentos	http://localhost:7776/servicio/documentos
Url del API utilizada en formularios web de firma	https://pruebasmce.info/firmaec/api	https://ciscunl.info/firmaec
Url recepcion de documentos firmados utilizado en formularios web de firma	https://pruebasmce.info/firmaec/recepcion/receiveDocument/checkSignedFileExists?location=/opt/wildfly-static/	https://ciscunl.info/firmaec/recepcion/receiveDocument/checkSignedFileExists?location=
Url manuales de usuario	https://ciscunl.info/firmaec/static/	https://ciscunl.info/firmaec/static/
¿Es producción?	FALSO	VERDADERO
Temporizador de recordatorios	2 minutos	2 Días
Correo electrónico de notificaciones	certificacion.cis@gmail.com	direccion.cis@unl.edu.ec
Servidor SMTP	smtp.gmail.com	smtp.gmail.com
Puerto SMTP	465	465
Servidor SMTP usa SSL	SI	SI
Duración del token de firma	5 minutos	2 semanas (336 horas)
Frecuencia de borrado de documentos sin firmar	Cada 5 minutos	Cada lunes a las 8 am
Frecuencia de descarga de CRL de las CA	Cada lunes a las 7 am.	Cada lunes a las 7 am
Directorio en Alfresco para guardar certificados firmados	/CertificadosAcademicosTEST	/CertificadosAcademicos

Anexo 21. Consideraciones para publicar artefactos en producción

Consideración	Artefacto(s) relacionado(s)	OK
La variable de entorno definida en el backend de Bonita denominada esProduccion es utilizada también en la UI en los formularios web de firmar certificado y firmar solicitud. Dicha variable en la UI permite definir que servidor wildfly de firma (firmadigital-servicio) a utilizar (Ambiente de pruebas y producción)	SolicitudDeCertificado--1.0.bar	✓
En el ambiente de producción se debe tener la URL pública de la API de firmaec (firmadigital-api) y la URL del servicio web de recepción de documentos firmados, ambos servicios están en el mismo servidor wildfly	SolicitudDeCertificado--1.0.bar	✓
En el backend de Bonita se debe poner como host a localhost en la variable que contiene la url del servicio web de firma (firmadigital-servicio) para el ambiente de pruebas y producción, (excepto si dicho servicio web está en otro servidor, en ese caso se deberá utilizar la url pública de dicho servicio web)	SolicitudDeCertificado--1.0.bar	✓
Antes de compilar el servicio web de firmaec (firmadigital-servicio) modificar la variable IS_PRODUCTION a true en la clase javaTokenTimeout	servicio.war	✓
Actualizar la anotación @Schedule de la clase java ServicioEliminacionDocumento de firmadigital-servicio de acuerdo a la variable IS_PRODUCTION	servicio.war	✓
Verificar que esté configurado el correo electrónico correspondiente para el usuario del grupo secretaria de la carrera en Bonita Portal		✓
Verificar si correo electrónico de notificaciones y las credenciales correspondientes son correctas en Bonita Portal	ConfiguracionDeParametros--1.0.bar	✓
Verificar si la url de Alfresco y las credenciales correspondientes son correctas en Bonita Portal	ConfiguracionDeParametros--1.0.bar	✓
En caso de los artefactos de firmadigital-servicio y firmadigital-api estén en servidores diferentes se deberá utilizar la url pública y se deberá modificar la variable BASE_URL definida en la clase java BaseConstants de firmadigital-api. caso contrario si ambos	api.war	✓

artefactos están en el mismo servidor se utilizará localhost (Aplica para el ambiente de pruebas y producción).		
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Anexo 22. Certificado de traducción de resumen



Lic. Jeny de Jesús Viteri Jumbo
DOCENTE DE INGLÉS DE LA UNIDAD EDUCATIVA "DR. MANUEL CABRERA LOZANO"

CERTIFICA:

Que el Sr. Alex John Chamba Macas, con cédula Nro. 1105643314 y la Sra. Raquel Jenny Lozano Chavez, con cédula Nro. 1900463702, autores del proyecto de fin de carrera, cuyo tema versa "**Módulo para la Certificación Electrónica en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación**", han cumplido con la traducción del resumen (Summary) al idioma inglés, empleando las reglas gramaticales que corresponden al idioma extranjero.

Es todo cuanto pudo certificar, en honor a la verdad.

.....
Lic. Jeny de Jesús Viteri Jumbo
C.I: 1103724207
DOCENTE



Loja, 21 de marzo del 2022