



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Carrera de Ingeniería en
Sistemas / Computación

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

Carrera de Ingeniería en Sistemas

Módulo de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL

TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS

Autores:

- Jean Carlos Alarcón Ochoa
- Edgar Andrés Soto Rodríguez

Director:

- Edison Leonardo Coronel Romero, Mg. Sc

LOJA – ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Edison Leonardo Coronel Romero, Mg.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifico:

Que los egresados **Jean Carlos Alarcón Ochoa** y **Edgar Andrés Soto Rodríguez**, realizaron el trabajo de titulación denominado **“MÓDULO DE SEGUIMIENTO AL SÍLABO Y PLAN DE MEJORAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS/COMPUTACIÓN DE LA UNL”** bajo mi dirección y asesoramiento, mismo que fue revisado, enmendado y corregido minuciosamente. Respecto del desarrollo de su trabajo de titulación, se certifica que se ha cumplido con el cien por ciento (100%) del trabajo de titulación y, por lo tanto, autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal respectivo.

Loja, 22 de marzo del 2021

Ing. Edison Leonardo Coronel Romero, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORÍA

Nosotros, **Jean Carlos Alarcón Ochoa** y **Edgar Andrés Soto Rodríguez**, declaramos ser autores del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente aceptamos y autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de nuestro trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, Biblioteca Virtual.

Loja, 9 de julio del 2021

Jean Carlos Alarcón O.

C.I: 1105026114

Edgar Andrés Soto R.

C.I: 1150709804

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Jean Carlos Alarcón Ochoa** y **Edgar Andrés Soto Rodríguez**, declaramos ser los autores del trabajo de titulación: “**Módulo de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL**”, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN SISTEMAS**; autorizamos al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, 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 nueve días del mes de julio de dos mil veintiuno.

Firma:

Autor: Jean Carlos Alarcón Ochoa

Cédula: 1105026114

Dirección: Loja (Cdla. Clodoveo Jaramillo)

Correo Electrónico: jean.alarcon@unl.edu.ec

Celular: 0997654646

Firma:

Autor: Edgar Andrés Soto Rodríguez

Cédula: 1150709804

Dirección: Loja (Av. Manuel Carrión Pinzano y Rafael Riofrío)

Correo Electrónico: edgar.soto@unl.edu.ec

Celular: 0992295646

DEDICATORIA

Jean Carlos Alarcón

Dedicó todo mi esfuerzo y sacrificio reflejados en el presente trabajo de titulación a mis padres, que han sido primordiales para mi desenvolvimiento durante toda mi formación profesional, a mi padre Carlos Alarcón que con todo su amor, esfuerzo y responsabilidad ha sabido guiarme para poder tomar las mejores decisiones, a mi madre Yadira Ochoa, quien con todo su cariño, esfuerzo, amor y sobre todo comprensión ha estado a mi lado en momentos felices y sobre todo complicados, también es esencial dedicar mi trabajo a mi querida tía Adriana Maldonado, quien ha sido esencial durante mi crecimiento profesional, brindándome sus consejos y sobre todo motivándome para cada día ser mejor, profesionalmente y personalmente, además es importante agradecer a mi enamorada Vanessa Iñiguez por todo su apoyo y comprensión.

Edgar Andrés Soto

El presente trabajo de titulación lo dedico con mucho amor y cariño primeramente a mi madre Marjorie Rodríguez, que me inculco buenos valores, me guio por el camino de la sabiduría, educación y por enseñarme lo valioso de la vida, a mi padre Marco Soto quién supo cuidarme, protegerme de las adversidades de la vida y apoyarme en mis estudios. De la misma forma, quiero dedicar este trabajo a toda mi familia, debido a que son el pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional y por creer siempre en mí, ya que por ellos fue posible alcanzar esta meta en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento, primeramente, a Dios por todas las bendiciones que nos ha dado, por colocar en nuestra vida a todas las personas que nos han ayudado y apoyado de diferentes maneras, y, sobre todo, por brindarnos salud y bienestar.

Le agradecemos inmensamente a nuestros padres, familiares y amigos, debido a que nos han brindado su ayuda y comprensión en todo momento, lo que ha hecho posible el continuar adelante con nuestros estudios.

De manera muy especial, a nuestro director de Trabajo de Titulación, Ing. Edison Leonardo Coronel, Mg. Sc., por su excelente asesoría y apoyo, no solamente en el salón de clases, sino también fuera de él.

Finalmente, un agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, ya que nos supo acoger como miembros de su gran familia, especialmente a todos los Docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas que han sido parte de nuestro desarrollo como estudiantes, para así, lograr todas nuestras metas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
Índice de Tablas	X
Índice de Figuras	XI
Glosario	XII
1. TÍTULO	1
2. RESUMEN	2
2.1. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	7
4.1. BPM	7
4.1.1. Proceso	7
4.1.2. Procesos de Negocio	8
4.1.3. BPMS	9
4.2. Notación BPM.....	10
4.2.1. Elementos	10
4.3. Metodología BPM: RAD	13
4.3.1. Fases	14
4.3.2. Ventajas	15
4.4. Metodología Programación Extrema (XP)	15
4.4.1. Características:	16
4.4.2. Valores de XP	16
4.4.3. Fases de la metodología XP	17
4.4.4. Historias de Usuario:	18
4.5. Nodejs	18
4.5.1. Express	18
4.6. Metodología de Implantación.....	19
4.6.1. Metodología ASAP	20
4.6.2. Metodología Sure Step	21
4.6.3. Metodología Oracle Aim.....	21
4.7. Trabajos Relacionados.....	21
4.7.1. Primer Trabajo Relacionado.....	22

4.7.2. Segundo Trabajo Relacionado.....	22
4.7.3. Tercer Trabajo Relacionado.....	23
4.7.4. Cuarto Trabajo Relacionado	23
5. MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1. Contexto.....	24
5.2. Procedimiento	24
5.2.1. Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).	24
5.2.2. Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP.	26
5.2.3. Definir un plan de implantación para el módulo de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.....	26
5.3. Recursos.....	27
5.4. Participantes.....	28
6. RESULTADOS	30
6.1. Objetivo 1: Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).....	30
6.1.1. Modelización Lógica.....	30
6.1.2. Diseño Preliminar.....	37
6.1.3. Diseño BPM	39
6.2. Objetivo 2: Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP. 51	
6.2.1. Planificación	52
6.2.2. Diseño	54
6.2.3. Codificación.....	56
6.2.4. Pruebas.....	58
6.3. Objetivo 3: Definir un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.	59
6.3.1. Etapa 1. Organización y Preparación.....	59
6.3.2. Etapa 2. Análisis funcional	62
6.3.3. Etapa 3. Diseño Conceptual	62
6.3.4. Etapa 4. Construcción	62
6.3.5. Etapa 5. Preparación final y Arranque del sistema	63
7. DISCUSIÓN	65
7.1. Desarrollo de la Propuesta Alternativa	65
7.1.1. Objetivo 1: Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).	65

7.1.2. Objetivo 2: Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP.	66
7.1.3. Objetivo 3: Definir un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.	66
7.2. Valoración técnica económica ambiental.....	67
7.2.1. Valoración Técnica.....	67
7.2.2. Valoración Económica	68
7.2.3. Valoración Ambiental	71
8. CONCLUSIONES	72
9. RECOMENDACIONES	74
9.1. Trabajos Futuros.....	74
10. BIBLIOGRAFÍA	76
11. ANEXOS	79
Anexo 1: Versiones Del Proceso Manual De SSPM.....	79
Anexo 2: Entrevistas	79
Anexo 3: Acta De Validación Del Proceso SSPM Automatizado.....	79
Anexo 4: Prototipado Del Proceso Automatizado De SSPM.	79
Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP.	79
Anexo 6: Manual Para La Instalación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Dentro Del Entorno De Ejecución De Bonita.	79
Anexo 7: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Dirección De Carrera	79
Anexo 8: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Comisión De Evaluación Interna.....	80
Anexo 9: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Estudiantes	80
Anexo 10: Acta De Validación De Pruebas Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejora.....	80
Anexo 11: Historias De Usuario	81
Anexo 12: Acta De Validación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras	83
Anexo 13: Pruebas De Aceptación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras.....	83
Anexo 14: Diagramas Del Proceso De SSPM.....	83

Índice de Tablas

Tabla I	Eventos del Proceso de SSPM.	31
Tabla II	Descripción de Tareas del Diseño BPM para el proceso de SSPM.....	41
Tabla III	Integración de Procesos y Datos.....	48
Tabla IV	Tecnologías utilizadas durante el desarrollo del objetivo 2.....	51
Tabla V	Planificación de cada iteración de la metodología XP de acuerdo a las historias de usuario.....	52
Tabla VI	Comité del Proyecto.....	59
Tabla VII	Cronograma de Actividades del Plan de Implantación	60
Tabla VIII	Mitigación de Riesgos durante la implantación del módulo de SSPM	61
Tabla IX	Valoración económica de Talento Humano	69
Tabla X	Valoración económica de Recursos de Hardware y Software	69
Tabla XI	Valoración económica de Servicios	70
Tabla XII	Presupuesto Final	71

Índice de Figuras

Figura 1 Representación gráfica del evento de inicio, intermedio, y de fin [6].	11
Figura 2 Representación gráfica del Flujo de Secuencia [6].	11
Figura 3 Representación gráfica de tareas tipo humana, servicio, script y manual [6].	12
Figura 4 Representación gráfica de Sub proceso [6].	12
Figura 5 Representación gráfica de compuertas exclusiva y paralela [6].	12
Figura 6 Representación gráfica de un contenedor [6].	13
Figura 7 Representación gráfica de dos carriles en un contenedor [6].	13
Figura 8 Fases de la metodología BPM: RAD [14].	14
Figura 9 Fases de la metodología XP (fuente propia).	17
Figura 10 Estructura del proceso de SSPM (fuente propia).	33
Figura 11 Proceso actual de SSPM (fuente propia).	34
Figura 12 Subproceso 1 de SSPM (fuente propia).	34
Figura 13 Subproceso 2 de SSPM (fuente propia).	35
Figura 14 Subproceso 1 - Seleccionar Estudiantes (fuente propia).	36
Figura 15 Subproceso 2 – Documentar Resultados (fuente propia).	36
Figura 16 Modelo Conceptual de Datos del Proceso de SSPM (fuente propia).	37
Figura 17 Diseño Derivado del proceso de SSPM (fuente propia).	38
Figura 18 Diseño BPMN del proceso de SSPM (fuente propia).	39
Figura 19 Subproceso 1 del Diseño BPMN del proceso de SSPM (fuente propia).	40
Figura 20 Subproceso 2 del Diseño BPMN del proceso de SSPM (fuente propia).	40
Figura 21 Subproceso 3 del Diseño BPMN del proceso de SSPM (fuente propia).	41
Figura 22 Modelo Conceptual de Datos del proceso de SSPM (fuente propia).	47
Figura 23 Arquitectura del sistema (fuente propia).	54
Figura 24 Diagrama de Clases para el BDM (fuente propia).	55
Figura 25 Modelo Entidad Relación del BDM (fuente propia).	55
Figura 26 Organización establecida en Bonita Estudio.	56
Figura 27 Variables del proceso de SSPM.	58

Glosario

- **TT:** Trabajo de titulación
- **UNL:** Universidad Nacional de Loja.
- **FEIRNNR:** Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.
- **TIC:** Tecnologías de la Información y Comunicación.
- **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).
- **SSPM:** Seguimiento al sílabo y Plan de mejoras.
- **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).

1. TÍTULO

**Módulo de Seguimiento al sílabo y plan
de mejoras en la Carrera de Ingeniería
en Sistemas/Computación de la UNL**

2. RESUMEN

Actualmente los organismos de acreditación de carreras focalizan su atención a la evaluación del sílabo, ya que contiene una planificación más amplia del proceso de enseñanza aprendizaje. Debido a ello, el objetivo del presente Trabajo de Titulación (TT, por sus siglas) es implementar un módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras para la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL, con este fin la pregunta de investigación es: ¿Cómo optimizar el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación mediante las TICs? El presente TT se ejecutó en un ambiente académico y constó de tres fases, en la primera fase, se utilizó la metodología BPM RAD con el propósito de establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras (SSPM, por sus siglas) mediante el uso de la notación BPMN, resultando en dos diagramas del proceso, el primero que representa al flujo actual, y el segundo el cual propone un diagrama para la automatización del proceso de SSPM. Como segunda fase, se desarrolló el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP, obteniendo así el módulo funcional en base a la propuesta de automatización, listo para ser implementado en un ambiente real. Finalmente, como tercera fase, se definió un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado, como consecuencia se obtuvo el plan de implantación con las etapas necesarias para desplegar el módulo de SSPM. De esta manera se pudo dar respuesta a la pregunta de investigación, corroborando que el módulo desarrollado optimiza considerablemente el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL en contraste a la forma en la que actualmente se lleva este proceso, debido a que, organiza las actividades que ocurren dentro del proceso de una forma sistemática y centraliza la información, lo que se traduce en el aprovechamiento de recursos como el tiempo, el personal y el factor económico de la institución. Finalmente, se indican los trabajos futuros conforme al trabajo desarrollado para mejorar la funcionalidad del sistema.

Palabras clave: Sílabo, Seguimiento al Sílabo, Planificación Académica, Plan de Mejoras, Bonita Estudio, BPM, BPM: RAD, BPMN, Metodología XP.

2.1. ABSTRACT

Currently, degree accreditation agencies focus their attention on the evaluation of the syllabus, for the fact that it contains a complete planning of the teaching-learning process. Therefore the objective of this Degree Work (Trabajo de Titulación, TT, for its acronym in Spanish) is to implement a software module for the Tracking of the syllabus and improvement plan for the Systems/Computer Engineering degree at UNL, with this purpose the research question is: How to optimize the process of Tracking of the syllabus and improvement plan in the Systems/Computer Engineering degree using ICTs? The present TT was executed in an academic environment in three phases, in the first phase, the BPM RAD methodology was used with the purpose of establishing the process of Syllabus and Improvement Plan Tracking (Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras, SSPM, for its acronym in Spanish) through the use of BPMN notation, resulting in two process diagrams, the first one representing the current flow, and the second one which suggests a diagram for the automation of the SSPM process. As a second phase, the software module for the tracking of the syllabus and improvement plan was developed using the Bonita Studio tool and the XP methodology, obtaining the functional module based on the automation proposal, ready to be implemented in a real environment. Finally, as a third phase, an implementation plan was defined for the syllabus tracking and improvement plan module in a real or simulated environment, as a result, the implementation plan was obtained with the necessary stages to deploy the SSPM module. In this way, it was possible to answer the research question, corroborating that the developed module considerably optimizes the Syllabus and Improvement Plan Tracking process of the Systems/Computer Engineering career of the UNL in contrast to the way in which this process is currently carried out, because it organizes the activities that occur within the process in a systematic way and centralizes the information, which translates into the use of resources such as time, human resources and the economic factor of the institution. Finally, future work is indicated according to the work developed to improve the functionality of the system.

Keywords: Syllabus, Syllabus Tracking, Academic Planning, Improvement Plan, Bonita Studio, BPM, BPM:RAD, BPMN, XP Methodology.

3. INTRODUCCIÓN

El sílabo, es una de las herramientas fundamentales para realizar de una manera ordenada el trabajo del docente en todo el ciclo académico, con el afán de gestionar con más eficacia cada uno de los procesos, metodología, técnicas, herramientas y evaluación que tiene el estudiante dentro de su área [1], por esta razón, gran parte de instituciones educativas de educación superior del Ecuador cuentan con sistemas de control de sílabos en base a hojas de registro. Es evidente que la forma en cómo se lleva este proceso complica notablemente el control del cumplimiento del sílabo académico, ya que es muy fácil alterar esta información, por ello, es relevante optimizar este tipo de procesos a través del uso de la tecnología con el propósito de contrarrestar estos inconvenientes.

De acuerdo al Art. 5, La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) [2] establece: Derechos de las y los estudiantes, literal d) “Participar en el proceso de evaluación y acreditación de su carrera”; y en el literal g) “Participar en el proceso de construcción, difusión y aplicación del conocimiento”. Es por esto que, para las instituciones de educación superior, el proceso de "Seguimiento del sílabo y plan de mejoras" (SSPM, por sus siglas) es considerado un proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es imprescindible de una evaluación y retroalimentación continua. Además, al ser el sílabo la unidad básica de planificación y ejecución de las sesiones de clase, su evaluación es primordial. Por otra parte, el sistema de evaluación y seguimiento del sílabo provee de información crucial proporcionada por los propios estudiantes, la cual ayuda significativamente para tomar decisiones estratégicas sobre cuáles son los cambios que se deben incorporar para la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este trabajo de titulación (TT) está encaminado a cumplir los objetivos 4 y 9 para el desarrollo sostenible [3], donde el objetivo 4 nos dice: “Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos”. También, el objetivo 9 plantea: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación”.

Tomando esto en consideración, el presente TT fue realizado en un ámbito académico y durante el período de octubre 2020 a marzo 2021, y se enfocó en el desarrollo e implementación de un módulo que permita automatizar el proceso de "Seguimiento al sí-

labo y plan de mejoras" en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la Universidad Nacional de Loja, el cual, ayudará a determinar como eje principal el grado de cumplimiento del sílabo por parte de los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación desde la perspectiva de los estudiantes, de manera que beneficiará a las autoridades responsables de ejecutar este proceso en cada periodo académico, dado que, evitará el trabajo manual, ahorrará tiempo y optimizará recursos.

Por ello, se planteó el objetivo principal de "Implementar un módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras para la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL" y con el fin de cumplir con este, se definieron tres objetivos específicos, el primero, "Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios)", el segundo, "Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP", y como último objetivo específico, "Definir un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado".

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se utilizó la metodología BPM: RAD, a fin de establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (del inglés Business Process Model and Notation), así mismo se hizo uso de la metodología XP en conjunto con la herramienta Bonita Studio para el desarrollo del módulo, finalmente, se optó por aplicar parte de la propuesta metodológica del autor Pablo G. Fernández [30] para dar cumplimiento al tercer objetivo específico.

Como aporte adicional, es importante recalcar que el módulo desarrollado en el presente TT, fue utilizado en un entorno real en el periodo académico octubre 2020 – marzo 2021, donde se ejecutó el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras, teniendo como participantes a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna encargados de llevar el proceso, los estudiantes de décimo ciclo, y la Dirección de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación. De esta manera, se pudo concluir que el módulo desarrollado optimiza considerablemente el proceso de SSPM de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL en contraste a la forma en la que actualmente se lleva este proceso.

A continuación, se describe de manera general las secciones del presente TT. En la sección Revisión de literatura, se elaboran siete capítulos del área de estudio que sirvieron como base fundamental para la ejecución del presente TT. La Sección Materiales y métodos, detalla el contexto y procedimiento para el desarrollo del TT, además se indican los recursos utilizados y los participantes que intervinieron en su desarrollo. En la sección de Resultados, se muestra la evidencia que se obtuvo durante la ejecución del TT dividida en tres secciones, una por cada objetivo específico. En la sección Discusión, se analiza los resultados obtenidos desde el punto de vista de los autores basado en evidencias, así mismo, se describe como se cumple con cada objetivo. La sección Conclusiones, describe los sucesos más relevantes que se encontraron durante el desarrollo del TT. Por último, en la sección Recomendaciones, se indican aspectos a considerar y el desarrollo de trabajos futuros.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

En este apartado se realiza la recolección de información bibliográfica importante que sustentan el desarrollo del TT, así como también, los conceptos que permiten una mayor comprensión del tema.

Se inicia con una breve introducción a las definiciones generales acerca de los procesos en la sección 4.1, también en el apartado 4.2, se hace hincapié en su notación (BPMN), donde se indica los elementos de la notación más utilizados, además en el apartado 4.3, se recalca la metodología BPM:RAD con sus respectivas fases, así mismo en el apartado 4.4 se enfoca en indicar los aspectos generales y más importantes de la metodología XP, en el apartado 4.5 se explica sobre la tecnología NodeJS, por otra parte en la sección 4.6 se explica la propuesta metodológica para implantación de un sistema del autor Pablo G. Fernández [30], por último, en la sección 4.7 se indican algunos de los trabajos relacionados al TT.

4.1. BPM

Gestión de Procesos de Negocio (BPM, por sus siglas en inglés) es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de la organización [4].

En [4], sostiene que, BPM reúne todas aquellas prácticas de análisis y gestión orientadas a procesos que ayudan a mejorar la eficiencia y eficacia de los servicios que producen valor por lo que implementar BPM, se convierte en una estrategia empresarial para lograr mayores niveles de excelencia organizacional que abarca el apoyo creciente de TI. También, según [5], Los enfoques de BPM basados en la tecnología de la información permiten apoyar o automatizar los procesos de negocio, en su totalidad o en parte, proporcionando apoyo a los sistemas basados en la informática.

4.1.1. Proceso

Existen muchas definiciones de lo que es un proceso de acuerdo al punto de vista de diferentes autores. Sin embargo, la definición más completa, es la propuesta por el autor Bernhard Hitpass [4]:

“Un proceso corresponde a la representación de un conjunto de acciones (actividades) que se hacen, bajo ciertas condiciones (reglas) y que puede ejecutar acciones (eventos).” Tomando esta definición se puede describir un proceso como grupo de actividades que se ejecutan de forma lógica y que cumplen un propósito, a través del tiempo y lugar, y que se accionan mediante ciertos eventos.

Tomando esta definición, se pueden rescatar diferentes elementos que describen un proceso:

- Los eventos, que representan ocurrencias externas y que son necesarias para iniciar un proceso (el proceso no se inicia por sí solo, algo tiene que ocurrir y el proceso reacciona).
- El proceso tiene un objetivo que debe cumplir.
- Las actividades, que consumen tiempo, recursos y que ejecutan cierta acción sobre algo.
- Las actividades se encuentran encadenadas a través de una secuencia lógica.

Estos elementos en conjunto describen un proceso y están contenidos en la mayoría de notaciones para modelarlos, incluido el estándar BPMN.

4.1.2. Procesos de Negocio

En [6], se detalla que un proceso de negocio es una secuencia de pasos desde un punto inicial en donde se indican los datos o información de entrada, las funciones que hacen que el proceso se pueda cumplir con éxito y el punto final que son las salidas o el resultado del proceso, y contribuyen a los objetivos a cortos y/o largos plazos del negocio.

Además, los procesos de negocio son la manera más común de mejorar el desempeño de los sistemas de trabajos, debido a que pueden ser manipulados con el objetivo de perfeccionarlos y hacerlos más ágiles. Podemos denotar que, los procesos, la información y la organización están intrínsecamente relacionadas.

Actualmente, se han establecido nuevas técnicas, metodologías y tecnologías que permiten que los procesos de negocio sean automatizados y gestionados. Estos nuevos conceptos que buscan agilizar los procesos de negocio vienen siendo desarrollados con

BPM, ya que su objetivo esencial es centrarse en los procesos y facultar a las empresas para que logren mantener un control interno [6].

4.1.3. BPMS

Los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS, por sus siglas en inglés), hacen referencia conforme a [7], a las o el conjunto de herramientas de software que apoyan la gestión de los procesos operacionales, creados para soportar los Procesos de Negocio. Estas herramientas contienen un motor de procesos que se encuentra en la capacidad de seguir el flujo de actividades representado en un modelo BPMN. Cuentan con capacidades para simplificar y ayudar al manejo de la información a través de documentos que fluyen de una tarea o actividad a otra, el monitoreo de los procesos en ejecución y los casos ya archivados, y así mismo, otorgan facilidades de comunicación.

Los BPMS buscan ayudar a las organizaciones a incorporar en sus procesos de negocio aplicaciones ejecutables, involucrando características tales como el diseño y modelado, asignación de roles, definición de entradas y salidas, despliegue, simulación y automatización, monitorización y generación de indicadores y alertas lo que permite tener una retroalimentación e información del desempeño de los procesos y así en un proceso cíclico tener una mejora continua [8].

Entre el conjunto de BPMS aparecen una amplia variedad de herramientas, tanto licenciadas como de código abierto, contando con grandes comunidades detrás de ellas, que permiten generar funcionalidades para mostrar los beneficios de la implantación de estos en cada organización.

Bonita Soft

Como menciona [9], Bonitasoft es una herramienta de código abierto compuesta por un editor de flujos, un editor de formularios y un motor de ejecución. Bonita ofrece tres suites que se adaptan a las necesidades de cada empresa.

Bonita Studio permite diseñar de manera fácil, un modelo de proceso ejecutable comenzando con el diseño de un diagrama BPMN de manera visual, la definición de los datos que intervienen en el proceso, añadiendo conectores con sistemas externos en caso de haberlos, y el diseño de las interfaces de usuario. Bonita Portal permite la ejecución de los procesos que se han diseñado, a través de su portal web que es altamente personalizable. El motor de Bonita gestiona con facilidad los procesos que son muy grandes

y que exigen de alta demanda con transacciones de gran volumen en entornos complejos.

Es una herramienta avanzada para desarrollar e integrar con rapidez aplicaciones de negocio basadas en procesos, además de otorgarles más agilidad y flexibilidad, así mismo, ofrece opciones de personalización del portal que se adapten a medida de cada organización y que permite a las aplicaciones que ofrezcan portales de acceso vía web fáciles de usar [10].

4.2. Notación BPM

El Modelado y Notación de Proceso de Negocio (BPMN, del inglés Business Process Model and Notation), como manifiesta [7], es un estándar que proporciona un sólido conjunto de símbolos para modelar diferentes aspectos de los procesos de negocio que mantiene una organización. Como muchas de las notaciones modernas, los símbolos utilizados en ella describen relaciones definidas tales como flujo de trabajo y orden de precedencia.

De acuerdo a [11], la modelización de los procesos de negocio enmarca una fase importante en BPM, y los beneficios de su uso en la práctica son bien reconocidos, sin embargo, como es de esperar, la calidad de los modelos resultantes de la fase de modelización es fundamental para el éxito de una organización, por lo que los modelos diseñados deben encajar con la realidad, y deben ser consideradas comprensibles por todos los interesados en lo que se quiere transmitir.

4.2.1. Elementos

BPMN al encontrarse estandarizado, cuenta con un conjunto de elementos de notación para que los usuarios puedan leer y distinguir fácilmente los tipos básicos de elementos y así puedan comprender el diagrama BPMN. A continuación, se muestran los elementos básicos y los más frecuentes en los proyectos BPMN de acuerdo a [12], cabe resaltar que estos elementos son los que se utilizarán en el desarrollo del presente Trabajo de Titulación.

Evento

Es algo que sucede al inicio, durante o al finalizar el curso de un proceso. Estos eventos afectan el flujo del modelo y generalmente tienen una causa o impacto. Los eventos

están representados por círculos y existen 3 tipos: inicio (indica donde comenzará un proceso), intermedio (ocurren entre un evento de inicio y un evento de finalización, este evento afectará el flujo del proceso) y fin (indica donde finalizará un proceso). (véase Figura 1)

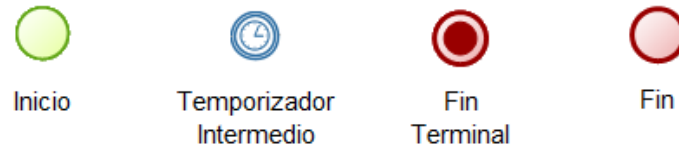


Figura 1 Representación gráfica del evento de inicio, intermedio, y de fin [6].

Flujo de Secuencia

Para mostrar el orden en que las actividades se realizarán en un proceso. (véase Figura 2)



Figura 2 Representación gráfica del Flujo de Secuencia [6].

Tarea

Es una actividad que representa el trabajo que se realiza en un proceso. Tenemos varios tipos de tareas de tales como: tipo humano (tarea que tiene una interacción entre el usuario y el sistema), tipo servicio (tarea realizada por el sistema sin intervención del usuario y que utiliza algún tipo de servicio que puede ser Web o una aplicación automatizada), tipo script (sin intervención del usuario y que se ejecuta por un motor de procesos de negocio), tipo manual (tarea realizada por el usuario sin interacción del sistema), entre otras. (véase Figura 3)

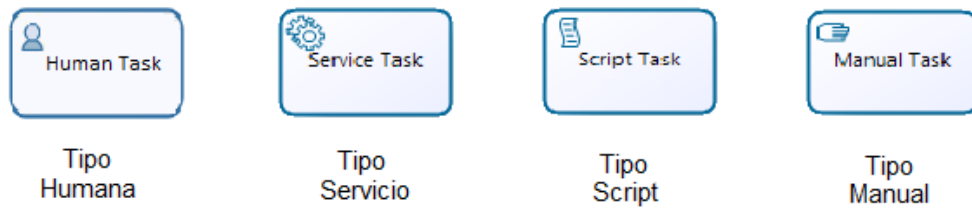


Figura 3 Representación gráfica de tareas tipo humana, servicio, script y manual [6].

Sub proceso

Es una tarea cuyos detalles internos se han modelado utilizando tareas, compuertas, eventos y flujos de secuencia. Un subproceso es un objeto gráfico dentro de un proceso. (véase Figura 4)

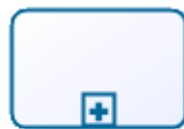


Figura 4 Representación gráfica de Sub proceso [6].

Compuertas

Una compuerta se utiliza para controlar la divergencia y la convergencia de los flujos de secuencia en un proceso BPMN. Determinará la ramificación, bifurcación, y unión de caminos. Tenemos varios tipos tales como: compuerta exclusiva (de divergencia para crear flujos alternativos, y de convergencia para unir flujos), compuerta paralela (de divergencia para tomar todos los flujos alternativos simultáneamente, y de convergencia para esperar que todos los flujos lleguen a la compuerta), entre otras. (véase Figura 5)



Figura 5 Representación gráfica de compuertas exclusiva y paralela [6].

Contenedor o Piscina

En inglés Pool, es la representación gráfica de un contenedor de procesos simples (contiene flujos de secuencia dentro de las actividades) y siempre existirá por lo menos una. También contiene a los carriles que permiten dividir el conjunto de tareas. (véase Figura 6)

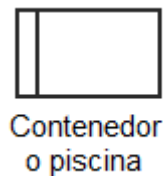


Figura 6 Representación gráfica de un contenedor [6].

Carril o Línea

En inglés Lane, es una sub partición dentro de un proceso, se utilizan para organizar y clasificar las tareas, además de diferenciar roles internos, posiciones, departamentos. (véase Figura 7)



Figura 7 Representación gráfica de dos carriles en un contenedor [6].

4.3. Metodología BPM: RAD

Según [13], BPM RAD es una metodología ágil, concreta, activa y practica para la modelación y diseño de procesos orientados a tecnologías BPM. Es una metodología que puede ser aplicada de manera independiente al BPMS que se pretende utilizar. También [6] sostiene que, el enfoque y técnicas de la metodología BPM: RAD impulsan y favorecen el trabajo en equipo con los expertos del negocio, los analistas y arquitectos de procesos.

El uso de una metodología para el modelado y diseño de procesos es esencial, ya que permite a las organizaciones aplicar un conjunto de acciones de forma metódica con el objetivo de solucionar los defectos que los procesos causan a corto plazo, adicional a

ello es importante aclarar que la aplicación de una metodología permite a la organización comprender con claridad el estado de los procesos, las características de los mismos y su funcionamiento, además permite identificar la importancia de los procesos dentro del negocio [6].

4.3.1. Fases

En [14] se manifiesta que la metodología BPM: RAD se conforma de las siguientes tres fases: (véase Figura 8)

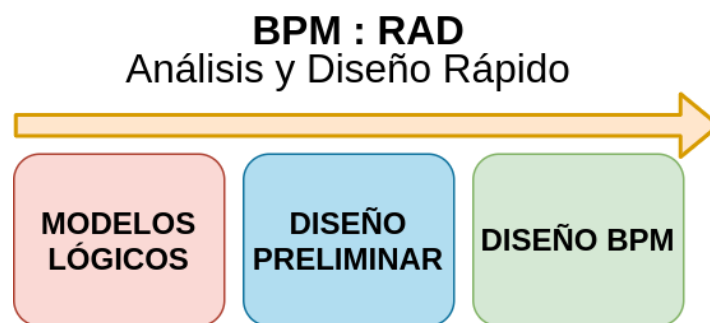


Figura 8 Fases de la metodología BPM: RAD [14].

A. Modelos lógicos

Según [6] el principal objetivo de esta etapa es identificar y modelar minuciosamente los procesos del negocio más importantes para el alcance del proyecto. Además [13] sostiene que en esta etapa se debe centrar en los aspectos lógicos del proceso, es decir, identificar las personas que llevan a cabo el proceso, como se ejecuta, que dispositivos se utiliza, etc., con el propósito de obtener una perspectiva más amplia del proceso.

B. Diseño Preliminar

En esta etapa el objetivo es obtener el modelo de funcionamiento de los procesos, en otras palabras, se indica cómo queremos que funcione el proceso, la identificación de los servicios a utilizar, etc., así se indica en [13]. Por otro lado, en [6] se muestra que se debe transformar el modelo de la visión lógica (realizado en la etapa 1) a un modelo de visión física, tomando en consideración las nuevas herramientas software con las que disponemos.

C. Diseño BPM

El principal objetivo de esta etapa es el diseño BPM con un nivel de detalle bastante riguroso para el desarrollo e implementación en el software adquirido por

la organización. Otro punto a recalcar es que el diseño de cada uno de los procesos se debe realizar pensando en la automatización con tecnologías BPM.

4.3.2. Ventajas

BPM: RAD ofrece una gran cantidad de ventajas al momento de implementarla, a continuación, se detalla las más importantes según [14]:

- Acelerar la primera etapa de proyectos BPM entre un 50% y 70%.
- Comprender y simplificar los procesos de negocio.
- Modelar y diseñar los procesos en su totalidad.
- Diseñar procesos orientados a tecnologías BPM de forma independiente del software que se implemente.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Asegurar los modelos y diseños.

4.4. Metodología Programación Extrema (XP)

Según [15], XP es una metodología ágil y es catalogada como un conjunto de prácticas con el objetivo de que sea utilizada por la comunidad de desarrolladores de software para resolver los problemas de entrega de software de calidad de una manera más rápida, también para que ayuden a alcanzar las necesidades de negocio. Además, es importante entender que XP no se aplica a todo tipo de proyecto, sin embargo, es ideal cuando el equipo de trabajo es pequeño o mediano (dos a doce personas). También [16] sostiene que, la metodología XP provee un conjunto de conceptos para simplificar el proceso de diseño, desarrollo, prueba y entrega de software, además manifiesta que, XP busca el manejo de requerimientos en alto nivel, se basa en iteraciones y en cada iteración se profundiza en los requerimientos. Se debe agregar que en [17], se sustenta que esta metodología en comparación con las metodologías tradicionales, reduce el costo de implementación del sistema en todas sus etapas, así mismo, se indica que la participación constante de los involucrados es imprescindible en la implementación de esta metodología. Finalmente, en [18] sostiene que la metodología XP promueve el trabajo en equipo, haciendo hincapié en una retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo.

4.4.1. Características:

En base a [17], la metodología XP consta de las siguientes características:

- **Planificación Incremental:** el análisis y planteamiento del proyecto se lo realiza tomando en consideración que el cliente va a querer realizar cambios durante todo el proceso, por ende, el equipo de trabajo debe tener apertura a nuevos cambios.
- **Diseño sencillo:** se debe llevar el proyecto lo más sencillo posible, acorde a los requerimientos del cliente, además, es importante recalcar que no se debe tomar en cuenta requerimientos que requieran una planificación a futuro.
- **Propiedad colectiva:** la información y código generado debe estar a disposición de todo el equipo de desarrollo, con el objetivo de que cualquier miembro pueda sugerir cambios y realizar mejoras.
- **Ritmo sostenible:** el equipo de desarrollo no debe superar más de 40 horas semanales de trabajo, esto permitirá que el proyecto y el código generado sea de alta calidad.
- **Cliente presente:** XP considera al cliente como un integrante más del equipo de desarrollo, ya que, será la persona encargada de brindar los requerimientos y mejoras pertinentes.

4.4.2. Valores de XP

Según [18], los valores que persigue y trata de difundir la metodología XP son los siguientes:

- **Simplicidad:** se enfoca en alcanzar los objetivos planteados, de igual manera, se busca mitigar los posibles fallos que puedan ocurrir de la forma más rápida y oportuna.
- **Coraje:** hace énfasis en comunicar adecuadamente sobre el avance y el estado del proyecto que se está desarrollando. No documentar el fracaso o problemas que hayan sucedido durante el desarrollo, debido a que, siempre se pretende buscar el éxito del mismo.
- **Comunicación:** todas las personas interesadas en el proyecto deberán estar dispuestos a realizar o recibir alguna observación o crítica, que tenga como objetivo mejorar el desarrollo del proyecto.

- **Retroalimentación:** en cada iteración que se pretenda realizar, se la tomará con la mayor responsabilidad posible. El producto finalizado en cada iteración, será presentado a tiempo con el objetivo de ser revisado, con el objetivo de identificar posibles mejoras y sean implementadas a tiempo.
- **Respeto:** mantener siempre el respeto entre todos los interesados del proyecto, valorando el trabajo que hace cada uno de los miembros del equipo, esto se transformará en un producto final con un valor agregado.

4.4.3. Fases de la metodología XP

En [19], se indica que las fases de la metodología XP son las siguientes: (véase Figura 9)

- **Planeación:** se define un dialogo continuo entre los involucrados del proyecto, se cuenta con las historias de usuario, las iteraciones y el producto que se espera entregar en cada iteración.
- **Diseño:** en la metodología XP se promueve el uso de diseños simples y claros que permitan aprovechar su simplicidad, realizar cambios en caso de ser necesario.
- **Codificación:** la programación se realiza en parejas tratando de cumplir o abordar cada una de las historias de usuario, de esta forma se garantiza que se realice un código de alta calidad, con el que cualquier otro desarrollador podría trabajar y entender.
- **Pruebas:** se verifica la funcionalidad del sistema a través de pruebas que se acoplen al proyecto.

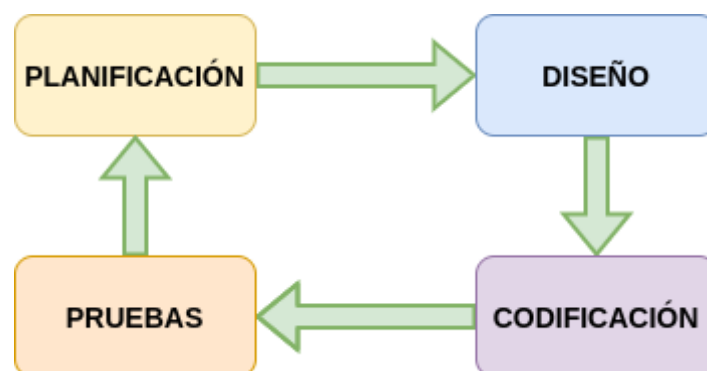


Figura 9 Fases de la metodología XP (fuente propia).

4.4.4. Historias de Usuario:

Es una técnica que se maneja en la metodología XP para especificar los requisitos del software, en cada una de las historias de usuario se narra de manera rápida las funcionalidades o características que el software debe cumplir, independientemente si son requisitos funcionales o no funcionales. Es importante aclarar que el uso de las historias de usuario es muy dinámico y flexible, en cualquier momento una historia de usuario puede ser remplazada por otra más específica o más general, añadirse o modificarse, también es importante entender que cada historia de usuario debe ser comprensible y tiene que tener sus límites para que pueda ser implementada en un corto tiempo [19].

4.5. Nodejs

De acuerdo a Krishna Rungta [20], Node.js es un entorno de ejecución multiplataforma de código abierto que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones web del lado del servidor. Las aplicaciones Node.js están escritas en JavaScript y pueden ejecutarse en una amplia variedad de sistemas operativos. Node.js utiliza un modelo de entradas y salidas no bloqueante y dirigido por eventos que hace que las cosas sean rápidas y eficientes, en otras palabras, nos permite ejecutar código en JavaScript en los servidores, y utiliza modelos impulsados por eventos, así mismo, ejecuta las operaciones de entrada y salida en paralelo y no espera o bloquea otras operaciones mientras realiza operaciones. [21]

4.5.1. Express

Según menciona [22], Express es un framework construido sobre Nodejs que proporciona una API simplificada para algunas de las funcionalidades principales de Nodejs. Puede describirse como una capa de abstracción sobre el módulo HTTP de la API principal de Nodejs que busca simplificar sus APIs y añadir nuevas y útiles características. Facilita la organización de la funcionalidad con middleware (en lugar de una función monolítica de gestión de solicitudes, se llama a varias funciones de gestión de solicitudes que se encargan de una pequeña parte del trabajo) y enrutamiento; añade convenientes utilidades a los objetos HTTP de Node.js; facilita la representación de vistas HTML dinámicas y define un estándar de extensibilidad fácil de implementar.

¿Qué añade Express a Nodejs?

A grandes rasgos, Express añade dos grandes características al servidor HTTP de Node.js [23]:

- Añade una serie de comodidades útiles al servidor HTTP de Node.js, abstrayendo una gran parte de su complejidad. Por ejemplo, el envío de un solo archivo JPEG es bastante complejo en Node.js en bruto (tomando en cuenta si se tiene en mente el rendimiento); en cambio Express lo reduce a una sola línea.
- Te permite refactorizar una función monolítica que gestiona las solicitudes en muchas funciones más pequeñas que gestionarán las solicitudes y que manejan sólo partes específicas. Esto es lo vuelve mantenible y más modular.

4.6. Metodología de Implantación

La metodología propuesta por el autor Pablo G. Fernández [30] para la implantación de un sistema, se encuentra enfocada en tres metodologías de los grandes líderes en ventas como la “ASAP” (de la empresa SAP), “Sure Step” (de la empresa Microsoft), y “Oracle Aim” (de la empresa Oracle). Estas metodologías cuentan con una serie de principios básicos que se deben considerar al momento de usarlas, y un conjunto de etapas o fases que permiten la implantación del sistema. De acuerdo a ello, varios socios o empresas que han hecho uso, han aportado con su propia experiencia para perfeccionarlos, tomando aspectos como la reingeniería de procesos, la gestión del cambio, o la propia gestión del proyecto.

En base a estas tres metodologías, la propuesta metodológica de dicho autor tiene la siguiente estructura dividida en etapas:

- **Etapas 1: Organización y preparación**
Mantiene un conjunto de actividades enfocadas en la planeación de forma sistemática de todo el proceso de implantación, iniciando con la consolidación del equipo de proyecto y definiendo un cronograma de actividades a realizar con el objetivo de una adecuada distribución del tiempo, personas, funciones y recursos. Además, en esta etapa se toman en cuenta los posibles escenarios de riesgo que pueden ocurrir y se contemplan las posibles soluciones.

- **Etapa 2: Análisis Funcional**

En la segunda etapa se establecen las necesidades funcionales o procesos de negocio que deben cubrirse con la implantación de la solución y se identifica las áreas afectadas. Además, se define qué es lo que se quiere hacer de acuerdo al análisis de los requerimientos, es decir, se extrae y se analiza toda la información o el conjunto de operaciones que deben realizarse para llevar a cabo cada necesidad funcional.

- **Etapa 3: Diseño Conceptual**

En el transcurso de la tercera etapa, se traslada la estructura conceptualizada del conjunto de procesos de negocio a un modelo funcional, y se analiza proceso a proceso si su implantación es posible. Así mismo, se realiza el diseño de interfaces para obtener una representación visual de cada una de las pantallas del sistema.

- **Etapa 4: Construcción**

Durante la etapa de construcción se realiza la configuración del sistema y la carga de datos en un entorno de desarrollo, a fin de realizar pruebas al sistema y comprobar su correcto funcionamiento antes de su puesta en producción en un ambiente real.

- **Etapa 5: Preparación Final y Arranque del Sistema**

La etapa final engloba las actividades para la carga de datos en un entorno real, es decir, se reajusta el sistema para cambiar entre los entornos de desarrollo y producción y así realizar el despliegue. Así mismo, durante esta etapa se realiza la documentación de los manuales de uso para cada uno de los usuarios que harán uso del sistema en conjunto con el arranque del sistema; finalmente se realizan una serie de pruebas del sistema en un entorno real para comprobar si el sistema refleja los procesos y lineamientos de la organización.

4.6.1. Metodología ASAP

La metodología ASAP (Accelerated SAP, por su nombre en inglés) es la metodología acelerada de implementación SAP. Tiene como objetivo diseñar una estrategia de implantación para un sistema de la forma más ágil y eficiente posible, es decir, busca optimizar los tiempos de ejecución de tareas o actividades, agrupar los equipos de trabajo de una forma mejor, también busca una mejor calidad haciendo uso de herramientas ágiles. Inicialmente ASAP fue desarrollada con el objeto de establecer las normas para la implantación de soluciones del tipo ERP. Actualmente, esta metodología va más allá

y es utilizada para la implementación de otras tecnologías y soluciones tales como la Inteligencia de negocios, la implementación de portales de intranet y extranet, sistemas del tipo CRM, entre otras soluciones de negocio. [24]

4.6.2. Metodología Sure Step

El enfoque de Microsoft en Sure Step es brindar una metodología en evolución para proveer a los socios las mejores prácticas de clase mundial de manera completa y confiable. Proporciona detalles de los cambios existentes, tareas y funciones. Las herramientas y las plantillas publicadas en la metodología logran ayudar a aumentar la consistencia, la calidad y el éxito de los compromisos de Microsoft Dynamics. Los principales atributos de la metodología que se presentan son: reproducible, integral, sistemático, modular, escalable, centrado en el asociado y en el sector. [25]

4.6.3. Metodología Oracle Aim

La metodología Oracle Aim, 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 empresa Oracle promociona su metodología como una combinación de herramientas metodológicas que permite a los gestores de negocio realizar la planificación, conducción y el control de las diferentes operaciones del ciclo de vida de un proyecto de forma eficiente y eficaz para que el proyecto tenga éxito. [26]

4.7. Trabajos Relacionados

Resulta de mucha importancia conocer algunos de los trabajos que han desarrollado el tema sobre seguimiento al sílabo y plan de mejoras con el fin de obtener diferentes puntos de vista acerca de la forma en la que se lleva este proceso en otras instituciones y la manera en la que lo buscan mejorar o automatizar, es por ello que se ha realizado una revisión de algunos de estos trabajos dentro del Ecuador. Se hablará brevemente de cada uno, resaltando los puntos más sobresalientes de cada uno.

4.7.1. Primer Trabajo Relacionado

Sistema de gestión de seguimiento académico y sílabo.

El presente proyecto tiene como finalidad llevar de manera óptima los procesos de gestión docente que se manejan en la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Central del Ecuador, la idea principal es transformar las necesidades de la universidad en requerimientos del sistema, para posteriormente transformarlos en un software que funcione de manera más ágil. Este trabajo presenta el desarrollo del “Sistema de Gestión de Seguimiento Académico y Sílabo” y se apoya en tecnologías modernas para el desarrollo de sistemas web, con el objetivo principal de facilitar la gestión docente y eludir los procesos manuales de la universidad que tienden a dar fallos. El sistema plasmado en este trabajo permite digitalizar y registrar de una relativamente acelerada el sílabo de los docentes y las actividades académicas que este realizará, sin embargo, el cumplimiento del sílabo se establece de acuerdo al cumplimiento de los temas globales establecidos por parte del Coordinador de la Asignatura y no se realiza un análisis en base a indicadores de cumplimiento que evaluarán los estudiantes de cada asignatura tal como lo hace el módulo desarrollado en el presente TT. [27]

4.7.2. Segundo Trabajo Relacionado

Sistema Web para el seguimiento del cumplimiento de los contenidos de sílabos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El presente Trabajo muestra los módulos formativos o sílabos como una de las herramientas primordiales e infalibles para realizar de una manera ordenada el trabajo del docente durante todo el ciclo académico, también indica el proceso de seguimiento del sílabo por medio de los estudiantes y contenidos de cada asignatura en la facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato denominado en un sistema web de control llevado a cabo con la metodología programación Extrema (XP), para una programación organizada y menos tasa de errores, otorgando resultados antes que documentación y tomando buenas prácticas durante el desarrollo que son tomadas en cuenta para el cumplimiento del presente TT, adicional a ello esta metodología proporciona una constante comunicación entre el cliente y el equipo de trabajo. El propósito principal de este proyecto es analizar el desempeño que se emite por parte del personal docente en el proceso de aprendizaje y enseñanza. [28]

4.7.3. Tercer Trabajo Relacionado

Desarrollo de un Sistema Web para la aplicación del Instrumento de Evaluación de Seguimiento del Sílabos en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil.

La propuesta busca desarrollar un sistema web mediante tecnología Open Source para optimizar el proceso de Evaluación del Seguimiento al Sílabos con el propósito de obtener informes oportunos, exactos y de forma automática. Además, el sistema asigna un periodo para que los estudiantes realicen la evaluación, logrando que se dé a conocer el resultado de los datos recolectados en el menor tiempo posible y así entregar estos informes a la dirección para la toma de decisión. El proyecto sugerido se encuentra enmarcado en dos tipos de metodologías, investigación diagnóstica y como Metodología de desarrollo se implementó Scrum, haciendo que de esta manera la construcción del sistema ayude a la tabulación automática de las evaluaciones aplicadas vía web, permitiendo la rápida generación de informes para asegurar la calidad de la educación superior con un seguimiento de Sílabos. [29]

4.7.4. Cuarto Trabajo Relacionado

Aplicación web para el seguimiento del sílabo de la carrera de sistemas de Unian-des.

El proyecto busca implementar una aplicación web para el seguimiento del sílabo de la carrera de sistemas de UNIANDES que permite un mejor registro del sílabo por parte de los docentes, también facilita un mejor manejo de los contenidos del sílabo permitiendo gestionar de mejor manera los mismos y ayuda con la Autorización y revisión por parte del administrador con el fin de obtener un mejor resultado a la hora de impartir los contenidos establecidos en el sílabo. El sistema permite la gestión de los contenidos de los sílabos por asignatura con su respectivo seguimiento, sin embargo, no toma en consideración el aporte de los estudiantes al permitir que ellos evalúen los sílabos de acuerdo a lo que ellos consideren como se hace en el presente TT. [30]

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Conforme la resolución que expide el Reglamento de Régimen Académico, RPC-SO-08-No.111-2019 [31], se señala en el artículo 32, que la aprobación de la unidad de integración curricular de tercer nivel se puede realizar por medio del desarrollo de un trabajo de integración curricular, además, se indica que todo TT deberá consistir en una propuesta innovadora que debe contener como mínimo una investigación exploratoria y diagnóstica, de la misma manera, en el artículo 72 se indica que la investigación a nivel de grado es de carácter exploratorio y descriptivo.

Por esta razón, el planteamiento del TT se realizó a través de la investigación exploratoria, además, por medio de la investigación descriptiva se realizó el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

Esta sección explica los materiales y métodos utilizados durante el desarrollo del presente TT. En la sección 5.1 se explica el contexto en donde se llevó a cabo el presente TT; en la sección 5.2 se indica el proceso para cumplir con cada objetivo, indicando cada una de sus tareas; además, la sección 5.3 presenta los recursos utilizados; finalmente en la sección 5.4 se detallan los participantes del TT.

5.1. Contexto

El presente TT se realizó en un ámbito académico y durante el período de octubre 2020 a marzo 2021 en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la FEIRNNR de la UNL, en colaboración con los docentes que han sido miembros de la Comisión de Evaluación Interna a cargo del proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras.

5.2. Procedimiento

Para alcanzar el objeto de estudio del presente TT, se utilizó el siguiente procedimiento por cada uno de los objetivos específicos:

5.2.1. Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).

Modelización Lógica

- ✓ Se identificó las etapas del proceso de SSPM mediante entrevistas a involucrados en el desarrollo del proceso. (véase sección **SPM**)
- ✓ **Archivo Digital**
- ✓ Anexo 2: Entrevistas)
- ✓ Se estableció los eventos que dan inicio a las actividades dentro del proceso de SSPM. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se elaboró la estructura del proceso de SSPM en conjunto con las actividades que intervienen en el mismo. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se creó el modelo del proceso de SSPM con sus etapas correspondientes haciendo uso de la notación BPMN. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se obtuvo una visión general sobre la información que se manipula en el proceso de SSPM a través de un Modelo Conceptual de Datos. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

Diseño Preliminar

- ✓ Se creó el diseño del modelo de funcionamiento del proceso de SSPM automatizado de manera general, tomando como base la modelización lógica. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

Diseño BPM

- ✓ Se diseñó el proceso de SSPM automatizado con la herramienta Bonita Studio, especificando roles, tareas, tipos de tareas y su descripción. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se estableció de forma minuciosa la relación entre la información que se manipula dentro del proceso y las entidades que intervienen. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se analizó la manera en la que interactúan las tareas sobre las entidades del proceso de SSPM por medio de una matriz de Integración de Modelos. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se estableció las reglas de negocio que el diseño BPM debe adoptar. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

Validación del Proceso

- ✓ Se validó el proceso de SSPM en base al diseño BPM con el Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez Mg. Sc., responsable de la carrera de Ingeniería en Sistemas /Computación. (véase sección **Anexo 3: Acta De Validación Del Proceso SSPM Automatizado.**)

5.2.2. Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP.

Planificación

- ✓ Se estableció un conjunto de reuniones para definir el grupo de tareas e historias de usuario que se trabajarían en cada iteración. (véase sección **Resultados, apartado 6.2.1**)

Diseño

- ✓ Se estableció la arquitectura del sistema, el diagrama de clases que soportaría la base de datos, y el progreso del modelo BPMN que se trabajaría en cada iteración. (véase sección **Resultados, apartado 6.2.2**)

Codificación

- ✓ Se estableció estándares de codificación y se desarrolló cada una de las incidencias establecidas en la fase de planificación. (véase sección **Resultados, apartado 6.2.3**)

Pruebas

- ✓ Se desarrolló pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de los métodos utilizados en la fase de codificación y, además, se realizaron pruebas de aceptación. (véase sección **Resultados, apartado 6.2.4**)

5.2.3. Definir un plan de implantación para el módulo de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.

Organización y Preparación

- ✓ Se estableció el comité del proyecto en base a los actores que formarán parte del plan de implantación de manera directa o indirecta. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se definió el cronograma de actividades a realizar durante la implantación del módulo de SSPM. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se estableció los posibles problemas que se pueden encontrar durante la implantación del módulo de SSPM, así como sus posibles soluciones. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

Construcción

- ✓ Se realizó la instalación y carga de datos del servidor de Bonita en conjunto con el módulo de SSPM en un entorno de desarrollo y se elaboró un manual de instalación. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se realizó pruebas del módulo de SSPM en un entorno de desarrollo tomando datos ficticios para comprobar su correcto funcionamiento. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

Preparación final y Arranque del sistema

- ✓ Se realizó la instalación y carga de datos del servidor de Bonita en conjunto con el módulo de SSPM en un entorno de producción. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se elaboró tres manuales para el manejo del módulo de SSPM de acuerdo a los actores que intervienen en el mismo. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se brindó acceso al servidor de Bonita a los administradores y se realizó la distribución de los manuales. (véase sección **Resultados, apartado 0**)
- ✓ Se realizó pruebas del módulo en un entorno real con la aprobación de la Comisión de Evaluación Interna. (véase sección **Resultados, apartado 0**)

5.3. Recursos

Con la finalidad de lograr el cumplimiento de los objetivos planteados, se hizo uso de los siguientes recursos:

5.3.1. Recursos Científicos

- **Búsqueda exploratoria:** esta técnica permitió indagar sobre la Gestión de Procesos de Negocio (BPM), su notación (BPMN) y el funcionamiento del BPMS Bonita, que están relacionadas directamente con el presente TT [32].
- **Estudio del estado del arte:** esta técnica ayudó a buscar información bibliográfica existente relacionada con la automatización de procesos utilizando BPM, y permitió conocer la forma metódica en la que estos se desarrollan [33].
- **Estudios de caso:** esta técnica permitió identificar casos donde se ha automatizado el proceso de Seguimiento al Sílabo en otras Instituciones de Educación Superior del Ecuador [32]. (véase sección **Trabajos Relacionados**)
- **Investigación Bibliográfica:** con esta técnica se sustentó el fundamento teórico del presente TT, mediante consultas a: fuentes bibliográficas confiables, libros, revistas científicas, artículos, casos de éxito, documentos varios, entre otros [34].

- **Método Científico:** este método fue la base para el desarrollo del presente TT, desde que se planteó la Propuesta de Trabajo de Titulación (PTT), hasta la culminación del mismo. Esto se puede evidenciar a través del desarrollo de las actividades planteadas por cada uno de los objetivos (véase sección **Materiales y Métodos, apartado 5.2**); y los resultados obtenidos en cada una de sus fases (véase sección **RESULTADOS**), en conjunto con la respectiva discusión (véase sección **DISCUSIÓN**) y sus conclusiones (véase sección **CONCLUSIONES**) [34].

5.3.2. Recursos Técnicos

- **Herramientas Colaborativas:** se utilizaron herramientas para la comunicación y trabajo en equipo tales como: Notion como un área de trabajo para que gestione notas, tareas, calendarios, bases de datos y más, Slack como medio de comunicación formal entre los participantes del presente TT, Jira Software para la definición de incidencias que se trabajarían en cada iteración de la metodología XP.
- **Software para la diagramación de procesos BPM:** se utilizó Draw.io para el diagrama del proceso actual y Bonita Studio para el diseño del proceso automatizado.
- **Metodología BPM RAD:** se utilizó durante todo el desarrollo del primer objetivo de acuerdo a cada una de sus fases. (véase sección **Resultados** apartado **6.1**)
- **Metodología XP:** se utilizó durante todo el segundo objetivo para el desarrollo del módulo de acuerdo a cada una de sus fases. (véase sección **Resultados** apartado **6.2**)
- **Metodología de Implantación propuesta por Pablo G. Fernández [30]:** se utilizó durante todo el desarrollo del tercer objetivo, adecuando cada una de las etapas al Módulo de SSPM desarrollado durante el segundo objetivo. (véase sección **Resultados** apartado **6.3**)

5.4. Participantes

El presente TT enfocado en la línea de investigación de Desarrollo de Software fue desarrollado por los siguientes participantes:

- Jean Carlos Alarcón Ochoa y Edgar Andrés Soto Rodríguez, como estudiantes autores del presente TT. Sus actividades iniciaron desde el planteamiento del tema del PTT, hasta el desarrollo y finalización de los objetivos planteados en el presente TT (**véase sección Materiales y Métodos, apartado 5.2**).
- El Ing. Edison Leonardo Coronel Romero, Mg. Sc. como tutor académico y director del TT, quien supervisó los avances académicos y técnicos desarrollados por los autores del presente TT.
- El Ing. Pablo Fernando Ordoñez Ordoñez, Mg. Sc. como director de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL, quien aprobó y validó el proceso de SSPM.
- Los ingenieros Andrés Navas, Wilman Chamba y René Guamán, como principales actores entrevistados debido a que formaron parte de la Comisión de Evaluación Interna responsables de llevar a cabo el proceso de SSPM.
- Los ingenieros/as Valeria Herrera, Ximena Naranjo y Roberth Figueroa, como miembros parte de la Comisión de Evaluación Interna durante el periodo académico Octubre 2020 – Marzo 2021 responsables de llevar a cabo el proceso de SSPM quienes nos brindaron la aprobación para llevar a cabo un plan de pruebas del módulo desarrollado con los estudiantes de décimo ciclo.

6. RESULTADOS

En la presente sección se muestra la evidencia de los resultados obtenidos durante el desarrollo del TT, para lo cual se planteó tres objetivos, cada uno con sus respectivas actividades y tareas. En cada uno de los objetivos se detalla las actividades que se realizaron para dar cumplimiento a los mismos. De esta manera, en el objetivo 1 se logró establecer el proceso de SSPM a través del uso de la metodología BPM: RAD, la cual facilitó el desarrollo de este objetivo, también se utilizó la técnica de prototipado con el propósito de validar el proceso de SSPM a automatizar. Para el objetivo 2, se utilizó la metodología XP para desarrollar el módulo de SSPM en la herramienta Bonita Studio de acuerdo a cada una de sus fases. Finalmente, en el objetivo 3, se tomó en cuenta las partes que se acoplan al módulo de SSPM de la propuesta metodológica de Pablo G. Fernández [30] para la implantación de un sistema.

6.1. Objetivo 1: Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).

En el presente apartado se indica la realización de las actividades con el propósito de cumplir el objetivo 1, se detallan las fases de la metodología BPM RAD y su utilización en el TT.

6.1.1. Modelización Lógica

Para el desarrollo y cumplimiento de la primera fase se identificó las principales tareas que se ejecutan el proceso de SSPM. Esto se realizó con el propósito de comprender y detallar cada una de las tareas y su incidencia en el proceso.

Eventos

Se presentan los eventos que suceden durante el desarrollo del Proceso de SSPM: (véase Tabla I)

Tabla I
Eventos del Proceso de SSPM.

EVENTO	PROCESO	RESPUESTA(S)
Días después del inicio del período académico.	1. Preparar Actividades de Seguimiento al Sílabo.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de Actividades. • Socialización del cronograma de actividades a docentes asignados.
Fechas mitad y final del período académico.	2. Aplicar SSPM.	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de seguimiento al sílabo (Mitad y final de ciclo) elaboradas. • Solicitud de Convocatoria de estudiantes (Mitad y final de ciclo) asignados para calificar fichas de seguimiento al sílabo. • Socialización de Indicaciones generales sobre la aplicación del proceso (Mitad de ciclo). • Fichas de seguimiento al sílabo calificadas (Mitad y final de ciclo). • Sugerencias de cambios al informe de seguimiento al sílabo y plan de mejoras (Mitad y final de ciclo). • Correcciones del informe de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en base a las sugerencias recibidas. • Socialización de resultados con Docentes de la carrera (Mitad y final de ciclo).
Fechas mitad y final del período académico.	2.1. Seleccionar Estudiantes asignados para calificar las fichas de seguimiento al sílabo.	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de estudiantes asignados para calificar las fichas de seguimiento al sílabo (Mitad y final de ciclo).

<p>Fechas mitad y final del período académico.</p>	<p>2.2. Documentar Resultados de SSPM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de seguimiento al sílabo Tabuladas (Mitad y final de ciclo). • Generación de acciones de mejora en base a los resultados obtenidos (Mitad y final de ciclo). • Informe de seguimiento al sílabo y Plan de mejoras (Mitad y final de ciclo).
--	--	--

Estructuración de Procesos

Con el objetivo de tener un mayor conocimiento sobre el proceso de SSPM, a continuación, se detalla a nivel general toda la estructura del proceso, con sus respectivos subprocesos y actividades. (véase Figura 10)

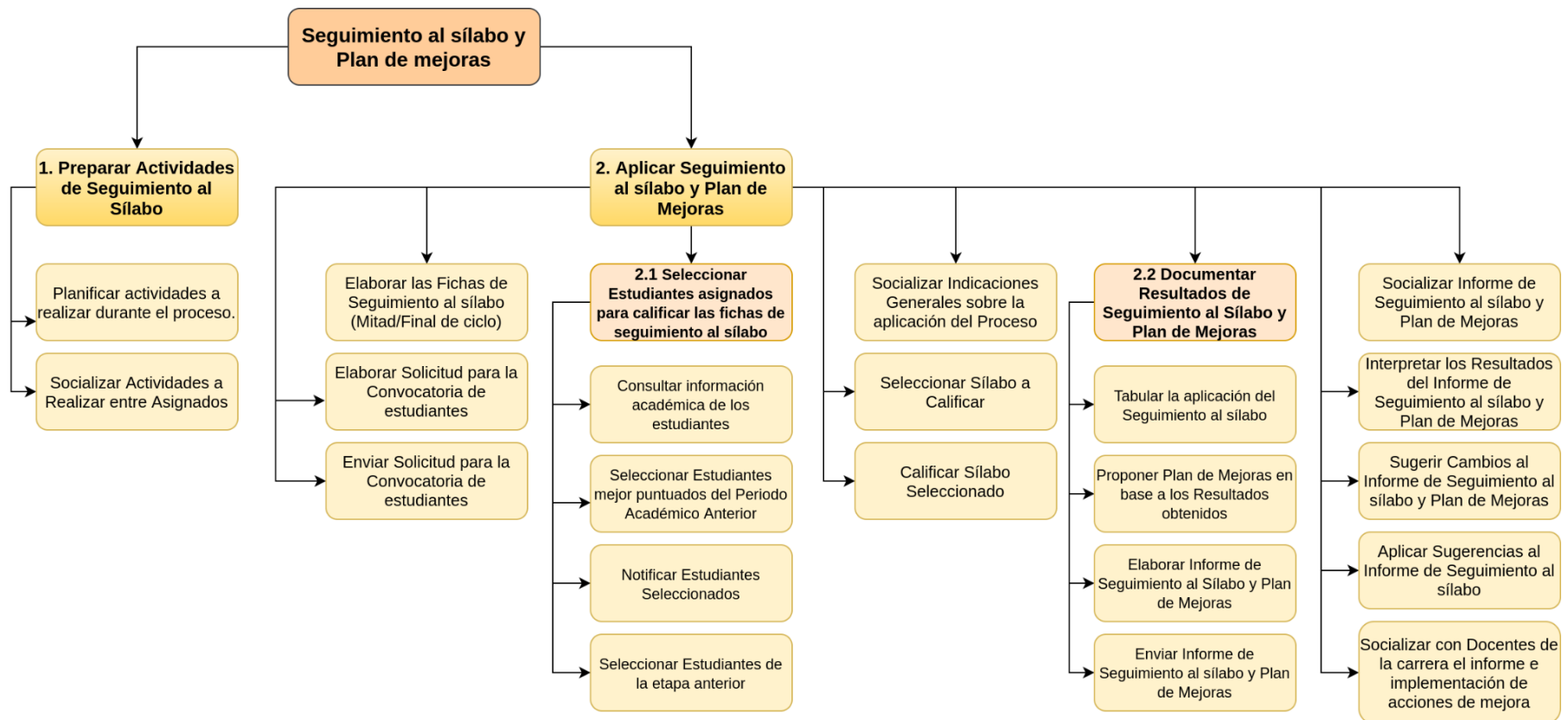


Figura 10 Estructura del proceso de SSPM (fuente propia).

Modelización de Flujo de Procesos

Con el propósito de entender el flujo del proceso de SSPM, se presenta el modelo actual del proceso de SSPM, teniendo en cuenta que en esta fase aún no se especifica los actores, sin embargo, se hace hincapié en la tarea que se va a realizar y su incidencia dentro del proceso. (véase Figura 11)

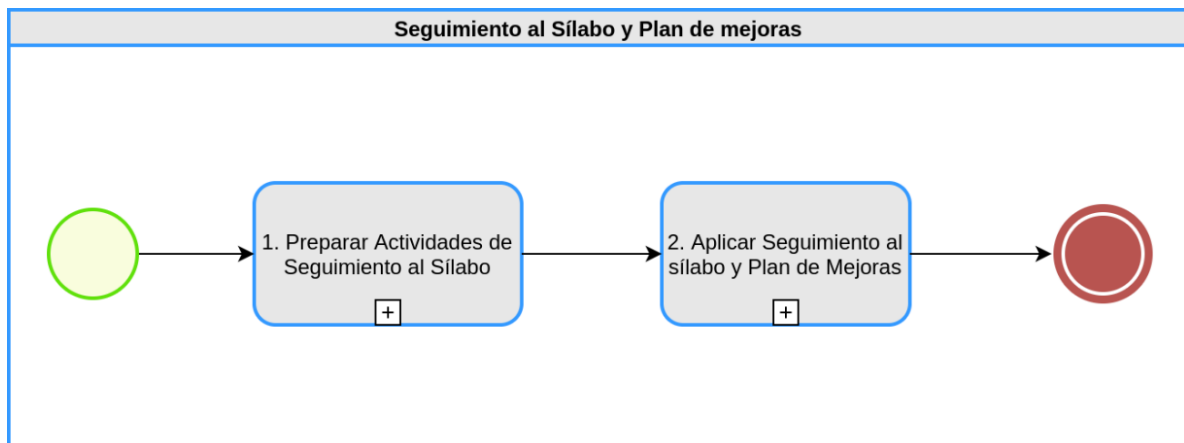


Figura 11 Proceso actual de SSPM (fuente propia).

1. Preparar Actividades de Seguimiento al sílabo. (véase Figura 12)

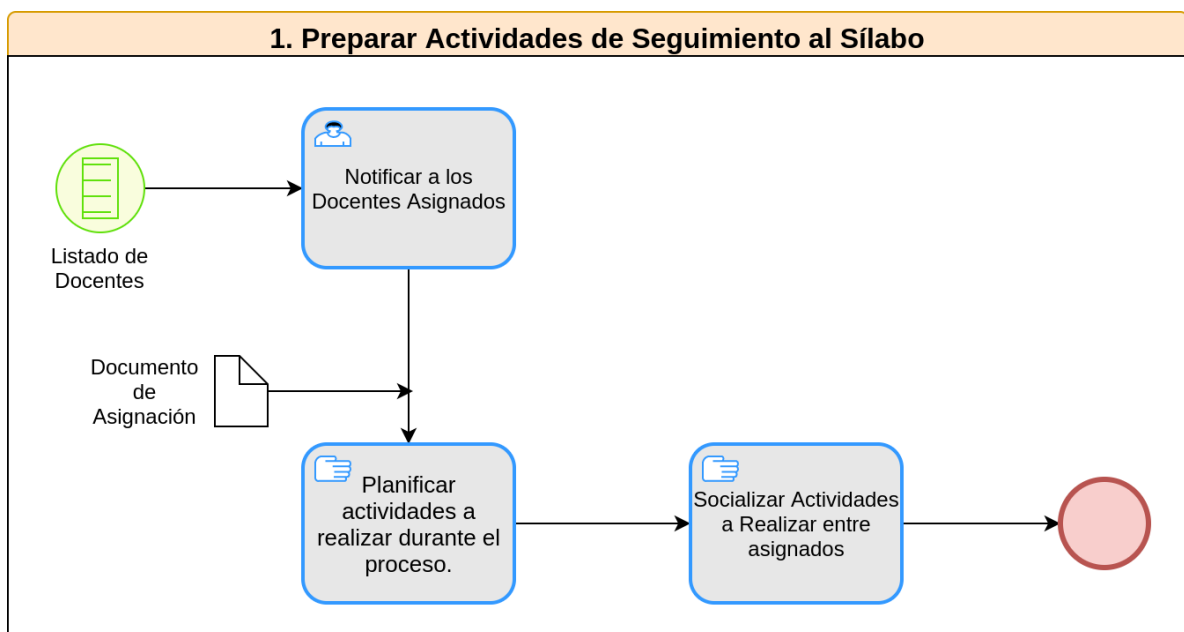


Figura 12 Subproceso Preparar Actividades de SSPM (fuente propia).

2. Aplicar SSPM. (véase Figura 13)

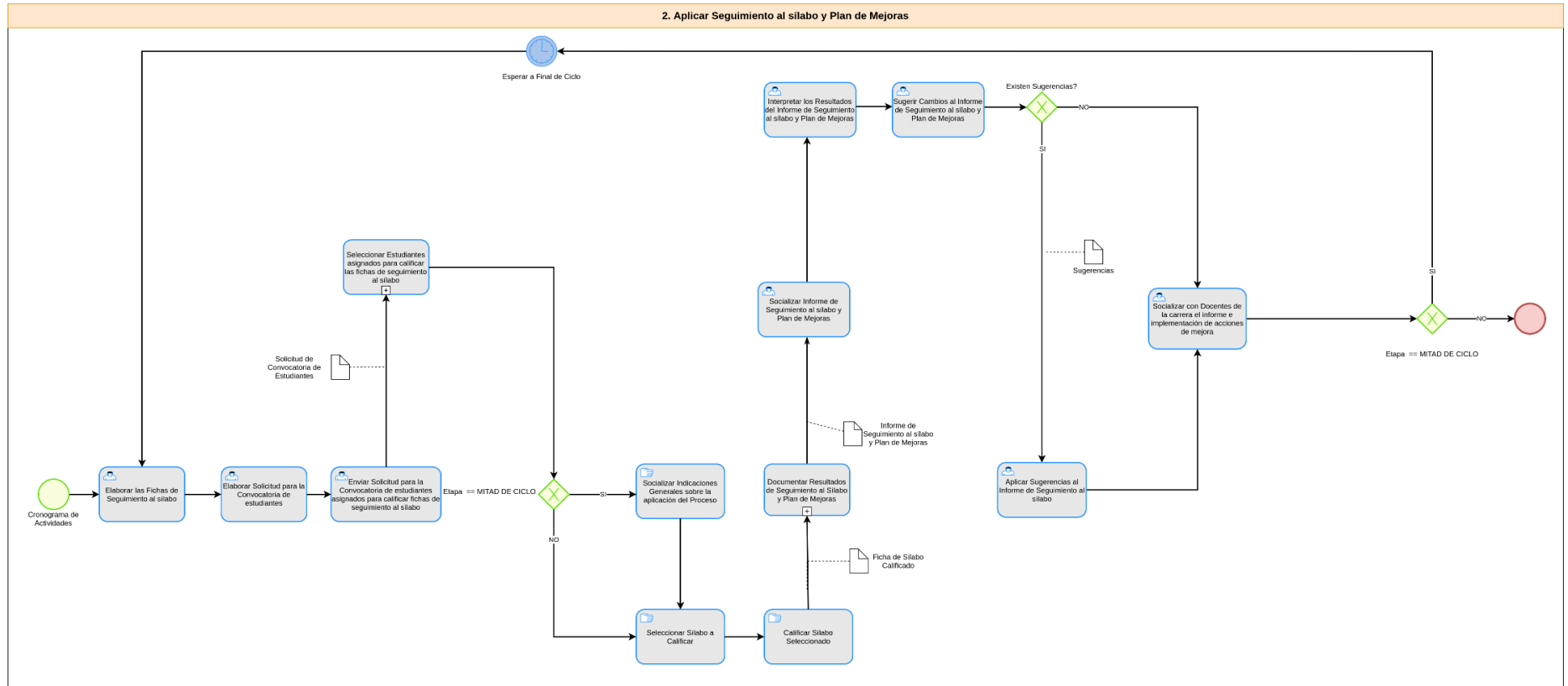


Figura 13 Subproceso Aplicar SSPM (fuente propia ¹).

¹ Véase imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/eb497qc>.
Véase Anexo 14: Diagramas Del Proceso De S

2.1. Seleccionar Estudiantes asignados para calificar las fichas de seguimiento al sílabo. (véase Figura 14)

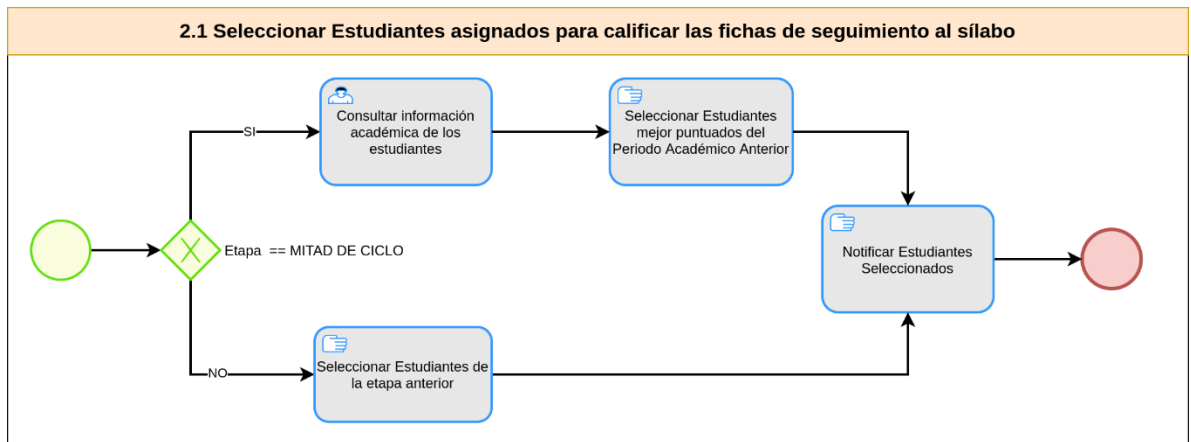


Figura 14 Subproceso 1 - Seleccionar Estudiantes (fuente propia).

2.2. Documentar resultados de SSPM. (véase Figura 15)

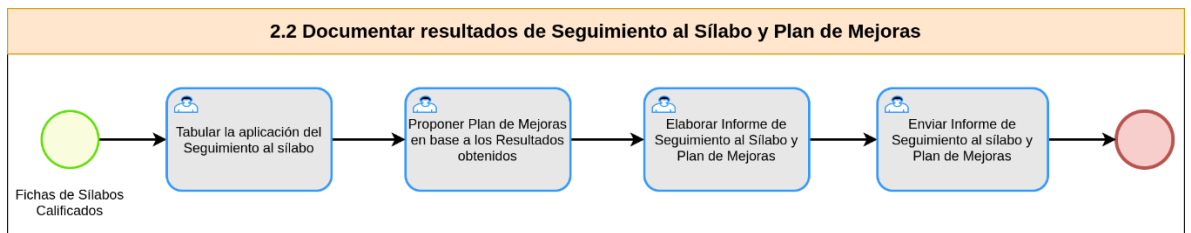


Figura 15 Subproceso 2 – Documentar Resultados (fuente propia).

Modelización Conceptual de Datos

La Figura 16, muestra el modelo conceptual de los datos que se gestionan en el proceso actual de SSPM, este modelo sirvió como referencia inicial para entender cómo se estructuraría la base de datos que dará soporte al proceso automatizado de SSPM. (véase Figura 16)

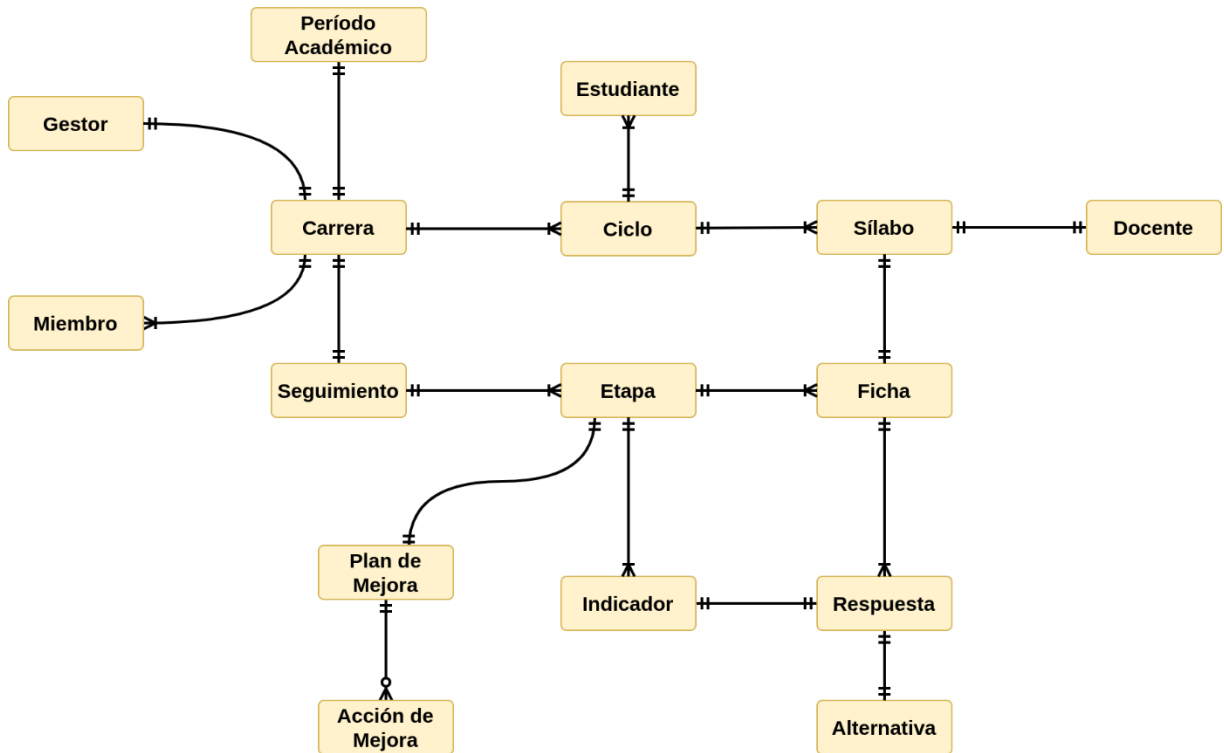


Figura 16 Modelo Conceptual de Datos del Proceso de SSPM (fuente propia).

6.1.2. Diseño Preliminar

El objetivo de la segunda fase, es transformar el modelo lógico desarrollado en la primera fase a un modelo físico representativo del funcionamiento automatizado del proceso de SSPM.

Diseño Derivado

En base a la modelización lógica de la fase anterior, se realizó el modelo de funcionamiento (modelo físico) del proceso de SSPM automatizado, es decir, se estableció la manera en la que funcionarán las tareas tomando en cuenta la organización, las entidades y las tecnologías que intervienen en el mismo. (véase Figura 17)

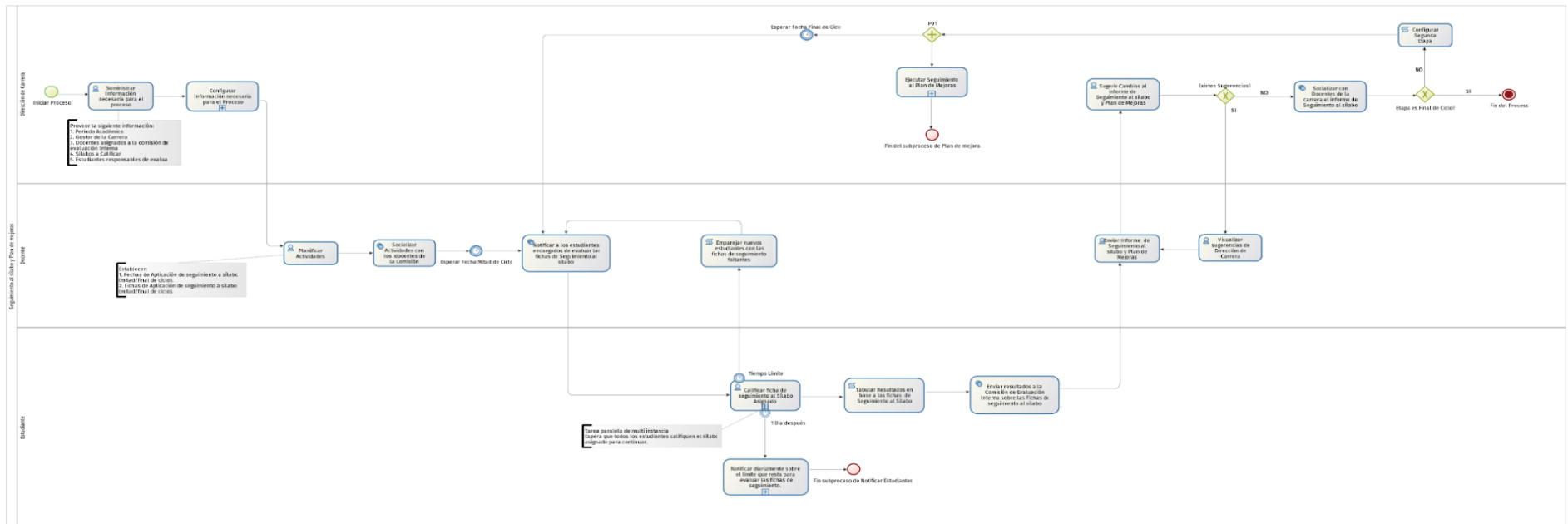


Figura 17 Diseño Derivado del proceso de SSPM (fuente propia ²).

² Véase imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/Ub43wqb>.
Véase Anexo 14: Diagramas Del Proceso De S

6.1.3. Diseño BPM

En la tercera fase se diseñó el proceso identificado en las fases anteriores, considerando todos los detalles necesarios tales como los roles que intervienen, las tareas, el tipo de tarea y su respectiva descripción de funcionamiento, así como, la definición del modelo conceptual de datos, la integración de modelos y las reglas de negocio.

Diseño de Procesos BPM

Se estableció el siguiente diseño de procesos BPM: (véase Figura 18)

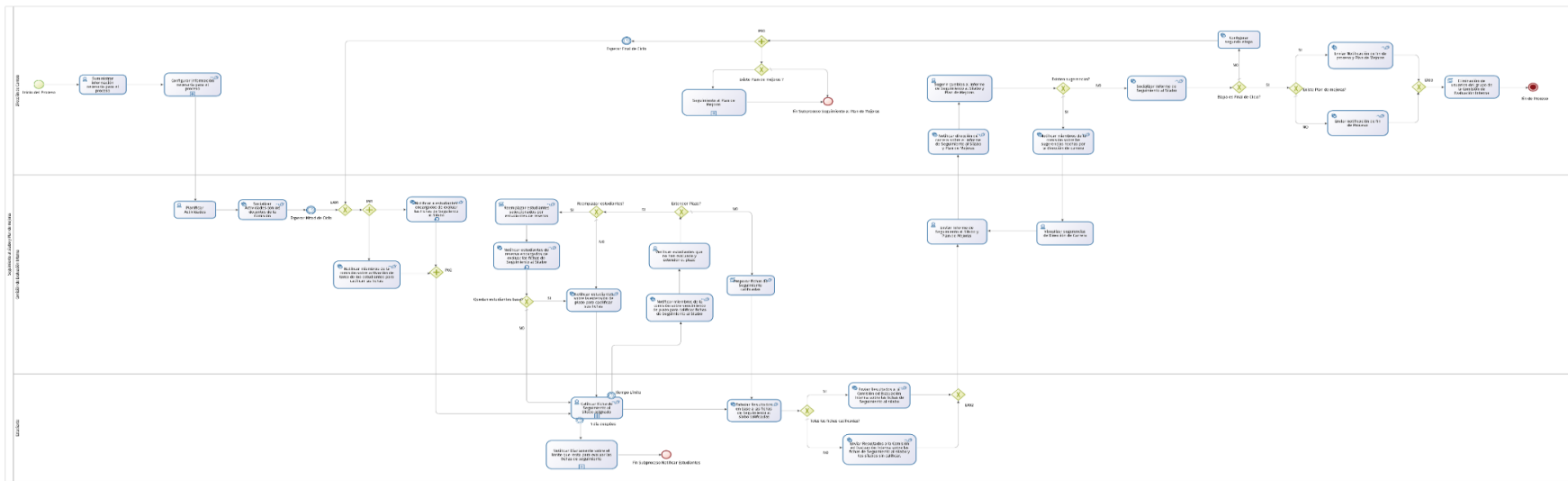


Figura 18 Diseño BPMN del proceso de SSPM (fuente propia ³).

³ Véase imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/Kb43epK>.
Véase Anexo 14: Diagramas Del Proceso De S

Subproceso para Configurar Información Necesaria para el Proceso. (véase Figura 19)

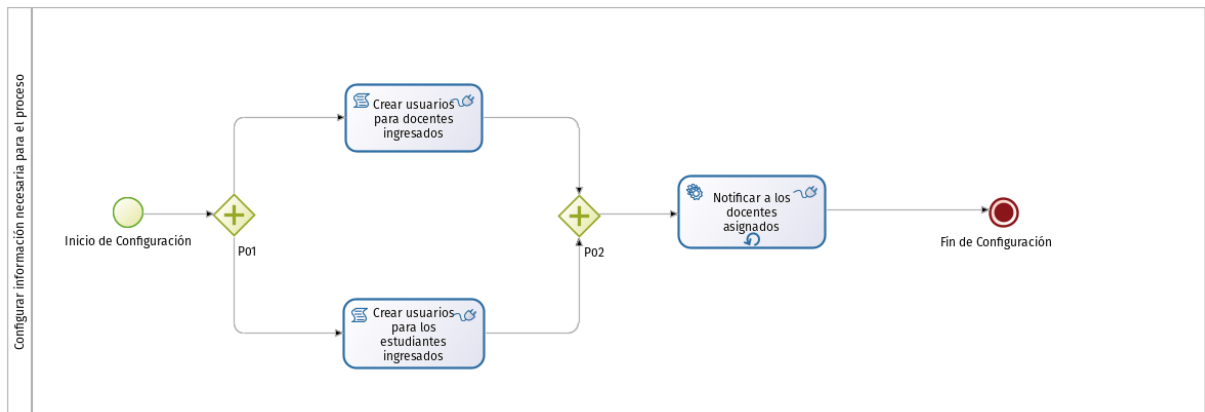


Figura 19 Subproceso Configurar Información Necesaria (fuente propia).

Subproceso para Notificar Diariamente a los Estudiantes. (véase Figura 20)

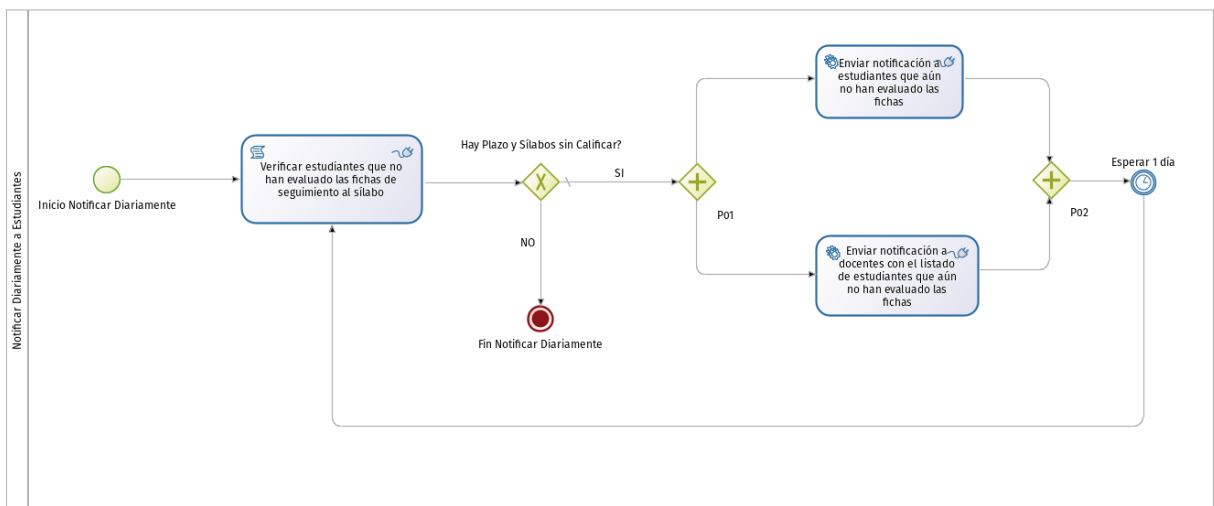


Figura 20 Subproceso Notificar Diariamente a los Estudiantes (fuente propia).

Subproceso para el Seguimiento al Plan de Mejoras. (véase Figura 21)

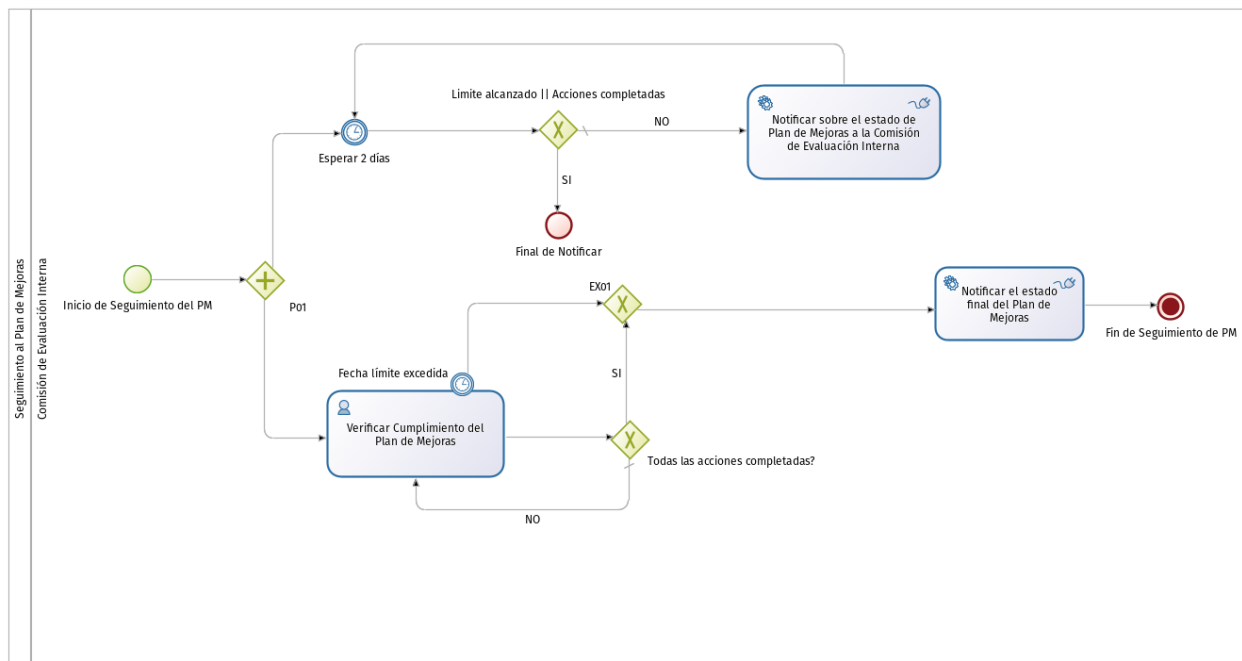


Figura 21 Subproceso Seguimiento al Plan de Mejoras (fuente propia).

El punto principal de esta etapa es lograr un diagrama de procesos completo, se complementa el diseño preliminar y se consideran otros detalles como los roles y actividades específicas para cada rol. (véase Tabla II)

Tabla II
Descripción de Tareas del Diseño BPM para el proceso de SSPM.

ROL	TAREA	TIPO	FUNCIÓN
Dirección de carrera	Suministrar Información Necesaria para el Proceso	Humano	Configurar el Proceso inicialmente, donde se debe definir: <ol style="list-style-type: none"> 1. Periodo Académico actual 2. Gestor de la Carrera actual 3. Docentes asignados a la comisión de evaluación Interna 4. Seleccionar los Sílabos a Calificar

			5. Seleccionar los Estudiantes responsables de evaluar
	Sugerir cambios al informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras	Humano	Revisar el informe enviado y el Plan de Mejoras establecido por la Comisión de Evaluación Interna, y sugerir cambios en caso de haberlos.
Docente	Planificar Actividades	Humano	Planificar las actividades a realizar, en donde se debe establecer: 1. Fechas de Aplicación de seguimiento a sílabo (mitad/final de ciclo). 2. Fichas de Aplicación de seguimiento a sílabo (mitad/final de ciclo).
	Verificar estudiantes que no han evaluado y extender el plazo.	Humano	Verificar la lista de estudiantes que no han evaluado su ficha de Seguimiento al Sílabo y decidir si extender el plazo o continuar con el proceso. En caso de extender el plazo se tiene la facultad de reemplazar los estudiantes que seleccione.
	Enviar informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras.	Humano	Enviar el informe respectivo sobre el Seguimiento al Sílabo, y establecer las acciones para el Plan de Mejoras con su duración en días.
	Visualizar Sugerencias de Dirección de Carrera	Humano	Visualizar las sugerencias señaladas por la Dirección de Carrera sobre el informe de Seguimiento al Sílabo o el Plan de Mejoras.
	Verificar el cumplimiento del Plan de Mejoras	Humano	Verificar el cumplimiento de las acciones de mejora en el Plan de Mejora durante la duración previamente establecida.

Estudiante	Calificar ficha de seguimiento al sílabo asignada	Humano	Calificar ficha de seguimiento al sílabo asignada en el plazo de tiempo establecido.
Sistema	Crear usuarios para los docentes ingresados	Script	Crear las credenciales para las cuentas con las que los docentes asignados ingresarán al sistema.
	Crear usuarios para los estudiantes ingresados	Script	Crear las credenciales para las cuentas con las que los estudiantes encargados de calificar las fichas de los sílabos ingresarán al sistema.
	Notificar a los Docentes Asignados	Servicio	Notificar a los Docentes Asignados mediante correo, que han sido seleccionados para encargarse del proceso de SSPM.
	Socializar actividades con los docentes de la Comisión	Servicio	Socializar las actividades a realizar en el proceso con los docentes de la Comisión mediante correo.
	Notificar a los miembros de la Comisión sobre activación de tarea de los estudiantes para calificar las fichas	Servicio	Notificar a los miembros de la comisión mediante correo que ha comenzado la notificación a los estudiantes y se ha habilitado la tarea respectiva para que califiquen su ficha de Seguimiento asignada.
	Notificar a los estudiantes encargados de evaluar los sílabos	Servicio	Notificar a los estudiantes mediante correo que han sido designados para evaluar las fichas de seguimiento al sílabo con las respectivas instrucciones.
	Notificar miembros de la comisión sobre venci-	Servicio	Notificar a los miembros de la comisión que ha culminado el tiempo límite de calificación

	miento de plazo para calificar las fichas de Seguimiento al Sílabo		de las fichas asignadas y se ha habilitado una nueva tarea para extender el plazo.
	Preparar fichas de Seguimiento calificadas	Script	Preparar la información de las fichas de seguimiento que fueron calificadas para su posterior tabulación.
	Reemplazar estudiantes seleccionados por estudiantes de reserva	Script	Reemplazar a los estudiantes que han sido seleccionados con los estudiantes de reserva y emparejarlos con las fichas que todavía no han sido calificadas.
	Notificar a los estudiantes de reserva encargados de evaluar las fichas de Seguimiento al Sílabo	Servicio	Notificar a los estudiantes de reserva mediante correo que han sido designados para evaluar las fichas de seguimiento al sílabo con las respectivas instrucciones.
	Notificar a los estudiantes sobre la extensión del plazo para calificar sus fichas	Servicio	Notificar a los estudiantes mediante correo que se ha extendido el plazo de calificación de las fichas de Seguimiento al Sílabo.
	Verificar estudiantes que no han evaluado la ficha de seguimiento al sílabo	Script	Comprobar cuáles son los estudiantes que todavía no han calificado su respectiva ficha de Seguimiento al Sílabo.
	Enviar notificación a estudiantes que aún no han evaluado las fichas de Seguimiento al Sílabo	Servicio	Enviar un correo a cada estudiante que todavía no ha calificado su respectiva ficha, señalando los días restantes.
	Enviar notificación a docentes con el listado de	Servicio	Enviar un correo a los docentes de la Comisión de Evaluación Interna con un listado

	estudiantes que aún no han calificado		de los estudiantes que aún no han calificado sus fichas.
	Tabular los resultados en base a las fichas de Seguimiento al Sílabo	Script	Tabular los resultados de cada una de las fichas calificadas por los estudiantes
	Enviar resultados a la Comisión de Evaluación Interna sobre las Fichas de Seguimiento al sílabo	Servicio	Enviar un correo a la Comisión de Evaluación Interna con los resultados tabulados con el fin de que puedan elaborar el informe respectivo
	Enviar resultados a la Comisión de Evaluación Interna sobre las Fichas de Seguimiento al sílabo y los sílabos sin calificar	Servicio	Enviar un correo a la Comisión de Evaluación Interna con los resultados tabulados con el fin de que puedan elaborar el informe respectivo, y el listado de sílabos que no fueron calificados.
	Notificar dirección de carrera sobre el informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras	Servicio	Notificar a la dirección de carrera que los miembros de la comisión han enviado el informe y el plan de mejoras de la etapa respectiva para ser evaluado.
	Notificar miembros de la comisión de evaluación interna sobre las sugerencias hechas por la dirección de carrera	Servicio	Notificar a los miembros de la comisión sobre las sugerencias realizadas por la dirección de carrera al informe y el plan de mejoras establecido de la respectiva etapa
	Socializar el informe de Seguimiento al Sílabo	Servicio	Enviar un correo a los miembros de la comisión y al gestor de la carrera con los resultados y el respectivo informe de Seguimiento al Sílabo

	Configurar segunda etapa	Script	Configurar al sistema para la segunda etapa del proceso
	Notificar sobre el estado del Plan de Mejoras a la Comisión de Evaluación Interna	Servicio	Enviar un correo a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna con los avances de las acciones de mejora establecidas en el Plan de Mejoras
	Notificar el estado final del Plan de Mejoras	Servicio	Enviar un correo a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna sobre la finalización del seguimiento al Plan de Mejoras y el porcentaje de actividades completadas.
	Enviar notificación de fin de proceso y Plan de Mejoras	Servicio	Notificar a la dirección de carrera y a los miembros de la comisión sobre la finalización del proceso de Seguimiento al Sílabo y su respectivo Plan de Mejoras.
	Enviar notificación de fin de proceso	Servicio	Notificar a la dirección de carrera y a los miembros de la comisión sobre la finalización del proceso de Seguimiento al Sílabo.
	Eliminación de usuarios del de la Comisión de Evaluación Interna	Servicio	Eliminación de los usuarios del grupo de la Comisión de Evaluación Interna encargados de llevar a cabo el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras.

Modelo Conceptual de Datos

En la **Figura 22 Modelo Conceptual de Datos del proceso de SSPM**, se muestra el modelo conceptual de datos de manera más específica de acuerdo a la información que empleará cada entidad que interviene en el proceso de SSPM, y sus respectivas relaciones en la base de datos que dará soporte al proceso automatizado. (véase Figura 22)

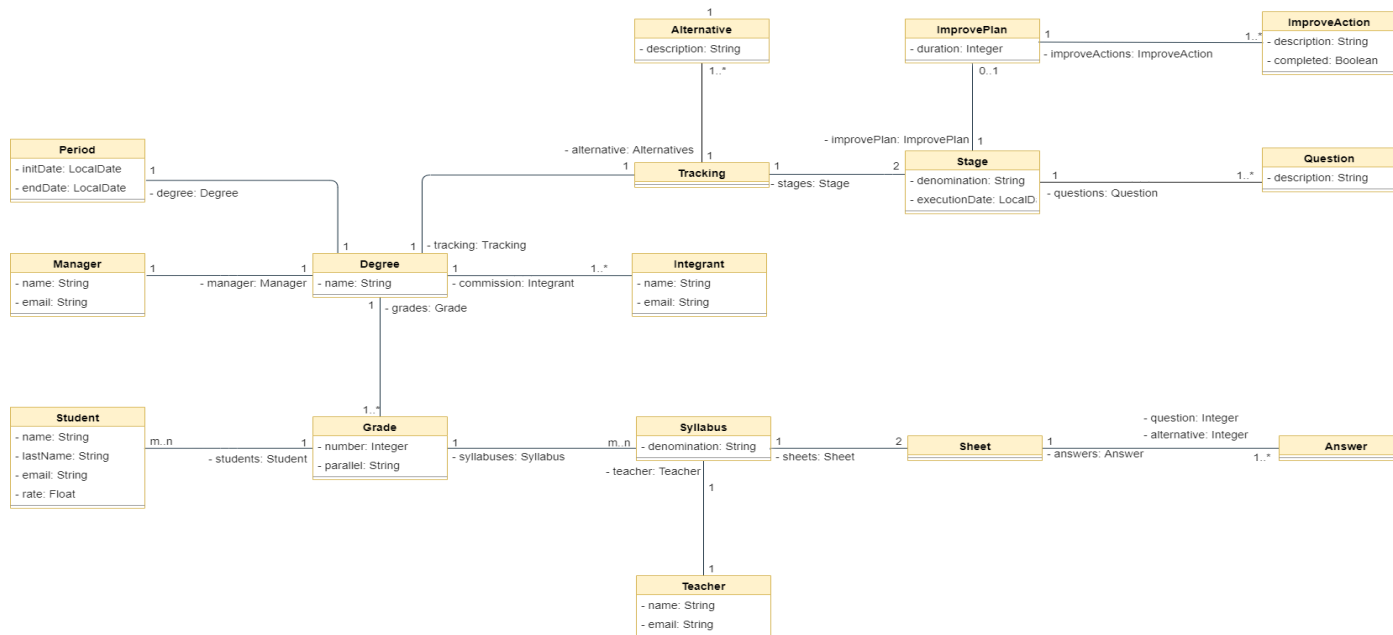


Figura 22 Modelo Conceptual de Datos del proceso de SSPM (fuente propia ⁴).

⁴ Véase imagen en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/bb43rf5>.
Véase Anexo 14: Diagramas Del Proceso De S

Integración de Modelos

Con el objetivo de integrar el modelo conceptual de datos con cada una de las tareas definidas en el diseño de procesos BPM de forma coherente, se analizó como actúa cada una de las tareas con respecto a cada una de las entidades del proceso de acuerdo a la **Tabla III Integración de Procesos y Datos**. (véase Tabla III)

Tabla III
Integración de Procesos y Datos

TAREAS	ENTIDADES															
	Periodo Académico	Carrera	Gestor	Miembro	Ciclo	Estudiante	Sílabo	Docente	Seguimiento	Etapa	Ficha	Respuesta	Indicador	Alternativa	Plan de Mejora	Acción de Mejora
Suministrar Información Necesaria para el Proceso	C	C	C	C	C	C	C	C								
Crear usuarios para los docentes ingresados								R								
Crear usuarios para los estudiantes ingresados						R										
Emparejar estudiantes con sílabos a calificar					R	R	R	R								
Planificar Actividades									C	C	C		C	C		

Calificar ficha de seguimiento al sílabo asignada											U	C				
Emparejar nuevos estudiantes con las fichas de seguimiento faltantes					R	R	R	R			R					
Verificar estudiantes que no han evaluado la ficha de seguimiento al sílabo											R					
Tabular los resultados en base a las fichas de Seguimiento al Sílabo											R					
Enviar resultados a la Comisión de Evaluación Interna sobre las Fichas de Seguimiento al sílabo											R					
Enviar informe de SSPM.															CU	CUD
Sugerir cambios al informe SSPM															R	
Configurar segunda etapa										U	C					
Verificar el cumplimiento del Plan de Mejoras															R	RU

C = Create (Crear), R = Read (Leer), U= Update (Actualizar), D = Delete (Eliminar)

Reglas de Negocio

Se estableció las reglas de negocio que el diseño BPM debe adoptar conforme la organización de acuerdo a:

- Se realizará un proceso de SSPM por cada carrera en un solo periodo académico.
- Todo proceso de SSPM que se lleve a cabo contará con una etapa a mitad de ciclo y otra etapa a final de ciclo.
- Se seleccionará uno o varios miembros encargados de llevar a cabo el proceso de SSPM en cada período académico.
- Los miembros encargados definirán las fechas de aplicación de cada una de las etapas del proceso.
- Se designará una o un estudiante responsable del seguimiento al sílabo por cada una de las asignaturas.
- Los estudiantes encargados de calificar las fichas de seguimiento al sílabo se designarán en función de los mejores promedios de las calificaciones del período académico anterior.
- Se pondrá a disposición de los estudiantes de cada uno de los paralelos las fichas de seguimiento al sílabo correspondientes a fin de que, se consignen los datos respectivos en los mismos.
- Se elaborará un informe con los resultados de las fichas de seguimiento al sílabo por cada una de las etapas del proceso.
- Se propondrá un plan de mejoras con sus respectivas acciones de mejora por cada una de las etapas del proceso.
- Los informes de seguimiento al sílabo elaborados por cada etapa serán entregados a la dirección de carrera para su comprobación.
- La dirección de carrera establecerá sugerencias al informe de seguimiento al sílabo en caso de haberlas.

6.2. Objetivo 2: Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP.

En el presente apartado se indica la realización de las actividades con el propósito de cumplir el objetivo 2, se detallan las fases de la metodología XP y su utilización en el TT. Las tecnologías utilizadas durante el desarrollo del objetivo son: (véase Tabla IV)

Tabla IV
Tecnologías utilizadas durante el desarrollo del objetivo 2

TECNOLOGÍA	LOGO	EMPLEO
Bonita Studio		Utilizada durante el desarrollo de todo el TT para el diseño del diagrama BPMN en conjunto con su funcionamiento.
Groovy		Como conectores de las tareas para el manejo de modelos, datos e información en las tareas de Bonita Studio.
AngularJS		Para el desarrollo de funcionalidades, características y manejo de información en la interfaz de usuario de Bonita Studio.
PostgreSQL		Para el almacenamiento y gestión de todos los datos de los modelos de negocio (BDM) utilizados en Bonita Studio.
NodeJS		Utilizada para la creación de un servicio web externo con el fin de elaborar el informe de Seguimiento al Sílabo con los resultados tabulados en formato docx.

6.2.1. Planificación

Para la fase de planificación se realizó un conjunto de reuniones entre los autores del TT para discutir y definir las tareas en base a las historias de usuario (véase **Anexo 11: Historias De Usuario**) establecidas en cada iteración del proceso, y limitando su duración a una semana de acuerdo a la siguiente tabla. (véase Tabla V)

Tabla V

Planificación de cada iteración de la metodología XP de acuerdo a las historias de usuario

CLAVE	ITERACIÓN	HISTORIA DE USUARIO
SSPM-3	1	Proveer información necesaria para el proceso.
SSPM-11	2	Planificar Actividades.
SSPM-12		Socializar actividades con los miembros de la Comisión de Evaluación Interna.
SSPM-13		Notificar a los estudiantes a cargo de evaluar las fichas de Seguimiento al Sílabo.
SSPM-14		Evaluar las fichas de Seguimiento al Sílabo.
SSPM-20	3	Verificar que estudiantes no han calificado su ficha y extender el plazo.
SSPM-31		Tabular los resultados en base a las fichas de Seguimiento al Sílabo calificadas.
SSPM-21	4	Enviar los resultados a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna en un documento formato docx.

SSPM-22		Enviar el informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de mejoras a la dirección de carrera.
SSPM-23		Sugerir cambios al informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de mejoras.
SSPM-55		Visualizar los cambios sugeridos por la dirección de carrera.
SSPM-24		Socializar el informe de Seguimiento al Sílabo.
SSPM-27		Verificar el cumplimiento del Plan de Mejoras.
SSPM-89		Reemplazar estudiantes que no han calificado las fichas de Seguimiento al Sílabo.

Para conocer cada una de las tareas establecidas en cada iteración de forma más detallada véase

Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP. Iteración 1, 2, 3, 4 apartado Planificación.

6.2.2. Diseño

Como menciona la metodología XP, el diseño se realiza durante todo el tiempo del desarrollo del proyecto y donde los cambios se realizan conforme al avance. Durante la fase de diseño se definió la arquitectura de acuerdo a la herramienta Bonita, y como esta funciona de acuerdo a lo siguiente: (véase Figura 23)

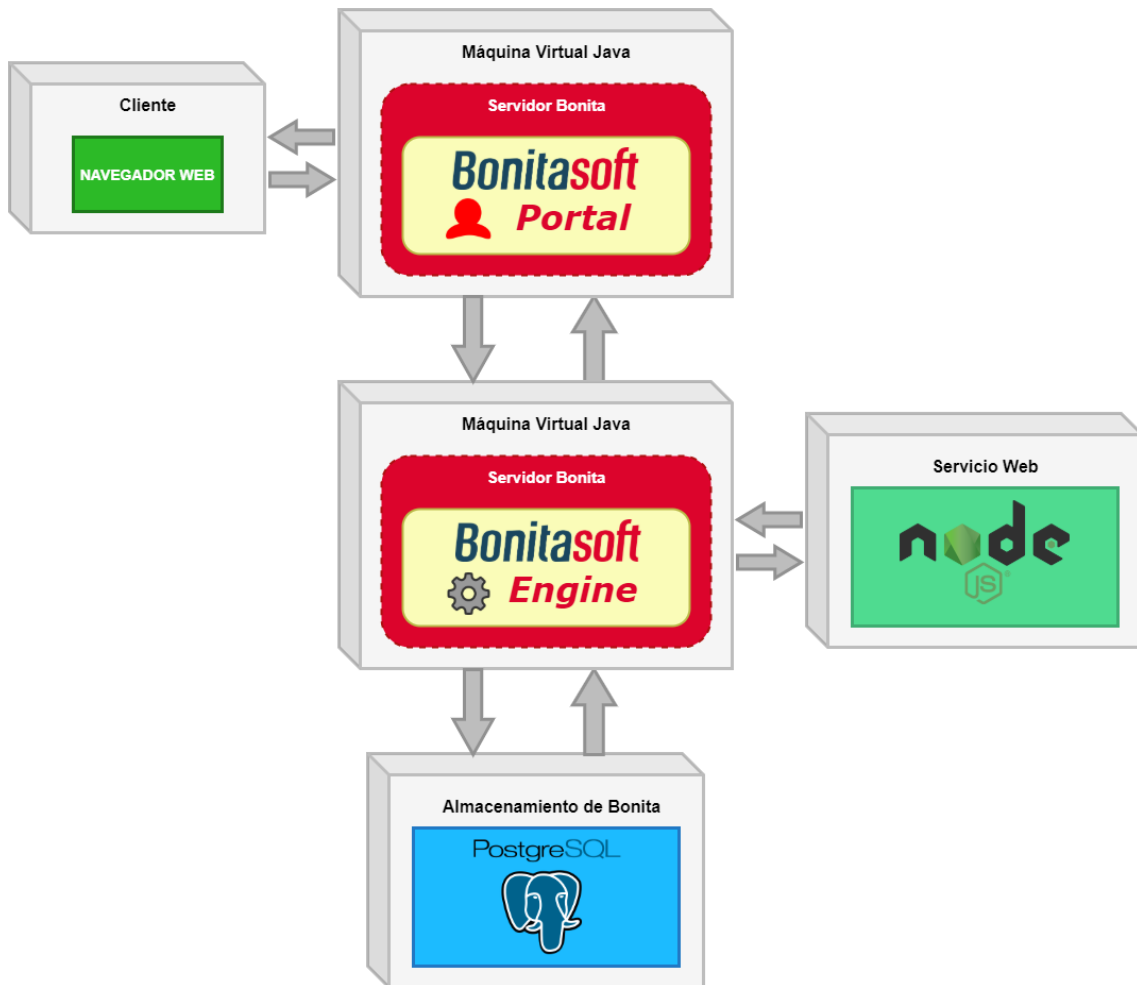


Figura 23 Arquitectura del sistema (fuente propia)

Además, se estableció el diseño del Modelo de Datos del Negocio (BDM) para la base de Datos PostgreSQL conforme al siguiente diagrama de clases: (véase Figura 24)

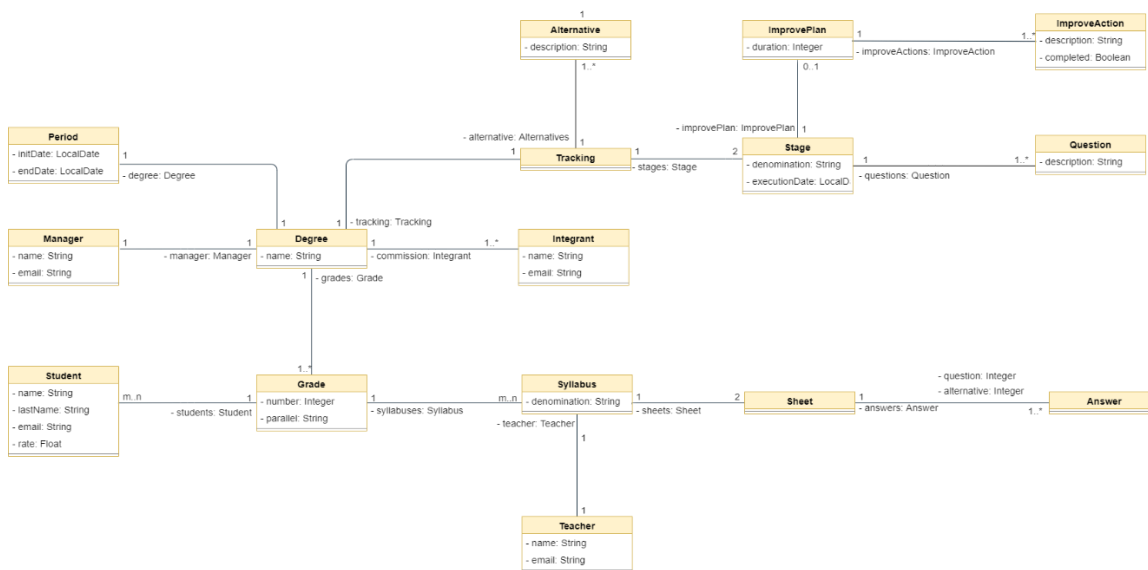


Figura 24 Diagrama de Clases para el BDM (fuente propia ⁵)

Se elaboró su respectivo modelo de entidad-relación para una mayor comprensión acerca de cómo se relacionarán cada una de las entidades en la base de datos. (véase Figura 25)

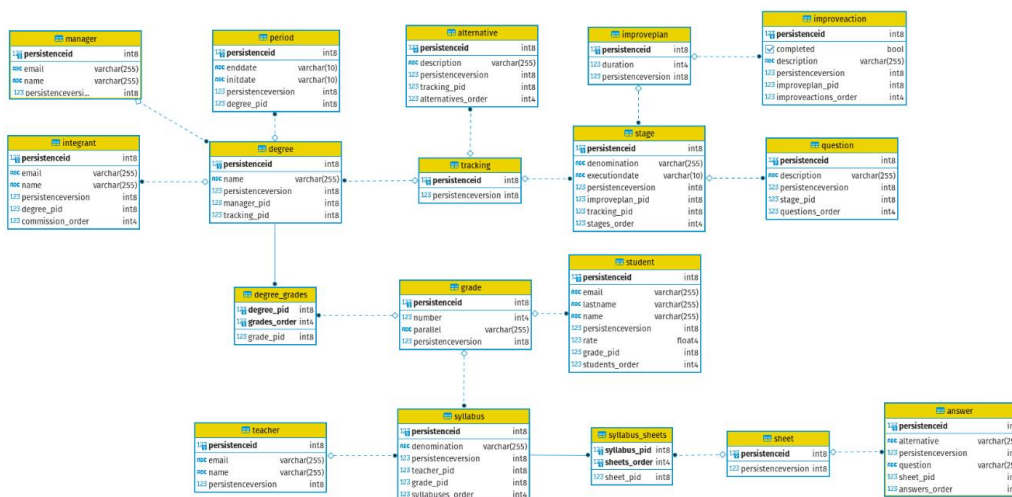


Figura 25 Modelo Entidad Relación del BDM (fuente propia ⁶)

⁵ Véase figura 24 en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/mb43osz>.

⁶ Véase figura 25 en alta resolución en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/Qb43pvH>.

Véase Anexo 14: Diagramas Del Proceso De S

Así mismo se definió la organización de acuerdo a la Universidad Nacional de Loja y los grupos que intervienen en el proceso en Bonita Estudio Edición Comunitaria de acuerdo al siguiente diagrama de organización. (véase Figura 26)



Figura 26 Organización establecida en Bonita Estudio

Los grupos señalados en rojo (Estudiantes, Coordinación de la Carrera, Secretaría de la Carrera, SSPM y Comisión) en la Figura 26 representan a los actores que intervienen en el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras.

Para conocer la evolución del diseño establecido en cada iteración de forma más detallada véase

Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP. Iteración 1, 2, 3, 4 apartado Diseño.

6.2.3. Codificación

Para la codificación se utilizó la herramienta Bonita Studio en conjunto con la base de datos PostgreSQL y sus tecnologías Groovy a través de conectores de tareas, y AngularJS como marco de trabajo de la interfaz de usuario. Además, se definieron algunos estándares de codificación:

Estándares de codificación.

Como buena práctica se optó por usar estándares en el desarrollo del software para facilitar la comprensión del código por parte del equipo de desarrollo:

- **Estándares de Base de Datos:**

- Los nombres de los modelos de negocio del BDM se escribieron con la primera letra en mayúscula y el resto en minúsculas tal como lo sugiere la documentación de Bonita.
- Los nombres de los atributos de los modelos se escribieron en minúsculas.
- Todos los nombres se escribieron en el idioma Inglés al ser un estándar global.

- **Estándares en el código:**

- Los nombres de las variables y métodos utilizados en la interfaz de usuario (User Interface) y en el manejo del código de Groovy se escribieron siguiendo el estilo de escritura “Camel Case”, en donde se especifica la separación de palabras con una letra mayúscula.
- Los nombres de las tareas y las compuertas lógicas del diagrama se nombraron según las mejores prácticas y recomendaciones de Bizagi.
- Todo el código se escribió en el idioma Inglés al ser un estándar global.

Todas las historias de usuario fueron desarrolladas en la herramienta Bonita Studio en conjunto con sus tecnologías exceptuando la historia **SSPM-21**; lo cual se llevó a cabo en contacto constante con los docentes de la comisión de Evaluación Interna y el gestor de la carrera, tal como lo sugiere la metodología.

Se optó por desarrollar un servicio web externo a Bonita Studio, con el fin de cumplir con la historia de usuario **SSPM-21**, debido a las limitaciones que presentó la herramienta, debido a que no permite la creación de documentos complejos en formato docx. Para ello se utilizó la tecnología NodeJS, mediante la cual se desarrolló una interfaz de programación de aplicaciones (API) que se encargaría de recibir la información de las fichas calificadas por los estudiantes a través de la conexión con Bonita Studio, y esta retornaría una dirección web para descargar el documento docx.

Durante el transcurso de cada una de las iteraciones se definió un conjunto de variables de proceso, a fin de cumplir con el flujo del proceso automatizado de SSPM. Estas variables se encuentran especificadas a continuación de acuerdo a Bonita Estudio Edición Comunitaria. (véase Figura 27)

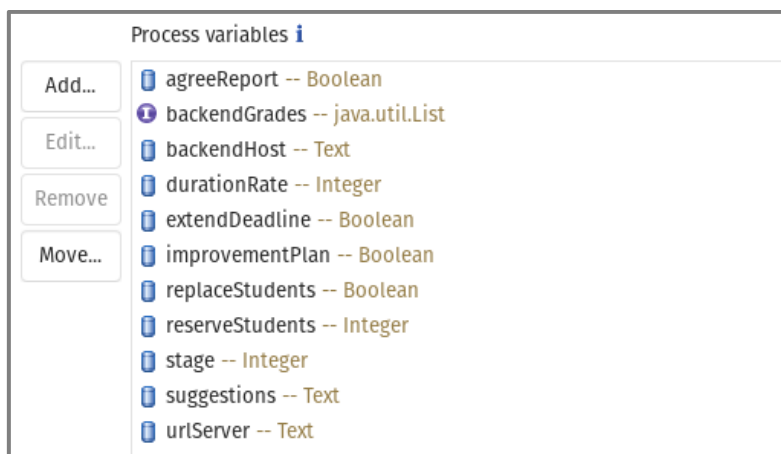


Figura 27 Variables del proceso de SSPM

Para conocer el proceso de desarrollo en cada iteración de forma más detallada véase

Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP. Iteración 1, 2, 3, 4 apartado Codificación.

6.2.4. Pruebas

Se realizó pruebas unitarias a todos los métodos utilizados durante la fase de codificación para comprobar su correcto funcionamiento y validar su comportamiento de acuerdo a las necesidades presentadas. Además, se realizaron pruebas de aceptación con los miembros de la Comisión de Evaluación Interna encargados del proceso de SSPM del periodo académico octubre 2020 – marzo 2021. (véase **Anexo 13: Pruebas De Aceptación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**)

Para conocer las pruebas realizadas en cada iteración de forma más detallada véase

Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP. Iteración 1, 2, 3, 4 apartado Pruebas.

6.3. Objetivo 3: Definir un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.

En el presente apartado se indican las etapas que se llevaron a cabo para el cumplimiento del tercer objetivo, para ello se tomaron en cuenta las partes que se acoplan al módulo de SSPM de la propuesta metodológica de Pablo G. Fernández [35] para la implantación de un sistema, que se encuentra enfocada en tres metodologías como la “ASAP” (de la empresa SAP), “Sure Step” (de la empresa Microsoft), y “Oracle Aim” (de la empresa Oracle).

6.3.1. Etapa 1. Organización y Preparación

Actividad 1: Consolidación del comité del proyecto

El desarrollo de la primera etapa inició con la formación del comité del proyecto, quienes participarán de forma directa, indirecta o serán los responsables de llevar a cabo las tareas durante la implantación del módulo de SSPM, para lo cual se establecieron los siguientes actores: (véase Tabla VI)

Tabla VI
Comité del Proyecto

ACTOR	CARGO	ROL
Director de TT	Individual	Gestionar todo el trabajo técnico.
Autores del TT	Individual y/o Grupal	Levantar el servidor de Bonita en conjunto con el módulo de SSPM y sus configuraciones.
Dirección de Carrera	Grupal	Cumplir con las tareas encomendadas a su grupo según el flujo del módulo de SSPM.
Comisión de Evaluación Interna	Grupal	Cumplir con las tareas encomendadas a su grupo según el flujo del módulo de SSPM.
Estudiantes	Grupal	Cumplir con las tareas encomendadas a su grupo según el flujo del módulo de SSPM.

Actividad 2: Establecimiento del Cronograma

Durante la segunda actividad se estableció un cronograma para definir una adecuada distribución del tiempo, actores, tareas y recursos; para ello se definieron las siguientes actividades: (véase Tabla VII)

Tabla VII
Cronograma de Actividades del Plan de Implantación

Actividades	Actores	Semana 1					Semana 2				
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
E1.AC3. Establecimiento de posibles escenarios de riesgo y el conjunto de posibles soluciones.	Director de TT y Autores del TT	■									
E2.AC1. Carga de Datos en un entorno de desarrollo y Configuración del Módulo de SSPM.	Director de TT y Autores del TT	■									
E2.AC2. Pruebas del módulo en un entorno de desarrollo.	Director de TT y Autores del TT		■	■	■						
E3.AC1. Carga de Datos en un entorno de producción.	Director de TT y Autores del TT					■					
E3.AC2. Documentación de manuales para el manejo del módulo de SSPM.	Director de TT y Autores del TT					■	■				
E3.AC3. Puesta en marcha del sistema.	Director de TT, Autores del TT, Dirección de Carrera, Comisión de Evaluación Interna y Estudiantes						■				
E3.AC4. Pruebas del módulo en un entorno de producción.	Dirección de Carrera, Comisión de Evaluación Interna y Estudiantes							■	■	■	

Actividad 3: Mitigación de riesgos.

Se contempló los posibles escenarios de riesgo que pueden ocurrir durante la implantación del módulo de SSPM y de acuerdo a ello se determinó un conjunto de posibles soluciones, con el fin de contrarrestar situaciones imprevisibles.

Tabla VIII

Mitigación de Riesgos durante la implantación del módulo de SSPM

CATEGORIZACIÓN		CLASIFICACIÓN		RESPUESTA
Descripción	Tipo	Impacto	Probabilidad	Mitigación
Implantación del módulo de SSPM en un servidor que ya cuenta con una Organización y un BDM establecido.	Técnico	Alto	Media	Ajustar la Organización y BDM actual para que se incorpore los nuevos grupos y modelos de ser necesario.
Error al instalar el módulo de SSPM en el servidor de Bonita debido a conectores no disponibles	Técnico	Alto	Bajo	Actualizar el servidor de Bonita a la versión actual de la página oficial.
Falta de información sobre el uso o manejo de la herramienta Bonita o del módulo de SSPM	Operacional	Media	Bajo	Elaborar y entregar manuales de uso del módulo. Capacitar a los actores que harán uso del sistema.

6.3.2. Etapa 2. Análisis funcional

Para el desarrollo de la segunda etapa se desglosa un resumen de los requerimientos funcionales y el análisis de requerimientos, sin embargo, al emplear la metodología XP para el desarrollo del sistema en el segundo objetivo ya que cubrió esta etapa con el desarrollo de historias de usuario, para ello véase sección **Resultados, apartado 6.2.1 y Anexo 11: Historias De Usuario.**

6.3.3. Etapa 3. Diseño Conceptual

En la tercera etapa se realiza un modelo funcional en base al análisis de requerimientos, y posteriormente se diseñan cada una de las pantallas del sistema en un prototipo para obtener una representación visual mucho más detallada del funcionamiento del sistema, no obstante, esta etapa quedó cubierta con el desarrollo del primer objetivo y la metodología BPM: RAD, para ello véase sección **Resultados, apartado 6.1.3 y Anexo 4: Prototipado Del Proceso Automatizado De SSPM.0**

6.3.4. Etapa 4. Construcción

Actividad 1: Carga de Datos y Configuración del módulo

Durante la primera actividad de la segunda etapa se realizó una instalación plana del servidor de Bonita en un entorno de desarrollo, y la carga de datos de su organización (definida en grupos según la Universidad Nacional de Loja) en conjunto con su modelo de datos de negocio (BDM por sus siglas en inglés). Una vez preparado el servidor se llevó a cabo la instalación del módulo de SSPM con su respectiva parametrización y definición de actores.

Para el desarrollo de esta actividad se elaboró un manual de instalación y configuración del módulo de SSPM, en donde se detallan cada una de las fases de construcción. (véase **Anexo 6: Manual Para La Instalación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Dentro Del Entorno De Ejecución De Bonita.**)

Actividad 2: Pruebas

Se realizaron pruebas del sistema en un entorno de desarrollo, tomando en cuenta casos reales de aplicación con una cuenta de administrador ficticia que representaba a la Dirección de la Carrera, con docentes ficticios representando a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna y con una lista de estudiantes ficticios de diferentes ciclos con varios paralelos; con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del módulo antes de su puesta en producción en un ambiente real.

6.3.5. Etapa 5. Preparación final y Arranque del sistema

Actividad 1: Carga de Datos en entorno real

Durante la primera actividad de la etapa final se realizó la preparación y reajuste entre los entornos de desarrollo (Etapa 2) y de producción, se procedió al despliegue del módulo de SSPM de acuerdo al manual de instalación de la segunda etapa para un ambiente real. (véase **Anexo 6: Manual Para La Instalación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Dentro Del Entorno De Ejecución De Bonita.**)

Actividad 2: Documentación

Se elaboraron tres manuales para el manejo del módulo de SSPM de acuerdo a los actores que intervienen en el flujo del proceso:

- **Manual para el manejo del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de mejoras**
Grupo: Dirección de Carrera: Establece el conjunto de tareas en las que interviene la Dirección de Carrera (Suministrar información necesaria para el proceso y Sugerir cambios al informe de SSPM) de acuerdo al flujo del módulo de SSPM y las instrucciones respectivas para hacer uso del módulo correctamente. (véase **Anexo 7: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**
Grupo: Dirección De Carrera)
- **Manual para el manejo del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de mejoras**
Grupo: Comisión de Evaluación Interna: Establece el conjunto de tareas en las que interviene la Comisión de Evaluación Interna (Planificar actividades, Verificar estudiantes que no han evaluado y extender el plazo, Enviar informe de SSPM, Visualizar sugerencias de Dirección de Carrera y Verificar el cumplimiento al Plan de Mejoras) de acuerdo al flujo del módulo de SSPM y las instrucciones respectivas para hacer uso del módulo correctamente. (véase **Anexo 8: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**
Grupo: Comisión De Evaluación Interna)
- **Manual de Usuario para los Estudiantes del módulo de SSPM:** Establece el conjunto de tareas en las que intervienen los estudiantes (Calificar ficha de seguimiento al sílabo asignada) de acuerdo al flujo del módulo de SSPM y las instrucciones respectivas para hacer uso del módulo correctamente. (véase **Anexo 9: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**
Grupo: Estudiantes)

Actividad 3: Puesta en marcha

Durante la última actividad se le brindó acceso al servidor de Bonita a los respectivos administradores del sistema (en este caso el director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación) con sus credenciales y se realizó la distribución de los manuales a cada uno de los actores participantes con la finalidad de que hagan un correcto uso del módulo.

Actividad 4: Pruebas

Se estableció una reunión con los miembros de la Comisión de Evaluación Interna encargados de llevar a cabo el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras en el periodo académico octubre 2020 – marzo 2021 para permitir la ejecución de pruebas con los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación. (véase

Anexo 10: Acta De Validación De Pruebas Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejor)

De acuerdo a lo indicado previamente, se realizaron pruebas del sistema en un entorno real implicando al comité del proyecto con el Ing. Pablo Ordóñez como miembro de la Dirección de Carrera, la Ing. Ximena Naranjo como miembro de la Comisión de Evaluación Interna, y los estudiantes de décimo ciclo de la carrera de Ingeniería en Sistemas, con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del módulo en un ambiente real y definir si las funcionalidades reflejan el proceso de SSPM de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL. Para ello se estableció un acta de aprobación de pruebas para el módulo de SSPM en una reunión con la Comisión de Evaluación Interna. (véase **Anexo 12: Acta De Validación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**)

7. DISCUSIÓN

En este apartado se indica el desarrollo de la propuesta alternativa, en donde se presentan los resultados obtenidos del cumplimiento de cada objetivo específico del presente TT desde el punto de vista objetivo de los autores. Además, se presenta la valoración técnica económica ambiental del TT.

7.1. Desarrollo de la Propuesta Alternativa

El desarrollo del presente TT denominado “Módulo de Seguimiento al sílabo y Plan de mejoras en la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL”, se ejecutó en tres fases, una fase por cada objetivo específico. A continuación, se describe cada uno de los objetivos.

7.1.1. Objetivo 1: Establecer el proceso de Seguimiento al sílabo y plan de mejoras mediante el uso de la notación BPMN (Modelo y notación de procesos de negocios).

Para lograr el primer objetivo se implementó la metodología BPM: RAD como eje principal, debido a que esta nos ofrece una perspectiva del proceso que parte de la información más general sobre el proceso, lo que nos permitió identificar cómo funciona actualmente de forma manual el proceso de SSPM, hasta lo más específico, definiendo un modelo automatizado tomando en cuenta todos los detalles necesarios para poner en funcionamiento el proceso de SSPM. La metodología consta de tres fases. La primera fase denominada “Modelización Lógica”, permitió identificar las actividades que suceden en el proceso de SSPM, de igual modo, posibilitó establecer los eventos que dan inicio a cada una de las actividades dentro del proceso. Conforme a lo previamente mencionado, se logró elaborar la estructura del proceso de SSPM, indicando cada una de las actividades que suceden en el mismo, además, haciendo uso de la notación BPMN se creó el modelo del proceso de SSPM con sus etapas correspondientes, finalmente, a través de un modelo conceptual de datos se obtuvo una visión general de la información que se manipula en el proceso. En la segunda fase denominada “Diseño preliminar”, se creó el diseño del modelo de funcionamiento del proceso de SSPM automatizado de manera general, partiendo de la modelización lógica, tratada en la fase anterior. Finalmente, en la última fase, denominada “Diseño BPM” se diseñó el proceso de SSPM automatizado, haciendo uso de la herramienta Bonita Studio, especificando detalladamente roles, tareas, tipo de tareas y su descripción, también se pudo establecer la relación entre la información que se manipula dentro del proceso y las entidades que intervienen, así mismo, a través de una matriz de integración de modelos, se pudo analizar la interacción de las tareas sobre las entidades del proceso, como último punto, en esta fase se estableció las reglas de

negocio que el diseño BPM debe adoptar. Como aporte adicional se logró validar el proceso de SSPM, a través del diseño BPM y un prototipo de Software con el Ing. Pablo F. Ordoñez Ordoñez Mg. Sc., Gestor Académico (E) de la carrera de Ingeniería en Sistemas /Computación. (véase **Anexo 3: Acta De Validación Del Proceso SSPM Automatizado.**)

7.1.2. Objetivo 2: Desarrollar el módulo de software para el Seguimiento al sílabo y plan de mejoras usando la herramienta Bonita Studio y la metodología XP.

Para llegar a completar el presente objetivo se utilizó la metodología XP en conjunto con la herramienta Bonita Studio Edición Comunitaria para el desarrollo del módulo, sin embargo, la herramienta no permitía el cumplimiento de ciertas historias de usuario como es el caso de tabular los resultados de las fichas de seguimiento al sílabo (ID de Historia **SSPM-31** véase **Anexo 11: Historias De Usuario**), para lo cuál se decidió desarrollar un servicio de tabulación externo con la tecnología de NodeJs, con la finalidad de que éste se encargue de tabular los resultados de las fichas y devuelva una dirección web para descargar la información tabulada. Así mismo se desarrolló la metodología XP, la cual consta de cuatro fases: Planificación, Diseño, Codificación y Pruebas. La fase de planificación se realizó a través de la especificación de las historias de usuario, y se estableció un conjunto de reuniones para definir el grupo de tareas que se trabajaron durante cada iteración. Posterior a ello, en la fase de diseño, se pudo establecer la arquitectura del sistema, el diagrama de clases que soportaría la base de datos, y el progreso del modelo BPMN que se trabajó en cada iteración. Para la tercera fase de codificación, se establecieron estándares para codificar y se desarrolló cada una de las incidencias que se definieron en la fase de planificación. Finalmente, para la última fase de pruebas, se desarrolló pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de los métodos utilizados en la fase de codificación y, además, se realizaron pruebas de aceptación, obteniendo como resultado el módulo de software desarrollado y funcional (véase **Anexo 13: Pruebas De Aceptación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**). Es importante mencionar, que la metodología XP fue ideal para llevar a cabo el desarrollo el proceso de desarrollo de una manera ordenada y eficaz.

7.1.3. Objetivo 3: Definir un plan de implantación para el módulo de seguimiento al sílabo y plan de mejoras en un ambiente real o simulado.

Para alcanzar el tercer objetivo se utilizó la propuesta metodológica para la implantación de un sistema de Pablo G. Fernández [35], debido a que ésta se encuentra basada en tres metodologías como la “ASAP” (de la empresa SAP), “Sure Step” (de la empresa Microsoft), y “Oracle Aim” (de la empresa Oracle), teniendo un historial de sistemas implantados con éxito

por éstas grandes empresas, para ello se tomó las etapas que se acoplan al módulo de Seguimiento al Sílabo desarrollado en un BMPS; primeramente se estableció el comité del proyecto, es decir, los actores que intervienen durante las etapas de implantación del módulo de SSPM, así mismo, se estableció el cronograma de actividades que se desarrollaron con los actores responsables de llevar a cabo cada una de las actividades, y además, se tomó en cuenta los posibles escenarios de riesgo que pueden ocurrir de manera imprevista y las posibles soluciones. Posteriormente se realizó la carga de datos y configuración del módulo en un entorno de desarrollo con motivo de realizar pruebas y comprobar su correcto funcionamiento, para ello se elaboró un manual de instalación del módulo de SSPM. De la misma manera se efectuó la carga de datos en entorno real puesta en marcha en un entorno de producción del módulo y se realizó la documentación de los manuales para el manejo del módulo de SSPM. Finalmente, es importante aclarar que, se realizaron pruebas en un ambiente real con los miembros de la Comisión de Evaluación Interna encargados del proceso de SSPM en el periodo académico octubre 2020 – marzo 2021, y los estudiantes de décimo ciclo de la carrera de Ingeniería en Sistemas, logrando así dar respuesta a la pregunta de investigación. (véase **Anexo 12: Acta De Validación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras**)

7.2. Valoración técnica económica ambiental

El desarrollo del presente Trabajo de Titulación se expresa detallando los beneficios prestados desde tres aspectos.

7.2.1. Valoración Técnica

Los recursos técnicos permitieron el desarrollo del presente TT a través de diversas herramientas como:

- Área de trabajo Notion, para la gestión de documentos, tareas, calendarios, entrevistas, contactos y notas con respecto al desarrollo del TT.
- Aplicación de mensajería Slack, para la continua comunicación con los actores que intervienen en el desarrollo del TT.
- Herramienta de diagramación Draw.io, para la creación y edición del diagrama BPM del proceso manual de SSPM y, además, la creación de los diagramas presentados en el presente TT.
- Sistema de gestión de flujos de trabajo Bonita Studio, para la creación y edición del diagrama BPM automatizado del proceso propuesto de SSPM, así como su desarrollo.

- Software de gestión de proyectos Jira, para la asignación de tareas en base a la metodología XP.
- Repositorio GitHub, para almacenar todo el código fuente del módulo de SSPM y los servicios utilizados, además, toda la información técnica que interviene en el TT.
- Servicio de videoconferencia Zoom, para la comunicación y entrevistas con los actores involucrados en el desarrollo del TT.
- Plataforma de servicios de computación en la nube Google Cloud, para el despliegue del servidor de Bonita con el módulo de SSPM.
- Plataforma de despliegue de aplicaciones Docker, para el despliegue de aplicaciones dentro del servidor de Bonita.
- Software de verificación de interfaces de aplicación (API) Postman, para la comprobación del correcto funcionamiento de los API Rest de Bonita y los servicios utilizados.
- Plataforma de correo electrónico Gmail, para la comunicación de las etapas que suceden en el proceso de SSPM.
- Editor de texto Visual Studio Code, para el desarrollo de los servicios adicionales del módulo de SSPM.
- Lenguajes de programación Java, Groovy y Javascript, para el desarrollo del módulo de SSPM.
- Base de datos PostgreSQL, para el almacenamiento de la información que se genera en el proceso en un entorno de producción.
- Base de datos H2, para el almacenamiento de la información que se genera en el proceso en un entorno de desarrollo.

7.2.2. Valoración Económica

En el desarrollo del presente trabajo de titulación, fue necesaria la inversión de talento humano, recursos de hardware y software, servicios e imprevistos.

Talento Humano

El presente TT involucra a los estudiantes investigadores, la asesoría de un docente como tutor, y los docentes miembros de la Comisión de Evaluación Interna encargado de llevar a cabo del proceso de SSPM de la Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación; cuyo costo es asumido por la Universidad Nacional de Loja. (véase Tabla **IX**)

Tabla IX
Valoración económica de Talento Humano

TALENTO HUMANO	NÚMERO DE HORAS	VALOR POR HORA	SUBTOTAL
Autor 1 del TT	420	\$ 30,00	\$ 12.600,00
Autor 2 del TT	420	\$ 30,00	\$ 12.600,00
Director de Proyecto	50	\$ -	\$ -
Docentes de Apoyo	30	\$ -	\$ -
Subtotal			\$ 25.200,00
Imprevistos (10% del Subtotal)			\$ 2.520,00
Total			\$ 27.720,00

Recursos de Hardware y Software

En la Tabla X se presenta los recursos de hardware y software utilizados en el desarrollo del sistema.

Tabla X
Valoración económica de Recursos de Hardware y Software

RECURSOS HW-SW	NÚMERO DE MESES	VALOR POR MES	CANTIDAD	SUBTOTAL
Computador Personal	5	\$ 80,00	2	\$ 800,00
Notion	5	\$ -	1	\$ -
Software de comunicación	5	\$ -	1	\$ -
Draw.io	2	\$ -	1	\$ -
Bonita Studio	3	\$ -	1	\$ -
Jira Software	2	\$ -	1	\$ -

GitHub	5	\$ -	1	\$ -
Google Cloud Services	3	\$ 184,00	1	\$ 552,00
DockerHub	3	\$ -	1	\$ -
Postman	2	\$ -	1	\$ -
Visual Studio Code	3	\$ -	1	\$ -
Lenguajes de Programación	3	\$ -	3	\$ -
Bases de Datos	3	\$ -	2	\$ -
Subtotal				\$ 1.352,00
Imprevistos (10% del Subtotal)				\$ 135,20
Total				\$ 1.487,20

Servicios

En la Tabla XI se detalla el valor económico de los servicios que fue necesario adquirir para el desarrollo del Trabajo de Titulación.

Tabla XI
Valoración económica de Servicios

SERVICIOS	NÚMERO DE MESES	VALOR POR MES	CANTIDAD	SUBTOTAL
Internet	5	\$ 62,00	2	\$ 310,00
Total				\$ 620,00

Presupuesto Final

Se presupuestó un valor total de \$10.637,90 para todo el TT como se detalla en la Tabla XII.

Tabla XII
Presupuesto Final

RECURSO	SUBTOTAL
Talento Humano	\$ 27.720,00
Recursos HW-SW	\$ 1.487,20
Servicios	\$ 620,00
Total	\$ 29.827,20

El valor total del presupuesto final representa a un entorno académico y puede variar de acuerdo al talento humano, los recursos de hardware y software, y los servicios utilizados en diferentes organizaciones.

7.2.3. Valoración Ambiental

Para la valoración ambiental el presente Trabajo de Titulación contribuye de forma positiva al medio ambiente debido a que, a través de la automatización del proceso, se elimina toda la documentación física que se genera actualmente llevando el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de forma manual. Con el módulo de SSPM la información generada se mantiene en un formato digital y organizado.

8. CONCLUSIONES

En esta sección se describe los sucesos más relevantes que se encontraron durante el desarrollo del TT, entre ellos tenemos:

- El módulo desarrollado en el presente Trabajo de Titulación, optimiza considerablemente el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL en contraste a la forma en la que actualmente se lleva este proceso, debido a que organiza las actividades que ocurren dentro del proceso de una forma sistemática y centraliza la información, lo que se traduce en el aprovechamiento de recursos como el tiempo, el personal y el factor económico de la institución.
- La metodología XP, al ser una metodología ágil, ayudó a llevar de manera ordenada y adaptable el desarrollo del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras, dado que, permitió la organización y distribución entre los autores del TT para el cumplimiento de las 14 historias de usuario en conjunto con sus tareas en lo que respecta a las fases de planificación, diseño, codificación y pruebas en 4 diferentes iteraciones.
- El uso de la herramienta Bonita Studio, permitió diagramar el flujo del proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de acuerdo a 34 tareas especificadas en el mismo, y definir de manera detallada las transiciones y puntos de decisión que influyen en el proceso de acuerdo a 11 variables de proceso y una organización definida en 10 grupos, además de permitir el desarrollo del módulo de manera más ágil, ya que, provee capacidades para modelar datos, interfaces de usuario y aplicaciones.
- Para la definición del plan de implantación se pretendía utilizar todas las etapas de la propuesta metodológica de Pablo G. Fernández descrita en la revisión de literatura, la cual se encuentra enfocada en tres metodologías como la “ASAP” (de la empresa SAP), “Sure Step” (de la empresa Microsoft), y “Oracle Aim” (de la empresa Oracle), sin embargo, se optó por hacer uso únicamente de las etapas que se acoplan a nuestro contexto, debido a que ciertas etapas no se encontraban dirigidas al tipo de proyecto que se desarrolló, no obstante, las etapas seleccionadas permitieron llevar un conjunto de actividades de manera sistemática, logrando así desplegar de forma adaptable a nuestro contexto, el módulo de SSPM en un ambiente de producción real.
- El cumplimiento de pruebas durante el plan de implantación permitió corroborar el correcto funcionamiento del módulo en un ambiente real representando a los 4 sílabos de décimo ciclo en conjunto con los 3 miembros de la Comisión de Evaluación Interna,

definiendo si las funcionalidades reflejan el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación de la UNL.

- El uso de la metodología BPM: RAD fue fundamental para la realización del TT ya que permitió la identificación de 34 tareas y 16 entidades involucradas en el proceso de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras, lo que aportó con una imagen más específica de la forma en la que se lleva actualmente el proceso y permitió brindar una propuesta de automatización que permita agilizar la ejecución del proceso además de centralizar la información que este genera, evitando la distorsión que podría presentarse si se llena de manera manual.

9. RECOMENDACIONES

El presente TT aporta con las siguientes recomendaciones:

- Verificar las capacidades de los servidores destinados al entorno de ejecución de Bonita en base al número total de usuarios y conexiones concurrentes previstas para asegurar la disponibilidad de los servicios.
- Capacitar continuamente a la comunidad de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación sobre el correcto uso del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras con el objetivo de evitar inconsistencias al momento de ejecutar el proceso.
- Continuar con la automatización de manera sistemática a los procesos que actualmente se realizan de manera manual para mejorar su eficiencia y eficacia en la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación.
- Utilizar una metodología en la etapa de diseño, permite una adecuada automatización de procesos, debido a que facilita la comprensión desde una perspectiva funcional de las actividades que se realiza en el proceso, los actores que intervienen y los servicios que involucra, con el objetivo de tener una mayor perspectiva del alcance del proceso.
- Hacer uso de Bonita Studio en casos en los que el proceso que se busca automatizar, comprenda un flujo ordenado de actividades, y analizar su uso en casos en los que el proceso contenga actividades muy cambiantes.

9.1. Trabajos Futuros

Una vez concluido el presente TT se plantea algunos trabajos futuros que se pueden realizar:

- Desarrollar aplicativo para dispositivos móviles, que consuma la información del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras, permitiendo dar una alternativa a la comunidad de la carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación que prefieran hacer uso de un dispositivo móvil o que no cuenten con acceso a una computadora.
- Mejorar la funcionalidad del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras en la tarea de suministrar información necesaria para el proceso, para que permita el consumo de la información de los estudiantes y los sílabos de la carrera mediante el uso de una interfaz de aplicación (API, por sus siglas en inglés), en lugar de suministrar un archivo csv.
- Desarrollar la funcionalidad que permita la integración del módulo de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras con el Sistema de Gestión Académica (SGA, por sus siglas)

de la Universidad Nacional de Loja, para que se encuentre disponible a todas las carreras de la universidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. V. V. Nemecio Nuñez Rojas, P. G. P. Contreras y M. O. A. Vásquez, "*Formación Universitaria basada en competencias: Currículo, Estrategias didácticas y evaluación.*", Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2014.
- [2] Ley Orgánica de Educación Superior; Director de Registro, "*Ley Organica De Educacion Superior, LOES.*" *Registro Oficial Suplemento, Quito*, vol. II, 2010.
- [3] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Ecuador), "*Objetivos de Desarrollo Sostenible*", 2016.
- [4] D. B. Hitpass, "*BPM: Business Process Management: Fundamentos y Conceptos de Implementación 4a Edición actualizada y ampliada.*", BHH Ltda. , 2017.
- [5] V. Kale, "*Enterprise Process Management Systems Engineering Process-Centric Enterprise Systems using BPMN 2.0.*", London New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2019.
- [6] J. A. S. Ramírez, "*Implementación de una Solución BPM para agilizar los procesos del área de Abastecimiento en la Municipalidad de Chiclayo*", Chiclayo, 2016.
- [7] G. E. V. S. Karina Verónica Gaona Vásquez, "*Modelado Y Rediseño Del Proceso De Crédito Hipotecario De Una Entidad Financiera Utilizando Bpm*", Guayaquil, 2018.
- [8] E. C. P. Castillo, "*Herramientas Bpms Como Instrumento Para El Mejoramiento Continuo En Las Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas*", Bogotá, 2020.
- [9] M. A. C. Riaño, "*Gestión de procesos con BPM*", *TIA: Tecnología, Investigación y Academia*, vol. IV, nº 2, pp. 45-56, 2016.
- [10] G. M. Q. Haro, "*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*", Ambato, 2020.
- [11] Flavio Corradini, et al., "*A Guidelines Framework for Understandable*", *Data & Knowledge Engineering*, nº 113, pp. 129-154, 2018.
- [12] J. E. D. Suárez, "*EduBPMN: Un Método Basado en Reglas de Transformación para Generar Interfaces Gráficas de Usuario a partir de Modelos de Procesos de Negocio (BPMN).*" Valencia, 2020.
- [13] I. F. Maldonado Vélez y J. L. Rivera Carpio, "*Seguimiento de solicitudes estudiantiles en la Facultad de Ingeniería mediante un gestor de procesos de negocio (BPM)* ", Cuenca, 2016.
- [14] A. M. Mendoza Mendoza y M. J. Carlozama Chicaiza, "*BPM 'Gestión de Proyectos de Investigación' del centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica del Norte Utilizando AuraPortal*", Ibarra, 2018.
- [15] J. R. Fuentes Laínez, "*Extreme Programming*" de *Desarrollo de Software Ágil: Extreme Programming y Scrum. 2ª Edición*, IT Campus Academy, 2015, pp. 106-113.

- [16] D. Sánchez Hernández, F. Lizano Madriz y S. C. Marta María, "*Integración de pruebas remotas de usabilidad en Programación Extrema: revisión de literatura*", *Uniciencia*, vol. 34, pp. 20-31, 2020.
- [17] C. J. Cárdenas Tutillo y F. J. Quimbita Quingaluisa, "*Análisis, diseño y construcción de un prototipo de una red social orientada a la seguridad para la empresa Cefoseg (Tesis de pregrado)*", Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2017.
- [18] A. M. Prado Salvador y V. G. Moreta, "*Aplicación de la Metodología de Desarrollo de Ingeniería de Software Extreme Programming (XP) para un Sistema de Gestión de Prácticas Pre-Profesionales para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.*", Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [19] D. A. Camacho Velíz, "*Solución Informática para la administración de procedimientos odontológicos.*", Universidad Nacional de Loja, 2019.
- [20] K. Rungta, "*Learn NodeJS in 1 Day: Complete Node JS Guide with Examples*", 2016.
- [21] Y. Rajiv, "*Developing Turn-Based Multiplayer Games: with GameMaker Studio 2 and NodeJS*", Apress, 2018.
- [22] C. Peters, "*Building Rich Internet Applications with Node.js.*" *Rich Internet Applications w/HTML and Javascript*, p. 15, 2017.
- [23] E. M. Hahn, "*Express in Action*", Shelter Island, NY : Manning Publications, 2016.
- [24] G. Y. O. Zavala y J. A. U. García, "*Implementación del módulo de mantenimiento de planta de SAP utilizando la metodología ASAP.*", Universidad Nacional Mayot de San Marcos, 2016.
- [25] L. B. M. Alejandro, "*Incidencia de la adopción de la Planificación de Recursos Empresariales en la mejora de los procesos de las actividades de negocio de los clientes de la compañía Grupo Novatech en el año 2014 (Maestría).*", Universidad Católica De Santiago De Guayaquil, 2016.
- [26] A. W. Ali, "*Oracle Methodologies For Managing Business Solution Projects*", *European Project Management Journal*, vol. VIII, 2018.
- [27] G. D. Larco Guzmán y D. O. Navarrete Zurita, "*Sistema de gestión de seguimiento académico y sílabo*", Quito, 2020.
- [28] N. G. T. Marlene, "*Sistema Web para el seguimiento del cumplimiento de los contenidos de sílabos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.*" Ambato, 2016.
- [29] G. G. G. Bohórquez y J. F. M. Sánchez, "*Desarrollo de un Sistema Web para la aplicación del Instrumento de Evaluación de Seguimiento del Sílabos en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil.*" Guayaquil, 2019.
- [30] H. P. D. Israel, "*Aplicación web para el seguimiento del sílabo de la carrera de sistemas de Uniandes.*" Ambato, 2018.
- [31] Consejo de Educación Superior, "*Consejo de Educación Superior Transformado la Educación Superior.*" 27 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://n9.cl/regimenacademico>

- [32] M. G. Bocco, J. A. Cruz-Lemus, y M. G. P. Velthuis, "*Métodos de investigación en ingeniería del software*", Madrid: RA-MA, S.A, 2014.
- [33] R. G. Patiño, "*El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?*." *FOLIOS*, nº 44, pp. 165-179, 2016.
- [34] C. P. M. T. Roberto Hernández-Sampieri, "*Metodología de la Investigación: La ruta cuantitativa, cualitativa y mixta.*", México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
- [35] P. G. Fernández, "*Implantación de un Sistema ERP en una PyME.*", 2015.
- [36] C.-B. E. y Latinoamérica, "*El Libro Del BPM y la Transformación Digital: Gestión, Automatización e Inteligencia de Procesos (BPM).*", Independently Published, 2017.
- [37] G. E. Cornejo Gómez, "*Desarrollo e implementación de un aplicativo web para gestión de seguimiento a sílabos de los estudiantes de las carreras de Computación e Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.*" Guayaquil, 2018.

11. ANEXOS

Anexo 1: Versiones Del Proceso Manual De SSPM

Archivo Digital

Anexo 2: Entrevistas

Archivo Digital

Anexo 3: Acta De Validación Del Proceso SSPM Automatizado.

Archivo Digital

Anexo 4: Prototipado Del Proceso Automatizado De SSPM.

Archivo Digital

Anexo 5: Desarrollo De La Metodología XP.

Archivo Digital

Anexo 6: Manual Para La Instalación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Dentro Del Entorno De Ejecución De Bonita.

Archivo Digital

Anexo 7: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Dirección De Carrera

Archivo Digital

Anexo 8: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Comisión De Evaluación Interna

Archivo Digital

Anexo 9: Manual Para El Manejo Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras Grupo: Estudiantes

Archivo Digital

Anexo 10: Acta De Validación De Pruebas Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejora

Archivo Digital

Anexo 11: Historias De Usuario

HISTORIAS DE USUARIO				
ID	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón /Resultado	Criterio de aceptación
SSPM-3	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero ingresar la información acerca del periodo académico, el gestor actual de la carrera, los miembros que pertenecen a la comisión y los estudiantes que evaluarán los sílabos.	Para que toda la información quedé guardada en la base de datos en caso sea necesario alguna auditoría.	<ul style="list-style-type: none"> • Los correos ingresados deben ser del dominio de la UNL. • Los estudiantes y sílabos ingresados deben estar en formato csv.
SSPM-22	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero visualizar y descargar el informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de cada etapa.	Para comprobar si se encuentra elaborado correctamente.	Se debe permitir visualizar el archivo sin la necesidad de descargarlo.
SSPM-23	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero señalar las observaciones en caso de que las haya, al informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de cada etapa.	Para que la Comisión de Evaluación Interna pueda realizar las respectivas correcciones.	Se debe indicar al menos una sugerencia en caso de que las haya.
SSPM-55	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero que se le notifique a la Comisión de Evaluación Interna y puedan visualizar las observaciones realizadas al informe.	Para que la Comisión de Evaluación Interna pueda realizar las respectivas correcciones.	N/A
SSPM-24	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero socializar el informe de Seguimiento al Sílabo y Plan de Mejoras de cada etapa con los miembros de la comisión y la dirección de carrera.	Para que quede constancia que el informe se encuentra correcto y en orden.	N/A
SSPM-27	Como miembro de la Dirección de Carrera	Quiero verificar el cumplimiento del Plan de Mejoras.	Para comprobar si las acciones de mejora establecidas se están cumpliendo con sus respectivas evidencias.	Se debe permitir subir las evidencias respectivas del cumplimiento de las acciones de mejora.

SSPM-11	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero establecer las fechas de evaluación de mitad y final de ciclo, la duración de evaluación de las fichas y los indicadores de cada etapa con sus respectivas alternativas.	Para llevar un control sobre las fichas y su aplicación en caso de que se deba programar fechas diferentes para cada carrera,	<ul style="list-style-type: none"> Las fechas de mitad y final de ciclo no deben solaparse la una con la otra. La adición de nuevas alternativas debe indicar los cambios a la tabulación.
SSPM-12	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero que se notifique a los miembros de la Comisión de Evaluación Interna sobre el cronograma de actividades que se van a desarrollar durante el transcurso del proceso.	Para que cada miembro tenga constancia sobre las actividades que se van a desarrollar y su respectiva fecha.	N/A
SSPM-13	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero que se notifique a los estudiantes cuando llegue la fecha de aplicación de mitad y final de ciclo.	Para que los estudiantes puedan ingresar al sistema a calificar su respectiva ficha.	N/A
SSPM-14	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero que los estudiantes puedan calificar la ficha de Seguimiento al Sílabo asignada a cada uno.	Para posteriormente tabular los resultados de todas las fichas y elaborar el respectivo informe.	Cada indicador debe permitir seleccionar solamente una alternativa.
SSPM-20	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero verificar los estudiantes que no han calificado su ficha y permitirme extender el plazo de calificación.	Para asegurarme que todas las fichas de Seguimiento al Sílabo se encuentren calificadas cuando se tabule los resultados.	Se debe permitir seleccionar la cantidad de días para la extensión de plazo de calificación.
SSPM-89	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero reemplazar los estudiantes que no han calificado las fichas de Seguimiento al Sílabo en caso de ser necesario.	Para asegurarme que todas las fichas de Seguimiento al Sílabo se encuentren calificadas cuando se tabule los resultados	No se debe permitir exceder el límite de estudiantes de reserva.
SSPM-31	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero que el sistema tabule los resultados de las fichas de Seguimiento al Sílabo.	Para evitar realizar la tabulación de forma manual con una herramienta externa.	Se deben generar los gráficos estadísticos de acuerdo a los resultados de las fichas.
SSPM-21	Como miembro de la Comisión de Evaluación Interna	Quiero que se me envíen los resultados tabulados en un documento formato docx para poder editarlo en caso que sea necesario.	Para posteriormente elaborar el informe respectivo con los resultados tabulados.	El documento debe tener compatibilidad con las principales herramientas de ofimática.

Anexo 12: Acta De Validación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras

Archivo Digital

Anexo 13: Pruebas De Aceptación Del Módulo De Seguimiento Al Sílabo Y Plan De Mejoras

Archivo Digital

Anexo 14: Diagramas Del Proceso De SSPM

Archivo Digital