

**Universidad Internacional de La Rioja
Máster universitario en Ingeniería de Software y
Sistemas Informáticos**

**Diseño y desarrollo de
aplicación web para
generación de
planificación
semestral académica.**

Trabajo Fin de Máster

Tipo de trabajo: Desarrollo de práctico

Presentado por: Reyes Wagnio, Manuel Fabricio

Director/a: Padilla Zea, Natalia

Ciudad: Guayaquil

Fecha: Septiembre 2019

Resumen

Este proyecto tiene como propósito brindar una solución informática al proceso de generación de planificación académica semestral utilizando tecnologías web y herramientas de código abierto en compañía de una reingeniería de procesos, la misma que permitirá que se tengan plenamente definidas cuáles serán las entradas, los procesos y las salidas que se necesitan para cumplir con los requerimientos e indicadores necesarios de las Direcciones de Carrera para reportar a Decanatos y Vice rectorados respectivamente.

Para conseguir esto se aprovecharon las bondades del marco de trabajo SCRUM para el desarrollo del proyecto y la aplicación web que soporta los diferentes perfiles para cada actor del proceso, asistente académico, director, docente, también las entidades organizacionales involucradas como son universidad, facultad, carrera, paralelo, asignatura, ciclo académico y demás con la intención de que se procesen los datos para la generación de propuestas de planificación de períodos a consideración de las direcciones de carrera respectivas, la generación muestra los distributivos de aulas y laboratorios para las diferentes asignaturas de las diferentes carreras, los horarios de clases especificando los docentes, asignaturas y salones de clases, el distributivo de carga horaria docente donde se detalla por profesor la cantidad de horas clases, de horas de preparación de clases, horas de gestión académica, de investigación, de tutorías de titulación de grado, vinculación con la comunidad y prácticas pre profesionales, se han definen los procesos estándares de forma que se puedan agregar un número infinito de carreras y dentro de ellas sus respectivas asignaturas por ciclo académico de forma que la herramienta provea de informes que sirvan de apoyo a la toma de decisiones tanto para los directores y autoridades brindando consistencia en la información generada y en el tiempo de ejecución.

Palabras Clave: Horario, Distributivo, Web, Reingeniería, Académico, Herramienta

Abstract

This project aims to provide a solution to the generation of bi-annual academic planning process, using web technologies and open source tools in the company of a processes reengineering that will allow taking fully defined the inputs, processes and outputs needed to comply with the requirements and indicators necessary for the Career Directions for reporting to Deaneries and Vice Rectors.

For this we took advantage of the benefits of the SCRUM framework for the development of the project and the web application that supports different profiles for each process, academic assistant, director, professor, also the organizational entities involved such as University, Faculty, Career, parallel, subject, academic cycle and others with the intention that processed data for the generation of proposals for planning periods for consideration of the respective career directions, the generation shows the distribution of classrooms and laboratories for the different subjects of the different careers, the class hours specifying teachers, subjects and classrooms, the distributive teaching time load where are detailed by the number of hours classes by Professor, hours of preparation of classes, hours of academic management, research, tutoring of degree, links with the community and pre-professional practices, the standard processes have been defined in such a way that an infinite number of careers can be added and within their respective curricular matrix for academic cycle in a way that the tool serve as a decision-making support for both managers and authorities providing consistency in the information generated and at run time.

Keywords: Schedule, Plannig, Web, Rengineering, Academic, Tool.

Índice de contenidos

1. Introducción	10
1.1 Justificación.....	11
1.2 Planteamiento del trabajo	12
1.3 Estructura de la memoria.....	13
2. Contexto y estado del arte.....	15
2.1 Introducción.....	15
2.2 Estudios sobre la planificación académica en el contexto Latinoamericano.....	15
2.2.1 Elaboración del proceso de planificación académica con el uso de algoritmos evolutivos.....	15
2.2.2 Programación entera para la toma de decisiones en la generación de horarios ...	16
2.2.3 Programación entera y asignación automática de horarios de clases	17
2.2.4 Algoritmos heurísticos para la generación de horarios	17
2.2.5 Algoritmos de búsqueda tipo Tabú	18
2.2.6 Comparación del uso de algoritmos genéticos utilizados en el problema de asignación de horarios	18
2.3 Estudios sobre el proceso de planificación académica en la Universidad de Guayaquil	19
2.3.1 Aplicación con formulario para disponibilidad y afinidad de asignaturas.....	19
2.3.2 Sistema con precarga de datos para la generación de horarios	21
2.3.3 Tecnologías web para la generación de horarios	23
2.3.4 La distribución de la demanda de horas de clases por jornada.....	24
2.3.5 Modelo de datos para el desarrollo de un sistema para planificación académica ..	26
2.3.6 La estandarización de procesos para la generación de planificación académica en la Universidad de Guayaquil	27
2.3.7 Casos de prueba para sistemas de generación de horarios de clases	29
2.3.8 Detección de cuellos de botella en la planificación académica	30
2.3.9 Mejoras en la elaboración del proceso de planificación académica.....	31

2.4 Herramientas actuales de la Universidad de Guayaquil	33
2.4.1 Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil (SIUG).....	33
2.5 Conclusiones.....	34
3. Objetivos concretos y metodología de trabajo.....	37
3.1. Objetivo general.....	37
3.2. Objetivos específicos	37
3.3. Metodología del trabajo	38
3.3.1. Ingeniería de requisitos.....	41
4. Desarrollo específico de la contribución	52
4.1. Requisitos.....	52
4.1.1. Captura de requisitos	52
4.1.2. Análisis de requisitos	54
4.1.3. Validación de requisitos	68
4.1.4. Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental con SCRUM	79
4.2. Descripción del Sistema desarrollado.....	86
4.2.1. Codificación y pruebas.....	86
4.2.2. Elementos utilizados	86
4.2.3. Descripción de las vistas.....	87
4.2.4. Desarrollo de los módulos del sistema.....	97
4.2.4 Presentación del sistema de planificación académica universitaria.....	102
4.3. Validación.....	102
4.3.1. Pruebas de aceptación	102
4.3.2. Plan de pruebas	103
4.3.3. Despliegue.....	109
5. Conclusiones y trabajo futuro	110
5.1. Conclusiones.....	110
5.2. Líneas de trabajo futuro	111
6. Bibliografía	113

ANEXOS	116
Anexo I. Artículo	116
Anexo II. Manual de Usuario.....	122
Anexo III. Manual técnico.....	133
Anexo IV: Artefactos	137

Índice de tablas

Tabla 1. Metodología de desarrollo del Sistema de Planificación Universitaria basado en Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental con el uso de SCRUM.....	39
Tabla 2. Requisitos Funcionales del Sistema	55
Tabla 3. Requisitos No Funcionales del Sistema	57
Tabla 4. Características de Hardware y Software para el sistema	58
Tabla 5. Actores involucrados en el sistema - descripción y roles	58
Tabla 6. Historias de usuario	68
Tabla 7. Definición de casos de uso del sistema	70
Tabla 8. Relación de los casos de uso con los roles del sistema	70
Tabla 9. Roles SCRUM del proyecto de planificación académica	79
Tabla 10. Plan de desarrollo del proyecto de planificación académica.....	80
Tabla 11. Plan de pruebas del proyecto de planificación académica	103
Tabla 12. Caso de prueba módulo seguridad.....	104
Tabla 13. Caso de prueba módulo Ciclo	105
Tabla 14. Caso de prueba módulo Carrera.....	105
Tabla 15. Caso de prueba módulo Docente	106
Tabla 16. Caso de prueba módulo Salones de clase	107
Tabla 17. Caso de prueba módulo Asignatura	108

Índice de figuras

Figura 1. Cubo de Representación del Tratamiento de las Variables para la Generación de Horarios.....	16
Figura 2. Ventana de Aplicación “Distribución Horaria de Materias Control y Registro de Asistencia de Catedráticos Control y Registro de Acceso a los Laboratorios”	20
Figura 3. Diagrama General del sistema “CISCACADEMICO”	21
Figura 4. Diagrama de Flujo de Datos del sistema “CISCACADEMICO”	22
Figura 5. Pantalla principal del sistema “HORARIOS DE CLASES”	23
Figura 6. Diagrama de casos de uso del módulo horarios de clases del sistema	25
Figura 7. Modelo de datos para la generación de horarios propuesto por el estudio del trabajo de Jonathan Veloz	26
Figura 8. Diagrama de proceso propuesto por Erick Velasco en su trabajo de titulación	28
Figura 9. Caso de prueba propuesto por Fernando Gordon en su trabajo de titulación.	30
Figura 10. Diagrama de caso uso presentado por Ciceley Sierra en su trabajo de titulación.	31
Figura 11. Diagrama de factores que intervienen en el proceso de asignación de carga horaria presentado por Ciceley Sierra en su trabajo de titulación	32
Figura 12. Página de Inicio SIUG	33
Figura 13. Metodología de diseño e implementación del proyecto	39
Figura 14. Funcionamiento de un proyecto iterativo e incremental.....	40
Figura 15. Etapas de la Metodología de Desarrollo Iterativo en Incremental	44
Figura 16. EL Framework SCRUM.....	45
Figura 17. Matriz de priorización de historias de usuario.	46
Figura 18. Diagrama de procesos actual planificación académica	54
Figura 19. Diagrama de Flujo – Gestión de Carrera.....	60
Figura 20. Diagrama de Flujo – Gestión de Ciclo Académico.....	61
Figura 21. Diagrama de Flujo – Gestión de Malla	62
Figura 22. Diagrama de Flujo – Gestión de Aulas	63
Figura 23. Diagrama de Flujo – Gestión de Docentes.....	64

Figura 24. Diagrama de Flujo – Creación de Aulas	65
Figura 25. Diagrama de Flujo – Creación de Docentes.....	66
Figura 26. Diagrama de Flujo – Creación de Asignaturas.....	67
Figura 27. Diagrama de Casos de Uso del sistema	72
Figura 28. Metamodelo Planificación Académica Carreras de Universidad de Guayaquil.....	75
Figura 29. Modelo Carga Horaria Docente Carreras de Universidad de Guayaquil.....	76
Figura 30. Modelo Horarios de Clases Carreras de Universidad de Guayaquil	77
Figura 31. Diagrama Entidad-Relación	78
Figura 32. Diagrama de Gantt del proyecto de planificación académica	81
Figura 33. Diagrama de arquitectura del sistema	83
Figura 34. Diagrama de Clases del sistema Caso de Uso Planificador.....	84
Figura 35. Diagrama de secuencia del sistema Caso de Uso Planificador	85
Figura 36. Diagrama de secuencia del sistema Caso de Uso Director.....	86
Figura 37. Formulario de Inicio de Sesión	87
Figura 38. Pantalla de Bienvenida	88
Figura 39. Pantalla opción de usuarios	88
Figura 40. Formulario de creación de usuario	89
Figura 41. Formulario de Gestión de Ciclo sin selección	89
Figura 42. Formulario de Gestión de Ciclo con selección	90
Figura 43. Formulario de creación de ciclo	90
Figura 44. Formulario de Gestión de Asignaturas	91
Figura 45. Formulario de creación de asignaturas	91
Figura 46. Formulario de creación de salón de clases	92
Figura 47. Formulario de gestión docente	92
Figura 48. Formulario de creación docente	93
Figura 49. Formulario de Gestión de Carrera	93
Figura 50. Formulario de creación de Carrera.....	94
Figura 51. Formulario de Gestión de paralelos sin selección.....	94

Figura 52. Formulario de Gestión de paralelos con selección	95
Figura 53. Formulario de creación de paralelos	95
Figura 54. Formulario de Informes	96
Figura 55. Reporte Horario de Clases.....	96
Figura 56. Reporte Horario de Docentes	97

1. Introducción

La Universidad de Guayaquil es la Institución de Educación Superior más grande y con el mayor número de alumnado en todo el Ecuador, como lo señala el Diario Extra (Editorial, 2018) proporcionalmente a estos indicadores, la misma maneja una oferta y demanda de tipo variable entre un semestre y otro, de forma que muchos procesos, actividades o tareas no son realizados de una forma tan sencilla inclusive teniendo estas un alto nivel de criticidad e importancia y sobre todo contando con un corto tiempo de ejecución y entrega.

Como tal en esta institución, la mayoría de los procesos académicos aún no han sido estandarizados o normalizados (Passailaigue, 2019), pues actualmente la Unidad Interventora intenta solucionar problemas que se vienen dando desde el año 2013 (Baquerizo, 2019), esto ha dificultado que estos procesos se puedan automatizar mediante el desarrollo de soluciones software a la medida que ayuden a minimizar el esfuerzo en tiempo y personal para la consecución de los objetivos organizacionales de la Universidad.

Uno de los procesos de mayor criticidad es el proceso de planificación académica de responsabilidad de las direcciones de carrera respectivas, este proceso trata de brindar a los decanatos y vice rectorados de la universidad propuestas de inicio de periodos de semestres en materia de cantidad de docentes contratados, cantidad de estudiantes nuevos, reingresos, repetidores y regulares; también considerando los que se titulan y dejan la institución. Todo esto de la mano con la disponibilidad de aulas de clases, laboratorios de computación y prácticas. También es responsabilidad de las direcciones de carrera incluir en esta planificación la cantidad de horas de los docentes para trabajar gestión académica, horas de tutorías de trabajos de titulación, de tutorías de trabajos de vinculación con la comunidad, de tutorías de prácticas profesionales, horas de investigación, horas de coordinación académica.

En el presente, este trabajo es realizado de forma manual y empírica, sin establecer procesos normalizados que permitan seguir una ruta crítica para la consecución de las tareas requeridas demandando no horas ni días, sino semanas varias para entregar información con retraso y susceptible de errores con un poco adaptabilidad a cambios o ajustes.

La intención es normalizar el proceso de una forma estándar para brindar una solución software en ambiente web que facilite la realización de tareas de este proceso minimizando el tiempo de ejecución y mitigando errores en los entregables con el uso de herramientas open de Source tanto de desarrollo como base de datos para optimizar costos por licenciamiento.

1.1 Justificación

La demora y muchas veces la entrega tardía de las planificaciones académicas de forma concurrente sumado al consumo excesivo de horas hombre, la poca adaptabilidad de cambios a los entregables, hacen que buscar una solución a este problema se convierta en una prioridad organizacional, pues pese a que esta tarea se lleva a cabo con una periodicidad semestral, es de un alto grado de importancia y no puede ser preparada o ejecutada con antelación dado que los presupuestos para contratar docentes son entregados a vísperas de inicio de clases, además que la demanda proyectada no se la conoce en su totalidad hasta que la cantidad de estudiantes por nuevos ingresos no aprueban su programa que también coincide con semanas antes del inicio de clases del período. Todo lo antes expuesto genera que se tenga que trabajar de forma rápida justificando que se aporte con una solución software que sistematice y automatice el proceso.

Los cambios en los calendarios académicos de manera frecuente, la alta rotación del personal docente a contratar, la dependencia de la definición semestral del presupuesto de contratación docente, la variabilidad de la demanda académica por parte de los estudiantes, los índices de repitencia en las asignaturas, los grados de deserción, reingreso de estudiantes, las dependencias del recurso humano, la realización a mano de las tareas en hojas de Excel y demás son unas cuantas de las variables que de una forma u otra se convierten en causas con sus respectivas consecuencias como por ejemplo, dificultad para planificar oferta vs demanda, datos pendientes que impiden coordinar o programar la planificación, incertidumbre en las cantidades de asignaturas a ofertar en el ciclo, poca información para generar horarios de clases y distribuciones de aulas de clases y laboratorios, generación de información errónea y poco flexible a cambios entre otros.

Las planificaciones académicas no solamente generarse deben, sino también revisarse, sugerirse y aprobarse por distintos entes como Decanatos y Vice rectorados para pasar al departamento financiero quien aprueba presupuestariamente y envía al departamento de talento humano para que continúe con el proceso de contratación. Por esto es sumamente importante que se generen las planificaciones con justeza de tiempo y con la mínima cantidad de inconsistencias o sin ellas mejor, puesto que pasados los plazos si no se logra entregar a tiempo se corre el riesgo de que no se inicien actividades académicas conjuntamente con el calendario de la universidad y esto generaría sanciones de tipo grave a los responsables a más de causar una mala imagen de la organización.

1.2 Planteamiento del trabajo

Actualmente, la Universidad de Guayaquil tiene un total de 18 facultades que en conjunto poseen 70 carreras de pre grado entre licenciaturas, ingenierías, carreras médicas y demás, también cabe mencionar que según menciona el Presidente de la Comisión Interventora y Fortalecimiento Institucional (CIFI) Dr. Roberto Passailaigue se registran un total de 3560 contratos de docentes (Passailaigue, 2018). Estos contratos son de libre remoción y es lo que provoca que se genere una alta rotación de personal en la institución afectando a muchos procesos entre ellos el de Planificación Académica.

Definir claramente los procesos y sistematizar mediante un producto software que permita trabajar de forma rápida, flexible y que arroje resultados fiables contribuiría con la elaboración y cumplimiento de las planificaciones semestrales de cada una de las 70 carreras de la Universidad de Guayaquil, el análisis, diseño, construcción, desarrollo y pruebas deberán estar en complacencia con los requisitos definidos por las direcciones de carrera, definiendo las entradas y salidas que se deban entregar a las respectivas autoridades.

La propuesta es levantar la información actual de cómo se realiza el proceso de forma manual, cuáles son los insumos que se necesitan por parte de los asistentes académicos y que las direcciones de carrera poseen, de donde lo obtienen, que variables y constantes aparecen en el proceso, una vez recopilada toda la información, organizarla de forma que se normalicen tipos de datos, categorías, agrupaciones y demás, para poder continuar con la recopilación de los formatos que se entregan como proceso de planificación académica, los horarios de clases, los distributivos, los reportes de carga horaria docente, listados de docentes por áreas, listados de docentes por tipos de actividades de gestión y demás con la finalidad de que todo esto se convierta en los requisitos que deberá cumplir el producto software que se desea brindar como solución, el mismo que deberá ser construido con herramientas de código abierto y en ambiente web.

De manera que la construcción de un software web que automatice el proceso de planificación académica semestral para las carreras de la Universidad de Guayaquil contribuirá a que se disminuya el tiempo consumido en la realización, mitigará la dependencia del recurso humano, minimizará errores e inconsistencias en los entregables y ayudará a generar varias propuestas para su respectivo análisis y toma de decisiones por parte de las autoridades y dignidades académicas.

1.3 Estructura de la memoria

Este trabajo de fin de máster está estructurado en 5 capítulos y 1 apartado de anexos claramente definidos con sus contenidos detallados como se explica a continuación:

En el Capítulo 1, se procede a definir el problema de generar actualmente planificaciones académicas, el contexto de la Universidad de Guayaquil y las carreras de sus 18 facultades y la solución que posteriormente se brinde para automatizar y corregir las inconformidades del proceso.

En el Capítulo 2, se define el estado del arte, realizando un levantamiento de información de las herramientas que hubo ya sea por parte de la Universidad de Guayaquil o proyectos de tesis para tratar de resolver el problema de generación de planificación académica de las carreras, cuáles son las herramientas que permitirán aportar con una solución, desde herramientas de desarrollo, motores de bases de datos, servidores de aplicación web y demás.

En el Capítulo 3, se exponen concretamente los objetivos del proyecto y lo que se pretende con el desarrollo de la solución web para la automatización de la ejecución del proceso de planificación académica semestral, la declaración de la metodología de trabajo a emplear para el desarrollo del proyecto, los responsables, los requerimientos de usuarios, las etapas del proyecto que se llevará bajo la herramienta SCRUM.

En el Capítulo 4, se incorporan las etapas del proyecto desarrolladas acorde con la herramienta de trabajo SCRUM, se despliega la ingeniería de requisitos donde se definen los casos de uso, los diagramas de procesos, se declaran las historias de usuarios, se definen los responsables de cada uno de los roles de SCRUM, se comienza el desarrollo del producto software, se evidencian las reuniones diarias y semanales de SCRUM, se define el modelo entidad-relación de la base de datos que soportará el sistema web para planificación académica, finalmente se identifica el cumplimiento de los requisitos por parte de los involucrados y el dueño del producto.

En el capítulo 5, en base a lo trabajado del sistema web se procede a establecer conclusiones de lo realizado y lo comprometido, con vistas a establecer recomendaciones futuras para que el proceso siga mejorando y evolucionando alineado a los objetivos de la organización universitaria.

En el apartado Anexos, se incorporan los anexos como el artículo científico del trabajo, el manual de usuario de la solución, el manual técnico y los artefactos del marco de trabajo SCRUM.

2. Contexto y estado del arte

2.1 Introducción

El presente Trabajo de Fin de Máster se desarrolla en torno a la forma de ejecución del proceso planificación académica en las Instituciones de Educación Superior en Ecuador, tomando como caso de estudio la Universidad de Guayaquil.

2.2 Estudios sobre la planificación académica en el contexto Latinoamericano

En el contexto de las universidades latinoamericanas podemos destacar algunos trabajos que se han realizado para poder mejorar el proceso de planificación académica universitaria, trabajos donde se han incorporado técnicas matemáticas, reingeniería de procesos o desarrollo de algoritmos computacionales, con la finalidad de mejorar la calidad de la información que se genere del proceso, minimizar los tiempos de ejecución o disminuir el consumo de horas hombre en la realización.

2.2.1 Elaboración del proceso de planificación académica con el uso de algoritmos evolutivos

En Colombia, para la Universidad de Guajira, el investigador José Mejía Caballero (2009) indica que su investigación se dedicó a resolver el problema de programación de horarios y salones, específicamente para el programa de una carrera de la facultad de Ingeniería. Utilizó la técnica meta heurística de algoritmos evolutivos, dando como resultado un software que según su funcionamiento indica que dio resultados ante problemas de gran tamaño en tiempos razonables, sin indicar con exactitud esta medida, pero que logró satisfacer las necesidades de la facultad.

José Mejía (2009) propone una matriz tridimensional (x,y,z) , donde cada una de las coordenadas del plano cartesiano tienen una representación: el eje de las X corresponde a los cinco (05) días de la semana de clases; el eje de las Y está asociado a los siete (07) períodos de clases y el eje de las Z pertenece a diez (10) semestres de duración de la carrera formando un cubo como se muestra en la Figura 1.

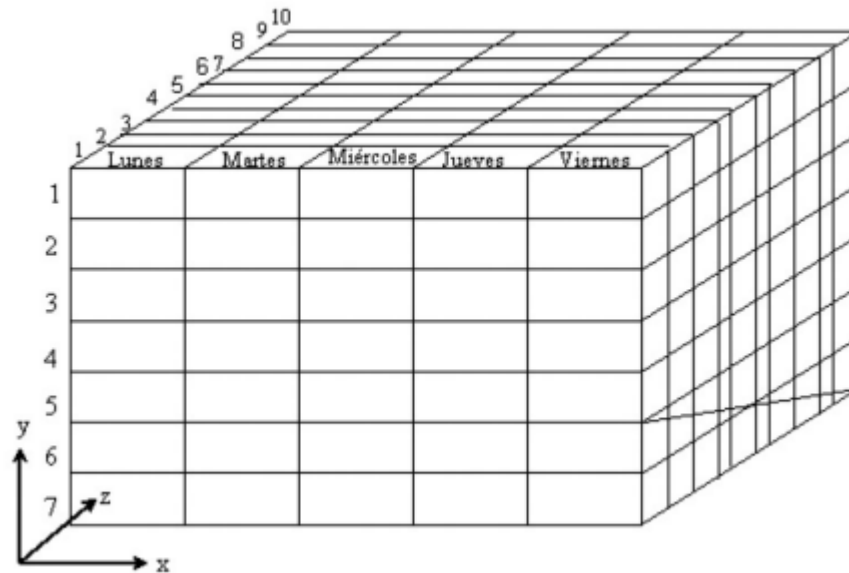


Figura 1. Cubo de Representación del Tratamiento de las Variables para la Generación de Horarios.

Fuente: Trabajo de titulación Asignación de Horarios de clases Universitarias Mediante Algoritmos Evolutivos.
José Mejía Caballero.

A su vez, maneja las siguientes variables: profesor, salón y asignatura, las cuales se asignaban en las filas, columnas y diagonales de la matriz para realizar una combinación tridimensional de los datos con la intención de realizar las combinaciones que como resultado generen el horario de clases completo.

2.2.2 Programación entera para la toma de decisiones en la generación de horarios

En España, Pablo Rey, publicó un artículo en el que se aborda del problema de asignación de horarios mediante el uso de programación entera. Este modelo utiliza ciertos patrones de horarios como predefinidos y va asignando las diferentes variables a modo que todas las combinaciones posibles con respecto a la capacidad, tipos de clases y horarios para un curso son manejadas mediante variables de decisión.

En esta propuesta también se asigna simultáneamente las clases de cátedra y las clases auxiliares de un curso a algún patrón de horario. Como resultado se genera simultáneamente de manera eficiente y en un tiempo de cinco minutos los horarios de clases y las respectivas asignaciones de los espacios de aprendizaje.

Se contempla la implementación del software que utiliza como optimizador el modelo de programación entera e incorporarán diferentes opciones para crear una interfaz amigable y

con la posibilidad de explorar múltiples escenarios tomando en cuenta cambios en requerimientos y condiciones que se presenten. (P & Rey, 2008)

2.2.3 Programación entera y asignación automática de horarios de clases

Como continuación al trabajo anterior, encontramos la investigación de los estudiantes de la UNITEC de Honduras, el diseño de un sistema de asignación de horarios de clases de forma automática (Fiallos et al., 2008). Esta exposición presenta como un software, que también a través de programación entera generaba horarios de clases y salones de clases, además le agregaba el componente de afinidad o preferencia de asignaturas por parte del docente y del alumno. El proceso de la solución era el siguiente: primero, determinaba la demanda de clases mediante una predicción histórica; luego, determinaba la oferta de maestros para el ciclo actual; y, finalmente, establecía las aulas disponibles. Con toda esta información ejecutaba el modelo de asignación automática, publicaba resultados y recibía solicitudes de cambios para finalmente ejecutarlas. Esto le permite ser mucho más eficiente con respecto a la planificación generada debido al modelo matemático desarrollado que este consta una función de satisfacción conformada por variables y pesos asignados a esas variables, al final el objetivo es maximizar el resultado de dicha función.

Para el manejo de restricciones, como por ejemplo que un profesor no puede dar clases en dos paralelos en el mismo día y hora, se definieron patrones de exclusión con la intención de tener contempladas todas las complicaciones que se presentan en el proceso para el modelo propuesto y así dicho profesor pueda impartir la misma clase, a la misma hora, pero en diferentes días. Otro ejemplo de restricción que toman en consideración es que las clases de un mismo período académico deben asignarse de tal manera que ningún estudiante tenga conflicto de horario, para esto hay que asegurarse que no en todas las secciones de un mismo curso sean asignadas a la misma hora. (Fiallos et al., 2008)

2.2.4 Algoritmos heurísticos para la generación de horarios

En una investigación previa se presentó un trabajo para la Universidad Católica del Perú, el cual tuvo como objetivo el desarrollo de un software que permite el ingreso de los datos requeridos para la generación de horarios mediante el uso de algoritmos heurísticos, específicamente el algoritmo GRASP. La solución contempla no solamente los horarios de clases incluyendo aulas y profesores, sino que, también valida los cruces de horarios y

repeticiones de asignaturas, para complementar el trabajo se realiza una mejora al algoritmo GRASP con la búsqueda Tabú optimizando los tiempos de respuesta de forma considerable.

El diseño de esta solución también considera las restricciones y las divide en dos; restricciones principales como por ejemplo respetar la disponibilidad horaria del docente y restricciones secundarias las cuales determinan la calidad de la respuesta generada en el sistema ya que tienen características específicas establecidas por la Universidad para la generación de horarios. (Suárez, Manchego, Nole, & Nicho, 2009)

2.2.5 Algoritmos de búsqueda tipo Tabú

Un trabajo similar se realizó para la programación de horarios vespertinos universitarios utilizando algoritmos de búsqueda tipo Tabú, el trabajo consiste en un modelo de programación lineal que contaba con variables enteras para la programación de las horas de clases, los salones de clases y los profesores tomando en cuenta un conjunto de restricciones que cooperan para minimizar las inconformidades presentadas por parte de los profesores y de los alumnos con los horarios generados.

En esta investigación para solucionar el problema de programación de horarios se usan listas vinculadas de forma dinámica que permiten guardar los horarios de cada evento. También considera ordenar los eventos de menor a mayor para así poner en primer lugar los más difíciles según un ranking establecido previamente.

Para la evaluación del trabajo se realizaron casos de prueba reales en el Instituto IPEGE de Chile, que según la investigación obtuvo un resultado eficiente encontrando soluciones efectivas en un tiempo considerable, en comparación con un método de realización manual del proceso.(Cuc & Oliva, 2014)

2.2.6 Comparación del uso de algoritmos genéticos utilizados en el problema de asignación de horarios

Por otro lado, en México, un artículo científico que se encarga de revisar los algoritmos genéticos diversos aplicados al problema de horarios y programación de cursos, entre los algoritmos que se compararon en este trabajo estuvieron Algoritmo Evolutivo, de Colonia de Hormigas, Híper Heurística Búsqueda de Tabú, Heurística Múltiple, entre otros más. (Pichardo, 2011)

Como resultado de la comparación de los algoritmos se llegó a la conclusión, que el factor de éxito está en la hibridación de distintos algoritmos, esto permite que se realice una mejor cobertura de excepciones cuando se tiene un gran número de restricciones y un mejor manejo de errores en el proceso. Entre las excepciones que toman en consideración tienen, por ejemplo: dos tipos de restricciones, las filas y columnas. Las restricciones filas son siempre satisfechas y están incluidas a los operadores genéticos, mientras que las restricciones columnas con manejadas por un valor de adaptación y reparación genética. El uso de estos híbridos en distintos casos estudiados definitivamente obtuvo mejores resultados en comparación con la utilización de otros algoritmos y con la ejecución manual del proceso.

2.3 Estudios sobre el proceso de planificación académica en la Universidad de Guayaquil

A continuación, el caso de la Universidad de Guayaquil ha sido ampliamente estudiado y se han hecho numerosos intentos de solución del mismo. Sin embargo, hasta la presente, no se ha conseguido alcanzar una solución satisfactoria. A modo de ejemplo, se presentan una selección de propuestas realizadas entre 2006 y 2019 que, aun teniendo un estudio previo, no han conseguido materializarse en aplicaciones que solucionen el problema de la generación de horarios y la planificación académica.

2.3.1 Aplicación con formulario para disponibilidad y afinidad de asignaturas

En el año 2006, los aspirantes al título de Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad de Guayaquil, Jorge Bustamante Apupalo, Nola Marianela Pilataxi Barzola y Juan Carlos Cedeño Rodríguez, desarrollaron el trabajo llamado “Distribución Horaria de Materias Control y Registro de Asistencia de Catedráticos Control y Registro de Acceso a los Laboratorios” en su investigación se había hecho el desarrollo de un sistema que incorporaba los procesos de generación de horarios y control de accesos a las áreas pertenecientes a laboratorios, la programación estuvo hecha con Visual Basic Net para equipos con sistema operativo Windows 2000 o superior, esta solución contaba con una base de datos en SQL Server, la que contenía la información de los docentes mediante una ficha que se llenaba mediante un formulario de la aplicación, en este, la información más destacable fue que solicitaba definir las asignaturas que el profesor dictaba y el horario disponible para la asignación de clases en el horario.

Por su parte el módulo de control de acceso necesitaba de una implementación de hardware e instalaciones de datos y eléctricas, motivos por los cuales el desarrollo quedó como prototipo sin prueba debido a las limitaciones de recursos. “(Jorge Bustamante Apupalo, Juan Carlos Cedeño Rodríguez, 2006).

En la figura 2, se aprecia la vista de mantenimiento de profesores con toda la información relevante al proceso.

The screenshot shows a software window titled "Mantenimiento de profesores". It has three tabs: "Información Profesor", "Disponibilidad Horaria", and "Materias que Dicta". The "Información Profesor" tab is active and contains the following fields:

- Información Personal:**
 - *Código: 216
 - *Cantidad de Prácticas a Dictar: 2
 - *Identificador: 0918823691 (Ruc, Cédula o Pasaporte)
 - *Nombres y Apellidos: ING. MOISES ANTONIO VERA SO and ING. MOISES ANTONIO VERA SOL
 - Teléfonos: 5555555 and 5555555
 - e_mail: none
 - Nombre Corto: PROF216 (Máximo 25 Caracteres)
- Información de Ubicación:**
 - *Dirección Principal: none
 - Dirección Secundaria: none
- Información Adicional:**
 - *Nombre Impreso Tarjeta: none
 - *Número Tarjeta: 2161234567890 (Identificador)
 - *Fecha de Expiración: 0909 (MMYY)
 - *Tipo de Tarjeta: MAESTRA (dropdown menu)
 - *Estado: ACTIVO

At the bottom of the window are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Figura 2. Ventana de Aplicación “Distribución Horaria de Materias Control y Registro de Asistencia de Catedráticos Control y Registro de Acceso a los Laboratorios”

Fuente: Bustamante Apupalo, J., & Pilataxi Barzola, N. M., & Cedeño Rodríguez, J. C. (2006). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19773>

La solución desarrollada era en ambiente de escritorio y según se indica en el trabajo publicado fue implementada, sin lugar a duda que el tiempo que estuvo en producción la herramienta permitió a la organización universitaria madurar en el manejo de procesos y lograr una normalización en los mismos. Pese a esto, en la actualidad, no se evidenció el uso de esta solución en la organización, pues el trabajo manual continúa.

2.3.2 Sistema con precarga de datos para la generación de horarios

Pasamos al año 2011, donde los estudiantes Jaime Pincay y Alberto Enrique, aportaron con el trabajo denominado Sistema Académico de la Carrera Ingeniería en Sistema Implementación del Módulo para Generación de Horarios y Asignación de Aula Desarrollado en C Sharp con Visual Studio.Net. El proyecto planteaba lo siguiente “una aplicación que facilitaba la creación de horarios de clases y asignación de salones de clases y laboratorios desarrolladas en ambiente de escritorio, la propuesta contemplaba una pre carga de información con respecto a los catálogos maestros de salones de clases, laboratorios y asignaturas correspondientes a un nivel en específico de la malla correspondiente a la carrera de ingeniería en sistemas computacionales(Jaime Pincay, 2011).

El diagrama general del sistema muestra las opciones del sistema consideradas para el proyecto, véase la Figura 3.

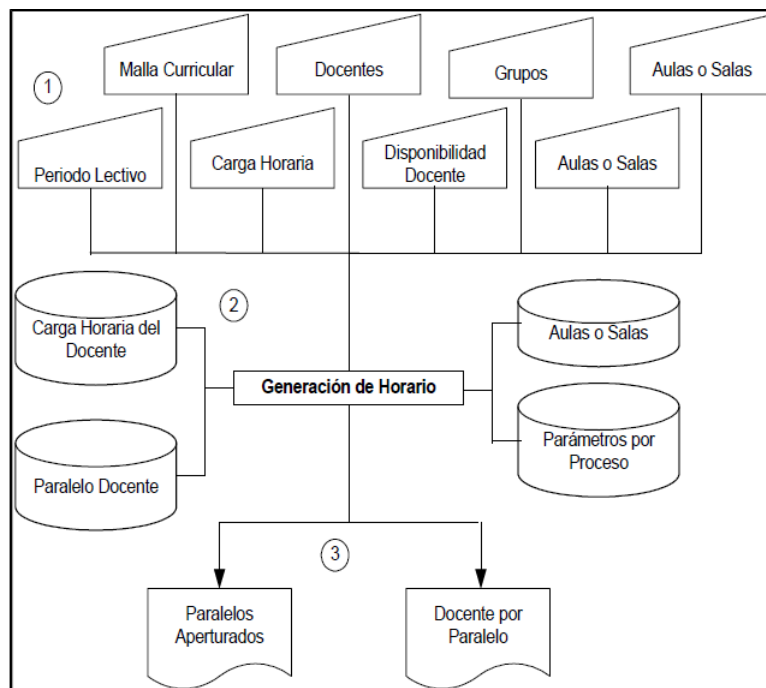


Figura 3. Diagrama General del sistema "CISCACADEMICO"

Fuente: Jaime Pincay, A. E. (2011-08). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6733>

El diagrama planteado asigna los horarios en función de la inicialización de los catálogos de información para cada ciclo que se apertura, es decir, la generación de horarios y salones de clases para cada nuevo período estaba condicionado por la carga previa de la información de maestros, salones de clases disponibles y asignaturas correspondientes, considerando estas como variables, que de hecho lo son debido al cambio de semestre a semestre de estos en

la organización, lo cual nos muestra una condición importante a ser considerada para nuestro proyecto, véase la Figura 4.

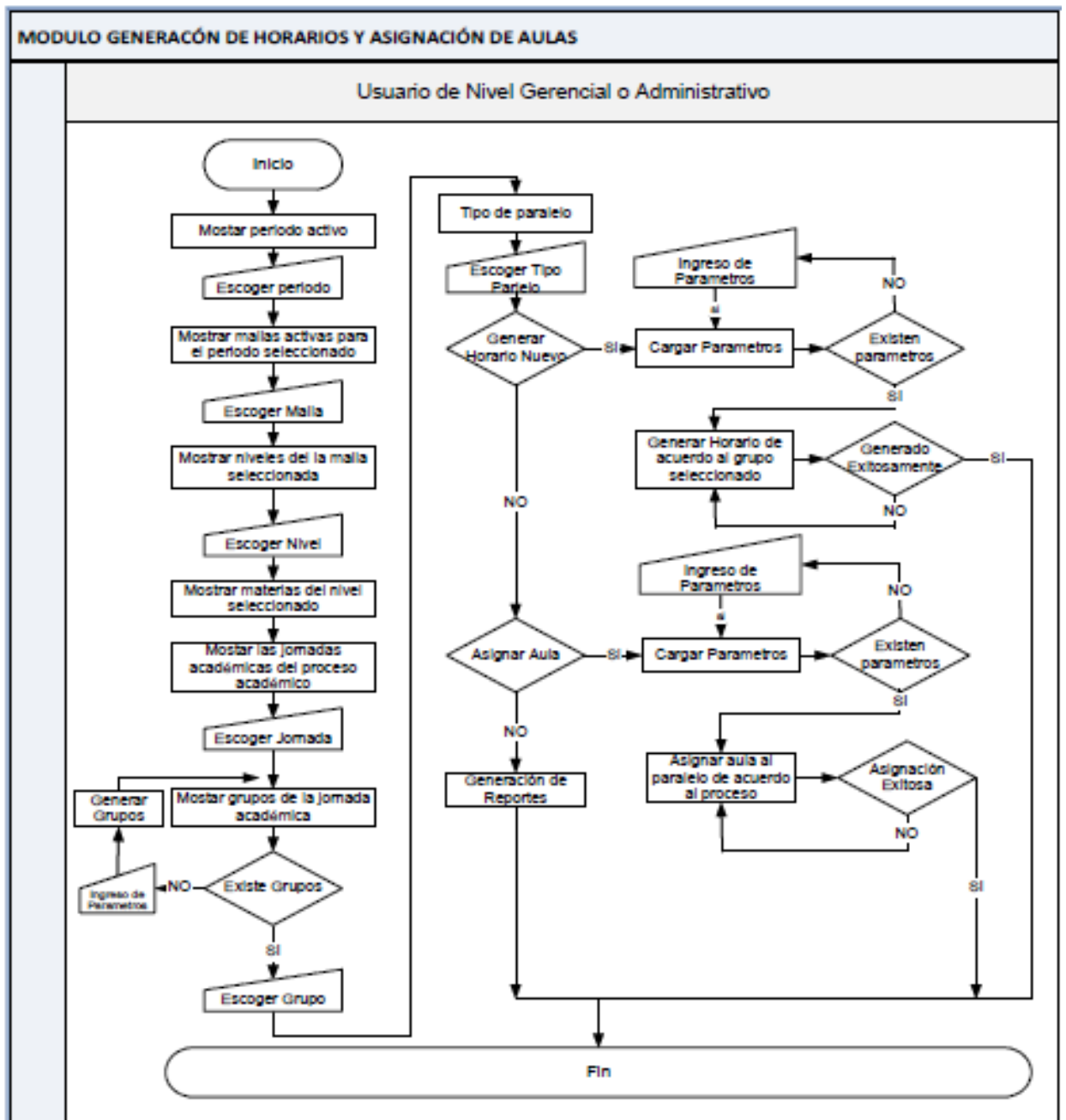


Figura 4. Diagrama de Flujo de Datos del sistema "CISCACADEMICO"

Fuente: Jaime Pincay, A. E. (2011-08). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6733>

También en el trabajo realizado, según el diagrama de flujo de datos, se resalta que el proceso permite elegir entre diferentes mallas curriculares para el período seleccionado, entre los que se encuentren activos, permitiendo tratar los datos de forma que se dé una mayor cobertura a la realidad de la organización de la Universidad de Guayaquil, donde la misma carrera aún puede presentar mallas anuales (antiguas) y mallas semestrales (nuevas). Del trabajo no se

evidenció uso en la organización, no se pudo realizar consultas sobre su usabilidad y demás criterios.

2.3.3 Tecnologías web para la generación de horarios

El mismo año 2011, por parte del estudiante Roberto Antonio Ruiz Unda, se presenta un trabajo de titulación de grado llamado “Generación de Horarios de Clases para la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil”, su proyecto era la primera propuesta de aplicación para generación de horarios de clases en ambiente web para la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil, proponía un escenario con un menú que incluía diferentes opciones como carga de profesores, administración, respaldo del sistema, reportes y ayuda. Su intención fue mejorar el funcionamiento y rendimiento del personal administrativo de la Facultad y obtener una mayor eficiencia en el consumo de recursos, entiendo como las horas hombres consumidas en la realización de estas tareas” (Ruiz Unda, 2011). La pantalla de inicio del sistema se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Pantalla principal del sistema “HORARIOS DE CLASES”

Fuente: Ruiz Unda, R. A. (2011-10). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6740>

Se realizó esta solución en ambiente web, lo que permitió a la organización crecer con respecto a su tecnología, pues debido a esto se contempló la necesidad de implementar a nivel de infraestructura un servidor web que hospede la solución y a futuro pensar en mover estas soluciones a la nube. Con respecto al diseño, no se contemplaron los salones de clases a diferencia de las soluciones anteriores, su enfoque principal fue la de generar los horarios

de clases únicamente, lo cual incidió en que no se invierta en esta implementación del proyecto. Se asume esto, debido a que no se evidencian en el trabajo encuestas de satisfacción de usuario.

2.3.4 La distribución de la demanda de horas de clases por jornada

En el año 2014, el aspirante al título de Ingeniero de Sistemas Computacionales por la Universidad de Guayaquil, Welington Fernando Chiquito Méndez, , desarrolla su tesis de grado con el título de “Desarrollo de un Sistema para la elaboración de los horarios, creación de aulas y paralelos basados en el análisis estadístico de la población de estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Universidad de Guayaquil”, quien en su resumen de trabajo indicaba que ante la inexistencia de una solución informática para la generación de los horarios de clases, propone el desarrollo de un sistema académico con el módulo de horario, además contemplando elementos como aulas, edificio, y el proceso de planificación de clases. Todos estos elementos considerándolos como principales para la construcción de los horarios de clases. (Chiquito Méndez, 2014).

En el diagrama de casos de uso del proyecto se visualizan las opciones del sistema entre las que encontramos el registro de aulas, de forma que el procesamiento se genera en consideración de la disponibilidad del espacio, véase la Figura 6.

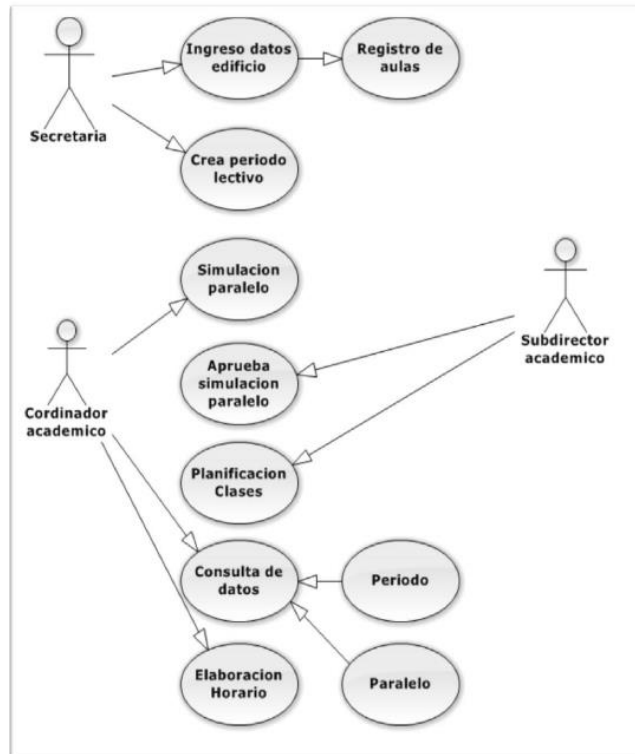


Figura 6. Diagrama de casos de uso del módulo horarios de clases del sistema

Fuente: Chiquito Méndez, W. F. (2014-12). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6526>

Una característica relevante de este trabajo y que lo diferencia de los demás, es que en su desarrollo se considera la variable jornada de clases, que en los trabajos anteriores no fue tomado en cuenta, esto permite organizar de una mejor forma el proceso, tanto en la distribución de docentes como en la cantidad de paralelos abiertos por nivel. Los primeros niveles de 1ero a 4to tienen una mayor demanda en la jornada matutina, mientras que los últimos niveles de 5to a 8vo presentan una mayor demanda en el horario vespertino o nocturno, esto debido a la empleabilidad de los estudiantes.

Este trabajo fue desarrollado al igual que los anteriores en plataformas Microsoft, tanto en las herramientas de desarrollo de código como en la base de datos que utilizaba, lo cual implicaba licenciamientos por parte de la organización universitaria, independientemente de esto, la solución de software no fue puesta en uso por razones desconocidas al momento de la investigación.

2.3.5 Modelo de datos para el desarrollo de un sistema para planificación académica

Por su parte en el año 2015, el señor Jonathan Christian Veloz Jordán quien también aspiraba en ese entonces al título de Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad de Guayaquil, con su trabajo llamado “Estudio de factibilidad para la propuesta “Framework de trabajo para proyectos de titulación aplicando la metodología de Scrum en la ingeniería de software” enfocada al modelamiento de datos para la generación de horarios en un sistema académico”, el cual lo resume como la creación de un modelo de datos que contempla la incorporación de procesos inexistentes en el sistema académico oficial de la Universidad de Guayaquil llamado Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil- SIUG y que se consideraban según el estudio como importantes algunos y otros críticos. Este proyecto incorpora el uso de metodologías ágiles en este caso el uso de la herramienta SCRUM. La misión del proyecto tenía como principal objetivo que el modelo sea completo, fácil de adaptar y comprender para que en futuros desarrollos estos modelos, concebidos a partir del levantamiento de información con los involucrados de cada procesos, puedan ser automatizados.(VELOZ JORDÁN, 2015). Véase la Figura 7.

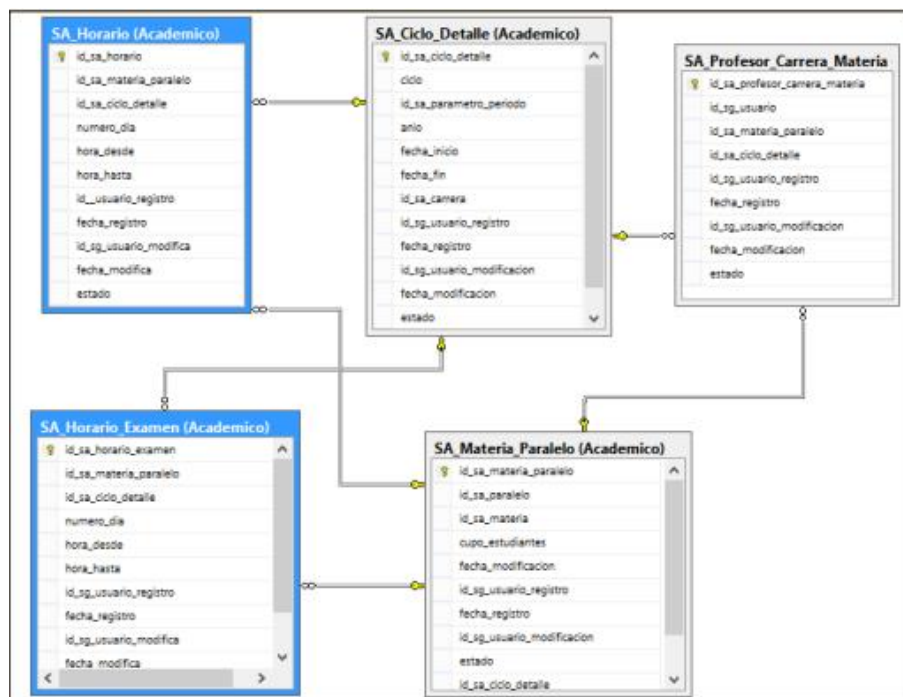


Figura 7. Modelo de datos para la generación de horarios propuesto por el estudio del trabajo de Jonathan Veloz

Fuente: VELOZ JORDÁN, J.ONATHANCHRISTIAN. (2015-11). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11815>

El modelo de datos propuesto resulta ser muy interesante y útil, pues está construido a partir de la investigación realizada en cada una de las áreas académicas y administrativas respectivamente, mediante entrevistas con los principales actores de cada proceso. Este trabajo que fue un estudio para definir el modelo de datos resulta ser ampliamente satisfactorio al proceso de generación de horarios de clases aplicado a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil.

2.3.6 La estandarización de procesos para la generación de planificación académica en la Universidad de Guayaquil

En el mismo año 2015, el estudiante egresado de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Erick Allan Velasco Fierro, presenta el trabajo llamado “Desarrollo del módulo de horarios y recursos disponibles para el prototipo de sistema académico en la Universidad de Guayaquil Facultades de Ciencias Matemáticas y Ciencias Administrativas.”, quien en su resumen de trabajo explica su proyecto partiendo de la incorporación de un formulario de disponibilidad horaria en la que el docente marca las horas y los días a ser considerados para la asignación de clases, de forma que el software desarrollado se sujetaba a dicha disponibilidad declarada en la ficha presentada por el docente, la intención nuevamente del proyecto es la de apoyo en la realización de tareas administrativas que conllevan un alto consumo de tiempo para los directores y sub directores de carrera y a su vez al personal administrativo. (Velasco Fierro, 2015).

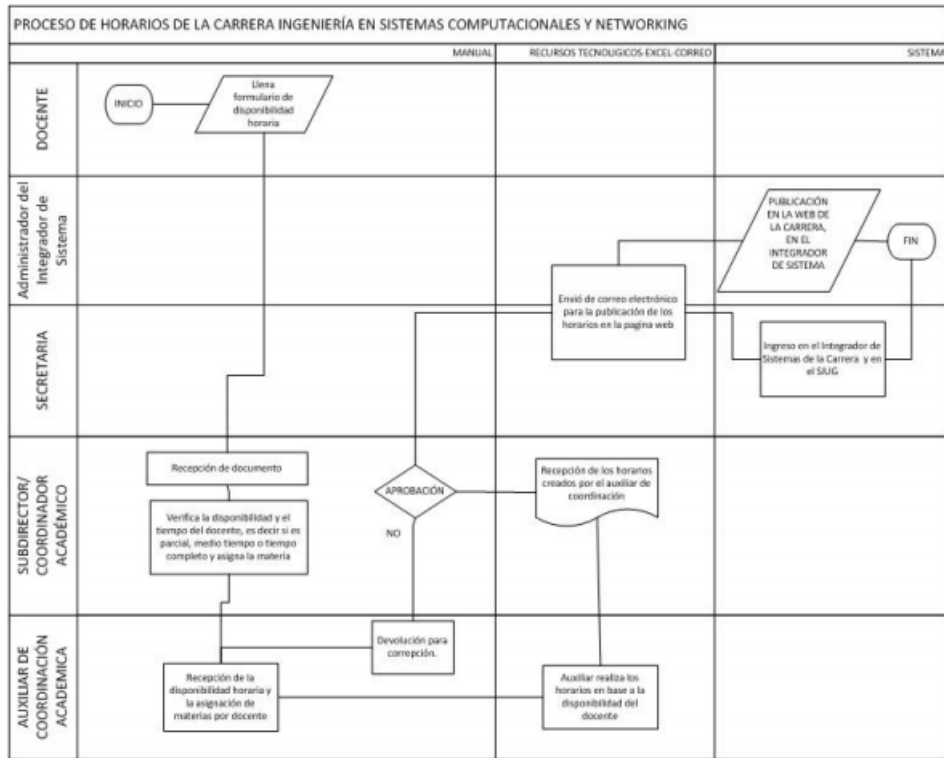


Figura 8. Diagrama de proceso propuesto por Erick Velasco en su trabajo de titulación

Fuente: Velasco Fierro, E. A. (2015). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10346>

Tal como se ve en la Figura 8, el trabajo define los procesos de forma estandarizada, incorporando dos facultades de la organización universitaria, propone diagramas que cubren las necesidades de ambas unidades y sus carreras, con lo cual en base a este trabajo se ve claramente que la estandarización de procesos es factible y algo sustancialmente provechoso. Esto implica que es posible determinar varios componentes como sub-componentes para poder formar un proceso macro, en este caso el de planificación académica, para poder definir un mismo proceso para todas las unidades académicas de la Universidad, podríamos a priori mencionar que el proceso de planificación académica está compuesto por sub procesos como son, horarios de clases, distribución de aulas y demás.

Sería factible incorporar a esta lógica de procesos las demás clases que participan en la generación de horarios y planificación con la intención de crear una estructura jerárquica en donde se involucren todas las clases del sistema que tengan entre sí una relación de herencia o generalización u otra definiendo esta llamada estructura jerárquica de la siguiente forma.

Universidad. - Clase madre del sistema que tiene como hija próxima a la clase Facultad la cual va a heredar todos los atributos y métodos de la clase abstracta Universidad.

Facultad. - Clase hija de Universidad y clase madre de la clase Carrera, vale la pena recalcar que en el contexto de un diagrama de entidad-relación, Facultad y Carrera tendrían una relación de uno-a-muchos, donde una Facultad puede tener una o muchas Carreras, pero una Carrera no puede pertenecer a más de una sola Facultad. Pasa similar con Universidad y Facultad.

Carrera. - Clase hija de Facultad, la creación de cada objeto de las clases siguiendo su respectiva jerarquía definida permite establecer un orden correcto de las entidades intervinientes en cada una de las tareas del proceso de generación de horarios y planificación de clases.

Ciclo Académico. - Cada período de planificación está representado por el ciclo académico que presenta una relación de asociación con la clase Carrera.

Malla Curricular. - Para terminar la estructura de jerarquías, de lo que hemos rescatado en las investigaciones y trabajos estudiados, tenemos la clase Malla Curricular que se encuentra relacionada al ciclo académico.

2.3.7 Casos de prueba para sistemas de generación de horarios de clases

Consecutivamente y a partir del trabajo anterior en el segundo semestre del año 2015 , se desarrolla como trabajo de titulación con el nombre “Elaboración de casos de pruebas del proceso de horarios de clases y recursos disponibles para implementar el prototipo de sistema académico en la Universidad de Guayaquil” por parte del estudiante Fernando Vicente Gordon Yépez quien describe el proyecto como “Lo importante que resulta incorporar le etapa de validación y corrección de los procesos, en este caso mediante el uso de casos de pruebas diseñados para poder verificar el cumplimiento del proceso para distintos escenarios académicos, entre ellos el proceso de generación de horarios de clases. Indica que esta es una forma de garantizar el funcionamiento de un proyecto” (Gordon Yépez, 2015). Véase la Figura 9.

Código	Este formato se recibe por parte de los casos de uso y se lo relaciona con los casos de pruebas para el análisis de los procesos. Ej. "CP_CREACION_AULA"
Prueba No.	Por cada prueba que se elaboré se guardará un orden establecido para la correcta documentación de las pruebas
Descripción prueba	La descripción total de la pantalla o caso de uso que se va a realizar, se debe dar al detalle la navegación de lo que se quiere analizar.
Pre-requisitos	Perfiles de usuarios.
Procedimiento	Como se debe hacer las pruebas, se detalla el procedimiento que es necesario para llegar a la validación correcta, las características adecuadas para el ingreso de dato y el almacenamiento del mismo.
Observaciones	Resultados diferentes a los esperados.
Captura de Pantalla	Imagen de la pantalla, sea como referencia o sea la pantalla que se va a manejar.

Figura 9. Caso de prueba propuesto por Fernando Gordon en su trabajo de titulación.

Fuente: Gordon Yépez, F. V. (2015-07). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10320>

Este trabajo aporta con la definición de los casos de prueba que resultan ser útiles al momento de definir el cumplimiento de los requisitos del sistema acorde con el estudio y de esta forma determinar si el software es parcial o completamente satisfactorio. Puesto que para cada requisito debe haber un caso de prueba, se tiene una suite de casos de prueba que servirán como base fundamental para analizar cuáles son los que se ajustan a nuestro estudio y desarrollo.

2.3.8 Detección de cuellos de botella en la planificación académica

También se considera el trabajo de titulación del año 2015 del estudiante Ciceley Sierra Bravo denominado "Plan de Mejoras para los procesos de: certificado de asistencia, contenido de programa, creación de horario, evaluación al docente, gestión académica, ingreso personal administrativo, matriculación, recalificación y registró asistencia administrativa de las Carreras" que tiene como objetivo la definición y elaboración de la ingeniería de requisitos como casos de uso, diagramas de flujos, las descripciones de los casos de uso y diagramas de los flujos de datos, para diferentes procesos académicos entre los cuales se encontraba el proceso de generación de horarios de clases, en el trabajo indica que se realizó un levantamiento de información de las áreas involucradas para poder establecer apropiadamente a la realidad de la institución, en este levantamiento se lograron detectar

errores y cuellos de botella en los procesos estudiados de forma que se permitió corregir el diseño del proceso para una mejor concepción del programa a desarrollar en un futuro. (Sierra Bravo, 2015). Véase la Figura 10.

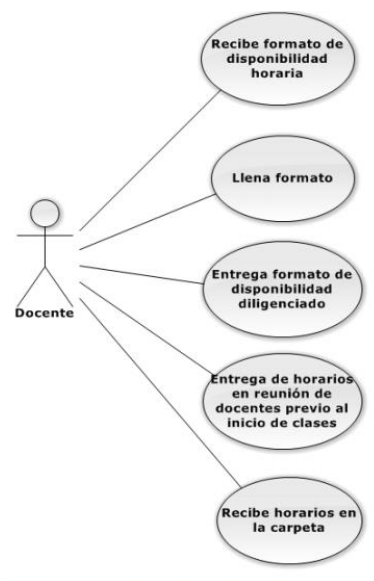


Figura 10. Diagrama de caso de uso presentado por Ciceley Sierra en su trabajo de titulación.

Fuente: Sierra Bravo, C. (2015). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10230>

Este trabajo aporta en la etapa de la ingeniería de requisitos con los casos de uso, los propone como el desarrollo de un plan de mejoras en distintos procesos académicos de la Universidad de Guayaquil, nos da una idea de los actores, personajes o entidades que participan en cada una de las actividades del proceso.

2.3.9 Mejoras en la elaboración del proceso de planificación académica

El último trabajo que se encuentra al respecto del tema fue en el año 2017, por parte de los estudiantes Giancarlos Stevens Cercado Cedeño y Bella Dayana Gil Chaguay, con el nombre “Propuesta tecnológica de sistema de asignación de cargas horarias de la carrera ingeniería en sistemas administrativos computarizados de la facultad de ciencias administrativas de la Universidad de Guayaquil” cuyo trabajo fue el desarrollo de un sistema que parte de la información recopilada en una etapa de investigación de campo con el uso de encuestas, entrevistas e investigación documental que permite definir procesos antes de su desarrollo, véase Figura 11, además incorpora Kanban para la gestión del proyecto a nivel de desarrollo, usa herramientas de código abierto y menciona que además menciona que permite consultar el registro histórico por ciclos de manera que se pueda utilizar como una herramienta de

análisis en contextos varios. Lo que hace diferente el proyecto con relación a las demás soluciones citadas es que incluye el envío de los syllabus de forma automática a los docentes de sus respectivas asignaturas programadas para el ciclo en el que se está haciendo la planificación horaria. Resalta como un factor común en todos los trabajos anteriores, la urgente necesidad de incorporar una solución informática que permita optimizar el proceso de generación de horarios debido al alto consumo de horas y el elevado margen de errores en el proceso. (Cercado Cedeño & Gil Chaguay, 2017).

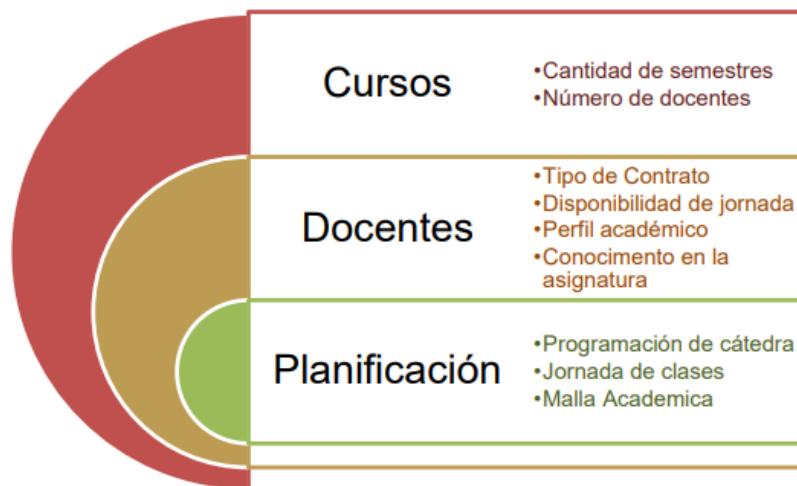


Figura 11. Diagrama de factores que intervienen en el proceso de asignación de carga horaria presentado por Ciceley Sierra en su trabajo de titulación

Fuente: Cercado Cedeño, G. S., & Gil Chaguay, B. D. (2017-03). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17457>

Con respecto a este trabajo nos damos cuenta de que la definición de roles y tareas del proceso están muy claramente definidas, los roles que intervienen en el proceso de planificación académica semestral son:

- Decano de Facultad, revisa y aprueba planificación y distributivos.
- Director de Carrera, genera el proceso de planificación y distributivo y pre aprueba para presentación a Decano de Facultad.
- Asistente Académico, operador del sistema en tareas de ingreso de información del ciclo a dar inicio, listado de docentes, cargas horarias, cupos, cargos, salones de clases, carreras, asignaturas de las diferentes mallas, etc.

Esto ayuda a conocer cuál es la ruta por seguir como línea base para acertar con los requerimientos y las necesidades que se tienen a nivel organizacional, puesto que como caso de estudio el proceso se levantará a partir de la carrera de ingeniería en sistemas

computacionales, pero en el trasfondo tiene la intención que sea funcional con todas las carreras de la Universidad de Guayaquil.

2.4 Herramientas actuales de la Universidad de Guayaquil

2.4.1 Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil (SIUG)

Es sumamente importante mencionar que, en la actualidad, la organización de la Universidad de Guayaquil, cuenta para el manejo de algunos procesos académicos el denominado Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil (SIUG) como lo denominaremos ahora. El mismo cubre una amplia gama de procesos académicos, sin embargo, el proceso de planificación académica no se encuentra soportado ni desarrollado a la fecha. Por lo cual es importante tener en cuenta que la producción software que se vaya a realizar deberá estar en sintonía con las tecnologías en las que se encuentra desarrollado el SIUG.

El SIUG se encuentra desarrollado en PHP mediante el uso del framework Laravel con el uso de base de datos MySQL. Esta herramienta sirve al 100% de docentes en el ingreso de calificaciones, asistencias, matriculación y unos cuantos procesos más. Es accedido por más de 70,000 estudiantes al día y 3000 profesores. La solución se encuentra alojada en los servidores de la Universidad de Guayaquil en el Campus Salvador Allende y soportado por el Departamento de Tecnologías de la Información Universitaria, su URL para autenticación de usuario es <https://servicioenlinea.ug.edu.ec/SIUG/Account/Login.aspx>. En la Figura 12 se muestra la pantalla de inicio del sistema.



Universidad de Guayaquil

SISTEMA INTEGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL (SIUG)

[Iniciar sesión]

Página principal Académico Financiero Talento Humano Consultas Públicas Escenarios Ayuda Foro

Universidad de Guayaquil

LOGIN SISTEMA SIUG

Digita tus Accesos

0919488734

.....

Mantenerme conectado

Iniciar sesión

Figura 12. Página de Inicio SIUG

Fuente: <https://servicioenlinea.ug.edu.ec/SIUG/Account/Login.aspx>

2.5 Conclusiones

Fue muy claro que, en la Universidad de Guayaquil, se ha tenido un número considerable de trabajos con miras de optimizar y automatizar el proceso de planificación académica, muchos de estos proyectos desarrollados tuvieron excelentes aportes en diferentes aspectos, desde lo procedimental, tecnológico, matemático o analítico, que sirven como una línea base para el desarrollo de una propuesta homogénea que contemple todas estas mejoras desarrolladas y encontradas en las investigaciones observadas.

Con respecto al proceso se tiene un número de variables que deben ser consideradas en el proceso de planificación académica, y, estas variables deben ser tomadas en cuenta a lo largo del ciclo de vida del proceso, esto garantizará que los resultados que genere una solución sean consistentes con la realidad de la organización universitaria. Sobre todo, si se tiene en cuenta que la asignación de recursos físicos y contratación es variable en cada ciclo académico que se apertura. De forma que el manejo de un catálogo de recursos organizado por ciclos académicos permite la cobertura del proceso de forma real.

Para la asignación de los espacios en los horarios de clases y los horarios de docentes, se nota un aumento en la búsqueda constante de técnicas que permitan optimizar la generación de horarios mediante el uso de distintos algoritmos genéticos, programación entera y otros está cada vez más presente en trabajos en distintos contextos y escenarios.

Como parte de este apartado haremos un resumen recogiendo las interpretaciones y resultados de todos los trabajos citados que tratan la misma problemática dentro del mismo contexto, con la finalidad de aprovechar dichos aportes de cada uno de los autores.

Es importante establecer el proceso y los subprocesos de forma estandarizada, (Cercado Cedeño & Gil Chaguay, 2017), con la intención de que todos manejen una idéntica secuencia de pasos, entradas y salidas.

Luego resulta sumamente interesante revisar y tener en consideración el modelo de datos del trabajo de (VELOZ JORDÁN, 2015), puesto que contiene una categorización de los datos y de la información, además de que el modelo resulta ser escalable y adaptable a cambios y mejoras que se logren incorporar a futuro en el proceso, esto optimizará la etapa de investigación, levantamiento de información y del proceso, ya que el tiempo es un factor determinante y todo lo que trabajos previos hayan aportado valen a tomarse en cuenta.

La particularidad de tener una precarga de datos para la realización del proceso permite brindar de agilidad al momento de la generación de horarios, el tener las aulas, sedes, horarios y demás datos que pueden cargarse con anterioridad acelera el tiempo de realización y cumplimiento del proceso de planificación. (Jaime Pincay, 2011)

Los procesos, diagramas de entidad relación, diagramas de casos de uso (Sierra Bravo, 2015), casos de pruebas (Gordon Yépez, 2015) y demás definiciones de todos nos suman tanto en la forma en la que tenemos que abordar el problema como también como no desviarnos del norte que logra cubrir de manera eficiente el proceso de planificación académica.

Para finalizar desatacamos puntos que se concluyen sobre las tecnologías y el tratamiento del proceso de manera puntual.

En función de la revisión y análisis de los trabajos también se determinó que las tecnologías usadas y las tendencias actuales determinan lo siguiente:

- El uso de tecnologías web, permite garantizar la compatibilidad de múltiples plataformas, además de la posibilidad de escalar en temas de hardware y software a computación en la nube.
- El lenguaje PHP, de código abierto, usado en el desarrollo del Sistema SIUG, asegura la integración con los productos existentes de la institución.
- La base de datos MariaDB provee de las funcionalidades y características que se necesitan en cuanto a integridad y seguridad de los datos.

A nivel de ingeniería de procesos, tenemos que en muchos trabajos el problema de generación de horarios de clases fue abordado desde diferentes perspectivas, sin embargo, el patrón que se detectó que funcionó fue cuando, cada vez, los trabajos iban considerando más variables en el procesamiento de datos y asignación de horas clase, de forma que la mayor cantidad de aspectos considerados resultaron en una planificación académica más ajustada a la realidad, los aspectos que se determinaron a ser considerados son:

- El ciclo académico es el período en torno al que giran todas las demás variables del sistema, siendo este el primer valor que debe establecerse al realizar una planificación.
- La nómina de docentes que se deben planificar es variable en cada ciclo académico.
- Cada docente en el sistema debe considerar las asignaturas afines a dictar, así como también la cantidad de horas que se asignarán para el desarrollo de diferentes gestiones o coordinaciones.

- Las asignaturas son susceptibles a cambios en nombre, duración de horas, créditos o niveles, de manera que estas deben estar sujetas una malla, la consideración de una malla por ciclo académico, permite asegurar la historicidad de las planificaciones en el sistema.
- Existe un inventario de aulas y laboratorios que necesita ser actualizado cada ciclo académico, las asignaciones y reasignaciones de espacios es muy frecuente.

3. Objetivos concretos y metodología de trabajo

3.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema web que permita automatizar la generación de planificaciones académicas de inicio de semestre de las carreras de pregrado de la Universidad de Guayaquil, mediante el uso de herramientas open Source con la finalidad de optimizar los tiempos de entrega, minimizar los errores y mejorar la toma de decisiones a directivos.

Este objetivo lleva al trabajo presentado a proveer de una solución software en un ambiente web que permita sin importar la unidad académica de la Universidad de Guayaquil ejecutar sus procesos de planificación académica semestral en simples pasos de ingreso de información que servirán de suministros para la generación de los reportes necesarios en el proceso. Esto implementando medidas de seguridad y de almacenamiento, mediante el uso de tecnologías de uso libre y con una metodología ágil de desarrollo del proyecto que permita adaptarse fácilmente a los cambios que se puedan suscitar.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar los proyectos software que se han realizado en la Universidad de Guayaquil con la intención de automatizar el proceso de planificación académica o de procesos relacionados para poder analizar la información levantada en dichos trabajos.
- Identificar las tecnologías actuales más recomendadas a utilizar en el desarrollo del proyecto y que se encuentren alineadas a los objetivos de la organización universitaria con el fin de no distorsionar con presupuestos, plataformas, esquemas de licenciamientos y lenguajes de programación de herramientas en producción de la Universidad de Guayaquil.
- Determinar de forma estandarizada y normalizada el proceso de planificación académica con la intención de que pueda ser utilizado independientemente en cualquier carrera de las 18 facultades de la Universidad de Guayaquil, mediante el levantamiento de requisitos organizacionales para el proceso.
- Desarrollar una aplicación web que automatice el proceso estandarizado de planificación académica tomando como caso de estudio la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad de Guayaquil con la finalidad de minimizar los tiempos de ejecución y los errores en los entregables, con tecnologías de libre uso y código abierto.

- Proveer a los directores de carrera y decanos de la planificación académica mediante la aplicación web para que de tal forma sea posible analizar y decidir sobre la más acertada a los objetivos de la organización universitaria.

3.3. Metodología del trabajo

En las investigaciones hechas, se encontró una cantidad considerable de trabajos realizados para el desarrollo de la planificación académica universitaria, en los que no se denota un factor común en cuanto a la metodología de trabajo a realizar para futuros proyectos que aporten con el tratamiento del problema, no obstante, se procederá a rescatar los aportes más relevantes que se han considerado, con la finalidad de que se haga uso de métodos y herramientas que permitan la obtención de una solución que cumpla con los requerimientos especificados.

La planificación académica es un proceso que deberá ser automatizado mediante el desarrollo de herramientas informáticas que posibiliten agilidad, menor consumo de tiempo y apoyo para la toma de decisiones, considerándose como un proyecto de software se merece el uso de metodologías de ingeniería de software y herramientas como SCRUM para la administración del proyecto.

Este trabajo hará el uso de herramientas y metodologías que permitan pasar de los hallazgos de la etapa de levantamiento de información a la definición de procesos o procedimientos, y a su vez, de procesos definidos claramente a una herramienta software para web que permita la automatización de las tareas de planificación académica. Con el uso de la ingeniería de requisitos levantaremos la información para luego realizar la definición de procesos, diagramas de casos de uso y diagramas de clases que formarán el sistema. Y para el desarrollo del proyecto de software utilizaremos el marco de trabajo ágil SCRUM con la metodología iterativa e incremental, que con ayuda de todos sus artefactos nos permitirá manejar la elaboración del producto en función de los procesos, requisitos, desarrollos, pruebas y evaluaciones de este.

Debido a que existen fases en común entre las dos metodologías elegidas, como son las etapas de captura, análisis y validación de ingeniería de requisitos con las etapas de requerimientos detallados, análisis y diseño de la metodología iterativa e incremental, se tomarán las definiciones de los artefactos de ingeniería de requisitos para ser consumidos en las respectivas instancias de la metodología iterativa e incremental. En la figura 13 se especifican las etapas de cada metodología utilizada.

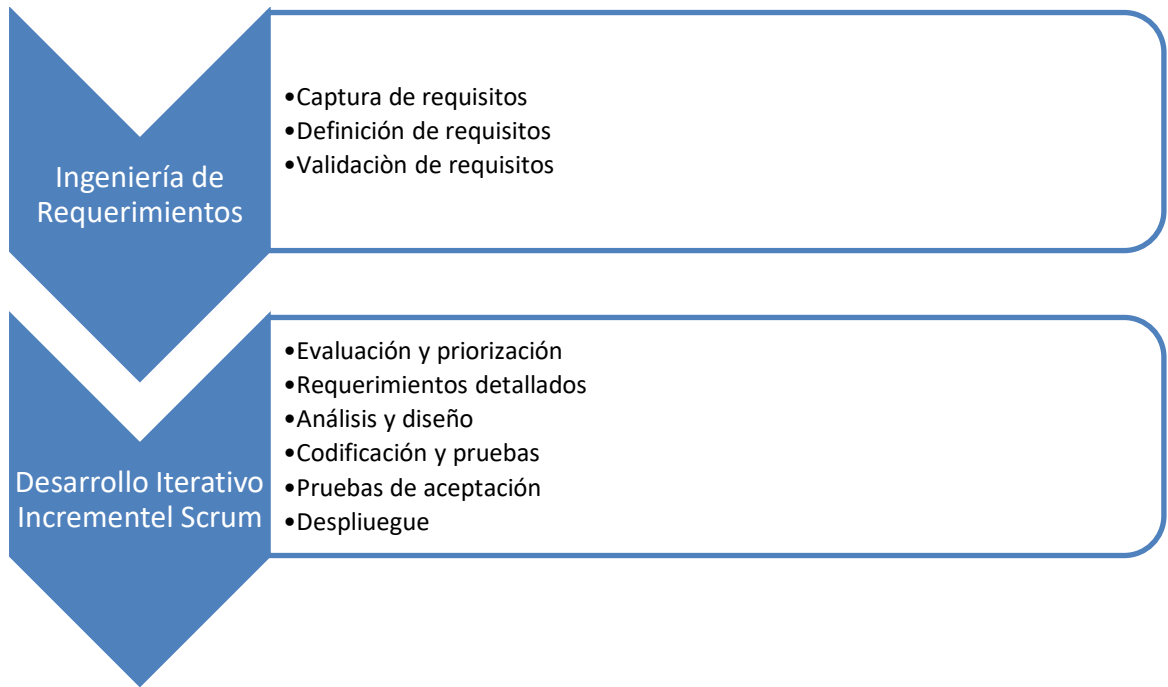


Figura 13. Metodología de diseño e implementación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Con la definición anterior, se detallan las fases, actividades y artefactos que se usarán en cada una de las etapas de la metodología de desarrollo incremental con Scrum, con la finalidad de cubrir todas las actividades del proyecto de Planificación Académica Universitaria, detalle que se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología de desarrollo del Sistema de Planificación Universitaria basado en Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental con el uso de SCRUM

Metodología / Herramienta	Fases del ciclo de vida	Actividades	Artefactos
Ingeniería de Requisitos	Captura de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de información • Definición de procesos actuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario • Entrevista
	Análisis de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de respuestas de entrevista • Identificación de requerimientos • Traspaso de requerimientos a herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de usuario • Requerimientos del sistema • Definición de perfiles del sistema • Diagramas de procesos

	Validación de requisitos	Establecimiento de requerimientos finales	<ul style="list-style-type: none"> • Historias de Usuario • Diagramas de clases • Diagramas de Casos de Uso
Desarrollo Iterativo Incremental Scrum	Evaluación y priorización	Plan de desarrollo de software	Plan de desarrollo de software
	Requerimientos detallados	Obtención de datos para el desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Historias de Usuario • Diagramas de clases • Diagramas de Casos de Uso
	Análisis y diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las variables del sistema • Arquitectura del sistema • Modelo de base datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Arquitectura de Software • Mapa base • Modelo Entidad-Relación de la base de datos
	Codificación y pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de las entidades del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la base de datos • Desarrollo del sistema de planificación
	Pruebas de aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del plan de pruebas • Validación con la aceptación de requerimientos de las historias de usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de pruebas • Historias de usuario
	Despliegue	Instalación	Acta de usuario

Fuente: Elaboración propia

Dentro de cada una de las iteraciones desde el inicio hasta el fin del proyecto se tienen las fases de requerimientos detallados, diseño y análisis, codificación y pruebas, pruebas de aceptación y despliegue de acuerdo con lo que se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Funcionamiento de un proyecto iterativo e incremental

Fuente: <https://www.blmovil.com/scrum-gestion-agil-de-proyectos-i/>

Pasaremos a describir cada una de estas metodologías a continuación.

3.3.1. Ingeniería de requisitos

El proceso de la ingeniería de requisitos se puede dividir en tres grandes fases que son (Sons, 1999):

- Captura de requisitos
- Análisis de requisitos
- Validación de requisitos

Captura de requisitos

Esta actividad se desarrollará mediante el uso del instrumento de entrevista a los involucrados en el proceso de planificación académica de la carrera de ingeniería de sistemas computacionales de la Universidad de Guayaquil.

Se determinarán los usuarios que de manera hipotética utilizarían el sistema de planificación académica, y en función de esto, se elaborarán las preguntas que formarían parte del cuestionario de las entrevistas a realizar.

Levantamiento de Información

Esta etapa obtención de información se servirá de la realización de entrevistas, para esto, en la identificación de los entrevistados se definirán que las posiciones sobre las que se tendrá que extraer información sean las de dirección de carrera, gestión de personal y secretaría académicos. Los usuarios involucrados en este proceso de levantamiento de información serán el Ing. Gary Reyes, como director de carrera, quien será la primera fuente de información, seguido de la Ing. Belkis Cañizales, como gestora de personal académico y finalmente la Ing. Inelda Martillo, como ex-directora de la Carrera, puesto que ha desempeñado alrededor de cuatro años el cargo de la dirección de carrera y se consideró que su aporte sería de mucho apoyo para el levantamiento del proceso.

Las preguntas que forman parte de la entrevista son las siguientes:

- En su experiencia en el cargo de la dirección de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales. ¿Cómo se maneja el proceso actual de generación de horario y distributivo docente?

- ¿Cuáles son los actores del proceso y cuáles son las funciones que desempeñan cada uno de ellos en la realización del proceso de planificación académica?
- ¿Cuál es la secuencia de pasos apropiada para completar el proceso de forma óptima en las condiciones actuales?
- ¿Qué piensa usted que podría ayudar, a nivel de procesos, para mejorar el cumplimiento de la planificación en cuestión de esfuerzos y tiempos?
- ¿Cuáles piensa usted que son los impedimentos para poder contar con un sistema de software que automatice el proceso?
- ¿Cuál es la tarea o subtarea que ha notado que hace que se tome más tiempo en la realización del proceso de planificación académica?
- ¿Qué dato o tarea usted cree que incorporaría al proceso para mejorarlo, si es que así lo considera?
- ¿Hay alguna consideración con respecto a las asignaturas y horarios de clases que destaque?

Definición de procesos actuales

Esta etapa es desarrollada en función de la información levantada, con la definición del manejo actual del proceso de planificación académica de forma que permita visibilizar con intenciones de realizar una reingeniería de procesos y gestionar los posibles cambios y optimizaciones aplicables al mismo.

Análisis de requisitos

Esta etapa se cumplirá mediante las tareas de revisión, identificación y traspaso de los resultados de las entrevistas realizadas a herramientas de análisis y diseño que permitirán, de forma clara, detallada y objetiva, cuantificar requisitos a ser desarrollados. Para esto, se definirán historias de usuarios, diagramas de proceso, diagramas de casos de uso y diagramas de clases del sistema que se desarrollará con el objetivo de cubrir las necesidades de los usuarios y cumplir el proceso de planificación académica.

Para el cumplimiento de esta etapa será de vital importancia la participación activa de los involucrados, con quienes a través de reuniones programadas se logró obtener definiciones y requerimientos del proyecto, además de establecer los recursos financieros, humanos y tecnológicos.

Revisión de resultados

Los datos que se obtengan en la etapa de levantamiento de información, serán sumamente importantes, deberán ser analizados para poder extraer especificaciones que permitirán más adelante diseñar el sistema de planificación académica, de esto podremos obtener definiciones como usuarios del sistema, requerimientos funcionales, no funcionales y del sistema que se describen a continuación.

Definición de usuarios del sistema

Etapa que permitirá detectar que el sistema de planificación académica cuenta con 2 niveles de usuario o perfiles de usuario para la ejecución de las tareas.

Definición de requerimientos del sistema, funcionales y no funcionales

La realización de esta parte permitirá identificar las funciones básicas que se desarrollaran en el sistema para que cumpla con la realización de la planificación, así como también las especificaciones funcionales y no funcionales.

Validación de requisitos

Para la etapa de validación procederemos a realizar el diseño de la solución en correspondencia con los resultados de la etapa de análisis, estructurar de forma apropiada y correctamente un detalle de la solución en términos del procesamiento del modelo de datos es muy importante para posteriormente pasar a una etapa de desarrollo, el modelamiento físico y lógico del sistema también está contemplado en esta instancia, para ello se elaborarán los diagramas de clases, diagramas de casos de uso el modelo de base de datos a construir.

Elaboración de diagramas de clases

Esta etapa está compuesta por la definición de diagramas de clases del sistema de planificación académica, en este se detallarán las relaciones entre los objetos que lo conformarán, además de las relaciones y la multiplicidad que manejan entre sí.

Elaboración de diagramas de casos de uso

Modelar las funciones de los usuarios potencialmente definidos en las etapas previas permitirá tener una mejor abstracción con respecto al desarrollo, se modelarán los diagramas de casos de uso para los actores de director y planificador con ayuda y validación de los involucrados del proyecto.

Elaboración de diagrama entidad relación

El modelamiento de la base de datos es crucial previo a empezar con la etapa de desarrollo, en este paso definiremos las tablas, sus campos y las relaciones que manejan en el modelo.

Desarrollo Iterativo e Incremental con SCRUM

Respecto a la etapa de desarrollo del producto, la metodología iterativa e incremental con el uso de los artefactos de la herramienta SCRUM nos permitirá administrar el proyecto de aquí en adelante, esto nos ayudará a mantener una interacción con los involucrados y beneficiarios del proyecto, además, que la participación de estos nos servirá de forma positiva en la validación de los requerimientos y entregables que se alcancen en cada una de las iteraciones que se generen. La participación de los involucrados se presenta en cada una de las etapas de la metodología. Pasamos a describirlas una a una.

Sin embargo SCRUM es mucho más que roles, eventos y artefactos, pues el enfoque de este marco de trabajo no es de tipo mecánico, sino que debemos tener muy claro que es un marco de trabajo que nos sugiere las mejores prácticas para el desarrollo de un proyecto de manera ágil (Francia, 2017).

Esta metodología tiene 3 etapas marcadas, etapa de inicialización, etapa de iteración y lista de control del proyecto, tal como se muestran en la figura 15.

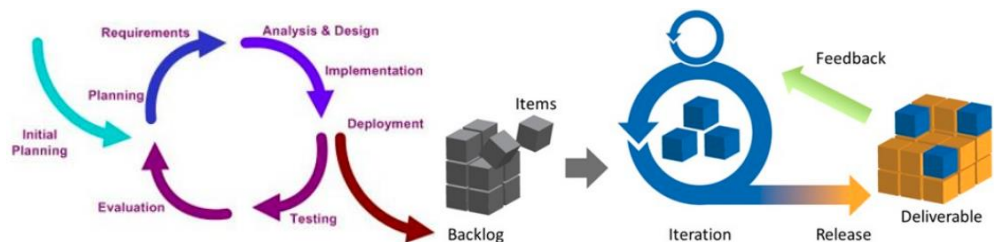


Figura 15. Etapas de la Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental

Fuente: <https://slideplayer.es/slide/10903511/>

Hemos apoyado la gestión del proyecto con el marco de trabajo SCRUM, puesto que sus artefactos, iteraciones y ceremonias nos permitieron manejar una continua comunicación con los beneficiarios y de esta forma ser más ágiles en los cambios que se presentaron.

SCRUM

Como marco de trabajo para la dirección del proyecto mencionamos la herramienta SCRUM, el cual nos ayudó a trabajar el proyecto de software de manera ágil, en este marco se definieron los artefactos, iteraciones y reuniones establecidas por SCRUM, véase la Figura 16.

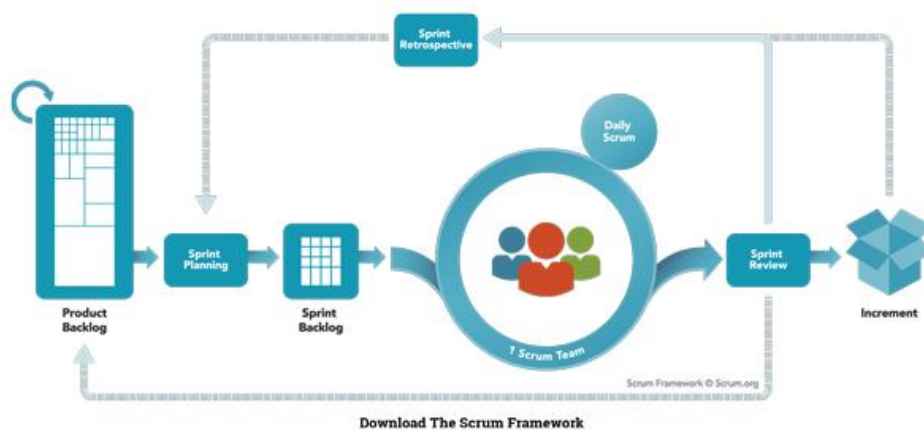


Figura 16. EL Framework SCRUM

Fuente: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

Las principales razones que justifican el uso del ciclo de desarrollo iterativo e incremental de tipo SCRUM para la realización de este proyecto son los siguientes:

- Existen roles claramente definidos como responsables tanto por parte del cliente o beneficiario como por parte del desarrollador.
- El sistema está compuesto por módulos, se desarrollan los módulos iniciales de parametrización y mantenimientos, luego el módulo de configuración de la planificación y finalmente el módulo de informes o reportes.
- El tiempo es corto para la elaboración del desarrollo y por ello las entregas deben hacerse periódicamente para hacer las validaciones y correcciones pertinentes.

Valores de trabajo

Para garantizar un cierre apropiado del proyecto, a más de los requisitos técnicos, es necesario que las relaciones se manejen bajo los siguientes principios de conducta, respeto y moral:

- Respeto en el equipo

- Responsabilidad, compromiso y disciplina autónoma
- Enfoque profesional en la realización de las tareas
- Honestidad, transparencia y puntualidad

Evaluación y priorización

Para garantizar que el proyecto genere el mejor resultado posible, es necesario iniciar con la priorización de ellos en función del valor del proceso de planificación académica, también teniendo en consideración los factores tiempo, esfuerzo y valor funcional dando como resultado de esta etapa el artefacto pila de producto.

La definición de la prioridad de las historias de usuario se la desarrollará mediante la técnica conocida como urgente, en la que se utiliza una matriz cuadrada dos dimensiones donde se confrontan las historias de usuario y se asignan las historias en un eje por el criterio de urgencia en el otro eje por el valor del negocio.(Lant, 2010)

El resultado de esta matriz trabajada es entre 1 y 25 para cada historia de usuario donde, el valor de 25 representa la mayor criticidad y que debe ser desarrollado inmediatamente, entre el 15 y 20 que es importante que se haga y debe ser incluido en el próximo sprint, el rango de 6 a 12 es moderadamente importante y finalmente el rango 1 a 5 de prioridad baja. En la Figura 17 se muestra un ejemplo de matriz para la priorización de historias de usuarios.

5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5

Figura 17. Matriz de priorización de historias de usuario.

Fuente: <https://www.blmovil.com/scrum-gestion-agil-de-proyectos-i/>

Requerimientos detallados

El análisis a nivel general de los requerimientos de un proyecto de software consiste en conceptualizar y formular la información obtenida en las historias de usuario de forma que se permita proveer de instrumentos de calidad que faciliten tener una mayor abstracción del

sistema a desarrollar. Para cumplir con esto, procederemos a generar diagramas de casos de uso y diagramas de clases que describan de forma más objetiva el proyecto de planificación académica.

Análisis y Diseño

Es importante cumplir con un diseño de calidad para poder representar física y lógicamente lo que será el sistema, además de los distintos mecanismos para el tratamiento de los datos que se procesarán y la forma en la que se estructurará la solución. Por todo lo anteriormente dicho, en este punto realizaremos el diseño de la base de datos en su modelo entidad relación, las interfaces de manejo de información tanto de entrada como de salida, realizaremos la definición de los menús del aplicativo para cada uno de los perfiles de usuario definidos, la presentación de los datos resultantes de los procesos del negocio del sistema y el detalle de los procedimientos.

Modelado del software y de la base de datos

Para el modelamiento del software se utilizaron diagramas de procesos y para la elaboración del modelo de datos, en este caso la base de datos del sistema de planificación académica, se definirá el modelo entidad relación.

Diseño de la interfaz de usuario

En conjunto con los involucrados del proyecto se trabajará cada una de las interfaces de usuario del sistema, con la finalidad de demostrar la importancia del criterio del dueño del producto en todas las opciones del menú que se desarrollan, desde las ventanas de mantenimiento, ingreso, edición, eliminación hasta la presentación de los reportes del sistema en función de los criterios de análisis de la información del beneficiario del proyecto, teniendo en cuenta el objetivo principal del software, que es proveer de horarios de clases y de profesores para estructurar la planificación académica semestral de la Universidad de Guayaquil.

Codificación y pruebas

En la realización de este proceso se realiza la transformación de los resultados de la etapa de diseño a líneas de código mediante las herramientas de desarrollo que permitan hacer viable técnicamente la obtención de un producto de software. También en este paso se eligen las herramientas tecnológicas a utilizar por parte de los desarrolladores, considerando dos escenarios. El primero, tiene la posibilidad de integración con las demás herramientas y

productos informáticos de la Universidad de Guayaquil y el segundo la necesidad de que sean de uso libre y código abierto para eliminar problemas de costos por licenciamiento.

Esta etapa está compuesta por actividades como el diseño y desarrollo de la interfaz de usuario, es decir todas las opciones del menú como son ingreso, edición y presentación de información y datos según el caso para el proceso de planificación académica.

Para conseguir lo antes expuesto, la tecnología a usar en el proyecto resultará ser: Como lenguaje de programación tenemos PHP acompañado del uso de componentes Javascript, HTML y CSS, a nivel de servidor web la elección será Apache y el motor de base de datos que permitirá el almacenamiento de los datos y la información generada MySQL Server.

Es importante el uso de herramientas que incrementen la velocidad en esta etapa, para ello contaremos con el apoyo de las bondades presentadas por el Framework Bootstrap, pues además de contar con información de soporte y documentación, cuenta con elementos web personalizables.

Para mantener el versionamiento del proyecto, con la finalidad de administrar, controlar y monitorear los cambios y avances realizados a nivel de código fuente, utilizaremos un software Git. Por su interfaz similar a una red social que facilita la planificación y el seguimiento del proyecto la herramienta a usar será GitHub.

PHP

Tenemos como lenguaje de programación PHP (Hypertext Preprocessor). PHP es un lenguaje de programación de código abierto para ambiente web y que puede fácilmente ser incrustado en HTML. Es un lenguaje de propósito general muy utilizado, generalmente se ejecuta en el lado del servidor, al que se le denomina servidor web, lo interpreta el código como entrada y al procesarlo genera como salida páginas web. Está disponible para casi todos los sistemas operativos y en la mayoría de los idiomas, su documentación no tiene costo alguno. (EcuRed, n.d.).

PHP cuenta con una numerosa lista de bondades y ventajas que nos ayudan a decidir sobre su uso en el desarrollo del proyecto, entre ellas tenemos las siguientes: Es un lenguaje de programación multiplataforma, es totalmente orientada al desarrollo de páginas web con contenido dinámico y conexión a bases de datos donde consulta y consume la información, el código fuente en PHP está oculto tanto al cliente como al navegador, pues el servidor es quien se encarga de la ejecución del código de programación de esta forma nos confiamos de que el mismo es seguro, la conexión con bases de datos es muy potente pues es capaz de

conectarse con casi todas las bases de datos que existen hasta el momento aunque su potencia de conexión es con MySQL, muchos frameworks de programación que ayudan a facilitar su uso y sacarle provecho mediante las llamadas extensiones que añaden funcionalidad, extensa y amplia documentación de ayuda en la página web oficial, constantes actualizaciones de versión del lenguaje de programación, es libre y de fácil acceso para todos, tiene arquitectura que permite la programación orientada a objetos, entre muchas más que destacan a PHP para seleccionarlo como el lenguaje de programación en nuestro proyecto. (EcuRed, n.d.).

XAMPP

XAMPP, su nombre proviene de las iniciales de X, la A de Apache, la M de MySQL, la P de PHP y finalmente la P de Perl. Es un paquete de software libre, un entorno completo y el más usado para desarrollo en PHP, este contiene el sistema de gestión de base de datos para MySQL, el servidor web Apache y para los lenguajes PHP y Perl los intérpretes. (Friends, 2019).

Esta distribución de herramientas nos permitirá de una forma sencilla preparar el lado del servidor de la solución software que proponemos desarrollar, tiene muchos puntos ventajosos el uso de XAMPP, la más grande ventaja es que nos permite instalar un gran número de componentes de una forma muy fácil, solo con dar siguiente y ajustar los puertos que necesitamos si es que fuera el caso. Tiene administrador incorporado de MySQL, esto es una potencia pues nos evita tener que realizar instalaciones adicionales. Por esto y la libertad de uso, en el proyecto será el entorno de servidor que se utilizará.

LARAVEL

Laravel, es un framework de desarrollo para PHP. Habíamos mencionado que una de las ventajas de PHP es que se encontraba soportado por varias herramientas que lo volvían más sencillos de lo que ya era. Pues en este caso, Laravel es uno de ellos, es de código abierto para el desarrollo en PHP5 y PHP7, su última versión fue liberada el 30 de enero de 2019, la cual fue la versión estable 5.7.23. Su intención es la ayudar a desarrollar código de la forma más sencilla.

Este framework, Laravel, es de código abierto y además su mayor ventaja es que posee plantillas para la creación de las vistas que son extensibles a plantillas creadas en otras vistas con la posibilidad de utilizar código PHP en ellas. Este sistema de plantillas se llama Blade(Synergy, 2019).

También provee de un mapeo de objeto relacional, ORM, que permite el manejo de una manera sencilla los procesos que se asocian al manejo de bases de datos de los proyectos que en este se lleven. Provee una capa de protección contra la inyección de SQL mediante la transformación de consultas SQL a un sistema de modelo-vista-controlador, no permitiendo que se manipulen las sentencias de SQL. (Synergy, 2019).

Routing, provisto por Laravel, nos entrega un sistema administración y control de las rutas del sistema. (Synergy, 2019).

Todo esto sumando a una extensa comunidad que continuamente está aportando con paquetes, actualizaciones y documentación en línea, provocan a usar este framework de programación, pues su calidad y respaldo son bastante notorios ante cualquier vista de programador.

MYSQL

Las bases de datos de código abierto han tomado una gran presencia en la industria del software web, la más utilizada de todas ellas es MariaDB, según el ranking del sitio db-engines.com en el corte hasta marzo del 2019 (Ranking, 2019).

MySQL actualmente es propiedad de ORACLE, sin embargo sigue siendo de uso libre con la opción de adquirir la licencia comercial a disponibilidad, en lo que respecta a aplicaciones web esta es la base de datos número uno en el mercado por su facilidad de uso, confiabilidad y rendimiento (Kyocode, 2017).

En la actualidad, la última versión es la 8.0.15 liberada el 1 de febrero del 2019, las ventajas que presenta este gestor de base de datos son, entre otras, que es open Source y de libre uso, su velocidad al realizar las operaciones con un buen rendimiento, bajo consumo de hardware y por ello puede ser ejecutado en equipos con características bajas, multiplataforma pues puede ser instalada en la mayoría de los sistemas operativos más utilizados. (Mape309, 2019).

La característica más particular es que MySQL separa el motor de almacenamiento de todos los demás componentes de la arquitectura. Esta independencia permite o habilita a que en cierto momento predeterminado se pueda cambiar de motor por uno especializado dependiendo si se necesita realizar alguna tarea muy particular con respecto a ciertos tipos de aplicaciones. (openstax, 2019).

Pruebas de aceptación

Mediante el desarrollo de esta fase se verificará el correcto funcionamiento del sistema desarrollado y se verifica que los requerimientos se cumplan, en esta etapa utilizaremos la técnica de pruebas de caja blanca, donde las pruebas que se realizan se centran en la elección de distintos valores de entrada en los formularios del programa informático y sus flujos, con la finalidad de certificar el correcto procesamiento, almacenamiento y devolución de valores y objetos de salida adecuados.

Despliegue

El traspaso del ambiente de pruebas a un ambiente de producción implica la instalación de la última versión del sistema que ha sido probado y aceptado en la fase anterior, además, la instalación del servidor de base de datos sin datos basura o de pruebas, que permitan tener únicamente información consistente. La configuración del servidor web a nivel de aplicaciones y servicios para poder brindar un ambiente de trabajo y acceso al sistema por parte de los usuarios, incluso la realización de tareas programadas que ejecuten el respaldo de la base de datos de forma programada, para estar preparados en presencia de alguna contingencia.

4. Desarrollo específico de la contribución

En este cuarto capítulo procederemos a describir la contribución realizada con el desarrollo de la solución de planificación académica para la Universidad de Guayaquil, se ejecutan las etapas de ingeniería de requisitos y el desarrollo incremental con SCRUM para poder obtener el producto software en función de los requisitos definidos y sus especificaciones de usuario, al final de ello se realiza el estudio de usabilidad y el plan de pruebas es ejecutado en función de los casos de uso.

4.1. Requisitos

La construcción de un sistema web que permite el ingreso, edición y eliminación lógica de datos que responden a una estructura jerárquica para la generación de horarios de clases y docentes necesita soportarse de todas las etapas de la ingeniería de requisitos y las metodologías ágiles para ser concebido.

En los siguientes apartados se desarrollarán los criterios empleados para el análisis, diseño y desarrollo del sistema software de planificación académica, posteriormente al desarrollo se realizará la ejecución de las fases de pruebas y aceptación del producto por parte de los beneficiarios directos.

4.1.1. Captura de requisitos

Levantamiento de información

Los requisitos del sistema responden a las necesidades del proceso, vistas desde la perspectiva de cada uno de los involucrados. Para poder entender los requisitos funcionales y no funcionales del sistema a desarrollar, fue necesario realizar encuestas a los actores que intervienen en la ejecución de la planificación académica de la Universidad de Guayaquil.

Las reuniones para obtención de información se mantuvieron con el Director de carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, la Gestora de Personal Académico y la Ex Directora de carrera. En la aplicación del instrumento de entrevista, además de poder levantar, entender y definir el actual proceso y la forma en la que se lleva, se definieron los actores del sistema, que finalmente se convertirán en roles o perfiles.

Definición del proceso actual de planificación

El proceso de planificación académica, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil, actualmente es manejado de forma manual debido a la no existencia de un sistema informático que automatice la asignación de horas clases, aulas y horas docentes.

La generación de horarios arranca con la recepción de los formularios de disponibilidad docente, donde cada uno de los profesores indica si va a colaborar en la institución a medio tiempo o tiempo completo, el rango de horas laborales en el día y los días de la semana de entre lunes a sábado. Adicionalmente, especifica las asignaturas que considera impartir, en un mínimo de una asignatura hasta un máximo de 3 asignaturas. Este formulario alimenta la generación de horas clases y docentes en Excel, herramienta que sirve en la actualidad para ir modelando manualmente los horarios de clases, teniendo en cuenta que lo que se vaya generando no contenga cruces de horarios entre docentes, asignaturas y salones de clases, pues en caso de que alguno de estos cruces exista se tiene la necesidad de volver a generar las veces que sean necesarias hasta que no existan dichos cruces.

El detalle de los pasos que se siguen se muestra en la Figura 18 a continuación.

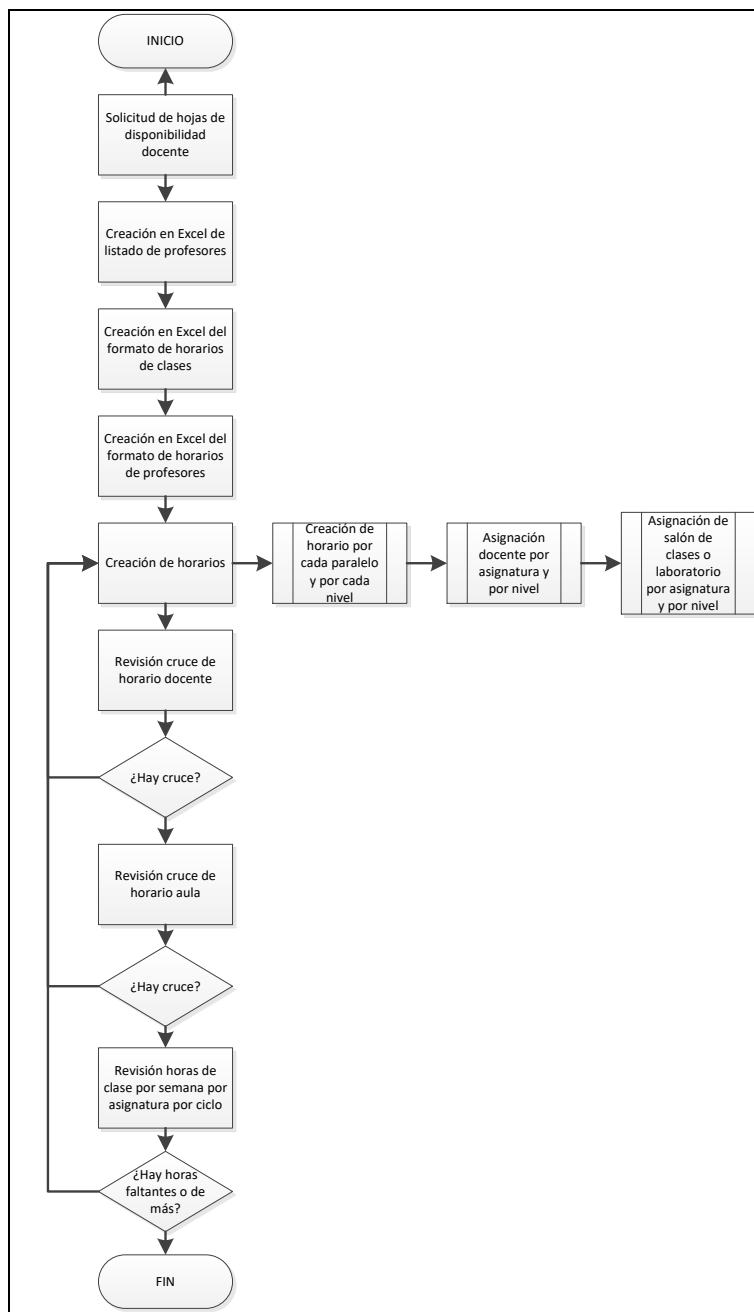


Figura 18. Diagrama de procesos actual planificación académica

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis de requisitos

El proceso de análisis de requisitos comprendió de un proceso de descubrimiento, afinamiento y modelado para poder llegar a una especificación de lo que significan los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, estos requisitos definidos se constituyen como el puente que une la percepción del usuario y la especificación que se recibe para desarrollarse. A continuación, describimos el proceso de definición de requisitos funcionales y no funcionales.

Requisitos funcionales y no funcionales

La definición de requisitos fue otro de los resultados de esta etapa de levantamiento de información, se determinaron requisitos funcionales y no funcionales del sistema con la intención de conocer a detalle lo que se necesita que cumpla el sistema, se detallan estos en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 que siguen.

Tabla 2. Requisitos Funcionales del Sistema

Cod.	Nombre	Descripción
RF01	Sistema basado en roles	<p>La gestión del sistema debe estar basada en roles para poder asignar las funciones a cada uno de los usuarios respectivamente.</p> <p>Los permisos deben estar asociados a cada uno de los roles establecidos, en este caso Director y Planificador.</p> <p>Las opciones de cada usuario serán controlados por el rol que tiene asignado.</p> <p>Solamente se podrá asignar un rol a cada usuario.</p>
RF02	Administrar carreras	<p>La gestión de carrera implica creación, edición y deshabilitación dentro de la entidad jerárquica Facultad. Es decir, una carrera, una carrera pertenece a una Facultad mientras que una Facultad puede tener muchas carreras.</p> <p>La creación de carrera debe contemplar, además del nombre de esta, la definición de la modalidad, si es semestral o anual.</p> <p>De igual forma especificar la cantidad de ciclos en valor numérico para poder, más tarde, definir las asignaturas por nivel.</p>
RF03	Administrar ciclo académico	<p>La organización de todos los procesos se define por el ciclo académico, de forma que crear, editar y deshabilitar los ciclos debe permitirse.</p> <p>El ingreso, edición y deshabilitación de las demás entidades del sistema como asignaturas, carreras, docentes, salones de clases responden al ciclo que se encuentra activo en ese momento.</p> <p>La asignación de ciclos dependerá si la carrera tiene modalidad semestral o anual, para el caso se deben permitir las acciones a criterio del planificador.</p>
RF04	Administrar asignaturas	<p>Crear, editar y deshabilitar asignaturas para una carrera</p> <p>Definir la cantidad de horas clases, horas prácticas</p> <p>Especificar en la asignatura el área de conocimiento a la que pertenece</p> <p>Poder indicar si la asignatura requiere el uso de laboratorio de computación.</p>

RF05	Administrar paralelos	Especificar la demanda de paralelos por ciclo Determinar la cantidad de paralelos matutinos y vespertinos
RF06	Administrar docentes	Ingresar, editar y deshabilitar los registros de los docentes. Ingresar la información personal del docente. Ingresar las asignaturas afines al docente Ingresar la disponibilidad horaria Ingresar las áreas de conocimiento afines Ingresar si es medio tiempo o tiempo completo. Registrar las horas de actividades de gestión como titulación, vinculación con la comunidad, prácticas preprofesionales, coordinación o gestión e investigación.
RF07	Administrar salones de clases	Ingresar, editar y deshabilitar los salones de clases Especificar si el espacio es salón de clases o laboratorio de computación Definir la dimensión del salón de clases como pequeño o grande. Especificar la ubicación o sede del salón de clases como ciudadela o extensión.
RF08	Generar horarios de clases	Crear horarios de clases por paralelo, por nivel que incluya las asignaturas que se imparten en las distintas horas con el salón de clases asignado. Especificar el docente que se encuentra asignado al paralelo
RF09	Generar horarios de profesores	Crear horarios de clases por docente. Especificar que paralelos tiene asignado el docente
RF10	Visualizar horarios de clases	Mostrar un formato de horario semanal las asignaturas asignadas y el docente para cada uno de los paralelos El horario deberá contemplar que de lunes a viernes las clases comienzan a las 07:00 hasta las 22:00 y los sábados desde las 07:00 hasta las 15:00.
RF11	Visualizar horarios de profesores	Mostrar un formato de horario semanal las asignaturas asignadas y el paralelo para cada uno de los docentes El horario deberá contemplar que de lunes a viernes las clases comienzan a las 07:00 hasta las 22:00 y los sábados desde las 07:00 hasta las 15:00.
RF12	Aprobación de planificación académica	Debe permitirse aprobar la planificación generada para que esta quede como registro histórico del ciclo. La aprobación de la planificación conlleva el cierre del ciclo actual y obliga a que se genere uno nuevo para ser planificado. Las entidades que sirven para generar la planificación deben quedar cargadas para ser consideradas en el nuevo proceso que se lleve a futuro.

RF13	Exportación de reportes a excel	Guardar el reporte de horarios generado en formato excel para poder usarlo a conveniencia de los usuarios
RF14	Exportación de reportes a pdf	Guardar el reporte de horarios generado en formato pdf para poder usarlo a conveniencia de los usuarios
RF15	Histórico de planificaciones	Consultar los horarios de clases y docentes que se han aprobado históricamente en el sistema

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Requisitos No Funcionales del Sistema

Cod.	Nombre	Descripción
RNF01	Diseño de la interfaz gráfica	Proveer de una interfaz gráfica responsiva para que se adapte a cualquier dispositivo desde donde se acceda al sistema. Manejar una combinación de colores azul, celeste y blanco para armonizar con los de la institución
RNF02	Rendimiento	Dotar al sistema de un tiempo de respuesta de ingreso, edición y des habilitación de registros menor a 3 segundos.
RNF03	Hardware	Cliente: CPU 1.6Ghz o superior, 2Gb RAM o superior, 100Gb HDD o superior. Servidor: En la tabla 20 se detalla el servidor en el que se realizan pruebas del piloto del sistema.
RNF04	Software	Cliente: El sistema deberá ser ejecutado en cualquier equipo debido a que los docentes rotan de puesto de trabajo, para esto lo ideal es que sea ejecutado en ambiente web desde cualquier navegador. Servidor: En la tabla 20 se detalla el servidor en el que se realizan pruebas del piloto del sistema.
RNF05	Seguridad	Manejo del sistema mediante usuario y contraseña. Asignación de roles de usuarios
RNF06	Soporte de herramientas	Elegir las herramientas de desarrollo que tengan documentación en línea y comunidad de soporte para poder minimizar riesgos futuros o en etapa de desarrollo del proyecto
RNF07	Compatibilidad	Mantener compatibilidad con lenguajes de programación y frameworks que se encuentren en uso en el departamento de informática de la Universidad de Guayaquil, para contemplar futuras integraciones del sistema.
RNF08	Manual de usuario	Elaborar el manual de usuario, donde se especifique por cada uno de los roles las acciones y opciones del sistema

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Características de Hardware y Software para el sistema

Procesador	1 x HPE Intel Xeon E-2124 Quad-Core (3.30GHz 8MB) Processor
Memoria	8GB (1 x 8GB) 2666MHz UDIMM
Interfaz de red	HPE Embedded 1GbE Dual Port 332i Network Adapter
Disco duro	DISCO DURO HP 1TB 6G SATA 3.5in NHP MDL HDD
Alimentación	1 x HPE ML30 350W Energy Star 1.0 Power Supply FIO Kit
Sistema Operativo	Windows Server 2016
Base de datos	MySQL 8.0.17
Servidor Web	XAMPP 7.3.8

Fuente: Elaboración propia

Actores, descripción y roles del proceso

En la obtención de información a partir de las entrevistas con los actores principales del proceso, se logró también la definición de los roles de cada uno de los involucrados, así como también sus actividades diarias. Dicho esto, se establecen dos actores, de los cuales uno de ellos es un usuario gerencial o administrador y el otro un usuario operativo. En la Tabla 5 a continuación se detallan los roles obtenidos en el levantamiento de información.

Tabla 5. Actores involucrados en el sistema - descripción y roles

Tipo	Actor	Descripción y Roles
Operativo	A01 Gestor de Personal Académico	<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usuario que se encarga de la carga de información perteneciente al ciclo académico a planificar - Inserta, edita, elimina y busca información de todos los catálogos del sistema (docentes, mallas, asignaturas, ciclos académicos, salones de clases). <p>Roles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Administrar Ciclo académica - Administrar carrera - Administrar docente - Administrar asignaturas - Administrar salones de clases
Gerencial	A02 Director de Carrera	<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usuario que se encarga de revisar la información cargada en el sistema por parte del gestor de personal académico - Aprueba la información para establecer el inicio de la generación de horarios de clases y docentes <p>Roles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consultar

		<ul style="list-style-type: none">- Generación de planificación académica- Aprobación de planificación académica para cierre de ciclo.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Basándonos en la investigación realizada, procedemos a definir los roles de usuarios potenciales del sistema, se ve claramente que el proceso tiene varios actores, unos pasivos, como docentes, por ejemplo, y otros activos como planificador y director que procederemos a describir a continuación:

Usuario Planificador (Administrador), este perfil de usuario es el que se encarga de mantener todo el catálogo de datos del sistema, dicho catálogo estará disponible mediante la aplicación en ambiente web permitiendo el acceso a tareas como agregar, editar o eliminar información para la realización de la planificación académica.

Usuario Director, este perfil de usuario se encarga de las tareas de tipo gerencial o toma de decisiones, revisa los catálogos de datos para la planificación académica ingresados por el usuario planificador y visa que estén correctamente cargados, una vez confirmada la consistencia de la información en el sistema, se encarga de ejecutar el proceso de generación de horarios de clases y de distributivo para profesores en el ciclo que se está realizando la planificación.

Definición de diagramas de procesos propuestos para el sistema

Se definieron 6 diagramas de flujo de primer nivel y 4 de segundo nivel, que describen el comportamiento de la planificación académica en la Universidad de Guayaquil. A continuación, se muestran y describen cada uno de ellos.

Diagrama de Flujo Gestión de Carrera

Es la primera acción que debe ser considerada, la Carrera es la entidad perteneciente al proceso de generación de planificación académica, es a quien son asignados los diferentes recursos (docentes, aulas, etc.). Por ello, es necesario haberla definido en el Sistema dentro de la jerarquía de clases de Facultad, a la cual la carrera va a pertenecer. El proceso se detalla en la Figura 19.

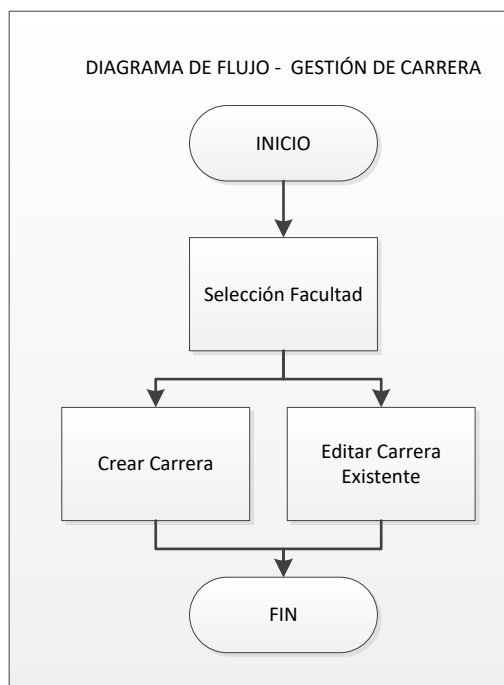


Figura 19. Diagrama de Flujo – Gestión de Carrera

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Gestión de Ciclo Académico

La gestión del Ciclo académico tiene dos acciones posibles, la creación del ciclo académico para el inicio de un nuevo proceso de planificación y la edición del ciclo actual. A mayor detalle, la creación del ciclo académico genera un nuevo período para ejecutar la planificación en función de la carga de la información necesaria como son aulas, docentes, mallas, asignaturas y demanda, cuando se ejecuta la creación de un nuevo ciclo, automáticamente se cambia el estado del ciclo académico anterior a cerrado, lo que imposibilita que este sea gestionado en alguno de sus valores. Como se había mencionado antes, muy similar al valor de año fiscal en un sistema contable. La definición gráfica del proceso se puede ver en la Figura 20.

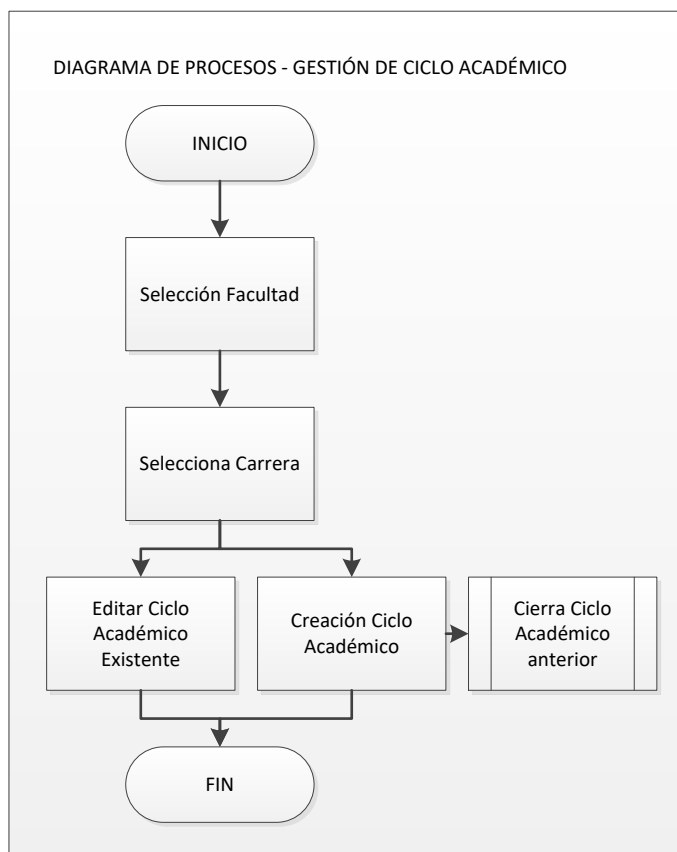


Figura 20. Diagrama de Flujo – Gestión de Ciclo Académico

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Gestión de Malla

Debido a que existen procesos de diseño curricular, la malla curricular puede presentar variaciones en atributos como, por ejemplo, asignaturas, distribución de horas de las asignaturas, nombres de las asignaturas, y demás, se considera el proceso de Gestión de Malla, donde, para cada ciclo académico, se define una malla en particular. Las acciones que se dan son creación de malla para un ciclo nuevo y edición de malla para ciclos existentes. Véase la Figura 21.

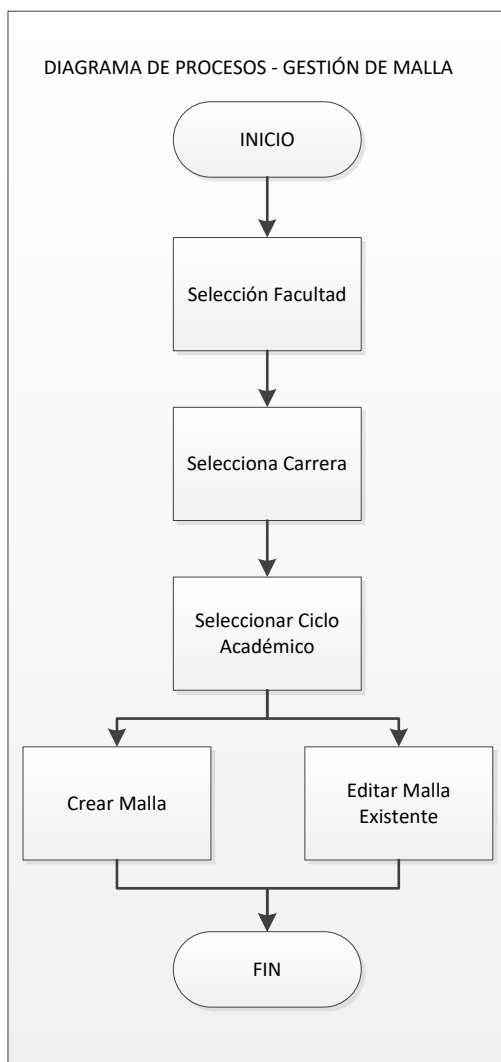


Figura 21. Diagrama de Flujo – Gestión de Malla

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Gestión de Aulas

Para la generación de horarios de clases es de vital importancia considerar el inventario de aulas realmente existentes en el ciclo académico que se está planificando, esto es debido a que, fue detectado en la etapa de levantamiento de información, que la cantidad de salones de clases no es constante en el transcurso del tiempo y que en cada ciclo son reasignadas a una u otra carrera de la Facultad, según sea la demanda. En este flujo encontramos la asignación de aulas o laboratorios para un período académico nuevo o la edición para ciclos académicos existentes. El diagrama de procesos para la gestión de aulas se ve en la Figura 22.

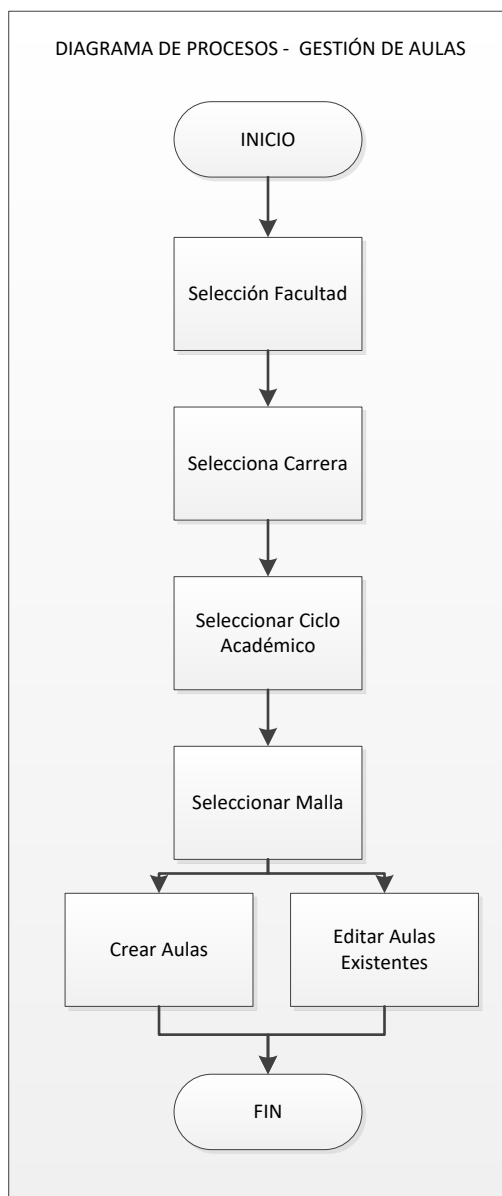


Figura 22. Diagrama de Flujo – Gestión de Aulas

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Gestión de Docentes

De forma similar a las entidades del sistema anteriormente descritas, los docentes también conforman una parte fundamental en el proceso de planificación académica, las asignaturas están en relación de una malla curricular asignada a un ciclo académico, en este sentido es posible, crear nuevas asignaturas en conjunto con sus características dentro de una malla nueva, o actualizar asignaturas para mallas ya existentes. Véase la Figura 23.

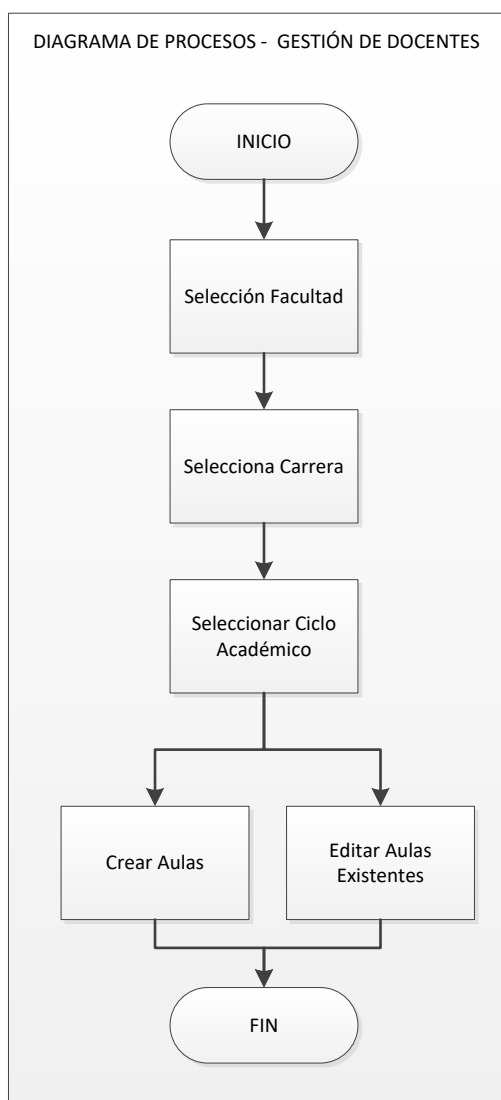


Figura 23. Diagrama de Flujo – Gestión de Docentes

Fuente: Elaboración del autor

A continuación, detallamos los Diagramas de Flujo de segundo nivel, se describen cuatro de ellos.

Diagrama de Flujo Creación de Aulas

El proceso de creación de aulas se generó dentro de la estructura jerárquica apropiada, seleccionando la facultad, carrera y ciclo académico a planificar, ciclo académico dentro del cual se asignarán las aulas o laboratorios que se definan en el sistema para ese instante. Los atributos que se establecen en el proceso son capacidad del aula o laboratorio y la ubicación de este, como se especifica en la Figura 24.

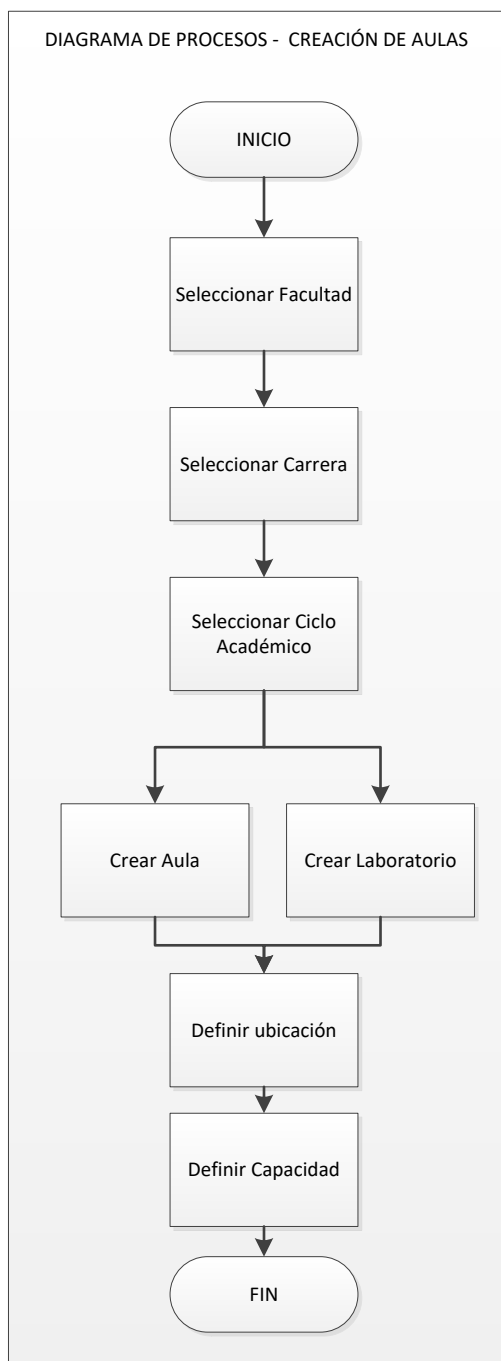


Figura 24. Diagrama de Flujo – Creación de Aulas

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Creación de Docentes

La creación de docentes define detalles que son proporcionados por un documento denominado “Hoja de disponibilidad docente”, en este el docente define su horario de trabajo para el nuevo ciclo académico, así como las asignaturas que tiene preferencia por impartir y finalmente las gestiones o coordinaciones que ejecutará. Es en función de esta hoja que el planificador o administrador del proceso realiza la asignación y distribución de asignaturas y

horas clases para cada docente. El proceso, que se adjunta en la Figura 25, cumple con las necesidades tanto de la organización académica como de los docentes, de forma que el proceso se mantendrá con la intención de minimizar el impacto que llegase a ocasionar el software a desarrollarse.

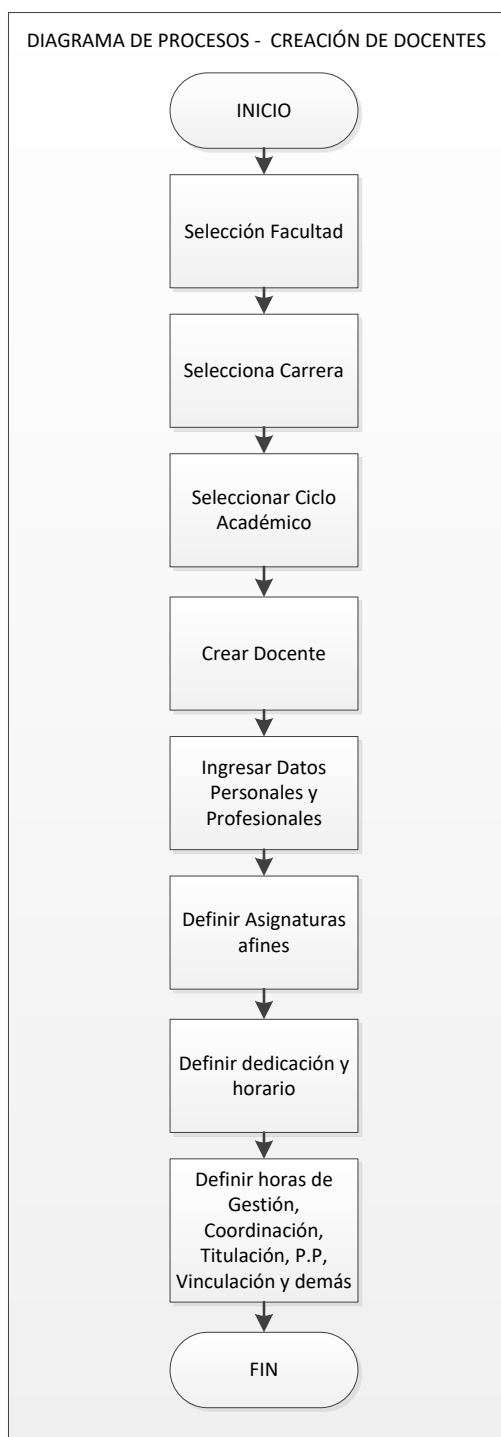


Figura 25. Diagrama de Flujo – Creación de Docentes

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Flujo Creación de Asignaturas

Las asignaturas fueron asignadas a una malla específica correspondiente a un ciclo académico, el cual se desea planificar, los atributos de las asignaturas, horas clases y horas prácticas, permiten modelar los horarios de clases y a su vez las asignaciones de horas clases a docentes. Es importante que cuando se cree una asignatura, esta se registre dentro de un área de conocimiento, pues permitirá tener a futuro la posibilidad de generar mayores reportes e información. Véase Figura 26.

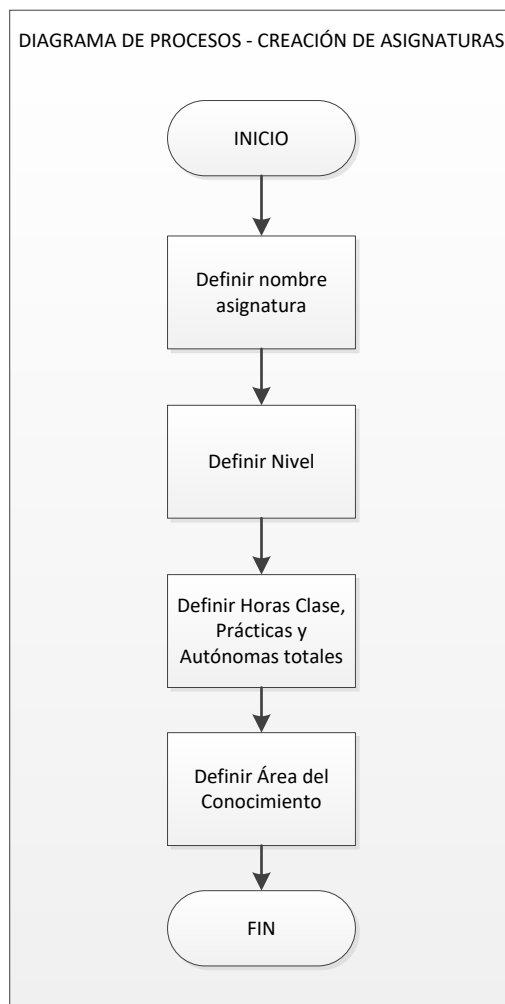


Figura 26. Diagrama de Flujo – Creación de Asignaturas

Fuente: Elaboración del autor

4.1.3. Validación de requisitos

Historias de Usuario

En función de las respuestas de las entrevistas realizadas se definieron un total de 10 historias de usuario, de ellas 7 corresponden al involucrado conocido como planificador o administrador y 3 pertenecen al involucrado Director, estas se detallan a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Historias de usuario

ID	Historia de Usuario	Descripción	Criterios Aceptación	Tamaño
HU1	Gestión de seguridad	Como usuario del sistema necesito ingresar al sistema por medio de inicio de sesión y acorde con un perfil específico con la finalidad de manejar opciones acordes con el cargo desempeñado.	Se espera tener una autenticación de usuario y contraseña con las opciones de recuperación de contraseña en caso de ser necesario. Así mismo se necesita que pasado el proceso de autenticación se muestren las opciones para cada perfil del sistema.	5
HU2	Gestión de carrera	Como planificador, necesito crear un nuevo ciclo académico para la carrera, con la intención de definir el inicio de actividades de la planificación.	Se espera contar con una pantalla donde se permita elegir entre el listado de facultades de la Universidad, una vez seleccionada esta entidad, luego se listen las carreras existentes de dicha facultad seleccionar la apropiada para finalmente tener la opción de iniciar un nuevo ciclo académico que es el que se va a planificar.	5
HU3	Gestión de aulas	Como planificador, necesito administrar las aulas y laboratorios asignados a una carrera, con la finalidad de manejar un inventario real en concordancia con los cambios que se dan.	Se espera contar con una pantalla donde se permita crear, deshabilitar y asignar aulas y laboratorios para una carrera en específico en un ciclo académico seleccionado.	2
HU4	Gestión de mallas	Como planificador, necesito crear nuevas mallas para un ciclo académico en específico, así como también deshabilitar mallas según sea el caso, con la misión de	Se espera contar con una pantalla donde se permita crear, deshabilitar y asignar malla a una carrera en un ciclo académico seleccionado.	2

		actualizar los cambios curriculares que se dan por motivos de diseño		
HU5	Gestión de asignaturas	Como planificador, necesito crear asignaturas dentro una malla específica, con la finalidad de actualizar cambios que se presentan por cambios de diseño curricular en caso de darse.	Se espera contar con una pantalla donde se permita crear, deshabilitar y asignar asignaturas a una malla de carrera en un ciclo académico seleccionado. Estas asignaturas deberán poder especificar la cantidad de horas de clases y prácticas, así como el nivel de la malla en que se encuentran.	5
HU6	Gestión de docentes	Como planificador, necesito crear docentes para un ciclo en específico, para poder ingresar la matriz de contratación acorde con el período en planificación.	Se espera contar con una pantalla donde se permita crear, deshabilitar y asignar docentes a una carrera en un ciclo académico seleccionado. Estos docentes deberán poder especificar la dedicación si es tiempo completo o medio tiempo, así como las asignaturas posibles a dictar, la cantidad de horas clases, de horas de preparación y de todas las demás gestiones o actividades académicas.	13
HU7	Gestión de paralelos	Como planificador, necesito crear paralelos por cada nivel que tiene una carrera en específico, con la finalidad de ingresar la demanda actual presentada.	Se espera contar con una pantalla donde se permita crear, deshabilitar y asignar paralelos a un nivel específico de la malla de una carrera en un ciclo académico seleccionado. Deberá poder definir en numérico la cantidad de paralelos por nivel que se desean aperturas en la planificación.	8
HU8	Generar planificación	Como Director, necesito generar planificación académica para una carrera específica en relación con un ciclo académico, con la finalidad de automatizar el proceso.	Se espera tener una opción donde se pueda enviar a generar la planificación académica para un ciclo académico y carrera específicos. Esto posterior a la carga y mantenimiento de todos los datos requeridos como ciclo, asignaturas, mallas, docentes, paralelos.	8
HU9	Reporte docentes	Como Director, necesito visualizar el reporte de horarios de docentes para un ciclo académico en específico, con la finalidad de visualizar la planificación docente.	Se espera tener un reporte de los horarios docentes donde se visualice por cada docente el horario semanal de actividades, tanto clases, gestiones, coordinaciones y demás. En formato PDF	5

HU10	Reporte horarios	Como Director, necesito visualizar el reporte de horarios de clases para un ciclo académico en específico, con el deseo de visualizar la planificación académica.	Se espera tener un reporte de los horarios de clases donde se visualice por cada nivel y paralelo el horario semanal de clases detallando, el aula o laboratorio, la asignatura, el docente y el horario. En formato PDF	5
------	------------------	---	--	---

Fuente: Elaboración propia

Casos de uso

Procedimos a la definición de los casos de uso relacionados con los requisitos definidos previamente, estos se exponen en la tabla 7 a continuación.

Tabla 7. Definición de casos de uso del sistema

CU	Nombre del CU	RFO	RFO	RFO	RFO	RFO	RFO	RFO	RFO	RFO	RF1	RF1	RF1	RF1	RF1	
CU01	Autenticar usuario	X														
CU02	Gestionar carrera		X													
CU03	Gestionar ciclo académico			X												
CU04	Gestionar asignatura				X											
CU05	Gestionar paralelos					X										
CU06	Gestionar docente						X									
CU07	Gestionar salones de clases							X								
CU08	Procesar distributivo								X	X						
CU09	Generar reportes										X	X				
CU10	Aprobar planificación												X			
CU11	Exportar reportes													X	X	
CU12	Visualizar históricos															X

Fuente: Elaboración propia

Relacionamos los casos de uso definidos con los dos roles del sistema que se han especificado anteriormente, planificador y director. Véase la Tabla 8.

Tabla 8. Relación de los casos de uso con los roles del sistema

Rol	Cod.	Nombre del CU
Planificador	CU01	Autenticar usuario
	CU02	Gestionar carrera
	CU03	Gestionar ciclo académico
	CU04	Gestionar asignatura
	CU05	Gestionar paralelos
	CU06	Gestionar docente

	CU07	Gestionar salones de clases
Director	CU01	Autenticar usuario
	CU08	Procesar distributivo
	CU09	Generar reportes
	CU10	Aprobar planificación
	CU11	Exportar reportes
	CU12	Visualizar históricos

Fuente: Elaboración propia

Diagramas de casos de uso

Continuando con la etapa de análisis de requerimientos, en función de las historias de usuario, los requerimientos del sistema y los casos de uso definidos, se ha procedido a modelar el sistema a desarrollarse teniendo en cuenta la información obtenida por parte de los involucrados en el proceso de planificación académica. Resaltamos dos perfiles de usuario, el principal de todos es el de planificador o administrador, que es el responsable del ingreso y mantenimiento de todos los datos que se procesan para generar una planificación académica. El segundo perfil de usuario es el de director, este es el encargado de correr el proceso que generará los horarios de clases y de los profesores, así mismo de aceptar la planificación generada por el sistema.

Existe una estructura jerárquica que prima en el proceso, Universidad – Facultad – Carrera, también se define un dato diferencial y alrededor del que todo el proceso gira, que es el Ciclo Académico, este es el ID que diferencia todos los registros del sistema, por ejemplo, si se crea una malla, docentes, aulas o alguna otra clase del sistema, estos son creados dentro de un ciclo académico específico, teniendo así que cada ciclo académico tiene sus propios objetos asignados para poder continuar el proceso de planificación que se está trabajando. Pasa igual con los demás registros, docentes, niveles, asignaturas, aulas y laboratorios. Teniendo que inicializarse estos valores específicos al inicio del ciclo académico.

Esta particularidad se definió en función de las entrevistas, donde se encontró que son variables (docentes, mallas, asignaturas, aulas) que cambian de un ciclo académico a otro. Podríamos comparar la presencia del ciclo académico en este sistema con la presencia del año fiscal en un sistema contable.

A continuación en la Figura 25, se incluye el diagrama de caso de uso del sistema.

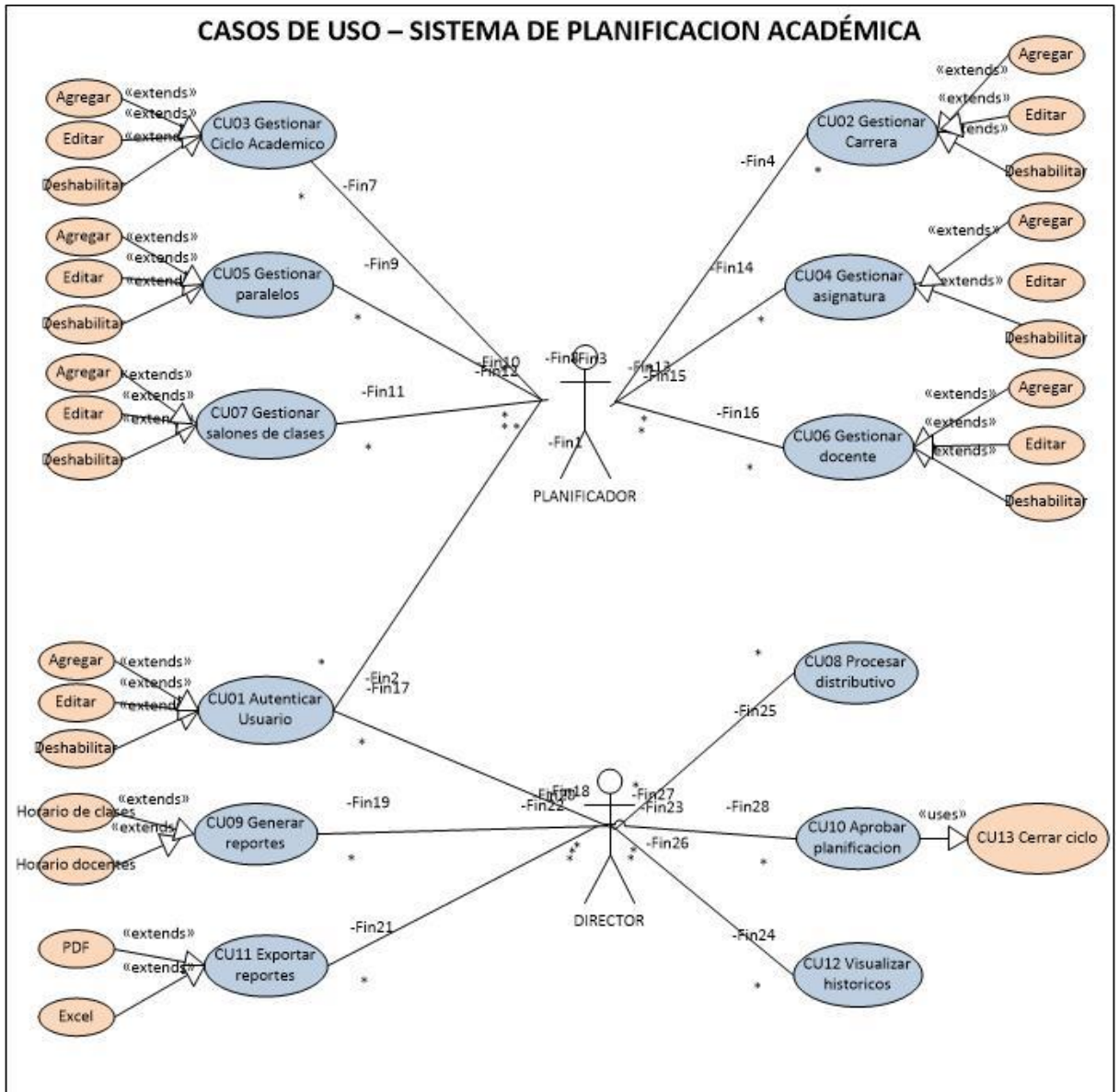


Figura 27. Diagrama de Casos de Uso del sistema

Fuente: Elaboración del autor

En el diagrama de la figura 27 se incluye los casos de uso detallados a continuación:

- Autenticar usuario.- Este caso de uso especifica el módulo de seguridad, donde el sistema está organizado por perfiles y accesos mediante usuarios para mantener el control de acceso a la información y los procesos.
- Gestionar carrera.- Opción que permite la creación, edición y deshabilitación de la entidad carrera.
- Gestionar ciclo académico.- Este caso de uso de inicio de período crea el nuevo ámbito de trabajo que se desea y ejecuta automáticamente el caso de uso incluido llamado

Cierra ciclo anterior, pues no se planifican dos ciclos simultáneos para una misma carrera.

- Gestión de asignaturas: Este caso de uso hace posible actualizar las aulas y laboratorios pertenecientes a una carrera para un ciclo en específico.
- Gestión de aulas y laboratorios: Este caso de uso permite actualizar las asignaturas pertenecientes a una malla de carrera para un ciclo en específico.
- Gestión de docentes: Este caso de uso hace posible actualizar los docentes, su disponibilidad horaria y asignaturas pertenecientes a una carrera para un ciclo en específico.
- Gestionar de paralelos para cada nivel: En este caso de uso se definen los paralelos que se abrirán tanto por nivel como para la jornada matutina y vespertina.
- Generar planificación académica: Este caso de uso genera los horarios de clases y profesores teniendo en cuenta la carga de datos realizadas por el planificador.
- Aceptar planificación académica: Este caso de uso acepta la planificación generada por el sistema.
- Visualizar planificación: Este caso de uso tiene dos extensiones de caso de uso puede visualizar el horario de clases por ordenado nivel académico de una carrera o puede visualizar el horario de clases de los docentes ordenado alfabéticamente por una carrera.
- Exportar reportes.- Permite grabar los reportes de horario de clases y horario docente en formatos de Excel y PDF según la necesidad del usuario.
- Visualizar históricos.- Posibilita la consulta de planificaciones aprobadas de los ciclos académicos anteriores que se hayan procesado en el sistema.

Metamodelo y modelos de Datos para el Sistema de Planificación Académica

Se diseñó el metamodelo de datos y a partir de este se especificaron los dos modelos principales del sistema, modelo horario de clases y modelo carga horaria docente. Se los detalla a cada uno de ellos a continuación.

Metamodelo para el Sistema de Planificación Académica

El diseño propuesto sistematiza el proceso de generación de planificación académica semestral para las carreras universitarias de la Universidad de Guayaquil, como caso de estudio se ha modeló para las carreras de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, sin embargo, el proceso resulta de forma estandarizado en medida que el metamodelo es aplicable para toda la organización.

El metamodelo representa todas las entradas y las salidas, así como también las entidades que participan en el mismo, se definieron un total de 20 clases que se relacionan entre sí, de forma que se caracteriza el esquema que asegura el tratamiento eficiente de la información que genera el proceso de planificación académica.

Se definen las clases Universidad que mantiene una relación de uso con la clase Planificación académica, de igual forma tenemos las clases ambientes de aprendizaje, carga horaria, período académico, tiempo completo, tiempo parcial, horas prácticas, prácticas preprofesionales, servicios comunitarios, titulación, gestión, entre otras que definen el comportamiento del problema de planificación académica universitaria. Véase Figura 28.

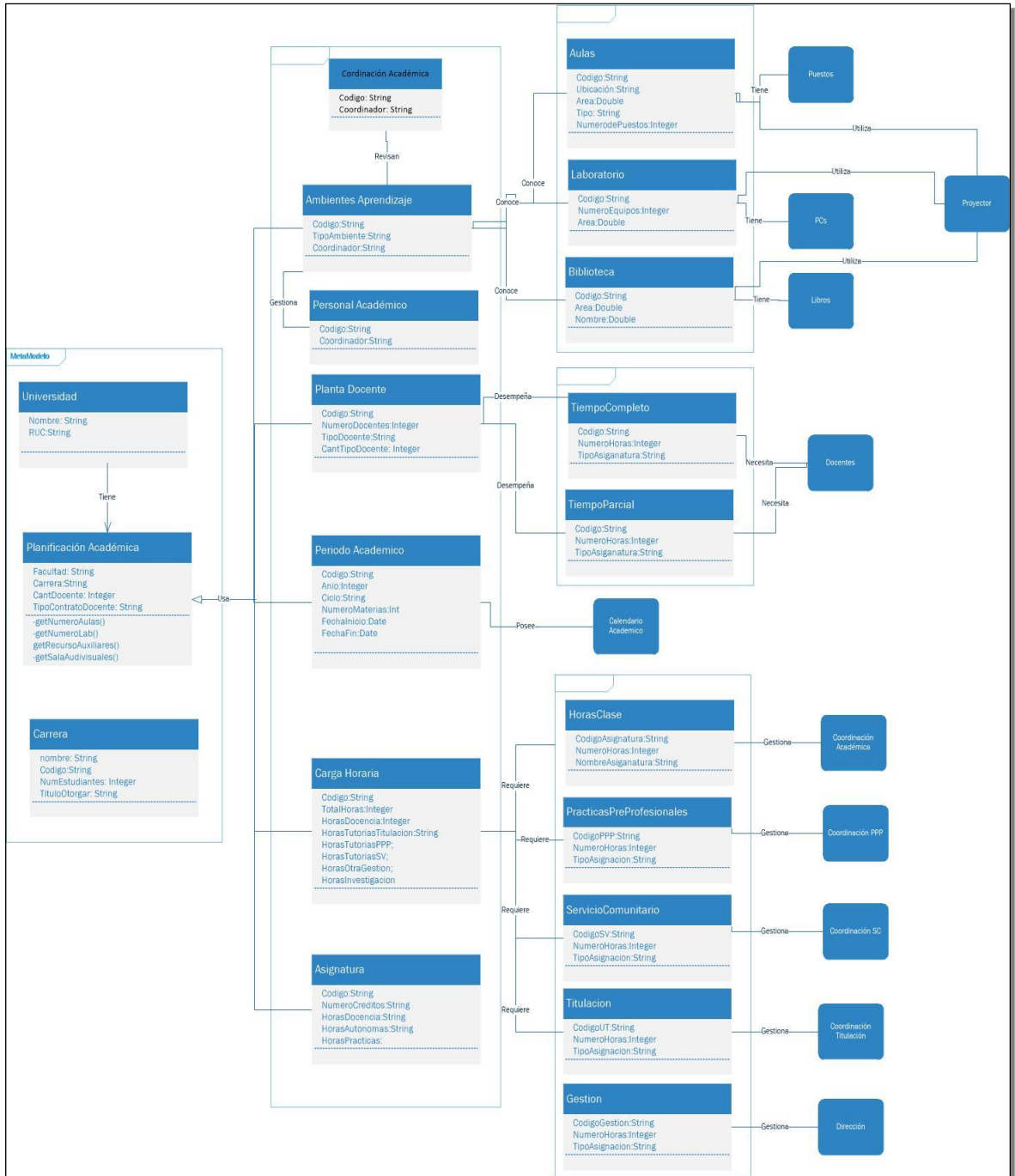


Figura 28. Metamodelo Planificación Académica Carreras de Universidad de Guayaquil

Fuente: Elaboración del autor

Modelo Carga Horaria Docente

En lo que respecta a la elaboración de la planificación académica, una de las entidades más importantes para el mismo es el docente, el cual es el eje principal del sub proceso Carga Horaria Docente, este contiene información pertinente a las horas clases, las asignaturas, las aulas o laboratorios que tiene asignado para cada respectiva hora, las horas de gestión académica dentro de las cuales se pueden contar con una o muchas de las siguientes

coordinaciones: prácticas pre profesionales, vinculación con la comunidad, horas de trabajo de investigación, trabajo de titulación, gestión académica, coordinación académica. Finalmente tiene una cantidad de horas para preparación de clases que va en función de las horas de clases asignadas y esto dependerá de si es profesor de medio tiempo o de tiempo completo.

Cada nuevo período se genera una carga horaria docente para cada uno de los profesores de las diferentes carreras, es decir el mismo una vez aprobado tiene una vigencia de un semestre de clases.

En la figura 29 se adjunta el modelo de datos para la carga horaria docente.

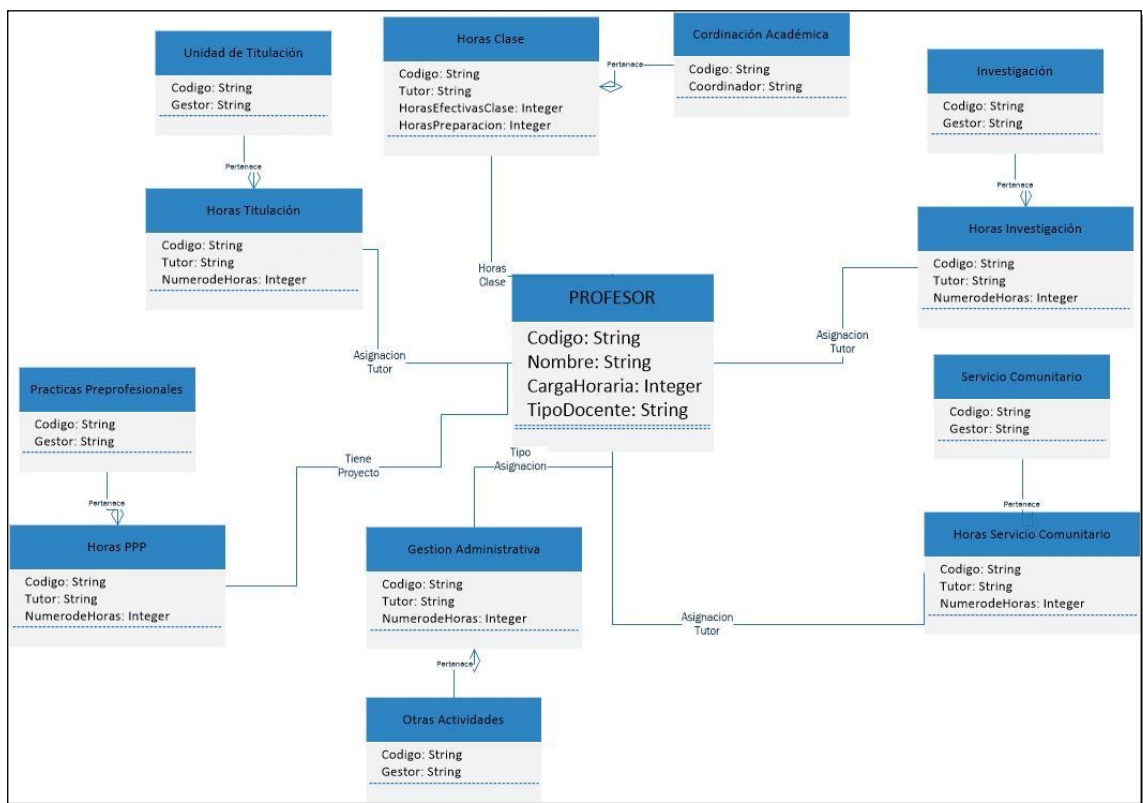


Figura 29. Modelo Carga Horaria Docente Carreras de Universidad de Guayaquil

Fuente: Elaboración del autor

Modelo Horario de Clases

De la misma manera en la generación de la planificación académica de inicio de semestre, la distribución de los horarios de clases que se encuentran disponibles para que los estudiantes al matricularse decidan que jornadas y paralelos tomar, es uno de los objetivos específicos de alto grado de importancia. En esto interviene una combinación entre distintas entidades como asignaturas, profesores, ambientes de aprendizaje (aulas y laboratorios) que se conjugan para

poder establecer mediante relaciones con la disponibilidad horaria y asignaturas asignadas al profesor con la finalidad de presentar un horario que no posea cruces de horas con docentes, aulas, laboratorios y asignaturas del mismo paralelo y nivel. Véase la Figura 30, a continuación.

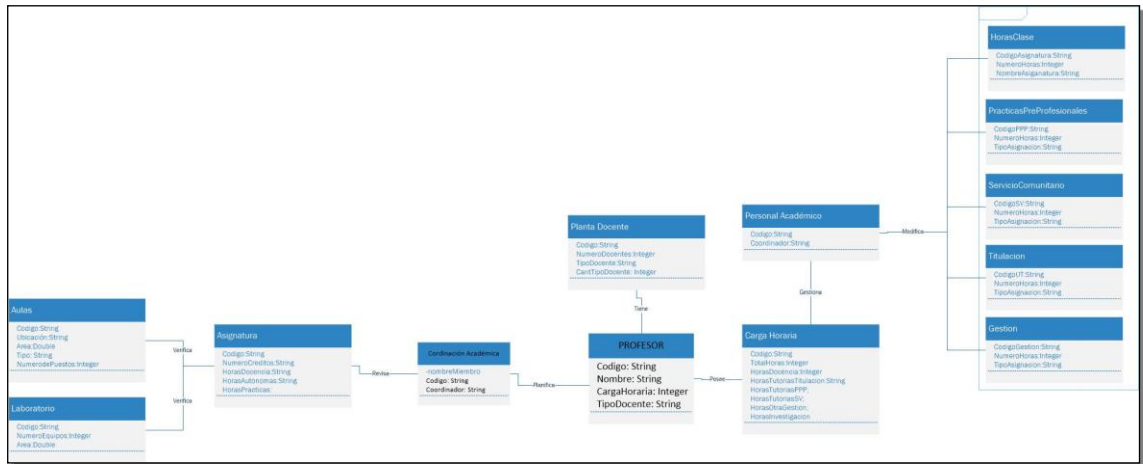


Figura 30. Modelo Horarios de Clases Carreras de Universidad de Guayaquil

Fuente: Elaboración del autor

Diagrama de Entidad-Relación

Se ha procedido a modelar las base de datos en función de las clases identificadas en el sistema, sus relaciones y la multiplicidad que se da en cada una de ellas. Se definieron un total de 16 tablas con las respectivas relaciones entre ellas, además de los tipos, claves primarias y foráneas. A continuación, en la Figura 31, se muestra el digrama de entidad relación propuesto para el sistema de planificación académica en este trabajo de titulación.

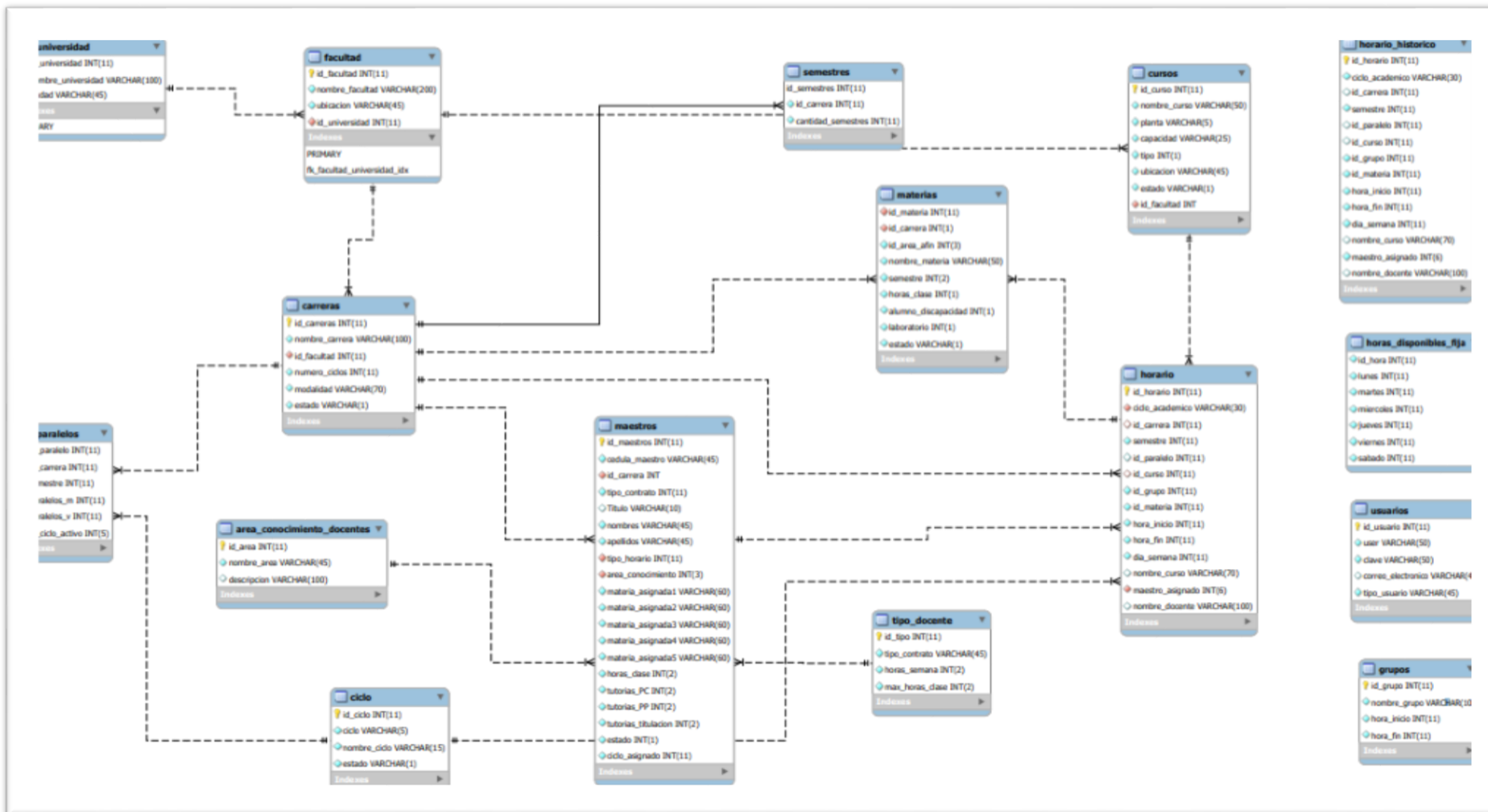


Figura 31. Diagrama Entidad-Relación

Fuente: Elaboración del autor

4.1.4. Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental con SCRUM

Para el desarrollo del proyecto tecnológico se escogió, entre las herramientas disponibles del marco ágil, la que más se ajusta a nuestro escenario y nos permita ser dinámicos y flexibles a la vez que se ajusta a los roles del proyecto en donde claramente existe un dueño de producto que resulta ser el Director de carrera y detrás de él jerárquicamente se encuentran involucrados dueños de procesos y tareas específicas. Además de ayudar con artefactos en la administración constante de los entregables en comparación con los requisitos establecidos en el proyecto. Por esto la herramienta seleccionada para este proyecto fue SCRUM.

Por su parte el desarrollo es realizado con la metodología iterativa e incremental, donde las entregas parciales e incrementales permiten una participación más activa de los actores de cada proceso, permitiéndonos ser más ágiles y reaccionar mejor a los cambios solicitados.

Metodología de Desarrollo Iterativo e Incremental con SCRUM

Etapas de SCRUM en el Proyecto

Introducción

Este apartado del documento describe la implementación y uso de la herramienta de trabajo SCRUM en el proyecto de software para la planificación y generación de horarios de la Universidad de Guayaquil, tomando en cuenta la documentación, los artefactos y la descripción del desarrollo iterativo e incremental del software.

Descripción General de la Metodología

Personas y roles del proyecto.

La definición de cada posición se encuentra en la Tabla 9 a continuación:

Tabla 9. Roles SCRUM del proyecto de planificación académica

Persona	Contacto	Rol
Ing. Manuel Reyes Wagnio	Manuel.reyesw@ug.edu.ec	Maestro Scrum
Ing. Gary Reyes Zambrano	Gary.reyesz@ug.edu.ec	Dueño de producto
Ing. Inelda Martillo Alcívar	Inelda.martilloa@ug.edu.ec	Involucrado/Experto
Ing. Belkis Cañizales P.	Belkis.canizalesp@ug.edu.ec	Involucrado
Ing. Manuel Reyes Wagnio	Manuel.reyesw@ug.edu.ec	Equipo técnico
Sr. Jonathan Álvarez	Jonathan.alvarezw@ug.edu.ec	Equipo técnico

Fuente: Elaboración propia

Evaluación y Priorización

En esta etapa desarrollamos el plan de desarrollo de software que contemple las etapas de la metodología de desarrollo iterativa e incremental para el proyecto de planificación académica de la Universidad de Guayaquil. Se definieron 3 sprints, como se visualiza en la Tabla 10, con actividades definidas, fecha de inicio y fecha de finalización. El Gantt del proyecto se muestra en la Figura 32 a continuación.

Tabla 10. Plan de desarrollo del proyecto de planificación académica

Nombre de la tarea	Responsable	Fecha inicio	Fecha final	Días	Estado
Sprint 1	Manuel Reyes	6/1	6/20	19	Sin empezar
Diseño del front end Log In	Manuel Reyes	6/1	6/5	4	Sin empezar
Definición de roles	Manuel Reyes	6/1	6/5	4	Sin empezar
Definición de permisos roles	Manuel Reyes	6/1	6/5	4	Sin empezar
Procedimientos inicio de sesión	Manuel Reyes	6/1	6/5	4	Sin empezar
Creación tablas ciclo académico	Manuel Reyes	6/6	6/10	4	Sin empezar
Diseño del front end ciclo académico	Manuel Reyes	6/6	6/10	4	Sin empezar
Programación acciones ciclo académico	Jonathan Álvarez	6/6	6/10	4	Sin empezar
Creación tablas salones de clase	Manuel Reyes	6/11	6/15	4	Sin empezar
Diseño del front end salones de clases	Manuel Reyes	6/11	6/15	4	Sin empezar
Programación acciones salones de clases	Jonathan Álvarez	6/11	6/15	4	Sin empezar
Creación tablas asignatura	Manuel Reyes	6/16	6/20	4	Sin empezar
Diseño del front end asignatura	Manuel Reyes	6/16	6/20	4	Sin empezar
Programación acciones asignatura	Jonathan Álvarez	6/16	6/20	4	Sin empezar
Sprint 2	Manuel Reyes	6/21	8/4	44	Sin empezar
Módulo Gestión asignaturas	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	6/21	7/5	14	Sin empezar
Módulo Gestión docentes	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	7/6	7/20	14	Sin empezar
Módulo gestión paralelos	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	7/21	8/4	14	Sin empezar
Sprint 3	Manuel Reyes	8/5	8/30	25	Sin empezar

Proceso de generación de planificación	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	8/5	8/27	22	Sin empezar
Proceso cerrar ciclo académico	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	8/5	8/27	22	Sin empezar
Reporte horario de clases	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	8/28	8/30	2	Sin empezar
Reporte horario de docentes	Manuel Reyes/ Jonathan Álvarez	8/28	8/30	2	Sin empezar

Fuente: Elaboración propia

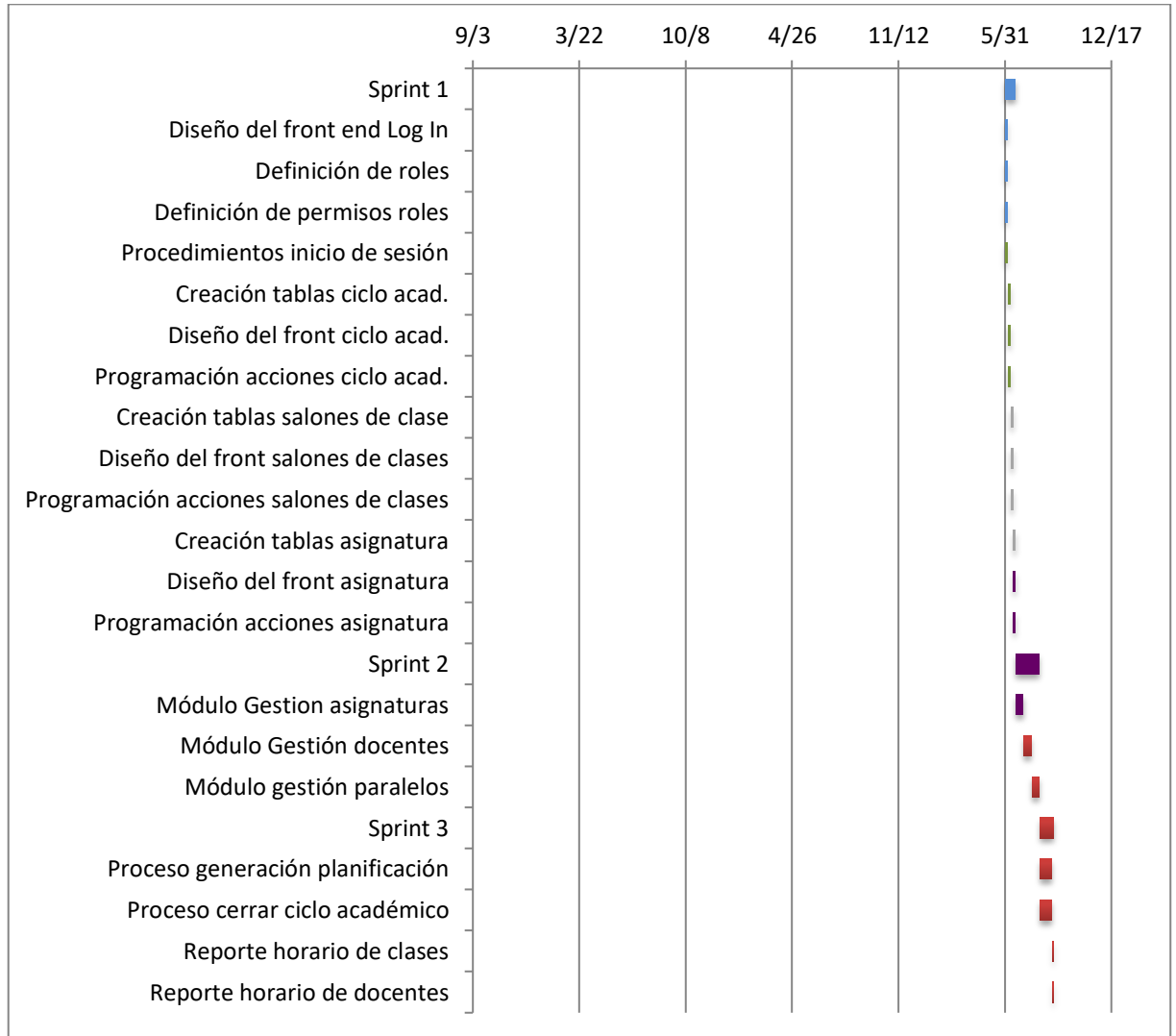


Figura 32. Diagrama de Gantt del proyecto de planificación académica

Fuente: Elaboración propia

Requerimientos detallados

La obtención de requerimientos y elaboración de artefactos como historias de usuario, diagramas de clases y casos de uso definidos en el desarrollo de la ingeniería de requisitos sirvió para dar por cumplida esta fase de la metodología, pues la mayor razón de haber seleccionado la metodología de desarrollo iterativo e incremental es mediante las especificaciones definidas para el proyecto de planificación académica mediante artefactos, como Historias de usuarios, Diagramas de clases, Casos de uso, requerimientos funcionales y no funcionales, se genere en esta etapa un diseño funcional del sistema. Esto se consigue ampliando el análisis inicial realizado

Análisis y diseño

Arquitectura del sistema

En esta etapa procedimos a seleccionar la arquitectura para el desarrollo del sistema, la definición fue n-capas con cliente web. Previamente definimos los usuarios del sistema y los módulos que se contemplaron para cubrir las necesidades fueron los siguientes:

- **Módulo de seguridad:** Para la gestión de las cuentas de usuarios y roles del sistema.
- **Módulo de planificación:** Para la gestión de todos los datos referentes a la planificación académica.
- **Módulo de dirección:** Con las opciones para realizar la revisión, procesamiento y aprobación de la planificación que procese el sistema. Así como también la revisión de reportes y exportación de estos.

El diagrama de arquitectura se muestra en la Figura 33 que sigue a continuación:

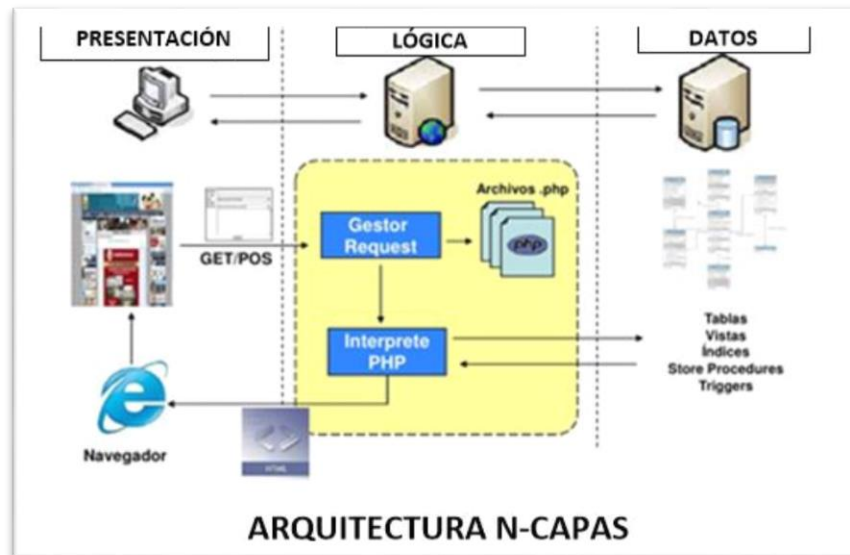


Figura 33. Diagrama de arquitectura del sistema

Fuente: Elaboración propia

Capas de la arquitectura del sistema

El sistema de planificación académica ha sido planificado como un sistema web que estará compuesto por las siguientes capas:

- **Presentación o cliente:** Representa la interfaz gráfica con la que interactuarán el usuario y el sistema. En esta capa se utilizan las tecnologías HTML5, JavaScript, y CSS3. Cada una de estas tecnologías cumple una función específica en la capa, por ejemplo: HTML5 se encarga de estructurar la página web que soportará todos los demás componentes que se utilizarán, JavaScript maneja las operaciones que necesita el navegador para interactuar con el sistema y CSS3 se encarga de brindar los estilos y comportamientos visuales que permitan hacer amigable la aplicación.
- **Lógica o servidor de aplicaciones:** Mediante el uso de PHP, esta capa se encarga de recibir los requerimientos del usuario a través de la página web y enviarlas al servidor de aplicaciones para ser procesadas interactuando con la capa de datos. Básicamente actúa como un intermediario entre la capa de presentación del sistema de planificación y la base de datos.
- **Datos:** Esta capa es la responsable de manejar el almacenamiento y gestión de los datos en la base de datos, la tecnología utilizada para manejar esta capa es el lenguaje SQL y la base de datos MySQL que ambas permitirán mediante procedimientos almacenados devolver la información solicitada por la capa de negocio.

Diagrama de Clases del Sistema de Planificación Académica

Se modeló el diagrama de clases con las abstracciones obtenidas a partir de la ingeniería de requisitos, de allí, se definieron las relaciones, multiplicidad, atributos y métodos de cada una de ellas. En total se definieron un total de 19 clases y se muestra en la Figura 34 a continuación.

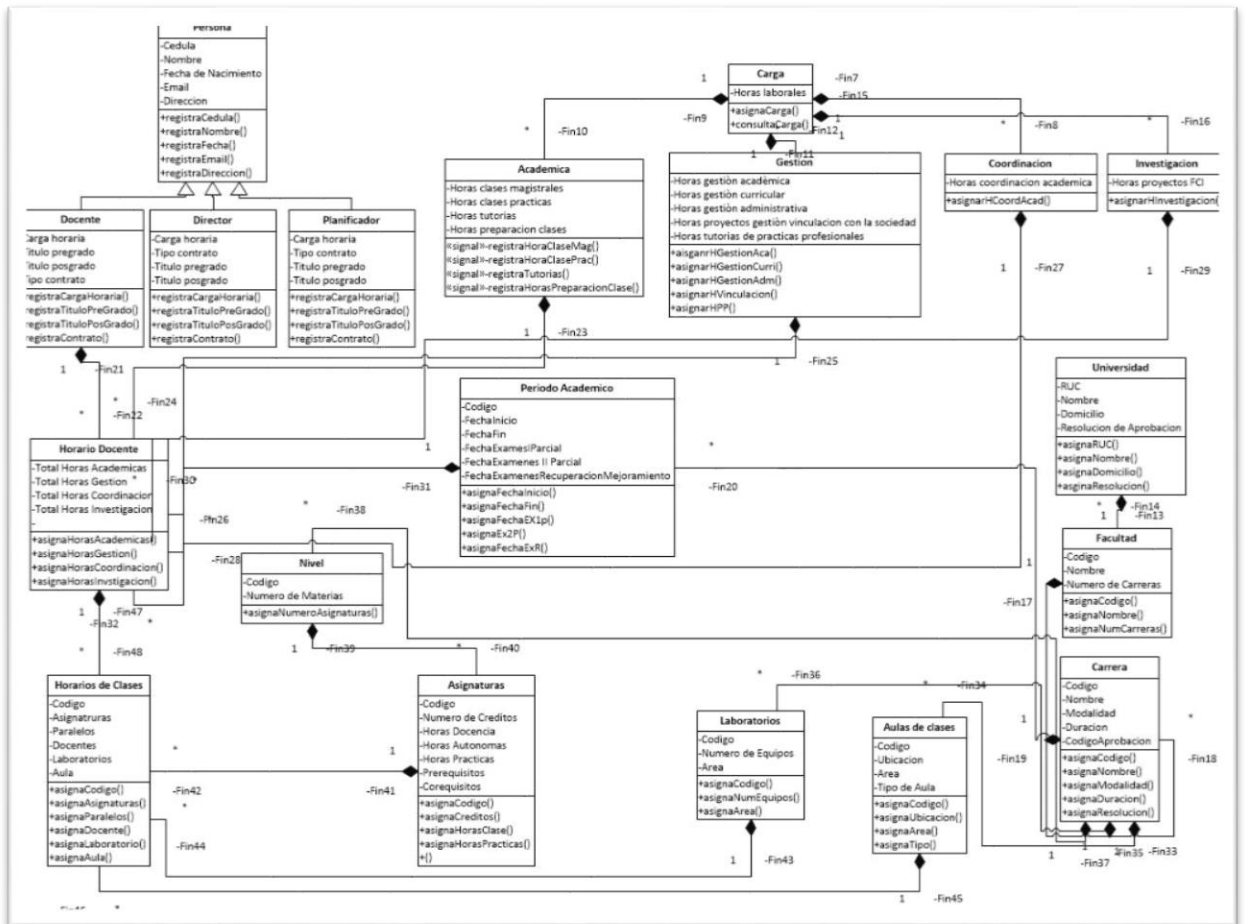


Figura 34. Diagrama de Clases del sistema Caso de Uso Planificador

Fuente: Elaboración propia

Diagramas de Secuencia del Sistema

Fundamentado en los procesos definidos para el sistema de planificación académica, se realizó la caracterización de la secuencia de operaciones entre las clases que participan. Esta caracterización se realizó para cada uno de los actores definidos de manera que se comprenda claramente la comunicación entre los objetos del sistema.

Se describe la secuencia de planificación académica, desde los casos de uso establecidos para el rol de Planificador, comprende las instancias de clases, se detallan las operaciones

de la información de ciclo académico, docente, paralelo, asignatura y salones de clases sobre la base de datos. Véase la Figura 35.

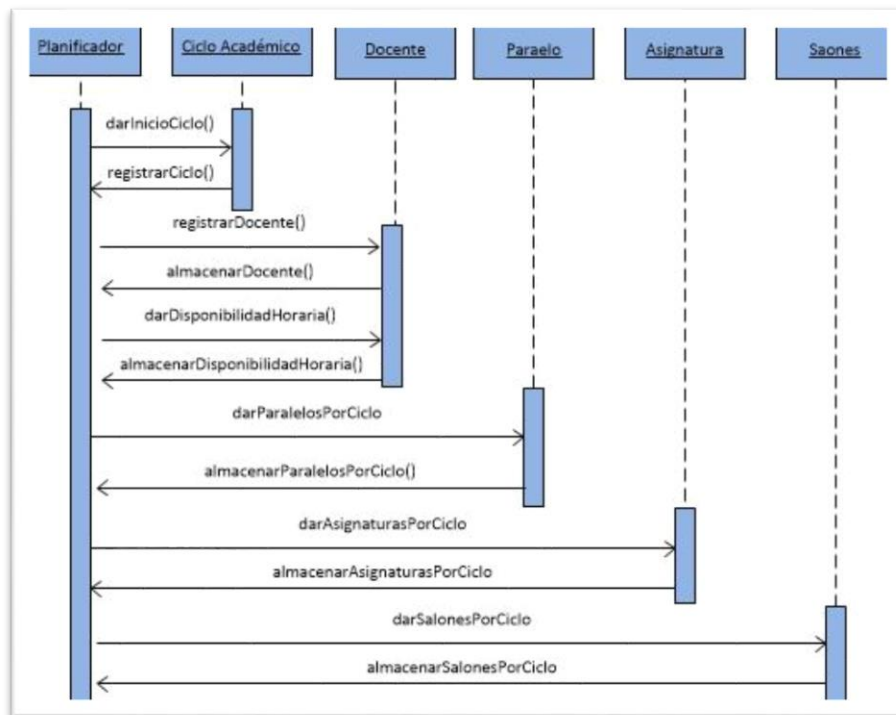


Figura 35. Diagrama de secuencia del sistema Caso de Uso Planificador

Fuente: Elaboración propia

Se describe la secuencia de planificación académica, desde los casos de uso establecidos para el rol de Director, comprende las instancias de clases, se detallan las operaciones de la información de ciclo académico, docente, paralelo, asignatura, salones de clases, horarios de clases y horarios de docentes sobre la base de datos. Se muestra el diagrama de secuencia de planificación académica en la Figura 36.

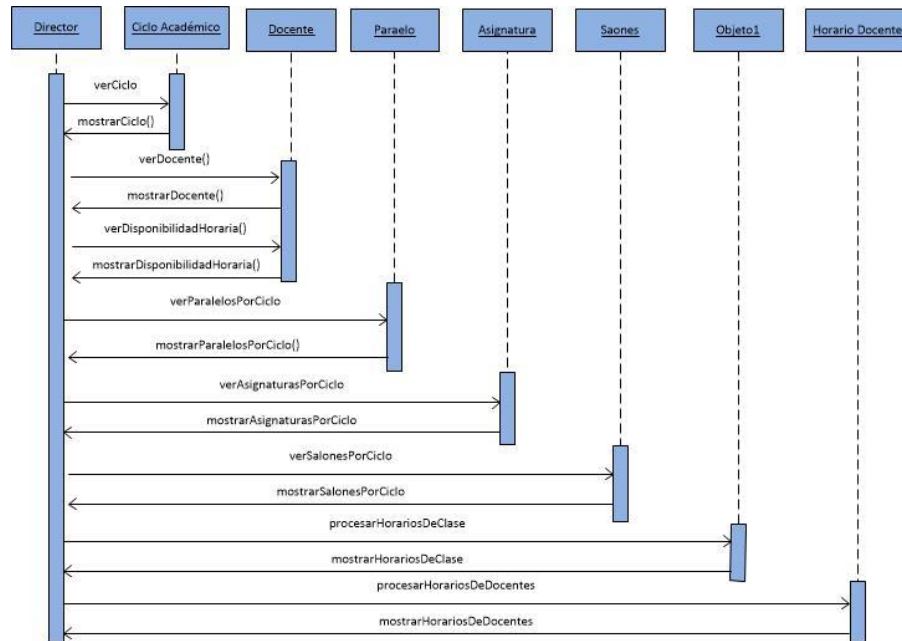


Figura 36. Diagrama de secuencia del sistema Caso de Uso Director

Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción del Sistema desarrollado

4.2.1. Codificación y pruebas

En este apartado nos centraremos en describir cómo se realizó la etapa de codificación y desarrollo del sistema de planificación académica, esta etapa fue realizada mediante la información, especificaciones y definiciones de la etapa de análisis y diseño.

4.2.2. Elementos utilizados

El sistema de planificación académica universitaria para la Universidad de Guayaquil fue construido con el uso de los siguientes elementos:

- **Plataforma de desarrollo de software:** El sistema de planificación necesitaba ser desarrollado en ambiente web debido a las múltiples versiones de sistemas operativos que poseen los equipos de computación de la Universidad de Guayaquil, de esta forma se garantizó la compatibilidad y uso de la solución.
- **Gestor de base de datos:** se utilizó MySQL 8.0.17 debido a que disminuye los requerimientos de hardware, garantiza la consistencia de la información y la seguridad de los datos, además de ser licencia pública general.

- **Servidor de aplicaciones:** En este punto fue seleccionado el servidor XAMPP, pues provee del entorno integro para correr un servidor web, es fácil de instalar y administrar y finalmente es de uso gratuito.
- **Framework PHP:** se usó Bootstrap como framework debido a las bondades y ayuda que este brindaba, la responsividad, la incorporación de un conjunto de herramientas que permiten usar HTML, CSS y JS de forma rápida con componentes preconstruidas, plantillas y plugins. Además de proveer de la arquitectura MVC al desarrollo.
- **Librerías web:** se utilizó la biblioteca JavaScript para poder programar las acciones del usuario realizadas desde el navegador.

4.2.3. Descripción de las vistas

En este subpartado procedemos a describir las principales vistas del sistema de planificación académica de la Universidad de Guayaquil.

Pantalla de Inicio de Sesión

La vista de inicio de sesión permite autenticar al usuario, previamente creado y asignado a un rol del sistema, mediante la técnica de usuario y contraseña. Por ser un sistema cerrado a usuarios externos, no se provee de la opción de creación de cuenta, pues más bien, se dota de una vista para la creación de usuarios por parte del usuario administrador del sistema, que es el usuario con rol Director. Véase la Figura 37.

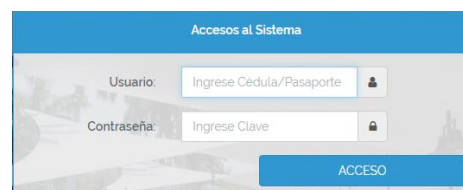
The image shows a login form titled "Accesos al Sistema". It features two input fields: "Usuario:" with the placeholder text "Ingrese Cédula/Pasaporte" and a user icon, and "Contraseña:" with the placeholder text "Ingrese Clave" and a lock icon. Below the fields is a blue button labeled "ACCESO". The background of the form is a light gray with a faint image of a building.

Figura 37. Formulario de Inicio de Sesión

Fuente: Elaboración propia

Pantalla de Inicio

En esta vista inicial, una vez autenticado el usuario, se muestran las opciones asignadas respectivamente a su rol. Se despliegan en un panel de navegación izquierdo vertical todos los módulos y opciones de cada uno de ellos. El archivo que contiene esta vista es Sistema_UG_Inicio_Docente.php. Véase la Figura 38.

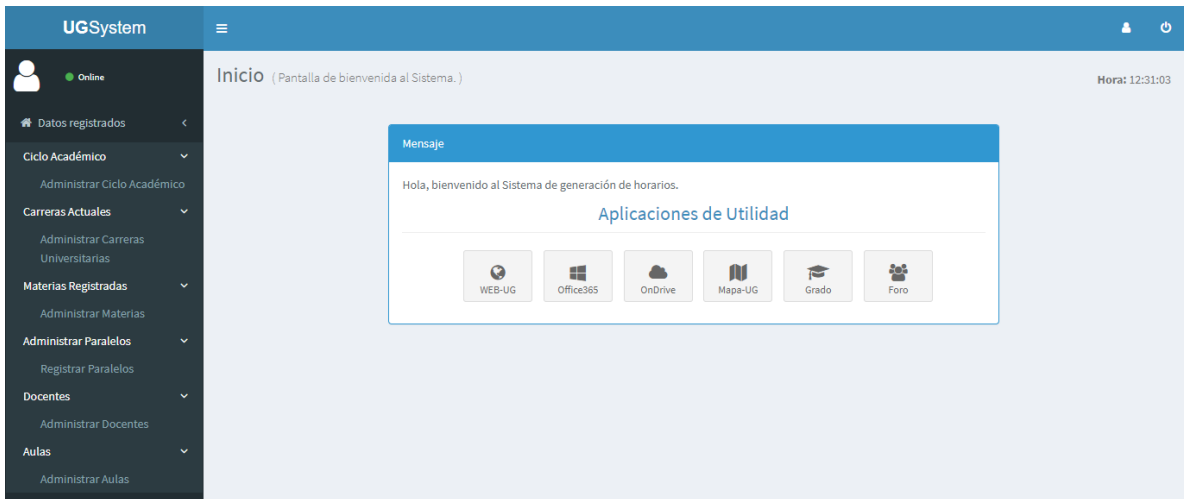


Figura 38. Pantalla de Bienvenida

Fuente: Elaboración propia

Pantalla de Usuarios

La gestión de usuarios muestra en su vista el proceso de creación de usuarios y asignación de perfil. El formulario que contiene las opciones se llama LISTA_USUARIOS.php que mediante consultas SQL adquiere los datos que se muestran en pantalla. En la imagen se muestra el ejemplo de la creación de un usuario con el perfil director. Véase la Figura 39.

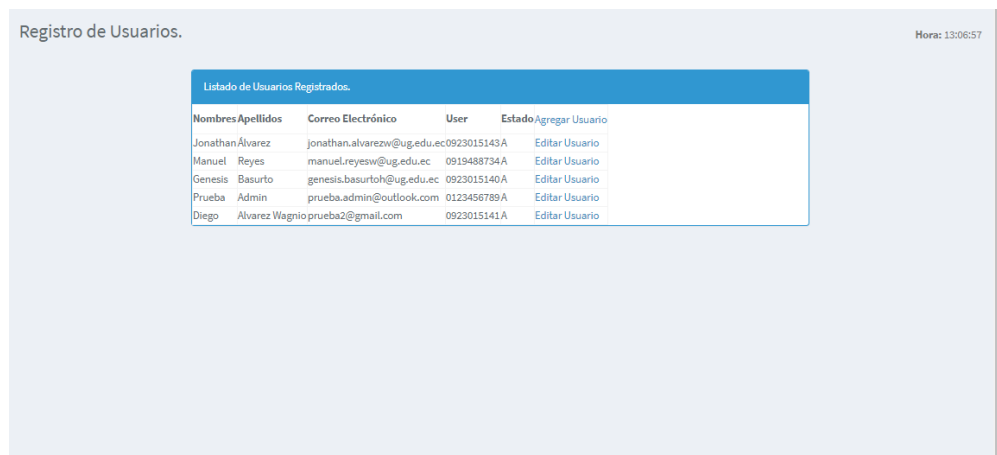


Figura 39. Pantalla opción de usuarios

Fuente: Elaboración propia

En este mismo módulo se desarrolló la opción para agregar usuarios, el formulario que permite esta funcionalidad se llama REGISTRA_USUARIO.PHP, el formulario se muestra en la Figura 40.

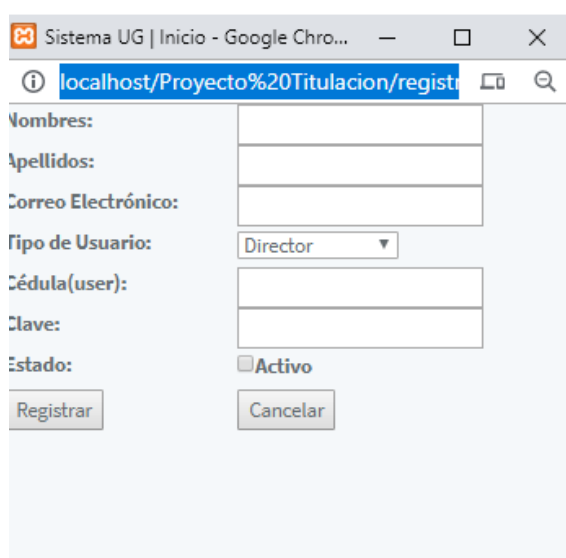


Figura 40. Formulario de creación de usuario

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con Ciclo Académico

Esta vista posee las opciones para el registro y edición del ciclo dentro de la entidad Carrera, por ejemplo, se muestra la creación de la carrera de Software en las figuras 41, 42 y 43 a continuación, se muestran las vistas de las opciones de ciclo académico, listado de ciclos, selección de ciclos y formulario de creación de ciclo.

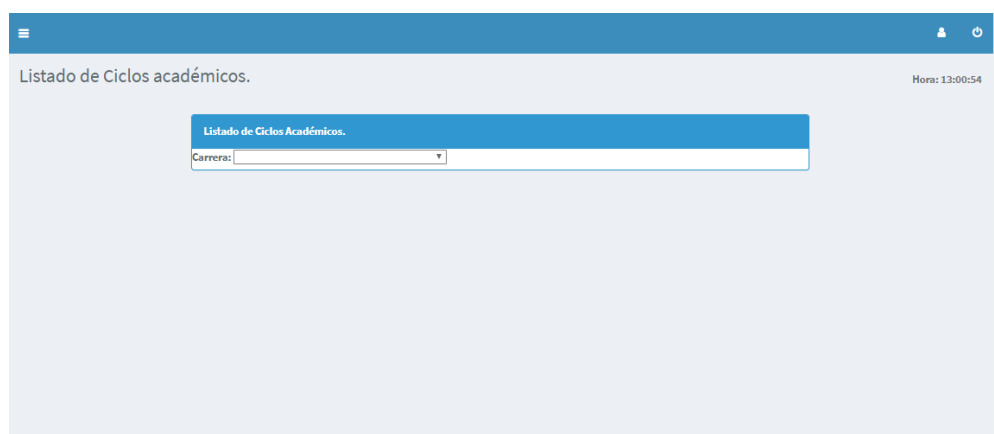
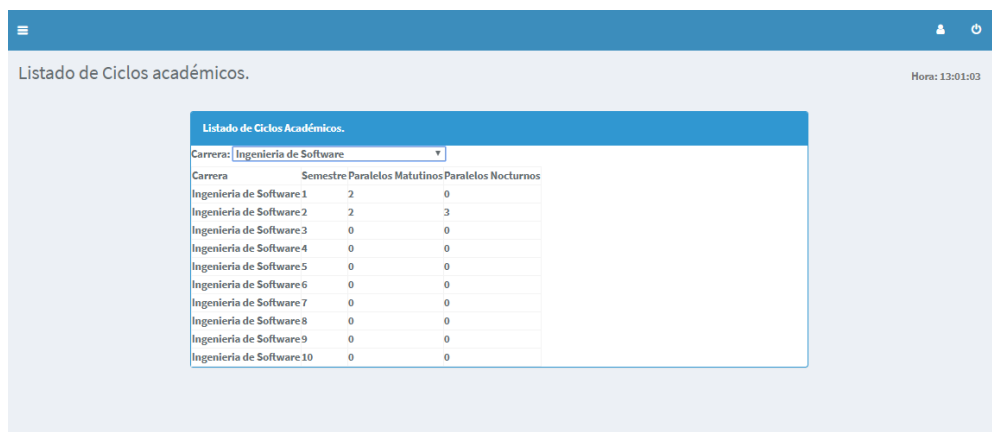


Figura 41. Formulario de Gestión de Ciclo sin selección

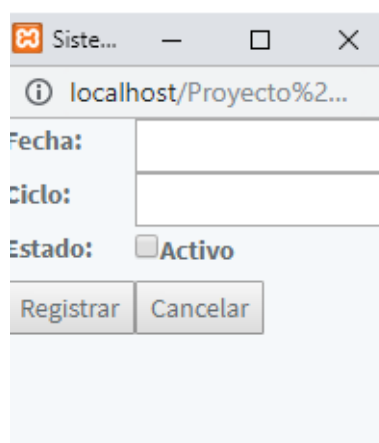
Fuente: Elaboración propia



Carrera	Semestre	Paralelos Matutinos	Paralelos Nocturnos
Ingeniería de Software 1	2	0	0
Ingeniería de Software 2	2	3	0
Ingeniería de Software 3	0	0	0
Ingeniería de Software 4	0	0	0
Ingeniería de Software 5	0	0	0
Ingeniería de Software 6	0	0	0
Ingeniería de Software 7	0	0	0
Ingeniería de Software 8	0	0	0
Ingeniería de Software 9	0	0	0
Ingeniería de Software 10	0	0	0

Figura 42. Formulario de Gestión de Ciclo con selección

Fuente: Elaboración propia



Fecha:

Ciclo:

Estado: Activo

Registrar Cancelar

Figura 43. Formulario de creación de ciclo

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con Asignaturas

Esta vista hace referencia al módulo del perfil Planificador, que permite la creación, edición y desactivación de asignaturas con todos los datos pertinentes a esta. En las imágenes 44 y 45 se muestra el ejemplo de la creación de una asignatura con todos los campos llenos.

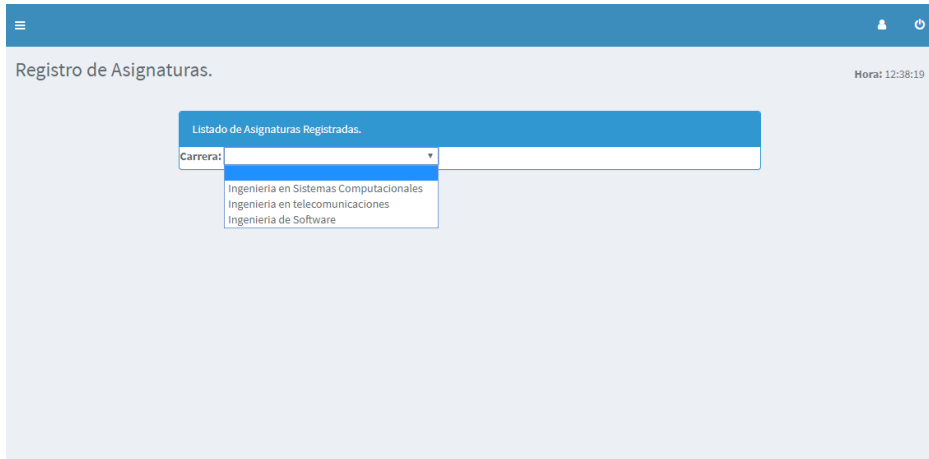


Figura 44. Formulario de Gestión de Asignaturas

Fuente: Elaboración propia

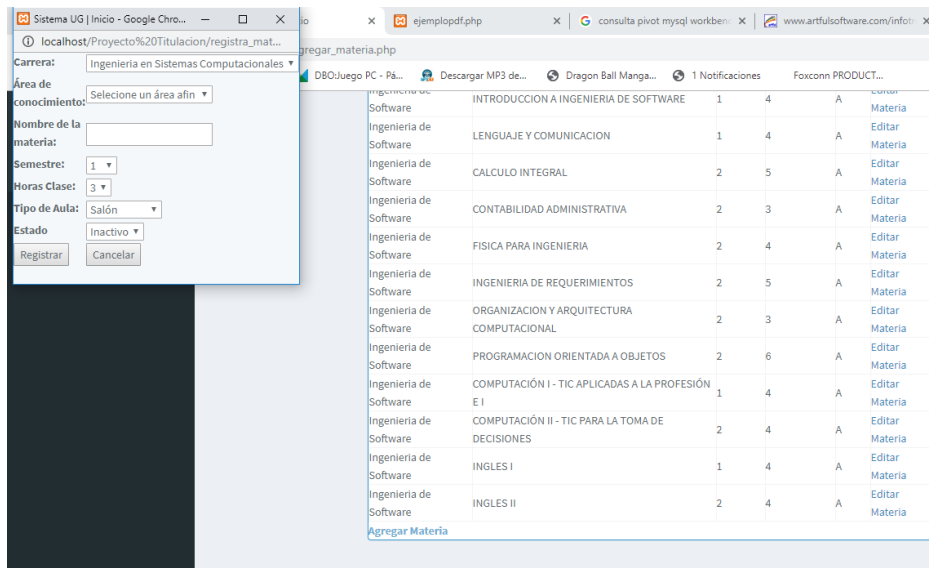


Figura 45. Formulario de creación de asignaturas

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con Salones de clases

Las opciones para el manejo de salones de clases y laboratorios se muestran en la vista que se muestra a continuación, en la primera figura observamos la lista de salones creados en el sistema y en la segunda figura la vista de creación de uno con todos los campos llenos en el formulario. Véase la Figura 46.

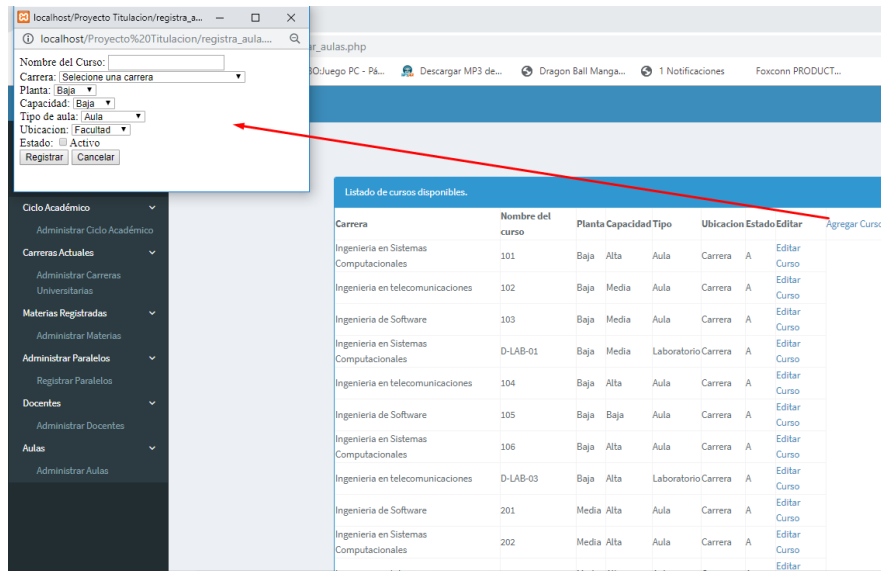


Figura 46. Formulario de creación de salón de clases

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con Docentes

La vista diseñada para docentes tiene también dos secciones, la primera sección muestra todos los docentes creados mostrados en forma matricial en donde cada columna muestra los campos que se definen al momento de la creación, véase la Figura 47. La segunda vista es el formulario de creación o edición de docente. Véase la Figura 48.

Registro de Información del Docente (Pantalla de registro de Docentes.) Hora: 12:41:29

Cedula del maestro	Título	Nombres	Apellidos	Area de conocimiento	Materias Asignadas	Tipo de Horario	Comunitarias	Preprofesionales	Titulación	Estado	Editar	Agregar Docentes
0961778990	Ing.	BELKIS CHIQUINQUIRA	CAÑIZALES PERDOMO	Matematica	ALGEBRA LINEAL	1	4	2	0	1	Editar	
1756884688	Ing.	LUIS MANUEL	ALONSO AGUILA	Matematica	CALCULO DIFERENCIAL	1	0	0	0	1	Editar	
0919130096	Ing.	ALFREDO ENRIQUE	ARRESE VILCHE	Programacion	ALGORITMOS Y LOGICA DE PROGRAMACION	2	0	0	0	1	Editar	
0924163942	Ing.	JORGE ISAAC	AVILES MONROY	Programacion	PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS	1	0	0	0	1	Editar	

Figura 47. Formulario de gestión docente

Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Formulario de creación docente

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con Carreras

Las opciones para el módulo de carrera son similares a las de los demás módulos, existen dos vistas, la primera tiene una matriz con todas las carreras creadas en el sistema, véase la Figura 49. y la segunda contiene el formulario de creación de carrera, en la imagen se muestra el ejemplo de la creación de una carrera con todos los campos llenos, véase la Figura 50.

Facultad	Carrera	Nº de Ciclos	Modalidad	Estado	Editar	Agregar Carrera
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas	Ingeniería en Sistemas Computacionales	8	Semestral	A	Editar Carrera	
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas	Ingeniería en telecomunicaciones	8	Semestral	A	Editar Carrera	
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas	Ingeniería de Software	10	Semestral	A	Editar Carrera	

Figura 49. Formulario de Gestión de Carrera

Fuente: Elaboración propia

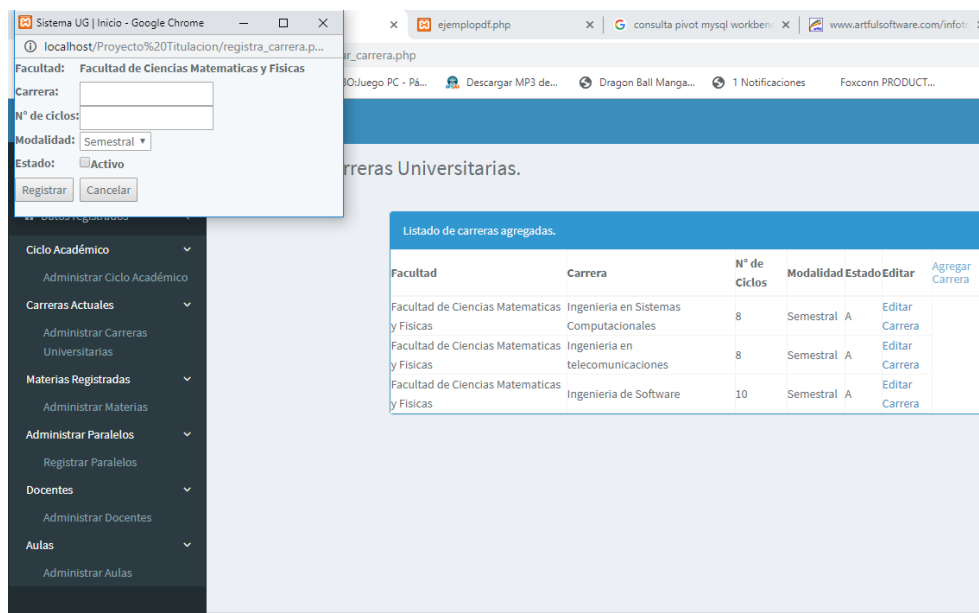


Figura 50. Formulario de creación de Carrera

Fuente: Elaboración propia

Paralelos

Esta vista permite definir la cantidad de paralelos que se van a generar para cada uno de los niveles que tiene la carrera, tanto para matutino como para vespertino. Toma la cantidad definida de niveles que tiene la carrera y genera una matriz como se muestra en las figuras 51, 52 y 53.

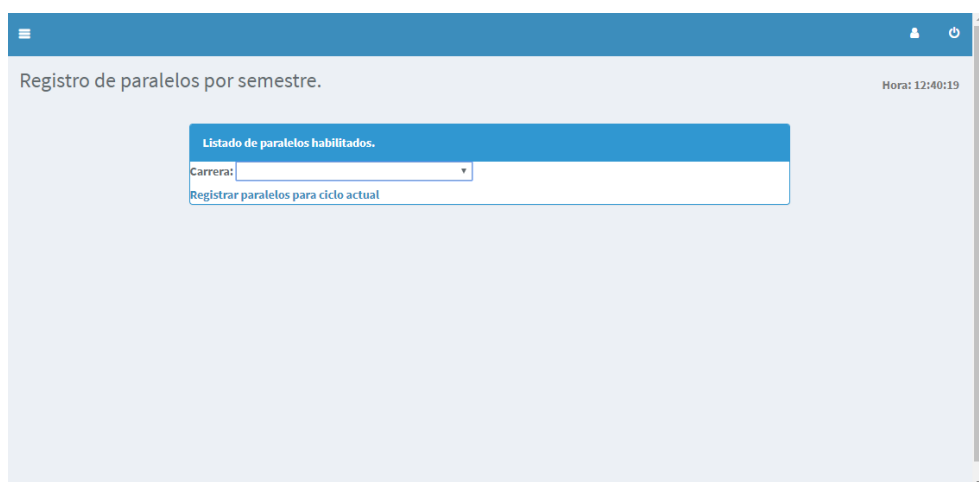


Figura 51. Formulario de Gestión de paralelos sin selección

Fuente: Elaboración propia

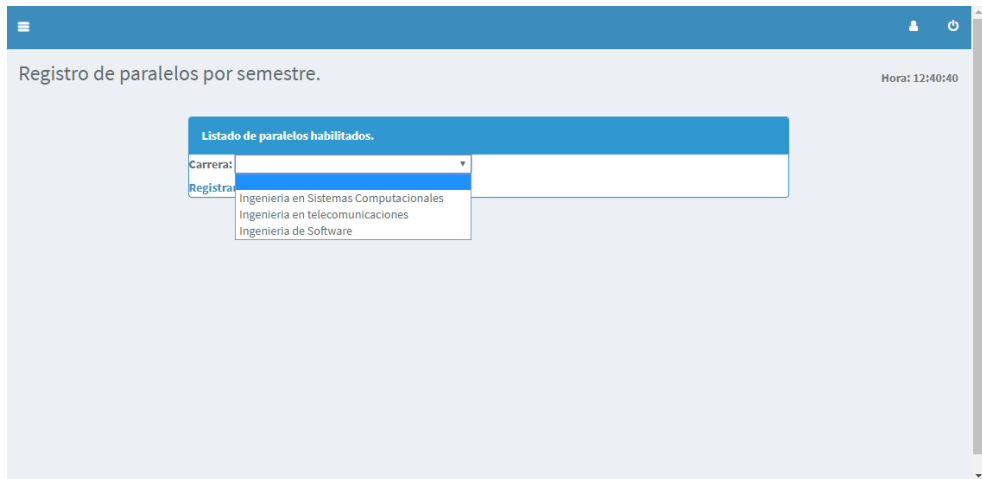


Figura 52. Formulario de Gestión de paralelos con selección

Fuente: Elaboración propia

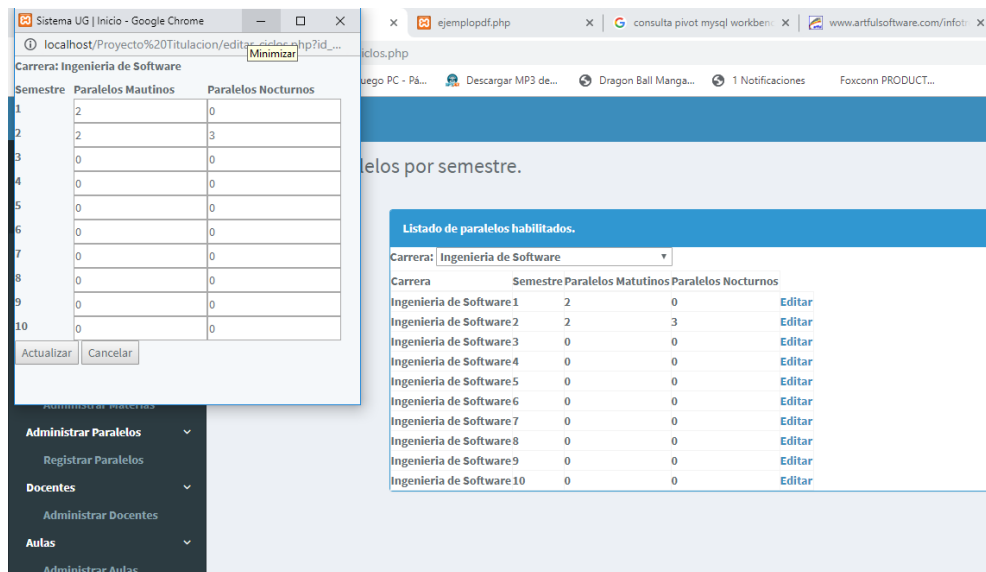


Figura 53. Formulario de creación de paralelos

Fuente: Elaboración propia

Informes

Las vistas de informes responden a los dos reportes establecidos en la etapa de análisis y diseño, donde se definió que los horarios de clases y los horarios de los docentes. Se tiene una vista para cada una de ellas, en las figuras 54, 55 y 56 se muestran respectivamente.

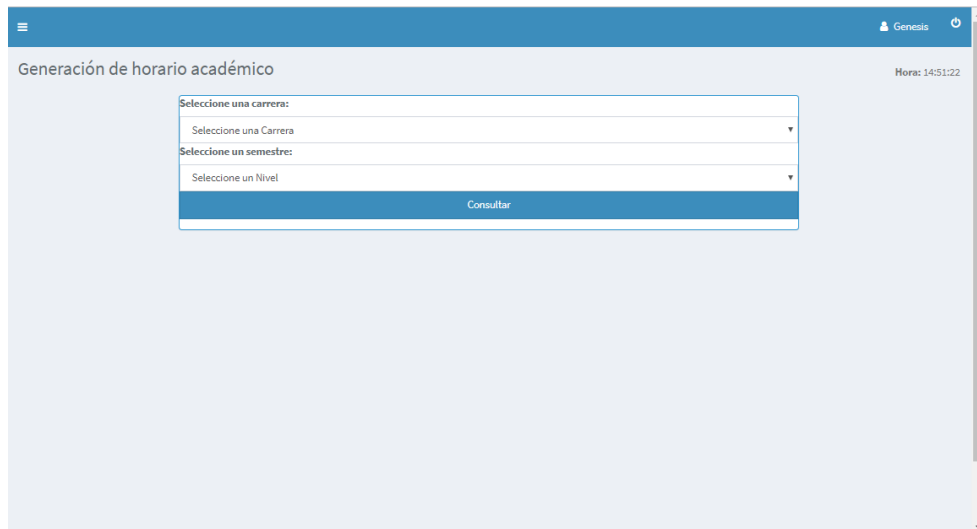


Figura 54. Formulario de Informes

Fuente: Elaboración propia

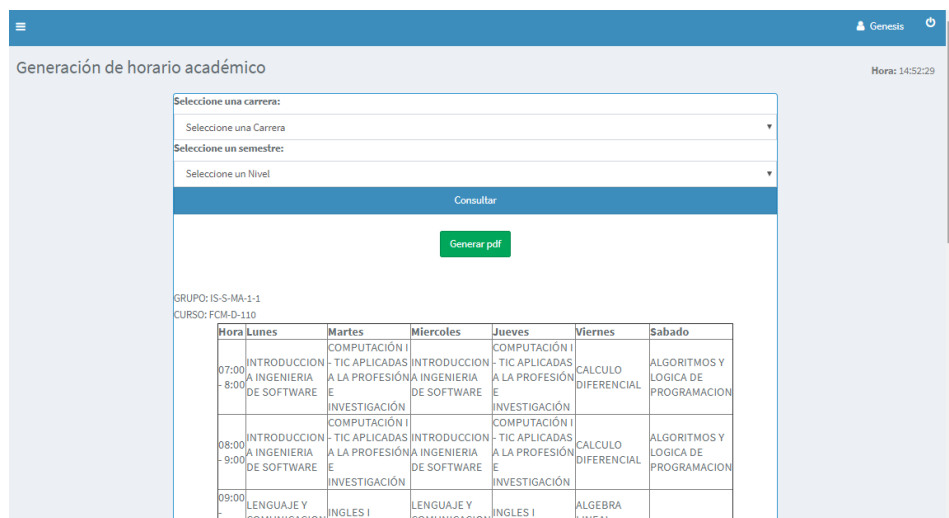


Figura 55. Reporte Horario de Clases

Fuente: Elaboración propia

Generación de horario académico Hora: 14:58:50

Seleccione un docente:

Seleccione un Docente:

[Consultar](#)

[Generar pdf](#)

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
07:00 - 8:00	PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS CISC-S-MA-4-2		PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS CISC-S-MA-4-2	PROGRAMACION I CISC-S-MA-1-2		
08:00 - 9:00	PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS CISC-S-MA-4-2		PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS CISC-S-MA-4-2	PROGRAMACION I CISC-S-MA-1-2		
09:00 - 10:00			PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS CISC-S-MA-4-2			
10:00 - 11:00		PROGRAMACION I CISC-S-MA-1-2				
11:00 - 12:00		PROGRAMACION I CISC-S-MA-1-2				
12:00 - 13:00		PROGRAMACION I CISC-S-MA-1-2				

Figura 56. Reporte Horario de Docentes

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Desarrollo de los módulos del sistema

El sistema de planificación académica cuenta con el desarrollo de 3 módulos, cada uno con un objetivo en específico. Los módulos desarrollados son: Seguridad, Planificador y Director. Se describe a continuación el desarrollo de cada uno de ellos:

Seguridad

La primera parte del desarrollo comprende la opción del Menú que se mostrará en el rol de Director y la pantalla inicial de la matriz de los registros existentes. La creación de usuarios cuenta con un procedimiento almacenado llamado SP_USERS en la base de datos MySQL que interactúa con el formulario en PHP llamado INDEX.PHP, este formulario recoge los datos ingresados en los campos y los valida mediante JavaScript llamado, cuando confirma que los datos han sido ingresados correctamente, mediante el procedimiento almacenado para registrar la transacción en la tabla USERS de la base de datos PlanificacionUG. Se adjunta el código fuente del procedimiento almacenado.

Este módulo está asignado dentro del módulo Director, pues en una de las reuniones con el dueño del producto se estableció que el control de cuentas de usuario debería estar bajo la responsabilidad de la Dirección de cada carrera, de manera que pese a que es un módulo con funciones muy propias de un usuario administrador del sistema, por este pedido fue asignado como opción de menú al rol de Director.

El formulario PHP que maneja el inicio de sesión se llama SIUG.php, el cual utiliza un archivo JavaScript llamado soloNumeros() para validar que la información ingresada es correcto en conjunto con consulta SQL a la tabla de usuarios.

Inicio

El código fuente de este módulo se encuentra en el archivo Sistema_UG_Inicio_Docente.php que contiene la estructura en el menú en el treeview se muestran las opciones Ciclo Académico, Carreras Actuales, Materias Registradas, Administrar paralelos, Administrar Docentes y Administrar Aulas. Esta función es invocada cuando el usuario se autentica con una cuenta asociada al perfil Planificador.

Este menú abre mediante AJAX cuando el combo que se llena con los datos que se encuentran en la base de datos, se ejecuta el evento onChange cuando se selecciona un dato de la lista y lo envía mediante AJAX a otra página que se llama lista_ciclos.php, lista_materias.php, lista_usuarios.php, cuando consulta los datos de la base de datos, los toma y los carga en una página que se muestra en el mismo archivo php de Planificador.

Ciclo Académico

El código fuente de esta funcionalidad hace que cuando se carga el formulario, automáticamente se hace una consulta a la base de datos a la tabla ciclos, de manera que lista los registros de dicha tabla en la vista.

Cuando se presiona el botón agregar ciclo, se despliega el formulario donde se ingresan todos los datos correspondientes, el evento de guardar produce que automáticamente los demás ciclos se inactiven y queda como activo el que se acaba de guardar. Esto también interviene en las demás programaciones, pues todas las consultas de los formularios se hacen verificando el ciclo activo, según esto se muestra los registros del respectivo formulario docentes, aulas, asignaturas, etc.

Las funcionalidades desarrolladas para la gestión de ciclo académico tuvieron en total 10 formularios entre los 2 roles, siendo 7 de ellos para el perfil Planificador y 3 para el perfil Director. Los nombres de los formularios donde se encuentran los fuentes del proyecto responden a los siguientes nombres:

- registra_ciclo_academico.php
- editar_ciclo_academico.php
- agregar_ciclo_academico.php

- agregar_ciclo_academico_d.php
- agregar_ciclos.php
- agregar_ciclos_d.php
- registrar_ciclos.php
- editar_ciclos.php
- lista_ciclos.php
- lista_ciclos_d.php

Carreras

La gestión de carreras parte de un formulario que cuando se lo invoca realiza una consulta a la base de datos específicamente a la tabla carreras, de forma que obtiene la información y la muestra en la vista actual. Esta gestión tiene adicionalmente las opciones agregar y editar carreras, según la necesidad del usuario.

Para la opción agregar carreras se desarrolló que el formulario para ingreso de datos de creación se muestre en una ventana emergente a la vista actual, los datos que se envían se insertan en la tabla carreras de la base de datos. Similar funcionalidad fue desarrollada cuando se programó la opción editar carrera, que trae los datos de la tabla carreras para ser revisados en la ventana mostrada emergentemente para ser modificados mediante la instrucción UPDATE a la base de datos.

Para el manejo de las funcionalidades de gestión de carrera se realizaron un total de 6 formularios que se listan a continuación:

- editar_carrera.php
- agregar_carrera.php
- agregar_carrera_d.php
- registra_carrera.php
- seleccionar_carrera_administrativo.php
- seleccionar_carrera.php

Asignatura

La gestión de asignatura cuenta con las operaciones de listar, agregar y editar según sea la necesidad.

Agregar asignatura consta de un label y un combo que en HTML se llama select, cuando se selecciona uno de los elementos de la lista que es poblada con los datos de la tabla carrera, se genera el evento onChange que hace el uso de una función de JavaScript cuyo nombre es ListarMaterias y mediante AJAX se toman esos parámetros para enviarlos a la página lista_materias.php que se carga en la vista actual. Cada vez que se hace una selección se refrescan los datos que se muestran en la vista.

La gestión de asignatura está desarrollada en 8 formularios php que se listan a continuación:

- editar_materia.php
- agregar_materia.php
- agregar_materia_d.php
- registra_materia.php
- lista_materias_d.php
- lista_materias.php
- llenar_combo_materias_ed.php
- llenar_combo_materias.php

Paralelos

La gestión de los paralelos es similar a la de asignaturas, en este caso específico el desarrollo de la agregación de asignatura consta de un label y un select en HTML, cuando se selecciona uno de los elementos de la lista que es poblada con los datos de la tabla carrera, se genera el evento onChange que hace el uso de una función de JavaScript cuyo nombre es ListarCarreras y mediante AJAX se toman esos parámetros para enviarlos a la página definir_paralelos.php que se carga en la vista actual. Cada vez que se hace una selección se refrescan los datos que se muestran en la vista.

Esta vista muestra una matriz que permite llenar numéricamente la cantidad de paralelos matutinos y nocturnos en función de la cantidad de ciclos definidos en la opción creación de carrera, así, si una carrera fue creada con 10 ciclos, en la vista de definir_paralelos.php se mostrará una tabla con 10 filas (una para cada ciclo) y 2 columnas (una para número de paralelos matutinos y una para número de paralelos nocturnos).

La gestión de paralelos está desarrollada en 1 formulario php que se menciona a continuación:

- definir_paralelos.php

Docente

La gestión docente consta del desarrollo de tres formularios que permiten la vista, creación, edición y eliminación lógica de los registros. En este desarrollo, las vistas tienen selects que permiten ir discriminando datos, en total 8 selects en esta vista que corresponden a las asignaturas de afinidad del docente, estas selecciones filtran por área de conocimiento las asignaturas que luego son tomadas para generar el proceso de planificación con los horarios de clases y horarios de docentes. En el desarrollo de este módulo se construyeron 6 formularios php, que son los siguientes:

- `actualiza_actividades_docente.php`
- `registro_actividad_docente.php`
- `mostrar_actividades_docente_administrativo.php`

Salones de clase

Para la administración de la entidad salones de clase se desarrollaron cuatro formularios que permiten, la vista, creación, edición y eliminación del espacio de clases, estos pueden ser aulas o laboratorios, también puede indicarse la ubicación debido a que se pueden tener más de una sede y finalmente se consideró el factor diferencial de especificar si el espacio a asignar es planta alta y planta baja para los casos de asignación de salón de clases para estudiantes con algún tipo de discapacidad física. Los nombres de los formularios que contienen todo el código fuente del módulo de salones de clases se listan a continuación:

- `registra_aula.php`
- `agregar_aulas.php`
- `editar_aulas.php`
- `agregar_aulas_d.php`

Generar Horarios

Este desarrollo comprende tres procesos y queries con inner joins para la construcción de los reportes.

El primer proceso se llama `generar_horario` y este genera un listado por ciclo, considerando la cantidad de paralelos matutinos y vespertinos y la cruza con las asignaturas que tiene dicho ciclo, distribuye la cantidad de horas que tiene establecidas la asignatura de dos en dos.

El segundo proceso luego de haber asignado las asignaturas a cada paralelo durante los días de la semana es asignar_aula y empieza con la asignación de los cursos de la mañana uno a uno, cuando culminan todos los paralelos matutinos, continúa con los nocturnos. Seguidamente se realiza el nombramiento de los paralelos según lo obtenido en la etapa de levantamiento de información.

Finalmente se realiza la asignación del docente de la asignatura del paralelo, haciendo coincidir que el docente tenga la asignatura como afinidad en su registro de docente, que coincida con la hora laboral y que no tenga otra asignatura para evitar los cruces.

4.2.4 Presentación del sistema de planificación académica universitaria

Habiéndose realizado el desarrollo, se realizaron videos demostrativos del funcionamiento del sistema de planificación académica universitaria, con la intención de que a futuro usuarios expertos en la realización del proceso que pertenecen a otras unidades académicas puedan apreciarlo y emitir su criterio, este nos permite ampliar el horizonte y proyectar trabajos futuros para el sistema.

Los videos fueron publicados en internet y se pueden visualizar a través de los siguientes enlaces:

Video demostrativo corto: <https://www.youtube.com/watch?v=LAHLrc7epNs>

Video demostrativo completo: <https://www.youtube.com/watch?v=ext0hEdLKp0&t=10s>

4.3. Validación

4.3.1. Pruebas de aceptación

Se realizaron pruebas con los potenciales usuarios del sistema para validar si cumple el sistema con los requisitos funcionales y no funcionales definidos en las etapas anteriores. Los resultados de las pruebas nos permitieron posteriormente culminar con la aceptación del sistema de planificación académica.

Las pruebas se realizaron en función de un plan de pruebas diseñado con la finalidad de verificar que los requerimientos funciones obtenidos mediante las historias de usuario se cumplan.

Los usuarios con los que se realizaron las pruebas del sistema fueron aquellos que participaron en cada una de las etapas, desde el levantamiento de información hasta la validación de los requisitos, dado que el perfil profesional y experiencia laboral de ellos fue de gran valía a través de todo el desarrollo del proyecto.

El plan de pruebas fue ejecutado por la Ing. Inelda Martillo como experto en el área debido a su experiencia en el cargo de Directora de carrera por más de 4 años, la Ing. Belkis Cañizales como Gestora Planificador actualmente en la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales y el Ing. Gary Reyes como Director de Carrera actual también de la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales.

4.3.2. Plan de pruebas

Se detallan las pruebas que se realizarán en el cuadro a continuación en la Tabla 11:

Tabla 11. Plan de pruebas del proyecto de planificación académica

Módulos del sistema a ser probados	Módulos - Seguridad - Ciclo - Carrera - Docente - Salones de Clase - Asignatura - Carrera
Objetivos de las pruebas	En estos Módulos se realizarán pruebas para validar: La visualización de los datos, ingresados o modificados. La operación de los servicios, confeccionados para dar respuesta a los productos del sistema NSGT. La respuesta y realización de las transacciones de cada módulo. Que los estados de las actividades y documentos generados en el sistema se reflejen de acuerdo a la secuencia lógica requerida por el usuario. La secuencia lógica de las funcionalidades y transacciones
Detalle del orden de ejecución de los módulos	Los módulos se deben ejecutar en forma independiente, pero consecutivos en el orden siguiente: - Seguridad - Ciclo - Carrera - Docente - Salones de Clase - Asignatura
Responsabilidad de la Prueba	Las pruebas deben ser realizadas con criterio objetivo, teniendo en cuenta que estos resultados condicionan la aceptación o no del proyecto de planificación académica.

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Seguridad

Tabla 12. Caso de prueba módulo seguridad

Módulo Seguridad	<CP-MOD-SEG>
Descripción: Caso de prueba del módulo de seguridad para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos.	
Prerrequisitos <ul style="list-style-type: none"> - Haber ingresado mediante un navegador web a la URL de la aplicación en ambiente de pruebas. - Poseer un usuario y clave del sistema con perfil de usuario Planificador. - Poseer un usuario y clave del sistema con perfil de usuario Director. 	
Pasos: <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar usuario - Ingresar contraseña - Verificar opciones para perfil Director o Planificador - Crear usuario - Asignar perfil Director - Asignar perfil Planificador - Cerrar sesión 	
Resultado esperado: <ul style="list-style-type: none"> - Validación de usuario y contraseña - Vista del menú con las opciones de cada perfil respectivamente - Acceso a las opciones del menú - Creación de usuario exitosa, ingreso de datos - Asignación de perfil exitosa, vista de lista de los dos perfiles establecidos - Cierre de sesión exitosa, re direccionamiento a la página de inicio de sesión 	
Resultado obtenido: Se ingresó al sistema mediante usuario y contraseña con el usuario de perfil Director, las opciones cargadas en el Menú mostradas fueron las que se establecieron en la etapa de definiciones de requisitos. La creación de los usuarios se la realizó para cada uno de los casos, Planificador y Director. Al cerrar sesión la aplicación se posicionó en la pantalla de inicio. El inicio de sesión con el usuario de perfil Planificador también fue exitoso mediante usuario y contraseña acorde con la creación realizada. Las opciones del sistema mostradas fueron probadas, se visualizaron y probaron el acceso y permisos a los módulos ciclo académico, carrera, asignatura, docente, salones de clases de manera exitosa.	

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Ciclos

Tabla 13. Caso de prueba módulo Ciclo

Módulo Ciclos	<CP-MOD-CICLOS>
Descripción: Caso de prueba del módulo de Ciclos para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos, como la creación, edición y vista del ciclo.	
Prerrequisitos <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cuenta de usuario de cada uno de los perfiles - Haber iniciado sesión con cada uno de los perfiles 	
Pasos: <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar con usuario de perfil Planificador - Identificar la opción Ciclos - Dar click en agregar ciclo - Ingresar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la creación en la vista de ciclos existentes - Verificar que el estado del nuevo ciclo sea "A" activo - Verificar que el estado de los demás ciclos sea "I" inactivo - Identificar la opción Ciclos - Dar click en editar ciclo - Editar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la edición en la vista de ciclos existentes 	
Resultado esperado: <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la opción ciclo - Acceso al módulo de ciclo - Visualización de todos los ciclos creados en la vista ciclo - Permiso para la opción agregar ciclo - Permiso para la opción guardar ciclo - Guardado exitoso y visualización del ciclo agregado - El estado del nuevo ciclo debe ser "A" activo y el estado de todos los demás ciclos debe ser "I" inactivo - Permiso para la opción edición ciclo - Guardado exitoso y visualización del ciclo editado 	
Resultado obtenido: Se visualizó correctamente la opción ciclo en el menú del sistema de planificación académica, el acceso al módulo fue exitosa, inmediatamente en el panel de resultados se listaron los ciclos activos. Se agregó exitosamente un ciclo nuevo, el mismo se mostró en la vista de resultados y apareció como activo, desactivando automáticamente todos los anteriores. Se eligió uno de los ciclos y se editó, el guardado de la edición se realizó de forma satisfactoria.	

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Carrera

Tabla 14. Caso de prueba módulo Carrera

Módulo Carrera	<CP-MOD-CARR>
----------------	---------------

<p>Descripción: Caso de prueba del módulo de Carrera para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos, como la creación, edición, eliminación lógica y vista de la carrera.</p>
<p>Prerrequisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cuenta de usuario de cada uno de los perfiles - Haber iniciado sesión con cada uno de los perfiles
<p>Pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar con usuario de perfil Planificador - Identificar la opción Carrera - Dar click en agregar carrera - Ingresar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la creación en la vista de carreras existentes - Verificar que el estado de la nueva carrera sea "A" activo - Identificar la opción Carrera - Dar click en editar carrera - Editar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la edición en la vista de carreras existentes
<p>Resultado esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la opción carrera - Acceso al módulo de carrera - Visualización de todas las carreras creados en la vista carrera - Permiso para la opción agregar carrera - Permiso para la opción guardar carrera - Guardado exitoso y visualización de la carrera agregada - El estado de la nueva carrera debe ser "A" activo - Permiso para la opción edición carrera - Guardado exitoso y visualización de la carrera editada
<p>Resultado obtenido: Se visualizó correctamente la opción carrera en el menú del sistema de planificación académica, el acceso al módulo fue exitosa, inmediatamente en el panel de resultados se listaron las carreras activas. Se agregó exitosamente un ciclo nuevo, el mismo se mostró en la vista de resultados y apareció como activo. Se eligió una de las carreras y se editó, el guardado de la edición se realizó de forma satisfactoria.</p>

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Docente

Tabla 15. Caso de prueba módulo Docente

Módulo Docente	<CP-MOD-DOC>
<p>Descripción: Caso de prueba del módulo de Docente para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos, como la creación, edición, eliminación lógica y vista del docente.</p>	
<p>Prerrequisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cuenta de usuario de cada uno de los perfiles - Haber iniciado sesión con cada uno de los perfiles 	

<p>Pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar con usuario de perfil Planificador - Identificar la opción Docente - Dar click en agregar Docente - Ingresar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la creación en la vista de docentes existentes - Identificar la opción Docente - Dar click en editar docente - Editar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la edición en la vista de docente existentes
<p>Resultado esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la opción docente - Acceso al módulo de docente - Visualización de todas las carreras creados en la vista docente - Permiso para la opción agregar docente - Permiso para la opción guardar docente - Guardado exitoso y visualización del docente agregado - El estado del nuevo docente debe ser "A" activo - Permiso para la opción edición docente - Guardado exitoso y visualización del docente editado
<p>Resultado obtenido:</p> <p>Se visualizó correctamente la opción docente en el menú del sistema de planificación académica, el acceso al módulo fue exitosa, inmediatamente en el panel de resultados se listaron los docentes activos. Se agregó exitosamente un docente nuevo, el mismo se mostró en la vista de resultados y apareció como activo. Se eligió uno de los docentes y se editó, el guardado de la edición se realizó de forma satisfactoria.</p>

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Salones de Clase

Tabla 16. Caso de prueba módulo Salones de clase

Módulo Salones de Clase	<CP-MOD-SAL>
<p>Descripción:</p> <p>Caso de prueba del módulo de salones de clase para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos, como la creación, edición, eliminación lógica y vista de salones de clase.</p>	
<p>Prerrequisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cuenta de usuario de cada uno de los perfiles - Haber iniciado sesión con cada uno de los perfiles 	
<p>Pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar con usuario de perfil Planificador - Identificar la opción salones de clase - Dar click en agregar salones de clase - Ingresar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la creación en la vista de salones de clase existentes - Identificar la opción salones de clase 	

<ul style="list-style-type: none"> - Dar click en editar salones de clase - Editar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la edición en la vista de salones de clase existentes
<p>Resultado esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la opción salones de clase - Acceso al módulo de salones de clase - Visualización de todos los salones de clase creados en la vista salones de clase - Permiso para la opción agregar salones de clase - Permiso para la opción guardar salones de clase - Guardado exitoso y visualización de salones de clase agregado - El estado del nuevo salon de clase debe ser "A" activo - Permiso para la opción edición salones de clase - Guardado exitoso y visualización de salones de clase editado
<p>Resultado obtenido:</p> <p>Se visualizó correctamente la opción salones de clase en el menú del sistema de planificación académica, el acceso al módulo fue exitosa, inmediatamente en el panel de resultados se listaron las carreras activas. Se agregó exitosamente un salón de clase nuevo, el mismo se mostró en la vista de resultados y apareció como activo. Se eligió uno de los salones de clase y se editó, el guardado de la edición se realizó de forma satisfactoria.</p>

Fuente: Elaboración propia

Caso de prueba módulo Asignatura

Tabla 17. Caso de prueba módulo Asignatura

Módulo Salones de Asignatura	<CP-MOD-ASIGN>
<p>Descripción:</p> <p>Caso de prueba del módulo de asignatura para los perfiles de usuarios Planificador y Director, se deben realizar las pruebas necesarias con la intención de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos, como la creación, edición, eliminación lógica y vista de asignatura.</p>	
<p>Prerrequisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cuenta de usuario de cada uno de los perfiles - Haber iniciado sesión con cada uno de los perfiles 	
<p>Pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingresar con usuario de perfil Planificador - Identificar la opción asignatura - Dar click en agregar asignatura - Ingresar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la creación en la vista de asignaturas existentes - Identificar la opción asignatura - Dar click en editar asignatura - Editar la información en la ventana - Dar click en guardar - Verificar la edición en la vista de asignaturas existentes 	
<p>Resultado esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la opción asignatura - Acceso al módulo de asignatura - Visualización de todas las asignaturas creados en la vista asignatura 	

- Permiso para la opción agregar asignatura
- Permiso para la opción guardar asignatura
- Guardado exitoso y visualización de asignatura agregada
- El estado de la nueva asignatura de clase debe ser "A" activo
- Permiso para la opción edición asignatura
- Guardado exitoso y visualización asignatura editada

Resultado obtenido:

Se visualizó correctamente la opción asignatura en el menú del sistema de planificación académica, el acceso al módulo fue exitosa, inmediatamente en el panel de resultados se listaron las asignaturas activas. Se agregó exitosamente una asignatura nueva, el mismo se mostró en la vista de resultados y apareció como activo. Se eligió una de las asignaturas y se editó, el guardado de la edición se realizó de forma satisfactoria.

Fuente: Elaboración propia

Resultados generales de las pruebas

Los resultados obtenidos durante la ejecución de los casos de prueba del software fueron satisfactorios, los resultados esperados fueron conseguidos por parte de los usuarios y adicionalmente no se presentaron errores en el desempeño de las funciones del sistema, el software no colapsó y el tiempo de procesamiento del proceso de generación de horarios fue menor a un minuto de tiempo.

4.3.3. Despliegue

Para el cumplimiento de esta etapa se consideró la realización de los siguientes entregables:

- **Manual de Instalación**, documento que describe paso a paso las actividades que deben cumplirse para poder instalar el servidor de aplicaciones, servidor de base de datos y sitio web para poner a disposición el acceso al sistema. Véase Anexo 2 Manual de Instalación.
- **Manual de Usuario**, documento que detalla las opciones del sistema, los módulos y describe las distintas ventanas y vistas que tiene disponible el usuario final de la solución. Véase Anexo 3 Manual de Usuario.
- **Fuentes:** carpeta con los archivos fuentes del proyecto, archivo de respaldo de la base de datos del sistema y archivos de configuración.

En este punto lo que se buscó es que los usuarios del sistema sean independientes con respecto a la administración y operación de la solución, de forma que la información textual y gráfica que se incorpora en los manuales de usuario y de instalación sea lo suficientemente clara y explícita a detalle con la intención de que cada funcionalidad u opción del sistema quede explicada a fin de que los usuarios puedan usar la solución.

5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1. Conclusiones

En la actualidad, es evidente que se hace imprescindible la incorporación de las tecnologías para mejorar el manejo de procesos con la intención de optimizar recursos como dinero y tiempo. De la misma forma, podemos notar que cada escenario organizacional tiene un carácter muy particular en contraste con otro, por ello que los requisitos que se definieron en su respectiva etapa del desarrollo este proyecto responden de manera específica a las necesidades del entorno de la Universidad de Guayaquil.

El proceso de planificación académica universitaria se convierte en una variable dependiente de múltiples variables independientes que, según reglamentos y disposiciones organizativas, generan cambios en la concepción de la realización y cumplimiento de un resultado que satisfaga a la organización universitaria, de aquí que la solución diseñada tiene la flexibilidad para poder adaptarse a los cambios.

El cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio de este trabajo fue posible tanto a nivel científico como tecnológico, de forma que esto nos da paso a afirmar lo siguiente:

En función de todas las definiciones realizadas, el cumplimiento de las etapas de la metodología de desarrollo iterativa e incremental y el uso de herramientas de código abierto fue posible el desarrollo del sistema de planificación académica en ambiente web que cubre los procesos definidos para las carreras de la Universidad de Guayaquil.

Se realizó la investigación de los trabajos y aportes realizados tanto a nivel local como regional respecto a los sistemas de generación de horarios de clases para estudiantes y profesores mediante distintas técnicas y mecanismos, esto permitió definir la utilización de plataformas web desarrolladas con herramientas de software libre para optimizar los costos a nivel de licencias.

El desarrollo del proyecto se encuentra en armonía con las tecnologías utilizadas oficialmente por la Universidad de Guayaquil, el mismo que fue desarrollado en PHP con el uso de Laravel, HTML, CSS, JavaScript y base de datos MySQL con lo que se aseguró la compatibilidad operativa y la futura integración del proyecto.

Mediante la ingeniería de requisitos se realizó una redefinición del proceso de planificación académica, tanto para la generación de horarios de clases como para los horarios docentes, permitiendo replantear tareas que consumían tiempos excesivos y mejorando el nivel de asertividad en la planificación a través de la definición de parámetros como áreas de conocimientos y asignaturas afines para el docente.

Se utilizó UML para poder realizar una caracterización del sistema a desarrollar en función de los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos en la etapa de levantamiento de información, esto permitió tener una mayor agilidad en la etapa de construcción de la solución. Además, fue posible probar la solución construida mediante un plan de pruebas que evaluaba la accesibilidad, usabilidad y rapidez del proceso de planificación académica, el plan de pruebas establecidas comprendido por módulos fue ejecutado por usuarios expertos en el proceso.

Mediante el uso de la solución software para planificación académica desarrollada se proveyó a los directores de los insumos de planificación semestral con la generación de horarios de clases para todos los niveles de las carreras, así como también con el distributivo de docentes donde se indican las asignaciones de carga horaria respectivamente.

5.2. Líneas de trabajo futuro

Partiendo del hecho de que un sistema siempre se puede mejorar, actualizar e integrar con otras soluciones, establecemos las siguientes líneas de trabajo futuro para el sistema de planificación académica.

- Integrar el sistema de planificación académica con el Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil (SIUG) con la intención de que se enriquezca el portafolio de herramientas tecnológicas que se brinda a las unidades académicas.
- Incorporar nuevas funcionalidades al proyecto, como por ejemplo el envío automatizado de las respectivas planificaciones a cada uno de los involucrados en el proceso, esto quiere decir, envío automático del horario de clases a cada docente acorde con la planificación aprobada. También la expansión de los perfiles del sistema, como el perfil docente, de forma que cada docente alimente la información propia como disponibilidad horaria, afinidad de asignaturas y de área de conocimiento de manera que se dinamice este proceso que actualmente lo realiza el rol de planificador.
- Masificar el uso del sistema de planificación académica en las distintas facultades de la Universidad de Guayaquil, para poder obtener el mejor provecho del sistema y

expandir los beneficios que brinda el uso de herramientas tecnológicas en los procesos que consumen excesivo tiempo por ser realizados de forma manual.

- Comprobar el comportamiento del sistema de planificación universitaria mediante diferentes pruebas que permitan detectar fallas, errores o deficiencias que afecten al comportamiento y rendimiento de la solución para poder ser corregidos de manera que se soporte la carga transaccional, de procesamiento y la recurrencia de usuarios en ambientes de producción.

6. Bibliografía

- Baquerizo, R. P. (2019). De Universidad de Guayaquil. Retrieved from <https://www.eluniverso.com/opinion/2019/03/19/nota/7240424/universidad-guayaquil>
- Cercado Cedeño, G. S., & Gil Chaguay, B. D. (2017). *Propuesta tecnológica de sistema de asignación de cargas horarias de la carrera ingeniería en sistemas administrativos computarizados de la facultad de ciencias administrativas de la universidad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17457>
- Chiquito Méndez, W. F. (2014). *Desarrollo de un Sistema para la elaboración de los horarios, creación de aulas y paralelos basados en el análisis estadístico de la población de estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y la Carrera de Ingeniería en Networking*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6526>
- Cuc, R. I., & Oliva, C. (2014). Algoritmo de tipo Búsqueda Tabú para un problema de Programación de Horarios Universitarios Vespertinos * A Tabu Search Algorithm for an Evening University Timetabling Problem, 9, 58–65.
- EcuRed. (n.d.). PHP. Retrieved from <https://www.ecured.cu/PHP>
- Editorial. (2018). Editorial: Graves problemas en la U. de Guayaquil. Retrieved from <https://www.extra.ec/opinion/editorial-graves-problemas-en-la-u-de-guayaquil-XE2240725>
- Fiallos, J., Sc, M., García, J., Sc, M., Pérez, J., & Sc, M. (2008). Diseño de un sistema de asignación automática de horario de clases : Caso UNITEC, 1–10.
- Francia, J. (2017). ¿Qué es Scrum? Retrieved from <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>
- Friends, A. (2019). ¿Qué es XAMPP? Retrieved from <https://www.apachefriends.org/es/index.html>
- Gordon Yépez, F. V. (2015). *ELABORACIÓN DE CASOS DE PRUEBAS DEL PROCESO DE HORARIOS DE CLASES Y RECURSOS DISPONIBLES PARA IMPLEMENTAR EL PROTOTIPO DE SISTEMA ACADÉMICO EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10320>
- Jaime Pincay, A. E. (2011). *Sistema Acadèmico de la Carrera Ingenieria en Sistema Implementacikòn del Mòdulo para Generaciòn de Horarios y Asignaciòn de Aula Desarrollado en C Sharp con Visual Studio.Net*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6733>

- Jorge Bustamante Apupalo, Juan Carlos Cedeño Rodríguez, N. M. P. B. (2006). *Distribución Horaria de Materias Control y Registro de Asistencia de Catedráticos Control y Registro de Acceso a los Laboratorios*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19773>
- Kyocode. (2017). Gestores de bases de datos más utilizados. Retrieved from <https://www.kyocode.com/2018/09/gestores-de-bases-de-datos-mas-utilizados/>
- Lant, M. (2010). How To Easily Prioritize Your Agile Stories. Retrieved from <http://michaellant.com/2010/05/21/how-to-easily-prioritize-your-agile-stories/>
- Mape309. (2019). ventajas y desventajas de MySQL, oracle, visual foxpro y access. Retrieved from <https://mape309site.wordpress.com/2017/11/15/ventajas-y-desventajas-de-mysql-oracle-visual-foxpro-y-access/>
- openstax. (2019). Visión general de la arquitectura de MySQL 5.1. Retrieved from <https://cnx.org/contents/-jPvAviC@1/Visión-general-de-la-arquitectura-de-MySQL-5-1>
- P, J. M., & Rey, P. A. (2008). arios de Clases y Programaci o ´ n de Salas para la Facultad de Asignaci o Ingenier ´ ia, 121–141.
- Passailaigue, R. (2018). La Comisión Interventora depura la contratación docente en la Universidad de Guayaquil. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/comision-interventora-contratacion-universidad-guayaquil.html>
- Passailaigue, R. (2019). Comisión Interventora de la Universidad de Guayaquil afina las fechas de su plan de trabajo. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/comision-interventora-universidad-guayaquil-ces.html>
- Pichardo, M. F. (2011). Revisión de Algoritmos Genéticos Aplicados al Problema de la Programación de Cursos Universitarios, 3(1).
- Ranking, D.-E. (2019). DB-Engines Ranking. Retrieved from <https://db-engines.com/en/ranking>
- Ruiz Unda, R. A. (2011). *Generación de Horarios de Clases para la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de La Universidad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6740>
- Sierra Bravo, C. (2015). *Plan de Mejoras para los procesos de: certificado de asistencia, contenido de programa, creación de horario, evaluación al docente, gestión académica, ingreso personal administrativo, matriculación, recalificación y registró asistencia administrativa de I*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10230%0A>
- Sons, J. W. &. (1999). *Hypermedia and the Web: An Engineering Approach*.
- Suárez, J. G., Manchego, F. A., Nole, A. A., & Nicho, G. B. (2009). Generación Inteligente de

Horarios empleando heurísticas GRASP con Búsqueda Tabú para la Pontificia Universidad Católica del Perú, (February).

Synergy. (2019). LARAVEL, ¿QUÉ ES? Retrieved from <https://www.synergyweb.es/blog/laravel-desarrollo-medida/>

Velasco Fierro, E. A. (2015). *DESARROLLO DEL MÓDULO DE HORARIOS Y RECURSOS DISPONIBLES PARA EL PROTOTIPO DE SISTEMA ACADÉMICO EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTADES DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10346>

VELOZ JORDÁN, J. C. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PROPUESTA “FRAMEWORK DE TRABAJO PARA PROYECTOS DE TITULACIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA DE SCRUM EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE” E NFOCADA AL MODELAMIENTO DE DATOS PARA LA GENERACIÓN DE HORARIOS EN UN SISTEMA ACADÉMICO*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11815>

ANEXOS

- Anexo 1.- Artículo
- Anexo 2.- Manual de usuario
- Anexo 3.- Manual técnico
- Anexo 4 - Artefactos

Anexo I. Artículo

Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas informáticos

2019

Diseño y desarrollo de aplicación web para generación de planificación semestral académica

Manuel Reyes W.¹, Natalia Zea Padilla²

Universidad Internacional de la Rioja – Escuela de Ingeniería

Avda. Gran Rey Juan Carlos I núm 41,28002

Logroño (La Rioja) – info@unir.net

Resumen. Este proyecto tiene como propósito brindar una solución informática al proceso de generación de planificación académica semestral utilizando tecnologías web y herramientas de código abierto en compañía de una reingeniería de procesos, para esto se aprovecharon las metodologías ágiles y las bondades del marco de trabajo SCRUM para el desarrollo del proyecto y la aplicación web que soporta los diferentes perfiles para cada actor del proceso, asistente académico, director, docente, también las entidades organizacionales involucradas como son universidad, facultad, carrera, paralelo, asignatura, ciclo académico y demás con la intención de que se procesen los datos para la generación de propuestas de planificación, se han definido los procesos estándares de forma que se puedan agregar un número infinito de carreras y dentro de ellas sus respectivas asignaturas por ciclo académico de forma que la herramienta provea de informes que sirvan de apoyo a la toma de decisiones brindando consistencia en la información generada y en el tiempo de ejecución.as plantillas adjuntas.

1. Introducción

La Universidad de Guayaquil es la Institución de Educación Superior más grande y con el mayor número de alumnado en todo el Ecuador, como lo señala el Diario Extra (Editorial, 2018) proporcionalmente a estos indicadores, la misma maneja una oferta y demanda de tipo variable entre un semestre y otro, de forma que muchos procesos, actividades o tareas no son realizados de una forma tan sencilla inclusive teniendo estas un alto nivel de criticidad e importancia y sobre todo contando con un corto tiempo de ejecución y entrega.

Como tal en esta institución, la mayoría de los procesos académicos aún no han sido estandarizados o normalizados (Passailaigue, 2019), pues actualmente la Unidad Interventora intenta solucionar problemas que se vienen dando desde el año 2013 (Baquerizo, 2019), esto ha dificultado que estos procesos se puedan automatizar mediante el desarrollo de soluciones software a la medida que ayuden a minimizar el esfuerzo en tiempo y personal para la consecución de los objetivos organizacionales de la Universidad.

Uno de los procesos de mayor criticidad es el proceso de planificación académica de

responsabilidad de las direcciones de carrera respectivas, este proceso trata de brindar a los decanatos y vice rectorados de la universidad propuestas de inicio de periodos de semestres en materia de cantidad de docentes contratados, cantidad de estudiantes nuevos, reingresos, repetidores y regulares; también considerando los que se titulan y dejan la institución. Todo esto de la mano con la disponibilidad de aulas de clases, laboratorios de computación y prácticas. También es responsabilidad de las direcciones de carrera incluir en esta planificación la cantidad de horas de los docentes para trabajar gestión académica, horas de tutorías de trabajos de titulación, de tutorías de trabajos de vinculación con la comunidad, de tutorías de prácticas profesionales, horas de investigación, horas de coordinación académica.

En el presente, este trabajo es realizado de forma manual y empírica, sin establecer procesos normalizados que permitan seguir una ruta crítica para la consecución de las tareas requeridas demandando no horas ni días, sino semanas varias para entregar información con retraso y susceptible de errores con un poco adaptabilidad a cambios o ajustes.

La intención es normalizar el proceso de una forma estándar para brindar una solución software en

ambiente web que facilite la realización de tareas de este proceso minimizando el tiempo de ejecución y mitigando errores en los entregables con el uso de herramientas open de Source tanto de desarrollo como base de datos para optimizar costos por licenciamiento.

2. Revisión de trabajos previos

En el contexto de las universidades latinoamericanas podemos destacar algunos trabajos que se han realizado para poder mejorar el proceso de planificación académica universitaria, trabajos donde se han incorporado técnicas matemáticas, reingeniería de procesos o desarrollo de algoritmos computacionales, con la finalidad de mejorar la calidad de la información que se genere del proceso, minimizar los tiempos de ejecución o disminuir el consumo de horas hombre en la realización.

2.1 Elaboración del proceso de planificación académica con el uso de algoritmos evolutivos

En Colombia, para la Universidad de Guajira, el investigador José Mejía Caballero (2009) indica que su investigación se dedicó a resolver el problema de programación de horarios y salones, específicamente para el programa de una carrera de la facultad de Ingeniería. Utilizó la técnica meta heurística de algoritmos evolutivos, dando como resultado un software que según su funcionamiento indica que dio resultados ante problemas de gran tamaño en tiempos razonables, sin indicar con exactitud esta medida, pero que logró satisfacer las necesidades de la facultad.

José Mejía (2009) propone una matriz tridimensional (x,y,z), donde cada una de las coordenadas del plano cartesiano tienen una representación: el eje de las X corresponde a los cinco (05) días de la semana de clases; el eje de las Y está asociado a los siete (07) períodos de clases y el eje de las Z pertenece a diez (10) semestres de duración de la carrera formando un cubo.

2.2 Programación entera para la toma de decisiones en la generación de horarios

En España, Pablo Rey, publicó un artículo en el que se aborda del problema de asignación de horarios mediante el uso de programación entera. Este modelo utiliza ciertos patrones de horarios como predefinidos y va asignando las diferentes variables a modo que todas las combinaciones posibles con respecto a la capacidad, tipos de clases y horarios

para un curso son manejadas mediante variables de decisión.

En esta propuesta también se asigna simultáneamente las clases de cátedra y las clases auxiliares de un curso a algún patrón de horario. Como resultado se genera simultáneamente de manera eficiente y en un tiempo de cinco minutos los horarios de clases y las respectivas asignaciones de los espacios de aprendizaje.

Se contempla la implementación del software que utiliza como optimizador el modelo de programación entera e incorporarán diferentes opciones para crear una interfaz amigable y con la posibilidad de explorar múltiples escenarios tomando en cuenta cambios en requerimientos y condiciones que se presenten. (P and Rey 2008).

2.3 Algoritmos heurísticos para la generación de horarios

En una investigación previa se presentó un trabajo para la Universidad Católica del Perú, el cual tuvo como objetivo el desarrollo de un software que permite el ingreso de los datos requeridos para la generación de horarios mediante el uso de algoritmos heurísticos, específicamente el algoritmo GRASP. La solución contempla no solamente los horarios de clases incluyendo aulas y profesores, sino que, también valida los cruces de horarios y repeticiones de asignaturas, para complementar el trabajo se realiza una mejora al algoritmo GRASP con la búsqueda Tabú optimizando los tiempos de respuesta de forma considerable.

El diseño de esta solución también considera las restricciones y las divide en dos; restricciones principales como por ejemplo respetar la disponibilidad horaria del docente y restricciones secundarias las cuales determinan la calidad de la respuesta generada en el sistema ya que tienen características específicas establecidas por la Universidad para la generación de horarios. (Suárez et al. 2009).

3. Descripción general del sistema y objetivos

La construcción de un sistema web que permita el ingreso, edición y eliminación lógica de datos que responden a una estructura jerárquica para la generación de horarios de clases y docentes necesita soportarse de todas las etapas de la ingeniería de requisitos y las metodologías ágiles para ser concebido.

En los siguientes apartados se desarrollarán los criterios empleados para el análisis, diseño y

desarrollo del sistema software de planificación académica, posteriormente al desarrollo se realizará la ejecución de las fases de pruebas y aceptación del producto por parte de los beneficiarios directos.

3.1 Perfiles del sistema

El sistema de planificación desarrollado tuvo los siguientes perfiles definidos mediante reuniones con los involucrados mediante las reuniones de trabajo sostenidos a lo largo del desarrollo del proyecto. Esta definición de perfiles también responde a la tarea de levantamiento de información que se ejecutó, donde se apreció quienes y que hacían respectivamente para desarrollar integralmente el proceso de planificación académica.

El equipo que participó en las reuniones de proyecto estuvo conformado por expertos en el área académica y en el proceso de planificación específicamente, cada uno dueño de responsabilidades específicas que sirvieron para aportar de manera táctica para poder tener definiciones muy valideras. En la tabla 1 se mencionan los integrantes del equipo.

Tabla 1. Integrantes del equipo el proyecto del sistema de planificación académica

Nombre	Posición	Responsabilidad
Manuel Reyes	Maestro Scrum	Dirección de proyecto
Inelda Martillo	Experto en planificación	Asesoramiento en materia de planificación académica
Gary Reyes	Director de carrera	Dirección y gestión de carrera y personal docente
Jonathan Álvarez	Informático académico	Analista y desarrollador web

Se caracterizaron estas responsabilidades y tareas de cada una de las partes para poder transcribirlas en el sistema web para planificación académica desarrollado. En la tabla 2 se detallan los roles establecidos, sus responsabilidades y sus privilegios.

Tabla 2. Roles del sistema de planificación académica

Perfil	Responsabilidades	Privilegios
Planificador	Ingreso de información de cada una de las entidades del sistema.	Ingreso, edición y eliminación lógica de la información
Director	Verificación y validación de cada uno de los datos e información ingresada en el sistema y ejecución del proceso de planificación para generación de horarios para aprobación	Ejecución y aprobación del proceso
Docente	Proveedor de información para la planificación como horario disponible, asignaturas y área del conocimiento a impartir.	No posee privilegios en el sistema, es un actor pasivo

3.2 Ingeniería de requisitos en el proyecto

El proceso de la ingeniería de requisitos se puede dividir en tres grandes fases que son (Sons, 1999) captura de requisitos, análisis de requisitos y validación de requisitos. En esta etapa se definieron varios artefactos de gran valor, destacamos entre ellos el diagrama de casos de uso general del sistema de planificación académica: (véase la Fig. 1).

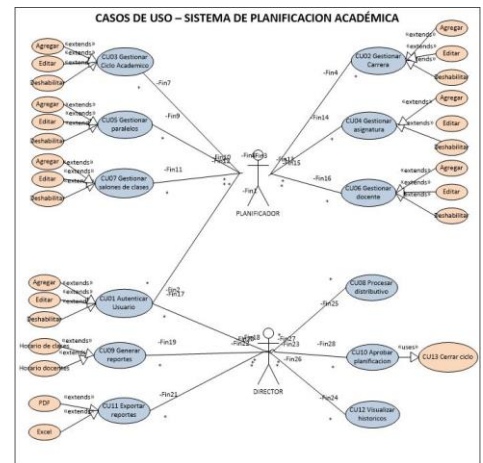


Fig. 1. Una gráfica que representa las interacciones del sistema con los actores del sistema, cada uno de los casos de usos establecidos se comunica o consume con otros casos de uso internos del sistema en diferentes tipos de relaciones de inclusión o extensión respectivamente.

3.3 Arquitectura del sistema

En esta etapa seleccionamos la arquitectura para el desarrollo del sistema, la definición fue n-capas con cliente web. Los módulos que se desarrollarán son: Módulo de seguridad para la gestión de las

cuentas de usuarios y roles del sistema, módulo de planificación que se encarga de la gestión de todos los datos referentes a la planificación académica y módulo de dirección con las opciones para realizar la revisión, procesamiento y aprobación de la planificación que procese el sistema. Así como también la revisión de reportes y exportación. (Véase la Fig. 2).

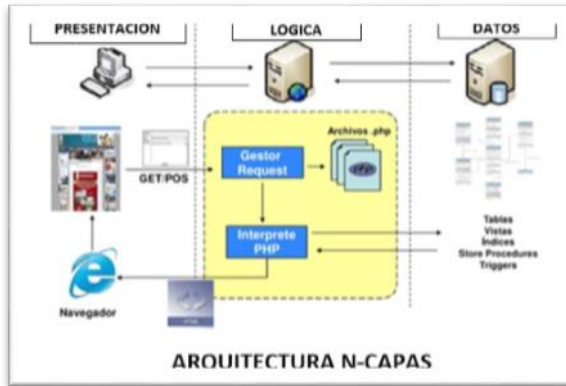


Fig. 2. La gráfica que representa la arquitectura del sistema, donde se detallan los componentes de las capas de presentación, lógica y datos.

4. Funcionalidad del sistema

El sistema de gestión de horarios académicos es una herramienta web que permite la creación de sugerencias de horarios académicos que constan de la asignación de cursos a los paralelos habilitados de cada carrera universitaria registrada en el sistema, así como la planificación de las asignaciones de clase de los docentes con la generación de sus respectivos reportes tanto para los estudiantes como para los docentes.

La herramienta consta de una interfaz web que permite al usuario gestionar el proceso de planificación académica de forma rápida y fácil, con segregación de tareas y responsables a través de roles establecidos y asignados a los usuarios del sistema cuando inician sesión. (Véase la Fig. 3).

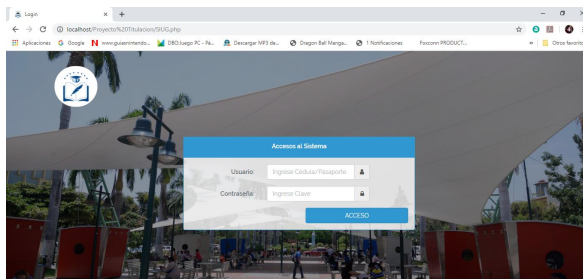


Fig. 3. La gráfica que muestra la pantalla de inicio de sesión del sistema de planificación académica.

En la pantalla de bienvenida, el sistema muestra en la columna izquierda el menú de opciones asignadas al usuario según su perfil. (Véase la Fig. 4).

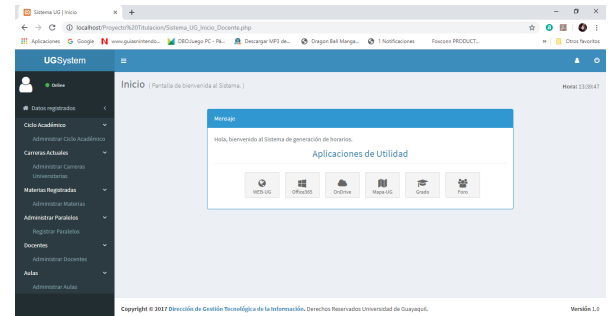


Fig. 4. La gráfica que muestra la pantalla de bienvenida del sistema de planificación académica.

Las opciones permiten el ingreso de la información que posibilita la generación de la planificación académica para la carrera y ciclo que se encuentra en proceso, el sistema muestra la planificación en informes de horario de clases por nivel y horarios distributivos de carga horaria por docente, (Véase la Fig. 5).

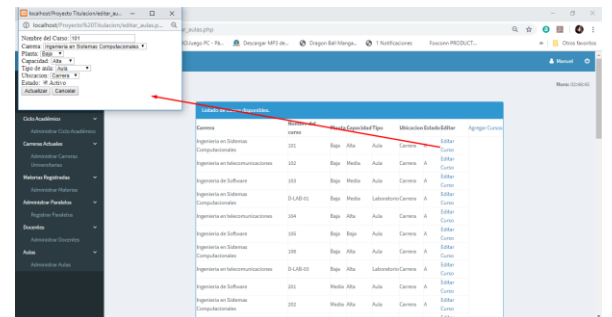


Fig. 5. La gráfica que muestra la pantalla del formulario de horarios de clases del sistema de planificación académica.

5 Conclusiones

El cumplimiento de los objetivos de este proyecto fue posible, proveer de una solución de software en ambiente web que contemple los procesos normalizados para generar una planificación académica para horarios de clases y horarios de profesores mediante el uso de herramientas de código abierto.

Se abren varias aristas que plantean trabajos a futuro para el aprovechamiento del sistema, como la integración con el sistema académico de la Universidad de Guayaquil y el enriquecimiento del sistema en procesos que permitan ampliar los

servicios tecnológicos para la comunidad universitaria.

Agradecimientos

Gracias a Dios, a mi familia y a mi tutora.

Referencias

- [1] Asignación de horarios de clases universitarias mediante algoritmos evolutivos.(Mejía Caballero 2009)
- [2] Generación Inteligente de Horarios empleando heurísticas GRASP con Búsqueda Tabú para la Pontificia Universidad Católica del Perú (Suárez et al. 2009).
- [3] Horarios de Clases y Programación de Salas para la Facultad de Ingeniería (P and Rey 2008)

Anexo II. Manual de Usuario

Manual de Usuario Sistema de Planificación Académica

1. Sistema de gestión de horarios académicos.

El sistema de gestión de horarios académicos es una herramienta web que permite la creación de sugerencias de horarios académicos que constan de la asignación de cursos a los paralelos habilitados de cada carrera universitaria registrada en el sistema, así como la planificación de las asignaciones de clase de los docentes con la generación de sus respectivos reportes tanto para los estudiantes como para los docentes.

1.1 Ingreso al sistema.

El ingreso al sistema se realiza mediante la dirección web asignada desde el servidor web local:

<http://localhost/Proyecto%20Titulacion/SIUG.php>

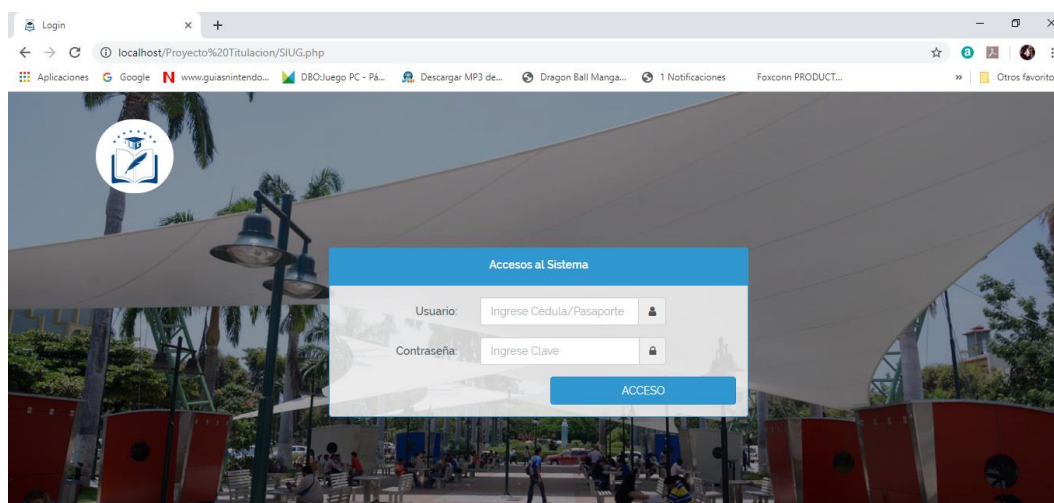


Imagen 1 Pantalla de Inicio de Sesión

En esta pantalla se ingresan usuario (número de cédula) y contraseña para que, según el rol asignado, se pueda ingresar a las diferentes opciones del sistema.

1.2 Menú principal

En esta pantalla se listan las opciones permitidas según el rol del usuario que ingresó.

El rol "Administrador" permite ingresar datos al sistema.

El rol “Director” permite crear usuarios, visualizar los datos ingresados por el administrador y generar los horarios académicos.

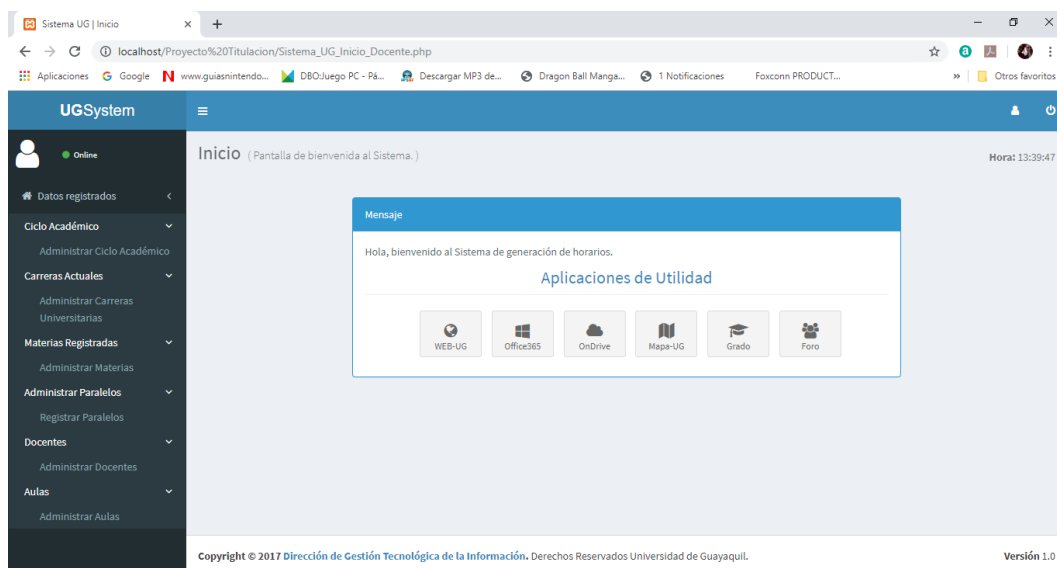


Imagen 2 Menú Principal Administrador

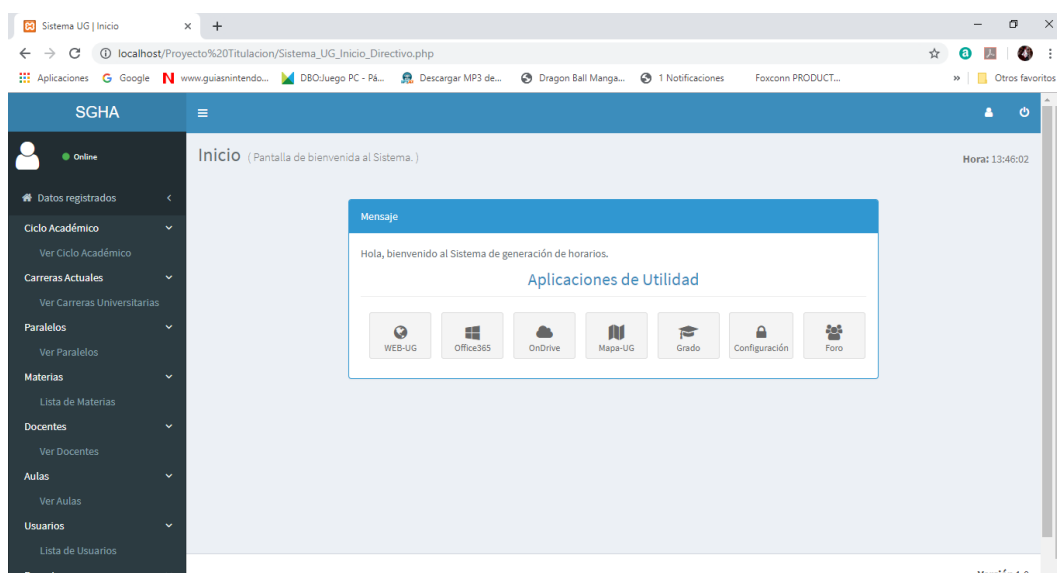


Imagen 3 Menú Principal Director

1.3 Registro de Ciclo Académico.

En esta pantalla podemos visualizar una lista de los ciclos académicos ingresados anteriormente, el sistema tomará como ciclo académico actual al ciclo que posea estado “A”.

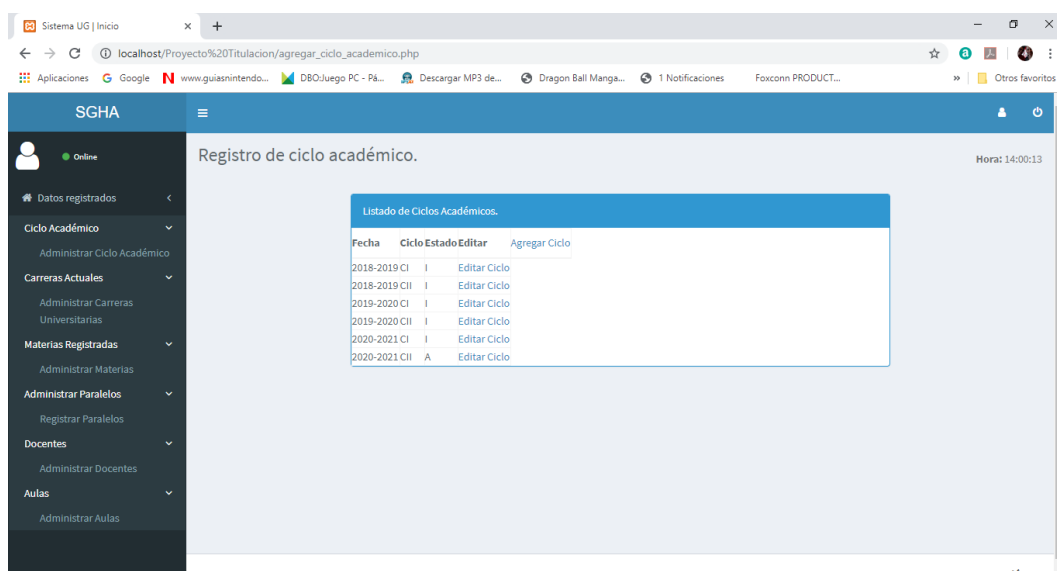


Imagen 4 Menú ciclo académico

1.3.1 Agregar Ciclo

En esta pantalla se insertan los datos necesarios para el ciclo académico. Se debe tomar en cuenta que solo se permite un ciclo activo a la vez.

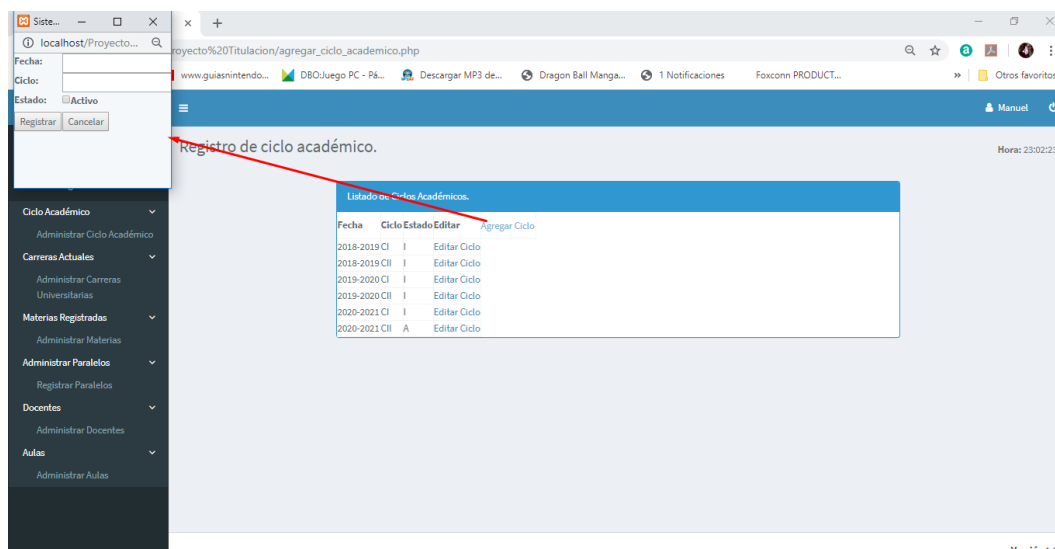


Imagen 5 Agregar ciclo

1.3.2 Editar Ciclo

En esta pantalla se carga la información del ciclo seleccionado y se pueden editar y grabar en el sistema.

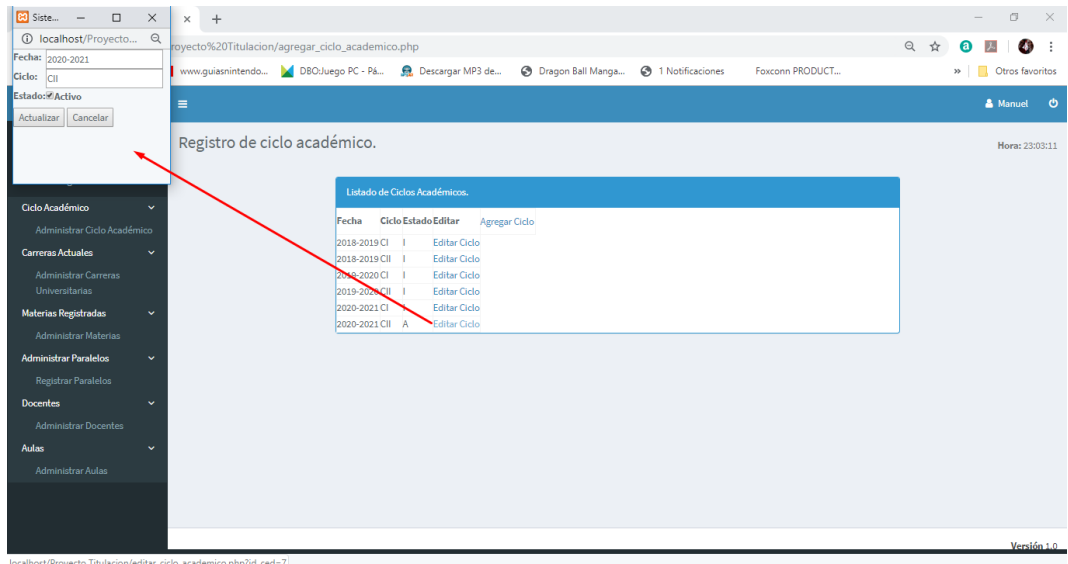


Imagen 6 Editar ciclo

1.4 Administrar Carreras Universitarias.

En esta pantalla podemos visualizar las carreras universitarias asociadas a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas cargadas en el sistema.

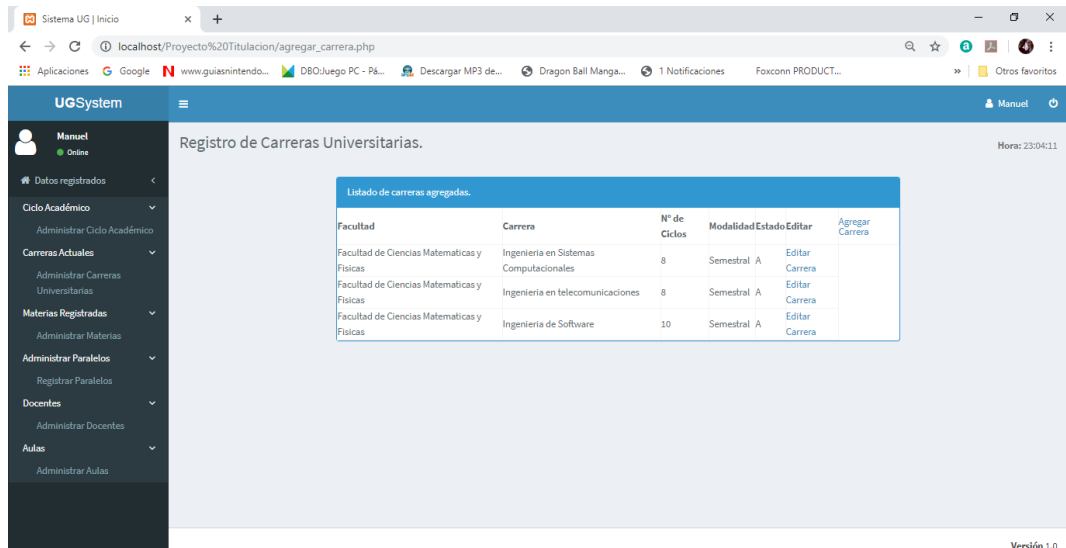


Imagen 7 Menú Carreras

1.4.1 Agregar Carrera

En esta pantalla podemos registrar la información necesaria de las carreras para ser utilizada por el sistema.

El campo “Carrera” representa el nombre de la carrera a registrar.

El campo “Nº de ciclos” representa la cantidad de semestres pertenecientes a esa carrera.

El campo “Modalidad” representa si la carrera es semestral o anual.

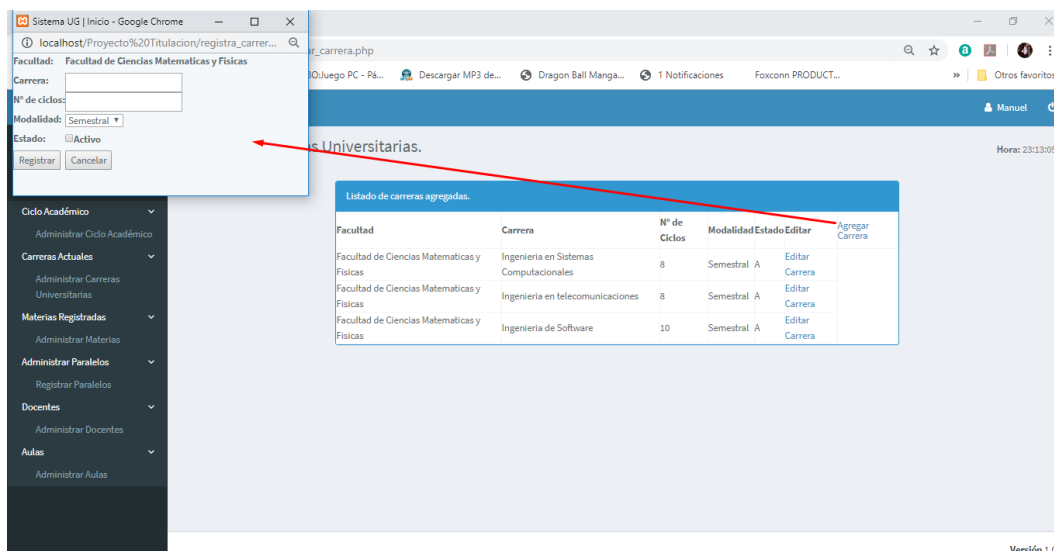


Imagen 8 Agregar carrera

1.4.2 Editar Carrera

Esta pantalla carga la información de la carrera elegida para poder editarla y volver a registrarla en el sistema.

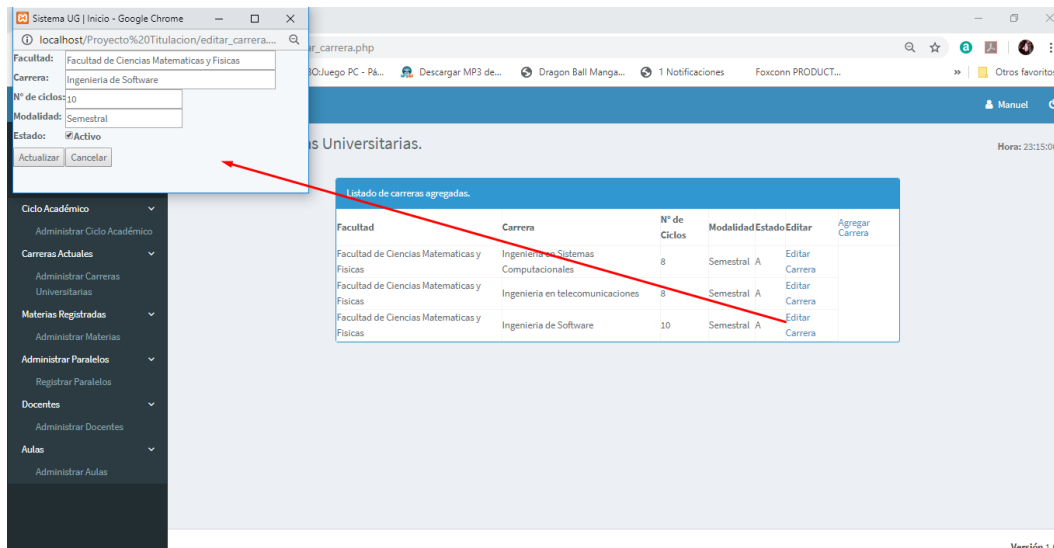


Imagen 9 Editar carrera

1.5 Administrar Asignaturas

En esta pantalla podemos ver un listado de las materias agregadas en el sistema por carrera.

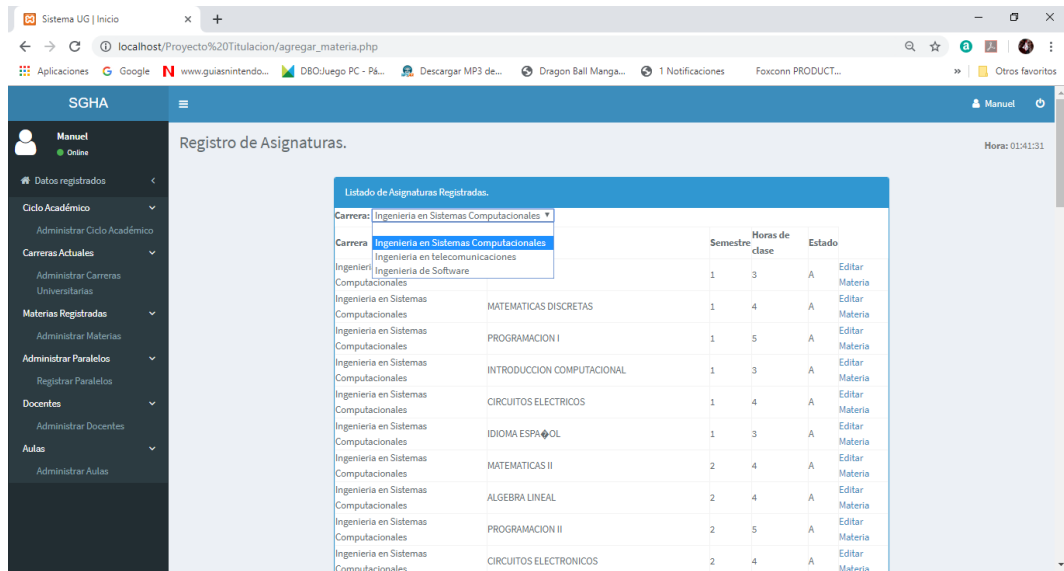


Imagen 10 Menú Asignaturas

1.5.1 Agregar Asignaturas

En esta página podremos llenar los datos necesarios para almacenar una materia en el sistema.

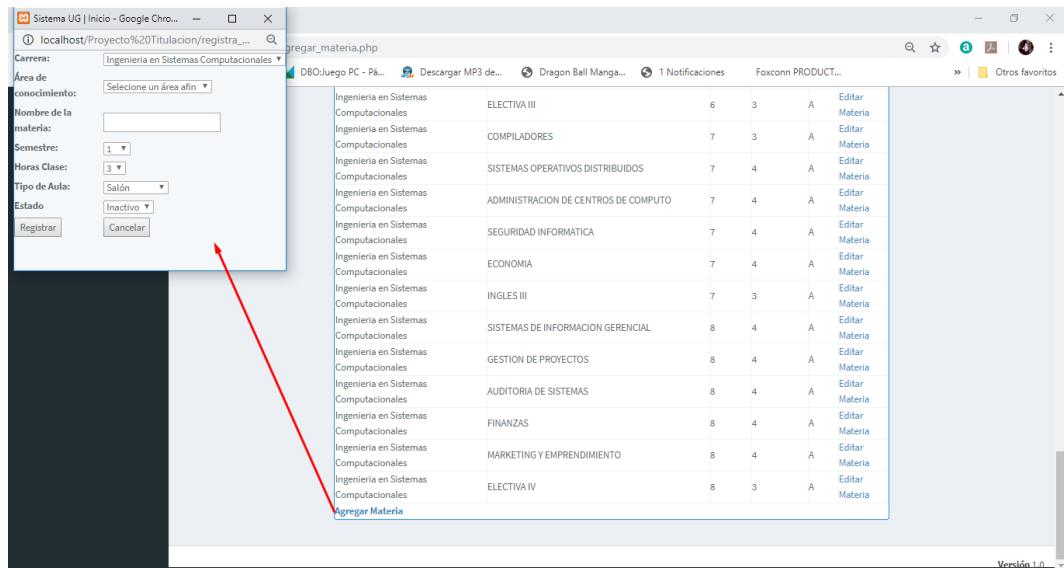


Imagen 11 Agregar asignatura

1.5.2 Editar materia

En esta pantalla se cargará la información de la materia seleccionada para poder editarla y almacenarla nuevamente en la aplicación.

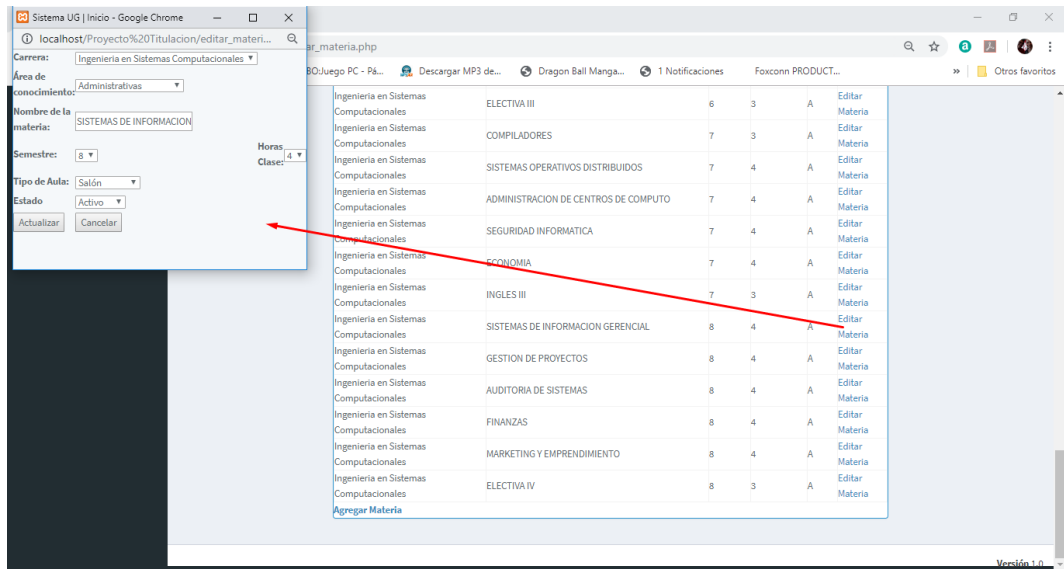


Imagen 12 Editar asignatura

1.6 Registrar Paralelos

En esta pantalla podremos visualizar los paralelos asignados por carrera. Se debe tener en cuenta que el listado se muestra según el ciclo académico actual. Si es un ciclo nuevo no cargará el listado pero si mostrará la opción de registrar paralelos.

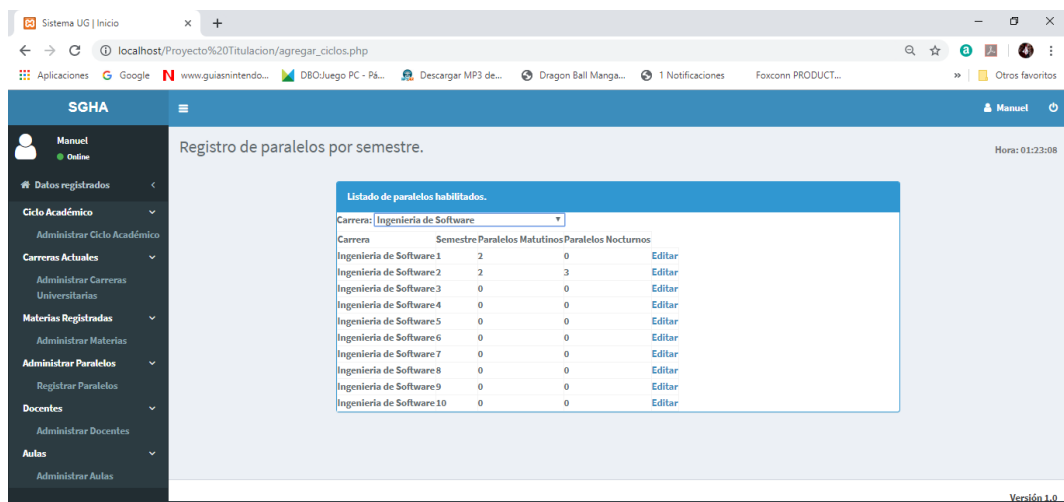


Imagen 13 Menú paralelos

1.6.1 Agregar Paralelos

En esta pantalla podremos ingresar la información necesaria para la aplicación de los paralelos por carrera.

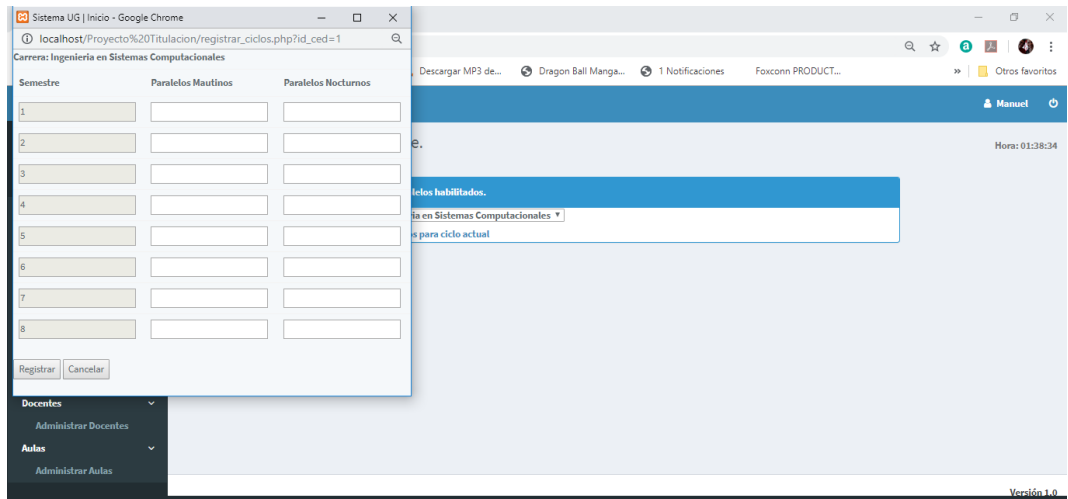


Imagen 14 Agregar paralelos

1.6.2 Editar Paralelos

En esta pantalla cargará la información de los semestres agregados de la carrera seleccionada permitiéndonos cambiar la cantidad de paralelos y grabarlos nuevamente en la aplicación.

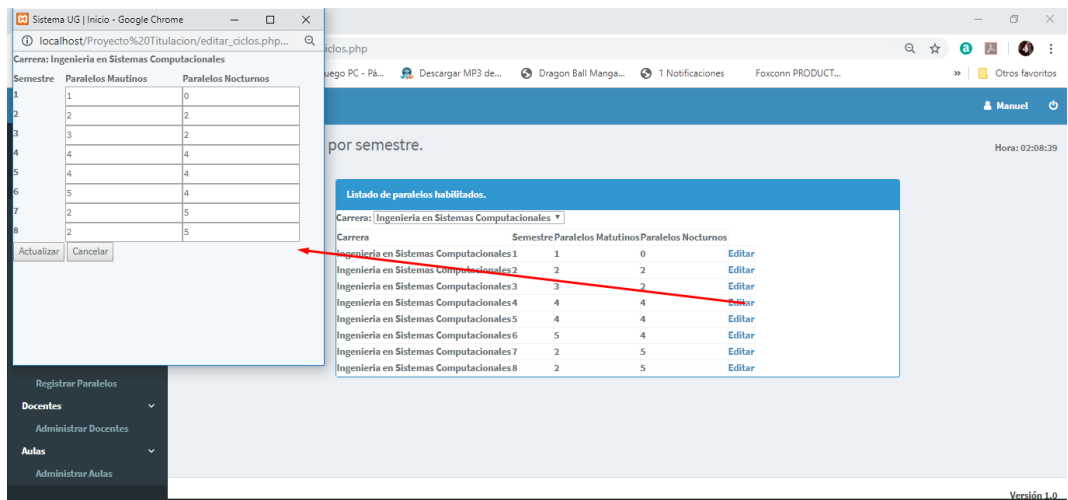


Imagen 15 Editar paralelos

1.7 Registro de docentes.

En esta pantalla podremos observar un listado de los docentes agregados en el sistema.

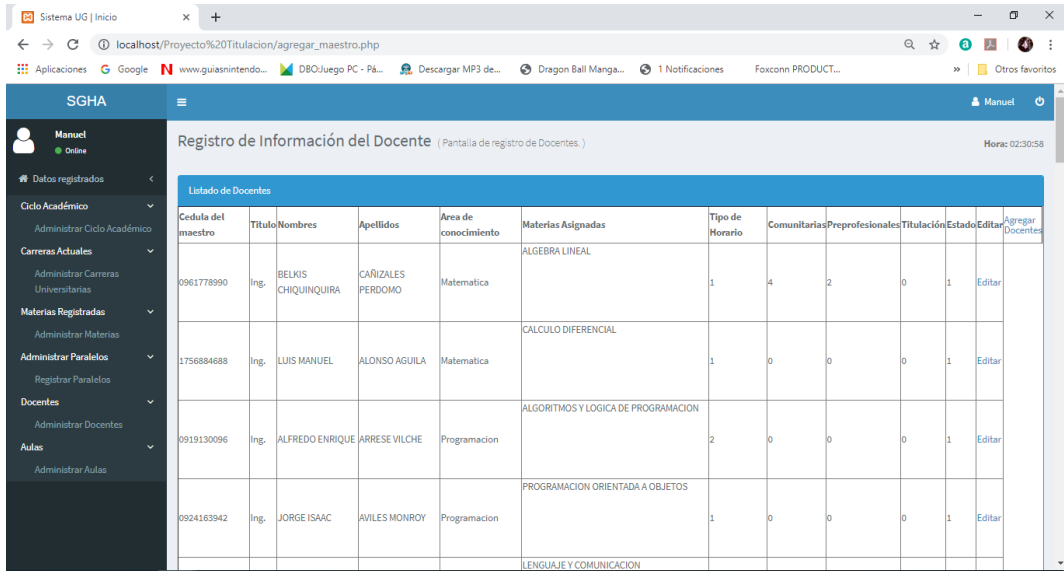


Imagen 16 Menú Docentes

1.7.1 Agregar Docente

En esta pantalla podremos llenar los datos necesarios para registrar un docente en el sistema.

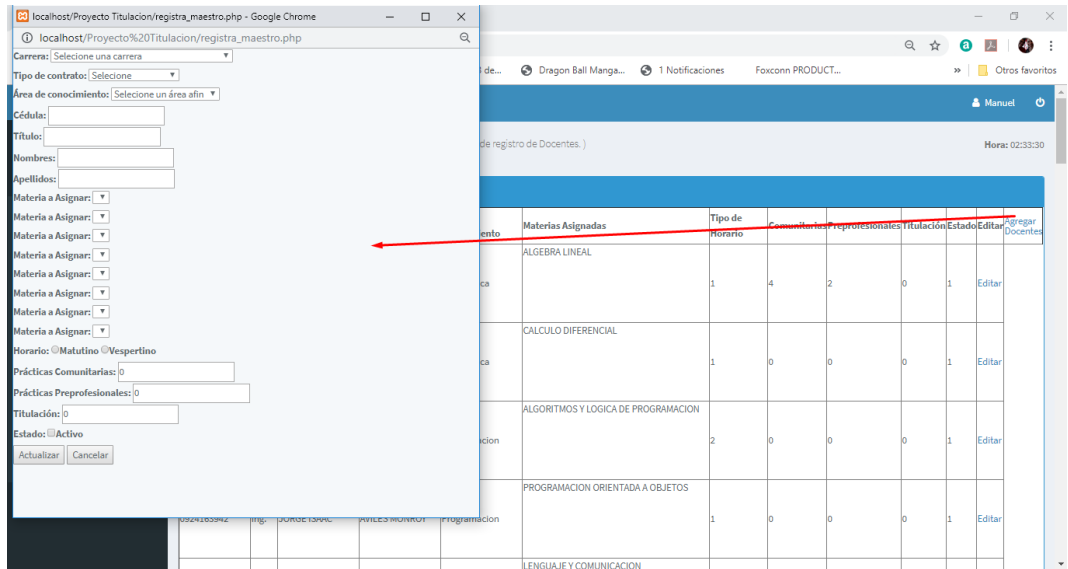


Imagen 17 Agregar docente

1.7.2 Editar Docente

Aquí se cargará la información del docente seleccionado y podremos cambiar esta información para cargarla nuevamente en el sistema.

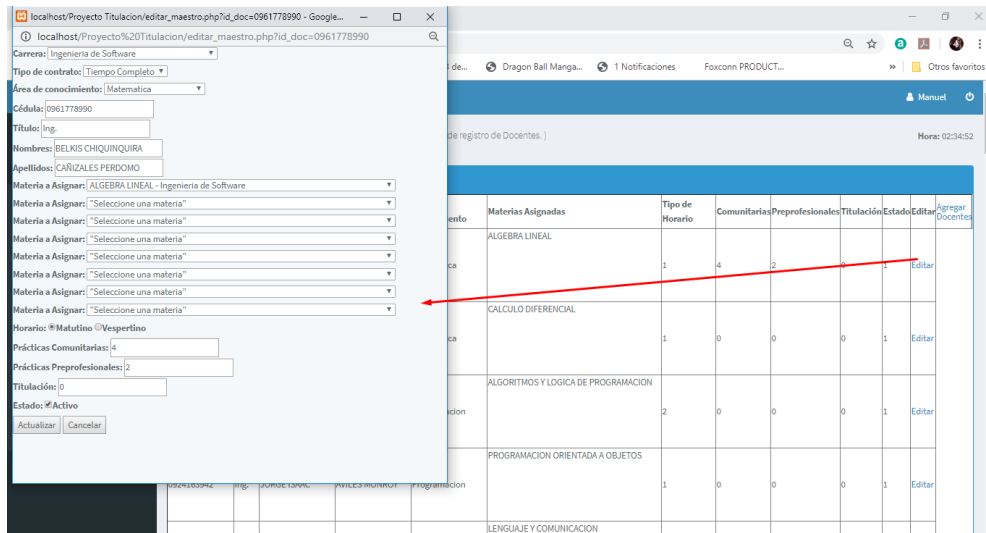


Imagen 18 Editar docente

1.8 Administrar Aulas

En esta pantalla podremos ver un listado de las aulas registradas para su uso en el sistema.

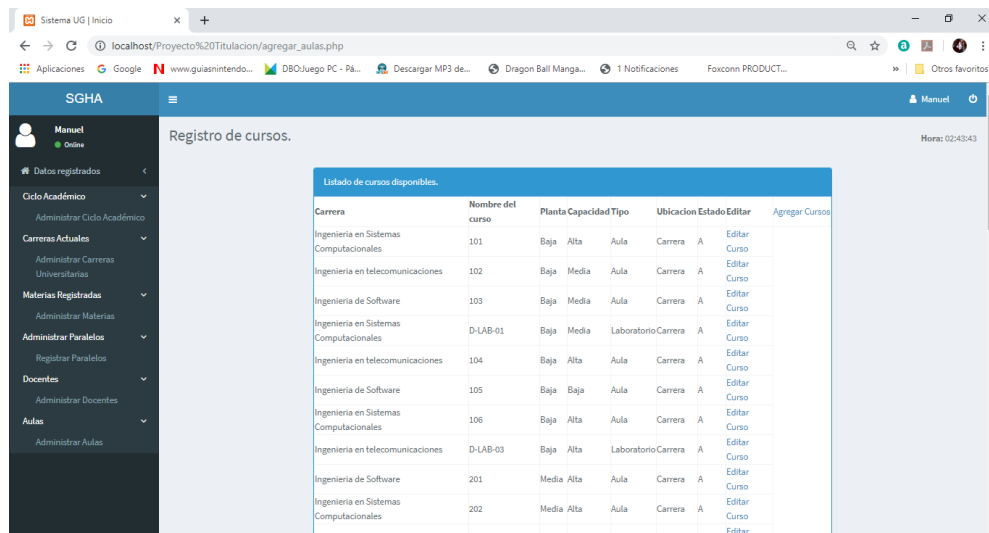


Imagen 19 Administrar aulas

1.8.1 Agregar Aulas

En esta pantalla podremos llenar el formulario con la información necesaria para poder registrar nuevos cursos y que el sistema los pueda utilizar.

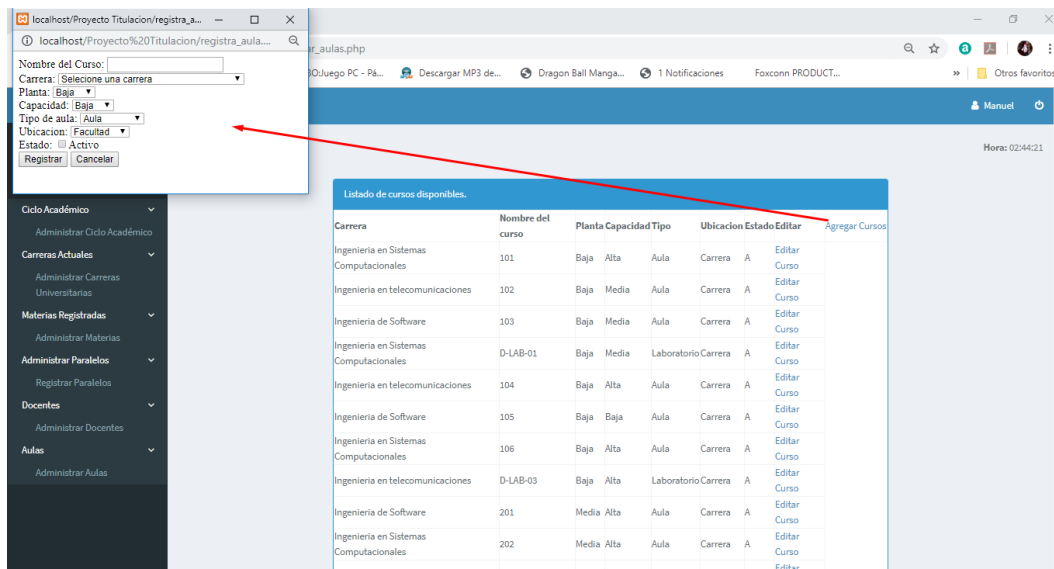


Imagen 20 Agregar aulas

1.8.2 Editar Aulas

En esta página se llenan los datos del formulario con la información del curso seleccionado y nos permite cambiar esta información y almacenarla nuevamente en el aplicativo.

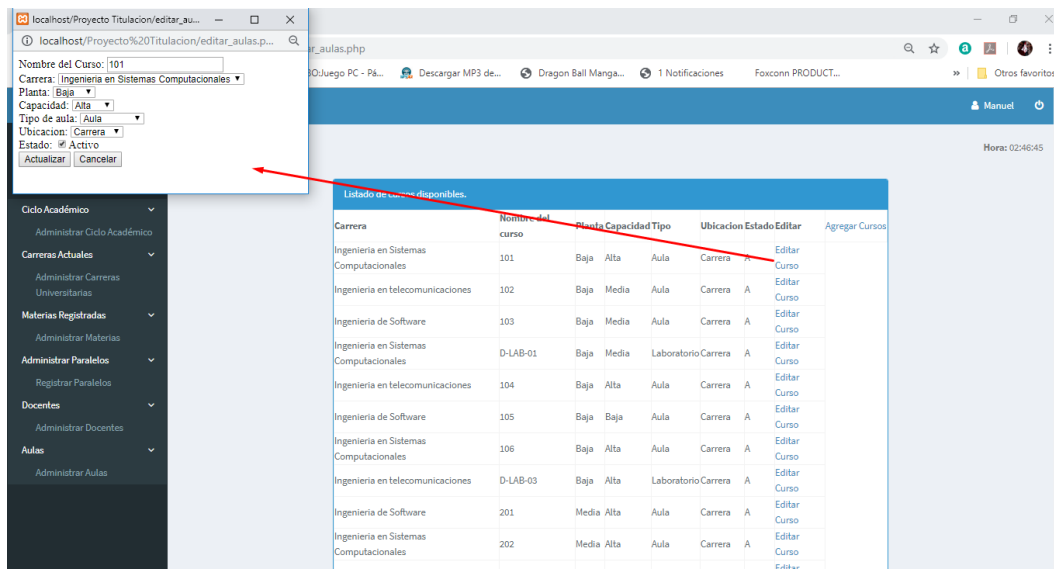


Imagen 21 Editar aulas

Anexo III. Manual técnico

Para proveer del detalle técnico del proyecto, se elaboró este manual técnico, donde se provee la información para dar a conocer de forma específica la lógica utilizada en el desarrollo de las distintas funciones para la generación de los horarios académicos por parte del sistema.

En este manual se detallan las vistas del aplicativo web y el diccionario de datos de los procedimientos almacenados construidos.

VISTAS

Las páginas que conforman el sistema son almacenadas en la ruta `xampp\htdocs\Proyecto Titulacion`:

SIUG.php: Es la vista principal del sistema, la página de inicio o login.

Sistema_UG_Inicio_Directivo.php: Es la página principal de los usuarios con rol "Director".

Sistema_UG_Inicio_Docente.php: Es la página principal de los usuarios con rol "Administrador".

agregar_ciclo_academico.php: En esta página se listan los ciclos académicos registrados en el sistema. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol "Administrador" ya que tiene presente las opciones para agregar o editar ciclos al sistema.

agregar_ciclo_academico_d.php: En esta página se listan los ciclos académicos registrados en el sistema. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol "Director"

agregar_carrera.php: En esta página se listan las carreras universitarias registradas en el sistema. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol "Administrador" ya que tiene presente las opciones para agregar o editar carreras al sistema.

agregar_carrera_d.php: En esta página se listan las carreras universitarias registradas en el sistema.

agregar_materia.php: En esta página se listan las materias registradas en el sistema dependiendo de la carrera que escojamos. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol "Administrador" ya que tiene presente las opciones para agregar o editar materias registradas previamente.

agregar_materia_d.php: En esta página se listan las materias registradas en el sistema dependiendo de la carrera que escojamos.

agregar_ciclos.php: En esta página se lista la cantidad de paralelos registrados en el sistema de cada semestre dependiendo de la carrera que escojamos. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol “Administrador” ya que tiene presente las opciones para agregar o editar materias registradas previamente.

agregar_ciclos.php: En esta página se lista la cantidad de paralelos registrados en el sistema de cada semestre dependiendo de la carrera que escojamos.

agregar_maestro.php: En esta página se muestra una lista de los docentes registrados en el sistema, sus materias registradas, su estado y sus horas de gestión académica. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol “Administrador” ya que tiene presente las opciones para agregar o editar la información de los docentes.

agregar_maestro_d.php: En esta página se muestra una lista de los docentes registrados en el sistema, sus materias registradas, su estado y sus horas de gestión académica.

agregar_aulas.php: En esta página se listan las aulas registrados en el sistema por carrera y ubicación. Esta página solo está disponible para los usuarios con el rol “Administrador” ya que tiene presente las opciones para agregar o editar aulas según se necesite.

agregar_aulas_d.php: En esta página se listan las aulas registrados en el sistema por carrera y ubicación.

lista_usuarios.php: En esta página se listan los usuarios registrados para permitir su acceso al sistema. Esta pantalla está disponible solo para usuarios con perfil de “Director” ya que es el único con el permiso para agregar, editar o eliminar usuarios.

DICCIONARIO DE DATOS.

AREA_CONOCIMIENTO_DOCENTES.- Contiene la información de las áreas de conocimiento que se pueden asignar a cada docente.

COLUMNA	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID_AREA	INT PK	Identificador de registro
NOMBRE_AREA	VARCHAR(45)	Nombre distintivo del área
DESCRIPCION	VARCHAR(100)	Descripción del área

CARRERAS.- Almacena la información de las carreras que se utilizaran en el sistema.

COLUMNA	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID_CARRERAS	INT PK	Identificador de registro
NOMBRE_CARRERA	VARCHAR(100)	Nombre distintivo de la carrera
ID_FACULTAD	INT FK	Campo que relaciona la carrera con la facultad
NUMERO_CICLOS	INT	Cantidad de semestres
MODALIDAD	VARCHAR(70)	Semestral o Anual
ESTADO	VARCHAR(1)	Si está activa o inactiva

CICLO.- Almacena los datos de los ciclos académicos registrados.

COLUMNA	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID_CICLO	INT PK	Identificador de registro
CICLO	VARCHAR(5)	Define si es Ciclo 1 o Ciclo 2
NOMBRE_CICLO	VARCHAR(15)	Identificación del ciclo
ESTADO	VARCHAR(1)	Define si está activa o no

CURSOS.- Contiene la información de los cursos registrados para el sistema.

COLUMNA	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID_CURSO	INT PK	Identificador de registro
ID_CARRERA	INT FK	Relación del curso con su carrera respectiva
NOMBRE_CURSO	VARCHAR(50)	Identificación del curso
PLANTA	VARCHAR(5)	Ubicación si es en planta Alta, Media o Baja.
CAPACIDAD	VARCHAR(25)	La descripción de la cantidad de alumnos que soporta el aula (Alta, Media o Baja).
TIPO	INT	Si es Aula o Laboratorio

UBICACIÓN	VARCHAR(45)	Si está en la Cdla o la Carrera.
ESTADO	VARCHAR(1)	Descripción del área

FACULTAD.- Almacena la información de la facultad en la que se empleará el sistema. Esta relación es necesaria para la identificación de las carreras. Se podrá ingresar mas facultades dependiendo de posibles futuras versiones.

COLUMNA	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID_FACULTAD	INT PK	Identificador de registro
NOMBRE_FACULTAD	VARCHAR(200)	Identificador de la facultad
UBICACION	VARCHAR(45)	Si se encuentra dentro de la cdla o en otro sitio físico
ID_UNIVERSIDAD	INT FK	Relación con la universidad a la que pertenece la Facultad

Anexo IV: Artefactos

Se utilizaron los instrumentos Pila del producto para organizar los entregables del sistema y Pila del Sprint para poder dar seguimiento al cumplimiento y entrega de los avances comprometidos por parte del equipo.

Pila de producto

Este documento fue construido a partir de las historias de usuario que se generaron en la etapa de levantamiento de información y definición de los procesos, se resumen las necesidades de los usuarios en los requerimientos técnicos detallados a continuación.

Pila de producto del proyecto

ID historia usuario	Descripción del requerimiento	Tarea	Sprint	Estado	Horas	Nivel de prioridad	Observaciones
HU1	Como usuario del sistema necesito ingresar al sistema por medio de inicio de sesión y acorde con un perfil específico con la finalidad de manejar opciones acordes con el cargo desempeñado.	Desarrollar un módulo que muestre una pantalla de inicio de sesión donde deberá ingresar el usuario y contraseña asignado.	1	Planificado	8	Baja	Crear dos roles, un administrador y un operador los cuales manejaran la gestión de la información y la generación o no del horario respectivamente.
HU2	Como planificador, necesito crear un nuevo ciclo académico para la carrera, con la intención de definir el inicio de actividades de la planificación.	Desarrollar en el módulo de mantenimiento una pantalla que permita crear un nuevo ciclo y a la vez inhabilitar el ciclo anterior.	1	Planificado	10	Alta	Crear procedimiento almacenado en el cual, al crear un nuevo ciclo académico, automáticamente se cierre el ciclo anterior y quede como histórico.

HU3	Como planificador, necesito administrar las aulas y laboratorios asignados a una carrera, con la finalidad de manejar un inventario real en concordancia con los cambios que se dan.	Desarrollar en el módulo de mantenimiento una pantalla para agregar o eliminar una carrera teniendo en cuenta el ID, nombre y el estado.	1	Planificado	8	Alta	Se asigna a las carreras un atributo llamado "Estado" el cual servirá para definir si la carrera está activa o no, permitiendo conocer las carreras que continúan y las que no.
HU4	Como planificador, necesito crear nuevas mallas para un ciclo académico en específico, así como también deshabilitar mallas según sea el caso, con la misión de actualizar los cambios curriculares que se dan por motivos de diseño.	Desarrollar en el módulo de mantenimiento una pantalla que permita agregar un docente, teniendo en cuenta su área de conocimiento y su disponibilidad (horario de su tipo de contrato).	1	Planificado	10	Alta	Se asigna a los maestros el atributo "Área de conocimiento" el cual hace referencia a su especialidad y así facilita la asignación de materias relacionadas a este atributo.
HU5	Como planificador, necesito crear asignaturas dentro una malla específica, con la finalidad de actualizar cambios que se presentan por cambios de diseño curricular en caso de darse.	Desarrollar en el módulo de mantenimiento de la solución una pantalla para el ingreso de las asignaturas por carreras, teniendo en cuenta la cantidad de horas clases, el código de la asignatura y el área de conocimiento	1	Planificado	10	Alta	Realizar procedimiento almacenado en la base de datos para el ingreso de registros en la tabla asignaturas contemplando los campos requeridos por el usuario.
HU6	Como planificador, necesito crear docentes para un ciclo en específico, para poder ingresar la matriz de contratación acorde con el período en planificación.	Desarrollar en el módulo de mantenimiento una pantalla que permita el ingreso y actualización de datos de las aulas y laboratorios disponibles para cada carrera.	1	Planificado	14	Alta	Al crear aulas y laboratorios se podrá definir su ubicación (Centro o Ciudadela) para saber que aulas son para primer semestre y cuáles serán las aulas de segundo a octavo semestre.
HU7	Como planificador, necesito crear paralelos por cada nivel	Desarrollar en el módulo de mantenimiento una	1		10	Alta	Al seleccionar la carrera se enlistará la cantidad de

	que tiene una carrera en específico, con la finalidad de ingresar la demanda actual presentada.	pantalla para agregar los paralelos por semestre, teniendo en cuenta el ciclo y la carrera.		Planificado			semestres asignados, para de esta manera definir una cantidad de paralelos en horario diurno y nocturno.
HU8	Como Director necesito generar planificación académica para una carrera específica en relación con un ciclo académico, con la finalidad de automatizar el proceso.	Desarrollar un módulo que muestre una pantalla que permita generar archivos xlsx y pdf con información de horarios del ciclo vigente, teniendo en cuenta los semestres y las carreras.	2	Planificado	16	Media	Al director se le asignará el rol de "Operador" el cual una vez haya comprobado que los datos se hayan cargado correctamente por el administrador, podrá generar el horario por el aplicativo y exportarlo según lo vea necesario.
HU9	Como Director necesito visualizar el reporte de horarios de docentes para un ciclo académico en específico, con la finalidad de visualizar la planificación docente.	Desarrollar una opción de reportes en el menú donde se pueda visualizar el horario de clases de los docentes por ciclo académico, este debe contener todo el detalle de horas asignadas, su dedicación, las asignaturas, las aulas o laboratorios asignados	3	Planificado	8	Alta	El reporte deberá estar ordenado alfabéticamente en formato pdf
HU10	Como Director, necesito visualizar el reporte de horarios de clases para un ciclo académico en específico, con el deseo de visualizar la planificación académica.	Desarrollar una opción de reportes en el menú donde se pueda visualizar el horario de clases de los paralelos por ciclo académico, este debe contener todo el detalle de docentes asignados, las	3	Planificado	8	Alta	El reporte deberá estar ordenado de menor ciclo a mayor y luego en orden por paralelos en formato pdf

		asignaturas, las aulas o laboratorios asignados					
--	--	---	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Pila de Sprint

A continuación, se organizaron las tareas en tres Sprints, cada uno de ellos se detallan en tres momentos, planificada, en ejecución y completado, con respecto a sus tareas involucradas y el diagrama de avance de Sprint hasta completar su cierre.

SPRINT 1 – Planificado

INICIO: 01-05-2019

HORAS ESTIMADAS: 36 Hrs

ID	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas
HU1	Como usuario del sistema necesito ingresar al aplicativo por medio de inicio de sesión y acorde con un perfil específico con la finalidad de manejar opciones acordes con el cargo desempeñado.	Se diseña la página de inicio de sesión	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se definen los roles requeridos para el manejo del sistema	Manuel Reyes	Planificado	0,5
		Se definen los permisos que tendrá cada rol	Manuel Reyes	Planificado	0,5
		Se crean los procedimientos en la base de datos para realizar el inicio de sesión	Manuel Reyes	Planificado	4
HU2	Como planificador, necesito crear un nuevo ciclo académico para la carrera, con la intención de definir el inicio de actividades de la planificación.	Se crea en la base de datos tabla para el ciclo académico	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se crea en base el procedimiento para creación del ciclo y des habilitación del ciclo anterior.	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión del ciclo académico	Manuel Reyes	Planificado	1
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	3
HU3	Como planificador, necesito administrar las aulas y laboratorios asignados a una carrera, con la finalidad de manejar un inventario	Se crea en la base de datos tabla para aulas y laboratorios	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de aulas y laboratorios	Manuel Reyes	Planificado	2

	real en concordancia con los cambios que se dan.	Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de aulas y laboratorios	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	2
HU4	Como planificador, necesito crear nuevas mallas para un ciclo académico en específico, así como también deshabilitar mallas según sea el caso, con la misión de actualizar los cambios curriculares que se dan por motivos de diseño.	Se crea en la base de datos tabla para las mallas	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de mallas	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de mallas	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	3

Fuente: Elaboración propia

SPRINT 1 – Finalizado

HORAS REALES: 36 Hrs						Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
INICIO: 01-05-2019 – FIN: 12-05-2019						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ID	Enunciado del item de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs	Hrs
HU1	Como usuario del sistema necesito ingresar al aplicativo por medio de inicio de sesión y acorde con un perfil específico con la finalidad	Se diseña la página de inicio de sesión	Manuel Reyes	Terminado	3	3										
		Se definen los roles requeridos para el manejo del sistema	Manuel Reyes	Terminado	0,5		0,5									

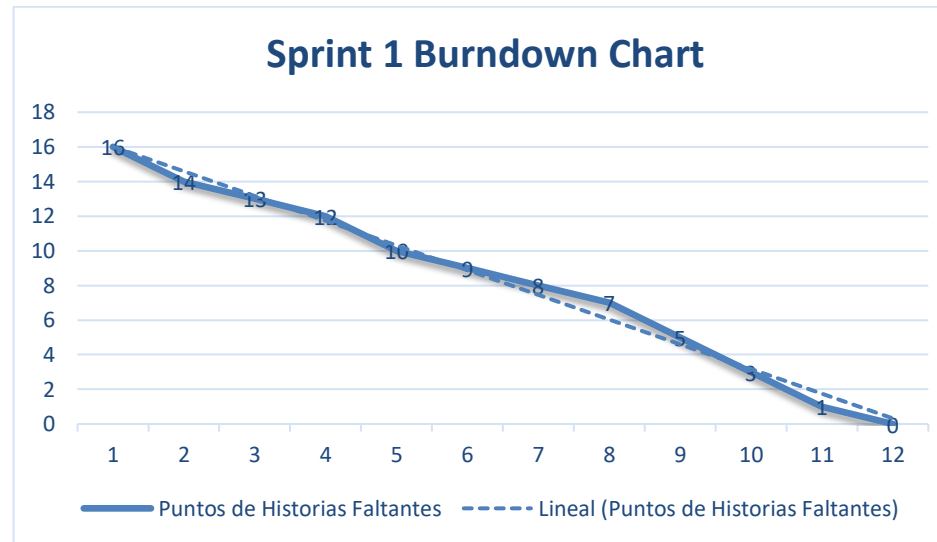
	de manejar opciones acordes con el cargo desempeñado.	Se definen los permisos que tendrá cada rol	Manuel Reyes	Terminado	0,5		0,5									
		Se crean los procedimientos en la base de datos para realizar el inicio de sesión	Manuel Reyes	Terminado	4		3	1								
HU2	Como planificador, necesito crear un nuevo ciclo académico para la carrera, con la intención de definir el inicio de actividades de la planificación.	Se crea en la base de datos tabla para el ciclo académico	Manuel Reyes	Terminado	3			3								
		Se crea en base el procedimiento para creación del ciclo y des habilitación del ciclo anterior.	Manuel Reyes	Terminado	3				3							
		Se crea pantalla con los parámetros para la	Manuel Reyes	Terminado	1					1						

		gestión del ciclo académico															
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	3					2	1						
HU3	Como planificador, necesito administrar las aulas y laboratorios asignados a una carrera, con la finalidad de manejar un inventario real en concordancia con los cambios que se dan.	Se crea en la base de datos tabla para aulas y laboratorios	Manuel Reyes	Terminado	2						2						
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de aulas y laboratorios	Manuel Reyes	Terminado	2							2					
		Se crea pantalla con los	Manuel Reyes	Terminado	2								1	1			

		parámetros para la gestión de aulas y laboratorios																
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	2								2					
HU4	Como planificador, necesito crear nuevas mallas para un ciclo académico en específico, así como también deshabilitar mallas según sea el caso, con la misión de actualizar los cambios curriculares que se dan por motivos de diseño.	Se crea en la base de datos tabla para las mallas	Manuel Reyes	Terminado	2								2					
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de mallas	Manuel Reyes	Terminado	2									1	1			
		Se crea pantalla con los parámetros para la	Manuel Reyes	Terminado	3											3		

		gestión de mallas																
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	3													3

Fuente: Elaboración propia



Sprint 1 Burndown Chart

Fuente: Elaboración propia

SPRINT 2 – Planificado**INICIO: 01-05-2019****HORAS ESTIMADAS: 34 Hrs**

ID	Enunciado del item de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas
HU5	Como planificador, necesito crear asignaturas dentro una malla específica, con la finalidad de actualizar cambios que se presentan por cambios de diseño curricular en caso de darse.	Se crea en la base de datos tabla para las asignaturas	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de asignaturas	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de asignaturas	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	3
HU6	Como planificador, necesito crear docentes para un ciclo en específico, para poder ingresar la matriz de contratación acorde con el período en planificación.	Se crea en la base de datos tabla para docente	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de docente	Manuel Reyes	Planificado	4
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de docente	Manuel Reyes	Planificado	4
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	4
HU7	Como planificador, necesito crear paralelos por cada nivel que tiene una carrera en específico, con la finalidad de ingresar la demanda actual presentada.	Se crea en la base de datos tabla para paralelos	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de paralelos	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de paralelos	Manuel Reyes	Planificado	3
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	3

Fuente: Elaboración propia

SPRINT 2 – Finalizado

HORAS REALES: 34 Hrs

INICIO: 12-05-2019 – FIN 22-05-2019

ID	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	
						Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	
HU 5	Como planificador, necesito crear asignaturas dentro una malla específica, con la finalidad de actualizar cambios que se presentan por cambios de diseño curricular en caso de darse.	Se crea en la base de datos tabla para las asignaturas	Manuel Reyes	Terminado	2	2										
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de asignaturas	Manuel Reyes	Terminado	2		2									
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de asignaturas	Manuel Reyes	Terminado	3		1	2								
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	3			1	2							

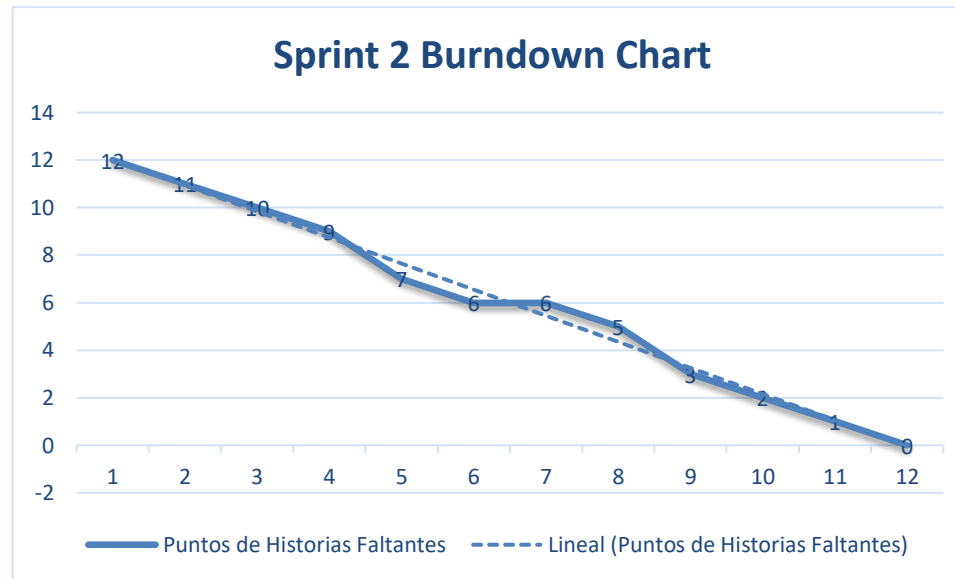
Manuel Fabricio Reyes Wagnio

Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas informáticos

HU 6	Como planificador, necesito crear docentes para un ciclo en específico, para poder ingresar la matriz de contratación acorde con el período en planificación.	Se crea en la base de datos tabla para docente	Manuel Reyes	Terminado	2				1	1					
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de docente	Manuel Reyes	Terminado	4					3	1				
		Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de docente	Manuel Reyes	Terminado	4						2	2			
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	4							2	2		
HU 7	Como planificador, necesito crear paralelos por cada nivel que tiene una carrera en específico, con la finalidad de ingresar la demanda actual presentada.	Se crea en la base de datos tabla para paralelos	Manuel Reyes	Terminado	2								2		
		Se crea en base el procedimiento para actualización, inserción y eliminación de paralelos	Manuel Reyes	Terminado	2										2

Manuel Fabricio Reyes Wagnio	Se crea pantalla con los parámetros para la gestión de paralelos	Manuel Reyes	Terminado	3											1	2
	Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	3												3

Fuente: Elaboración propia



Sprint 2 Burndown Chart

Fuente: Elaboración propia

SPRINT 3 – Planificado

ID	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas
HU8	Como Director necesito generar planificación académica para una carrera específica en relación con un ciclo académico, con la finalidad de automatizar el proceso.	Se crea en la base de datos tablas para almacenar las planificaciones y horarios	Manuel Reyes	Planificado	4
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases	Manuel Reyes	Planificado	4
		Se crea pantalla con los parámetros para la generación de planificación	Manuel Reyes	Planificado	4
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Planificado	4
HU9	Como Director necesito visualizar el reporte de horarios de docentes para un ciclo académico en específico, con la finalidad de visualizar la planificación docente.	Se crea la pantalla donde se visualizará el horario docente que se seleccione	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases según el criterio especificado por usuario	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea pantalla con el formato de reporte en entrevista	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se programan las acciones para exportar reporte en pdf	Manuel Reyes	Planificado	2
HU10	Como Director necesito visualizar el reporte de horarios de clases para un ciclo académico en específico, con el deseo de visualizar la planificación académica.	Se crea la pantalla donde se visualizará el horario docente que se seleccione	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases según el criterio especificado por usuario	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se crea pantalla con el formato de reporte en entrevista	Manuel Reyes	Planificado	2
		Se programan las acciones para exportar reporte en pdf	Manuel Reyes	Planificado	2

Fuente: Elaboración propia

SPRINT 3 – Finalizado

INICIO: 01-05-2019

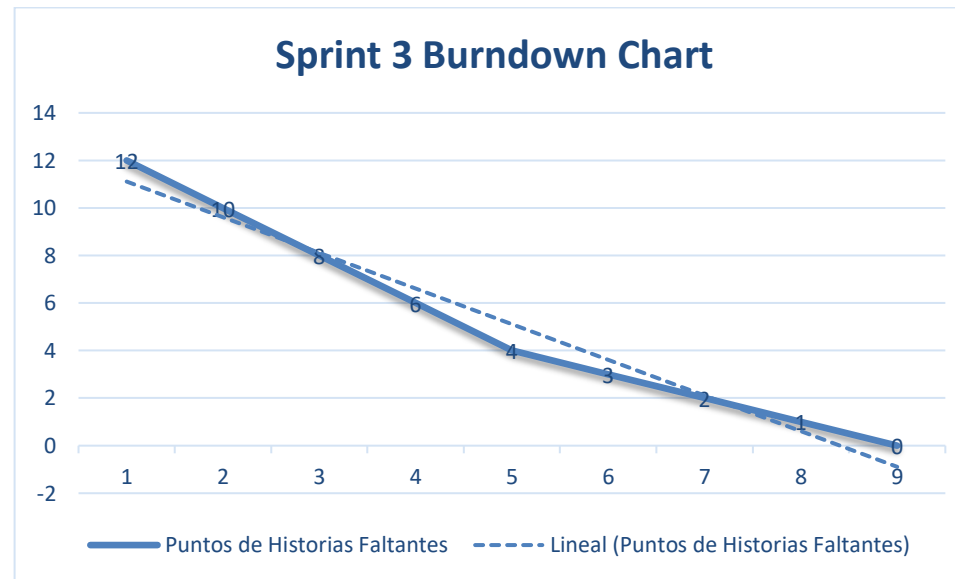
HORAS ESTIMADAS: 32 Hrs

ID	Enunciado del item de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8			
						Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Con s.	Res t.		
HU8	Como Director, necesito generar planificación académica para una carrera específica en relación con un ciclo académico, con la finalidad de automatizar el proceso.	Se crea en la base de datos tablas para almacenar las planificaciones y horarios	Manuel Reyes	Terminado	4	4									0	
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases	Manuel Reyes	Terminado	4		4									0
		Se crea pantalla con los parámetros para la generación de planificación	Manuel Reyes	Terminado	4			4								0
		Se programan las acciones en la pantalla para ejecutar los procedimientos en base	Manuel Reyes	Terminado	4				4							0

HU9	Como Director, necesito visualizar el reporte de horarios de docentes para un ciclo académico en específico, con la finalidad de visualizar la planificación docente.	Se crea la pantalla donde se visualizará el horario docente que se seleccione	Manuel Reyes	Terminado	2				2				0
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases según el criterio especificado por usuario	Manuel Reyes	Terminado	2				2				0
		Se crea pantalla con el formato de reporte en entrevista	Manuel Reyes	Terminado	2					2			0
		Se programan las acciones para exportar reporte en pdf	Manuel Reyes	Terminado	2					2			0
HU10	Como Director necesito visualizar el reporte de horarios de clases para un ciclo académico en específico, con el deseo de visualizar la planificación académica.	Se crea la pantalla donde se visualizará el horario docente que se seleccione	Manuel Reyes	Terminado	2					2			0
		Se crea en base el procedimiento para generación de horarios de clases según el criterio	Manuel Reyes	Planificado	2						2		

	especificado por usuario													
	Se crea pantalla con el formato de reporte en entrevista	Manuel Reyes	Planificado	2								2		0
	Se programan las acciones para exportar reporte en pdf	Manuel Reyes	Planificado	2								2		0

Fuente: Elaboración propia



Sprint 3 Burndown Chart

Fuente: Elaboración propia

