Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Facultad de Ingeniería
Carrera Ingeniería Informática

Sistema Informático para la Gestión de la Escuela de Doctores en la Universidad de Cienfuegos. (SIGED)

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Informático

Autor:
Yasniel Fajardo Egües.

Tutor(es):
Dr. Raúl López Fernández.
MSc. Viviana Toledo Rivero.

Cienfuegos, Cuba
2019

Declaración de autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Departamento de Economía de la Universidad de Cienfuegos y al Departamento de Informática de la Facultad de Informática en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, para que hagan el uso que estimen pertinente con el trabajo de diploma.

Para que así conste firmo (firmamos) la presente a los ____ días del mes de ___ del ___.

	(Si procede)
_____	_____
Nombre completo del primer autor	Nombre completo del segundo autor
	(Si procede)
_____	_____
Nombre completo del primer tutor	Nombre completo del segundo tutor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referente a la temática señalada.

---	---
Firma Tutor	Firma Tutor
---	---
Firma ICT	Firma Vicedecano

Opinión del usuario

El Trabajo de Diploma, titulado <Título del Trabajo de Diploma>, fue realizado en nuestra entidad <Nombre de la Entidad que utilizará el sistema>. Se considera que, en correspondencia con los objetivos trazados, el trabajo realizado nos satisface:

- □ Totalmente
- □ Parcialmente en un ____ %

Los resultados de este Trabajo de Diploma le reportan a nuestra entidad los beneficios siguientes (cuantificar):

_____

_____

_____

_____

_____

Como resultado de la implantación de este trabajo se reporta un efecto económico que asciende a <valor> MN y/o <valor> CUC. (Este valor debe ser REAL, no indica lo que se reportará, sino lo que reporta a la entidad. Puede desglosarse por conceptos, tales como: cuánto cuesta un software análogo en el mercado internacional, valor de los materiales que se ahorran por la existencia del software, valor anual del (de los) salario(s) equivalente al tiempo que se ahorra por la existencia del software).

Y para que así conste, se firma la presente a los __ días del mes de ____ del año ____.

_____ _____

Nombre del representante de la entidad Cargo

_____

Firma Cuño

Opinión del tutor

Título: <Título del trabajo de diploma>

Autor(es): <Nombres y apellidos del autor o los autores>

El(Los) tutor(es) del presente Trabajo de Diploma considera(mos) que durante su ejecución el(los) estudiante(s) mostró(aron) las cualidades que a continuación se detallan.

<El tutor debe expresar cualitativamente su opinión y medir (usando la escala: muy alta, alta, adecuada) entre otras las cualidades siguientes: Independencia, Originalidad, Creatividad, Laboriosidad y Responsabilidad>

<Además, debe evaluar la calidad científico-técnica del trabajo realizado (resultados y documento) y expresar su opinión sobre el valor de los resultados obtenidos (aplicación y beneficios)>.

Por todo lo anteriormente expresado considero que el estudiante está (no) apto para ejercer como Ingeniero Informático; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de <2 – Desaprobado, 3 – Aprobado, 4 – Bien, 5 – Excelente>.

<Si considera que los resultados poseen valor para ser publicados, debe expresarlo también>

Y para que así conste, se firma la presente a los __ días del mes de _____ del año ___.

	(Si procede)
_____	_____
Nombre completo del primer tutor <Grado científico, Categoría docente y/o investigativa>	Nombre completo del segundo tutor <Grado científico, Categoría docente y/o investigativa>

Fecha: _____

Agradecimientos

A Dios por darme la fuerza para hacer varias cosas a la vez.
A mis padres por darme todo cuanto pudieron y por haber luchado tanto por mí.
A mis profesores por haberme brindado todo su apoyo por haber confiado en mí.
A mis amigos que son gente especial y que sé que están en los momentos más difíciles.
A mis compañeros de aula por los momentos de estudio.
A mi tutora por haber estado cuando más los necesite.
A todas las personas que de una forma u otra han contribuido a mi formación como persona y como profesional.
A todos muchas gracias…

Dedicatoria

A mis Padres

A toda mi familia

Resumen

La presente investigación se desarrolló en la Universidad de Cienfuegos con el fin de implementar un sistema informático para el control de la información referente a la Escuela de Doctores. Con este trabajo se pretende mejorar el proceso que se estudia, permitiendo disminuir el uso de tiempo y recursos, así como los errores humanos.
Para el desarrollo de la aplicación informática se utilizó la arquitectura cliente servidor y el patrón Modelo Vista Controlador; se usó el framework Yii2 y como lenguaje de programación del lado del servidor PHP; del lado del cliente se emplearon los lenguajes HTML, CSS, JavaScript y AJAX. El Sistema Gestor de Base de Datos seleccionado fue PostgresSQL, el Proceso Unificado de Desarrollo de Software como metodología de desarrollo de software, Visual Paradigma para UML como herramienta CASE y JetBrains PhpStorm como IDE de desarrollo.

Palabras clave: sistema informático, control de la información, reportes personalizados.

Summary

The present researching was developed in the Universidad of Cienfuegos with the purpose of to implement a computer system for the management of the information treated in The School of Doctors. This software improves the efficiency of the process because of decrease the time needed and avoid the use of redundant data.

The architecture server- client is used joined to partner MVC, the framework Yii2 as language from the side to the server, meanwhile from the side of client is used HTML, CSS, JavaScript y AJAX; like DBMS it is selected PostgresSQL, and JetBrains PhpStorm like IDE of development, between others.

Words key: computer system, control of the information, personalized reports.

Índice

Declaración de autoría....2
Opinión del usuario....3
Opinión del tutor....4
Agradecimientos....5
Dedicatoria....6
Resumen....7
Summary....I
Índice....II
Índice de tablas....VI
Índice de figuras....I
Introducción....3
1 – Fundamentos teóricos....11
1.1 – Introducción....11
1.2 – Descripción del dominio del problema....11
1.3 – Descripción del objeto de estudio....12
1.3.2 - Flujo actual de los procesos y análisis crítico de la ejecución de estos....12
1.4 – Descripción de los sistemas existentes....15
1.5 – Tendencias, metodologías y/o tecnologías actuales....16
1.5.1. Arquitectura del sistema....16
1.5.2. Lenguajes....17
1.5.3. Frameworks....19
1.5.4. Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)....19
1.5.5 Herramientas utilizadas....20
1.6 – Conclusiones....20
2 – Análisis y diseño de la propuesta de solución....21
2.1 – Introducción....21
2.2- Modelo del negocio....21
2.2.1 – Descripción del modelo de negocio....21

2.2.2 – Reglas del negocio a considerar 23
2.2.3 – Modelo de casos de uso del negocio 23
2.2.4 – Actores del negocio 23
2.2.5 – Diagramas de casos de uso del negocio 24
2.2.6 – Trabajadores del negocio 24
2.2.7 – Descripción de los casos de uso del negocio 24
2.2.8 – Diagramas de actividades del negocio 26
2.2.9 – Modelo de objetos del negocio 27
2.3 – Requisitos 28
2.3.1 – Introducción 28
2.3.2 – Concepción general del sistema 28
2.3.4 – Requerimientos no funcionales 30
2.3.5 – Modelo de casos de uso del sistema 33
2.3.6– Actores del sistema 33
2.3.7 Diagramas de casos de uso del sistema 34
2.3.8 – Descripción de los casos de uso del sistema 35
2.4 – Construcción de la solución propuesta 48
2.4.1 – Diagrama de clases del diseño 48
2.4.2 – Diseño de la base de datos 62
2.4.3 – Modelo lógico de datos 62
2.4.4 – Modelo físico de datos 64
2.4.5 – Diagrama de implementación 65
2.4.6 – Principios de diseño 65
2.5 – Conclusiones 67
3 – Estudio de factibilidad y validación de la solución 68
3.1 – Introducción 68
3.2 – Estudio de factibilidad 68
3.2.1 – Planificación por casos de usos 68
3.2.2 - Factor de Peso de los Actores sin Ajustar 68
3.2.3 - Factor de Peso de los Casos de Uso 69
3.2.4 – Cálculo de los puntos de casos de uso ajustados 70

3.2.5 - De los puntos de casos de uso a la estimación del esfuerzo.....74
3.2.6 – Determinación de los costos.....75
3.2.7– Beneficios tangibles e intangibles.....76
3.2.8 – Análisis de costos y beneficios.....76
3.3 – Validación de la solución.....78
3.3.1 Caso de prueba para el caso de uso Autenticarse.....78
3.3.2 Caso de prueba para el caso de uso Matricular.....78
3.3.3 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Curso.....80
3.3.4 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Profesor.....81
3.3.4 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Planes de Trabajo.....82
3.4 – Conclusiones.....83
Conclusiones.....84
Recomendaciones.....85
Referencias bibliográficas.....86
Anexos.....88
Anexo 1 – Descripción de los casos de uso del sistema.....88
Anexo 1.1 - Gestionar perfil.....88
Anexo 1.2 – Autenticarse.....88
Anexo 1.3 - Cerrar sesión.....88
Anexo 1.4 - Gestionar Curos.....89
Anexo 1.5 - Gestionar Profesores.....89
Anexo 1.6 - Gestionar Profesores invitados.....90
Anexo 1.7 –Gestionar evaluaciones.....90
Anexo 1.8 –Gestionar necesidades.....91
Anexo 1.9 –Gestionar planes de trabajo.....91
Anexo 1.10 –Matricular.....92
Anexo 1.11 –Visualizar estudiantes.....92
Anexo 1.12 –Visualizar planes de trabajo.....93
Anexo 1.13 –Visualizar evaluaciones.....93
Anexo 1.14 –Visualizar necesidades.....94
Anexo 1.15 –Listado de estudiante por nivel.....94

Anexo 1.16 –Listado de evaluaciones por estudiante.....95
Anexo 1.17 –Gestionar Profesor-Estudiante.....95
Anexo 1.18 –Cantidad de estudiantes por nivel.....96
Anexo 1.19 –Cantidad de estudiantes graduados por año.....96
Anexo 1.20 –Porciento de estudiantes por nivel.....97

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los actores del negocio 24
Tabla 2. Descripción de los trabajadores del negocio 24
Tabla 3. Descripción del caso de uso del negocio: Cursar doctorado 26
Tabla 5. Descripción del caso de uso de sistema Gestionar perfil 35
Tabla 6: Descripción del caso de uso de sistema Autenticarse 36
Tabla 7: Descripción del caso de uso de sistema cerrar sesión 36
Tabla 8: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Curos 37
Tabla 9: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesores 38
Tabla 10: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesores invitados 39
Tabla 11: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar evaluaciones 40
Tabla 12: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar necesidades 41
Tabla 13: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Planes de trabajo 42
Tabla 14: Descripción del caso de uso de sistema Matricular 43
Tabla 15: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar estudiantes 43
Tabla 16: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar plan de trabajo.....44
Tabla 17: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar evaluaciones 44
Tabla 18: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar necesidades 45
Tabla 19: Descripción del caso de uso de sistema Listado de estudiantes por nivel.....45
Tabla 20: Descripción del caso de uso de sistema Listado de evaluaciones por estudiante. 46
Tabla 21: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesor-Estudiante.....46
Tabla 22: Descripción del caso de uso de sistema Cantidad de estudiantes por nivel...47
Tabla 23: Descripción del caso de uso de sistema Cantidad de estudiantes graduados por año. 47
Tabla 24: Descripción del caso de uso de sistema Porciento de estudiantes por nivel. .48
Tabla 25: Factor de Peso de los Actores sin Ajustar 69
Tabla 26: Factor de Peso de los casos de uso sin ajustar.....69
Tabla 27: Significado, peso y valor de cada factor de complejidad técnica. 71
Tabla 28: Significado, peso y valor de cada factor ambiente.....72

Tabla 29: Cálculo del esfuerzo para cada actividad. 75

Índice de figuras

Ilustración 1:Diagrama de casos de uso 24
Ilustración 2: Diagramas de actividades del caso de uso: Cursar doctorado 27
Ilustración 3: Diagramas de clases del modelo de objetos del negocio 28
Ilustración 4: Diagrama del caso de uso del sistema 34
Ilustración 5.Diagramas de clases Gestionar perfil 48
Ilustración 6. Diagrama de clase del diseño de Autenticarse 49
Ilustración 7.Diagrama de clase del diseño de Cerrar sesión 49
Ilustración 8.Diagrama de clase del diseño de Matricular 50
Ilustración 9. Diagrama de clase del diseño Gestionar curso 51
Ilustración 10. Diagrama de clase del diseño Gestionar profesores 52
Ilustración 11. Diagrama de clase del diseño Gestionar profesores invitados 52
Ilustración 12. Diagrama de clase del diseño Gestionar evaluaciones 53
Ilustración 13. Diagrama de clase del diseño de Gestionar necesidades 54
Ilustración 14. Diagrama de clase del diseño de Gestionar planes de trabajo 55
Ilustración 15. Diagrama de clase del diseño de Visualizar estudiantes 56
Ilustración 16. Diagrama de clase del diseño de Visualizar evaluaciones 56
Ilustración 17. Diagrama de clase del diseño de Visualizar necesidades 57
Ilustración 18. Diagrama de clase del diseño Listar estudiantes por nivel 58
Ilustración 19. Diagrama de clase del diseño Listar evaluaciones por estudiante 58
Ilustración 20: Diagrama de clase del diseño Profesor-Estudiante 59
Ilustración 21: Diagrama de clase del diseño Visualizar plan de trabajo 60
Ilustración 22:Diagrama de clase del diseño Cantidad de estudiantes por nivel 61
Ilustración 23: Diagrama de clase del diseño Cantidad de estudiantes graduados por año 62
Ilustración 24: Diagrama de clase del diseño Porciento de estudiantes por nivel 62
Ilustración 25: Diagramas de clases persistentes 63
Ilustración 26: Diagramas del modelo físico de datos 64
Ilustración 27: Diagrama de implementación 65
Ilustración 28: Caso de prueba para el caso de uso Autenticarse 78

Ilustración 29: Caso de prueba para el caso de uso Matricular 80
Ilustración 30: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Curso.....81
Ilustración 31: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Profesor.....82
Ilustración 32: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Planes de Trabajo 83

Introducción

El doctorado es un grado académico universitario en la mayoría de los países. El Doctorado es el último y preeminente grado académico que confiere una universidad u otra institución autorizada para ello. [1] Quien obtiene este grado es llamado doctor o doctora.

Un estudio realizado en Estados Unidos sobre 3000 graduados de doctorado muestra que alrededor del 57% de los doctores se quedan trabajando en el medio universitario y solamente el 4% van a trabajar a la administración pública. Del resto, 17% van a la industria, especialmente a empresas que realizan actividad de investigación y en algunas áreas. [2]

En Italia y Portugal el término Doctor es usado para el grado universitario, por eso un *laurea magistrale* usa el título "dottore magistrale" y un *laurea triennale* (universidad de tres años) usa el título de "dottore". Aquellos no familiarizados con el sistema universitario italiano o el uso italiano de títulos deberían notar que un "dottore" o "dottoressa" en un contexto italiano o portugués no implica necesariamente la obtención de un doctorado de investigación. [3] En estos países existen varios tipos de doctorado: doctorado en investigación, doctorado superior, doctorado profesional entre otros.

Para obtener un doctorado en investigación es necesario defender una tesis basada en investigación original. [4]Dicha investigación suele desarrollarse en un período de tiempo comprendido entre tres y seis años, dependiendo del país.

En cuanto a los doctorados superiores, se utiliza el término **"**Habilitand**"**, como formal para *"Dr. habil"*, y se refiere al doctor que hace una tesis para ser profesor en Alemania y en otros países (*"Dr. Docent"*). Los doctorados superiores son frecuentemente también otorgados *honoris causa*, cuando una universidad desea reconocer formalmente contribuciones y logros a un campo en particular; es otorgado principalmente como una distinción a una personalidad reconocida. Cuando una universidad desea formalmente reconocer una contribución individual para un campo

particular o esfuerzo filantrópico, puede ser que se escoja para conceder un grado doctoral *honoris causa* (i.e., "por el bien del honor"), y entonces la universidad omite los usuales requerimientos formales para el otorgamiento del grado.

Los doctorados profesionales son otorgados en ciertos campos donde la investigación de la escolaridad está cercanamente alineada con una particular profesión, tal como en leyes, medicina, o psicología. Los doctorados profesionales se originaron en los Estados Unidos de América, con la introducción del MD (del latín "Medicine Doctor") en la *Columbia University* en 1767, [5] casi 100 años antes de que un doctorado en investigación - es decir, un PhD (Philosophiae Doctor). - fuera otorgado en ese país, en Yale en 1861. [6] El J.D. o Juris Doctor fue introducido en 1870, justo después del Ph.D. [7]

El término *Doctorado Profesional* es usado para investigadores con un enfoque en investigación aplicada, o investigación aplicada para propósitos profesionales.[8] Entre Otros, estos incluyen grados de Doctor en Administración de Negocios, Doctor en Liderazgo Estratégico, Doctor en Administración Pública, Doctor en Estudios Bíblicos (D.B.S.), Doctor en Leyes y Policía, Doctor en Terapia Ocupacional, Doctor en Teología Práctica,[9] Doctor en Estudios Profesionales, Doctor en Construcción Ambiental,[10] y algunos otros en varios campos en específico.

Una extrema rareza entre grados, el Grado Profesoral (en inglés *Profesoral degree*). En tiempos modernos, el *status* de profesor es recibido como un reconocimiento a la excelencia académica, equivalente a un doctorado honorario, pero este no es un grado. Sin embargo, en tiempos pasados, Profesor fue algunas veces otorgado como grado.

En Cuba la formación doctoral ha sido un desafío para satisfacer necesidades de la humanidad, garantizando una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizajes durante toda la vida para todos, a través de cursos, entrenamientos, diplomados, maestrías, especialidades y en particular, doctorados. [11]. El objetivo de la formación doctoral es lograr potencial humano de alta calificación y la generación de nuevos conocimientos, garantizando el desarrollo de las universidades y

la educación en general, sus recursos humanos e infraestructura. Para el logro del objetivo, se diseñan programas de estudio y se potencia el otorgamiento de becas de formación de estudios avanzados, tanto en Cuba como en el exterior, fundamentalmente para jóvenes talentos en las universidades e institutos tecnológicos, así como en entidades de ciencia, tecnología e innovación, que respondan a requerimientos de introducción de tecnologías de avanzada, en correspondencia con las demandas del desarrollo económico y social. Ejemplos de universidades con programas doctorales son la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría donde se ofertan programas como Ciencias de la Ingeniería de los Procesos Químicos, Biotecnológicos y Alimentarios[12]. Otras universidades como por ejemplo La Universidad de las Ciencias Informáticas la que convoca a profesionales del país interesados en desarrollar estudios de doctorado, a solicitar su matrícula en el Programa de Doctorado en Informática. Este programa contribuye a la formación de investigadores con un profundo conocimiento y dominio científico en diferentes áreas de la Informática. El programa de doctorado en Informática está Acreditado de Excelencia por la Junta de Acreditación Nacional.[13] También en la Universidad de Holguín hay programas tales como: Doctorado Colaborativo en Administración y Economía de Empresas, Doctorado Curricular Colaborativo en Ciencias de la Cultura Física, Doctorado Curricular en Ingeniería Mecánica, Doctorado Curricular Colaborativo en Ingeniería Industrial, Doctorado Tutelar.[14] Además existen otros programas de doctorado correspondientes al área de

la salud como es Programa Doctoral en Ciencias de la Enfermería en la Facultad de Enfermería UCMH, y otros como Doctorado en Ciencias de la Salud.[15]

La Universidad de Cienfuegos con un colectivo altamente comprometido con la Revolución, tiene como objetivo garantizar la formación integral y la superación continua de los profesionales revolucionarios que demanda la sociedad desde el contexto cienfueguero con calidad y pertinencia priorizando la ciencia, la tecnología y la innovación en los sectores que tengan mayor y más inmediato impacto en el desarrollo económico y social y en el bienestar de la población, teniendo en cuenta las características del territorio. Lo anterior, sin descuidar las ciencias básicas, como garantía del desarrollo científico del país.

La Escuela de Doctores de la Universidad de Cienfuegos, inaugurada en el 2013 se define como una "estrategia de la Universidad de Cienfuegos para incrementar el nivel académico y científico de sus profesores", con el propósito de "incrementar las defensas doctorales buscando satisfacer las necesidades de las distintas áreas del conocimiento, las prioridades de los lineamientos del VI Congreso, los objetivos del Partido y las necesidades de contar con claustro revolucionario y de excelencia, capaz de gestionar eficiente y eficazmente los procesos sustantivos de la educación superior".[16]

La escuela desde su fundación en el 2013, ha potenciado la defensa de 54 doctores. [17]

Las fuentes de ingreso a la escuela pueden ser:[16]

- Profesores inscritos en programas de otros CES, de la UCF u otros con posibilidades reales, demostradas por su desempeño como docente y en las actividades asociadas a proyectos de I+D+i, que son seleccionados por sus facultades.
- Profesores con planes de desarrollo individual, que incluyen su formación doctoral al breve plazo, que no están inscritos en programas, que se encuentran con necesidades concretas a cumplimentar para aspirar a ello, con posibilidades reales, demostradas por su desempeño como docente y en las actividades de I+D+i, seleccionados por sus facultades o áreas de trabajo.

- Seleccionados a partir de otras decisiones expresas de la dirección universitaria, entre ellos profesores jóvenes con perspectivas excepcionales de integrarse a un proceso de formación (jóvenes talento).

El primer paso para matricular en la escuela es el llenado de una solicitud a título personal. Los interesados en matricular pueden hacerlo en uno de los cuatro niveles existentes: niveles I, II, III, IV. El nivel al que se aspira depende de los requisitos que cumpla el aspirante.

Cuando un aspirante es aceptado en cualquiera de los niveles, supone la asignación de un colectivo de profesores que le atienden. El aspirante confecciona de conjunto con sus profesores un plan de trabajo mensual, que finalizado el período es objeto de revisión –con un resultado cualitativo-, pero que es chequeado de forma semanal. Esta evaluación es confeccionada por el profesor asignado y contiene en forma de párrafos, un listado de lo cumplido por el aspirante en el período más una evaluación final, que queda expresada en Excelente, Bien, Regular o Mal. La evaluación es un indicador de si el aspirante avanza o no. En cada nivel un aspirante pasa como promedio 6 meses, y si avanza sistemáticamente, puede pasar el nivel siguiente. Algunos niveles suponen la liberación total o parcial del aspirante del resto de sus tareas en el departamento origen, otros no.

El área a la que pertenece el aspirante, recibirá mensualmente la evaluación del trabajo desarrollado por el aspirante, y puede decidir, a partir de los resultados alcanzados, la interrupción de su permanencia en la escuela, cuando los mismos no sean satisfactorios.

Cada aspirante confecciona anexo al plan de trabajo, un plan de necesidades, que pueden estar expresadas en insumos –hojas, tóner, scanner, auto para viaje, dieta durante el viaje-, que se discute en la presentación del plan de trabajo, con vistas a su cumplimiento por parte de la Escuela de Doctores. El coordinador de la escuela es el encargado de la gestión de estas necesidades.

La secretaria es la encargada de gestionar y salvaguardar todos los documentos, desde que el estudiante presenta su solicitud de matrícula hasta que se realiza el proceso de defensa. Para ello debe almacenar en diferentes carpetas la información referente a cada parte del proceso, y estar pendiente de la llegada en tiempo de las evaluaciones de los profesores, que normalmente son un texto que caracteriza a cada uno de los estudiantes durante todos los meses de nivel en que se encuentra.

Este proceso resulta lento, genera una gran cantidad de papel, cada estudiante confecciona el plan de trabajo según su parecer, y cada profesor emite las evaluaciones también a su gusto y estilo personal, sin que exista una forma estándar para la generación de estos documentos. Todo el proceso es llevado a mano, y posteriormente la secretaria organiza la información en documentos Word y/o tablas en Excel cuando se trata de resúmenes estadísticos que la dirección de la Universidad solicita con regularidad.

En conclusión, el proceso de gestión de información en la escuela de doctores resulta engorroso. Es un proceso manual que involucra gran cantidad de información y variedad de personas, por lo que con frecuencia la información solicitada por instancias superiores se demora o no llega a su destino, no existe una forma estándar de generar la información, y con facilidad se introducen errores. Lo planteado permite afirmar que la gestión de información en la Escuela de Doctores no es eficiente. Por todo lo anterior, se define como **problema**: ¿Cómo lograr eficiencia en la gestión de información en la Escuela de Doctores?

Objeto de estudio

El proceso de gestión de información en la Escuela de Doctores en la Universidad de Cienfuegos.

Campo de acción

La informatización del proceso de gestión de información en la Escuela de Doctores en la Universidad de Cienfuegos.

Se define como **idea a defender**:

El desarrollo de un sistema informático para la gestión de información en la Escuela de Doctores permitirá lograr eficiencia en la gestión y facilitará la generación de informes.

Para darle solución al problema planteado se define el siguiente **Objetivo General**: El desarrollo de un sistema informático vía interfaz web para la gestión de información en la Escuela de Doctores.

Del cual se derivan los siguientes **Objetivos Específicos**:

- Analizar el funcionamiento de la Escuela de Doctores en la Universidad de Cienfuegos.
- Diseñar el sistema que permita la gestión eficiente de la información.
- Implementar el sistema.
- Validar el sistema implementado a partir de pruebas funcionales.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos se plantean las siguientes **tareas a desarrollar**:

- Entrevista a trabajadores de La Escuela de Doctores
- Búsqueda de sistemas informáticos existentes nacionales e internacionales vinculados al campo de acción.
- Estudio y selección de tecnologías, lenguajes, herramientas y metodologías actuales.
- Modelado de la Base de Datos (BD) y de la interfaz gráfica.
- Desarrollo de la aplicación informática según las etapas planificadas.
- Confección de la documentación de la aplicación.
- Determinación de la factibilidad del sistema propuesto.
- Aplicación de los casos de pruebas funcionales.

El desarrollo de las tareas antes mencionadas se logrará con el uso de los siguientes **métodos científicos**:

- Analítico y sintético: que posibilita estudiar cada proceso por separado para descubrir posibles deficiencias, mientras que la síntesis permite conocer la

relación existente entre dichos procesos y resumir la información verdaderamente útil para el desarrollo de la presente investigación.

- Modelación: La modelación que permite crear una representación o modelo de la realidad.
- Observación y Entrevistas: La entrevista empleada para obtener información confiable del funcionamiento del proceso de gestión de información en la Escuela de Doctores.

El **aporte práctico** de esta investigación está dado por un sistema informático para facilitar la gestión de la información de La Escuela de Doctores en La Universidad de Cienfuegos.

La presente investigación se compone de tres capítulos como se detalla a continuación:

Capítulo 1 – Fundamentación Teórica:

En este capítulo se describen los conceptos asociados al dominio del problema se realiza un análisis del objeto de estudio, se exponen las tendencias, metodologías y/o tecnologías actuales seleccionadas para ser empleadas en la confección de la solución propuesta.

Capítulo 2 – Descripción y construcción de la solución propuesta

Este capítulo agrupa las características y particularidades del modelo de negocio para lograr un entendimiento común entre el cliente y el equipo de desarrollo sobre el funcionamiento del proceso productivo. Se delimitan los requisitos funcionales y no funcionales, ajustando la propuesta de solución a partir de los casos de uso del sistema. Se generan los artefactos productos de los flujos de trabajo negocio, diseño e implementación.

Capítulo 3 – Análisis de factibilidad y validación de la solución propuesta

Este capítulo utiliza la planificación basada en Casos de Uso para realizar la estimación, logrando con esto, determinar la factibilidad del producto de software que se desarrolla. También se determina el tiempo necesario para el desarrollo del sistema, así como los costos vinculados al mismo. Para validar la solución propuesta se utiliza casos de pruebas funcionales.

1 – Fundamentos teóricos
1.1 – Introducción

En este capítulo se describen los aspectos teóricos y se definen los principales conceptos asociados a esta investigación, junto con la descripción del flujo actual del proceso de la escuela de doctores. Se mencionan, junto con una breve descripción, los sistemas existentes, en el ámbito mundial, relacionados con la problemática y las metodologías, herramientas y lenguajes a utilizar para el desarrollo de la solución.

1.2 – Descripción del dominio del problema

Para lograr un correcto entendimiento del problema resulta necesario conocer algunos conceptos cómo los que se muestran a continuación:

Matrícula:

Por matrícula (del latín *mater*) se entiende por lo general un registro de determinados datos personales en un archivo con objeto de formar parte de alguna institución educativa. En las escuelas, institutos, universidades y otros centros, la matrícula suele consistir en la mayor parte de los casos en la cumplimentación de los formularios correspondientes y la aportación de la documentación adecuada. Las hojas de formulario se suelen encontrar en las secretarías de los centros de enseñanza. Allí se recogen y se entregan durante el periodo de matrícula. Este tiene lugar un tiempo antes del comienzo de las clases para que la administración del centro tenga tiempo de procesar los datos y organizar la información sobre los nuevos y viejos alumnos. En los formularios de matriculación se encuentran campos que pueden abarcar desde las informaciones más básicas sobre una persona: el *Nombre*, los *Apellidos* o la *Fecha de Nacimiento* hasta detalles que solamente algunos han de rellenar como el *Número de becas recibidas* o las preferencias en la elección de asignaturas (no disponible en educación primaria).

Posgrado:

Se llaman estudios de posgrado o postgrado a los estudios universitarios posteriores al título de grado y comprenden cursos de posgrado, diplomados, especializaciones, estudios de maestría y doctorado. Además de los estudios propiamente dichos, se puede incluir a la investigación postdoctoral y a los cursos de especialización dentro de

este ámbito académico. Se trata de un nivel educativo que forma parte del tipo superior. Tienen como antecedente obligatorio los estudios de pregrado, y solo se puede acceder a ellos tras la obtención del grado.

1.3 – Descripción del objeto de estudio

1.3.2 - Flujo actual de los procesos y análisis crítico de la ejecución de estos

La Escuela de Doctores de la Universidad de Cienfuegos, inaugurada en el 2013 se define como una “estrategia de la Universidad de Cienfuegos para incrementar el nivel académico y científico de sus profesores”, con el propósito de “incrementar las defensas doctorales buscando satisfacer las necesidades de las distintas áreas del conocimiento, las prioridades de los lineamientos del VI Congreso, los objetivos del Partido y las

necesidades de contar con claustro revolucionario y de excelencia, capaz de gestionar eficiente y eficazmente los procesos sustantivos de la educación superior".[16]

En la escuela de Doctores de la Universidad de Cienfuegos, el proceso comienza cuando un alumno quiere matricular, para ello lo primero que debe hacer es solicitar la planilla de matrícula, la secretaria entrega una planilla para su llenado. Esta solicitud debidamente rellenada es analizada por el director de la Escuela aprobándose o no la solicitud recibida, y en caso de aprobación, se determina el nivel a matricular.

Existen cuatro niveles de matrícula, que se denominan nivel I II, III y IV respectivamente. La planilla incluye los siguientes datos: Nombre y apellidos, currículo, edad, sexo, teléfonos, correo, categoría docente, categoría científica, facultad, departamento, nombre y apellidos del jefe de departamento y su correo, departamento autorizado al que está adscripto, nombre del coordinador del programa de doctorado y su correo, teléfonos del departamento autorizado o del coordinador, nombre y apellidos del tutor o tutores y sus correos, año de aprobación de su tema CITMA, nivel al que solicita su afiliación, argumentos que avalan la solicitud del nivel al que aspiran afiliarse según los requisitos de ingreso de cada nivel expuesto en la convocatoria, nacionalidad, título del tema y evidencia del centro autorizado al pase del nivel superior.

Las planillas son archivadas una vez aceptada la solitud de matrícula, y este proceso se repite cada vez que un alumno pretende ingresar a un nivel.

Una vez aceptado en la escuela, cada alumno de la escuela de doctores debe hacer un plan de trabajo mensual, que entregar al profesor responsable del nivel en que se encuentra matriculado. Este plan se realiza del 28 al 3 de cada mes y es revisado y aprobado tanto por el profesor responsable como por el director.

Este plan de trabajo consiste en un listado de las tareas a realizar por el aspirante durante el mes, cada tarea se corresponde con los requisitos y objetivos del nivel en que se encuentra el aspirante. Adicionalmente incluye la solicitud de recursos necesarios, caso de existir. Por ejemplo, si un mes el aspirante debe encontrar a su tutor, profesor de la Universidad de la Habana, entonces debe incluir en el plan de trabajo la solicitud del transporte en el período a realizar el viaje. El director de la escuela cuando revisa el plan para su aprobación, incluye cada recurso solicitado en un plan de necesidades para

gestionar el recurso. Adicionalmente se registra los recursos facilitados por la escuela para contabilizar los gastos, por meses y años, en este concepto.

Cada alumno cuenta con un profesor que lo apoya en su tránsito por el nivel en que se encuentra matriculado, que se encarga de controlar y evaluar el cumplimiento del plan de trabajo mensual, llevando un registro para cada alumno. Cada semana tienen un encuentro personal donde se chequean los avances en el cumplimiento del plan y cada mes el profesor emite un informe sobre el cumplimiento de las tareas, y una evaluación cualitativa (Bien, Regular, Mal). Una vez al mes, ocurre un encuentro con todos los matriculados en el nivel y todos los profesores colaboradores, en un espacio físico, donde el alumno expone lo realizado durante el mes frente a todos sus colegas de nivel.

Este proceso se repite cada mes y finalizado el nivel se emite una evaluación general –semestral-, que en esencia determina si un estudiante avanza o no. Esta evaluación es el criterio de decisión principal para que los jefes de departamento de los aspirantes, decidan o no, la liberación parcial o total, según el nivel en que se encuentre el estudiante, para continuar al nivel siguiente.

Todo este proceso, se realiza actualmente de forma manual, generando gran cantidad de documentos, en forma de planillas de matrícula, planes de trabajo mensuales de los alumnos, evaluaciones mensuales de los profesores, listado de necesidades –recursos-mensuales, cronogramas de plan de trabajo, etc. Adicionalmente las autoridades de la UCf solicitan al director y/o secretaria de la escuela de Doctores un conjunto de informes con resultados de períodos, y/o resúmenes estadísticos de los diferentes momentos de la escuela.

Estos documentos se generan en varias copias, con fines de archivar en la escuela y para los interesados, por ejemplo, el estudiante al elaborar su plan de trabajo, entrega una copia a la escuela, una al profesor coordinador y otra para sí mismo, provocando gasto de recursos e información redundante. Y esto se repite para los informes de evaluación, los listados de necesidades, etc.

Adicionalmente es difícil la generación de informes a partir de estos archivos, y la realización de búsquedas de información en un momento concreto, la obtención de diferentes estadísticas y el filtrado por diferentes conceptos.

Por tal motivo se solicita la informatización de todo el proceso.

1.4 – Descripción de los sistemas existentes

En el mundo existen recursos automatizados para facilitar que los interesados puedan acceder a los programas que se ofertan con fines de estudios doctorales. Ejemplo de ello son los siguientes:

Escuela Internacional de doctorado (UNED):

UNED es una aplicación orientada a publicaciones tales como los programas de doctorado, tesis de doctorados y algunos trámites como son las matricula, y otros. Además es privativo.[18]

Universidad Autónoma de Madrid (UAM):

UAM es una aplicación que facilita información de los programas de doctorados, tesis, estudiantes de doctorados, cursos y seminarios, noticias e información de la Escuela de Doctorado en UAM.[19]

Escuela de Doctorado en la Universidad de Zaragoza:

EDUZ también es una web informativa que brinda información de los programas doctorales que ofrece esta universidad, además de ser privativo.[20]

MDe Escuela de Máster y Doctorado:

Es una página de una web intranet en la Universidad del País Vasco que de igual forma solo brinda informaciones académicas, gestión de titulaciones, información de los

programas de doctorados como son las ofertas, preinscripción, admisión y matrícula, becas y otras.[21]

Instituto de Estudios de Postgrado Universidad de Córdoba:

Web orientada a visualizar información del tipo: programas doctorales, información de los másteres, estudiantes graduados, las tesis de doctorado, convocatorias, becas, premios, matrículas, doctores por honoris causa, etc.[22]

Universidad de Granada:

En la Universidad de Granada se usa un software privativo, que brinda un listado de Programas Oficiales de Doctorado impartidos en la universidad de Granada. Cada programa de doctorado tiene su propia web informativa, donde se podrá localizar la información desde el punto de vista de ese doctorado en concreto.[23]

Las herramientas mencionadas son por lo general, páginas Web que brindan información particular de los estudios doctorales correspondientes al centro donde son desarrolladas, digamos, por ejemplo: convocatorias para los interesados, fechas importantes de inicio y fin de los estudios, documentos a presentar, etc., y solo en algunos casos se gestiona someramente el proceso de matrícula.

Ninguna de estas herramientas es aplicable a la Escuela de Doctores en la UCf, y son en su totalidad privativos. Lo anterior avala la necesidad del diseño e implementación del software propuesto.

1.5 – Tendencias, metodologías y/o tecnologías actuales

Después de realizar un estudio de las principales tecnologías y lenguajes utilizados en la actualidad se exponen las que se utilizan en el software desarrollado.

1.5.1. Arquitectura del sistema

Arquitectura cliente-servidor

El protocolo orientado a conexión a utilizar es TCP, el cual consta de un cliente-servidor en las comunicaciones. Se utilizará un servidor para ofrecer el servicio del sistema mediante una aplicación, la cual se encontrará en la escuela de Doctores y un cliente que es quien pide el servicio, el cual puede encontrarse en cualquier parte de la universidad donde haya conexión a la intranet e incluso puede estar en el exterior del país. [24]

Los usuarios tales como el estudiante, el profesor, la secretaria y el director de la escuela de Doctores, invocan la parte cliente de la aplicación, que construye una solicitud para ese servicio y se la envía al servidor de la aplicación que usa TCP/IP como transporte.

Patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC)

Para el diseño del software se utiliza el patrón Modelo-Vista-Controlador ya que se requiere el uso de interfaces de usuario, además este patrón permite fácil mantenimiento, reutilización del código y sencillez en la creación de distintas representaciones de los mismos datos.[25]

1.5.2. Lenguajes

UML

El Lenguaje de Modelado Unificado de Object Management Group (OMG) se utiliza debido que permite especificar, visualizar y documentar modelos de sistemas de software, incluyendo su estructura y diseño.[26]

HTML

HTML El Lenguaje de Marcas de Hipertexto se utiliza para crear documentos electrónicos (denominados páginas), lo que asegura el formato adecuado del texto y las imágenes para que el navegador pueda mostrarlas tal como están destinadas a verse. [27]

CSS

Las Hojas de Estilo en Cascada son un mecanismo simple que se utiliza para describir cómo se va a mostrar un documento en la pantalla, o cómo se va a imprimir, o incluso cómo va a ser pronunciada la información presente en ese documento a través de un dispositivo de lectura. Esta forma de descripción de estilos nos ofrece el control total sobre estilo y formato de sus documentos. [28]

JavaScript

JavaScript es un lenguaje de “scripting” (una programación ligera) interpretado por casi todos los navegadores modernos que se selecciona ya que permite añadir a las páginas web efectos y funciones adicionales a los contemplados en el estándar HTML.[29]

En términos generales, JavaScript nos permite mejorar la gestión cliente-servidor. Con JavaScript se puede gestionar localmente, en el cliente (navegador del usuario), eventos tales como:

- Comprobar la validez de los campos cumplimentados en un formulario.
- Abrir y cerrar ventanas.
- Cambios dinámicos en una página (aspecto y contenidos).
- Tratamiento de cadenas de texto.
- Operaciones aritméticas.

AJAX

AJAX es JavaScript y XML Asíncrono. Ajax no es una tecnología, son realmente varias tecnologías, las cuales ofrecen una herramienta para intercambiar información entre el servidor y el cliente (navegadores) sin la necesidad de recargar la página. [23]
De esta forma, se gana en usabilidad, experiencia y productividad del usuario final.

PHP

El Lenguaje de Programación Interpretado es un lenguaje que se elige ya que es de código abierto, además el código es ejecutado en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. Al final el cliente recibe el resultado de ejecutar el script.[30]
Este lenguaje es al que le debemos la visualización de contenido dinámico en nuestra página de SIGED, ya que todo el código PHP es invisible para el usuario, porque todas las interacciones que se desarrollan en este lenguaje son por completo transformadas.

1.5.3. Frameworks

Yii2

Yii es un framework PHP que se decide utilizar debido al alto rendimiento para el desarrollo de aplicaciones Web 2.0. y el mismo puede reducir significativamente el tiempo de desarrollo.[31]

Bootstrap

Se utiliza Bootstrap ya que es el más popular framework de HTML, CSS y JavaScript para diseño de sitios y aplicaciones web. Bootstrap nos ofrece plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, tablas, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como extensiones de JavaScript adicionales. Este framework es compatible con la mayoría de los navegadores web actuales. [32]

1.5.4. Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)

Los Sistemas Gestores de Bases de Datos, también conocidos como sistemas manejadores de bases de datos, son un conjunto de programas que nos permiten

manejar todo acceso a la base de datos, con el objetivo de servir de interfaz entre ésta, el usuario y las aplicaciones utilizadas.[33]

PostgresSQL.

Se decide utilizar como sistema de gestión de bases de datos relacional PostgresSQL, por ser orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia BSD y por la seguridad que el mismo ofrece.[34].

1.5.5 Herramientas utilizadas

Visual Paradigm para UML

Visual Paradigm para UML es una herramienta que sirve para el desarrollo de aplicaciones utilizando modelado UML en el menor tiempo posible.[35]

ER/Studio

ER/Studio es una herramienta que posibilita una especialización en el modelado de bases de datos y ofrece integración nativa con PostgresSQL, y se utiliza Open DataBase Connectivity (ODBC).[36]

JetBrains PhpStorm

PhpStorm es un IDE de programación desarrollado por JetBrains. Este brinda uno de los entornos de programación más completos de la actualidad, permitiéndonos editar código tanto PHP como de otros lenguajes. Además proporciona la mejor terminación de código, refactorizaciones, prevención de errores y más.[37]

1.6 – Conclusiones

Durante el desarrollo de este capítulo se definen los conceptos matrícula y postgrado por su relación con el dominio del problema y se caracterizan un grupo de herramientas utilizadas en diferentes universidades del mundo con fines informativos a interesados en estudios doctorales. Se concluye que ninguna herramienta responde a las necesidades de la Escuela de Doctores en UCf.

Se caracterizan las herramientas utilizadas en la aplicación Web, que se desarrolla con una arquitectura Cliente-Servidor, usando el patrón MVC, así como los lenguajes, frameworks y sistema gestor de bases de datos utilizado. Se destaca RUP como metodología de desarrollo del software, UML como lenguaje de modelado, Visual Paradigm como herramienta para modelar la aplicación, PHP como lenguaje de

programación del lado del servidor, Yii2 como framework PHP y PostgresSQL como sistema gestor de base de datos.

2 – Análisis y diseño de la propuesta de solución

2.1 – Introducción

La calidad del sistema informático que se propone depende, entre otros factores, del correcto uso de la metodología seleccionada para el desarrollo del software. En este capítulo, a través del modelo del negocio se describe el funcionamiento de La Escuela de Doctores. También se definen los requerimientos funcionales y los no funcionales necesarios para la construcción del sistema propuesto.

En este capítulo se obtienen además los diagramas de clases del diseño, el modelo de la base de datos y el diagrama de implementación para lograr una idea del diseño e implementación del sistema.

2.2- Modelo del negocio

2.2.1 – Descripción del modelo de negocio

En la Universidad de Cienfuegos, se ha solicitado un sistema informático para La Escuela de Doctores, con el objetivo de gestionar toda la información que se manipula actualmente, referida a la matrícula y control del paso por la misma de los aspirantes a doctor. Esto involucra variedad de especialistas, como aspirantes propiamente dichos, profesores-tutores, personal de apoyo que labora en la escuela, etc.

Cuando un especialista quiere convertirse en doctor, antes de matricularse en la Escuela de Doctores, lee los requisitos que debe cumplir, material que les es facilitado en la propia escuela, lo que le permite clasificarse en uno de los cuatro niveles posibles (I, II, III, IV). Una vez ubicado, según sus requisitos personales en un nivel, debe matricularse, para lo cual, debe solicitar la planilla correspondiente, a la secretaria.

La planilla recoge los siguientes datos: Nombre y apellidos, currículo, edad, sexo, teléfonos, correo, categoría docente, categoría científica, facultad, departamento, nombre y apellidos del jefe de departamento y su correo, departamento autorizado al que está adscripto, nombre del coordinador del programa de doctorado y su correo, teléfonos del departamento autorizado o del coordinador, nombre y apellidos del tutor o tutores y sus correos, año de aprobación de su tema CITMA, nivel al que solicita su afiliación,

argumentos que avalan la solicitud del nivel al que aspiran afiliarse según los requisitos de ingreso de cada nivel expuesto en la convocatoria, nacionalidad, título del tema y evidencia del centro autorizado al pase del nivel superior.

Luego de que el alumno haya entregado su planilla esta es revisada por el director y aprobada, quedando así matriculado el alumno, luego la planilla será guardada en un archivo. Cuando el alumno pasa de nivel, tiene que volver a matricularse.

Todos los alumnos de la escuela de doctores deben confeccionar un plan de trabajo individual, el cual entrega al profesor coordinador de nivel, y al director para ser revisados y llevar una constancia de los mismos. Este plan tiene periodicidad mensual y se entrega entre los días 28 al 3, de cada mes.

En el plan de trabajo se listan todas las tareas a cumplir, según objetivos a vencer en el nivel, previo acuerdo entre aspirante y profesor-tutor. En caso de que se necesite algún recurso material (dieta para viaje, transporte, hojas, tóner, etc.) se anexa al plan de trabajo un listado de necesidades que se somete a revisión del director de la escuela de doctores, quien, de considerarlo pertinente, eleva la solicitud al vicerrectorado de investigación, para que haga uso del presupuesto con que cuenta para estos fines. De estos recursos utilizados se debe llevar registro, para el control de gastos por este concepto, tanto mensual como anualmente.

Cada profesor-tutor tiene un registro con todos sus alumnos, y el nivel al que está asociado. El profesor registra la asistencia a los encuentros, y además las evaluaciones, que se realizan semanalmente, además de un consolidado mensual y semestral. Las evaluaciones son de Excelente, Bien, Regular o Mal.

Cada aspirante a doctor debe solicitar matricularse solicitando una planilla en la escuela, y dejando registrado los siguientes datos: nombre y apellidos; departamento; categoría docente; categoría científica; facultad; nivel asociado como asesor; currículo, entre otros.

Ocasionalmente, la escuela puede invitar a profesores, especialistas en determinada materia para dar un taller, seminario, o pequeño curso de capacitación que sea útil a un grupo de los aspirantes matriculados. El profesor invitado también debe registrarse en la escuela, dejando constancia no solo de sus datos personales, sino también del programa que pretende impartir como postgrado. Este programa se somete a aprobación por el director de la Escuela de Doctores, quien especifica las fechas de inicio y fin de tal

programa, y también se lleva un registro de asistencia y evaluación para los participantes. El profesor que imparte los cursos debe entregar al final del mismo un acta.

2.2.2 – Reglas del negocio a considerar

Las reglas que se identificaron en el negocio que se describe son:

- Cada aspirante a doctor debe llenar la planilla de solicitud de matrícula, en uno de los cuatro niveles establecidos en la escuela de Doctores.
- Todos los profesores-tutores llevaran el control de los alumnos aspirantes matriculados en el nivel que le fue asignado.
- Los profesores invitados deben presentar el programa en postgrado para ser aprobado.
- Los aspirantes deben entregar su plan de trabajo para ser revisado por su profesor guía, cada mes en la fecha determinada.
- El profesor-tutor registra la asistencia a todas sus clases, y además las evaluaciones, semanal, mensual y semestralmente. (de Excelente, Bien, Regular o Mal).
- Se planifican excepcionalmente cursos o talleres que pueden ser impartidos por los profesores-tutores o profesores invitados.
- Un estudiante matricula en uno de cuatro niveles (I, II, III, IV), según los requisitos de ingreso.
- Los alumnos matriculados deben entregar su plan de trabajo mensual en los días del 28 al 3 de cada mes.
- Las necesidades de índole material deben ser anexadas a los planes de trabajo de los aspirantes a doctor para su discusión y aprobación.

2.2.3 – Modelo de casos de uso del negocio

El modelado del negocio es una técnica para comprender los procesos de negocio de la organización. El objetivo del modelo del negocio es identificar los casos de uso y las entidades de negocio relevantes que el software debe soportar. [33]

2.2.4 – Actores del negocio

Nombre del actor	Descripción
Estudiante	El estudiante es quien está matriculado en la escuela de doctores y cursa los diferentes niveles.

Tabla 1. Descripción de los actores del negocio

2.2.5 – Diagramas de casos de uso del negocio

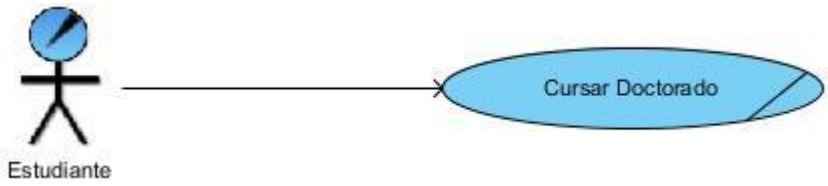


Ilustración 1:Diagrama de casos de uso

2.2.6 – Trabajadores del negocio

Nombre del trabajador	Descripción
director	El director es el representante de la escuela de doctores, es quien revisa las planillas de matrícula de los estudiantes, gestiona las necesidades, brinda reportes a las dirección de la universidad y es el responsable de su correcto funcionamiento.
profesor	El profesor es el responsable en uno de los niveles de la escuela de doctores, siendo este el que evalúa, recoge la asistencia de los alumnos y quien los orienta.
secretaria	Es la persona encargada de recibir documentos, atender llamadas telefónicas, archivar documentos, tener actualizada la agenda, tanto telefónica como de direcciones, y de reuniones.

Tabla 2. Descripción de los trabajadores del negocio

2.2.7 – Descripción de los casos de uso del negocio

Caso de Uso del Negocio	Cursar doctorado
Actores	Estudiante
Propósito	Recibir la formación doctoral.
Resumen Cada estudiante debe matricularse en La Escuela de Doctores a su nivel llenado una Planilla de matrícula, la cual es facilitada por la secretaria. Los alumnos asisten a encuentros donde reciben orientaciones dadas por los profesores del nivel al cual pertenecen. Los mismos deben entregar un plan de trabajo mensual a finales de mes los cuales son orientados por el guía en la primera actividad. Los guías en cada encuentro van valorando el avance del estudiante y al final de mes cuando el estudiante expone su tarea, el profesor entrega al director un consolidado de todas las evaluaciones y asistencias de los estudiantes que él tiene. En caso de que el plan de trabajo tenga requiera algunos recursos, el profesor informa de la necesidad de los mismos al director de la escuela el cual tiene la responsabilidad de gestionarlos por su parte, en caso de que sea posible.	
Casos de uso asociados	No tiene.
Curso Normal de los eventos	
Acción del Actor	Respuesta del negocio
1. Solicita la plantilla de matrícula .	
	2. Se le hacen entrega de la planilla de matrícula.
3. El estudiante hace el llenado de la planilla.	
	4. Es revisada la planilla de matrícula y archivada.

	5. El profesor informa del cronograma de planes de trabajo.
6. Confecciona el plan de trabajo	
	7. El profesor revisa el plan semanalmente e informa de la fecha a exponer.
8. El estudiante expone su plan de trabajo	
	9. El profesor evalúa el plan de trabajo e informa al director de las asistencias y valuaciones del estudiante.
Curso Alternativo de los eventos	
En caso de que sea el primer encuentro entre el profesor y los estudiantes el mismo informa del cronograma de los planes de trabajo.	
En caso de que el plan de trabajo requiera algún recurso el profesor luego de que el estudiante exponga el plan de trabajo informa al director de dichos recursos.	
Prioridad	Muy alta
Mejoras	El proceso y control se efectuará de manera más eficiente.

Tabla 3. Descripción del caso de uso del negocio: Cursar doctorado

2.2.8 – Diagramas de actividades del negocio

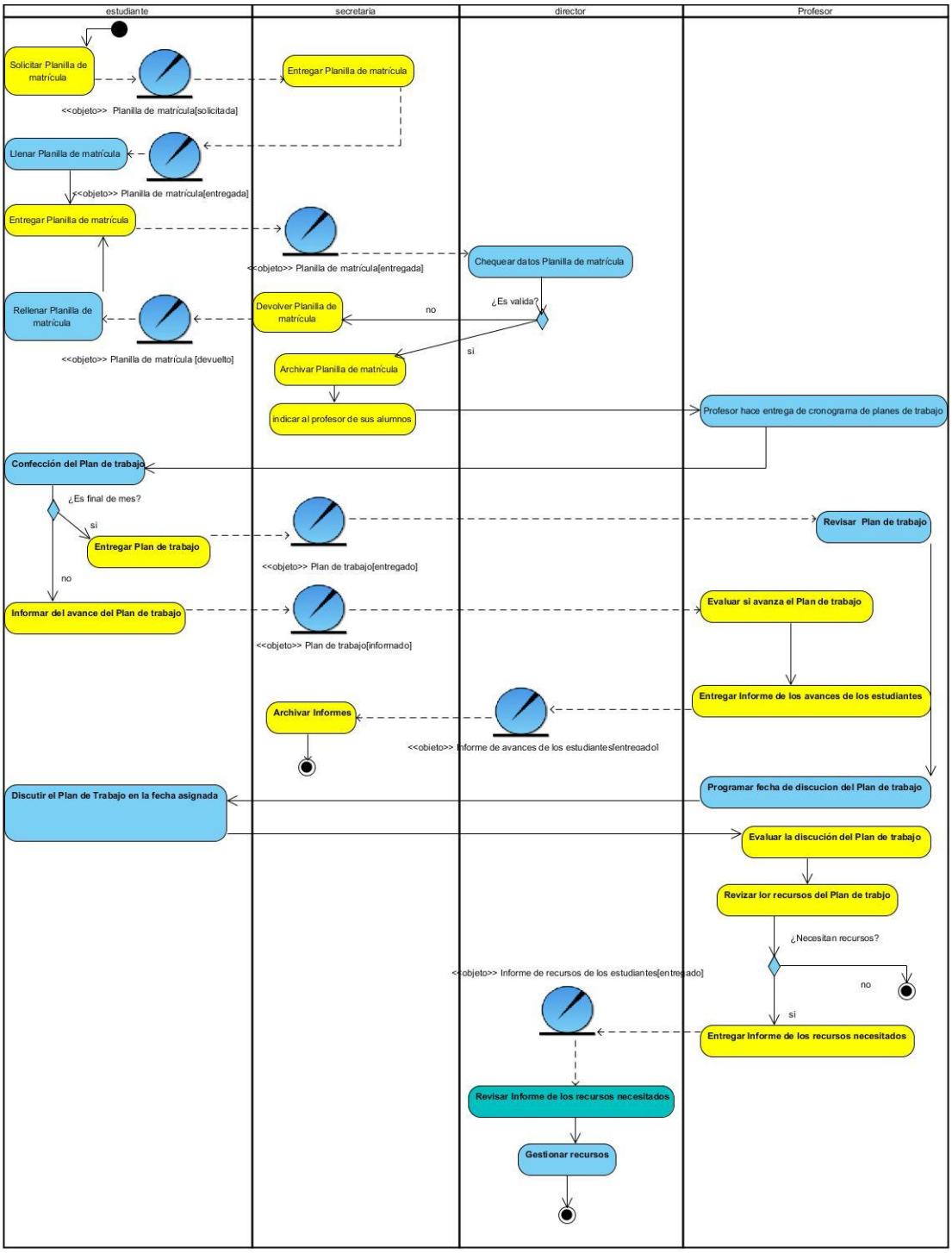


Ilustración 2: Diagramas de actividades del caso de uso: Cursar doctorado

2.2.9 – Modelo de objetos del negocio

Representación gráfica del diagrama.

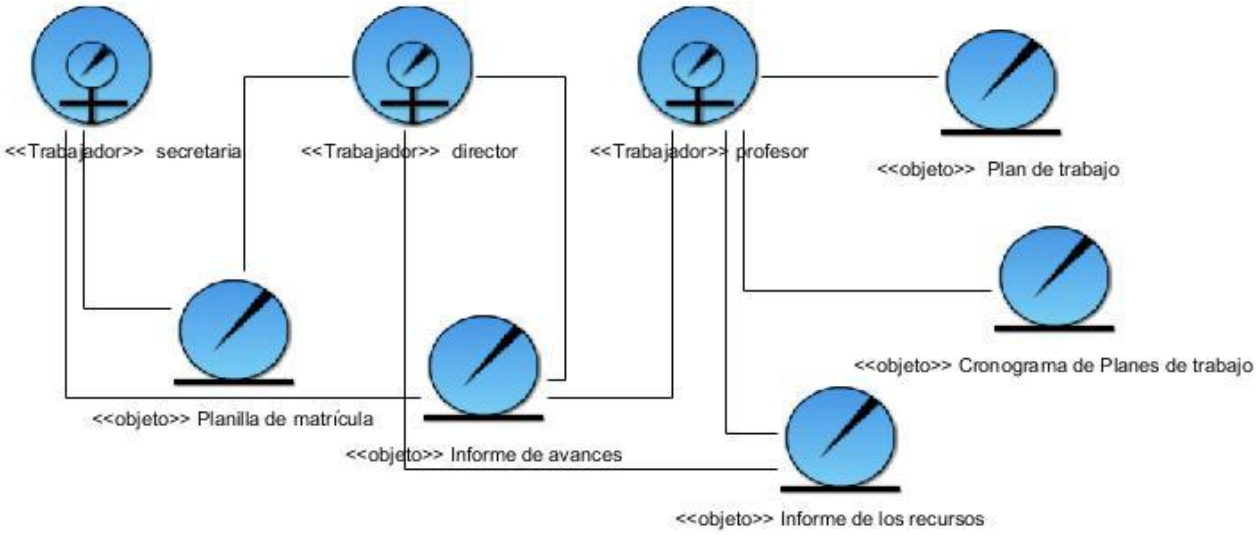


Ilustración 3: Diagramas de clases del modelo de objetos del negocio

2.3 – Requisitos

2.3.1 – Introducción

En este epígrafe se obtienen los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se determinan los actores del sistema y los diagramas de caso de uso del sistema, así como su descripción, entre otros aspectos.

2.3.2 – Concepción general del sistema

El sistema propuesto lleva por nombre “Sistema Informático para la Gestión de La Escuela de Doctores (SIGED)”, tiene como principal objetivo informatizar la gestión del proceso de la Escuela de Doctores. Este sistema cuenta con 4 tipos de usuarios, el estudiante, el profesor, la secretaria y el director. El estudiante es quien está matriculado y está realizando la superación doctoral, subiendo a tiempo sus planes de trabajo y necesidades en caso de que sean necesarias, el profesor es quien realiza evaluaciones ya sean semanales, mensuales o finales y lleva el control de las asistencias a los encuentros, y además puede estar vinculado a algún curso, el director es el que matricula a los profesores, gestiona los cursos, lleva un historial de los gastos por las diferentes necesidades, y además quien confirma la correcta matrícula de los estudiantes mientras

que la secretaria es quien brinda información, atiende los correos y obtiene algunas estadísticas.

Este sistema informático les brinda a los usuarios facilidades para la gestión de la información, el proceso de entrega de la información es más rápido, disminuyen los errores del proceso manual y facilita el análisis de información, lo cual facilita la toma de decisiones a directivos de la Escuela de Doctores.

2.3.3 – Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales necesarios para el desarrollo del sistema son:

R1. Autenticarse
R2. Cerrar sesión
R3. Matricular
R4. Visualizar perfil
R5. Modificar contraseña
R6. Modificar foto de usuario
R7. Listar planes de trabajo
R8. Buscar plan de trabajo
R9. Cargar plan de trabajo
R10. Descargar plan de trabajo
R11. Actualizar plan de trabajo
R12. Listar necesidades
R13. Buscar necesidad
R14. Añadir necesidad
R15. Actualizar necesidad
R16. Eliminar necesidad
R17. Listar evaluaciones
R18. Añadir evaluación
R19. Buscar evaluación
R20. Ver observaciones de la evaluación
R21. Actualizar evaluación
R22. Eliminar evaluación
R23. Listar cursos

R24. Añadir curso

R25. Ver curso

R26. Buscar curso

R27. Actualizar curso

R28. Eliminar curso

R29. Listar profesores

R30. Buscar profesor

R31. Insertar profesor

R32. Actualizar profesor

R33. Descargar currículo

R34. Subir currículo

R35. Listar profesores invitados

R36. Insertar profesor invitado

R37. Buscar profesor invitado

R38. Descargar programa de profesor invitado

R39. Subir programa de profesor invitado

R40. Pasar estudiante a otro nivel

R41. Listar estudiantes

R42. Buscar estudiante

R43. Ver datos de estudiante

R44. Actualizar estudiante

R45. Listado de estudiante por nivel

R46. Listado de evaluaciones por estudiante

R47.Cantidad de estudiantes por nivel

R48.Cantidad de estudiantes graduados por años

R49.Porciento de estudiantes por nivel

R50.Asignar profesor a un estudiante

R51.Listar profesor-estudiante

2.3.4 – Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales para el sistema informático son:

- Apariencia o interfaz externa.

El sistema presenta una interfaz sencilla ya que las opciones se encuentran asociadas por nombres e iconos intuitivos relacionados a la opción en un menú; predominan los colores azul y blanco y con el objetivo de no causar cansancio a la vista del usuario.

Además, el sistema le muestra al usuario que operaciones puede realizar desde el lugar donde se encuentra situado y el tamaño y color de la letra permite leer con facilidad.

- Usabilidad

Esta aplicación tiene facilidad de uso, y puede ser utilizada por personas sin experiencia previa con las computadoras.

El sistema está dirigido a los usuarios registrados, teniendo bien delimitado los privilegios para cada uno.

Permite al usuario abandonar el programa en cualquier momento.

Permite avanzar y retroceder entre pantallas después de una navegación.

- Rendimiento.

El sistema propuesto es rápido en el procesamiento de la información y durante la respuesta de las solicitudes hechas por los usuarios al sistema. Además, permite el acceso simultáneo a los datos por diferentes usuarios.

- Soporte.

El sistema se documenta con un manual de ayuda con el objetivo de explicar su uso y garantizar el soporte del mismo.

- Portabilidad.

El sistema es multiplataforma, y para su uso es necesario un servidor web que soporte el lenguaje PHP y un servidor de base datos que soporte el gestor de base datos PostgresSQL.

- Requerimientos Políticos-culturales.

El nivel social, cultural o étnico no determinan una prioridad o limitante a la hora de brindar los servicios que ofrece el producto.

Requerimientos Legales.

- La herramienta propuesta responde a los intereses de la Universidad de Cienfuegos y a la Escuela de Doctores.
- Este producto no puede ser comercializado pues, la aplicación fue diseñada con fines específicos de la Escuela de Doctores.

- Confiabilidad

El sistema es totalmente confiable, además debe recuperarse en un corto período de tiempo ante cualquier falla. La eficiencia del sistema está determinada por el aprovechamiento de los recursos en el modelo a tres capas.

- Software.
    - Del lado del servidor: El sistema necesita PHP 5.4.0 o superior y el framework Yii 2 en su versión advanced 2.0.11 o inferior a esta, un servidor web que soporte el lenguaje PHP y un servidor de base datos PostgresSQL.
    - Del lado del cliente: Se requiere el uso de un navegador web.

- Hardware
    - Del lado del servidor: Capacidad de memoria RAM de 1GB, capacidad de almacenamiento con no menos de 50GB, microprocesador Pentium IV a 2,8 MHz como mínimo.
    - Del lado del cliente: Del lado del cliente se necesita que todas las computadoras implicadas estén conectadas a la red y tengan al menos 512 Mb de RAM.

- Seguridad
    - Esta aplicación cuenta con Control de Acceso Basado en Roles (RBAC por sus siglas en inglés) lo cual imposibilita al usuario realizar acciones a las que no tiene acceso.
    - El sistema guarda las contraseñas cifradas mediante algoritmos que provee el framework utilizado para impedir el uso indebido de las mismas.

- Todo usuario del sistema puede cambiar su contraseña siempre que conozca la actual, en caso de que la haya olvidado tiene que introducir el correo y luego seguir las instrucciones.

2.3.5 – Modelo de casos de uso del sistema

Se definen los actores del sistema, el diagrama de casos de uso y la descripción de los casos de usos del sistema.

2.3.6– Actores del sistema

Nombre del actor	Descripción
usuario	Actor genérico que representa cualquier persona con acceso al sistema independientemente del rol que posea. Teniendo el mismo la posibilidad de matricularse como estudiante de la escuela de doctores.
director	El director se encarga de la gestión de los cursos, de la matrícula de los profesores. Además de poder visualizar todos los planes de trabajo, las evaluaciones, los estudiantes y las necesidades, además de algunos reportes. Además es quien pasa de nivel al estudiante y lo gradúa al final del doctorado.
secretaria	Es la persona con la prerrogativa de visualizar todo, filtrar información, y obtener los que genera el sistema reportes.
profesor	El profesor es el responsable de la gestión de las evaluaciones, además de poder visualizar sus estudiantes, sus planea de trabajo y sus necesidades.
Estudiante	Es el actor que cursa los niveles de la Escuela de Doctores.
supervisor	El supervisor es un actor del sistema con acceso a visualizar los estudiantes y las necesidades.
supervisor de evaluaciones	El supervisor es un actor del sistema con acceso a visualizar las evaluaciones.

Tabla 4. Definición de actores del sistema a automatizar

2.3.7 Diagramas de casos de uso del sistema

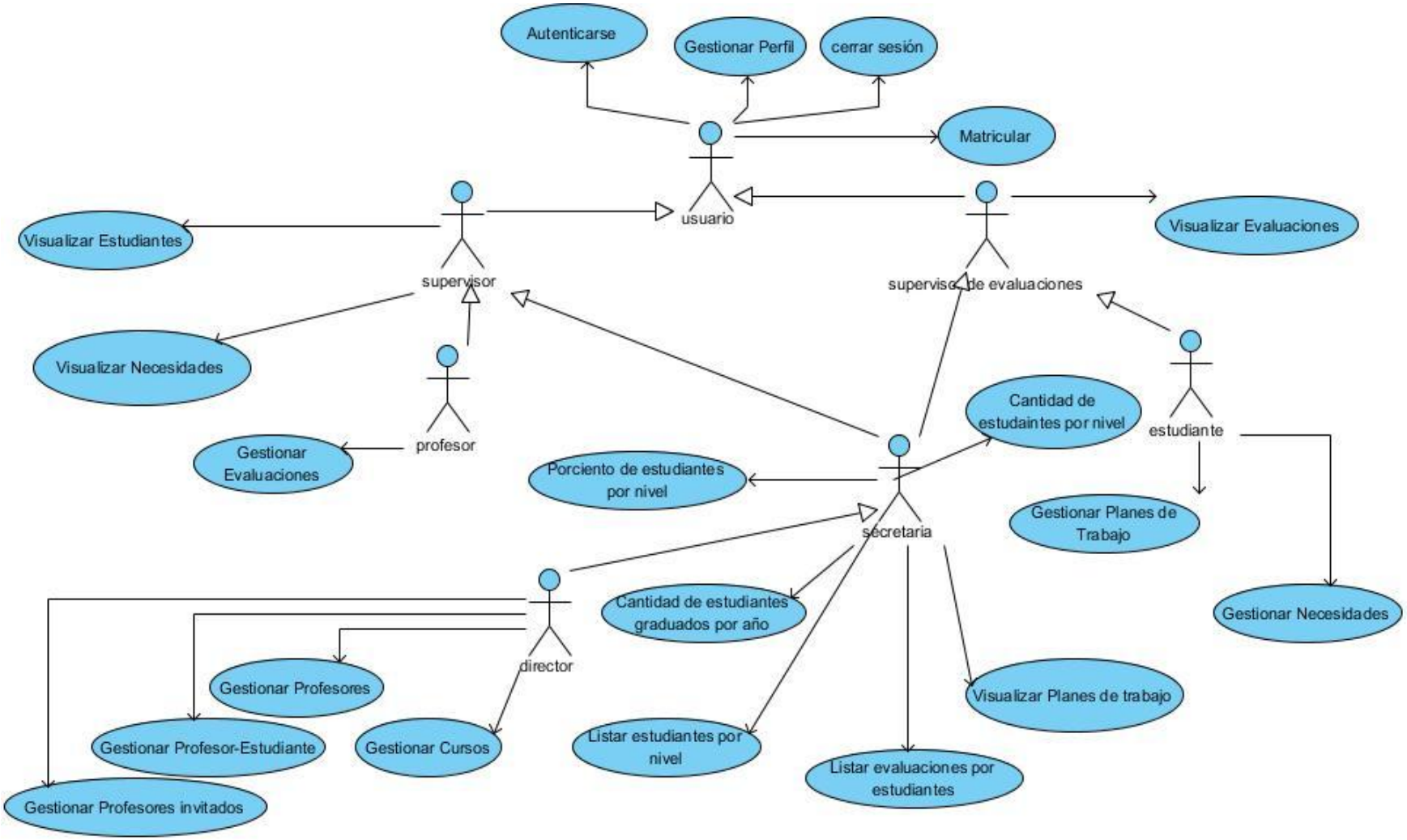


Ilustración 4: Diagrama del caso de uso del sistema

2.3.8 – Descripción de los casos de uso del sistema

Descripción textual de los casos de uso del sistema.

Caso de uso	Gestionar perfil
Actores	director, profesor, estudiante, secretaria, usuario(inicia)
Propósito	Permite modificar algunos datos del usuario, como la contraseña y la foto. Además se puede visualizar todos los datos del perfil en dependencia del rol.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el usuario desea ver su perfil para recordar alguna información. Se refiere a visualizar perfil, modificar contraseña y modificar foto de usuario. En visualizar perfil se ve reflejada alguna la información del usuario y de la persona en dependencia del rol que ocupe. En modificar contraseña el usuario solo escribe la contraseña nueva y sistema modificara la misma en la base de datos. En el caso de modificar foto de usuario, el mismo deberá elegir la nueva foto con la que todos le verán. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se modifica en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R4,R5,R6
Precondiciones	Para las distintas acciones el usuario debe estar debidamente autenticado, en caso contrario el mismo no podrá acceder a estas acciones.
Post-condiciones	El usuario introducirá correctamente los datos que solicitan.
Requisitos Especiales	Especificar si para el proceso que describe el caso de uso, hay que tener en cuenta restricciones asociadas a la seguridad, velocidad, disponibilidad, exactitud, tiempo de respuesta o utilización de memoria, precisando de qué manera lo afecta.
Prototipo	Anexo 1.1

Tabla 4. Descripción del caso de uso de sistema Gestionar perfil

Caso de uso	Autenticarse
Actores	director, profesor, estudiante, secretaria, usuario(inicia)
Propósito	Permite el acceso a las funcionalidades del sistema, teniendo en cuenta el rol de cada usuario.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el usuario entra al sistema. Este caso de uso es lo primero que se realiza en el sistema para estos usuarios, ya que estos deben introducir su usuario y su contraseña para registrarse y poder trabajar de acuerdo a sus privilegios. El caso de uso finaliza cuando el usuario accede a la página de inicio debidamente logeados.	
Referencias	R1
Precondiciones	Para autenticarse, el usuario debe estar registrado en la Base de Datos del sistema, de lo contrario no podrá acceder al mismo
Post-condiciones	El usuario introducirán correctamente el nombre de usuario y la contraseña.
Prototipo	Anexo 1.2

Tabla 5: Descripción del caso de uso de sistema Autenticarse

Caso de uso	Cerrar sesión
Actores	director, profesor, estudiante, secretaria, usuario(inicia)
Propósito	Cerrar la sesión para salir del sistema.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el usuario desea salir del sistema. Se brinda la opción de cerrar la sesión del usuario que esté registrado. Terminando así el caso de uso cuando el mismo presione sobre esta opción.	
Referencias	R2
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en el sistema.
Post-condiciones	El usuario sale del sistema y pierde acceso a sus funciones.
Prototipo	Anexo 1.3

Tabla 6: Descripción del caso de uso de sistema cerrar sesión

Caso de uso	Gestionar Cursos
Actores	director, secretaria (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a los cursos.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el director o la secretaria deciden gestionar la información de los cursos. Se refiere a añadir, eliminar, modificar o listar uno o varios cursos. Cuando se quiere insertar un curso se introducen los datos referentes al mismo. En el caso de eliminar solo de presiona esta opción y se elimina. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción y se muestra un formulario con los datos del curso seleccionado para ser modificado. En el listado de los cursos aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar un curso solo se filtrará en la tabla. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R23,R24,R25,R26,R27,R28
Precondiciones	El director o la secretaria pueden gestionar los cursos satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara un curso.
Prototipo	Anexo 1.4

Tabla 7: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Curos

Caso de uso	Gestionar Profesores
Actores	Director, Secretaria (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a los profesores.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el Director o la Secretaria decide gestionar la información de los profesores. Se refiere a añadir profesor, modificar o listar uno o varios profesores, además de descargar y cargar su currículo. Cuando se quiere añadir un profesor se introducen los datos referentes al mismo. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción y se muestra un formulario con los datos del profesor seleccionado para ser modificado. En el listado de los profesores aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar un usuario solo se filtrará en la tabla. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R29,R30,R31,R32,R33,R34
Precondiciones	El director o la secretaria pueden gestionar los profesores satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara un profesor.
Prototipo	Anexo 1.5

Tabla 8: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesores

Caso de uso	Gestionar profesores invitados
Actores	director o secretaria (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a los profesores invitados.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el director o la secretaria deciden gestionar la información de los profesores invitados. Gestionar profesores invitados se refiere a insertar profesor invitado, modificar o listar uno o varios profesores, además se incluye la descarga de su programa o la actualización de mismo. Cuando se quiere insertar se introducen los datos referentes al mismo en un formulario. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción y se muestra un formulario con los datos del seleccionado para ser modificado. En el listado aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar uno solo se filtrará en la tabla. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R35,R36,R37,R38,R39
Precondiciones	El director o la secretaria pueden gestionar los profesores invitados satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara un profesor invitado.
Prototipo	Anexo 1.6

Tabla 9: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesores invitados

Caso de uso	Gestionar Evaluaciones
Actores	profesor (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a las evaluaciones.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el Profesor decide gestionar la información de las evaluaciones. Se refiere a añadir, eliminar, modificar o listar uno o varias evaluaciones de los estudiantes de los cuales el profesor es responsable. Cuando se quiere añadir se introducen los datos referentes a la evaluación en un formulario. En el caso de eliminar solo se presiona esta opción y se elimina. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción y se muestra un formulario con los datos del seleccionado para ser modificado. En el listado aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar uno solo se filtrará en la tabla. Y además se podrá ver las observaciones que el profesor hace de su estudiante en esa evaluación. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R17,R18,R19,R20,R21,R22
Precondiciones	El profesor puede gestionar las evaluaciones satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara una evaluación.
Prototipo	Anexo 1.7

Tabla 10: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar evaluaciones

Caso de uso	Gestionar necesidades
Actores	estudiante (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a las Necesidades.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el estudiante decide gestionar la información de las necesidades. Se refiere a añadir, eliminar, modificar o listar una o varias. Cuando se quiere añadir se introducen los datos referentes a la mismo en un formulario. En el caso de eliminar solo se presiona esta opción y se elimina. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción y se muestra un formulario con los datos del seleccionado para ser modificado. En el listado aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar uno solo se filtrará en la tabla. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R12,R13,R14,R15,R16
Precondiciones	El estudiante puede gestionar las necesidades satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara una necesidad.
Prototipo	Anexo 1.8

Tabla 11: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar necesidades

Caso de uso	Gestionar planes de trabajo
Actores	estudiante (inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a los planes de trabajo.
Resumen El caso de uso se inicia cuando el estudiante decide gestionar la información de los planes de trabajo. Se refiere a subir, descargar, modificar o listar uno o varios planes. Cuando se quiere cargar se introducen los datos referentes al mismo y se selecciona el documento con el plan. Si lo que desea es modificar se escoge en la lista de acciones esta opción siempre que sea del 28 al 3 de cada mes y se muestra un formulario para volverá a cargar el plan de trabajo en esta fecha. En el listado aparece toda la información referente a estos, y si lo que se desea es buscar uno solo se filtrará en la tabla. Por ultimo podremos descargar el plan de trabajo para verlo. Una vez realizada cualquiera de estas operaciones la información se almacena, modifica o elimina en la Base de Datos, concluyendo así el caso de uso.	
Referencias	R7,R8,R9,R10,R11
Precondiciones	El estudiante puede gestionar los planes de trabajo satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se muestra, se modifica, se crea, o se eliminara un plan de trabajo.
Prototipo	Anexo 1.9

Tabla 12: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Planes de trabajo

Caso de uso	Matricular
Actores	usuario(inicia)
Propósito	Realizar la solicitud de matrícula
Resumen El caso de uso se inicia cuando una persona decide matricular en la Escuela de Doctores. Se refiere a insertar los datos de la planilla de matrícula como estudiante en uno de los diferentes niveles en la Escuela de Doctores. Una vez insertados los datos del nivel especificado y validados los mismos, el caso de uso finaliza creando el usuario y el estudiante en la Base de Datos.	
Referencias	R7
Precondiciones	El usuario podrá matricularse satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se crea un usuario y un estudiante en la Base de Datos, quedando matriculado el estudiante en la Escuela de Doctores.
Prototipo	Anexo 1.10

Tabla 13: Descripción del caso de uso de sistema Matricular

Caso de uso	Visualizar estudiantes
Actores	Profesor, director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar estudiantes
Resumen El caso de uso se inicia cuando él profesor, director o la secretaria desean visualizar algunos estudiantes que se encuentren matriculados en la Escuela de Doctores. Se refiere a listar, visualizar, editar y eliminar algún estudiante. El caso de uso finaliza cuando se han visualizados los estudiantes requeridos.	
Referencias	R41,R42,R43,R44
Precondiciones	El profesor, la secretaria o el director pueden visualizar los estudiantes satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan los estudiantes requeridos
Prototipo	Anexo 1.11

Tabla 14: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar estudiantes

Caso de uso	Visualizar planes de trabajo
Actores	Profesor, director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar planes de trabajo
Resumen El caso de uso se inicia cuando él profesor, director o la secretaria desean visualizar algunos planes de trabajo de algún o algunos estudiantes, ya sea para revisarlo o para luego darle una evaluación en caso del profesor. Se refiere a listar o descargar algún plan de trabajo. El caso de uso finaliza cuando se han visualizados los planes de trabajo requeridos.	
Referencias	R7,R8,R10,R11
Precondiciones	El profesor, la secretaria o el director pueden visualizar los planes de trabajo satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan los estudiantes requeridos
Prototipo	Anexo 1.12

Tabla 15: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar plan de trabajo

Caso de uso	Visualizar evaluaciones
Actores	estudiante, director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar evaluaciones
Resumen El caso de uso se inicia cuando él estudiante, director o la secretaria desean visualizar alguna evaluación. Visualizar evaluación se refiere a listar, visualizar observaciones. El caso de uso finaliza cuando se han visualizados los estudiantes requeridos.	
Referencias	R17,R19,R20,R21
Precondiciones	El estudiante, la secretaria o el director pueden visualizar las evaluaciones satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan las evaluaciones requeridas
Prototipo	Anexo 1.13

Tabla 16: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar evaluaciones

Caso de uso	Visualizar necesidades
Actores	profesor, director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar necesidades
Resumen El caso de uso se inicia cuando él profesor, director o la secretaria desean visualizar alguna necesidad solicitada en algún plan de trabajo de un estudiante. Visualizar necesidades se refiere a listar, editar o eliminar necesidad. El caso de uso finaliza cuando se hayan visualizado o editado las necesidades correspondientes en caso de el director o la secretaria.	
Referencias	R12,R13,R15
Precondiciones	El estudiante, la secretaria o el director pueden visualizar las evaluaciones satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan las evaluaciones requeridas
Prototipo	Anexo 1.14

Tabla 17: Descripción del caso de uso de sistema Visualizar necesidades

Caso de uso	Listado de estudiante por nivel
Actores	director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar el listado de estudiantes por nivel
Resumen El caso de uso se inicia cuando él director o la secretaria desean visualizar algunos estudiantes por los diferentes niveles existentes en la escuela de doctores. El caso de uso finaliza cuando se hayan visualizado los estudiantes correspondientes.	
Referencias	R45
Precondiciones	La secretaria o el director pueden visualizar los estudiantes satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan los estudiantes por niveles
Prototipo	Anexo 1.15

Tabla 18: Descripción del caso de uso de sistema Listado de estudiantes por nivel

Caso de uso	Listado de evaluaciones por estudiante
Actores	director, secretaria(inicia)
Propósito	Visualizar el listado de evaluaciones por estudiante.
Resumen El caso de uso se inicia cuando él director o la secretaria desean visualizar algunas evaluaciones de un estudiante por los diferentes niveles existentes en la escuela de doctores. El caso de uso finaliza cuando se hayan visualizado las evaluaciones correspondientes.	
Referencias	R46
Precondiciones	La secretaria o el director pueden visualizar las evaluaciones satisfactoriamente.
Post-condiciones	Se visualizan las evaluaciones del estudiante.
Prototipo	Anexo 1.16

Tabla 19: Descripción del caso de uso de sistema Listado de evaluaciones por estudiante.

Caso de uso	Gestionar Profesor-Estudiantes
Actores	director(inicia)
Propósito	Gestionar la información referente a los profesores de los estudiantes.
Resumen El caso de uso se inicia cuando al director necesita listar profesor-estudiante, actualizar un profesor de un estudiante y asignar un profesor a un estudiante en un nivel. El caso de uso finaliza cuando el director lista profesor-estudiantes, actualiza o asigna profesor de estudiante.	
Referencias	R40,R50,R51
Precondiciones	El director puede gestionar los profesores de estudiantes satisfactoriamente en un nivel.
Post-condiciones	Se listan, se asignan y se actualizan profesores de estudiantes.
Prototipo	Anexo 1.17

Tabla 20: Descripción del caso de uso de sistema Gestionar Profesor-Estudiante

Caso de uso	Cantidad de estudiantes por nivel
Actores	director(inicia)
Propósito	Obtener la cantidad de estudiantes por nivel.
Resumen El caso de uso se inicia cuando al director necesita ver la cantidad de estudiantes por los diferentes niveles de la Escuela de Doctores y se le muestra en una gráfica de barra. El caso de uso finaliza cuando el director ve la cantidad deseada de estudiantes.	
Referencias	R47
Precondiciones	El director ve las cantidades de estudiantes por los diferentes niveles.
Post-condiciones	-
Prototipo	Anexo 1.18

Tabla 21: Descripción del caso de uso de sistema Cantidad de estudiantes por nivel

Caso de uso	Cantidad de estudiantes graduados por años
Actores	director(inicia)
Propósito	Obtener la cantidad de estudiantes graduados por año.
Resumen El caso de uso se inicia cuando al director necesita ver la cantidad de estudiantes por año de la Escuela de Doctores y se le muestra en una gráfica. El caso de uso finaliza cuando el director ve la cantidad deseada de estudiantes.	
Referencias	R48
Precondiciones	El director ve las cantidades de estudiantes graduados por año.
Post-condiciones	-
Prototipo	Anexo 1.19

Tabla 22: Descripción del caso de uso de sistema Cantidad de estudiantes graduados por año.

Caso de uso	Porciento de estudiantes por nivel
Actores	director(inicia)
Propósito	Obtener el porciento de estudiantes por nivel.
Resumen El caso de uso se inicia cuando al director necesita ver el porciento de los diferentes niveles de la Escuela de Doctores y se le muestra en una gráfica de pastel. El caso de uso finaliza cuando el director ve los porcientos deseados de estudiantes.	
Referencias	R49
Precondiciones	El director ve el porciento de estudiantes por nivel.
Post-condiciones	-
Prototipo	Anexo 1.20

Tabla 23: Descripción del caso de uso de sistema Porciento de estudiantes por nivel.

2.4 – Construcción de la solución propuesta

2.4.1 – Diagrama de clases del diseño

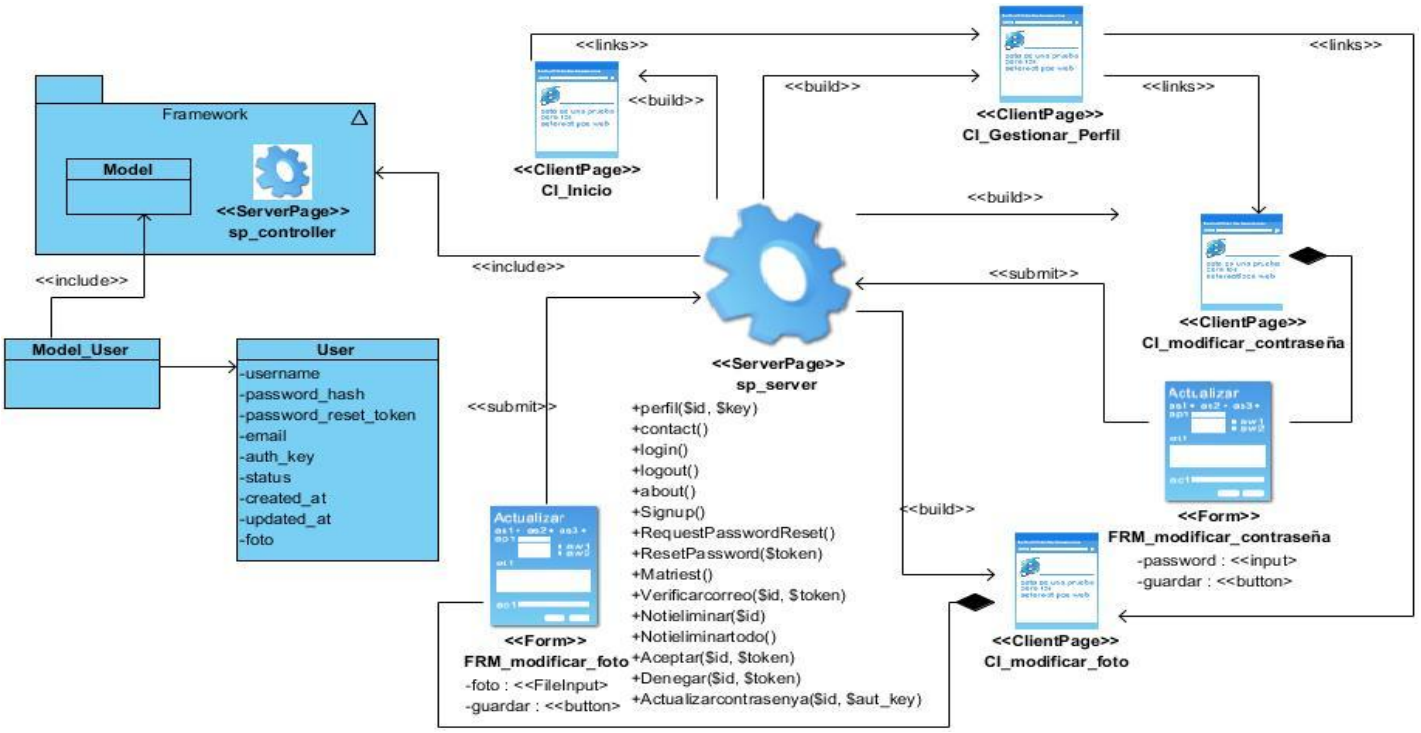


Ilustración 5.Diagramas de clases Gestionar perfil

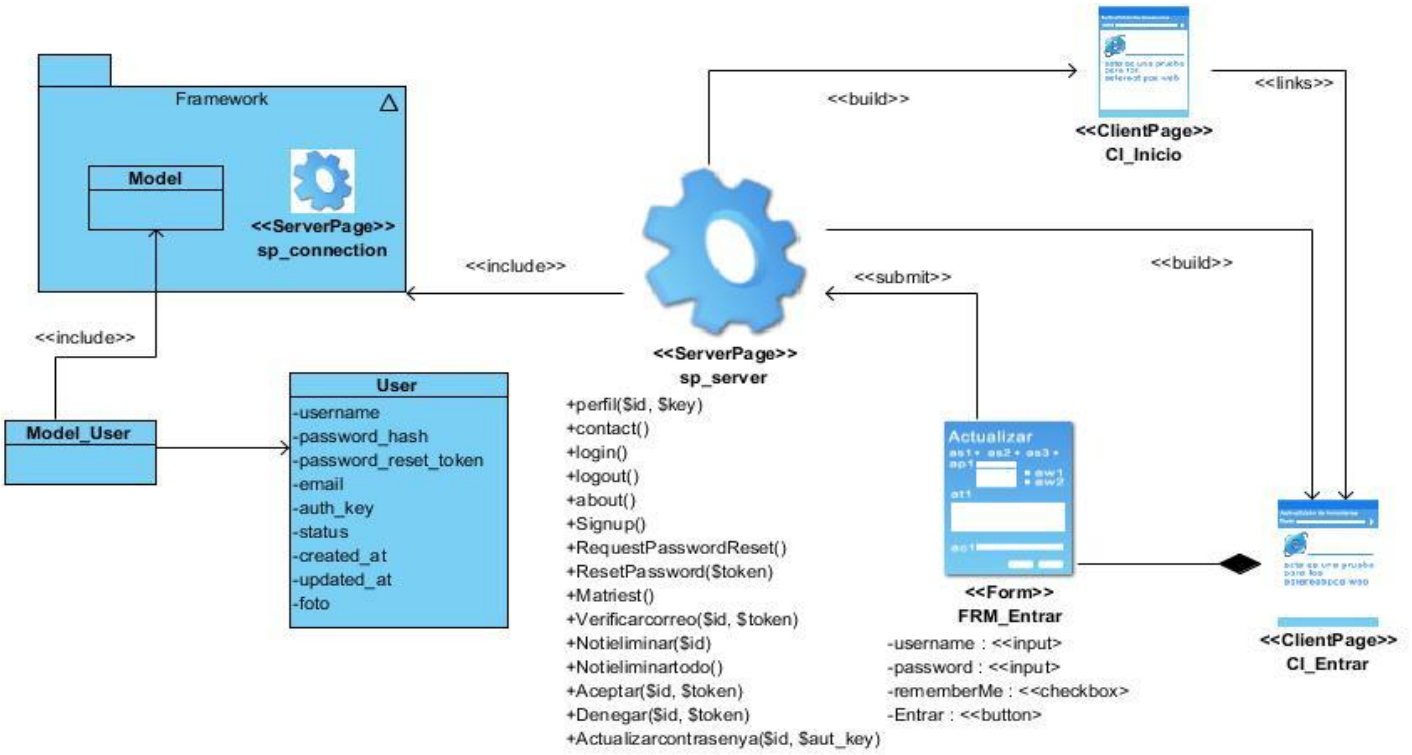


Ilustración 6. Diagrama de clase del diseño de Autenticarse

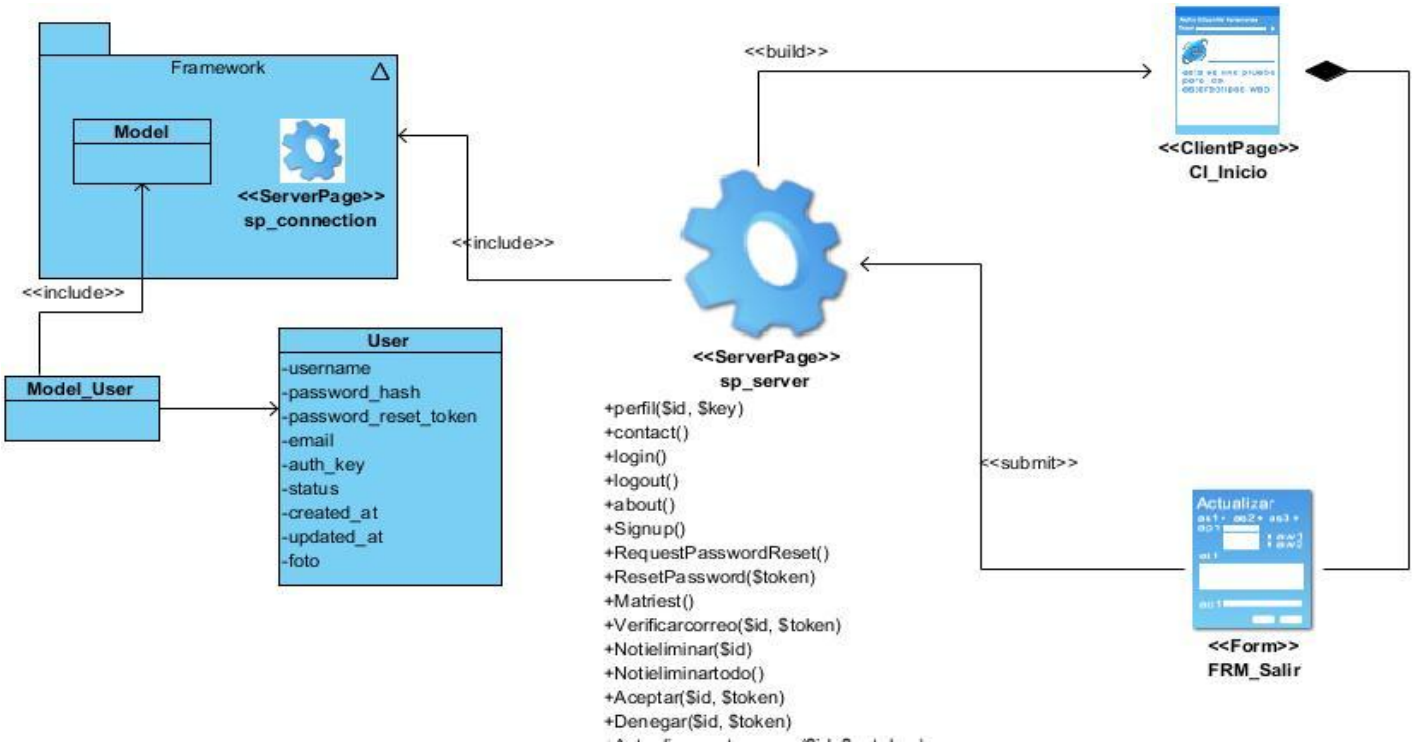


Ilustración 7.Diagrama de clase del diseño de Cerrar sesión

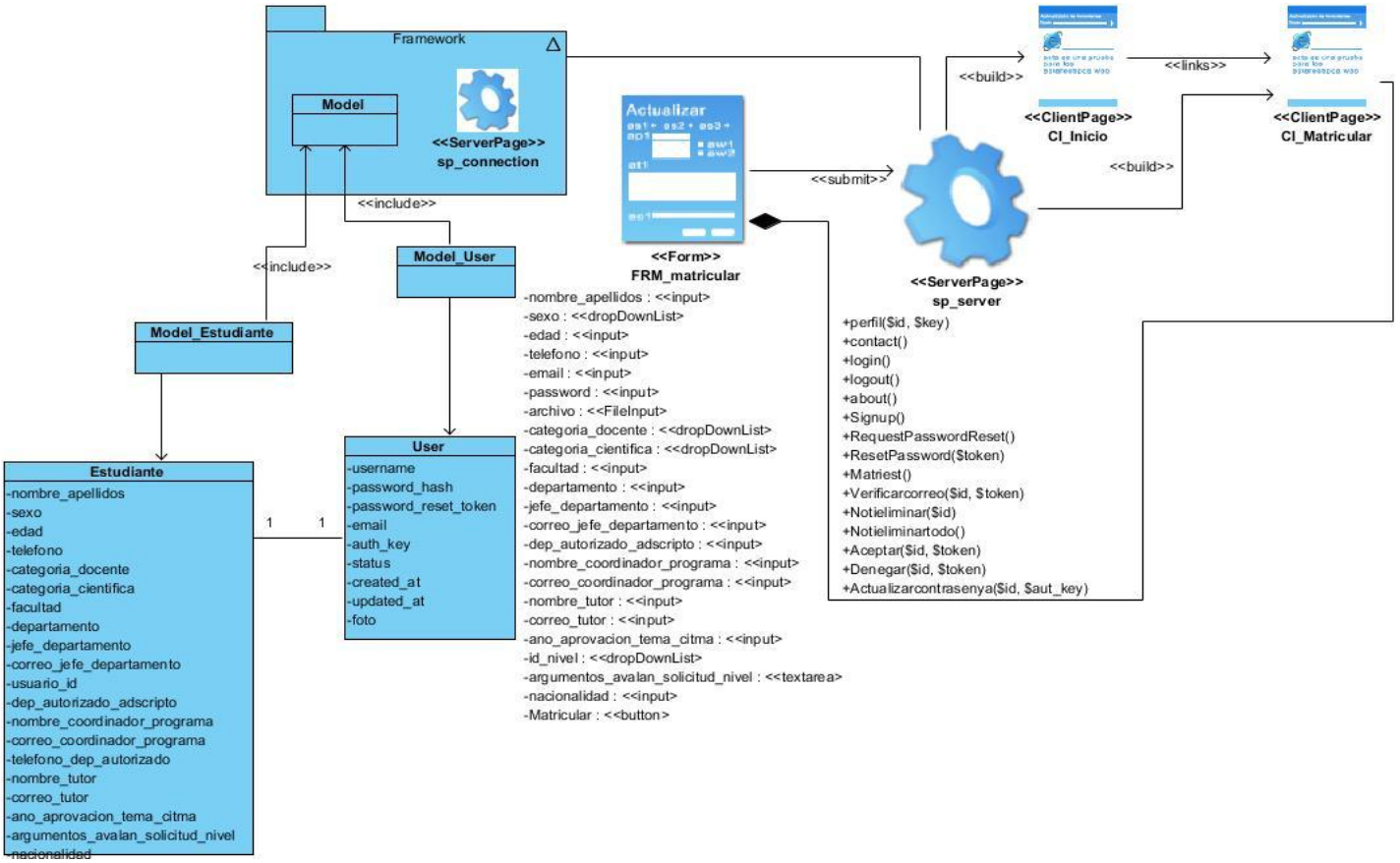


Ilustración 8.Diagrama de clase del diseño de Matricular

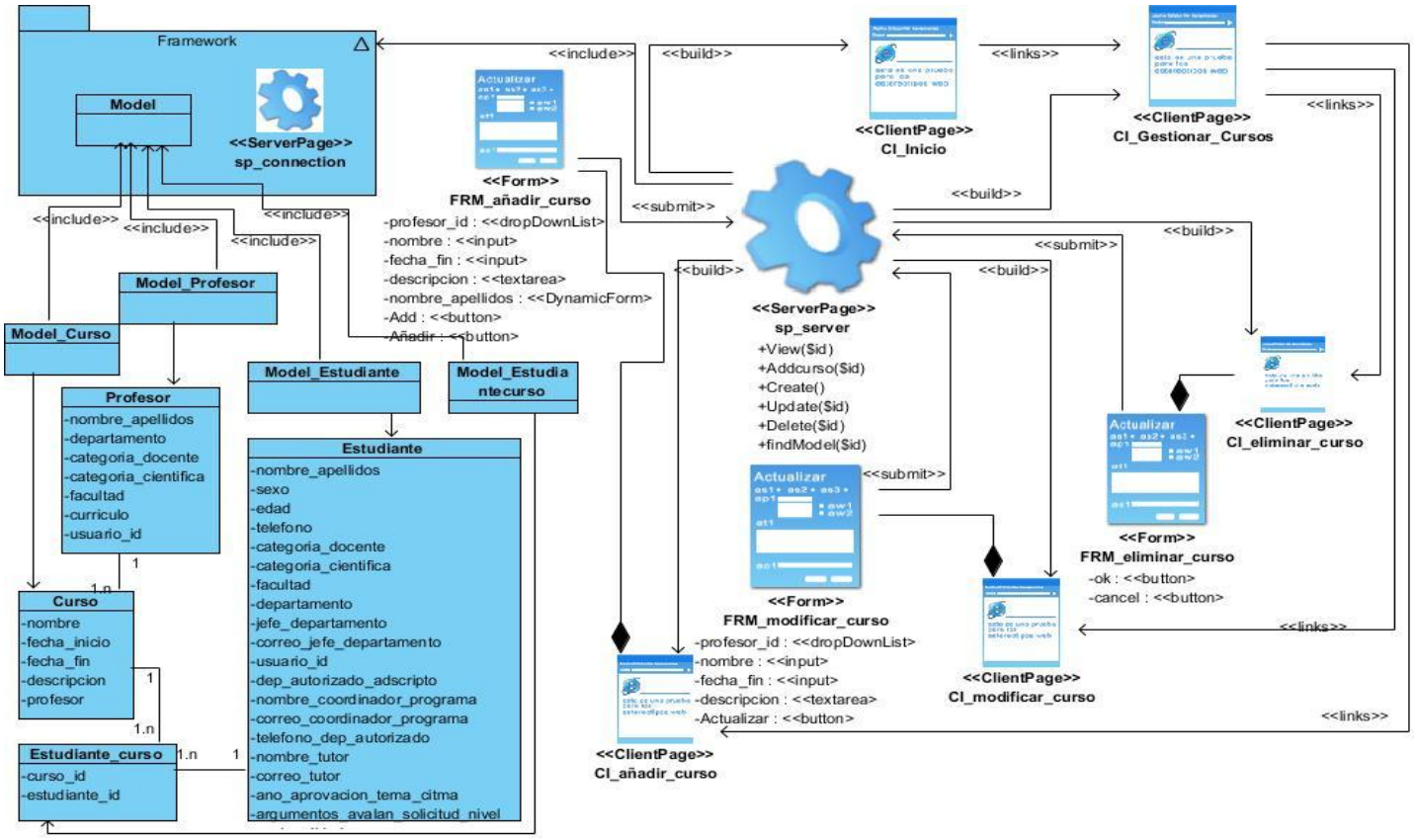


Ilustración 9. Diagrama de clase del diseño Gestionar curso

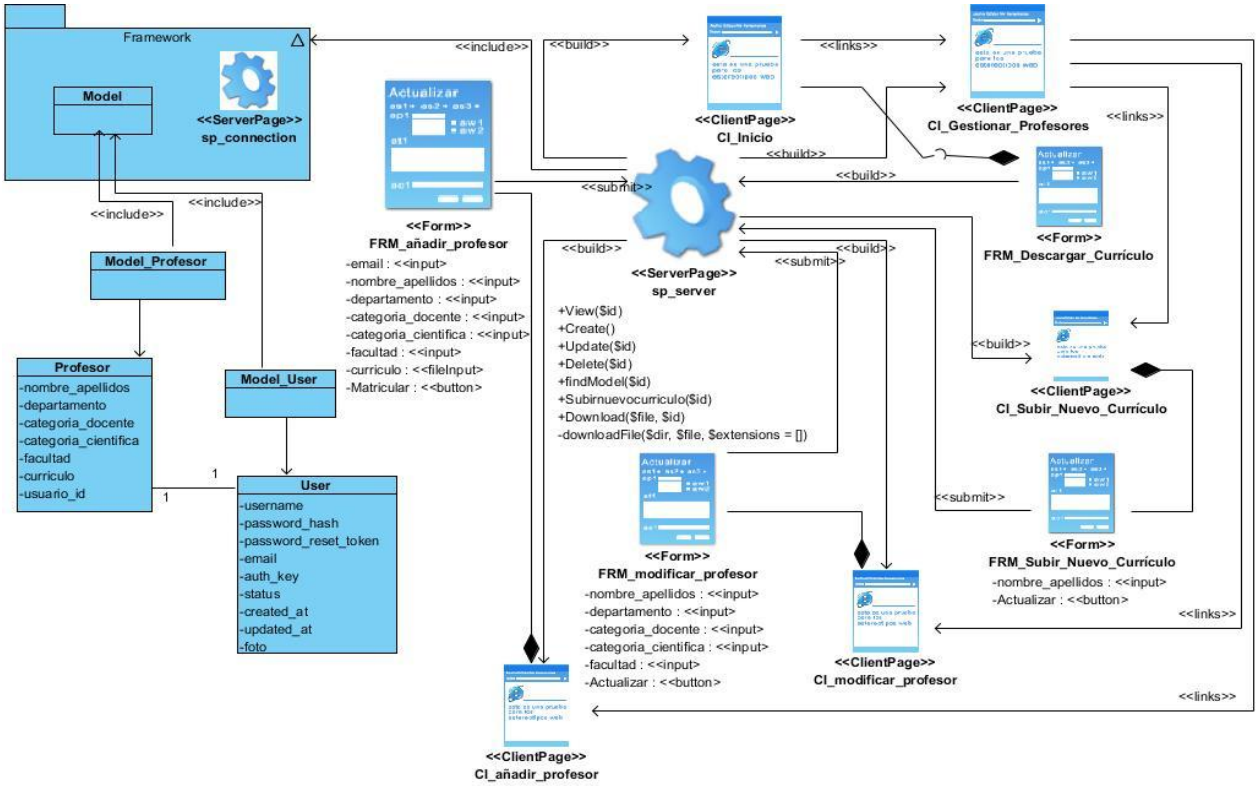


Ilustración 10. Diagrama de clase del diseño Gestionar profesores

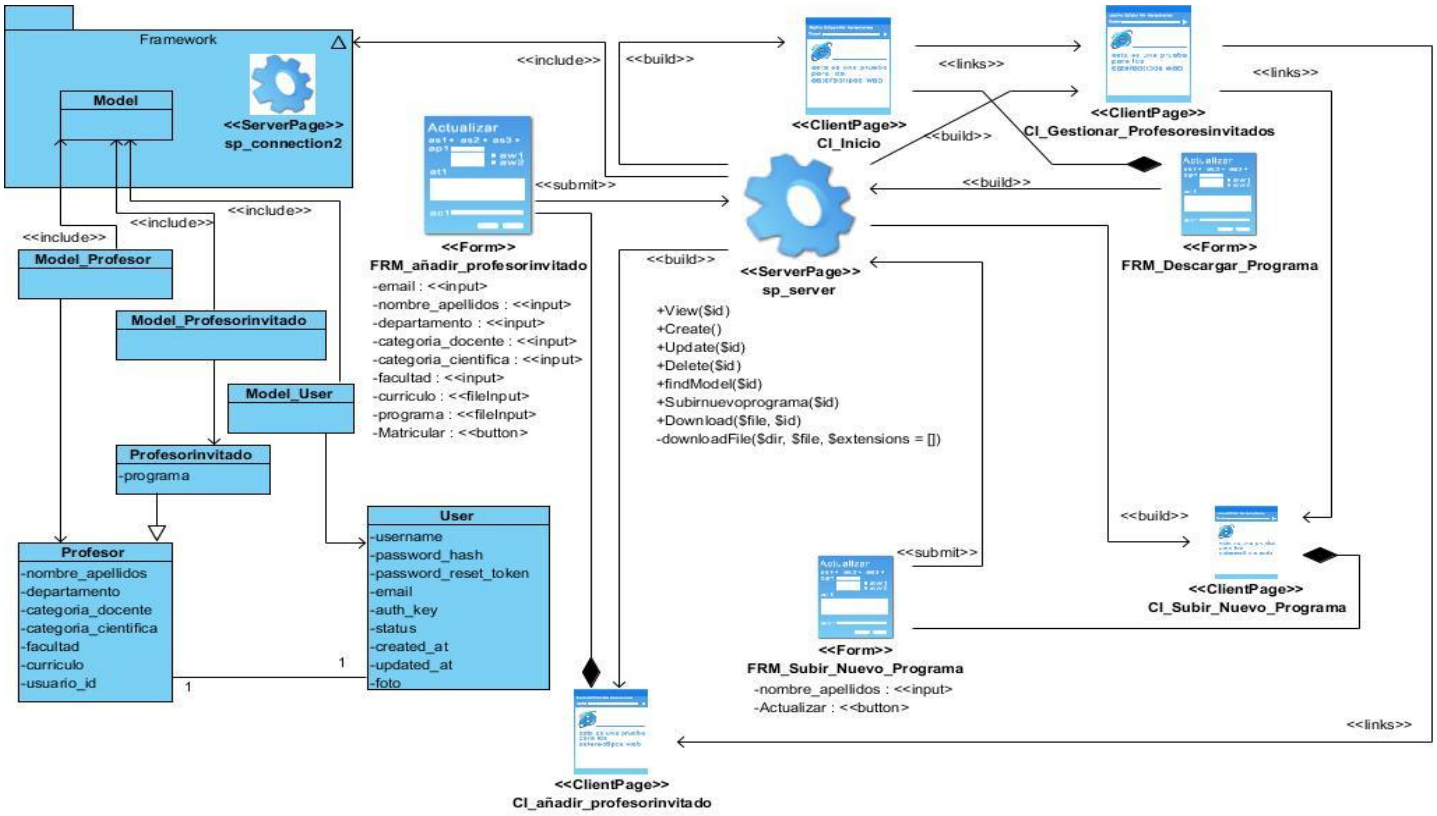


Ilustración 11. Diagrama de clase del diseño Gestionar profesores invitados

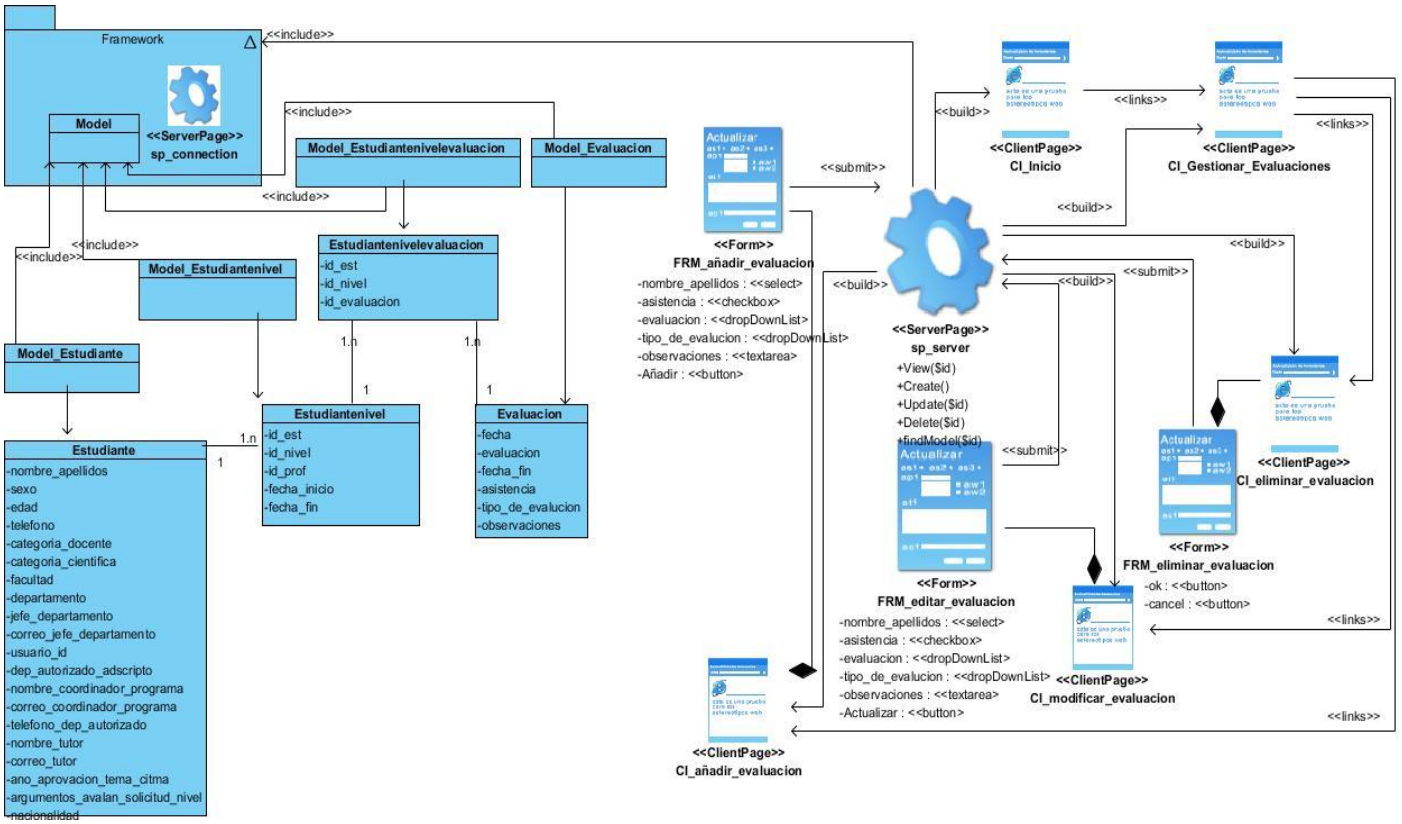


Ilustración 12. Diagrama de clase del diseño Gestionar evaluaciones

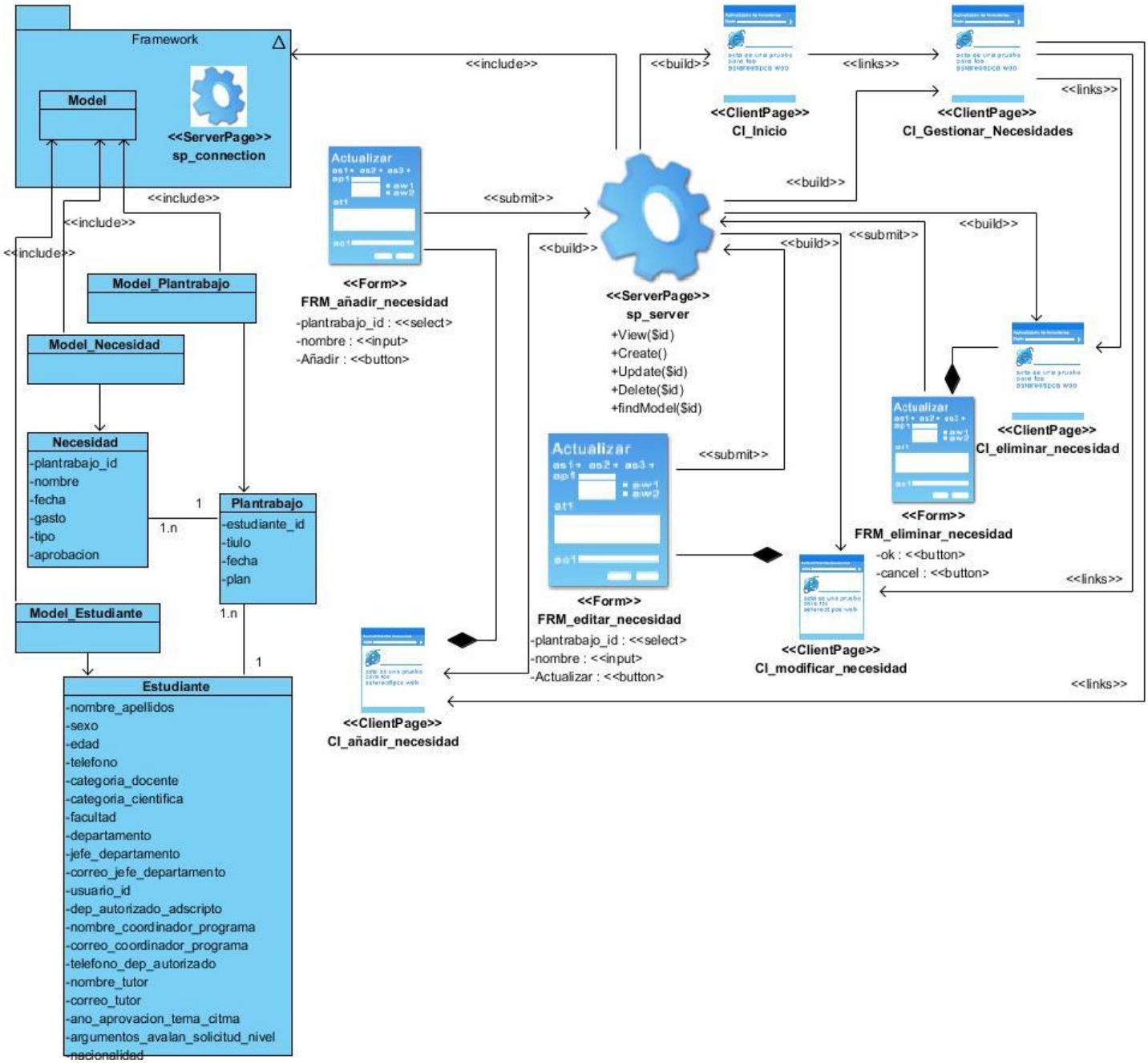


Ilustración 13. Diagrama de clase del diseño de Gestionar necesidades

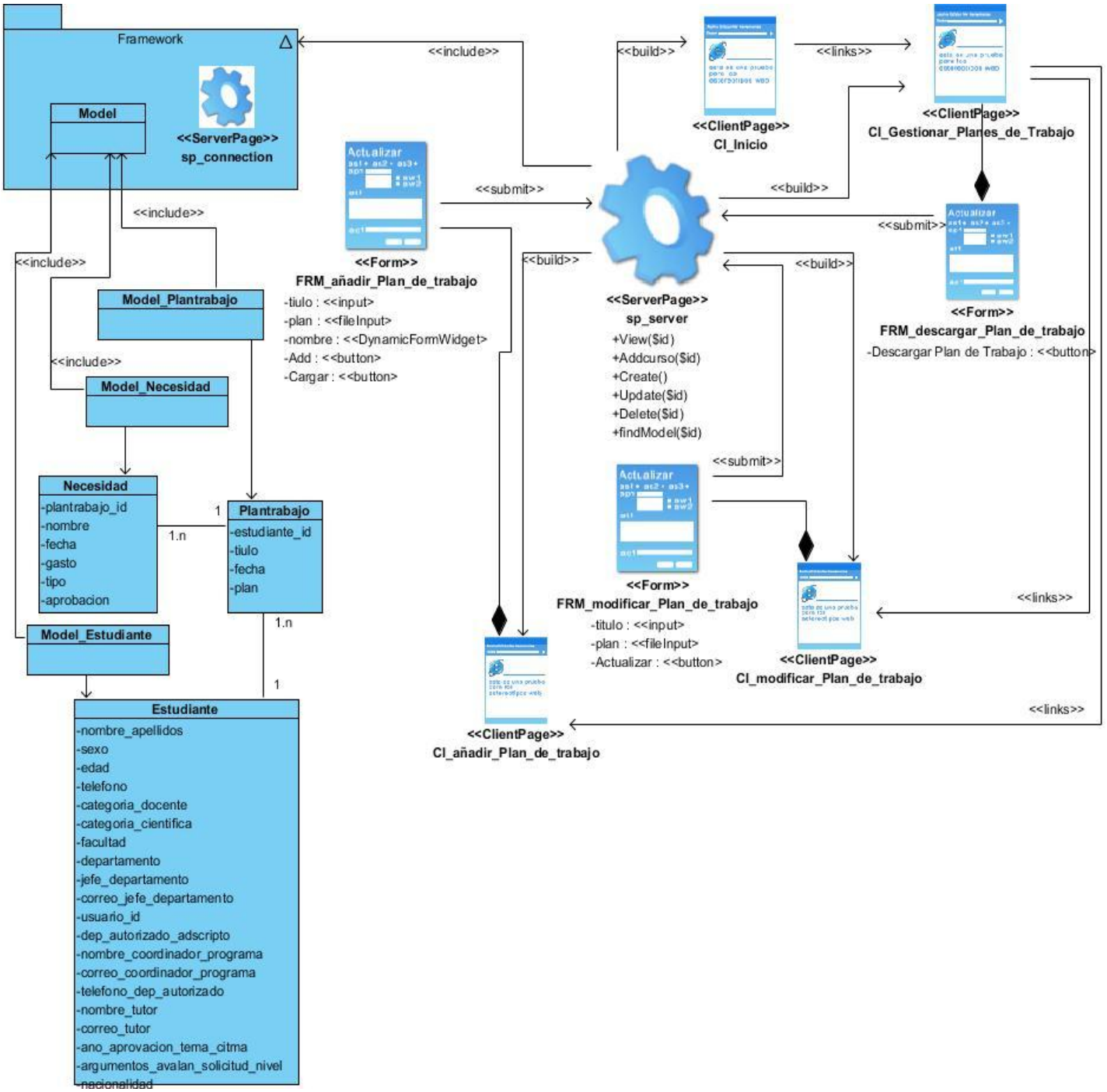


Ilustración 14. Diagrama de clase del diseño de Gestionar planes de trabajo

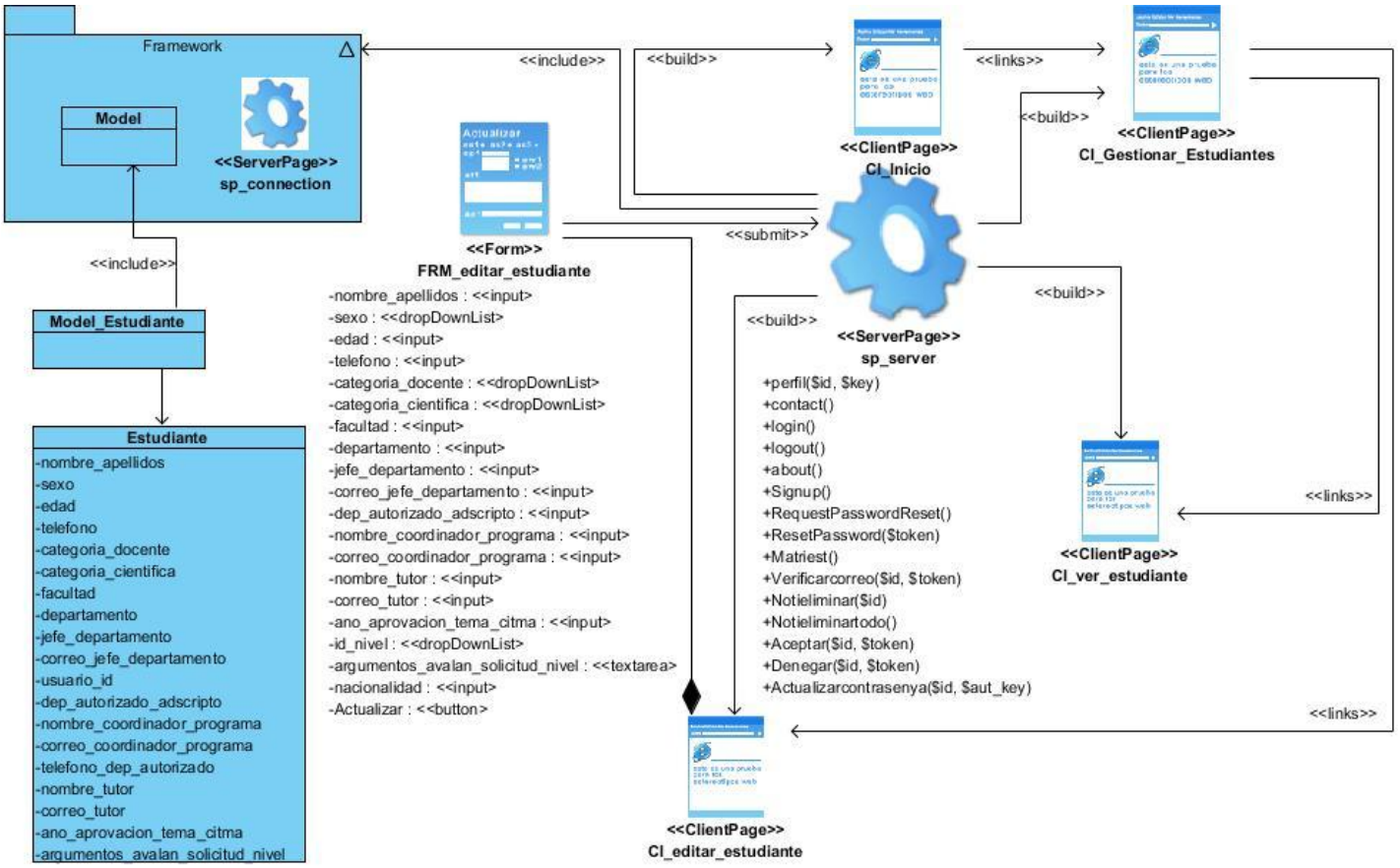


Ilustración 15. Diagrama de clase del diseño de Visualizar estudiantes

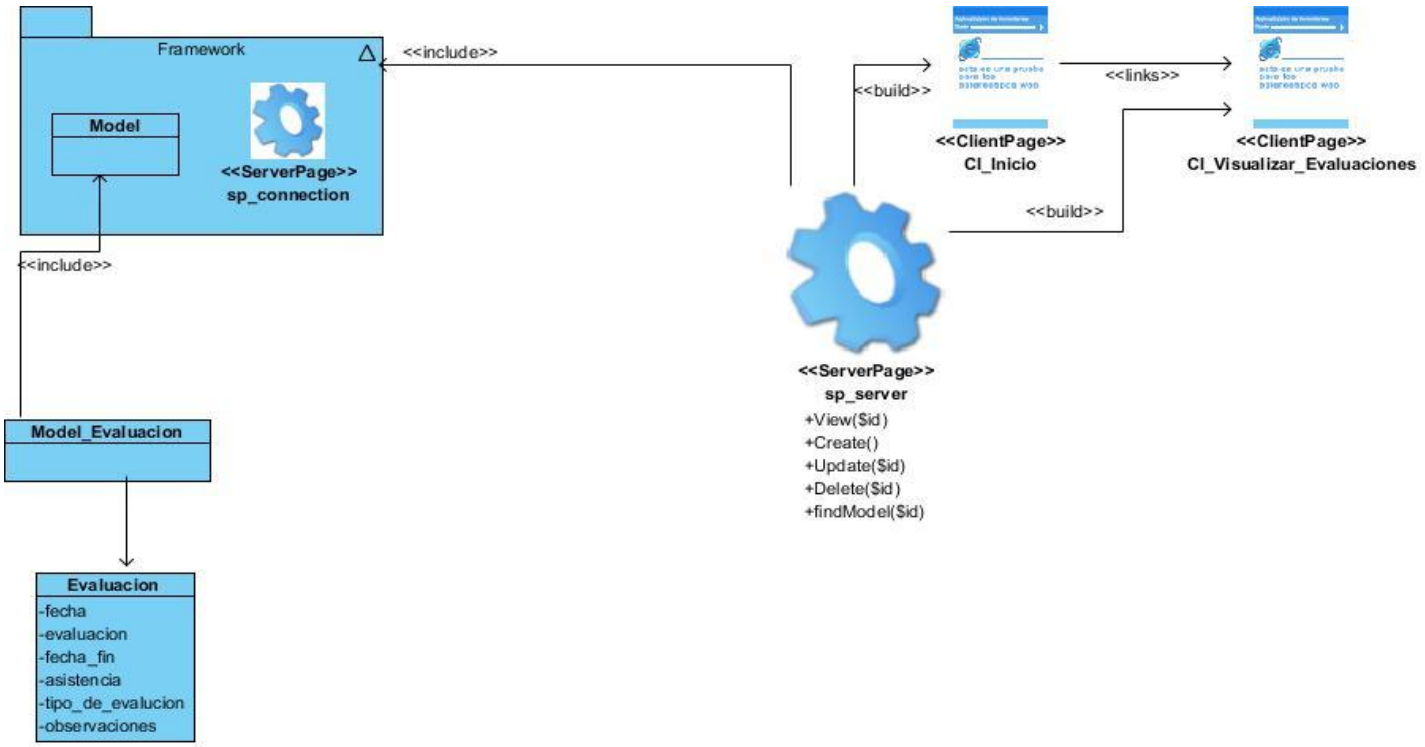


Ilustración 16. Diagrama de clase del diseño de Visualizar evaluaciones

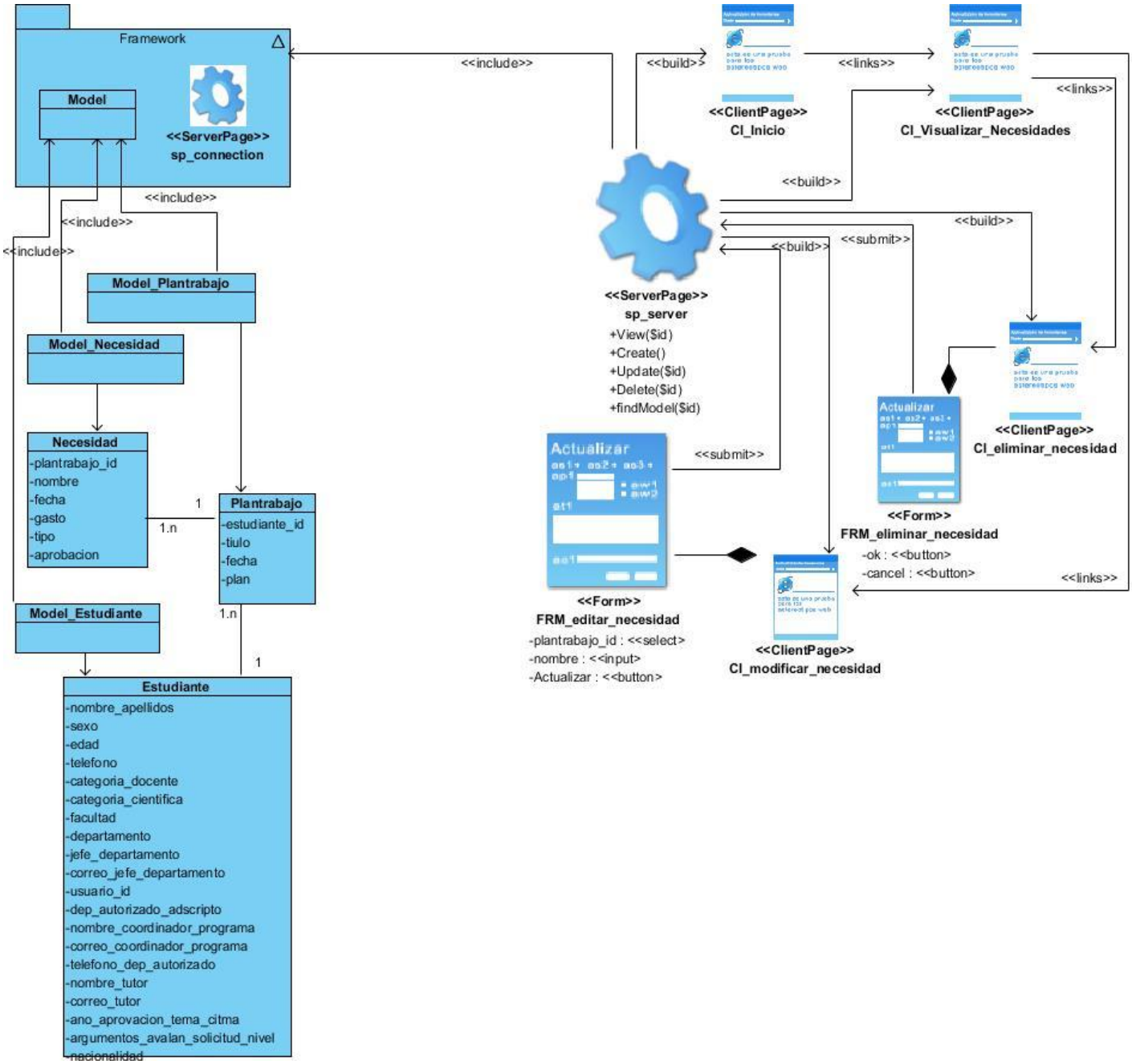


Ilustración 17. Diagrama de clase del diseño de Visualizar necesidades

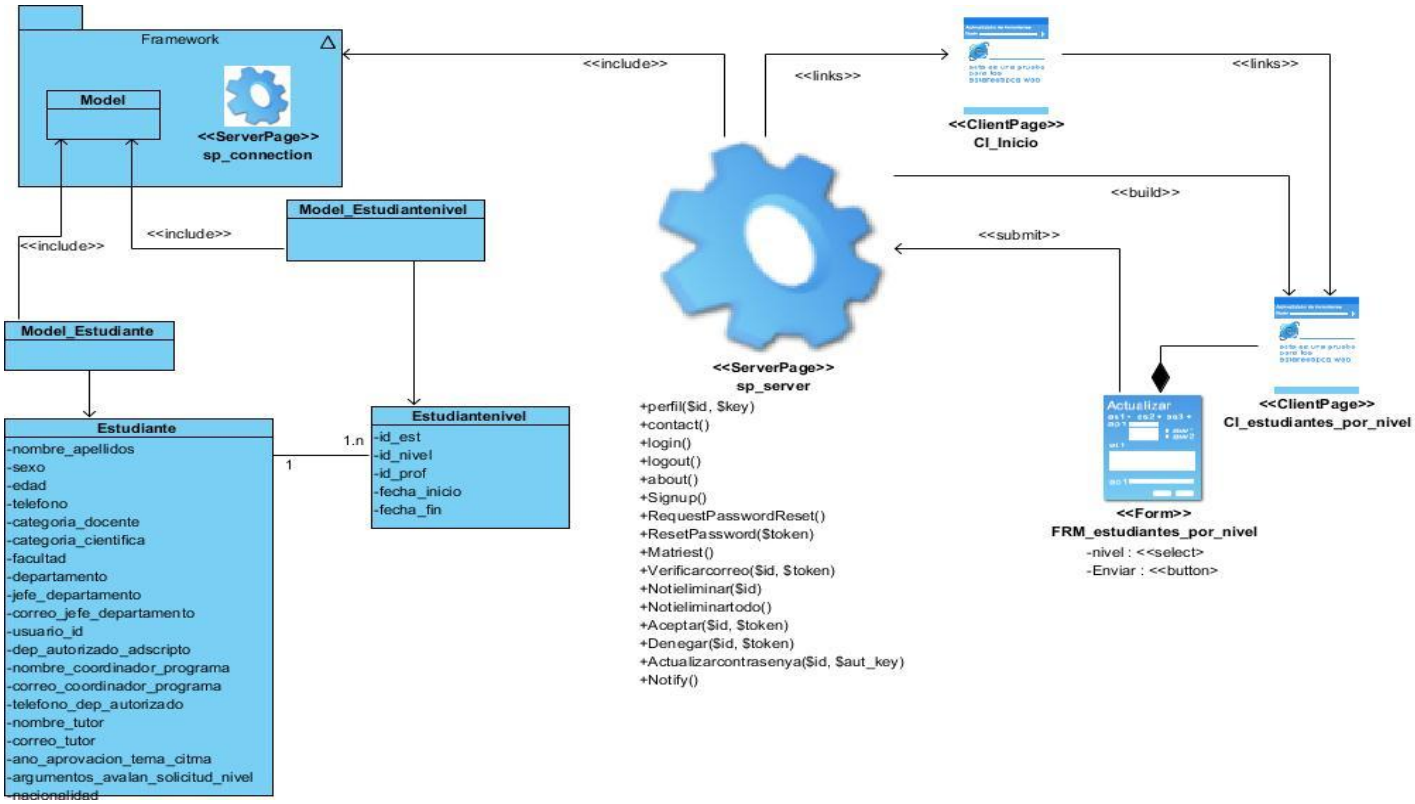


Ilustración 18. Diagrama de clase del diseño Listar estudiantes por nivel

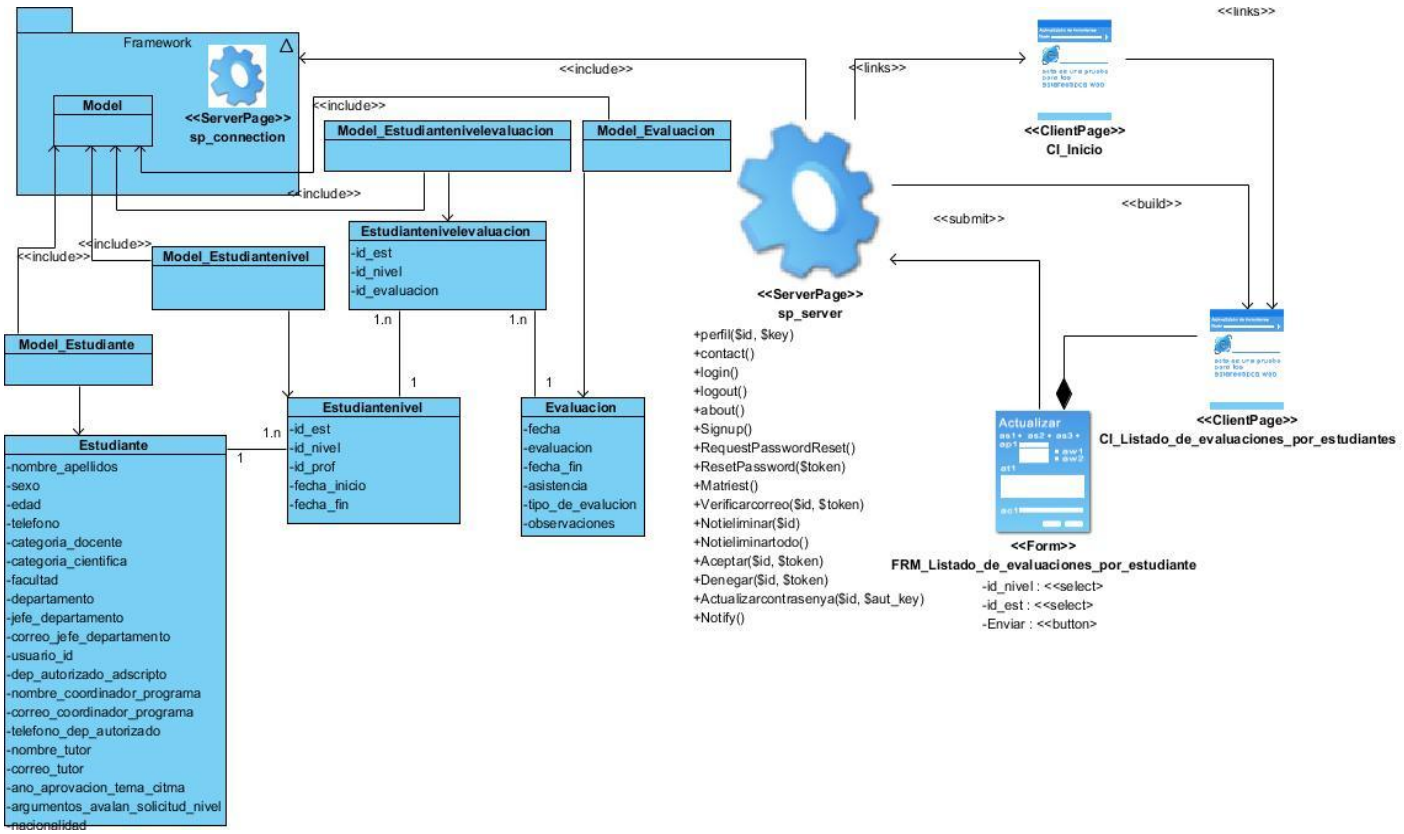


Ilustración 19. Diagrama de clase del diseño Listar evaluaciones por estudiante

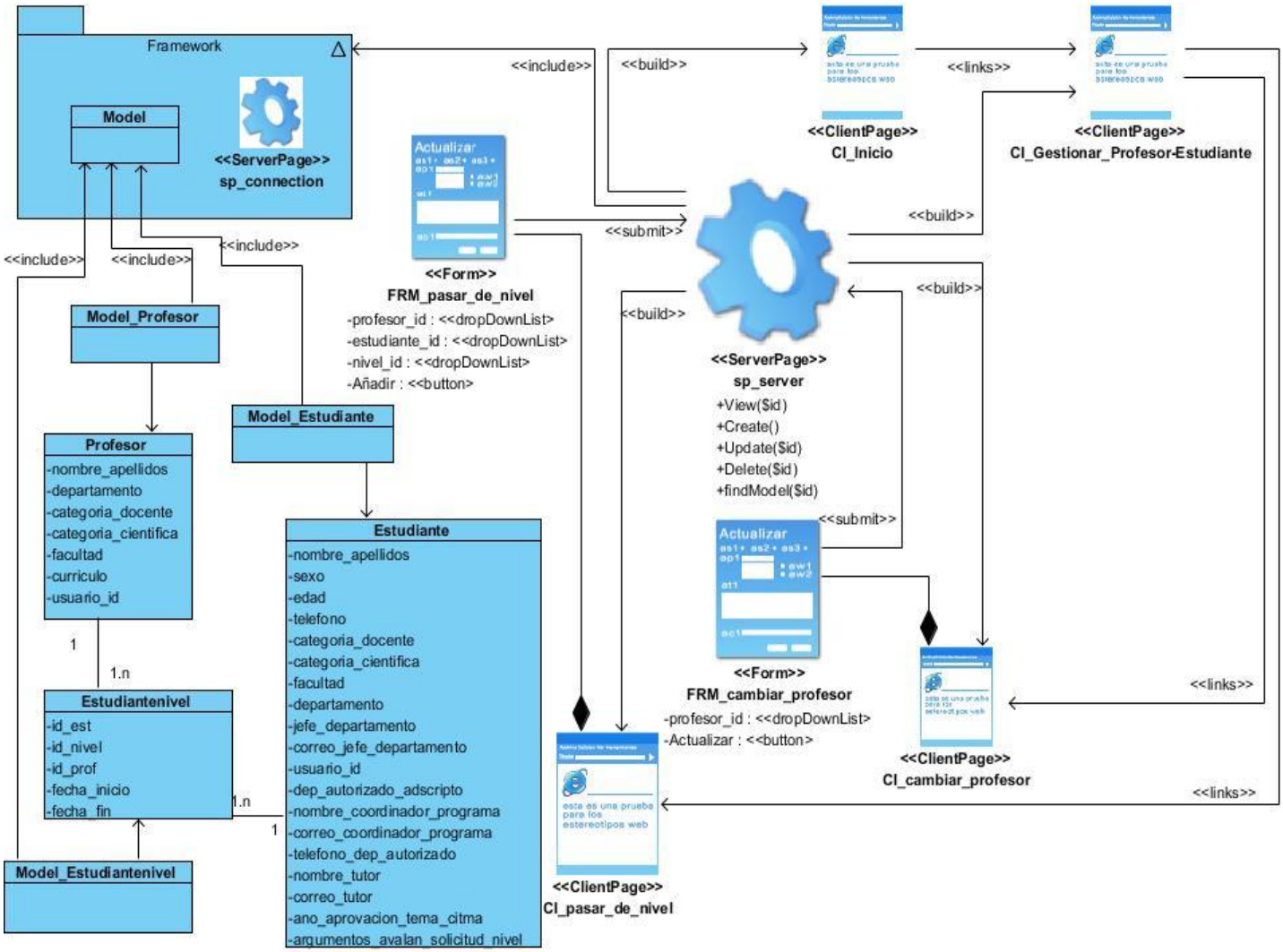


Ilustración 20: Diagrama de clase del diseño Profesor-Estudiante

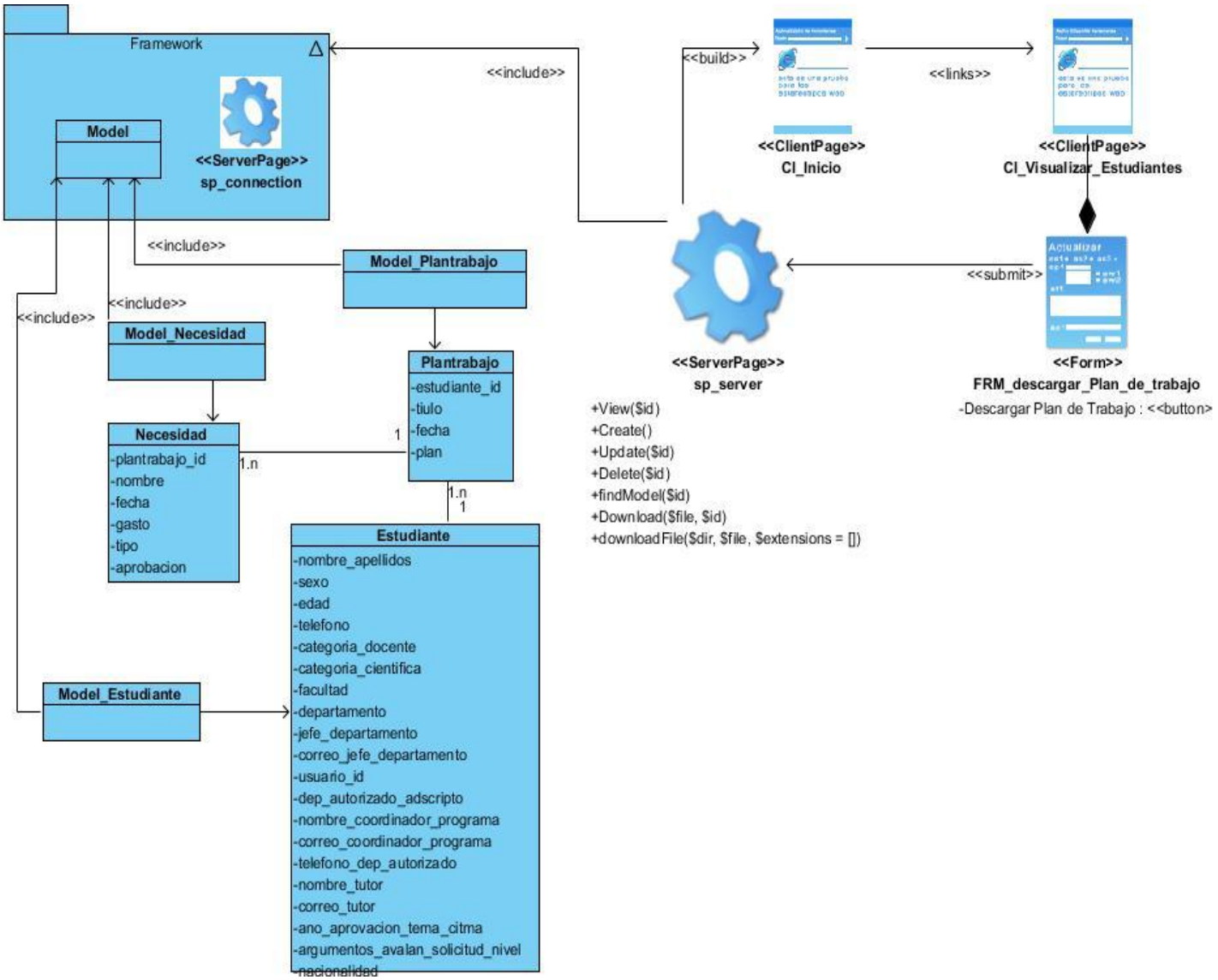


Ilustración 21: Diagrama de clase del diseño Visualizar plan de trabajo

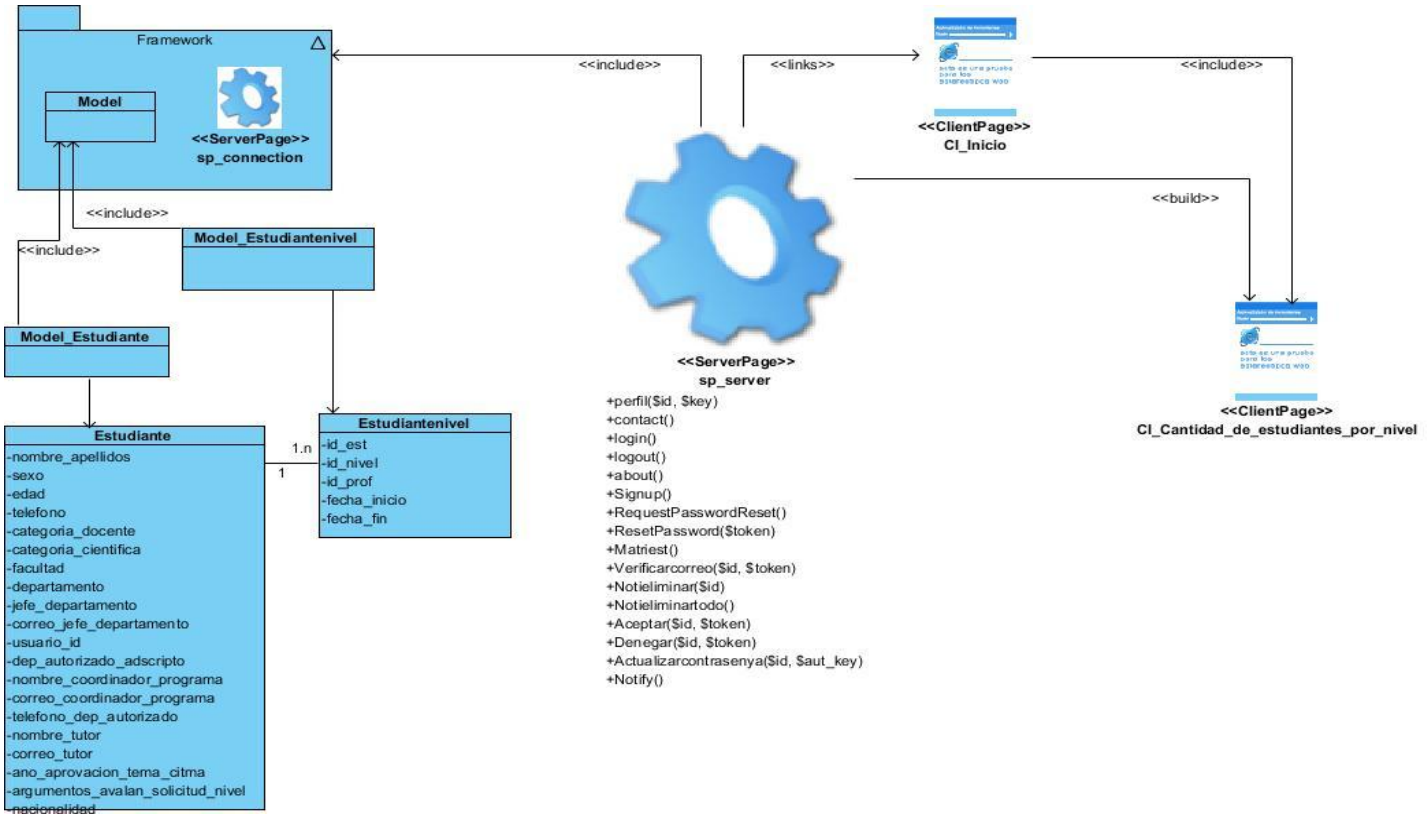


Ilustración 22:Diagrama de clase del diseño Cantidad de estudiantes por nivel

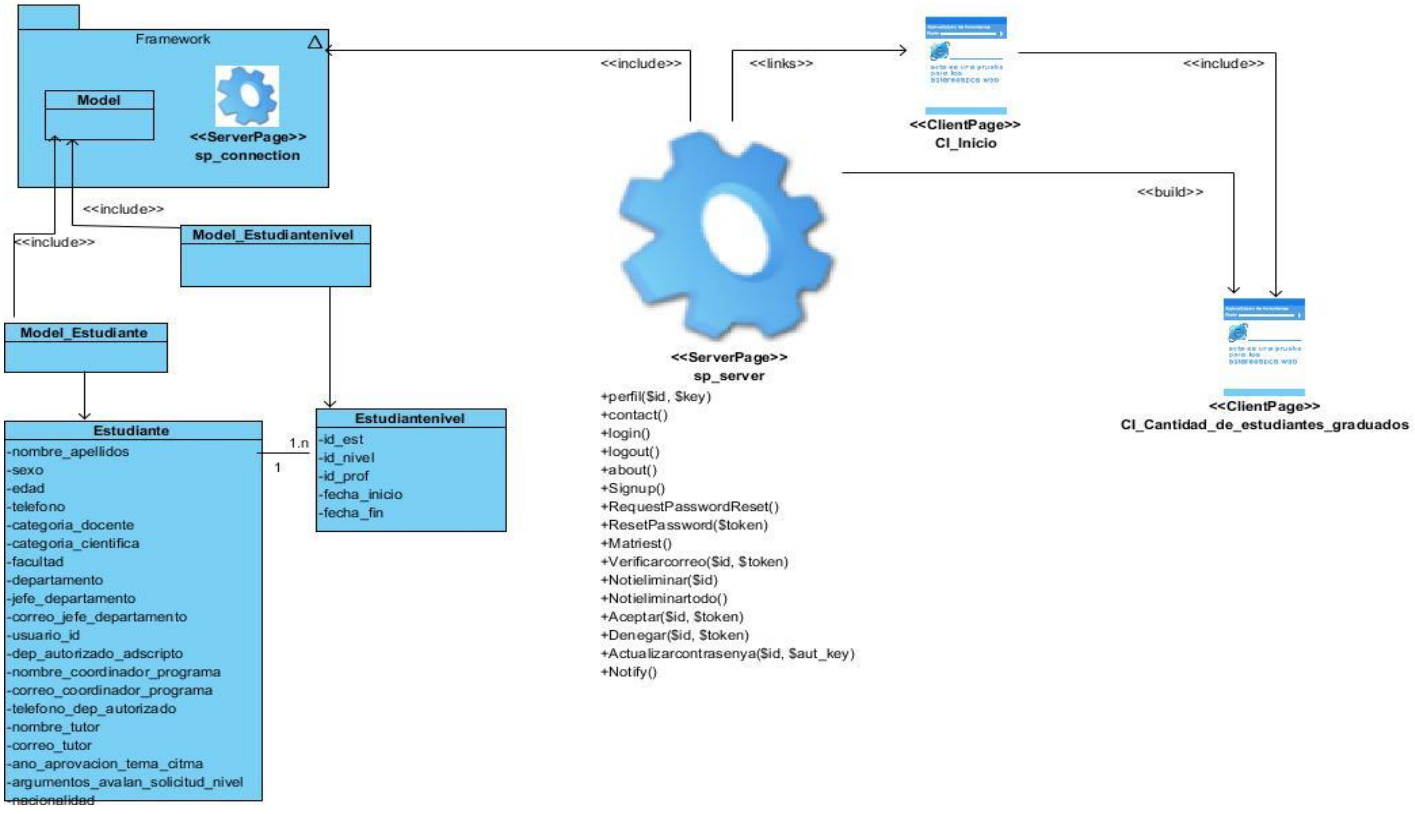


Ilustración 23: Diagrama de clase del diseño Cantidad de estudiantes graduados por año

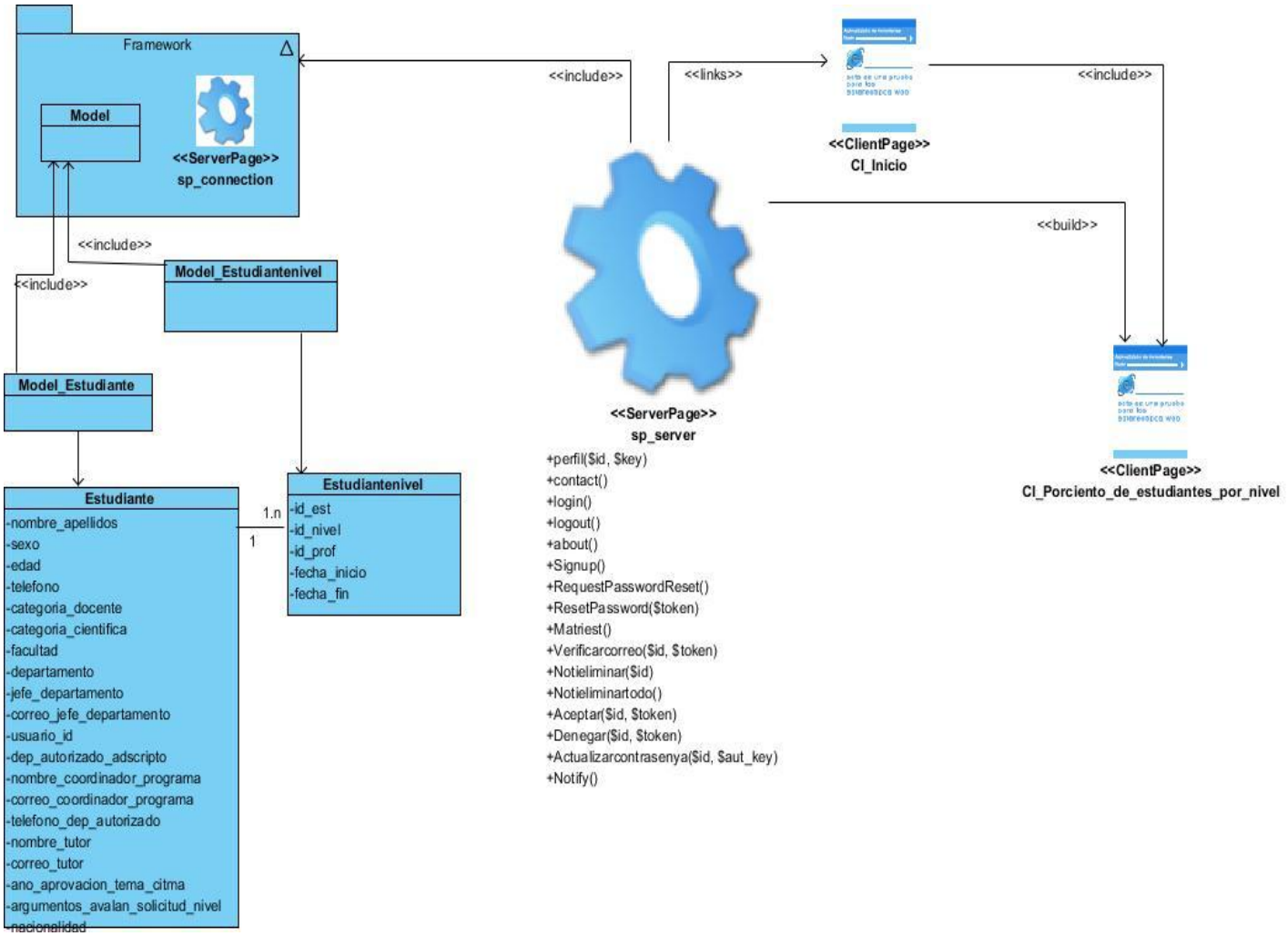


Ilustración 24: Diagrama de clase del diseño Porciento de estudiantes por nivel

2.4.2 – Diseño de la base de datos

2.4.3 – Modelo lógico de datos

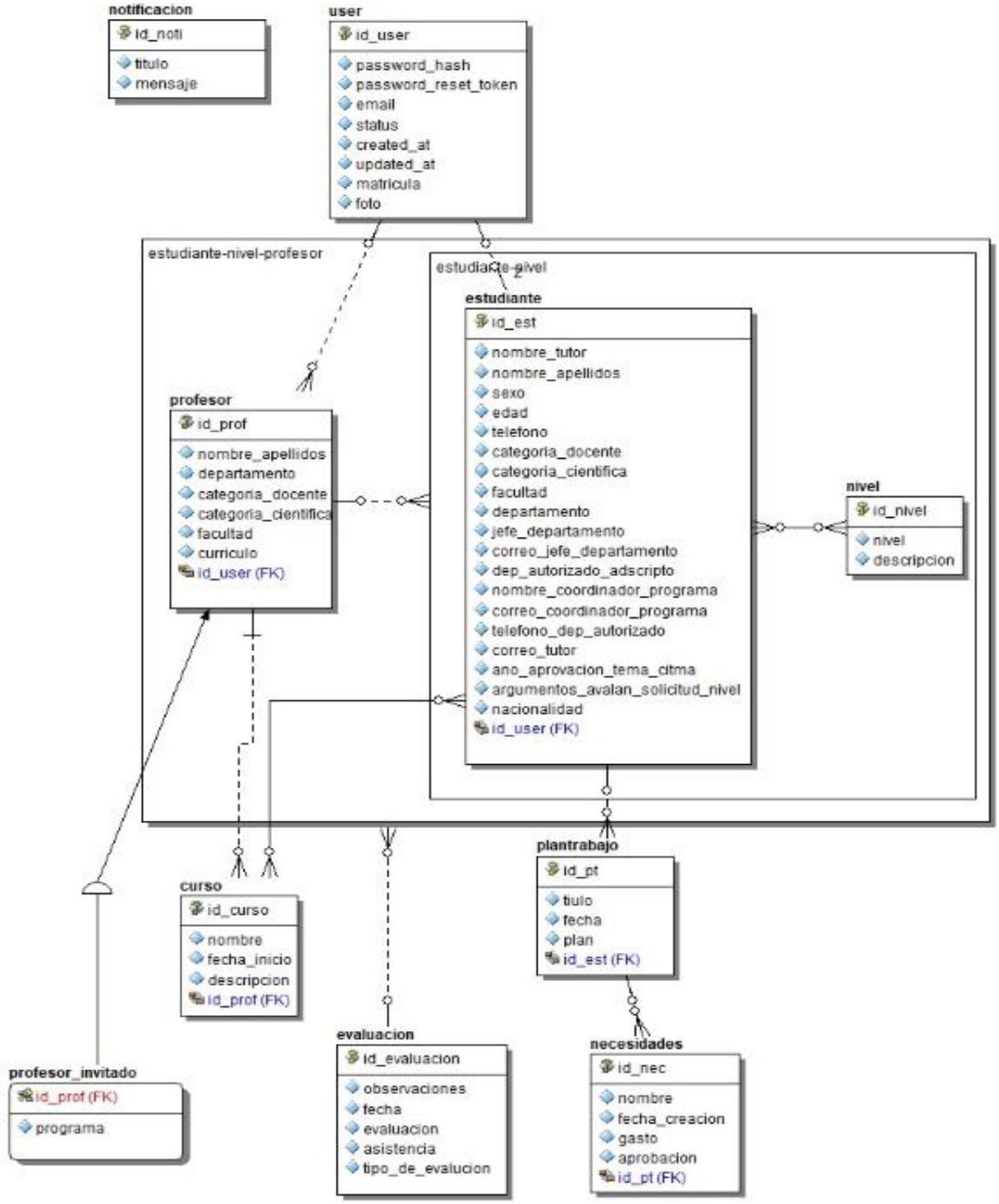


Ilustración 25: Diagramas de clases persistentes

2.4.4 – Modelo físico de datos

Representación gráfica del diagrama del modelo físico de datos.

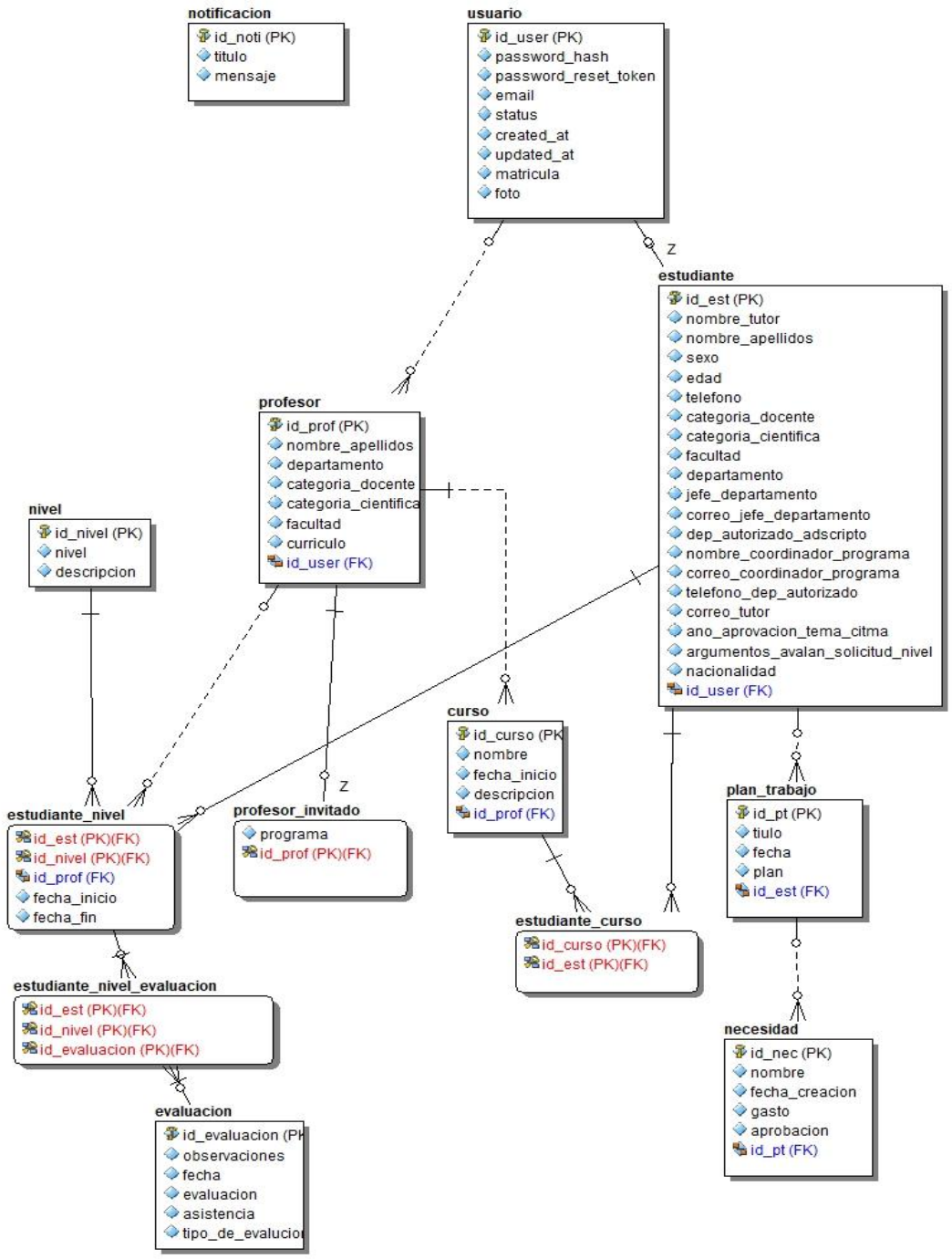


Ilustración 26: Diagramas del modelo físico de datos

2.4.5 – Diagrama de implementación

Representación gráfica de los diagramas de implementación.

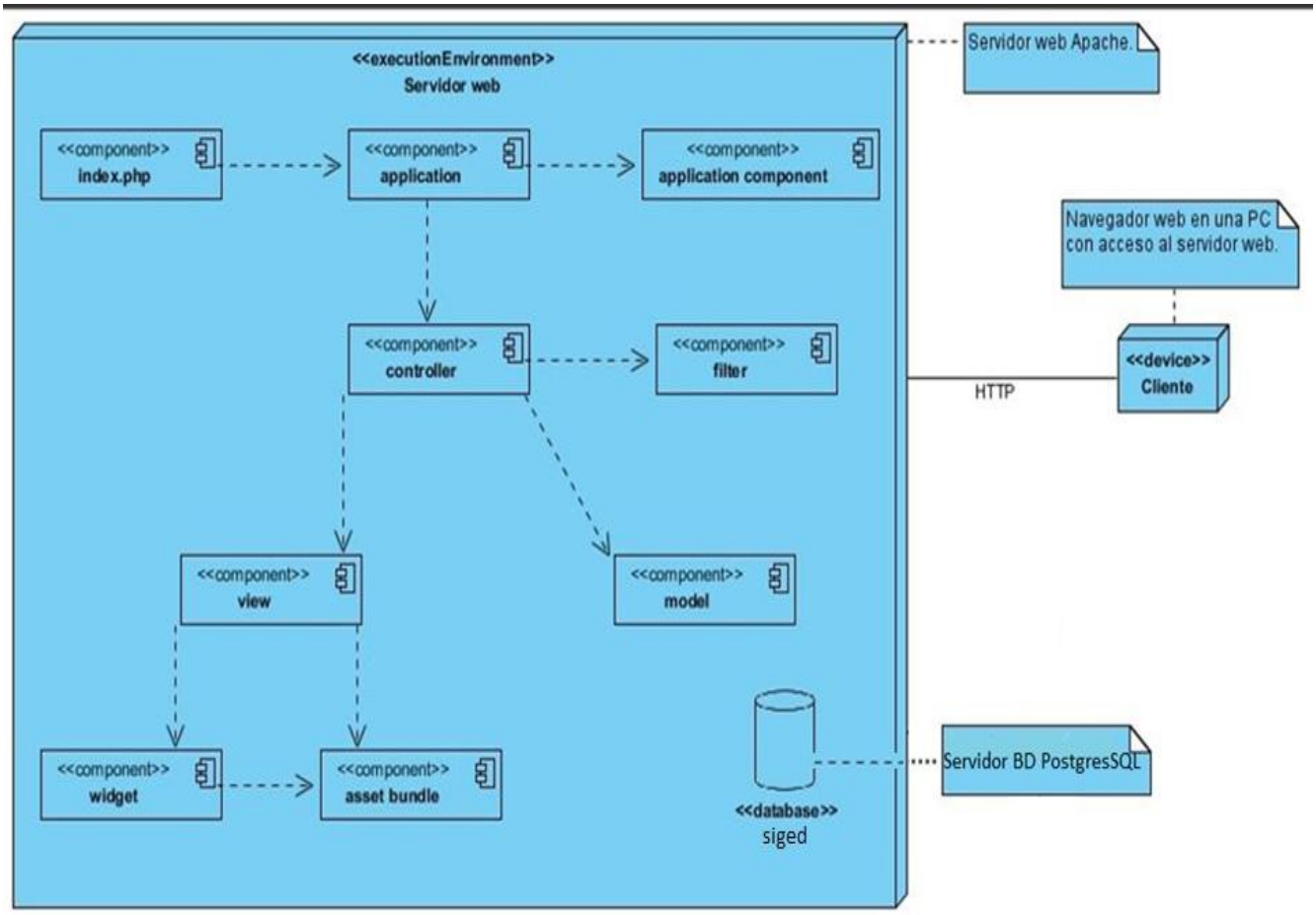


Ilustración 27: Diagrama de implementación

2.4.6 – Principios de diseño

Para la creación de la interfaz del sistema se utiliza el framework Yii2 de PHP integrado con la extensión Bootstrap 4, la cual contiene varios widgets y librerías de CSS que embellecen y hacen agradable la interfaz de toda la aplicación.

2.4.6.1 – Estándares en la interfaz de la aplicación

El diseño de la interfaz del sistema está basado en páginas web y el vocabulario manejado es lo menos técnico posible, acercándose al utilizado por los usuarios finales.

Para lograr una apariencia adecuada y cómoda al usuario que interactúa con la misma, se tienen en cuenta varios aspectos, sobre todo relacionados con tipografía, colores, navegación, composición del sitio, etc., sobre las que se detalla a continuación.

En la interfaz diseñada predomina del color azul con tonalidades claras y oscuras, además del blanco. La letra utilizada se encuentra en colores claros sobre fondos oscuros y en colores oscuros sobre fondos claros para apoyar contraste. Se evita el empleo de muchas imágenes para que la aplicación sea lo más rápida posible. El sistema cuenta con un diseño integrado por un menú en la parte superior que permite al usuario el navegar a través de toda la aplicación, en algunas ocasiones se cuenta con menús laterales a la izquierda en dependencia del rol del usuario para acceder a todas las funcionalidades en todo momento, así como las funcionalidades a las que se puede acceder desde cada página.

La carga visual se distribuye de manera cómoda evitando acumulaciones engorrosas y cumpliendo con la regla de distribución de la atención: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. La entrada de información por parte de los usuarios se realiza a través de los componentes del formulario. Los mensajes de error son pequeños y en español. Se utilizan además íconos para una mayor comprensión de las acciones.

2.4.6.2 – Tratamiento de errores

El sistema propuesto presenta una interfaz diseñada, implementada y dirigida a evitar excepciones y errores. El mismo tiene la obligación de detectar problemas en el proceso de autenticación por parte del usuario y en el control de acceso a las funcionalidades. El sistema presenta mecanismos de validación de la información que ofrece el framework Yii2 con el propósito de minimizar la entrada de información errónea, e indica al usuario el tipo de información que debe manipular. El sistema está diseñado para que el usuario escriba solo lo necesario con el fin de disminuir el margen de error.

2.4.6.3 – Concepción General de la ayuda

La ayuda constituye una parte imprescindible en todo sistema. El usuario cuenta con un manual de usuario donde están los detalles sobre cómo funciona el sistema, tratando de aclarar los puntos que puedan causar duda al usuario.

En el documento se encuentran explicadas todas las opciones del sistema, así como las consideraciones que se asumen en la ejecución de ellas con el fin de evitar cualquier tipo

de confusión por parte del usuario. Cada aspecto de la ayuda ha sido diseñado con el objetivo de expresar explícitamente cómo y en qué orden debe operar el usuario.

2.5 – Conclusiones

En este capítulo se describe el negocio y se obtienen los diagramas de clases del diseño, el modelo de la base de datos y el diagrama de implementación del sistema que proporcionaron una idea sobre el diseño e implementación del sistema. Se describen los principios del diseño de la aplicación, donde se detallan, los estándares de interfaces, tratamientos de errores y concepción general de ayuda.

3 – Estudio de factibilidad y validación de la solución

3.1 – Introducción

En este capítulo se utiliza la planificación basada en casos de uso para realizar la estimación y lograr así determinar la factibilidad del producto de software que se desarrolla. También se determina el tiempo necesario para el desarrollo del sistema que se propone, así como los costos vinculados al mismo.

3.2 – Estudio de factibilidad

3.2.1 – Planificación por casos de usos

La especificación de los requerimientos mediante casos de uso ha probado ser uno de los métodos más efectivos para capturar las funcionalidades de un sistema. Si bien los casos de uso permiten especificar la funcionalidad de un sistema bajo análisis, no permiten por sí mismos efectuar una estimación del tamaño que tendrá el sistema o del esfuerzo que tomaría implementarlo.

Existen varios métodos para la estimación del esfuerzo en proyectos basados en casos de uso, dentro de los que se destacan análisis de puntos de función, COCOMO II y una variante más reciente de COCOMO II denominada análisis de puntos de casos de uso; siendo esta última la que se pretende utilizar para realizar la estimación al producto de software que se propone. Análisis de puntos de casos de uso se trata de un método de estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto mediante la asignación de "pesos" a un cierto número de factores que lo afectan, para finalmente, contabilizar el tiempo total estimado para el proyecto a partir de esos factores.

Cálculo de los puntos de casos de uso sin ajustar

UUCP= UAW+UUCW

UUCP: Puntos de Casos de Uso

UAW: Factor de Peso de los Actores

UUCW: Factor de Peso de los Casos de Uso

3.2.2 - Factor de Peso de los Actores sin Ajustar

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de Actores presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad de los Actores se establece

teniendo en cuenta en primer lugar si se trata de una persona o de otro sistema, y, en segundo lugar, la forma en la que el actor interactúa con el sistema.

Tabla 24: Factor de Peso de los Actores sin Ajustar

Actor	Tipo de Actor	Factor de Peso
Estudiante	Complejo	3
Profesor	Complejo	3
Secretaria	Complejo	3
Director	Complejo	3
Supervisor	Complejo	3
Supervisor de evaluaciones	Complejo	3
usuario	Complejo	3

Como se describe en la tabla anterior existen en el sistema siete actores de tipo complejo, debido a que interactúan con el sistema mediante una interfaz gráfica.

Multiplicando la cantidad de actores de cada tipo por el peso correspondiente se obtiene:

UAW = Σ (Actor * Factor de peso) = 7*3=21

3.2.3 - Factor de Peso de los Casos de Uso

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de Casos de Uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad de los Casos de Uso se establece teniendo en cuenta la cantidad de transacciones efectuadas en el mismo, donde una transacción se entiende como una secuencia de actividades atómica, es decir, se efectúa la secuencia de actividades completa, o no se efectúa ninguna de las actividades de la secuencia.

Tabla 25: Factor de Peso de los casos de uso sin ajustar

Caso de uso	Factor de Peso	Clasificación
Gestionar perfil	5	Simple
Autenticarse	5	Simple
Cerrar sesión	5	Simple
Gestionar Cursos	15	Complejo
Gestionar Profesores	15	Complejo
Gestionar profesores invitados	15	Complejo
Gestionar Evaluaciones	15	Complejo
Gestionar necesidades	15	Complejo
Gestionar planes de trabajo	15	Complejo
Matricular	5	Simple
Visualizar estudiantes	10	Medio
Visualizar planes de trabajo	10	Medio
Visualizar evaluaciones	10	Medio
Visualizar necesidades	10	Medio
Listado de estudiante por nivel	5	Simple
Listado de evaluaciones por estudiante	5	Simple
Estudiante-Profesor	15	Complejo
Cantidad de estudiantes por nivel	5	Simple
Cantidad de estudiantes graduados por años	5	Simple
Porciento de estudiantes por nivel	5	Simple

UUCW = (9*5) + (4*10) +(7*15) = 190

UUCP = UAW + UUCW.

UUCP = 21 + 190= 211

3.2.4 – Cálculo de los puntos de casos de uso ajustados

Una vez que se tienen los puntos de casos de uso sin ajustar, se debe ajustar este valor mediante la siguiente ecuación:

UCP = UUCP * TCF * EF.

UCP = Puntos de casos de uso ajustados.

UUCP = Puntos de casos de uso sin ajustar.

TCF = Factor de complejidad técnica.

EF = Factor de ambiente.

Factor de complejidad técnica

Este coeficiente se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica del sistema. Cada uno de los factores se cuantifica con un valor de 0 a 5, donde 0 significa un aporte irrelevante y 5 un aporte muy importante. En la siguiente tabla se muestra el significado, el peso de cada uno, el valor asignado y total:

Tabla 26: Significado, peso y valor de cada factor de complejidad técnica.

El factor de complejidad técnica se calcula mediante la siguiente ecuación.

TCF = $0.6 + 0.01 * \Sigma (Peso_i * Valor_i) = 0.6 + 0.01 * 44.5 = 1.045$

Factor ambiente

Factor	Descripción	Peso	Valor	Comentario	($Peso_i$* $Valor_i$)
T1	Sistema distribuido.	2	3	El sistema es distribuido.	6
T2	Objetivos de performance o tiempo de respuesta.	1	4	Velocidad limitada por las entradas provistas por el usuario.	4
T3	Eficiencia del usuario final.	1	3	Escasas restricciones de eficiencia.	3
T4	Procesamiento interno complejo.	1	2	Hay cálculos complejos en varias ocasiones.	2
T5	Código reutilizable.	1	3	El código es reutilizables casi en su totalidad.	3

Las habilidades y el entrenamiento de los involucrados en el desarrollo tienen un gran impacto

T6	Facilidad de instalación.	0.5	3	Es fácil de instalar.	1.5
T7	Facilidad de uso.	0.5	4	Es relativamente fácil de usar.	2
T8	Portabilidad.	2	4	El sistema es portable.	8
T9	Facilidad de cambio	1	3	Se requiere un costo moderado de mantenimiento.	3
T10	Concurrencia.	1	3	No hay concurrencia.	3
T11	Objetivos especiales de seguridad.	1	3	Posee un control estricto de seguridad.	3
T12	Acceso directo a terceras partes.	1	3	No hay accesos directos a terceras partes.	3
T13	Entrenamiento a los usuarios.	1	3	Sistema fácil de usar.	3
Total				$\Sigma(Peso_i * Valor_i)$ = 44.5	

en las estimaciones de tiempo. Estos factores son los que se contemplan en el cálculo del factor de ambiente. El cálculo del mismo es similar al cálculo del factor de complejidad técnica, es decir, se trata de un conjunto de factores que se cuantifican con valores de 0 a 5. En la siguiente tabla se muestra el significado y el peso de cada uno de éstos factores.

Tabla 27: Significado, peso y valor de cada factor ambiente.

Factor	Descripción	Peso	Valor	Comentario	$Peso_i$ * $Valor_i$

E1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado.	1	4	Existe familiarización con el modelo.	4
E2	Experiencia en la aplicación.	2	2	Existe experiencia media debido a que se han utilizado las mismas herramientas en momentos anteriores.	4
E3	Experiencia en orientación a objetos.	2	4	Existe experiencia en programación orientado a objetos.	8
E4	Capacidad del analista líder.	1	3	El analista líder está capacitado.	3
E5	Motivación.	2	4	Existe motivación.	8
E6	Estabilidad de los requerimientos.	3	4	Requerimientos estables casi en su totalidad.	12
E7	Personal part-time.	1	1	El equipo es full-time.	1
E8	Dificultad del lenguaje de programación.	-1	2	Se usará lenguaje PHP del cual se tiene un nivel medio.	-2
Total					$\Sigma (P_i * V_i) = 38$

El Factor de ambiente se calcula mediante la siguiente ecuación:

EF = 1.4 - 0.03 * Σ ($Peso_i$ * $Valor_i$) = 1.4 - 0.03 * 38 = 0.41

Por tanto:

UUCP = 211

TCF = 1.045

EF = 0.41

UCP = UUCP * TCF * EF = 211* 1.045 * 0.41 = 90.40295

3.2.5 - De los puntos de casos de uso a la estimación del esfuerzo

E = UCP * CF.

E: Esfuerzo estimado en horas hombres.

CF: Factor de conversión.

- Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al factor ambiente están por debajo del valor medio (3), para los factores E1 a E6.
- Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al factor de ambiente están por encima del valor medio (3), para los factores E7 y E8.
- Si el total es 2 o menos, se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/Punto de Casos de Uso, es decir, un Punto de Caso de Uso toma 20 horas-hombre.
- Si el total es 3 o 4, se utiliza el factor de conversión 28 horas-hombre/Punto de Casos de Uso, es decir, un Punto de Caso de Uso toma 28 horas hombre.
- Si el total es mayor o igual que 5, se recomienda efectuar cambios en el proyecto, ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto.

En este proyecto si se analizan los valores tabulados anteriormente, es posible percatarse de que el total es 1, por lo que:

CF = 20 horas-hombre/punto de caso de uso.

E = UCP * CF.

E = 90.40295 * 20 horas/hombre.

E = 1808.0559 horas/hombre.

E ≈ 1808 horas/hombre.

El resultado (E) constituye el esfuerzo estimado en la implementación del proyecto y representa el 40 % del esfuerzo total.

Se tiene en cuenta que este método proporciona una estimación del esfuerzo en horas-hombre contemplando sólo el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de uso.

Por lo que, para obtener una estimación más completa de la duración total del proyecto, se agregó a la estimación del esfuerzo obtenida, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software. Existe un criterio que estadísticamente se considera aceptable, que distribuye el esfuerzo de las diferentes actividades dentro del desarrollo de un proyecto según la estimación que se muestra en la tabla siguiente, a la que también se le ha agregado el cálculo del valor del esfuerzo para el sistema de esta investigación:

Tabla 28: Cálculo del esfuerzo para cada actividad.

Actividad	Esfuerzo (%)	Valor (horas/hombre)
Análisis.	20	597.5
Diseño.	20	597.5
Implementación.	40	1195
Pruebas.	10	298.75
Sobrecarga (otras actividades).	10	298.75
Total.	100	2987.5 ≈2988

3.2.6 – Determinación de los costos

Luego de haber obtenido el esfuerzo total necesario para el desarrollo del sistema se puede calcular a partir del valor obtenido el tiempo necesario y a partir de este el costo vinculado al mismo, así como los beneficios tangibles e intangibles que se obtienen con el desarrollo del sistema.

Cálculo de tiempo

Trabajando 20 días al mes y 8 horas diarias como promedio, se tiene que:

Duración (días) = Total de horas / hombre entre 8 horas diarias = 1808 / 8 = 226

Duración (meses) = Total de días / 25 días por mes = 226 / 25 = 9.04 ≈ 9

Por tanto:

Se concluye que el proyecto se termina en aproximadamente 9 meses.

Cálculo de costo

Tomando como salario promedio mensual $400.00 MN.

Costo CUP = 9 meses * $400.00

Costo CUP = $3600.00

Costo CUC = $144.00

Por tanto:

Se concluye que el proyecto se tiene un costo asociado de $3600.00 CUP (equivalente a $144.00 CUC).

3.2.7– Beneficios tangibles e intangibles

Los beneficios obtenidos con el desarrollo del software son fundamentalmente intangibles, pues permite un ahorro del tiempo y de los recursos de escritorio considerable, además que disminuye el nivel de errores y los retrasos en el logro de los resultados finales. Lo que puede resumirse en la posibilidad de gestionar rápida y eficientemente la información asociada a los procesos de relaciones internacionales, siendo la misma segura y confiable.

Se listan los siguientes:

- ✓ Mejora la productividad de la Escuela de Doctores
- ✓ Reducción de pérdida de información
- ✓ Automatizado de estadísticas y la reducción de gastos de papel.
- ✓ Más control lo que reduce el riesgo de mala utilización de los recursos
- ✓ Permite la creación de informes para la toma de decisión.

3.2.8 – Análisis de costos y beneficios

Este sistema, como resultado del presente trabajo, no implica costo alguno para la Universidad de Cienfuegos, sin embargo, el desarrollo de todo producto informático va

asociado a un costo y su justificación económica viene dado por los beneficios tangibles e intangibles que este produce.

Teniendo en cuenta el análisis del costo realizado, obteniéndose como resultado un costo por concepto de salario de $3600; y los beneficios que trae consigo la construcción de un producto informático para la gestión de la información de la Escuela de Doctores, entre los que podemos mencionar el ahorro de recursos de escritorio y la posibilidad de acceder de forma rápida a los datos, es que podemos afirmar que es factible la solución que se propone.

3.3 – Validación de la solución

A continuación, se muestran algunas de las validaciones hechas al sistema:

3.3.1 Caso de prueba para el caso de uso Autenticarse

Descripción: Pantalla donde se valida el usuario y Contraseña, para permitir el acceso a la aplicación.

Validaciones: La validación ocurre al hacer click sobre el botón Entrar, al presionar la tecla ENTER y en ocasiones al quitar el foco de los diferentes campos.

- El campo Usuario no puede estar vacío.
- El campo Contraseña no puede estar vacío ni tener menos de 6 caracteres.
- El usuario no puede estar dos veces en el sistema.

Errores: Los errores ocurridos se muestran debajo de cada campo.

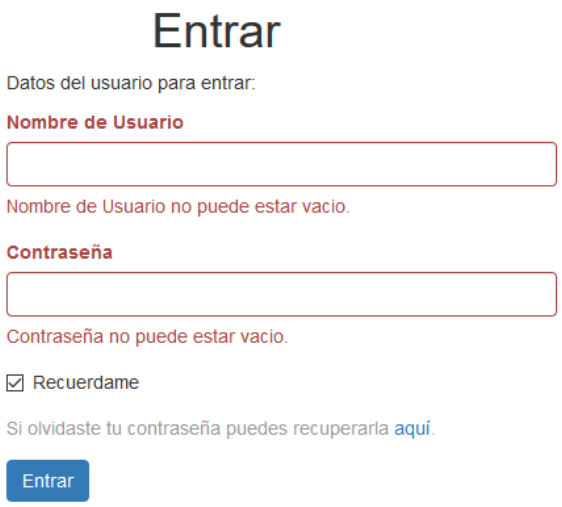


Ilustración 28: Caso de prueba para el caso de uso Autenticarse

3.3.2 Caso de prueba para el caso de uso Matricular

Descripción: Pantalla donde se validan los datos del estudiante para matricular en la Escuela de Doctores.

Validaciones: La validación ocurre al hacer click sobre el botón Matricular, al presionar la tecla ENTER y en ocasiones al quitar el foco de los diferentes campos.

- El campo Nombre y Apellidos no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Edad no puede estar vacío.

- El campo Teléfono no puede estar vacío y tiene que ser de tipo número con seis dígitos como mínimo.
- El campo Correo no puede estar vacío y debe tener el formato de correo.
- El campo Contraseña no puede estar vacío ni tener menos de 6 caracteres.
- El campo Categoría docente no puede estar vacío.
- El campo Categoría científica no puede estar vacío.
- El campo Facultad no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Departamento no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Facultad no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Jefe de departamento no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Correo del jefe del departamento no puede estar vacío y debe tener el formato de correo.
- El campo Departamento autorizado adscripto no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Nombre del coordinador del programa no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Correo del coordinador del programa no puede estar vacío y debe tener el formato de correo.
- El campo Teléfono del departamento autorizado no puede estar vacío y tiene que ser de tipo número con seis dígitos como mínimo.
- El campo Nombre del tutor no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Correo del tutor no puede estar vacío y debe tener el formato de correo.
- El campo Año de aprobación del tema CITMA no puede estar vacío y tiene que ser de tipo número con cuatro dígitos como mínimo.
- El campo Argumentos que avalan la solicitud del nivel no puede estar vacío.

- El campo Nacionalidad no puede estar vacío.

Errores: Los errores ocurridos se muestran debajo de cada campo y en algunos casos en alertas flotantes.

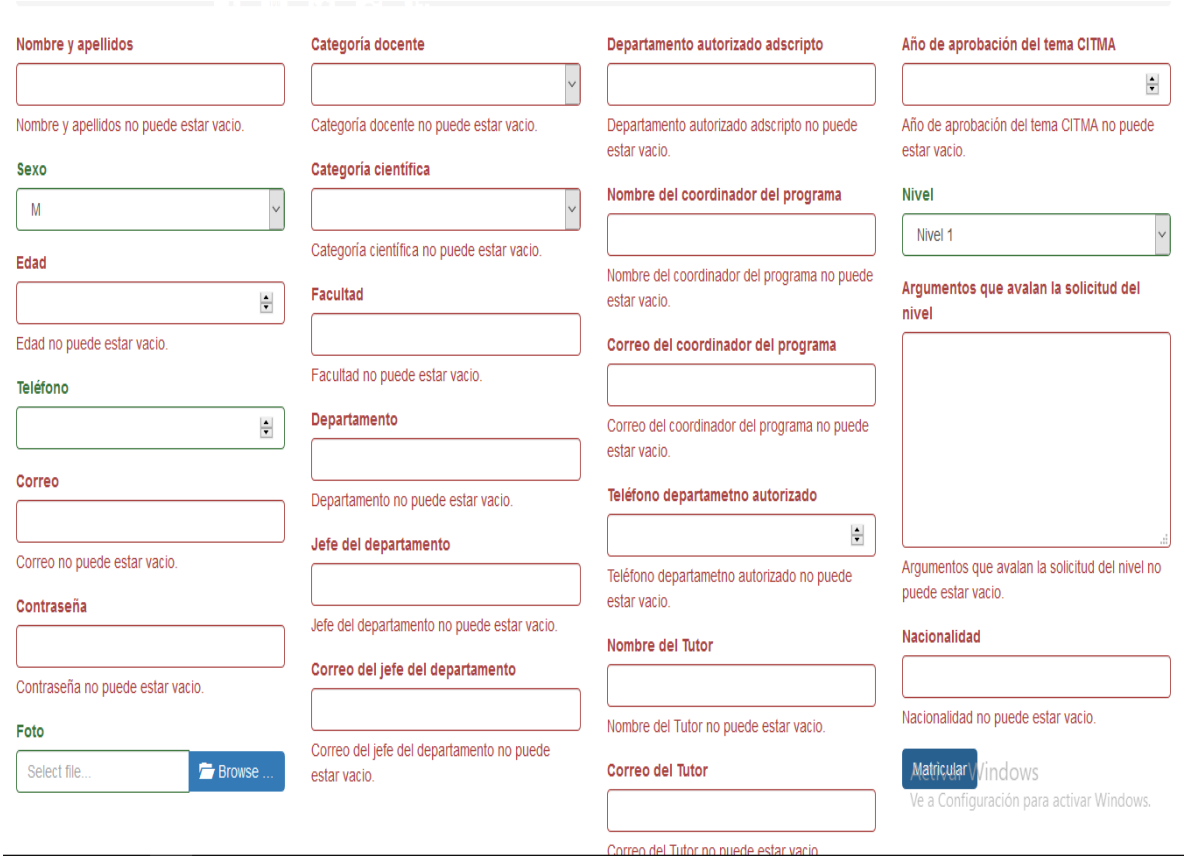


Ilustración 29: Caso de prueba para el caso de uso Matricular

3.3.3 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Curso

Descripción: Pantalla donde se le permite al director de la Escuela de Doctores crear un nuevo Curso.

Validaciones: La validación ocurre al hacer click sobre el botón Matricular, al presionar la tecla ENTER y en ocasiones al quitar el foco de los diferentes campos.

El campo Usuario no puede estar vacío.

- El campo Profesor no puede estar vacío.
- El campo Nombre no puede estar vacío.
- El campo Fecha fin no puede estar vacío y tiene que ser de tipo date.
- El campo Descripción no puede estar vacío.
- El campo Estudiante no puede estar vacío.

Errores: Los errores ocurridos se muestran debajo de cada campo y en algunos casos en alertas flotantes.

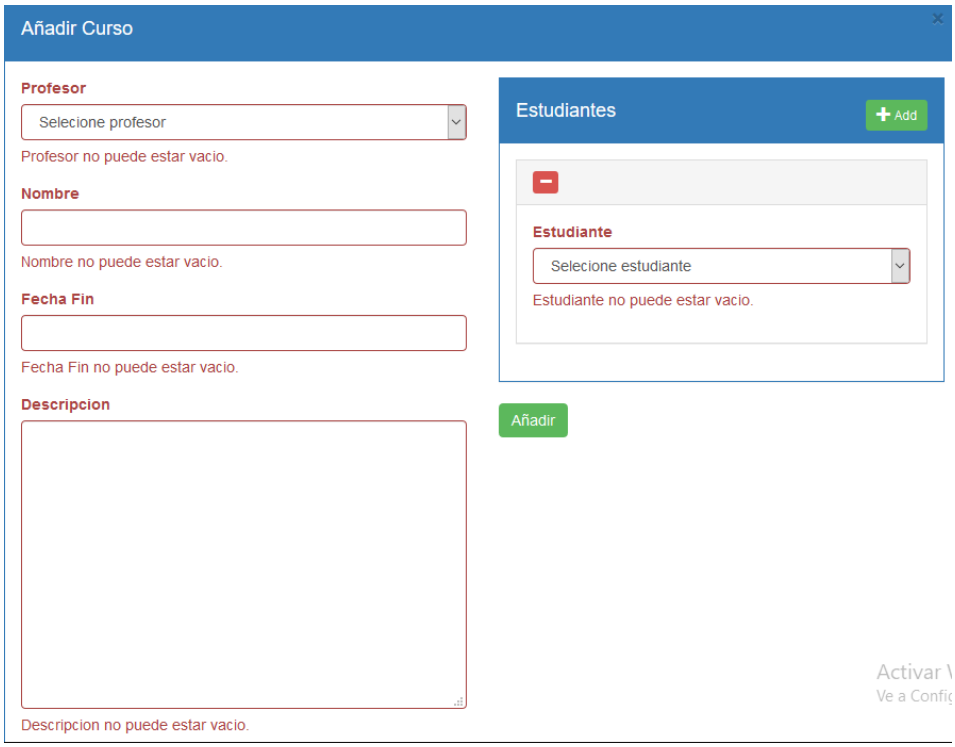


Ilustración 30: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Curso

3.3.4 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Profesor

Descripción: Pantalla donde se le permite al director de la Escuela de Doctores crear un nuevo profesor.

Validaciones: La validación ocurre al hacer click sobre el botón Matricular, al presionar la tecla ENTER y en ocasiones al quitar el foco de los diferentes campos.

El campo Usuario no puede estar vacío.

- El campo Email no puede estar vacío y tiene que ser con formato de correo.
- El campo Nombre y Apellidos no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Departamento no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.
- El campo Categoría docente no puede estar vacío.
- El campo Categoría científica no puede estar vacío.

- El campo Facultad no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales y no debe tener números.

Errores: Los errores ocurridos se muestran debajo de cada campo y en algunos casos en alertas flotantes.

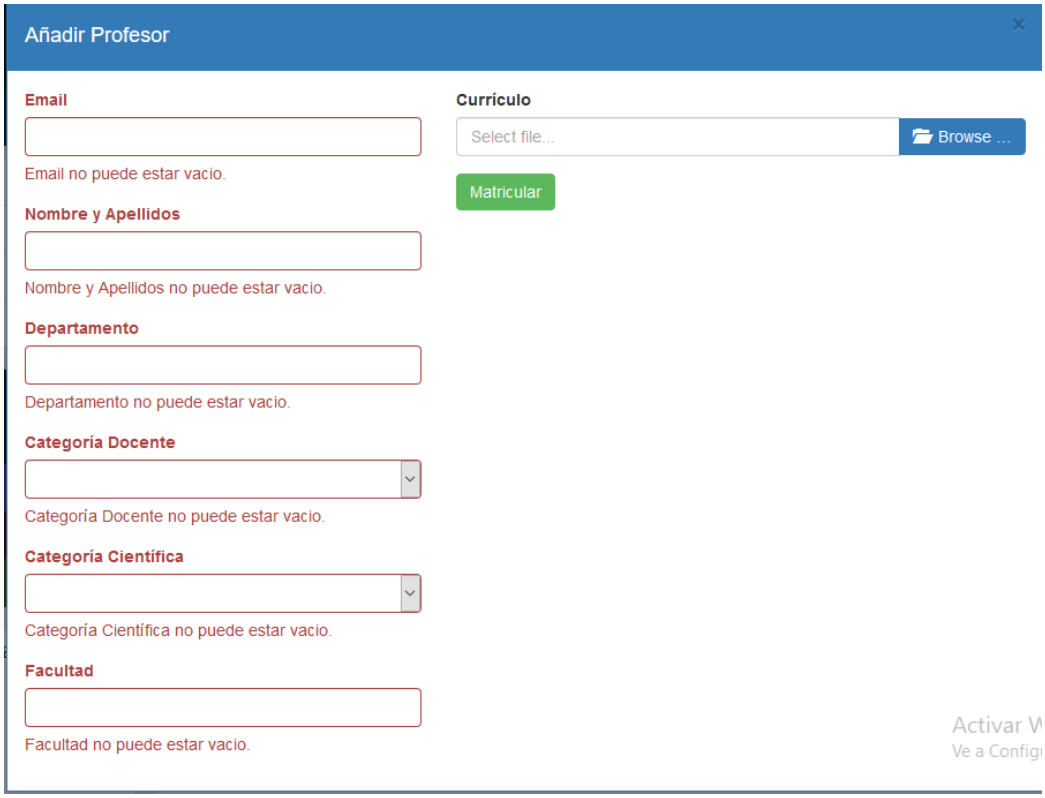


Ilustración 31: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Profesor

3.3.4 Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Planes de Trabajo

Descripción: Pantalla donde se le permite al estudiante crear un subir un nuevo plan de trabajo.

Validaciones: La validación ocurre al hacer click sobre el botón Matricular, al presionar la tecla ENTER y en ocasiones al quitar el foco de los diferentes campos.

El campo Usuario no puede estar vacío.

- El campo Título no puede estar vacío y no debe contener caracteres especiales.
- El campo Plan no puede estar vacío y debe ser un documento con formatos pdf, doc, docx, txt.
- El campo Nombre no puede estar vacío, no debe tener caracteres especiales.

Errores: Los errores ocurridos se muestran debajo de cada campo y en algunos casos en alertas flotantes.

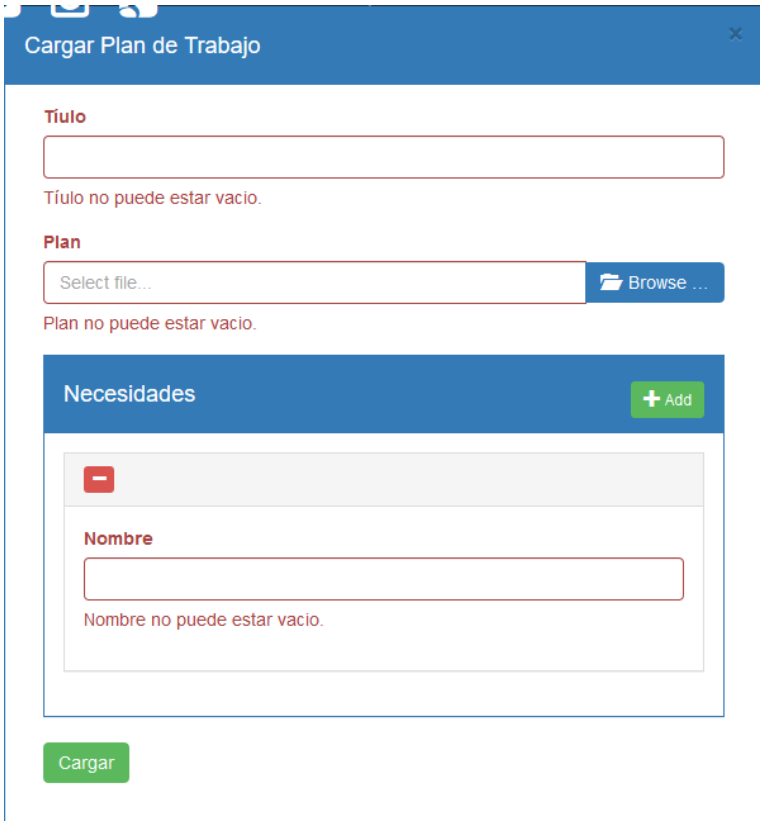


Ilustración 32: Caso de prueba para el caso de uso Gestionar Planes de Trabajo

3.4 – Conclusiones

La realización del cálculo de factibilidad económica para el sistema informático propuesto, estimó un tiempo de 9 meses para su desarrollo. Se definieron los beneficios que trae consigo la implementación del sistema para la entidad, concluyendo de esta forma que es factible su desarrollo.

Conclusiones

Teniendo en cuenta los objetivos trazados para la realización de la presente investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- Se diseña e implementa un sistema informático con funcionalidades que se adecuan a las necesidades de la Escuela de Doctores, proporcionándole una herramienta que reduce el tiempo empleado en la gestión de información.
- Es factible el desarrollo del sistema informático, resultado un tiempo de desarrollo de nueve meses y un costo de 3600 CUP.
- La validación mediante pruebas funcionales del software muestra su adecuado funcionamiento, y correcta entrada de datos.

Recomendaciones

Se recomienda:

- Agregar nuevas funcionalidades que puedan surgir de su implantación.

Referencias bibliográficas

[1] Doctorado. (2015). Recuperado de: Available: http://lema.rae.es/drae/?val=doctorado.

[2] Chynoweth Paul, (2017) Professional doctorates in the built environment: how Higher Education is responding to the changing needs of industry and the professions.

[3] Georgia State University, (2015) *Public and Private Investments in Ph.D. Research Programs Pay Economic Development Dividends*. [Online]. Recuperado de: Available: http://news.gsu.edu/2015/12/10/public-and-private-investments-in-ph-d-research-programs-pay-economic-development-dividends/.

[4] El Diario. (2018) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.eldiario.es/cienciacritica/Doctorado-ciencia-fraude-doctor-medico_6_110648947.html.

[5] Estudios de doctorado (Universidad de Zaragoza). (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://wzar.unizar.es/servicios/docto/.

[6] Columbia University: About Columbia. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.columbia.edu/about_columbia/history.html.

[7] Happy Birthday to the Oldest American Graduate School (2019) (Office of Public Affairs at Yale – News Release). [Online]. Recuperado de: Available: http://web.archive.org/web/20060909180355/http://www.yale.edu/opa/newsr/97-04-21-01.all.html.

[8] Fleming Donald and Bailyn Bernard, *Two Cheers for (1870): The American Law School*. in Law in American History.

[9] Powell Stuart, Long Elizabeth (2016), Professional Doctorate Awards in the UK. UK Council for Graduate Education.

[10] Elaine Graham (2018), International Journal of Practical Theology.

[11] Alonso Becerra Alicia. (2013) La formación de doctores en Cuba en correspondencia con el plan de desarrollo económico y social hasta el 2030.

[12] Doctorado | Universidad de la Habana. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.uh.cu/estudios/posgrado/doctorado. [Accessed: 28-Jan-2019].

[13] Doctorado en Informática (2016) Universidad de las Ciencias Informáticas. [Online]. Recuperado de: Available: http://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/eventos/matricula-en-el-programa-de-doctorado-en-informatica. [Accessed: 28-Jan-2019].

[14] DOCTORADOS – Universidad de Holguín. (2018) [Online]. Recuperado de: Available: https://www.uho.edu.cu/doctorados/. [Accessed: 28-Jan-2019].

[15] Programas Doctorales | Enfermería Cubana. (2014) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.enfermeriacubana.sld.cu/doctorado. [Accessed: 28-Jan-2019].

[16] Dr. C. Stuart Rivero Alexis Juan. (2012), FUNCIONAMIENTO ESCUELA DE DOCTORES. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. (VRIP), 21-Mar-2016.

[17] Doctores que se han defendido desde que se inició la Escuela de Doctores. (2016)

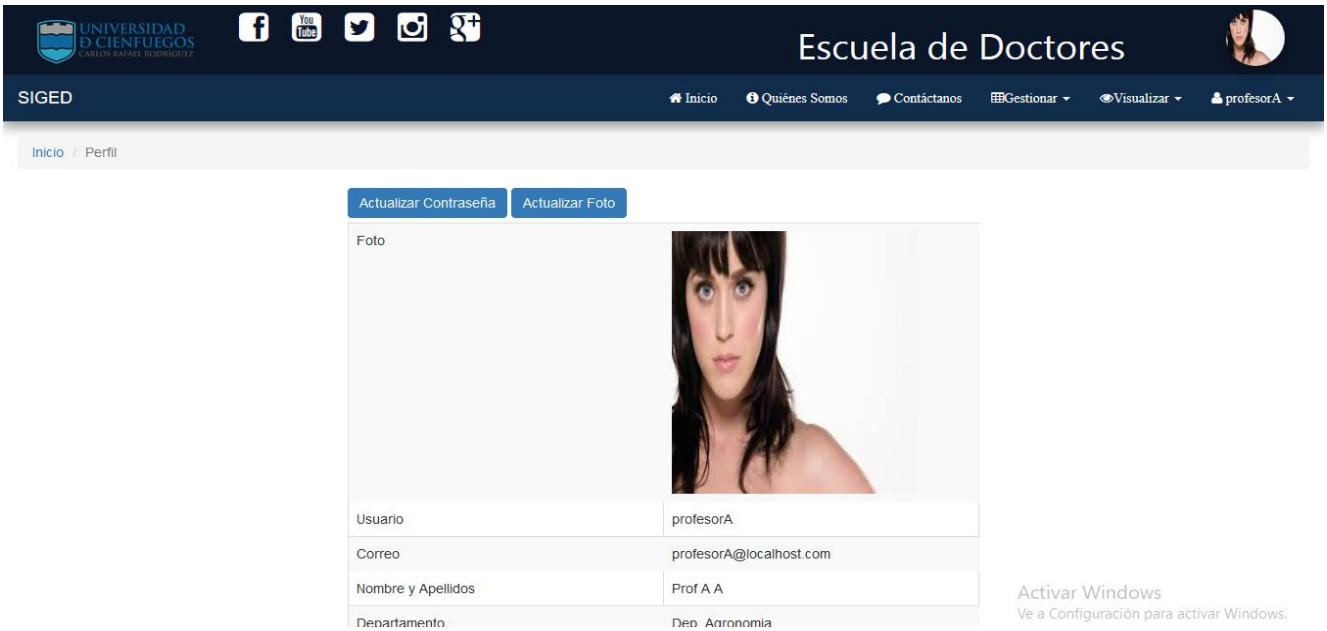
[18] programas_doctorado. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,27268401&_dad=portal&_schema=PORTAL. [Accessed: 28-Jan-2019].

[19] Escuela de Doctorado. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: https://www.uam.es/EscuelaDoctorado.
[20] Estudios de doctorado (Universidad de Zaragoza). (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://wzar.unizar.es/servicios/docto/.
[21] Escuela de Máster y Doctorado. (2019) [Online]. Available: https://www.ehu.eus/es.
[22] Programas de doctorado | IdEP - Instituto de Estudios de Postgrado. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: https://www.uco.es/estudios/idep/doctorado/programas. [Accessed: 28-Jan-2019].
[23] Doctorados de la Universidad de Granada > Programas Oficiales de Doctorado de la UGR | Universidad de Granada. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: http://doctorados.ugr.es/pages/doctorados. [Accessed: 28-Jan-2019].
[24] cliente-servidor (2013). [Online]. Recuperado de: Available: http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/aplicacion/cliente-servidor.html.
[25] M. A. Alvare (2018), Qué es MVC. [Online]. Recuperado de: Available: http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-esmvc.html.
[26] What is UML | Unified Modeling Language. (2014) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.uml.org/what-is-uml.htm.
[27] What is HTML (HyperText Markup Language)? (2014) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.computerhope.com/jargon/h/html.htm.
[28] Guía Breve de CSS. (2017) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/HojasEstilo.
[29] Rodríguez, J. (2019), *Definición de JavaScript* [Online]. Recuperado de: Available: http://www.gestiopolis.com/definicion-javascript/.
[30] Manual. (2018) *¿Qué es PHP?* [Online]. Recuperado de: Available: http://php.net/manual/es/intro-whatis.php.
[31] Yii PHP Framework: Best for Web 2.0 Development. (2016) [Online]. Recuperado de: Available: http://www.yiiframework.com/.
[32] Bootstrap (2019). [Online]. Recuperado de: Available: http://getbootstrap.com/.
[33] Redacción Power Data (2016), Tipos y función de los gestores de bases de datos.
[34] PostgreSQL (2019): The world's most advanced open source database. [Online]. Recuperado de: Available: https://www.postgresql.org/.
[35] (2019) Visual Paradigm para UML. [Online]. Recuperado de: Available: http://www.software.com.ar/p/visual-paradigm-para-uml#product-description.
[36] Modelado de bases de datos con Embarcadero ER / Studio: un ejemplo con InterBase. (2019) [Online]. Recuperado de: Available: https://community.embarcadero.com/blogs/entry/modelado-de-bases-dedatos-con-embarcadero-er--studio-un-ejemplo-con-interbase-38896.
[37] JetBrains (2019), PhpStorm IDE: JetBrains PhpStorm. [Online]. Recuperado de: Available: https://www.jetbrains.com/phpstorm.

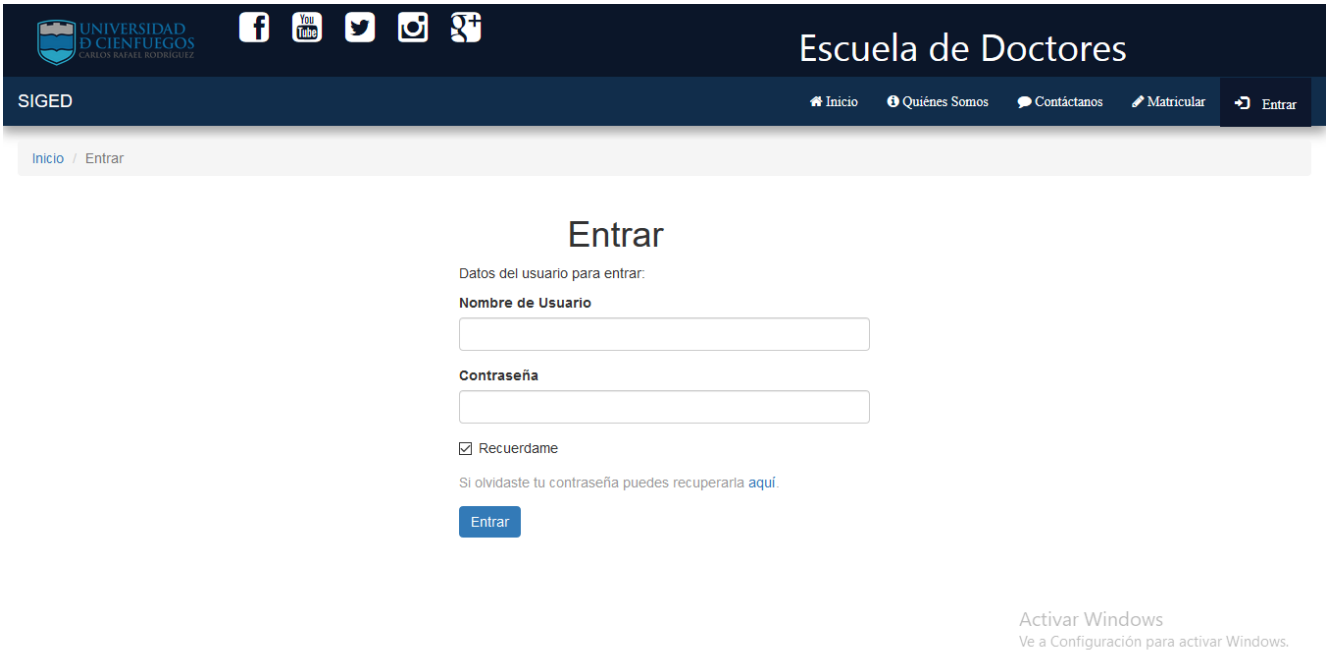
Anexos

Anexo 1 – Descripción de los casos de uso del sistema

Anexo 1.1 - Gestionar perfil



Anexo 1.2 – Autenticarse

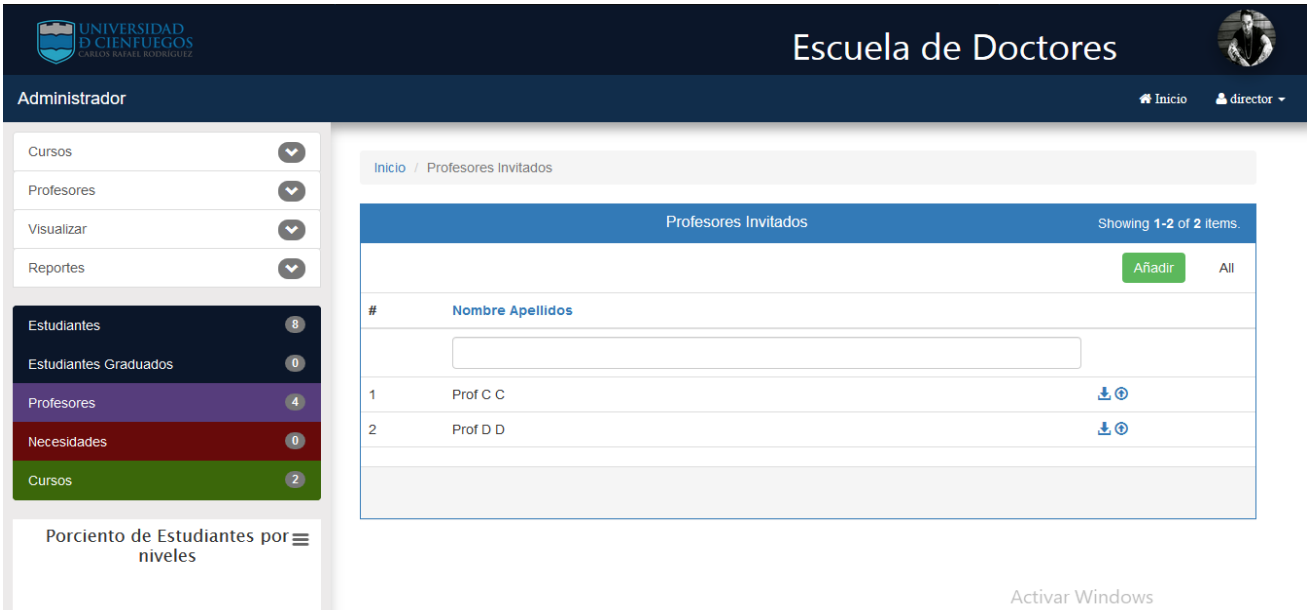


Anexo 1.3 - Cerrar sesión

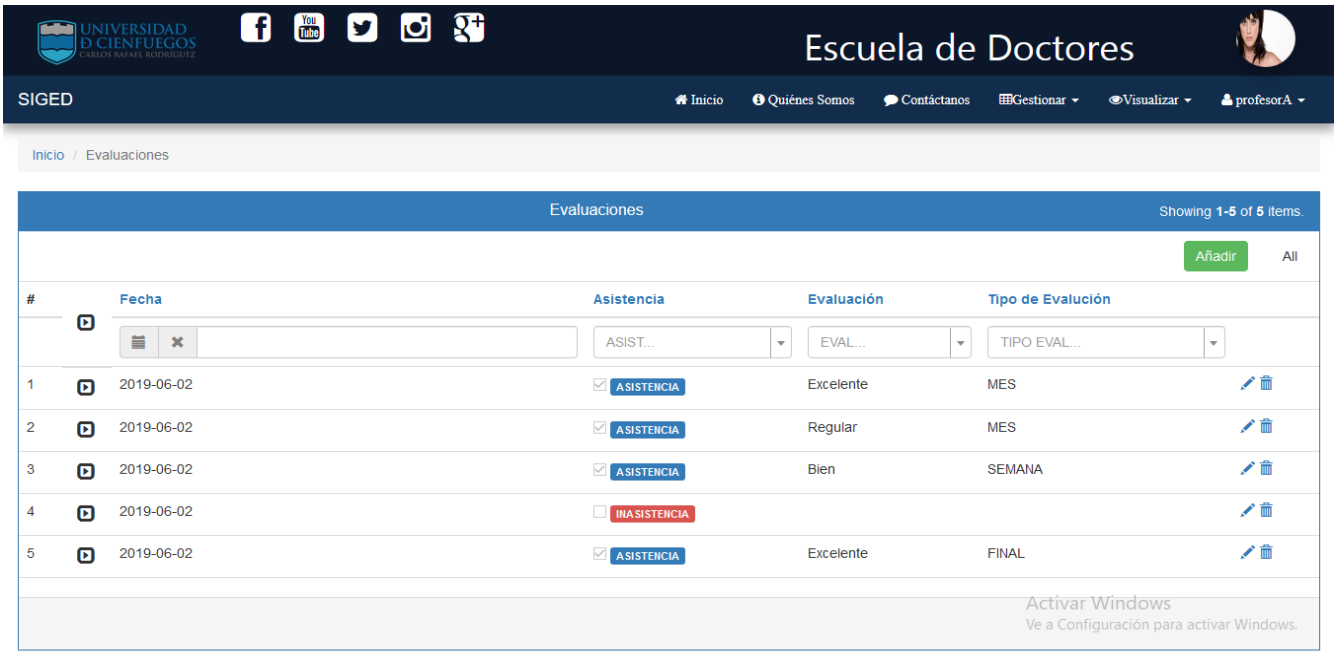
Anexo 1.4 - Gestionar Curos

Anexo 1.5 - Gestionar Profesores

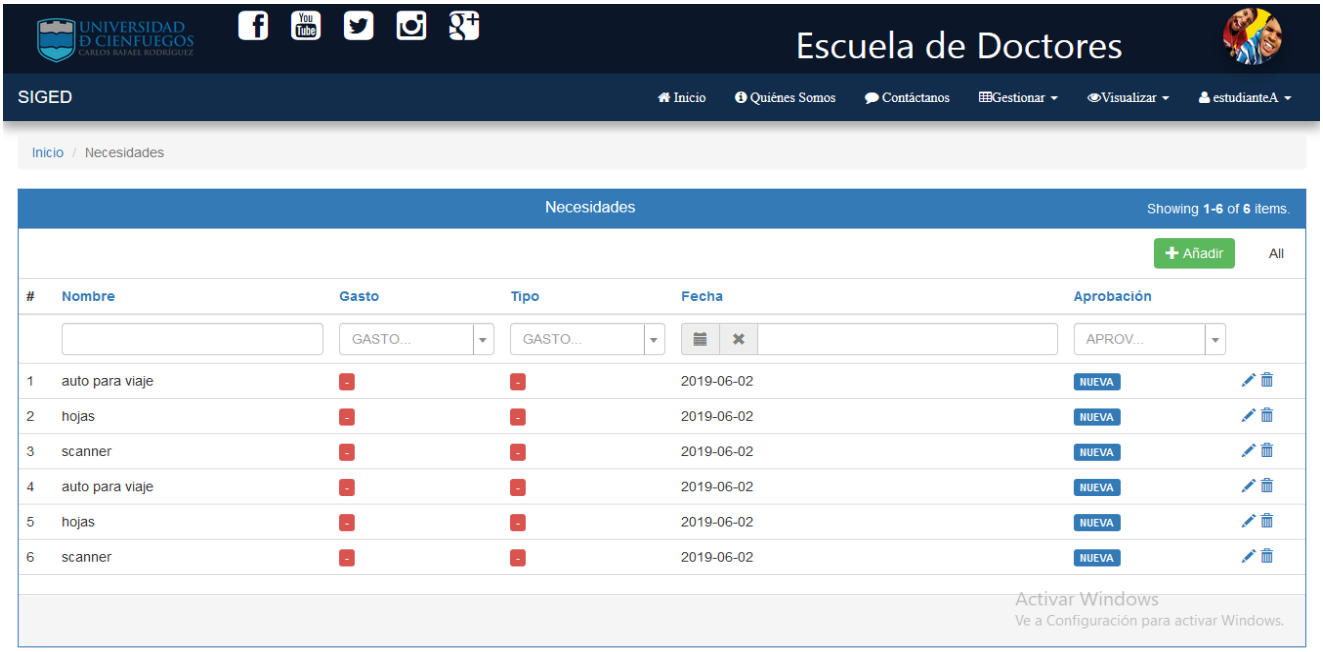
Anexo 1.6 - Gestionar Profesores invitados



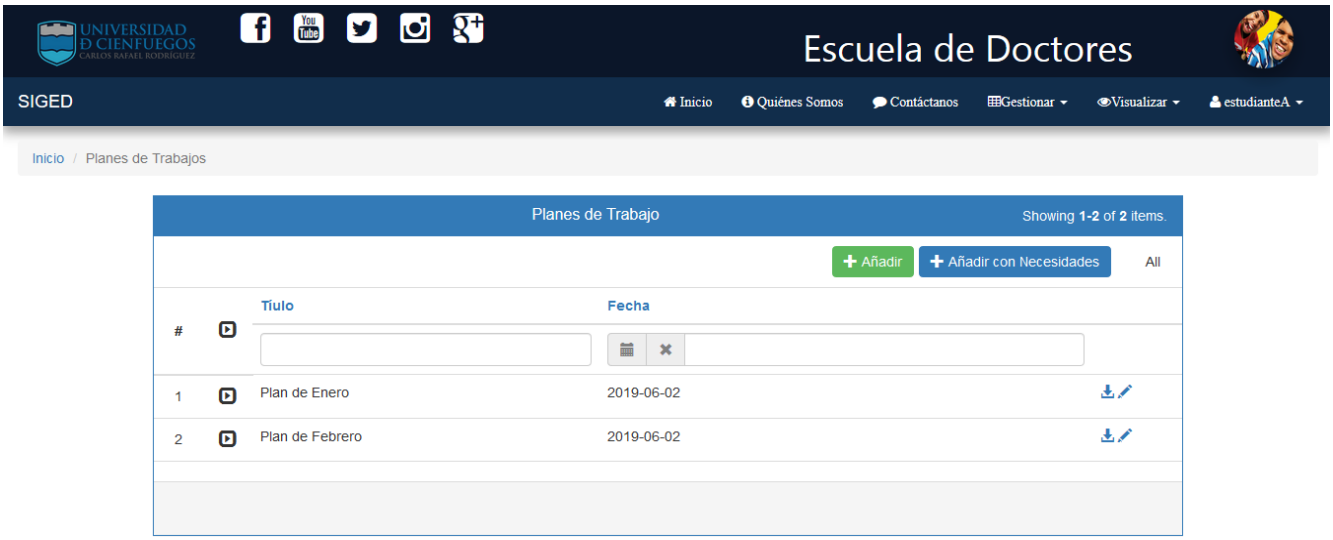
Anexo 1.7 –Gestionar evaluaciones



Anexo 1.8 –Gestionar necesidades

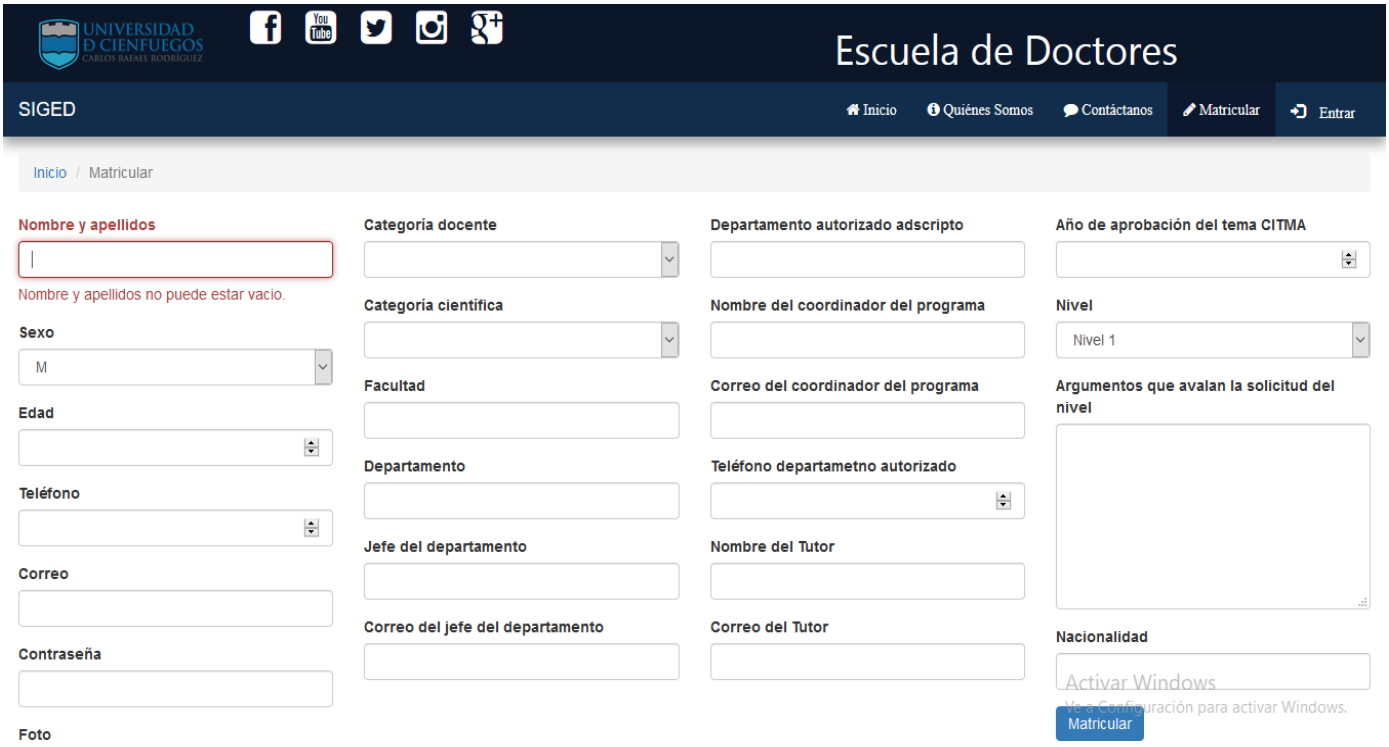


Anexo 1.9 –Gestionar planes de trabajo



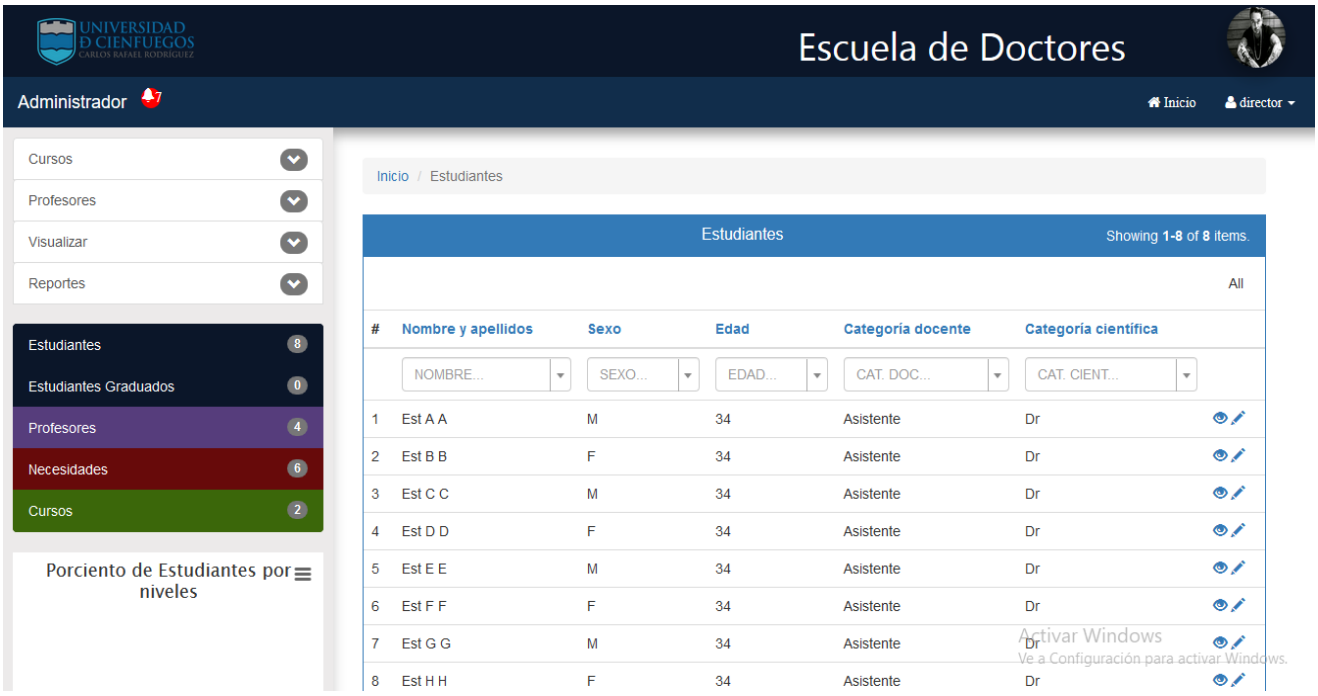
Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Anexo 1.10 –Matricular

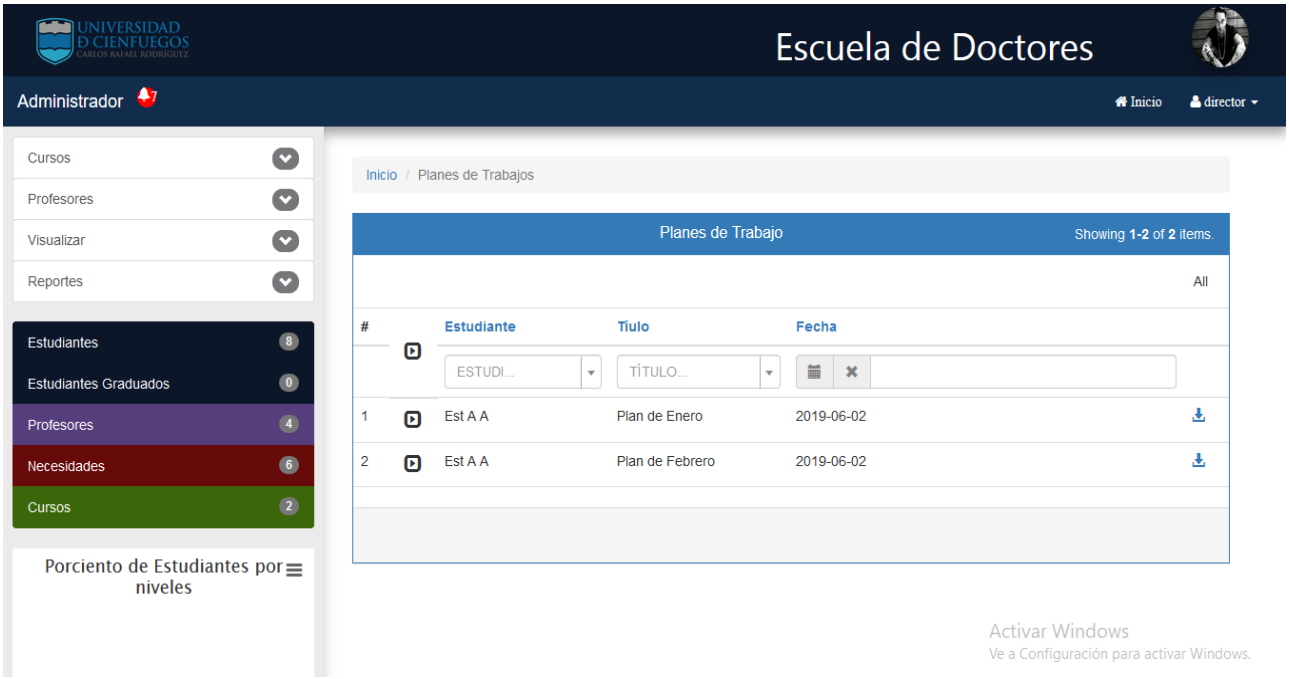


Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

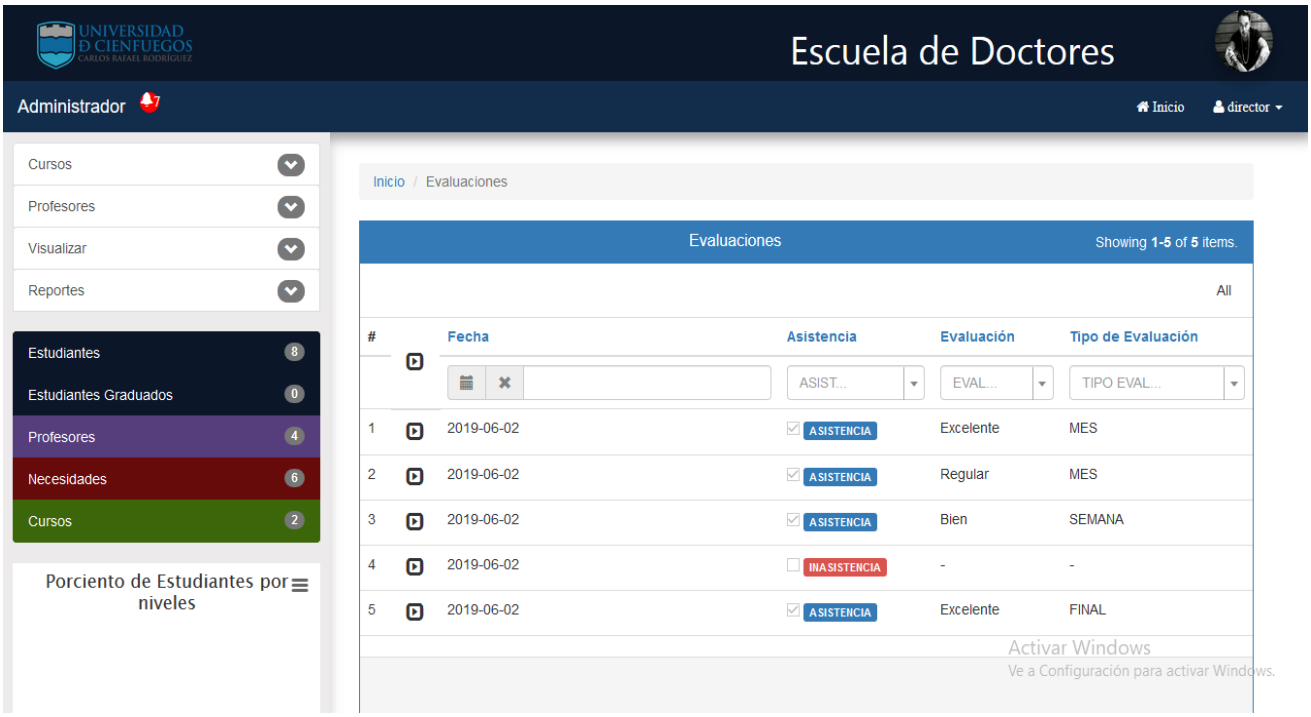
Anexo 1.11 –Visualizar estudiantes



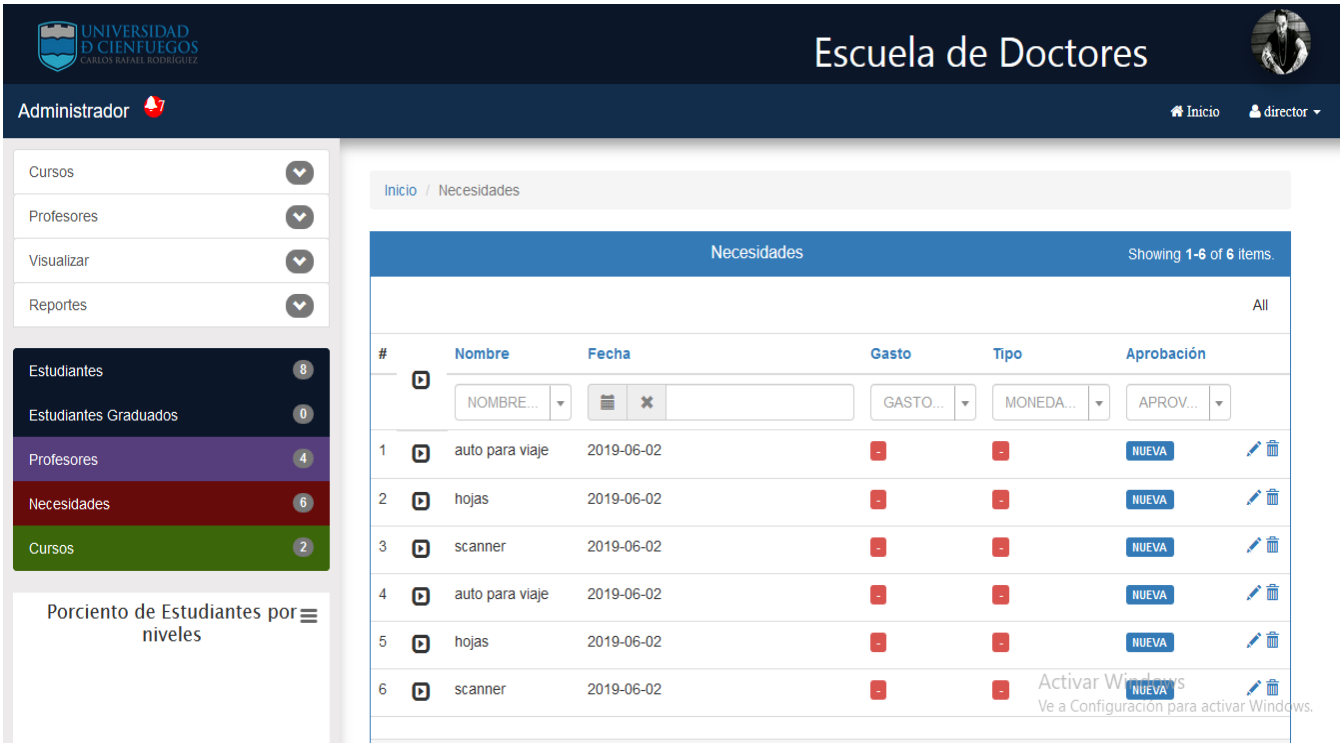
Anexo 1.12 –Visualizar planes de trabajo



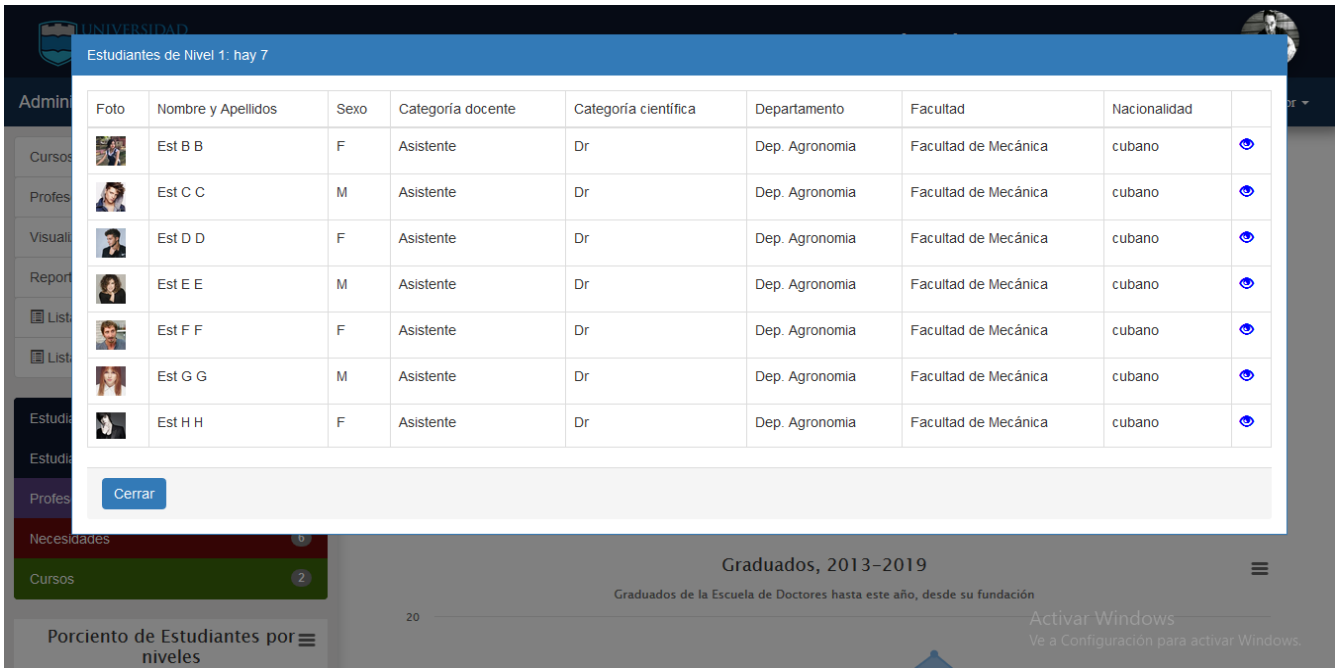
Anexo 1.13 –Visualizar evaluaciones



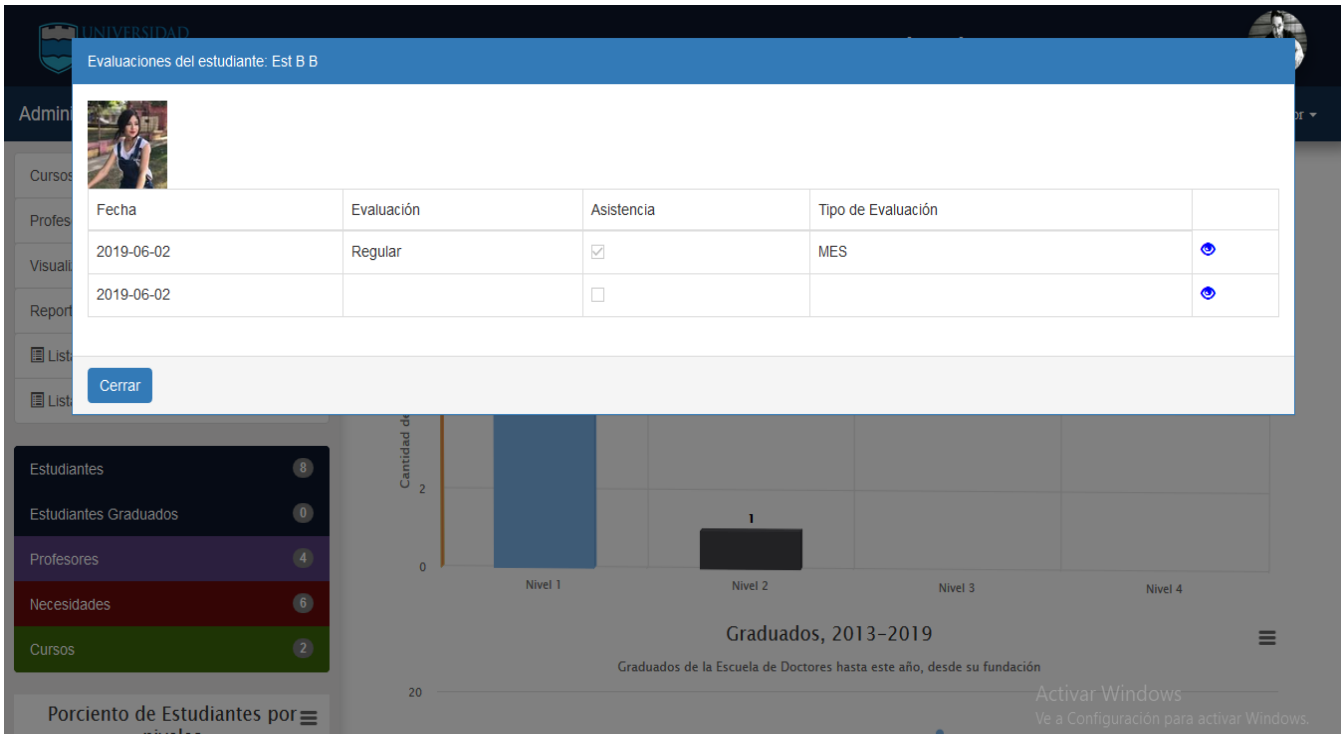
Anexo 1.14 –Visualizar necesidades



Anexo 1.15 –Listado de estudiante por nivel

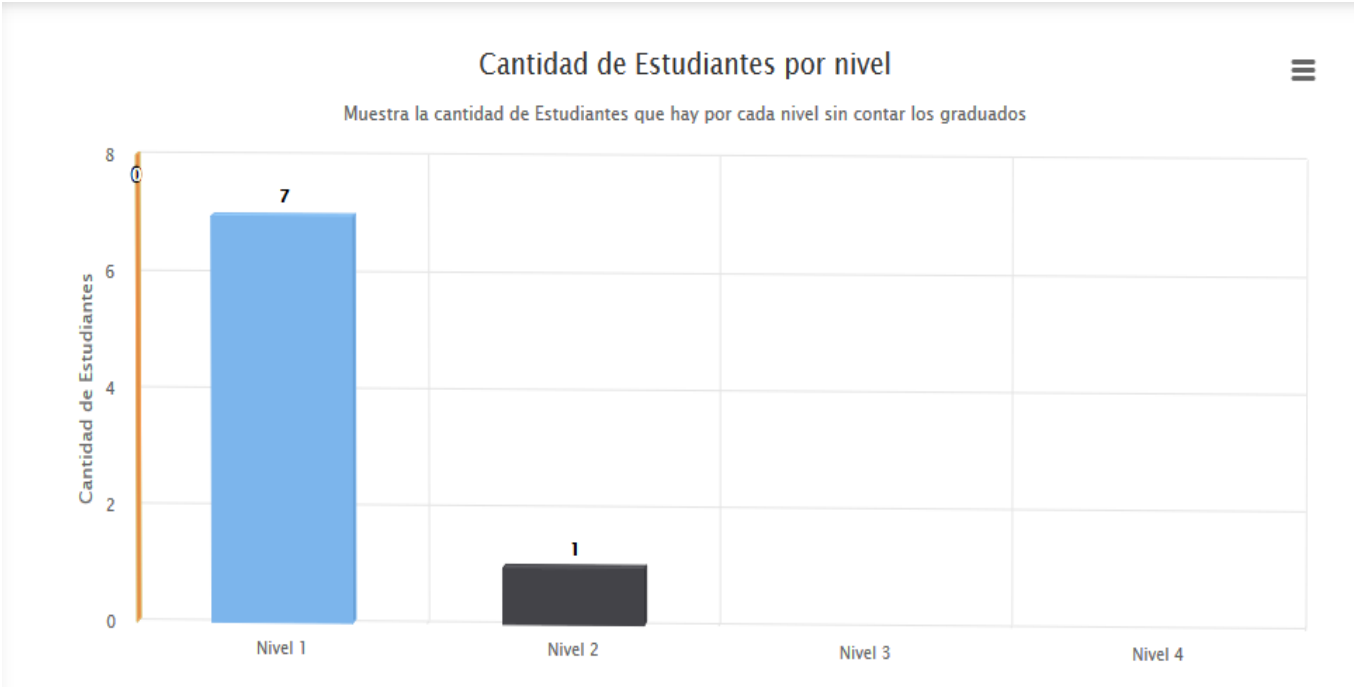


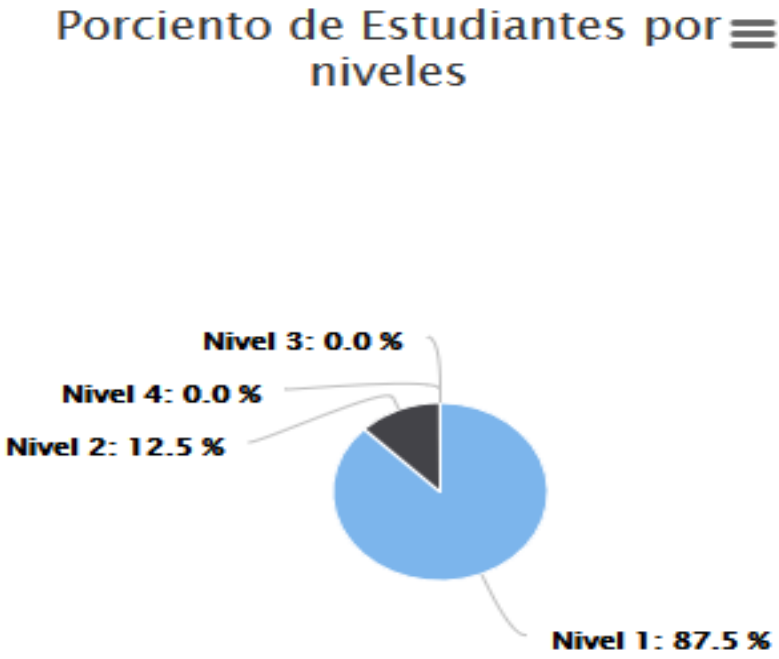
Anexo 1.16 –Listado de evaluaciones por estudiante



Anexo 1.17 –Gestionar Profesor-Estudiante

Anexo 1.18 –Cantidad de estudiantes por nivel



Anexo 1.19 –Cantidad de estudiantes graduados por año

Anexo 1.20 –Porciento de estudiantes por nivel