



Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Cómputo

TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de
Optimización de Horarios en la ESCOM
2017-B092

Presentan:

Gómez Caballero Brenda
Larios Moguel Carlos Aníbal
Ricardo Flores José Antonio

Directores:

M. en C. José David Ortega Pacheco
M. en C. Mario Augusto Ramírez Morales

21 de septiembre de 2018



Índice general

1. Introducción	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Problema de negocio	12
1.3. Solución	12
1.4. Objetivos	13
1.5. Justificación	14
1.6. Estado del arte	14
2. Marco Teórico	17
2.1. Clasificación del problema de acuerdo a sus características	17
2.2. Clasificación del problema de acuerdo a su complejidad	18
2.3. Técnicas Heurísticas	18
2.4. Cómputo Evolutivo	19
2.4.1. Antecedente histórico	19
2.4.2. Estructura General de un Algoritmo Evolutivo	20
2.4.3. Principales paradigmas del cómputo evolutivo	21
3. Bosquejo General	25
3.1. Arquitectura general	25
3.2. Componentes	26
3.3. Requerimientos	26
3.3.1. Requerimientos funcionales	26
3.3.2. Requerimientos no funcionales	27
4. Glosario de términos	33
4.1. Términos técnicos	33
5. Modelo de negocio	35
5.1. Reglas de negocio	37
5.1.1. Reglas derivadas del sistema	37
5.1.2. Reglas derivadas del negocio	37



6. Modelo de comportamiento	43
6.1. Módulos del sistema	43
6.2. Actores del Sistema	43
6.2.1. Subdirector Académico	44
6.2.2. Capturista	44
6.2.3. Jefe de Departamento	45
6.3. Casos de Uso del módulo de Academias	46
6.4. Casos de Uso del módulo de Infraestructura	46
6.5. Casos de Uso del módulo de Oferta Educativa	46
7. Prototipo 1: Academias	49
7.1. Modelo de información: Módulo Academias	49
7.1.1. Descripción general	49
7.1.2. Academia	49
7.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Academias	51
7.3. CUA1 Gestionar academias	52
7.3.1. Resumen	52
7.3.2. Descripción	52
7.3.3. Trayectorias del caso de uso	53
7.3.4. Puntos de extensión	53
7.4. CUA1.1 Registrar academia	54
7.4.1. Resumen	54
7.4.2. Descripción	54
7.4.3. Trayectorias del caso de uso	55
7.5. CUA1.2 Modificar academia	56
7.5.1. Resumen	56
7.5.2. Descripción	56
7.5.3. Trayectorias del caso de uso	57
7.6. CUA1.3 Eliminar academia	58
7.6.1. Resumen	58
7.6.2. Descripción	58
7.6.3. Trayectorias del caso de uso	59
7.7. Interfaces del módulo	60
7.7.1. IUA1 Gestionar Academias	60
7.7.2. IUA1.1 Registrar Academia	61
7.7.3. IUA1.2 Modificar Academia	61
7.8. Pruebas del módulo: Academias	63
8. Prototipo 2: Infraestructura	65
8.1. Modelo de información: Módulo Infraestructura	65
8.1.1. Módulo Edificios: Descripción general	65
8.1.2. Edificio	65
8.1.3. Módulo Espacios: Descripción general	66
8.1.4. Espacio	66
8.1.5. Tipo de laboratorio	67
8.1.6. Tipo de espacio	67
8.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Infraestructura	68
8.3. CUI1 Gestionar edificios	69



8.3.1.	Resumen	69
8.3.2.	Descripción	69
8.3.3.	Trayectorias del caso de uso	70
8.3.4.	Puntos de extensión	70
8.4.	CUI1.1 Registrar edificio	71
8.4.1.	Resumen	71
8.4.2.	Descripción	71
8.4.3.	Trayectorias del caso de uso	72
8.5.	CUI1.2 Modificar edificio	73
8.5.1.	Resumen	73
8.5.2.	Descripción	73
8.5.3.	Trayectorias del caso de uso	74
8.6.	CUI1.3 Eliminar edificio	75
8.6.1.	Resumen	75
8.6.2.	Descripción	75
8.6.3.	Trayectorias del caso de uso	76
8.7.	CUI1.4 Consultar edificio	77
8.7.1.	Resumen	77
8.7.2.	Descripción	77
8.7.3.	Trayectorias del caso de uso	78
8.8.	CUI1.5 Gestionar Espacios	79
8.8.1.	Resumen	79
8.8.2.	Descripción	79
8.8.3.	Trayectorias del caso de uso	80
8.8.4.	Puntos de extensión	80
8.9.	CUI1.5.1 Registrar Espacio	81
8.9.1.	Resumen	81
8.9.2.	Descripción	81
8.9.3.	Trayectorias del caso de uso	82
8.10.	CUI1.5.2 Modificar Espacio	84
8.10.1.	Resumen	84
8.10.2.	Descripción	84
8.10.3.	Trayectorias del caso de uso	85
8.11.	CUI1.5.3 Eliminar espacio	87
8.11.1.	Resumen	87
8.11.2.	Descripción	87
8.11.3.	Trayectorias del caso de uso	88
8.12.	CUI1.5.4 Consultar Espacio	89
8.12.1.	Resumen	89
8.12.2.	Descripción	89
8.12.3.	Trayectorias del caso de uso	90
8.13.	Interfaces del módulo	91
8.13.1.	Edificios	91
8.13.2.	IUI1 Gestionar Edificios	91
8.13.3.	IUI1.1 Registrar Edificio	92
8.13.4.	IUI1.2 Modificar Edificio	92
8.13.5.	IUI1.4 Consultar Edificio	93



8.13.6. Espacios	94
8.13.7. IUI1.5 Gestionar Edificios	94
8.13.8. IUI1.5.1 Registrar Espacio	95
8.13.9. IUI1.5.2 Modificar Espacio	97
8.13.10.IUI1.5.4 Consultar Espacio	97
8.14. Pruebas del módulo: Infraestructura	99
8.14.1. Edificio	99
8.14.2. Espacio	99
9. Prototipo 3: Oferta educativa	101
9.1. Modelo de información: Módulo Oferta Educativa	101
9.1.1. Módulo Plan de Estudio: Descripción general	101
9.1.2. Plan de estudio	102
9.1.3. Estado del plan de estudio	102
9.1.4. Tipo de division	102
9.1.5. Módulo Unidad de Aprendizaje: Descripción general	102
9.1.6. Unidad de aprendizaje	102
9.1.7. Tipo de unidad de aprendizaje	103
9.1.8. Tipo de formación	104
9.1.9. Tipo de enseñanza	104
9.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Oferta Educativa	105
9.3. CUOE1 Gestionar planes de estudio	106
9.3.1. Resumen	106
9.3.2. Descripción	106
9.3.3. Trayectorias del caso de uso	107
9.3.4. Puntos de extensión	107
9.4. CUOE1.1 Registrar plan de estudio	108
9.4.1. Resumen	108
9.4.2. Descripción	108
9.4.3. Trayectorias del caso de uso	109
9.5. CUOE1.2 Modificar plan de estudio	111
9.5.1. Resumen	111
9.5.2. Descripción	111
9.5.3. Trayectorias del caso de uso	112
9.6. CUOE1.3 Eliminar plan de estudio	114
9.6.1. Resumen	114
9.6.2. Descripción	114
9.6.3. Trayectorias del caso de uso	115
9.7. CUOE1.4 Consultar plan de estudio	116
9.7.1. Resumen	116
9.7.2. Descripción	116
9.7.3. Trayectorias del caso de uso	117
9.8. CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje	118
9.8.1. Resumen	118
9.8.2. Descripción	118
9.8.3. Trayectorias del caso de uso	119
9.8.4. Puntos de extensión	119
9.9. CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje	120



9.9.1. Resumen	120
9.9.2. Descripción	120
9.9.3. Trayectorias del caso de uso	121
9.10. CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje	123
9.10.1. Resumen	123
9.10.2. Descripción	123
9.10.3. Trayectorias del caso de uso	124
9.11. CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje	126
9.11.1. Resumen	126
9.11.2. Descripción	126
9.11.3. Trayectorias del caso de uso	127
9.12. CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje	128
9.12.1. Resumen	128
9.12.2. Descripción	128
9.12.3. Trayectorias del caso de uso	129
9.13. Interfaces del módulo	130
9.13.1. Plan de Estudio	130
9.13.2. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio	130
9.13.3. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio	131
9.13.4. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio	131
9.13.5. IUOE1.4 Consultar Planes de Estudio	131
9.13.6. Unidad de Aprendizaje	134
9.13.7. IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje	134
9.13.8. IUOE1.1 Registrar Unidad de Aprendizaje	135
9.13.9. IUOE1.2 Modificar Unidad de Aprendizaje	137
9.13.10. IUOE1.4 Consultar Unidad de Aprendizaje	137
9.14. Pruebas del módulo: Infraestructura	140
9.14.1. Edificio	140
9.14.2. Espacio	140
10. Prototipo 4: Profesores	141
10.1. Modelo de información: Módulo Profesores	141
10.1.1. Módulo Profesores: Descripción general	141
10.1.2. Profesor	142
10.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Profesores	143
10.3. CUA1 Gestionar academias	144
10.3.1. Resumen	144
10.3.2. Descripción	144
10.3.3. Trayectorias del caso de uso	145
10.3.4. Puntos de extensión	145
10.4. CUP1.1 Registrar profesor	146
10.4.1. Resumen	146
10.4.2. Descripción	146
10.4.3. Trayectorias del caso de uso	147
10.5. CUP1.2 Modificar profesor	148
10.5.1. Resumen	148
10.5.2. Descripción	148
10.5.3. Trayectorias del caso de uso	149



10.6. CUP1.3 Eliminar profesor	151
10.6.1. Resumen	151
10.6.2. Descripción	151
10.6.3. Trayectorias del caso de uso	152
10.7. CUP1.4 Consultar profesor	153
10.7.1. Resumen	153
10.7.2. Descripción	153
10.7.3. Trayectorias del caso de uso	154
10.8. Interfaces del módulo	155
10.8.1. Profesores	155
10.8.2. IUP1 Gestionar Profesores	155
10.8.3. IUP1.1 Registrar Academia	156
10.8.4. IUP1.2 Modificar Profesor	156
10.8.5. IUP1.4 Consultar Profesor	157
10.9. Pruebas del módulo: Infraestructura	159
10.9.1. Edificio	159
10.9.2. Espacio	159
11. Modelo de interacción con el usuario	161
11.1. Diseño de mensajes	161
11.2. Parámetros comunes	161
11.3. Mensajes a través de la pantalla	162
12. Módulo de Optimización	165
12.1. Modelo de comportamiento del módulo: SistemaMódulo de Optimización	166
12.1.1. Prototipo versión 1 del algoritmo de optimización	166
12.1.2. Función: generar Poblacion	167
12.1.3. Función: evalua	168
12.1.4. Mutación	173
12.1.5. Pruebas de la versión: 1	174
13. Bibliografía	177

Índice de figuras

3.1. Modelo del sistema.	25
3.2. Diagrama de paquetes del sistema.	26
3.3. Entorno de trabajo del sistema	28
3.4. Arquitectura Django	29
3.5. Estadística de los navegadores utilizados en México	30
3.6. Comunicación del sistema	31
3.7. Estadística de los sistemas operativos utilizados en México	31
3.8. Comunicación entre paquetes	32
5.1. Modelo Entidad Relación del sistema.	36
6.1. Diagrama de casos de uso del módulo Academias	46
6.2. Diagrama de casos de uso del módulo Infraestructura	46
6.3. Diagrama de casos de uso del módulo Oferta Educativa	47
7.1. Modelo de información del módulo Academias.	49
7.2. IUA1 Gestionar Academias	60
7.3. IUA1.1 Registrar Academia	61
7.4. IUA1.2 Modificar Academia	62
8.1. Modelo de información del módulo Edificios.	65
8.2. Modelo de información del módulo de Espacios.	66
8.3. IUI1 Gestionar Edificios	91
8.4. IUI1.1 Registrar Edificio	92
8.5. IUI1.2 Modificar Edificio	93
8.6. IUI1.4 Consultar Edificio	94
8.7. IUI1.5 Gestionar Espacios	95
8.8. IUI1.5.1 Registrar Espacio	96
8.9. IUI1.5.2 Modificar Espacio	98
8.10. IUI1.5.4 Consultar Espacio	99



9.1. Modelo de información del módulo Plan de estudio.	101
9.2. Modelo de información del módulo Unidad de Aprendizaje.	103
9.3. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio	130
9.4. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio	132
9.5. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio	133
9.6. IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio	134
9.7. IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje	135
9.8. IUOE1.1 Registrar Unidad de Aprendizaje	136
9.9. IUOE1.2 Modificar Unidad de Aprendizaje	138
9.10. IUOE1.4 Consultar Unidad de Aprendizaje	139
10.1. Modelo de información del módulo Profesores.	141
10.2. IUP1 Gestionar Profesores	155
10.3. IUP1.1 Registrar Profesor	156
10.4. IUP1.2 Modificar Profesor	157
10.5. IUP1.4 Consultar Profesor	158
12.1. Determinación experimental del criterio de paro	175
12.2. Gráfica de mejora	175

1.1. Antecedentes

El problema de la calendarización de actividades es ampliamente conocido y estudiado, el mismo tiene sus distintas divisiones, existen problemas de calendarización de actividades, de juntas, de servicios de transporte y de actividades escolares, a lo largo de el siguiente documento nos vamos a enfocar en el último tipo. La calendarización de actividades escolares ha sido ampliamente estudiada por su complejidad particular puesto que se tienen que considerar varias restricciones y distintos recursos.

Actualmente hay varios artículos que hablan al respecto, para el presente trabajo tomamos particularmente tres en cuenta:

Survey on University Timetabling Problem

De este artículo destacamos la explicación de las clasificaciones de problemas de calendarización de actividades universitarias.

Categorías de problemas de acuerdo a sus características:

- UTP: Problema de Horarios de Universidades en cuyo caso las clases son asignadas de forma semanal y se tienen que asignar materias a las clases dentro de un horario.
- CTP: Problema de Horarios por Curso Se refiere al problema de las clases impartidas de un curso/materia a la semana en que el problema incluye asignarles salones y profesores a las materias dentro de un horario.
- LTP: Problema de horarios por clase Se refiere al problema de asignar una sola clase de un curso por día en la universidad sin que se traslapen unas con otras.
- ETP: Problema de horarios por examinación Contiene una gran cantidad de situaciones propias de los demás problemas. La capacidad de los salones y el horario de profesores y alumnos debe ser tomado en cuenta.



Modelling constraints in school timetabling using Integer linear programming

En este artículo encontramos mencionado que existe una categoría para los problemas de calendarización de actividades escolares, este se conoce como STTP: School Timetabling Problem. Los problemas de tipo STTP son aquellos que toman en cuenta el caso de preparatorias y secundarias donde se imparte determinado número de clases por día pero durante todo un período escolar es el mismo profesor quien imparte la misma materia en el mismo grupo en dichos días y horarios.

Applying evolutionary computation to the school timetabling problem: The Greek case

De este artículo es interesante resaltar su aproximación al problema. Definen el problema como uno de minimización con penalizaciones, esto significa que para determinar que una solución es buena se deben violar el menor número de restricciones posible.

Las restricciones del problema dan paso a las penalizaciones pero hay restricciones esenciales (hard constraints) y restricciones no esenciales (soft constraints). El artículo indica que las restricciones esenciales son aquellas que deben ser cumplidas en todo momento para que la solución sea considerada viable y como tal deben tener una penalización bastante mayor a las no esenciales de manera que se favorezca a las soluciones viables. Las restricciones no esenciales son aquellas que ayudan a discriminar entre dos soluciones viables aquella que es mejor. De esta manera la función objetivo es una sumatoria entre las penalizaciones de las restricciones esenciales y no esenciales.

1.2. Problema de negocio

En la Escuela Superior de Cómputo la generación de la estructura educativa requiere de aproximadamente 3 meses, durante este tiempo se pueden realizar cambios en la asignación realizada incluso momentos antes de que aparezcan en el SAES. El tiempo estimado para la asignación manual de horarios equivale a 10 profesores por cada dos días, este proceso lo llevan a cabo los jefes de departamento y presidentes de academia.

Con base en lo anterior, la forma en la que se genera la estructura educativa requiere de tiempo excesivo debido a que la asignación se hace de manera manual. Esta solución se considera la mejor desde el punto de vista de los jefes de academia, y depende totalmente de la perspectiva de cada uno de ellos.

1.3. Solución

A fin de abordar el problema presentado, se propone la utilización de cómputo evolutivo. Es importante recalcar que si bien, puede existir una solución ideal, el espacio de la búsqueda es exponencial en función al número de atributos que utilicemos, por lo tanto encontrar esta solución podría tardar mucho tiempo o incluso podría darse el caso que no se encuentre nunca.

Este problema de asignación de horarios está relacionado con la complejidad temporal NP-hard, esto es, el tiempo necesario para llegar a la solución óptima se eleva de manera exponencial de acuerdo al número de variables, esto por el tamaño del espacio de búsqueda. Para el caso de la ESCOM, se cuentan con las variables: espacios (salones-laboratorios), profesores, unidades de aprendizaje, grupos, horarios. Con este conjunto de variables se estudiarán los diferentes algoritmos relacionados a los problemas NP-hard para obtener la función que nos permitirá ofrecer una solución al problema.



Debido a la complejidad particular del caso ESCOM en que se tienen alrededor de 200 profesores que son los que se tienen en la nómina, número que puede aumentar o disminuir de acuerdo a las necesidades de la escuela cada semestre, 84 unidades de aprendizaje que son el total de las aprobadas dentro del plan de estudios aunque se pueden o no impartir durante dicho semestre, 14 posibles horarios debido a que en ESCOM ya que casi todas las unidades de aprendizaje duran una hora y media y se imparten 3 días a la semana por lo que se han configurado los horarios en 14 posibles combinaciones de tres sesiones a la semana. Se tienen también al rededor de 36 salones utilizables para impartir clase, finalmente se generan al rededor de 72 grupos al semestre, atacando este problema por fuerza bruta, el total de posibles opciones es aproximadamente 609,638,400 combinaciones lo cuál lo vuelve un espacio de búsqueda demasiado grande como para poder atacarlo de manera tradicional o por fuerza bruta.

Como parte de la solución, la primer aproximación será dividir el espacio de búsqueda de acuerdo a las restricciones de ESCOM, en primer lugar los profesores solo imparten un número finito de unidades de aprendizaje al semestre, en segundo lugar los grupos se asocian directamente a un salón, en tercer lugar las unidades de aprendizaje y grupos se dividen por nivel y finalmente los horarios de clase así como los profesores pueden ser matutinos o vespertinos. De esta manera cada particular espacio de búsqueda se reduce a alrededor de 54,600 posibilidades, de esta forma aún es un espacio demasiado grande para métodos tradicionales pero disminuye lo cual aumenta la posibilidad de encontrar una solución viable.

Entre las posibles soluciones usuales para este tipo de problemas se propone el uso de algoritmos genéticos sin embargo para este caso en particular la probabilidad de que el algoritmo llegue a la solución óptima es muy baja, podría ser también que la solución final no sea viable, sin mencionar tanto el costo en tiempo como el costo computacional de esto.

Finalmente después de analizarlo, y siguiendo las bases de uno de los artículos ya mencionados, se decidió que la mejor aproximación es utilizar programación genética con el operador de mutación, debido a que de esta manera al evaluar la viabilidad de la solución mientras está siendo creada se asegura llegar a una solución viable, que quizás no sea la mejor, pero al crear soluciones viables aseguramos que se resuelva el problema, y la segunda parte del algoritmo se enfoca a evaluar la solución de forma que se pueda definir con base en los criterios definidos por el usuario cual es la mejor solución de entre las propuestas.

1.4. Objetivos

Desarrollar una herramienta que permita generar una o varias opciones de configuración de horarios, tomando en cuenta las restricciones derivadas del análisis del proceso de generación de horarios de la Escuela Superior de Cómputo.

- Seleccionar las restricciones a tomar en cuenta para la generación de horarios y definir así el alcance del proyecto.
- Identificar que técnica meta-heurística debe ser utilizada y adaptar las restricciones disponibles, para el desarrollo del algoritmo que genera la o las propuestas de horario.
- Diseñar la función a optimizar, la cual modela el problema de la generación de propuesta de horario.
- Desarrollar un sistema que nos permita la visualización de los resultados que arroja el algoritmo, así como la gestión de los datos necesarios que se requieren para llevar a cabo la operación.



1.5. Justificación

Para comprender mejor el proceso que la estructura educativa conlleva, nos entrevistamos con el subdirector académico M. en C. Iván Giovanni Mosso García, quien nos explicó los diferentes aspectos aquí expuestos.

Con base en la entrevista realizada, concluimos que la ESCOM no cuenta con una herramienta en software que ayude a la generación automatizada de la estructura educativa.

El tiempo requerido es excesivo, los involucrados ven reducido el tiempo que pueden invertir en otras actividades. Un problema aún mayor radica en que la propuesta de la estructura educativa debe ser aprobada por la DAE, después de lo cual puede ser que se presenten cambios y esto implica un incremento de tiempo y esfuerzo del personal de la ESCOM en dicho proceso, mismos que aún con toda la experiencia que tienen pueden llegar a cometer errores debido a la complejidad del proceso.

De acuerdo a lo anterior la importancia del proyecto radica, esencialmente, en la asignación de recursos y tiempo que representaría dentro del proceso de generación de horarios, ya que se plantea que el proceso concluya con opciones viables de horarios de acuerdo a las características que se tienen en la escuela debido a que no solo se tiene que generar una propuesta de los horarios y esto no implica únicamente agrupar clases en bloques sino que el problema escala hasta la asociación de grupos, profesores, materias, salones, laboratorios y horas mismos que en conjunto son denominados horarios.

1.6. Estado del arte

- **Software comercial**

Nombre	Compañía	Descripción
GHC	Peñalara	Gestión completa de horarios escolares y universitarios. Presentes en 25 países, en más de 3500 centros de enseñanza. Aplicación de paga.
UnitsExpress	Units Grubbers & Petters	Aplicación de escritorio. Generación de horarios de acuerdo a los criterios pedagógicos que se seleccionen. Posibilidad de visualización y cambios del resultado. Aplicación de paga.
Timetable	Timetable web	Aplicación en línea. Aplicación de paga. Funciona en cualquier sistema operativo. Velocidad de respuesta. Inserción de restricciones. Impresión en pdf.
HorarioFacil	Horário Fácil	Aplicación en línea. Aplicación de paga. Proceso de 6 pasos. Impresión en pdf. Licencia por tiempo.
Wisetimetable	Wisetimetable	Aplicación de escritorio o móvil. Distintos lenguajes Posibilidad de trabajar manualmente, generar automáticamente o mixto.



- Tesis

Título	Autores	Resumen
Implementación de un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos en la Universidad de Ciencias y Humanidades	Rodas Tirapo, Fritz Elías Vásquez Cruces, Janneth Mónica	Como propuesta principal, se realizó un modelo de generación de horarios usando algoritmos genéticos y se elaboró una aplicación, de esta manera se minimizó el tiempo que conlleva este proceso, además, de facilitar al personal responsable la elaboración de los mismos y evitar en lo más posible los errores que comúnmente conlleva su elaboración manual.
School timetable construction : algorithms and complexity	Willemen, RJ Roy	Solución del problema de generación de horarios por medio del uso de TSSGAP.
A GENETIC ALGORITHM TO SOLVE THE TIMETABLE PROBLEM	Alberto Colomi, Marco Dorigo, Vittorio Maniezzo	Solución propuesta del problema de generación de horarios por medio del uso de algoritmos de optimización combinatorios NP-hard de restricción múltiple aplicados al mundo real. Se comparan dos versiones distintas de Algoritmos Genéticos para el mismo problema, donde ambos superan la búsqueda basada en tabúes, las simulaciones y la generación manual.
Constructing School Timetables using Simulated Annealing: Sequential and Parallel Algorithms	D. Abramson	Solución propuesta para el problema de los horarios escolares por medio del uso de Algoritmos secuenciales y paralelos con simulaciones, mismos que eran la solución para este tipo de problemas previo a la llegada de los algoritmos genéticos.



2.1. Clasificación del problema de acuerdo a sus características

Tal como lo mencionan los antecedentes citados, de acuerdo a sus características y a las restricciones que manejan los problemas de calendarización de actividades escolares se pueden dividir en las siguientes categorías.

Categorías de problemas de acuerdo a sus características:

- UTP: Problema de Horarios de Universidades en cuyo caso las clases son asignadas de forma semanal y se tienen que asignar materias a las clases dentro de un horario.
- CTP: Problema de Horarios por Curso Se refiere al problema de las clases impartidas de un curso/materia a la semana en que el problema incluye asignarles salones y profesores a las materias dentro de un horario.
- LTP: Problema de horarios por clase Se refiere al problema de asignar una sola clase de un curso por día en la universidad sin que se translapen unas con otras.
- ETP: Problema de horarios por examinación Contiene una gran cantidad de situaciones propias de los demás problemas. La capacidad de los salones y el horario de profesores y alumnos debe ser tomado en cuenta.
- STTP: School Timetabling Problem. Los problemas de tipo STTP son aquellos que toman en cuenta el caso de preparatorias y secundarias donde se imparte determinado número de clases por día pero durante todo un período escolar es el mismo profesor quien imparte la misma materia en el mismo grupo en dichos días y horarios.

De acuerdo a dichas categorías, el problema que abordamos para el caso ESCOM recae en la categoría de STTP puesto que si bien ESCOM no es una preparatoria o secundaria, las restricciones y características se asemejan más a las que corresponden a esta categoría. De esta manera, las clases duran lo mismo y se imparten siempre en el mismo horario los mismos días sin mencionar que siempre es el mismo profesor quien la imparte y en el mismo salón.



2.2. Clasificación del problema de acuerdo a su complejidad

La complejidad en cuanto a computación tiene dos consideraciones, complejidad temporal y complejidad espacial. La complejidad temporal se basa en el concepto que cada operación que lleva a cabo la computadora requiere cierto tiempo, si bien las capacidades de las computadoras actuales permiten realizar múltiples operaciones en fracciones de segundos, cuando un problema requiere realizar demasiadas operaciones el tiempo que tarda una computadora en ejecutarlas aumenta. La complejidad espacial se refiere a los espacios en memoria que se necesitan para manejar toda la información de un problema, sin embargo las computadoras han avanzado a un nivel en que es difícil encontrar problemas que causen un conflicto con el espacio de una computadora.

De esta manera nos enfocamos en la complejidad temporal. La complejidad temporal de un problema se puede clasificar de la siguiente manera:

- P- Problemas que pueden ser resueltos en un tiempo polinomial de forma determinista
- NP- Problemas de decisión, de carácter no determinista que tienen alguna solución alcanzable en tiempo polinomial. Y que dada una solución es posible comprobar si corresponde o no en tiempo polinomial.
- NP-Complete - Problemas NP para los cuales ninguna solución ha sido alcanzada en un tiempo polinomial sin poder afirmar que no pueda ser alcanzada.
- NP-Hard - Problemas con una complejidad al menos tan grande como NP-Complete sin tener que ser necesariamente de tipo NP, la mayoría de los cuáles se considera indescifrable en tiempo polinomial. No son de Decisión.

De acuerdo a esto entendemos que el problema de la calendarización de actividades no puede ser considerado como problema de decisión sin embargo dependiendo del tamaño del espacio de búsqueda es posible no llegar a encontrar una solución o tardar demasiado en hacerlo.

De esta manera, el problema de organización de tiempo en una escuela se cataloga como NP Hard, lo que significa que el problema se vuelve más difícil a medida que se aumenta el número de instancias aumenta, y disminuye la posibilidad de que exista una solución óptima.

2.3. Técnicas Heurísticas

Cuando enfrentamos espacios de búsqueda demasiado grandes y que además los algoritmos más eficientes que se conocen para su resolución requieren tiempo exponencial se vuelve evidente que las técnicas clásicas de búsqueda y optimización son insuficientes. La palabra **heurística** se deriva del griego heuriskein, que **encontrar** o **descubrir**.

Las heurísticas fueron parte de los orígenes de la Inteligencia Artificial aunque algunos autores consideran que no ofrecen garantía de lograr resolver el problema para el que se plantean. Actualmente se relaciona el término con técnicas que mejoran el desempeño. De acuerdo con Reeves: "Una heurística es una técnica que busca soluciones buenas o casi óptimas a un costo computacional razonable, aunque sin garantizar factibilidad u optimalidad de las mismas. En algunos casos ni siquiera puede determinar que tan cerca del óptimo se encuentra una solución factible en particular." [Colin B. Reeves, editor. Modern



Heuristic Techniques for Combinational Problems. John Wiley & Sons, Great Britain, 1993].

2.4. Cómputo Evolutivo

El cómputo evolutivo es definido como la disciplina del enfoque sub-simbólico o Bottom-UP de la Inteligencia Artificial, compuesta por un conjunto de técnicas heurísticas que imita la evolución y otros mecanismos observados en la naturaleza para la resolución de problemas intratables por otras técnicas. Todo el cómputo evolutivo se basa en la teoría de la evolución por selección natural de Darwin, el cómputo evolutivo está derivado así en programación evolutiva, estrategias evolutivas y algoritmos genéticos.

2.4.1. Antecedente histórico

Las ideas evolucionistas que popularizó Charles Darwin en 1858 y más tarde en 1859 con la publicación de su libro 'El origen de las especies'.

Entre las teorías evolutivas de la época encontramos teorías como la de la combinación según la cual las características hereditarias de los padres se mezclaban o combinaban de alguna forma en sus hijos, pero contrastaba la teoría de la selección natural dado que de esta manera los cambios adaptativos no se conservarían.

La teoría de la herencia de Mendel en la que habla de genes dominantes y recesivos en las características que los padres aportan a sus hijos de forma que los cambios adaptativos se mantienen y pasan a la siguiente generación.

La teoría de la pangénesis esbozada por Darwin en que sostiene que los órganos producen pequeñas partículas hereditarias llamadas 'gémulas' o 'pangenes', de acuerdo con esta teoría dichas partículas se transportan a través de la sangre y se recolectan en los gametos (células reproductivas) durante su formación. De acuerdo con esta teoría los padres transmiten sus genes a los hijos directamente mediante la sangre.

La teoría de la mutación de Hugo De Vries, afirma que los cambios en las especies no se dan de manera gradual y adaptativas, sino más bien de manera abrupta y aleatoria, aunque estaba equivocada, la teoría se basaba en la creencia de que las mutaciones generaban nuevas especies y retomaba las leyes de herencia de Mendel.

La teoría cromosómica de la herencia de Walter Sutton en 1903 quien determinó correctamente que los cromosomas en el núcleo de las células eran el lugar donde se almacenaban las características hereditarias, afirmó que el comportamiento de los cromosomas en las células sexuales era la base de las leyes de Mendel, indicó también que los cromosomas contienen genes y los genes de un cromosoma están ligados y se heredan juntos.

Finalmente el neodarwinismo afirma que hay 4 procesos que actúan sobre las poblaciones, dichos procesos son: Reproducción, mutación, competencia y selección. Cualquier forma de vida en el planeta cuenta con un mecanismo de reproducción que es la manera en que se asegura la continuidad de la especie, al proceso de reproducción de un sistema se le agrega casi de manera implícita una mutación. El hecho



que estas reproducciones se lleven a cabo en un espacio finito obliga a que haya competencia entre los individuos y como consecuencia que haya una selección de los más aptos. De esta manera, la evolución es el resultado de estos procesos que interactúan en las poblaciones generación tras generación.

De esta manera, analizando la evolución como un proceso de optimización, los padres de la computación como es Alan Turing por poner un ejemplo, estudiaron dicho proceso y la posibilidad de aplicarlo a la computación como una manera de resolver problemas lo cual dio paso a las técnicas de cómputo evolutivo que conocemos hoy en día, desde las optimizaciones hasta la inteligencia artificial.

2.4.2. Estructura General de un Algoritmo Evolutivo

Los algoritmos evolutivos siguen una estructura similar, primero crean una población inicial de individuos y se hace evolucionar mediante un proceso con operadores genéticos. Los procesos dependen de la aptitud que un individuo de la población que muestran en el ambiente en que se desarrollan. A continuación detallamos la información de los atributos de un algoritmo genético.

Individuo: Posible solución a un problema que se está tratando.

Cromosoma: Representación de un individuo formada por un conjunto de genes.

Gen: Es una característica de un individuo, cuyo dominio está definido por los alelos del dominio de este.

Alelo: Es un valor posible que puede ser tomado por un gen, y está limitado por el dominio de valores de dicho gen y por el genotipo del cromosoma.

Genotipo: Es la codificación utilizada para representar un cromosoma.

Población: Conjunto de individuos que se desarrollan en el mismo ambiente.

Ambiente: Problema que se intenta resolver.

Aptitud: Valor numérico que indica que tan apto es un individuo para ser una solución apropiada.

Función de Aptitud: Aquella que determina la aptitud de un individuo.

Fenotipo: Decodificación del cromosoma.

Generación: Población generada por la aplicación de operadores genéticos en una población previa que sustituyó a esta.

Operadores Genéticos: Operador que recibe los cromosomas de un conjunto de individuos para generar nuevos.

Cruza: Operador Genético que genera un nuevo individuo a partir de la combinación de genes de dos o más.



Mutación: Operador Genético que genera un nuevo individuo a partir de cambios aleatorios y/o controlados en genes del cromosoma de otro individuo.

Selección: Proceso mediante el cual, un conjunto de individuos de una generación son escogidos para aplicarles operadores genéticos y/o sean parte de la siguiente generación.

Algorithm 1: Estructura general de un algoritmo evolutivo

```
1 Entrada: g = Número de Generaciones
2 a = Aptitud Objetivo
3 Salida: s = Mejor Solución
4 p = inicializaPoblacion() : Generar Población inicial
5 c = 1: Inicializar Contador de Población
6 t = aleatorio(0,1)
7 while c <= g and x t <= Ma <= a do
8   pP = seleccionarPadres(p)
9   pT = operacionesGeneticas(pP)
10  p = seleccionarNuevaPoblación(p,pT)
11  Ma = mejorAptitud(p)
12  c = c+1
13  s = mejorIndividuo(p)
14 end
15 return s
```

2.4.3. Principales paradigmas del cómputo evolutivo

El término de cómputo evolutivo engloba las técnicas inspiradas en la evolución biológica del Neo-Darwinismo. En términos generales la computadora requiere los siguientes procesos para simular la evolución: Codificar las estructuras, operaciones que afectan a los individuos, función de aptitud y mecanismo de selección.

Programación evolutiva Lawrence J. Fogel y otros autores plantearon la posibilidad del uso de la evolución simulada en la solución de problemas. La programación evolutiva consistía en hacer evolucionar autómatas de estados finitos que recibían símbolos, Fogel usaba una función para indicar que tan bueno era un autómata en particular para predecir un símbolo y utilizó el operador de mutación para efectuar cambios en las transiciones y estados de los autómatas para volverlos más aptos. Se aplicó principalmente a problemas de predicción y teoría de juegos entre otros.

Es una técnica en la cual la inteligencia se ve como un comportamiento adaptativo, enfatiza los nexos de comportamiento entre padres e hijos en vez de buscar emular operadores genéticos.

En su estructura básica el algoritmo de la programación evolutiva contempla: Generar aleatoriamente una población inicial, aplicar mutación, calcular aptitud de cada hijo y se usa un proceso de selección mediante torneo para determinar que soluciones son las que se van a retener.



Como la programación evolutiva abstrae la evolución a nivel especie no requiere de una cruce entre especies distintas, sólo una selección y recombinación entre sí.

Estrategias evolutivas Desarrolladas por primera vez como una solución a un problema imposible de optimizar analíticamente o utilizando métodos tradicionales para un túnel de viento por Ingo Rechenberg. Implementaban un mecanismo de mutación basándose en el de la naturaleza para generar cambios discretos aleatorios para llegar a la mejor solución posible.

La versión original usaba solo un padre para generar un solo hijo que se mantenía sólo si era mejor que el padre, este tipo de selección se llama extintiva ya que los peores individuos nunca serán seleccionados. En las estrategias se debe evolucionar a las variables del problema así como los parámetros de la técnica.

En contraste con la programación evolutiva que utiliza una selección de torneo, las estrategias evolutivas usan una selección determinística. Ambas técnicas operan a nivel fenotípico que no necesita la codificación de las variables. La programación evolutiva es una abstracción de la evolución al nivel de las especies por lo que no necesita una cruce mientras que las estrategias abstraen la evolución a nivel individuo por lo que es posible hacer una recombinación.

Contempla la adaptación como un proceso poblacional en un ambiente, que los comportamientos individuales pueden representarse mediante programas, que pueden generarse nuevos comportamientos mediante variaciones aleatorias de los programas y las salidas de dos programas normalmente están relacionadas si sus estructuras lo están también. De forma que la adaptación se podía reducir a un formalismo en que los programas interactúan y mejoran con base en un ambiente que determina la adaptación del comportamiento, concebido en el contexto de aprendizaje de máquina, se utiliza de manera muy popular en optimización.

Algoritmos genéticos Los algoritmos genéticos fueron propuestos por John H. Holland a principios de la década de los 60 como:

Un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas de entre las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta el modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud.

Originalmente planes reproductivos genéticos tienen como motivación resolver problemas de aprendizaje de máquina. Los algoritmos genéticos enfatizan la importancia de la cruce sexual sobre el de la mutación y usa una selección probabilística.

Aunque los AGs pueden encontrar óptimos globales de problemas de alta complejidad, la realidad es que muchas veces el costo computacional que requiere es prohibitivamente alto, y se le da prioridad para encontrar una solución razonable, ya que eso suelen poder hacerlo en un tiempo relativamente corto.

Generar población inicial, calcular aptitud de cada individuo, seleccionar con base en la aptitud, aplicar operadores de cruce para generar la siguiente población, ciclar hasta que cierta condición se satisfaga.



Programación genética Discute la combinación de segmentos de programas mediante el copiado de subárboles de un individuo a otro y plantea el uso de mutación para introducir nuevos árboles en la población. Posteriormente consideran un operador de cruza para intercambiar sub-árboles entre los programas de una población generada al azar. Se utilizaba también una función de aptitud para definir que tan buena es una población para resolver el problema.

Par nuestro proyecto hemos tomado la decisión de utilizar programación evolutiva, esto debido a los resultados mostrados en distintos artículos donde el cómputo evolutivo supera a otras técnicas y dentro del cómputo evolutivo, nosotros no necesitamos usar una cruza entre especies si no mutar dentro de los individuos del mismo tipo, en este caso al sólo utilizar el operador de mutación estamos haciendo uso de programación evolutiva en su definición sin mencionar que su estructura nos permite eficientar el proceso.



3.1. Arquitectura general

Con base en la teoría general de los sistemas según Ludwig von Bertalanffy, el sistema TLAMATINIME está conformado por dos sistemas. A continuación se detallan estos sistemas:

- **Sistema de Gestión de Información (SGI):** Es el sistema encargado de gestionar la información requerida por el siguiente sistema.
- **Sistema de Soporte a las Decisiones (DSS):** Este sistema muestra los resultados del algoritmo permitiendo al responsable tomar la decisión de utilizar esta opción de horario o generar una nueva.

En la figura 3.1 se muestra la estructura de los sistemas que conforman al sistema en conjunto.

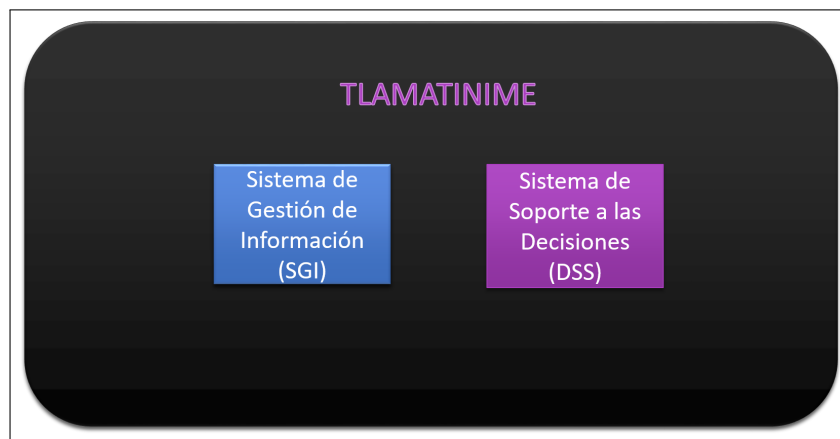


Figura 3.1: Modelo del sistema.

3.2. Componentes

En la figura 3.2 se muestra el diagrama de paquetes que conforman el sistema.

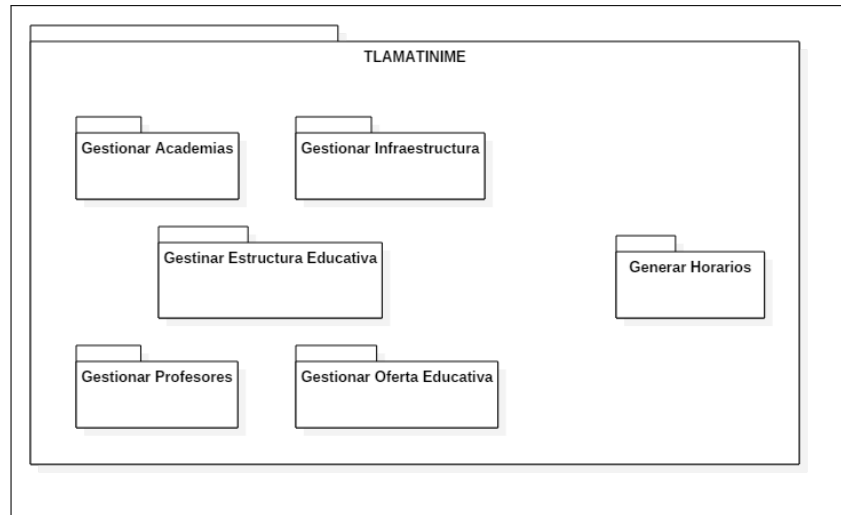


Figura 3.2: Diagrama de paquetes del sistema.

3.3. Requerimientos

Los requerimientos de un sistema de software son frecuentemente clasificados como requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales:

3.3.1. Requerimientos funcionales

Estos son sentencias de los servicios que el sistema debería proporcionar, como el sistema debería reaccionar para entradas particulares, y como el sistema debería comportarse en situaciones particulares. En algunos casos, los requerimientos funcionales pueden decir explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

A continuación se enlistan los requerimientos funcionales identificados para el sistema.

- El sistema debe permitir al subdirector académico seleccionar las unidades de aprendizaje que se impartirán durante un semestre.
- El sistema debe permitir al subdirector académico asignar a un profesor las unidades de aprendizaje que impartirá durante el semestre.
- El sistema debe permitir al subdirector académico consultar los horarios una vez generados.
- El sistema debe permitir al subdirector académico seleccionar un horario.
- El sistema debe permitir al subdirector académico realizar modificaciones al horario seleccionado.
- Un profesor tiene un número finito de unidades de aprendizaje que debe impartir al semestre.



- Un profesor no puede estar en dos clases al mismo tiempo. Las unidades de aprendizaje así como los grupos deben estar divididas por nivel.
- Las unidades teórico-prácticas tienen un espacio para sus clases de práctica.
- Una unidad de aprendizaje no puede ser impartida más de una vez en el mismo grupo.
- Se debe priorizar que los profesores tengan la carga que deberían tener.

3.3.2. Requerimientos no funcionales

Estas son restricciones en los servicios o funciones que ofrece el sistema. Estos incluyen restricciones de tiempo, restricciones del proceso de desarrollo, y restricciones impuestas por estándares. Estos frecuentemente aplican a los sistemas como un todo, en vez de aplicar a características o servicios individuales del sistema.

A continuación se enlistan los requerimientos no funcionales con los que cumplirá el sistema.

Diseño

- **LaTeX:** El documento en donde se concentrará todo el análisis de este trabajo será LaTeX, desarrollado por Leslie Lamport en 1984. LaTeX es multiplataforma y está orientado a la creación de documentos escritos, de modo que, estos presentan una alta calidad tipográfica. La versión de LaTeX utilizada es LaTeX2e News Issue 27. [2]
- **Balsamiq Mockups:** Es una aplicación que facilita y agiliza la creación de bocetos. Esto nos permite crear las interfaces que muestran las gestiones del sistema. Balsamiq cuenta con una aplicación nativa para OS X (también Windows y Linux) y una versión web. La versión de Balsamiq Mockups utilizada es 3.5.15 para Windows. [3] [4]
- **StarUML:** Es una herramienta que permite modelar los estándares UML. StarUML nos permitirá diagramar los casos de uso y diagramas de paquetes del sistema. La versión de StarUML utilizada es 2.8.1 para Windows. [5]
- **HTML5:** (HyperText Markup Language) desarrollo a cargo del Consorcio W3C. El término representa dos conceptos diferentes: Se trata de una nueva versión de HTML, con nuevos elementos, atributos y comportamientos. Contiene un conjunto más amplio de tecnologías que permite a los sitios Web y a las aplicaciones ser más diversas y de gran alcance. [7]
- **CSS3:** Es la última evolución del lenguaje de las Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets). Trae consigo muchas novedades como las esquinas redondeadas, sombras, gradientes, transiciones o animaciones, y nuevos layouts como multi-columnas, cajas flexibles o maquetas de diseño en cuadrícula (grid layouts). [8]
- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side). Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM). La versión de JS utilizada es ECMAScript 2016. [11]
- **Identidad gráfica:** En la figura 3.3 se muestra el entorno sobre el que se trabajan las pantallas del sistema, y a continuación se describe cada una de las secciones que la componen.

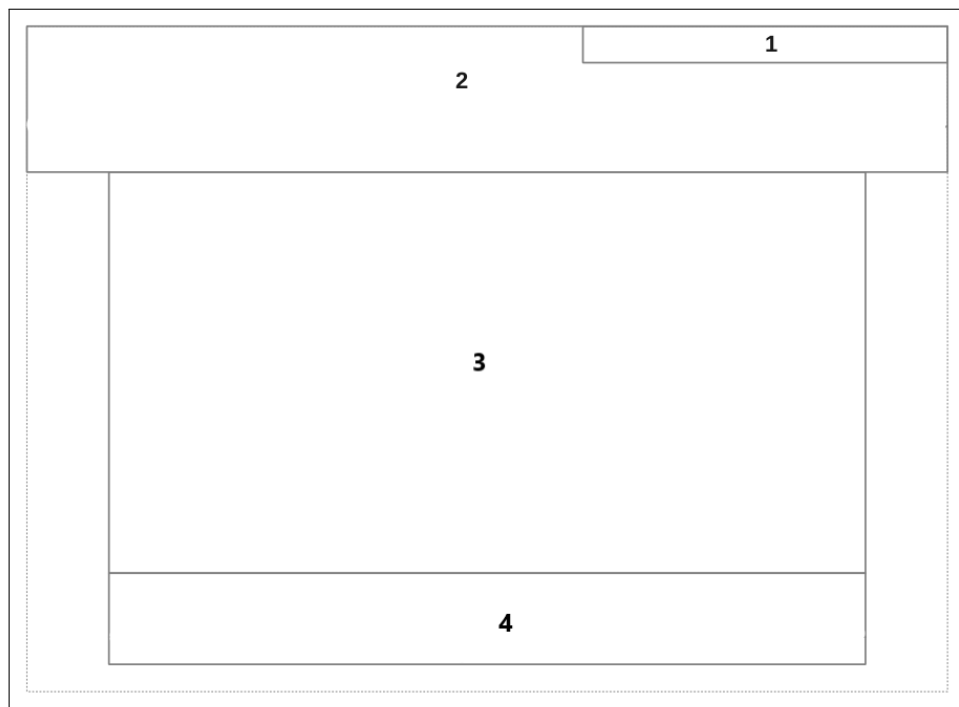


Figura 3.3: Entorno de trabajo del sistema

- Sección 1: se mostrará el usuario del actor que esté ingresando al sistema en ese momento.
- Sección 2: contiene el menú que nos permitirá navegar a través de la aplicación. Además, se mostrará el encabezado con los logos del IPN y de la ESCOM.
- Sección 3: representa el área de trabajo, en esta se mostrarán las gestiones, formularios de registros, etc.
- Sección 4: se destina este espacio para el footer, el cual destacará todo aquello que en la página web haya podido pasar desapercibido.

Construcción

- **Phyton:** En este lenguaje de programación diseñado por Guido Van Rossum en 1991, se desarrollará el algoritmo genético. Una de las ventajas que nos proporciona phyton es que es multiplataforma, es decir, puede implementarse e interoperar en múltiples plataformas. Se eligió este lenguaje debido a que es fácil aprenderlo y existe documentación que puede apoyar en este proceso. La versión de phyton utilizada es 3.5.0 [1]

A continuación se muestra una tabla en la que se agrupan las características, ventajas y desventajas de algunos lenguajes de programación.

Nombre	Características	Ventajas	Desventajas
RUBY	Orientado a objetos. Lenguaje de alto nivel. Sintaxis similar a Python y Perl. Lenguaje para la creación de aplicaciones de escritorio y aplicaciones web.	Portátil Desarrollo de bajo costo. Multiplataforma	Es relativamente nuevo y no cuenta con mucha documentación. No está muy difundido como otros lenguajes.
ASP.NET	Creada por Microsoft. De paga Orientado a objetos.	Controles de usuarios y personalizados. Fácil mantenimiento. Incremento en velocidad. Mayor seguridad.	Alto consumo de recursos.
Python	Permite la creación de todo tipo de programas incluso sitios web. No requiere de compilación es un código interpretado. Orientado a objetos. Portable Simple, legible y similar al idioma inglés.	Libre y código fuente abierto. Fácil mantenimiento.	Al ser interpretado, puede presentar una lentitud relativa. Multiplataforma
C++	Orientado a objetos	Ideal para sistemas robustos IDEs de desarrollo son DEV C++, BORLAND C, TURBO C. Multiplataforma Rápido	No soporta creación de aplicaciones web. Complejo visualmente.
Java	Orientado a objetos. Multiplataforma	Permite la creación de aplicaciones de escritorio, móviles y web.	Al ser interpretado, puede presentar una lentitud relativa.

- **Django:** Es un framework de desarrollo web que respeta el patrón de diseño conocido como Modelo–vista–template. Django pone énfasis en el re-uso, la conectividad y extensibilidad de componentes, el desarrollo rápido y el principio No te repitas (DRY, del inglés Don't Repeat Yourself) que promueve la reducción de la duplicación. La versión de django utilizada es 2.0.2 [6]

En la figura 3.4 se muestra la arquitectura utilizada por el framework Django.

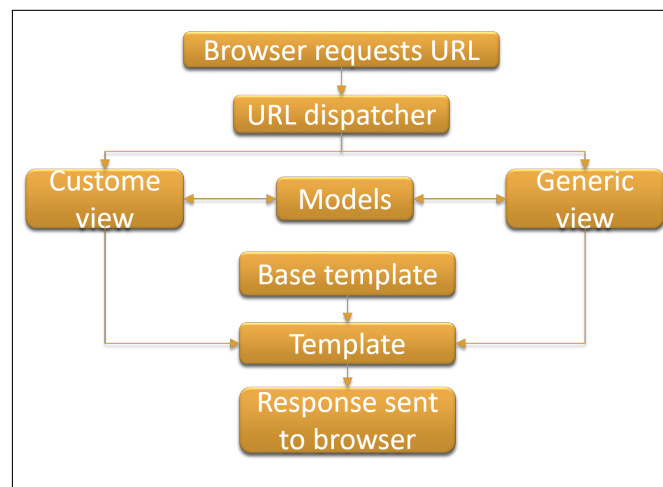


Figura 3.4: Arquitectura Django

La aplicación ocupa el patrón MTV (Modelo-Platilla-Vista), a continuación de describe en que consiste.

- **Modelo:** Es la fuente única y definitiva de los datos de nuestra aplicación que nos permite realizar operaciones con ellos. Dicho de otra forma, un modelo se entiende como una tabla de la base de datos que soporta nuestra aplicación. El gran beneficio que tenemos es el ORM (Object-Relational mapping), es decir, el mapeo objeto-relacional, del cual ya no tendremos que ocuparnos. Todos nuestros modelos extienden (heredan) de la clase `django.db.models.Model` Los modelos tienen atributos que se convierten en campos en las tablas de la base de datos.
- **Vista:** Es el elemento de nuestra aplicación donde ponemos la lógica de negocio así como las funciones necesarias de apoyo. Aquí se procesan las peticiones o solicitudes (request) que accederán al Modelo para poder obtener o entregar datos. La vista genera una respuesta, para el caso de Django se utiliza el método `render` para establecer la plantilla (template) de destino hacia dónde irán los datos. Dicho de otra forma, aquí se establece la lógica necesaria para devolver una respuesta (y que datos conforma dicha respuesta) hacia el cliente que la solicita.
- **Plantilla:** Es el elemento (documento HTML) que decide CÓMO se van a mostrar los datos devueltos por la vista. Cada plantilla obtiene una respuesta proveniente de la vista correspondiente y contiene la estructura necesaria para presentar los datos en la forma necesaria utilizando estilos CSS o brindando dinamismo a través de JavaScript.

Validación

- **Navegadores:** Se han elegido los siguientes navegadores con base en la estadística tomada de StatCounter. [9]

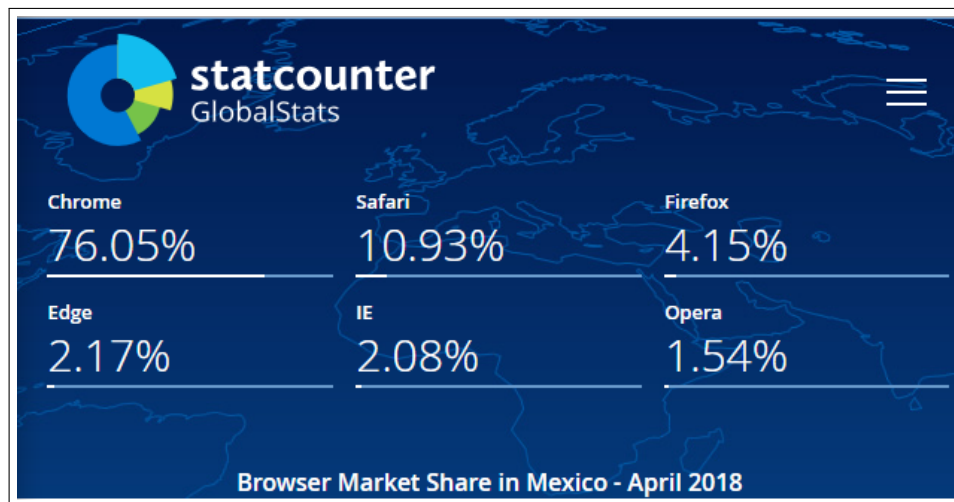


Figura 3.5: Estadística de los navegadores utilizados en México

En la figura 3.5 muestra que **Chrome** es el navegador más utilizado en México con un 76.05 % y se ha elegido por la popularidad que tiene. Por otro lado, se eligió como navegador alternativo **IE** con una utilización del 2.08 %, aunque este no es el más utilizado es el navegador que viene instalado por defecto en Windows.

- **Sistema de servidores:** En la figura 3.6 muestra la comunicación entre la interacción del cliente con el sistema alojado en el servidor y la base de datos.

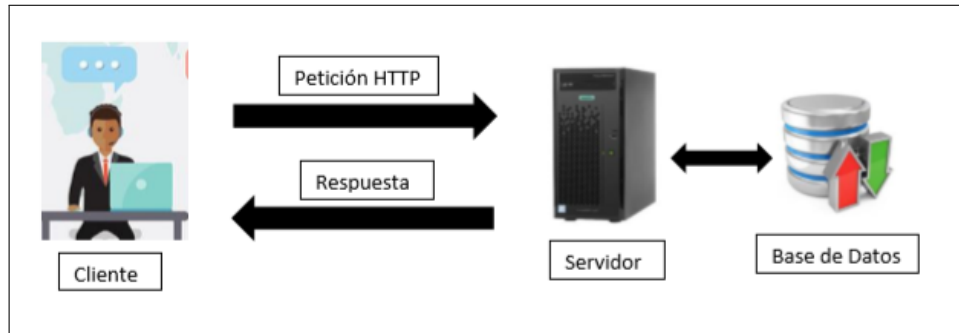


Figura 3.6: Comunicación del sistema

- **Sistema operativo usuarios:** En la figura 3.7 muestra que windows está posicionado como el sistema operativo más utilizado con un 81.73%. Se elige windows 10 de 64 bits como sistema operativo en el que será instalado el sistema debido a la popularidad que tiene y que dentro de la ESCOM es utilizado en su mayoría por el personal administrativo, nuestro principal usuario.

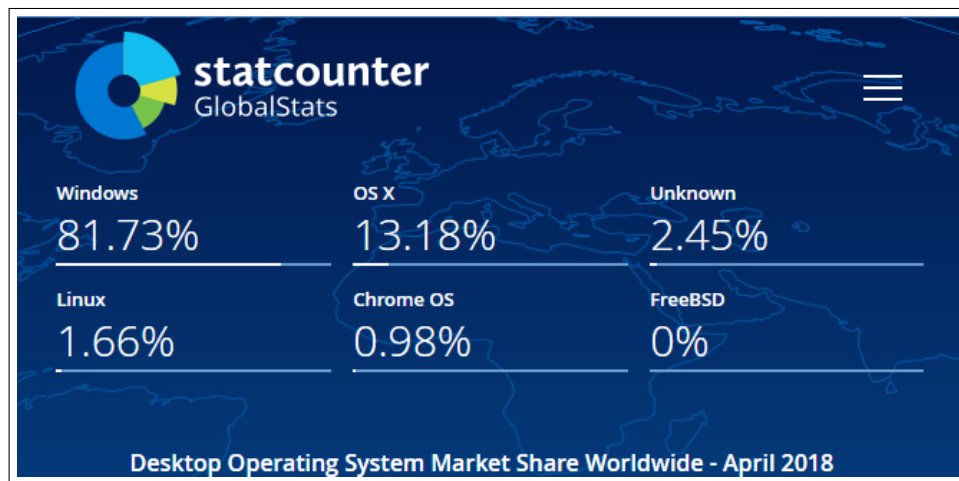


Figura 3.7: Estadística de los sistemas operativos utilizados en México

Propiedades no funcionales

- **Complejidad:** Se define como el grado en que un sistema de software o uno de sus componentes ha sido diseñado o implementado de forma que es difícil de entender y verificar. Este requerimiento en particular se satisface dividiendo el sistemas en partes pequeñas que sean sencillas de entender. De igual manera eliminamos las dependencias innecesarias entre los componentes del sistema. En la figura 3.8 muestra la forma en que se comunican los diferentes paquetes del sistema.

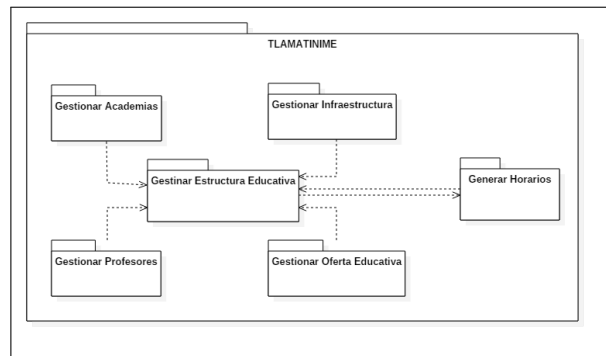


Figura 3.8: Comunicación entre paquetes

- **Portabilidad:** Habilidad de un sistema de ser ejecutado en distintas plataformas con modificaciones mínimas sin conflictuar las características funcionales y no funcionales. El sistema diseñado y sus componentes deben ser portables en plataformas GNU/Linux y Windows, con máquinas que presentan arquitecturas de 64 bits.
- **Escalabilidad:** Es la capacidad del sistema de ser adaptado para ajustarse a nuevos requerimientos. La escalabilidad no sólo cuida que el sistema pueda adaptarse a cambios en el alcance o en el tamaño, cuida también que pueda cambiar para ajustarse a nuevas funcionalidades solicitadas. Hace referencia a la capacidad del sistema de crecer sin desmejorar la calidad del servicio que presta. El diseño por módulos del sistema permite que sea escalable.
- **Documentación:** Se especificará el análisis y especificaciones de diseño en la documentación técnica, de modo que, esto permitirá que el sistema pueda ser mantenible.
- **Trazabilidad:** La información permite que se encuentren dependencias entre los requisitos y los componentes del diseño del sistema y la documentación. Así, la información permitirá evaluar los cambios de requerimientos.

Glosario de términos

Este capítulo describe los términos usados a lo largo del documento que tienen un significado singular en la Escuela Superior de Cómputo o el Sistema y que se consideran necesario definirlos para evitar ambigüedades o malos entendidos. La lista de términos se encuentra agrupada por áreas de conocimiento:

- **Términos técnicos:** Agrupa los términos que tienen que ver con el sistema.
- **Términos del negocio:** Agrupa los términos que tienen significado dentro de la Escuela Superior de Cómputo.

Para fines de este documento la siguiente lista de términos se debe interpretar como se describen en este capítulo.

4.1. Términos técnicos

En esta sección se definen los términos técnicos que se utilizan para describir el comportamiento del sistema.

Alfanumérico: Es un **tipo de dato** definido por el conjunto de caracteres numéricos y alfabéticos.

Atributo: Son las características que definen o identifican a una entidad en un conjunto de entidades.

Booleano: Es un **tipo de dato** que puede tomar los siguientes valores: verdadero ó falso (1 ó 0).

Cadena: Es el **tipo de dato** definido por cualquier valor que se compone de una secuencia de caracteres, con o sin acentos, espacios, dígitos y signos de puntuación. Existen tres tipos de cadenas: palabra, frase y párrafo.

Catálogo: Es una lista ordenada o clasificada de elementos relacionados.

Decimal: Es un **tipo de dato numérico**. Los números decimales son valores que denotan números racionales y la aproximación a números irracionales.



Entero: Es el **tipo de dato numérico** definido por todos los valores numéricos enteros, tanto positivos como negativos.

Entidad: Término genérico que se utiliza para determinar un ente el cual puede ser concreto, abstracto o conceptual por ejemplo: Unidad administrativa, entregable, persona, etc. Las entidades se caracterizan a través de atributos que personalizan a la entidad.

Fecha: Es un **tipo de dato** que indica un día único en referencia al calendario gregoriano. La fecha tiene el formato DD/MMM/YYYY, por ejemplo: 24/Mar/2013.

Fecha Corta: Es un **tipo de dato** que indica el mes y año calendario gregoriano. La fecha tiene el formato MM/AA, por ejemplo: 02/17.

Fecha Actual: Es un **tipo de dato** que indica el día presente en referencia al calendario gregoriano. La fecha tiene el formato DD/MMM/YYYY, por ejemplo: 22/Dic/2017.

Frase: Es un **tipo de dato** conformado por **palabras** y espacios.

Numérico: Es un **tipo de dato** que se compone de la combinación de los símbolos 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, y -. que expresan una cantidad en relación a su unidad.

Opcional: Es un elemento que el actor puede o no proporcionar en el formulario o la pantalla, su decisión no afectará la ejecución de la operación solicitada.

Palabra: Es un **tipo de dato cadena** conformado por el alfabeto y símbolos especiales como son #,-, \$, %, &, (,), etc y se caracteriza por no tener espacios.

Párrafo: Es un **tipo de dato** conformado por **frases**.

Requerido: Es un **tipo de dato** que debe proporcionarse de manera obligatoria. La ejecución de la operación solicitada dependerá de que se proporcione este dato.

Contraseña: Es un **tipo de dato** que se compone de 8 a 20 caracteres, al menos un carácter especial y una letra mayúscula; los caracteres especiales que pueden ser utilizados son ?, !, %, &.

Tipo de dato: Es el dominio o conjunto de valores que puede tomar un atributo de una **entidad** en el modelo de información. Los tipos de datos utilizados son: **palabra**, **frase**, **párrafo**, **numérico**, **fecha** y **booleano**.

CAPÍTULO 5

Modelo de negocio

El presente capítulo describe el modelo de negocios correspondiente al TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de Optimización de Horarios en la ESCOM, el cual se conforma de los siguientes elementos:

- Modelo de información. En esta sección se presentan los atributos y relaciones de toda la información que contemplará el sistema en los módulos de Academias, Infraestructura, Oferta Educativa, Profesores y Estructura Educativa.

En la figura 5.1 se muestra el Modelo Entidad Relación del sistema.

- Reglas de negocio. Son las directivas destinadas a gobernar, guiar o influenciar el comportamiento de los procesos de negocio.

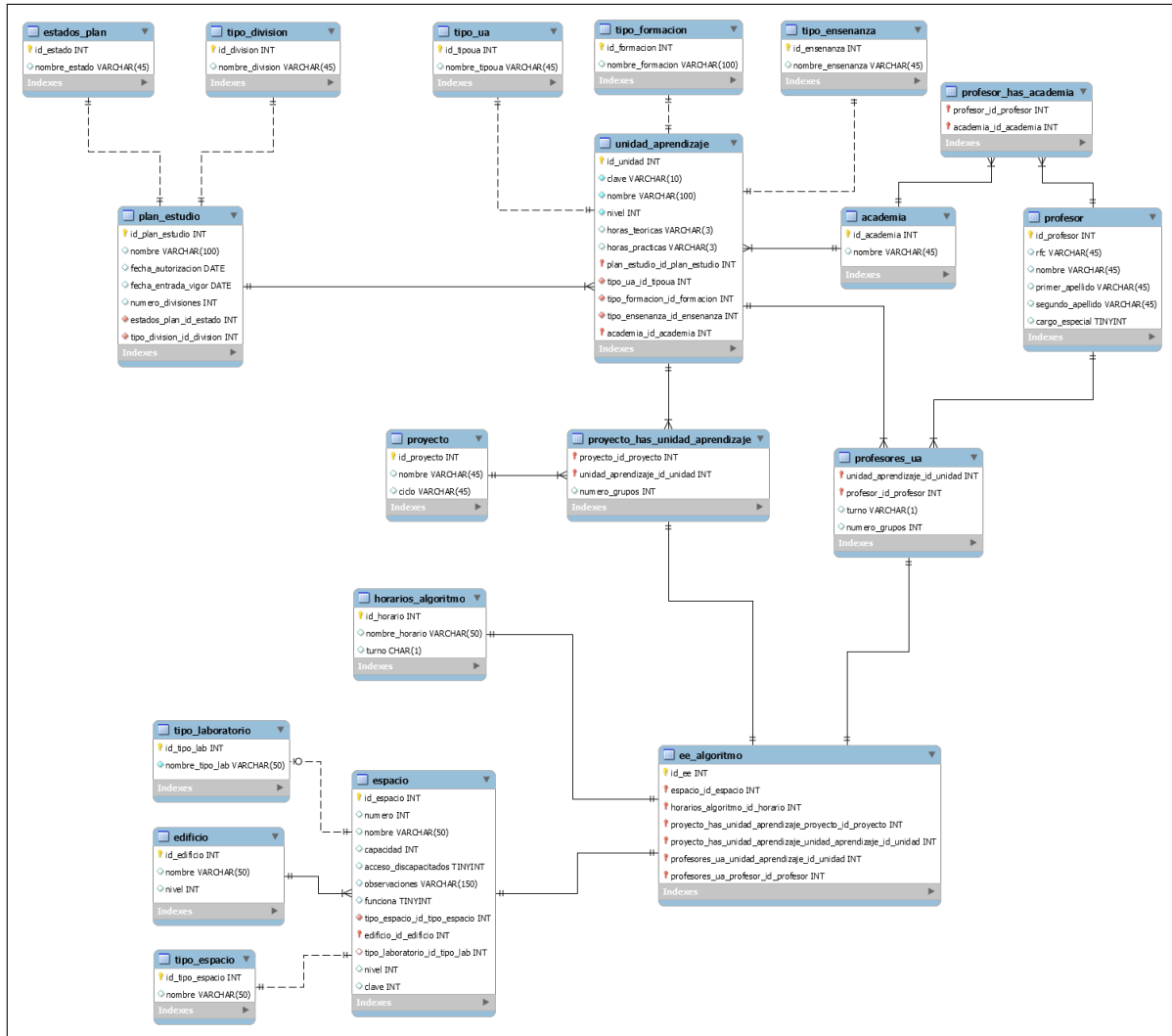


Figura 5.1: Modelo Entidad Relación del sistema.



5.1. Reglas de negocio

5.1.1. Reglas derivadas del sistema

RN-S1 Datos requeridos



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 1.0

Autor: José Antonio Ricardo Flores

Estatus: Terminado

Descripción: Los datos proporcionados al sistema que son marcados como requeridos con el caracter *, no se deben omitir.

Referenciado por:

RN-S2 Unicidad de elementos



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 1.0

Autor: José Antonio Ricardo Flores

Estatus: Edición

Descripción: En casos específicos, los datos proporcionados al sistema no se pueden duplicar ni registrar más de una vez.

Referenciado por:

5.1.2. Reglas derivadas del negocio

RN-N1 Número de niveles permitido para un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio podrá registrarse si y sólo si tiene como máximo 4 niveles.

Referenciado por:



RN-N2 Número de espacios permitido para un nivel de edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un nivel de un edificio sólo podrá tener como máximo 30 espacios.

Referenciado por:

RN-N3 Calculo de la clave de un espacio



Tipo: Derivación

Nivel: Calculo

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: La clave que se le asigna a un espacio estará dada por: Número del edificio + Número del nivel + Número del espacio.

Ejemplo: Un espacio tiene las siguientes características: Se encuentra en el edificio 1, en el nivel 1 y el número de espacio es 1.

Por lo tanto, la clave será: "1101".

Referenciado por:

RN-N4 Jefe de academia



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un jefe de academia sólo podrá ser un profesor con base.

Referenciado por:

RN-N5 Capacidad de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Para un espacio la capacidad máxima debe ser de 35 alumnos.

Referenciado por:



RN-N6 Eliminación de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un espacio no podrá ser eliminado si este ya fue asociado a un grupo.

Referenciado por:

RN-N7 Eliminación de un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio no podrá ser eliminado si ya se le ha registrado al menos un espacio en alguno de sus niveles.

Referenciado por:

RN-N8 Modificación de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un espacio no podrá ser modificado si este ya fue asociado a un grupo.

Referenciado por:

RN-N9 Modificación de un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio no podrá ser modificado si ya se le ha registrado al menos un espacio en alguno de sus niveles.

Referenciado por:



RN-N10 Nombre del plan



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: El nombre del plan de estudios se conforma por la palabra plan concatenada al año en que el mismo fue aprobado.

Referenciado por: CUOE1 Gestionar planes de Estudios

RN-N11 Máquina de estados del plan de estudios



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: El plan de estudios puede encontrarse en alguno de los siguientes estados:

- Aprobación: Es el estado en que el plan está siendo modificado aún por lo que no se puede usar para los horarios.
- Aprobado: Es el estado en que el plan ha sido aceptado y podrá ser considerado para realizar los horarios de los períodos siguientes.
- Vigente: Es el estado en que el plan se encuentra siendo utilizado, este es el estado que utilizaremos para crear los horarios.
- Derogado: Es el estado en que el plan ha sido remplazado por uno otro y deja de ser utilizado para crear horarios.

Referenciado por: CUOE1 Gestionar planes de Estudios

RN-N12 Clave de Unidad de Aprendizaje



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: La clave de la unidad de aprendizaje se construye con la una letra que identifica el programa académico al que pertenece, seguido de el número correspondiente al nivel del plan de estudios al que pertenece y finalmente concatenado a un consecutivo de las unidades del nivel.

Referenciado por: CUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje



RN-N13 Tipo de unidad de aprendizaje



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: La unidad de aprendizaje puede ser de tipo obligatoria u optativa.

Referenciado por: CUOE1.5.1 Registrar unidad de Aprendizaje

RN-N14 Tipo de formación



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: De acuerdo a las regulaciones del instituto, las unidades de aprendizaje pueden tener uno de los siguientes tipos de formación:

- Formación Institucional
- Formación Científica-Básica
- Formación Profesional
- Formación Terminal e Integración

Referenciado por: CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje

RN-N15 Tipo de enseñanza



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: De acuerdo a las regulaciones del instituto, las unidades de aprendizaje pueden tener uno de los siguientes tipos de enseñanza:

- Teórica
- Práctica
- Teórica-Práctica

Referenciado por: CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje



RN-N16 Horas de unidad de aprendizaje



Tipo: Habilitadora

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: Solo las unidades de aprendizaje pueden tener sus horas por semana divididas entre horas teóricas y prácticas, las unidades teóricas y las unidades prácticas tendrán toda su carga de horas asignadas a dicho tipo de enseñanza.

Referenciado por: CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje

Modelo de comportamiento

6.1. Módulos del sistema

El sistema se encuentra organizado por módulos con la finalidad de agrupar y administrar de mejor manera los requerimientos funcionales del sistema. Dividir el sistema en módulos permite visualizar e identificar rápidamente aquellos aspectos funcionales que pueden tratarse conjuntamente.

- **Módulo Academias:** Agrupa los casos de uso que tienen que ver con la gestión de las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Infraestructura:** Agrupa los casos de uso que tienen que ver con la gestión de la infraestructura, la cual incluye la gestión de los edificios y espacios de la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Oferta Educativa:** Agrupa los casos de uso que permiten la gestión de la oferta educativa de la Escuela Superior de Cómputo, incluyendo la gestión de los planes de estudio y las unidades de aprendizaje.
- **Módulo Profesores:** Agrupa los casos de uso que permiten la gestión de los profesores que imparten las unidades de aprendizaje en la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Configuración General:** Agrupa los casos de uso que permiten crear un proyecto para generar horarios y las restricciones que tendrán estos.

6.2. Actores del Sistema

Los actores son los perfiles asociados a las diversas áreas y/u organizaciones que intervienen en el proceso. Se han identificado los actores de acuerdo a las actividades y responsabilidades dentro del TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de Optimización de Horarios en la ESCOM, los cuales se muestran en la figura ?? y se describen a continuación.



6.2.1. Subdirector Académico



Nombre: Subdirector Académico

Descripción:

Área: Subdirección Académica.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y eliminar las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar la infraestructura para la Escuela Superior de Cómputo, esto incluye a edificios y espacios.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los planes de estudio vigentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar las unidades de aprendizaje ofertadas para el plan de estudio vigente.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar a los profesores que son los encargados de impartir las unidades de aprendizaje ofertadas en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los proyectos para generar la Estructura Educativa.
- Ejecutar el algoritmo encargado de hacer los horarios.

Perfil:

- Persona que conoce el proceso de la Estructura Educativa.

Cantidad: Uno por la ESCOM

6.2.2. Capturista



Nombre: Capturista

Descripción:

Área: No existente.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y eliminar las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar la infraestructura para la Escuela Superior de Cómputo, esto incluye a edificios y espacios.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los planes de estudio vigentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar las unidades de aprendizaje ofertadas para el plan de estudio vigente.



- Registrar, modificar, eliminar y consultar a los profesores que son los encargados de impartir las unidades de aprendizaje ofertadas en la Escuela Superior de Cómputo.

Perfil:

- Persona que captura información en el sistema.

Cantidad: Tres por la ESCOM.

6.2.3. Jefe de Departamento



Nombre: Jefe de Departamento

Descripción:

Área: Varias.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y consultar los proyectos para generar la Estructura Educativa.
- Ejecutar el algoritmo encargado de hacer los horarios.

Perfil:

- Persona que realiza parte de la creación del proyecto para generar la Estructura Educativa en el sistema.

Cantidad: El jefe de cada uno de los departamentos de la ESCOM.

6.3. Casos de Uso del módulo de Academias

La figura 6.1 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo de gestionar academias, el cual conlleva el registro, edición, modificación tanto de las mismas.

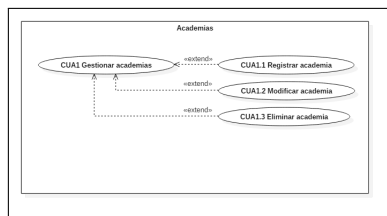


Figura 6.1: Diagrama de casos de uso del módulo Academias

6.4. Casos de Uso del módulo de Infraestructura

La figura 6.2 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo de gestionar infraestructura, el cual conlleva el registro, modificación, consulta, eliminación de los edificios y el registro, modificación, consulta, eliminación de los espacios dentro de un edificio.

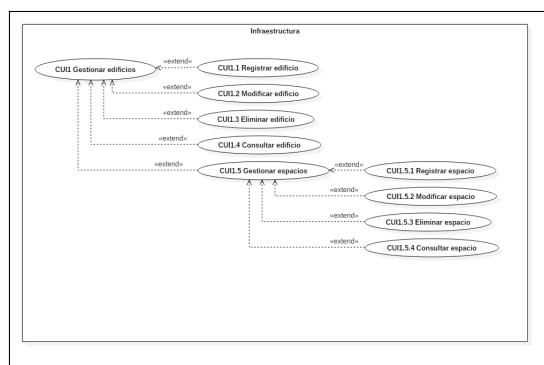


Figura 6.2: Diagrama de casos de uso del módulo Infraestructura

6.5. Casos de Uso del módulo de Oferta Educativa

La figura 6.3 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo de gestionar oferta educativa, el cual conlleva el registro, modificación, consulta, eliminación de los planes de estudio y el registro, modificación, consulta, eliminación de las unidades de aprendizaje ofertadas en dicho plan de estudio.

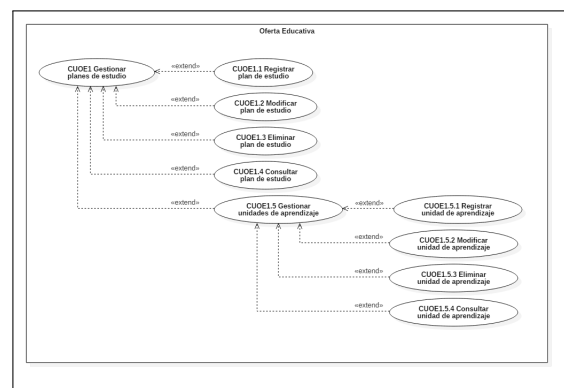


Figura 6.3: Diagrama de casos de uso del módulo Oferta Educativa



Prototipo 1: Academias

7.1. Modelo de información: Módulo Academias

7.1.1. Descripción general

En la figura 7.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo de academias.

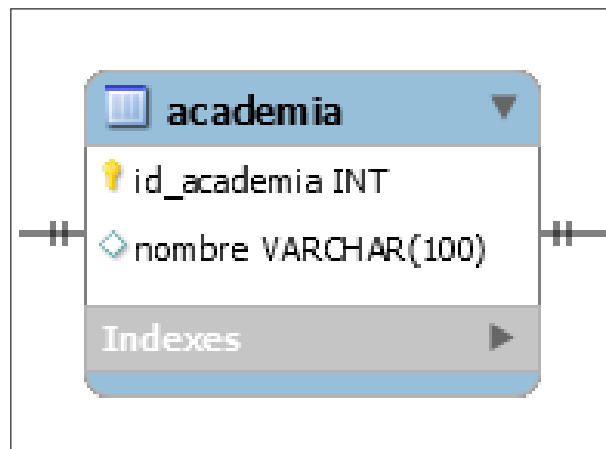


Figura 7.1: Modelo de información del módulo Academias.

7.1.2. Academia





Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra la academia. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 100 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | _.



7.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Academias

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación y eliminación de la información de las academias de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



7.3. CUA1 Gestionar academias



7.3.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva academia, visualizar, modificar y eliminar las academias existentes de la ESCOM. Esto permitirá saber cuales son las academias existentes y asignarlas a las Unidades de Aprendizaje.





7.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1 Gestionar academias
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizadas las academias disponibles en ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra el Nombre de la academia.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



7.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Academias" del menú **Academias**.
 - 2  Obtiene el nombre de la academia.
 - 3  Ordena alfabéticamente las academias por el nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias** con la información de las academias obtenidas e iconos
- - - Fin del caso de uso.

7.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva academia..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.1 Registrar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.2 Modificar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.3 Eliminar academia.**



7.4. CUA1.1 Registrar academia



7.4.1. Resumen

Dentro de la ESCOM, las unidades de aprendizaje están coordinadas por academias. De igual modo, los profesores pertenecen a estas.

Permite al actor registrar una nueva academia para la ESCOM.

7.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.1 Registrar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Registrar una nueva academia para poder asignarla a una o más Unidades de Aprendizaje.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academias indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos



Caso de Uso:	CUA1.1 Registrar academia
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia indicando que el nombre de la academia ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias .

7.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar una academia dando clic en el ícono de la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla **IUA1.1 Registrar Academia**.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que el nombre de la academia no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 7 Registra el nombre de la academia.
 - 8 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**, indicando que la academia se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUA1.1 Registrar Academia**.
- B-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre de la academia ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUA1.1 Registrar Academia**.
- C-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



7.5. CUA1.2 Modificar academia



7.5.1. Resumen

Permite al actor modificar una academia previamente registrada, de este modo, la información correspondiente a esta se mantendrá actualizada.

7.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.2 Modificar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Modificar una academia previamente registrada a fin de mantener actualizada la información de estas y poder asignarla con una o más Unidades de Aprendizaje y profesores.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academia indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos



Caso de Uso:	CUA1.2 Modificar academia
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUA1.2 Modificar Academia indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUA1.2 Modificar Academia indicando que el nombre de la academia ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias .

7.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar una academia dando clic en el botón de la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
 - 2 Obtiene la información de la academia previamente registrada.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre de la academia no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 8 Modifica el nombre de la academia.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**, indicando que la academia se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
- B-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre de la academia ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
- C-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



7.6. CUA1.3 Eliminar academia



7.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar una academia previamente registrada que se registro por error o ya no desea utilizarse. Así, los registros de academias se mantendrán actualizados.









7.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.3 Eliminar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar una academia que fue registrada por error o que no se utilizará.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academias indicando que la academia se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que la academia no haya sido asociada con una o más Unidades de Aprendizaje.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias.



7.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar una academia dando clic en el botón  de la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**
- 2  Verifica que la academia no haya sido asociada a una o más Unidades de Aprendizaje. [Trayectoria A]
- 3  Solicita la confirmación a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento**.
- 4  Confirma eliminar la academia oprimiendo el botón .
- 5  Elimina la academia.
- 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias** indicando que la academia se eliminó correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La academia ya fue asociada a una Unidad de Aprendizaje.

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.

- - - Fin del caso de uso.

7.7. Interfaces del módulo

7.7.1. IUA1 Gestionar Academias

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar las academias disponibles en la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar una nueva o modificar y eliminar las disponibles.

Diseño

En la figura 7.2 se muestra la pantalla "Gestionar Academias", por medio de la cual se muestra la información de las diferentes academias registradas. La pantalla muestra el nombre de la academia ordenados alfabéticamente.

Nombre	Acciones
Ingeniería en Sistemas Computacionales	<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>

Figura 7.2: IUA1 Gestionar Academias

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar una nueva academia, dirige a la pantalla [IUA1.1 Registrar Academia](#).
- : Permite al actor modificar el contenido de una academia previamente registrada, dirige a la pantalla [IUA1.2 Modificar Academia](#).
- :: Permite al actor eliminar una academia previamente registrada, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).

7.7.2. IUA1.1 Registrar Academia

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar una nueva academia, con el fin de que a estas se les asignen unidades de aprendizaje y también, los profesores sean asignados a estas.



Diseño

En la figura 7.3 se muestra la pantalla "Registrar Academia", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar una academia.



Figura 7.3: IUA1.1 Registrar Academia

Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).
-  : Permite al actor cancelar el registro de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).

7.7.3. IUA1.2 Modificar Academia

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar una academia previamente registrada. Con esto, la información se mantendrá actualizada.

Diseño

En la figura 7.4 se muestra la pantalla "Modificar Academia", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una academia.

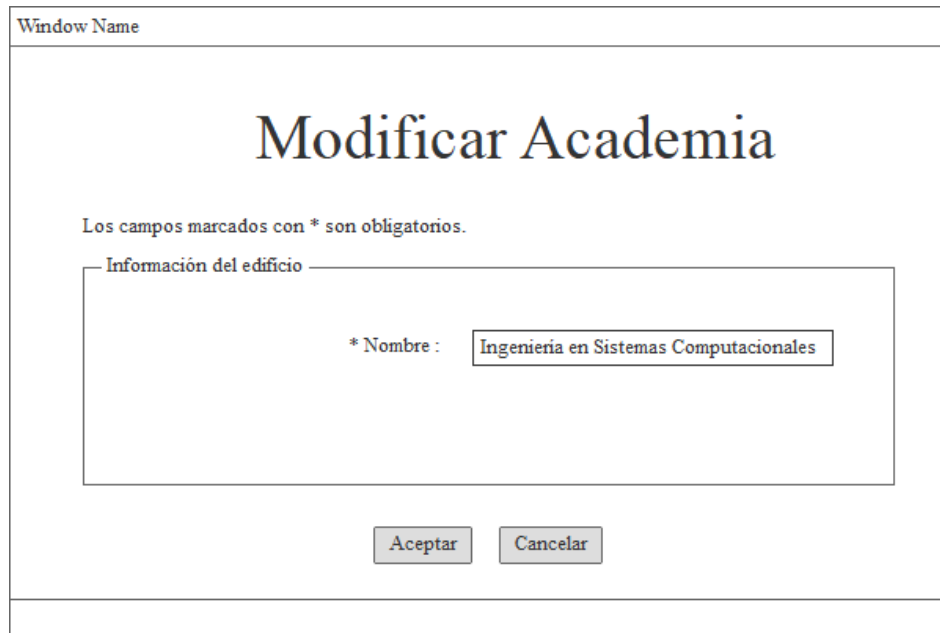




Figura 7.4: IUA1.2 Modificar Academia

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).
-  : Permite al actor cancelar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).



7.8. Pruebas del módulo: Academias

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Academias.

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUA1: Gestionar Academias	Si		
CUA1.1: Registrar Academia	Si		
CUA1.2: Modificar Academia	Si		
CUA1.3: Eliminar Academia	Si		



8.1. Modelo de información: Módulo Infraestructura

8.1.1. Módulo Edificios: Descripción general

En la figura 8.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Edificios.

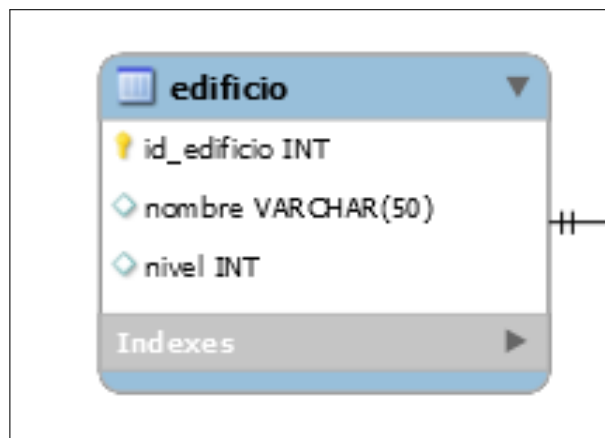


Figura 8.1: Modelo de información del módulo Edificios.

8.1.2. Edificio



Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra el edificio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | _ | - | .

Nivel Es el número de niveles totales que tiene el edificio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

8.1.3. Módulo Espacios: Descripción general

En la figura 8.2 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Espacios.

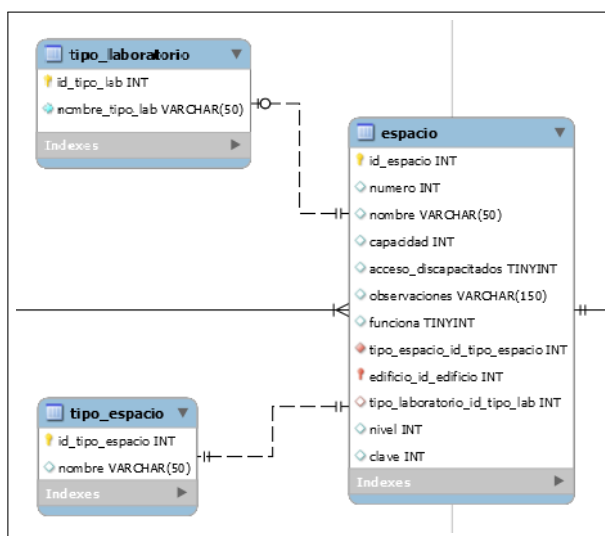


Figura 8.2: Modelo de información del módulo de Espacios.

8.1.4. Espacio



Atributos

Nivel Es el número que indica a que nivel del edificio corresponde el espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Clave Es un número generado por la concatenación del número del edificio + número de nivel + el número del espacio. Es un valor **numérico** y este dato es calculado por el sistema. Este atributo es de 4 caracteres exactamente. Caracteres admitidos: [0-9].

Número Es el número que se le asigna al espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].



Nombre Es el nombre con el que se registra el espacio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | _ | - | .

Capacidad Es el número que define la capacidad de alumnos que permite el espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Acceso a discapacitados Indica si el espacio es accesible para las personas con capacidades diferentes. Indica "sí" o "no" y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Observaciones Es una frase . Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 150 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | _ | - | .

En función Indica si el espacio puede ser contemplado en la asignación de espacios para los grupos ofertados.. Indica "sí" o "no" y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

8.1.5. Tipo de laboratorio



Atributos

Tipo de laboratorio Es el tipo de laboratorio que es un espacio catalogado como laboratorio, como son:

- Computación
- Electrónica
- Física
- Programación
- Redes
- Sistemas

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

8.1.6. Tipo de espacio



Atributos

Tipo de espacio Es el tipo de espacio que se registra, como son:

- Aula
- Laboratorio

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



8.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Infraestructura

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación, consulta y eliminación de la información de la infraestructura de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



8.3. CUI1 Gestionar edificios



8.3.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo edificio, consultar, modificar y eliminar los registros de los edificios ya existentes para la ESCOM. Esto permitirá tener un control de la infraestructura de la escuela.





8.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1 Gestionar edificios
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Tener un control de la infraestructura de la ESCOM y asignarla en los horarios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra el Nombre del edificio y el número de niveles que tiene.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



8.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Edificios" del menú **Edificios**.
 - 2  Obtiene el nombre del edificio y el número de niveles.
 - 3  Ordena alfabéticamente los edificios por el nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios** con la información de los edificios obtenida e iconos IUModificar, IUEliminar y IURegistrar.
- - - Fin del caso de uso.

8.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo edificio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.1 Registrar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un edificio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.2 Modificar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un edificio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.3 Eliminar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar un edificio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.4 Consultar edificio.



8.4. CUI1.1 Registrar edificio



8.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo edificio para la infraestructura de la ESCOM.

8.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.1 Registrar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Llevar un control de la infraestructura de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Niveles: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-N1 Número de niveles permitido para un edificio.• RN-S2 Unicidad de elementos.



Caso de Uso:	CUI1.1 Registrar edificio
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.1 Registrar Edificio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.1 Registrar Edificio indicando que el nombre del edificio ya existe.
Tipo:	Primario

8.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un edificio dando clic en el ícono IURegistrar de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
- 2 Solicita la información a través de la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.
- 3 Completa la información solicitada.
- 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
- 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
- 6 Verifica que el nombre del edificio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
- 7 Registra el nombre y número de niveles del edificio.
- 8 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**, indicando que el edificio se registró correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.

- B-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del edificio ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.

- C-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



8.5. CUI1.2 Modificar edificio



8.5.1. Resumen

Permite al actor modificar un edificio previamente registrado y así mantener actualizada la infraestructura de la ESCOM.

8.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.2 Modificar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizada la infraestructura de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Niveles: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre.● Niveles.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IU1 Gestionar Edificios indicando que la modificación se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-N1 Número de niveles permitido para un edificio.● RN-S2 Unicidad de elementos.



Caso de Uso:	CUI1.2 Modificar edificio
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.2 Modificar Edificio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.2 Modificar Edificio indicando que el nombre del edificio ya existe.
Tipo:	Primario

8.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar un edificio dando clic en el ícono IUModificar de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2 Obtiene el nombre y número de niveles del edificio previamente registrados.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio** con la información obtenida.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre del edificio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 8 Modifica el nombre y número de niveles del edificio.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**, indicando que el edificio se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio**.
- B-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del edificio ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio**.
- C-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



8.6. CUI1.3 Eliminar edificio



8.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un edificio que se registró por error o ya no desea utilizarse.








8.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.3 Eliminar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar un edificio que fue registrado por error o que ya no será utilizado.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que el edificio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que no se haya registrado algún espacio al edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Primario




8.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un edificio dando clic en el icono IUEliminar de la pantalla IUI1 Gestionar Edificios.
 - 2  Verifica que el edificio no tenga un espacio asociado. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación para eliminar el edificio a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el espacio oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el espacio.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que el edificio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: *El edificio ya tiene un espacio registrado.*

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios, indicando que el edificio ya tiene un espacio registrado.
- - - Fin del caso de uso.



8.7. CUI1.4 Consultar edificio



8.7.1. Resumen

Permite al actor consultar un edificio previamente registrado y los espacios que contiene el edificio. De este modo, el actor podrá ver de modo general el contenido del edificio.

8.7.2. Descripción








Caso de Uso:	CUI1.4 Consultar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Permite al actor la consulta de los detalles del edificio y los espacios registrados en el.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	Información del edificio <ul style="list-style-type: none">● Nombre.● Niveles. Información del espacio <ul style="list-style-type: none">● Nivel.● Clave.● Nombre.● Capacidad.



Caso de Uso:	CUI1.4 Consultar edificio
Precondiciones:	• Ninguna
Postcondiciones:	• Ninguna
Reglas de negocio:	• Ninguna
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Primario

8.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar un edificio dando clic en el ícono IUConsultar de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2  Obtiene el nombre y número de niveles del edificio a consultar.
 - 3  Obtiene el número de nivel, clave, nombre y capacidad de los espacios asociados al edificio.
 - 4  Muestra la pantalla **IUI1.4 Consultar Edificio** con la información obtenida.
 - 5  Solicita finalizar la consulta oprimiendo el botón  .
 - 6  Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
- - - Fin del caso de uso.



8.8. CUI1.5 Gestionar Espacios



8.8.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo espacio, visualizar, modificar y eliminar los espacios existentes de la ESCOM. Esto permitirá saber cuales son los espacios existentes dentro de los Edificios.


8.8.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.5 Gestionar Espacios
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	02 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizados los espacios disponibles en ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra el Nombre, la Clave y la Capacidad del Espacio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Se debe tener al menos un edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



8.8.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona IUConsultar de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2  Obtiene el nombre del edificio y su número de niveles.
 - 3  Ordena los espacios de forma ascendente de acuerdo a su clave.
 - 4  Muestra la pantalla **IUI1.5 Gestionar Edificios** con la información de los edificios obtenidos y los iconos IU Modificar, IUEliminar, IURegistrar y IUConsultar.
- - - Fin del caso de uso.

8.8.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo espacio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.5.1 Registrar espacio.**

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.5.2 Modificar espacio.**

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.5.3 Eliminar espacio.**

Causa de la extensión: El actor requiere consultar la información de un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.5.4 Consultar espacio.**



8.9. CUI1.5.1 Registrar Espacio



8.9.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo espacio de un edificio de la ESCOM.

8.9.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.5.1 Registrar Espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2/Abril/2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar un nuevo espacio para poder asignarlo un grupo de Unidades de Aprendizaje.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Se escribe desde el teclado.● Número: Se escribe desde el teclado.● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Capacidad: Se escribe desde el teclado.● Tipo de espacio: Se selecciona de una lista.● Tipo de laboratorio: Se selecciona de una lista.● Acceso a discapacitados: Se selecciona de una lista.● ¿Puede ser utilizado?: Se selecciona de una lista.● Observaciones: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que el registro se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUI1.5.1 Registrar Espacio
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que se haya registrado al menos un edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio indicando que el nombre de espacio ya existe.• MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que no se puede registrar un espacio debido a que no se ha registrado al menos un tipo de laboratorio.
Tipo:	Primario

8.9.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un espacio dando clic en el ícono IURegistrar de la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
 - 2 Verifica que exista al menos un tipo de laboratorio registrado. [Trayectoria A]
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
 - 7 Verifica que no haya otro Espacio registrado con el mismo nombre, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
 - 8 Registra el espacio.
 - 9 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios, indicando que espacio se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo tipo de laboratorio no tiene información.

- A-1 Muestra el mensaje MSG7 No existe información necesaria en el sistema en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- B-1 Muestra la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.



- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: *No se completaron los campos obligatorios.*

C-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.5.1 Registrar Espacio**.

C-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: *El nombre del espacio ya fue registrado.*

D-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.5.1 Registrar Espacio**.

D-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



8.10. CUI1.5.2 Modificar Espacio



8.10.1. Resumen

Permite al actor modificar un nuevo espacio de un edificio de la ESCOM.

8.10.2. Descripción












Caso de Uso:	CUI1.5.2 Modificar Espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Modificación
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2/Abril/2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Modificar un nuevo espacio para poder asignarlo un grupo de Unidades de Aprendizaje.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nivel: Se escribe desde el teclado.• Número: Se escribe desde el teclado.• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Capacidad: Se escribe desde el teclado.• Tipo de espacio: Se selecciona de una lista.• Tipo de laboratorio: Se selecciona de una lista.• Acceso a discapacitados: Se selecciona de una lista.• ¿Puede ser utilizado?: Se selecciona de una lista.• Observaciones: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUI1.5.2 Modificar Espacio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nivel.• Número.• Nombre.• Capacidad.• Tipo de espacio.• Tipo de laboratorio.• Acceso a discapacitados.• ¿Puede ser utilizado?.• Observaciones.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que se haya registrado al menos un edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.5.2 Modificar Espacio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.5.2 Modificar Espacio indicando que el nombre de espacio ya existe.• MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que no se puede modificar un espacio debido a que no se ha registrado al menos un tipo de laboratorio.
Tipo:	Primario

8.10.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita modificar un espacio dando clic en el ícono IUmodificar de la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
- 2  Verifica que exista al menos un tipo de laboratorio registrado. [Trayectoria A]
- 3  Carga la información previamente registrada de la Unidad de Aprendizaje.
- 4  Solicita la información a través de la pantalla IUI1.5.1 Modificar Espacio.
- 5  Completa la información solicitada.
- 6  Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
- 7  Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
- 8  Verifica que no haya otro Espacio registrado con el mismo nombre, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
- 9  Modifica la información del espacio.
- 10  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios, indicando que la información del espacio se modificó correctamente.

- - - Fin del caso de uso.



Trayectoria alternativa A:

Condición: *El catálogo tipo de laboratorio no tiene información.*

A-1  Muestra el mensaje **MSG7 No existe información necesaria en el sistema** en la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

- - - *Fin del caso de uso.*

Trayectoria alternativa B:

Condición: *El actor desea cancelar la operación.*

B-1  Muestra la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

- - - *Fin del caso de uso.*

Trayectoria alternativa C:

Condición: *No se completaron los campos obligatorios.*

C-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.5.2 Modificar Espacio**.

C-2  Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - *Fin de trayectoria.*

Trayectoria alternativa D:

Condición: *El nombre del espacio ya fue registrado.*

D-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.5.2 Modificar Espacio**.

D-2  Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - *Fin de trayectoria.*



8.11. CUI1.5.3 Eliminar espacio



8.11.1. Resumen

Permite al actor eliminar un espacio previamente registrado que haya sido registrado por error o que ya no se desea utilizar.








8.11.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.5.3 Eliminar espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	02 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar una espacio que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar espacios indicando que el espacio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que el espacio no haya sido asociado a algún grupo o estructura educativa.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario




8.11.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un espacio dando clic en el icono IUEliminar de la pantalla IUI1.5 Gestionar espacios
 - 2  Verifica que el espacio no haya sido asociado a uno o más grupos o estructuras académicas. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el espacio oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el espacio.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1.5 Gestionar espacios indicando que el espacio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La espacio ya fue asociada a una Unidad de Aprendizaje.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUA1 Gestionar espacios.
- - - Fin del caso de uso.



8.12. CUI1.5.4 Consultar Espacio



8.12.1. Resumen

Permite al actor consultar la información de un espacio previamente registrado dentro de un edificio de la unidad académica.

8.12.2. Descripción





Caso de Uso:	CUI1.5.4 Consultar Espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Consulta
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2-Abril-2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Consultar la información de un espacio registrado dentro de la unidad académica.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica



Caso de Uso:	CUI1.5.4 Consultar Espacio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nivel.• Número.• Clave.• Nombre.• Capacidad.• Tipo de espacio.• Tipo de laboratorio.• Acceso a discapacitados.• ¿Puede ser utilizado?.• Observaciones.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que se haya registrado al menos un espacio de un edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica.
Tipo:	Primario

8.12.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar un espacio dando clic en el ícono IUConsultar de la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.
 - 2  Muestra la pantalla **IUI1.5.4 Consultar Espacio** con la información del espacio seleccionado.
 - 3  Oprime el botón .
- - - Fin del caso de uso.

8.13. Interfaces del módulo

8.13.1. Edificios

8.13.2. IUI1 Gestionar Edificios

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los edificios registrados para la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar, consultar y eliminar los disponibles.

Diseño

En la figura 8.3 se muestra la pantalla "Gestionar Edificios", por medio de la cual se muestra la información de los diferentes edificios registrados. La pantalla muestra el nombre y número de niveles del edificio, ordenados alfabéticamente por el nombre del edificio.

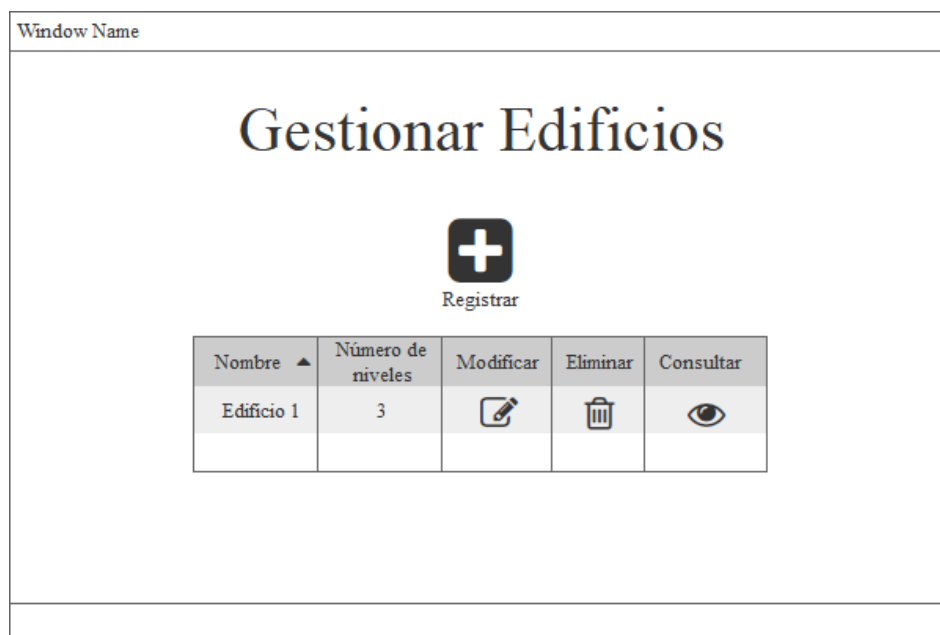


Figura 8.3: IUI1 Gestionar Edificios

Comandos

- IUIRegistrar: Permite al actor registrar un nuevo edificios, dirige a la pantalla [IUI1.1 Registrar Edificio](#).
- IUIModificar: Permite al actor modificar el contenido de un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.2 Modificar Edificio](#).
- IUIEliminar: Permite al actor eliminar un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1Gestionar Edificios](#).

- IUConsultar: Permite al actor consultar la información de un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla IUI1.4Consultar Edificio.

8.13.3. IUI1.1 Registrar Edificio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar un nuevo edificio.



Diseño

En la figura 8.4 se muestra la pantalla "Registrar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un espacio.



Figura 8.4: IUI1.1 Registrar Edificio

Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro del edificio, dirige a la pantalla **IUI1 Gestionar Edificio**.
-  : Permite al actor cancelar el registro del edificio, dirige a la pantalla **IUA1 Gestionar Edificio**.

8.13.4. IUI1.2 Modificar Edificio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar un edificio previamente registrado.

Diseño

En la figura 8.5 se muestra la pantalla "Modificar Edificio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una edificio.

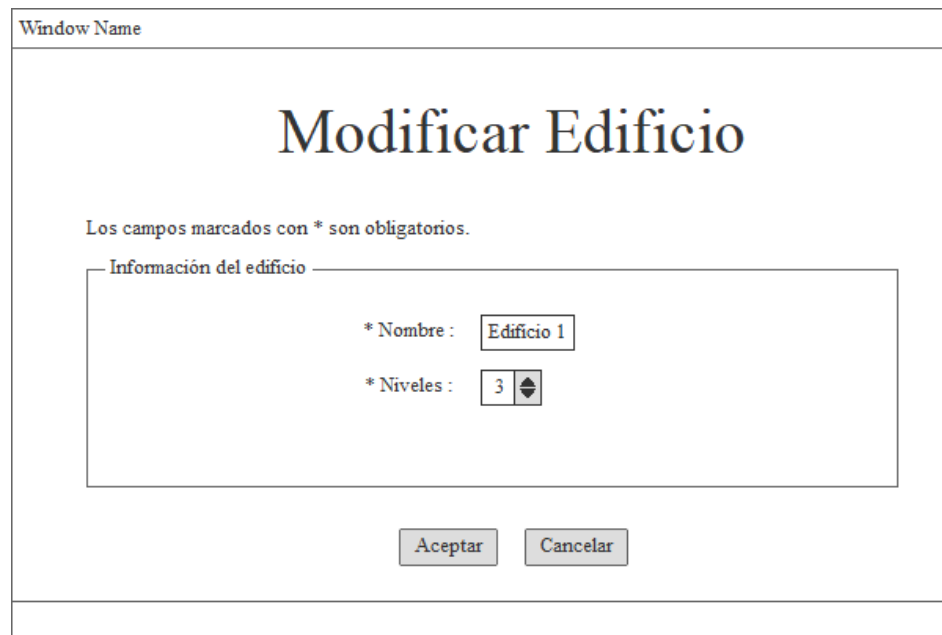




Figura 8.5: IUI1.2 Modificar Edificio

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).
-  : Permite al actor cancelar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).

8.13.5. IUI1.4 Consultar Edificio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información de un edificio junto con los detalles de los espacios asociados a este.

Diseño

En la figura 8.6 se muestra la pantalla "Consultar Edificio", a través de la cual se muestra el nombre y número de niveles del edificio. Además, de los detalles como clave, número de nivel, nombre y capacidad de los espacios asociados a este edificio.

Clave	Nombre	Capacidad
1001	Sin Nombre	30

Figura 8.6: IU1.4 Consultar Edificio

Comandos

- **Regresar** : Permite al actor finalizar la consulta del edificio, dirige a la pantalla **IU1 Gestionar Edificios**.

8.13.6. Espacios

8.13.7. IU1.5 Gestionar Edificios

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los espacios disponibles en la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar y eliminar los disponibles.

Diseño

En la figura 8.7 se muestra la pantalla "Gestionar Espacios", por medio de la cual se muestra la información de los diferentes espacios registrados. La pantalla muestra el nombre del edificio al que pertenecen la clave, el nombre y la capacidad del espacio, ordenados de mayor a menor por su clave.

Window Name

Gestionar Espacios

Edificio: Edificio 1



Registrar

Nivel	Clave	Nombre	Capacidad	Modificar	Eliminar	Consultar
Nivel 1						
Nivel 2	1001	Sin Nombre	30			
Nivel 3						



Figura 8.7: IUI1.5 Gestionar Espacios

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar un nuevo espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5.1 Registrar Espacios](#).
- IUModificar: Permite al actor modificar el contenido de un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5.2 Modificar Espacio](#).
- IUEliminar: Permite al actor eliminar un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5.3 Eliminar Espacio](#).
- IUConsultar: Permite al actor consultar la información de un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5.4 Consultar Espacio](#).
-  : Permite al actor volver a la gestión de edificios, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).

8.13.8. IUI1.5.1 Registrar Espacio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar una nuevo espacio dentro de un edificio

Diseño

En la figura 8.8 se muestra la pantalla "Registrar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un espacio.



Window Name

Registrar Espacio

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

* Número : 1

* Nombre :

* Capacidad : 30

* Tipo de espacio : ☐ Aula ☒ Laboratorio

Tipo de laboratorio : Computación

- Electrónica
- Física
- Programación
- Redes
- Sistemas

* Acceso a discapacitados : ☐ Si ☐ No

* ¿Puede ser utilizado? : ☐ Si ☐ No



Observaciones :

Aceptar Cancelar

Figura 8.8: IUI1.5.1 Registrar Espacio



Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro del espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).
-  : Permite al actor cancelar el registro del espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).

8.13.9. IUI1.5.2 Modificar Espacio



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar un espacio previamente registrado.

Diseño

En la figura 8.9 se muestra la pantalla "Modificar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar un espacio.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación del espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).
-  : Permite al actor cancelar la modificación del espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).

8.13.10. IUI1.5.4 Consultar Espacio


Objetivo

Esta pantalla permite al actor Consultar la información de un espacio previamente registrado.

Diseño

En la figura 8.10 se muestra la pantalla "Consultar Espacio", a través de la cual se muestra la información registrada de un espacio de la unidad académica.

Comandos

-  : Permite al actor volver a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).

Window Name

Modificar Espacio

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

* Número : 1

* Nombre : Sistemas II

* Capacidad : 30

* Tipo de espacio : ☐ Aula ☒ Laboratorio

Tipo de laboratorio :
Sistemas
Electrónica
Física
Programación
Redes
Sistemas

* Acceso a discapacitados : ☐ Si ☒ No

* ¿Puede ser utilizado? : ☒ Si ☐ No

Observaciones : El laboratorio podría tener una ocupación de 38 alumnos.

Aceptar Cancelar

Figura 8.9: IUI1.5.2 Modificar Espacio



Window Name

Consultar Espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

Clave : 1001

Nombre : Sin nombre

Capacidad : 30

Tipo de espacio : Aula

Acceso a discapacitados : Si

¿Puede ser utilizado? : Si

Observaciones : El salón podría tener una ocupación de 38 alumnos.

Regresar

Figura 8.10: IU1.5.4 Consultar Espacio

8.14. Pruebas del módulo: Infraestructura

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Infraestructura.

8.14.1. Edificio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1: Gestionar Edificios	Si		
CUI1.1: Registrar Edificio	Si		
CUI1.2: Modificar Edificio	Si		
CUI1.3: Eliminar Edificio	Si		
CUI1.4: Consultar Edificio	Si		

8.14.2. Espacio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1.5: Gestionar Espacios	Si		
CUI1.5.1: Registrar Espacio	Si		
CUI1.5.2: Modificar Espacio	Si		
CUI1.5.3: Eliminar Espacio	Si		
CUI1.5.4: Consultar Espacio	Si		



9.1. Modelo de información: Módulo Oferta Educativa

9.1.1. Módulo Plan de Estudio: Descripción general

En la figura 9.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Plan de estudio.

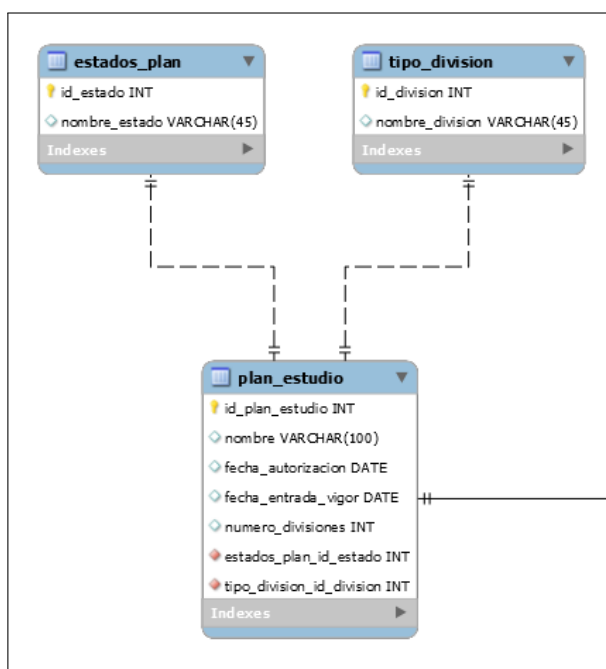


Figura 9.1: Modelo de información del módulo Plan de estudio.



9.1.2. Plan de estudio



Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra el edificio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | _ | - | .

Fecha de autorización Es el día en el que el plan de estudio fue autorizado. Especifica una **fecha** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Fecha de entrega en vigor Es el día en el que el plan de estudio entra en vigor. Especifica una **fecha** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Divisiones De acuerdo al tipo de división, indica cuantas divisiones tiene el plan de estudio.. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

9.1.3. Estado del plan de estudio



Atributos

Estado Es el estado en que se encuentra el plan de estudio, de esté depende las acciones que se pueden realizar sobre este. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.4. Tipo de division



Atributos

División Es el tipo de division que tiene el plan de estudio, como son:

- Semestres
- Nivel

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.5. Módulo Unidad de Aprendizaje: Descripción general

En la figura 9.2 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Unidad de Aprendizaje.

9.1.6. Unidad de aprendizaje



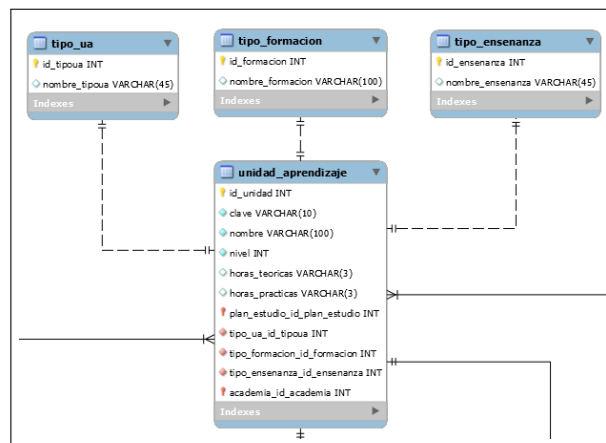


Figura 9.2: Modelo de información del módulo Unidad de Aprendizaje.

Atributos

Clave Es la clave asignada a la unidad de aprendizaje como única. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 10 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9].

Nombre Es el nombre con el que se registra la unidad de aprendizaje. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | - | .

Nivel Es el número del nivel al que pertenece la unidad de aprendizaje. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Horas teóricas Es el número de horas teóricas de la unidad de aprendizaje. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 3 caracteres. Caracteres admitidos: [1-9] | ..

Horas prácticas Es el número de horas prácticas de la unidad de aprendizaje. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 3 caracteres. Caracteres admitidos: [1-9] | ..

9.1.7. Tipo de unidad de aprendizaje



Atributos

Tipo de ua Indica el tipo de unidad de aprendizaje, los posibles tipos son:

- Obligatoria
- Optativa

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



9.1.8. Tipo de formación



Atributos

Tipo de espacio Es el tipo de formación que tiene la unidad de aprendizaje, como son:

- Formación Institucional
- Formación Científica-Básica
- Formación Profesional
- Formación Terminal e Integral

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.9. Tipo de enseñanza



Atributos

Tipo de enseñanza Es el tipo de enseñanza que tiene la unidad de aprendizaje, como son:

- Teórico
- Práctica
- Teórica-Prácticas

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



9.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Oferta Educativa

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación, consulta y eliminación de la información de los planes de estudio y de las unidades de aprendizaje correspondientes al programa Académico Ingeniería en Sistemas Computacionales de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



9.3. CUOE1 Gestionar planes de estudio



9.3.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio, consultar, modificar y eliminar los planes de estudio ya registrados para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales. Con esto, el actor podrá registrar las unidades de aprendizaje de dicha oferta.

9.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1 Gestionar planes de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Llevar un control de los planes de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra el Nombre del plan de estudio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



9.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Planes de Estudio" del menú **Planes de estudio**.
 - 2  Obtiene el nombre de los planes de estudio registrados en el sistema.
 - 3  Ordena alfabéticamente los planes de estudio por medio del nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUOE1 Gestionar Planes de Estudio** con la información obtenida e iconos IUModificar, IUConsultar, IUEliminar y IURegistrar.
- - - Fin del caso de uso.

9.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo plan de estudio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.1 Registrar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.2 Modificar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.3 Eliminar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.4 Consultar plan de estudio.



9.4. CUOE1.1 Registrar plan de estudio



9.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, el cual se oferta en la ESCOM.

9.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.1 Registrar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Tener un registro de un plan de estudio que oferta el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, dando pauta al registro de las unidades de aprendizaje que lo componen.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del plan: Se escribe desde el teclado.• Estado: Se selecciona de una lista.• Tipo división: Se selecciona de una lista.• Fecha autorización: Se selecciona de un calendario.• Fecha entrada en vigor: Se selecciona de un calendario.• Número de divisiones: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el registro se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUOE1.1 Registrar plan de estudio
Precondiciones:	• Ninguna
Postcondiciones:	• Ninguna
Reglas de negocio:	• RN-N10 Nombre del plan. • RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio indicando que faltan campos obligatorios por completar. • MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio indicando que el nombre del plan de estudio ya existe.
Tipo:	Primario

9.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un plan de estudio dando clic en el ícono IURegistrar de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que el nombre del plan de estudio tenga el formato especificado en la regla de negocios RN-N10 Nombre del plan. [Trayectoria C]
 - 7 Verifica que el nombre del plan de estudio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
 - 8 Registra la información del plan de estudio.
 - 9 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio, indicando que el plan de estudio se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:



Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio.
- B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.





Trayectoria alternativa C:

Condición: *El nombre del plan de estudio no corresponde a lo señalado.*

- C-1**  Muestra el mensaje **MSG4 Formato de campo incorrecto** en la pantalla **IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio**.
- C-2**  Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*

Trayectoria alternativa D:

Condición: *El nombre del plan de estudio ya fue registrado.*

- D-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio**.
- D-2**  Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



9.5. CUOE1.2 Modificar plan de estudio



9.5.1. Resumen

Permite al actor modificar un plan de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, el cual se oferta en la ESCOM.

9.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.2 Modificar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Mantener actualizado el registro del plan de estudio, evitando tener información errónea.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del plan: Se escribe desde el teclado.• Estado: Se selecciona de una lista.• Tipo división: Se selecciona de una lista.• Fecha autorización: Se selecciona de un calendario.• Fecha entrada en vigor: Se selecciona de un calendario.• Número de divisiones: Se selecciona de una lista.



Caso de Uso:	CUOE1.2 Modificar plan de estudio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.● Nombre del plan.● Estado.● Tipo división.● Fecha autorización.● Fecha entrada en vigor.● Número de divisiones.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-N10 Nombre del plan.● RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio indicando que faltan campos obligatorios por completar.● MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio indicando que el nombre del plan de estudio ya existe.
Tipo:	Primario

9.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar un plan de estudio dando clic en el ícono IUModificar de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
 - 2 Obtiene la información del plan de estudio registrada.
 - 3 Solicita actualizar la información a través de la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio con los datos obtenidos.
 - 4 Actualiza la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre del plan de estudio tenga el formato especificado en la regla de negocios RN-N10 Nombre del plan. [Trayectoria C]
 - 8 Verifica que el nombre del plan de estudio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
 - 9 Actualiza la información del plan de estudio.
 - 10 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio, indicando que el plan de estudio se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:



Condición: El actor desea cancelar la operación.



- A-1**  Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- - - Fin del caso de uso.



Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1**  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio.
B-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del plan de estudio no corresponde a lo señalado.

- C-1**  Muestra el mensaje MSG4 Formato de campo incorrecto en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio.
C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: El nombre del plan de estudio ya fue registrado.

- D-1**  Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio.
D-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



9.6. CUOE1.3 Eliminar plan de estudio



9.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un plan de estudio debido a que este se registró por error o ya no se desea utilizar. Sin embargo, un plan de estudio que ya tiene asociada al menos una unidad de aprendizaje no puede ser eliminado.

9.6.2. Descripción








Caso de Uso:	CUOE1.3 Eliminar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar un plan de estudio que fue registrado por error o que ya no será utilizado, manteniendo así la información actualizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Plan de Estudio indicando que el plan de estudio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que no se haya registrado una o más unidades de aprendizaje al plan de estudio en cuestión.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.3 Eliminar plan de estudio
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Primario


9.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un plan de estudio dando clic en el icono IUEliminar de la pantalla IUOE1 Gestionar Plan de Estudio.
 - 2  Verifica que el plan de estudio no tenga una o más unidades de aprendizaje asociadas. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación para eliminar el plan de estudio a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el plan de estudio oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el plan de estudio.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el plan de estudio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El plan de estudio ya tiene una o más unidades de aprendizaje asociadas.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUOE1 Gestionar Plan de Estudio, indicando que el plan de estudio ya tiene una o más unidades de aprendizaje asociadas.
- - - Fin del caso de uso.



9.7. CUOE1.4 Consultar plan de estudio



9.7.1. Resumen

Permite al actor consultar un la información de un plan de estudio previamente registrado.

9.7.2. Descripción







Caso de Uso:	CUOE1.4 Consultar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Permite que el actor conozca los detalles del plan de estudio.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.● Nombre del plan.● Estado.● Tipo división.● Fecha autorización.● Fecha entrada en vigor.● Número de divisiones.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.4 Consultar plan de estudio
Reglas de negocio:	• Ninguna
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Primario

9.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar un plan de estudio dando clic en el ícono IUConsultar de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
 - 2  Obtiene la información registrada del plan de estudio.
 - 3  Muestra la pantalla IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio con la información obtenida.
 - 4  Solicita finalizar la consulta oprimiendo el botón .
 - 5  Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- - - Fin del caso de uso.



9.8. CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje



9.8.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje, consultar, modificar y eliminar los registros de las unidades de aprendizaje ya existentes para un plan de estudio dado.






9.8.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Tener un control de las unidades de aprendizaje ofertadas para un plan de estudio. Además, estas serán de utilizadas en la generación de los horarios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra clave y nombre de la unidad de aprendizaje.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



9.8.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Unidades de Aprendizaje" del menú **Unidades de Aprendizaje**.
 - 2  Obtiene la clave, nombre y nivel de la unidad de aprendizaje.
 - 3  Ordena las unidades de aprendizaje por nivel.
 - 4  Ordena alfabéticamente las unidades de aprendizaje por la clave.
 - 5  Muestra la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje** con la información de las unidades de aprendizaje obtenida e iconos IUModificar, IUEliminar y IURegistrar.
- - - Fin del caso de uso.

9.8.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva unidad de aprendizaje..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje.



9.9. CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje



9.9.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje que forma parte de un plan de estudio dado.

9.9.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Permitir el uso de las unidades de aprendizaje como elementos que utilizará el algoritmo genético.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Clave: Se escribe desde el teclado.• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Tipo de unidad de aprendizaje: Se selecciona de una lista.• Tipo de formación: Se selecciona de una lista.• Academia: Se selecciona de una lista.• Nivel: Se selecciona de una lista.• Tipo de enseñanza: Se selecciona de una lista.• Total de hora teóricas por semana: Se escribe desde el teclado.• Total de hora prácticas por semana: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none"> ● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> ● Que exista información en el catálogo de Academia.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> ● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none"> ● RN-S1 Datos requeridos. ● RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none"> ● MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje indicando que faltan campos obligatorios por completar. ● MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje indicando que la clave de la unidad de aprendizaje ya existe. ● MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que no existe información en el catálogo de academia.
Tipo:	Primario

9.9.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar una unidad de aprendizaje dando clic en el ícono IURegistrar de la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.
 - 2 verifica que exista información en el catálogo **Academia**. [Trayectoria A]
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje**.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón **Aceptar**. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria C]
 - 7 Verifica que la clave de la unidad de aprendizaje no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria D]
 - 8 Registra la información de la unidad de aprendizaje.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**, indicando que la unidad de aprendizaje se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo de Academia no tiene información.

- A-1** Muestra el mensaje **MSG7 No existe información necesaria en el sistema** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:



Condición: El actor desea cancelar la operación.



- B-1**  Muestra la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- - - - Fin del caso de uso.



Trayectoria alternativa C:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- C-1**  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje.
C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: La clave de la unidad de aprendizaje ya fue registrada.

- D-1**  Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje.
D-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - - Fin de trayectoria.



9.10. CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje



9.10.1. Resumen

Permite al actor modificar la información de una unidad de aprendizaje que forma parte de un plan de estudio dado.

9.10.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizada la información de las unidades de aprendizaje, que serán utilizadas como elementos del algoritmo genético.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Clave: Se escribe desde el teclado.● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Tipo de unidad de aprendizaje: Se selecciona de una lista.● Tipo de formación: Se selecciona de una lista.● Academia: Se selecciona de una lista.● Nivel: Se selecciona de una lista.● Tipo de enseñanza: Se selecciona de una lista.● Total de hora teóricas por semana: Se escribe desde el teclado.● Total de hora prácticas por semana: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Clave.• Nombre.• Tipo de unidad de aprendizaje.• Tipo de formación.• Academia.• Nivel.• Tipo de enseñanza.• Total de hora teóricas por semana.• Total de hora prácticas por semana.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la modificación se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que exista información en el catálogo de Academia.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos.• RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje indicando que la clave de la unidad de aprendizaje ya existe.• MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que no existe información en el catálogo de academia.
Tipo:	Primario

9.10.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar una unidad de aprendizaje dando clic en el ícono IURegistrar de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- 2 Verifica que exista información en el catálogo **Academia**. [Trayectoria A]
- 3 Obtiene la información de la unidad de aprendizaje seleccionada.
- 4 Solicita modificar la información a través de la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje con la información obtenida.
- 5 Actualiza la información solicitada.
- 6 Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
- 7 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
- 8 Verifica que la clave de la unidad de aprendizaje no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
- 9 Registra la información de la unidad de aprendizaje.



- 10  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**, indicando que la unidad de aprendizaje se modificó correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo de Academia no tiene información.

- A-1  Muestra el mensaje **MSG7 No existe información necesaria en el sistema** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- B-1  Muestra la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- C-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje**.

- C-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: La clave de la unidad de aprendizaje ya fue registrada.

- D-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje**.

- D-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



9.11. CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje



9.11.1. Resumen

Permite al actor eliminar una unidad de aprendizaje que se registró por error o ya no desea utilizarse. Sin embargo, esta no podrá ser eliminada si ya ha sido asociada con un profesor o grupo.

9.11.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar una unidad de aprendizaje que fue registrada por error o que ya no será utilizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la unidad de aprendizaje se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que la unidad de aprendizaje no haya sido asociada a un profesor.• Que la unidad de aprendizaje no haya sido asociada a un grupo.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Primario

9.11.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita eliminar una unidad de aprendizaje dando clic en el icono IUEliminar de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
 - 2 Verifica que la unidad de aprendizaje no tenga un profesor asociado. [Trayectoria A]
 - 3 Verifica que la unidad de aprendizaje no tenga un grupo asociado. [Trayectoria B]
 - 4 Solicita la confirmación para eliminar la unidad de aprendizaje a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 5 Confirma eliminar la unidad de aprendizaje oprimiendo el botón .
 - 6 Elimina la información de la unidad de aprendizaje.
 - 7 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la unidad de aprendizaje se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La unidad de aprendizaje ya tiene un profesor asociado.

- A-1** Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje, indicando que la unidad de aprendizaje ya tiene un profesor asociado.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: La unidad de aprendizaje ya tiene un grupo asociado.

- B-1** Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje, indicando que la unidad de aprendizaje ya tiene un grupo asociado.
- - - Fin del caso de uso.



9.12. CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje



9.12.1. Resumen

Permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje. De este modo, el actor podrá ver de modo general el contenido de la unidad de aprendizaje.

9.12.2. Descripción







Caso de Uso:	CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Permite al actor la consulta de los detalles de la unidad de aprendizaje registrada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Clave.• Nombre.• Tipo de unidad de aprendizaje.• Tipo de formación.• Academia.• Nivel.• Tipo de enseñanza. Horas <ul style="list-style-type: none">• Total de hora teóricas por semana.• Total de hora prácticas por semana.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Primario

9.12.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar una unidad de aprendizaje dando clic en el ícono IUConsultar de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
 - 2  Obtiene la información de la unidad de aprendizaje seleccionada.
 - 3  Muestra la pantalla IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje con la información obtenida.
 - 4  Solicita finalizar la consulta oprimiendo el botón  .
 - 5  Muestra la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- - - Fin del caso de uso.

9.13. Interfaces del módulo

9.13.1. Plan de Estudio

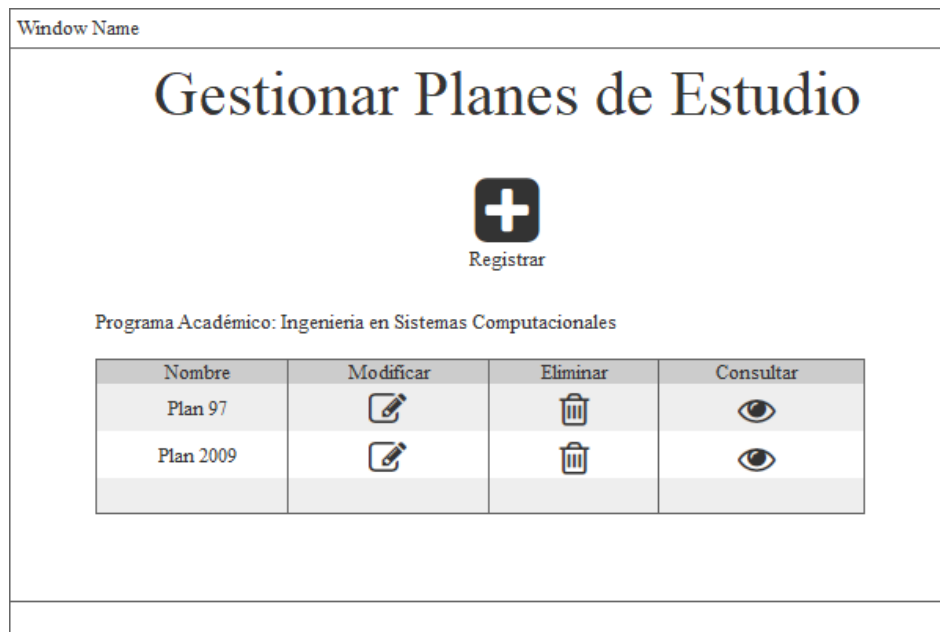
9.13.2. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los planes de estudio registrados para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar, consultar y eliminar los disponibles.

Diseño

En la figura 9.7 se muestra la pantalla "Gestionar Planes de Estudio", por medio de la cual se muestra el nombre de los diferentes Planes de Estudio registrados. La pantalla muestra el nombre del plan de estudio, ordenado alfabéticamente por este criterio.









Nombre	Modificar	Eliminar	Consultar
Plan 97			
Plan 2009			

Figura 9.3: IUOE1 Gestionar Planes de Estudio

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio, dirige a la pantalla [IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio](#).
- IUModificar: Permite al actor modificar el contenido de un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio](#).



- IUEliminar: Permite al actor eliminar un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla IUOE1Gestionar Planes de Estudio.
- IUConsultar: Permite al actor consultar la información de un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla IUOE1.4Consultar Plan de Estudio.

9.13.3. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un plan de estudio que fue registrado previamente, garantizando la integridad de la información.

Diseño

En la figura 9.9 se muestra la pantalla "Registrar Plan de Estudio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un plan de estudio.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
-  : Permite al actor cancelar el registro del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

9.13.4. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un plan de estudio previamente registrado. De esta manera se garantiza la integridad de la información.

Diseño

En la figura 9.9 se muestra la pantalla "Modificar Plan de Estudio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar un plan de estudio.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
-  : Permite al actor cancelar la modificación del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

9.13.5. IUOE1.4 Consultar Planes de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información completa que se ha registrado para un plan de estudio del programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales en la ESCOM.



Window Name

Registrar Plan de Estudio

Información del plan de estudio

Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales

* Clave del plan :

* Nombre plan :

* Estado :

Vigente

Liquidación

* Tipo division :

Semestre

Niveles

* Fecha autorización :

◀ APRIL 2018 ▶

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12

* Fecha entrada vigor :

◀ APRIL 2018 ▶

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12

* Número de divisiones :

3

Figura 9.4: IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio



Window Name

Modificar Plan de Estudio

Información del plan de estudio

Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales

* Clave del plan :

* Nombre plan :

* Estado : Vigente Liquidación

* Tipo division : Semestre Niveles

* Fecha autorización :

◀ APRIL 2018 ▶
S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
29 30 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12

* Fecha entrada vigor :

◀ APRIL 2018 ▶
S M T W T F S
1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
29 30 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12

* Número de divisiones :

Figura 9.5: IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio

Diseño

En la figura 9.10 se muestra la pantalla "Consultar Plan de Estudio", a través de la cual se muestra el nombre del programa académico, clave del plan, nombre del plan, estado del plan, tipo de división, número de divisiones, fecha de autorización y fecha de entrada en vigor del plan de estudio en cuestión.

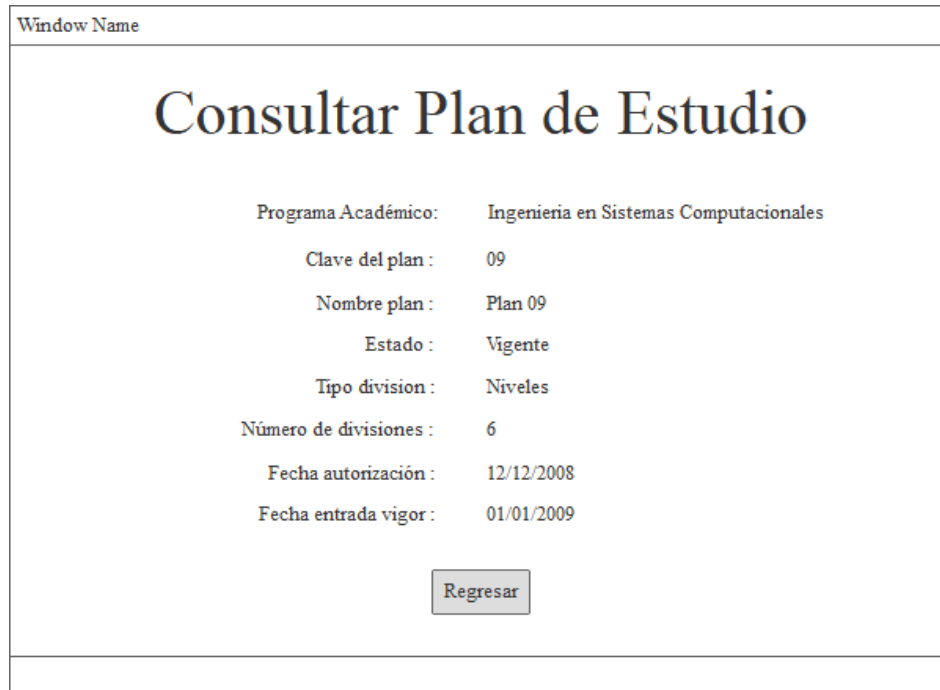



Figura 9.6: IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio

Comandos

-  : Permite al actor finalizar la consulta del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

9.13.6. Unidad de Aprendizaje

9.13.7. IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar las unidades de aprendizaje registrados para la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar una nueva o modificar, consultar y eliminar las disponibles.


Diseño

En la figura ?? se muestra la pantalla "Gestionar Unidades de Aprendizaje", por medio de la cual se muestra la información de las diferentes unidades de aprendizaje registradas. La pantalla muestra la clave,

el nombre y el nivel de la unidad de aprendizaje, ordenadas alfabéticamente por el nombre de la unidad.

Window Name

Gestionar Unidades de Aprendizaje


Registrar

Nivel 1

Nivel 2

Nivel 3

Nivel 4

Nivel 5




Clave ▲	Nombre	Nivel	Modificar	Eliminar	Consultar
C213	Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería	2			

Figura 9.7: IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla [IUOE1.1 Registrar Unidad de Aprendizaje](#).
- IUModificar: Permite al actor modificar el contenido de una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla [IUOE1.2 Modificar Unidad de Aprendizaje](#).
- IUEliminar: Permite al actor eliminar una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla IUOE1Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- IUConsultar: Permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla [IUOE1.4Consultar Unidad de Aprendizaje](#).

9.13.8. IUOE1.1 Registrar Unidad de Aprendizaje

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje.

Diseño

En la figura 9.8 se muestra la pantalla "Registrar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar una unidad de aprendizaje.



Window Name

Registrar Unidad de Aprendizaje

Los campos marcados con * son obligatorios.



Información de la unidad de aprendizaje

* Clave :	<input type="text"/>
* Nombre :	<input type="text"/>
* Tipo de unidad de aprendizaje :	<div>Obligatoria ▼ Optativa</div>
* Tipo de formación :	<div>Formación Institucional ▼ Formación Científica - Básica Formación Profesional Formación Terminal e Integración</div>
* Academia :	<div>Electrónica ▼ Básicas</div>
* Nivel :	<div>2 ▼</div>
* Tipo de enseñanza :	<div><input checked="" type="radio"/> Teórica <input type="radio"/> Práctica <input type="radio"/> Teórica - Práctica</div>
Total de horas teóricas por semana :	<input type="text"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text"/>

Figura 9.8: IUOE1.1 Registrar Unidad de Aprendizaje



Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
-  : Permite al actor cancelar el registro de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

9.13.9. IUOE1.2 Modificar Unidad de Aprendizaje



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar una unidad de aprendizaje previamente registrada.

Diseño

En la figura 9.9 se muestra la pantalla "Modificar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una unidad de aprendizaje.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
-  : Permite al actor cancelar la modificación de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

9.13.10. IUOE1.4 Consultar Unidad de Aprendizaje


Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje previamente registrada.

Diseño

En la figura 9.10 se muestra la pantalla "Consultar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se muestra la clave, el nombre, tipo de aprendizaje, tipo de formación, academia, nivel, tipo de enseñanza, total de horas teóricas por semana y total de horas prácticas por semana.

Comandos

-  : Permite al actor finalizar la consulta de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Unidades de Aprendizaje.



Window Name

Modificar Unidad de Aprendizaje

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información de la unidad de aprendizaje

* Clave :	<input type="text" value="C213"/>
* Nombre :	<input type="text" value="Matemáticas Avanzadas p"/>
* Tipo de unidad de aprendizaje :	<div><div>Obligatoria ▼</div><div>Obligatoria</div><div>Optativa</div></div>
* Tipo de formación :	<div><div>Formación Científica - Básica ▼</div><div>Formación Científica - Básica</div><div>Formación Profesional</div><div>Formación Terminal e Integración</div></div>
* Academia :	<div><div>Básicas ▼</div><div>Básicas</div></div>
* Nivel :	<input type="text" value="2"/>
* Tipo de enseñanza :	<div><div><input checked="" type="radio"/> Teórica</div><div><input type="radio"/> Práctica</div><div><input type="radio"/> Teórica - Práctica</div></div>
Total de horas teóricas por semana :	<input type="text" value="4.5"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text" value="0"/>

Figura 9.9: IUOE1.2 Modificar Unidad de Aprendizaje



Window Name

Consultar Unidad de Aprendizaje

Clave : C213
Nombre : Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería
Tipo de unidad de aprendizaje : Obligatoria
Tipo de formación : Formación Científica - Básica
Academia : Básicas
Nivel : 2
Tipo de enseñanza : Teórica - Práctica

Horas

Total de horas teóricas por semana :	<input type="text" value="4.5"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text" value="0"/>

Figura 9.10: IUOE1.4 Consultar Unidad de Aprendizaje



9.14. Pruebas del módulo: Infraestructura

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Infraestructura.

9.14.1. Edificio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1: Gestionar Edificios	Si		
CUI1.1: Registrar Edificio	Si		
CUI1.2: Modificar Edificio	Si		
CUI1.3: Eliminar Edificio	Si		
CUI1.4: Consultar Edificio	Si		

9.14.2. Espacio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1.5: Gestionar Espacios	Si		
CUI1.5.1: Registrar Espacio	Si		
CUI1.5.2: Modificar Espacio	Si		
CUI1.5.3: Eliminar Espacio	Si		
CUI1.5.4: Consultar Espacio	Si		

10.1. Modelo de información: Módulo Profesores

10.1.1. Módulo Profesores: Descripción general

En la figura 10.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Profesores.

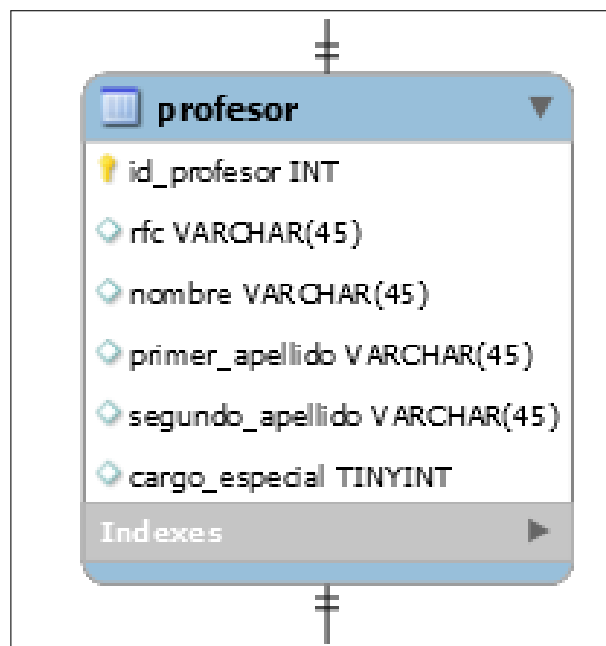


Figura 10.1: Modelo de información del módulo Profesores.



10.1.2. Profesor



Atributos

Nombre Es el nombre o nombres del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | .

Primer Apellido Es el primer apellido del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | .

Segundo Apellido Es el segundo apellido del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **opcional** (*se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | .

RFC Es la clave del Registro Federal de Contribuyentes del profesor. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 13 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9].

Cargo Especial Indica si el profesor en cuestión tiene un cargo especial.. Indica “sí” o “no” y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



10.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Profesores

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación y eliminación de la información de los profesores de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



10.3. CUA1 Gestionar academias



10.3.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva academia, visualizar, modificar y eliminar las academias existentes de la ESCOM. Esto permitirá saber cuales son las academias existentes y asignarlas a las Unidades de Aprendizaje.





10.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1 Gestionar academias
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizadas las academias disponibles en ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra el Nombre de la academia y el nombre del jefe de academia.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Se debe tener al menos un profesor registrado.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



10.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Academias" del menú **Academias**.
 - 2  Obtiene el nombre de la academia y el nombre del jefe de academia.
 - 3  Ordena alfabéticamente las academias por el nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias** con la información de las academias obtenidas e iconos
- - - Fin del caso de uso.

10.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva academia..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.1 Registrar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.2 Modificar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.3 Eliminar academia.**



10.4. CUP1.1 Registrar profesor



10.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo profesor para la ESCOM.

10.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.1 Registrar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar un nuevo profesor el cual podrá formar parte de los horarios de clases de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Primer apellido: Se escribe desde el teclado.● Segundo apellido: Se escribe desde el teclado.● RFC: Se escribe desde el teclado.● Cargo especial: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUP1.1 Registrar profesor
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor indicando que el RFC del profesor ya existe.
Tipo:	Secundario

10.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un profesor dando clic en el ícono de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que el RFC del profesor no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 7 Registra la información del profesor.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores, indicando que el profesor se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Muestra la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
- B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El RFC del profesor ya fue registrado.

- C-1 Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
- C-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



10.5. CUP1.2 Modificar profesor



10.5.1. Resumen

Permite al actor modificar la información de un profesor de la ESCOM previamente registrado.

10.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.2 Modificar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Modificar la información de un profesor de la ESCOM, de modo que, esta se mantenga actualizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Primer apellido: Se escribe desde el teclado.● Segundo apellido: Se escribe desde el teclado.● RFC: Se escribe desde el teclado.● Cargo especial: Se selecciona una opción de las disponibles.



Caso de Uso:	CUP1.2 Modificar profesor
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Lo obtiene el sistema.• Primer apellido: Lo obtiene el sistema.• Segundo apellido: Lo obtiene el sistema.• RFC: Lo obtiene el sistema.• Cargo especial: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el registro se actualizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor indicando que el RFC del profesor ya existe.
Tipo:	Secundario

10.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar el registro un profesor dando clic en el ícono de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- 2 Obtiene el nombre, primer apellido, segundo apellido, rfc y cargo especial del registro seleccionado.
- 3 Solicita la información a través de la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor con la información obtenida.
- 4 Completa la información solicitada.
- 5 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
- 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
- 7 Verifica que el RFC del profesor no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
- 8 Actualiza la información del profesor.
- 9 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores, indicando que la información del profesor se actualizó correctamente.

-- -- Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.



- A-1** Muestra la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.

-- -- Fin del caso de uso.





Trayectoria alternativa B:

Condición: *No se completaron los campos obligatorios.*

- B-1**  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUP1.2 Modificar Profesor**.
- B-2**  Regresa al paso **4** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*

Trayectoria alternativa C:

Condición: *El RFC del profesor ya fue registrado.*

- C-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUP1.2 Modificar Profesor**.
- C-2**  Regresa al paso **4** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



10.6. CUP1.3 Eliminar profesor



10.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un profesor previamente registrado que se registró por error o ya no se utilizará.








10.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.3 Eliminar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar un profesor que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el profesor se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que el profesor en cuestión no haya sido asociado con una o más Academias y/o Unidades de Aprendizaje.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario




10.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar una academia dando clic en el icono de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
 - 2  Verifica que el profesor no haya sido asociado a una o más academias y/o Unidades de Aprendizaje. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el profesor oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el profesor.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el profesor se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El profesor ya fue asociado al menos a una academia o con una Unidad de Aprendizaje.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- - - Fin del caso de uso.



10.7. CUP1.4 Consultar profesor



10.7.1. Resumen

Permite al actor consultar la información registrada de un profesor en caso de que se desee ver más detalles de este.

10.7.2. Descripción







Caso de Uso:	CUP1.4 Consultar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Consultar
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Consultar la información de un profesor y así obtener mayor detalle del registro.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Lo obtiene el sistema.● Primer apellido: Lo obtiene el sistema.● Segundo apellido: Lo obtiene el sistema.● RFC: Lo obtiene el sistema.● Cargo especial: Lo obtiene el sistema.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUP1.4 Consultar profesor
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Secundario

10.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar la información de un profesor dando clic en el icono de la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.
 - 2  Obtiene el nombre, primer apellido, segundo apellido, RFC y si tiene un cargo especial el profesor seleccionado.
 - 3  Muestra la pantalla **IUP1.4 Consultar Profesor** con la información obtenida.
 - 4  Solicita terminar la consulta oprimiendo el botón  de la pantalla **IUP1.4 Consultar Profesor**.
 - 5  Muestra la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.
- - - - Fin del caso de uso.

10.8. Interfaces del módulo

10.8.1. Profesores

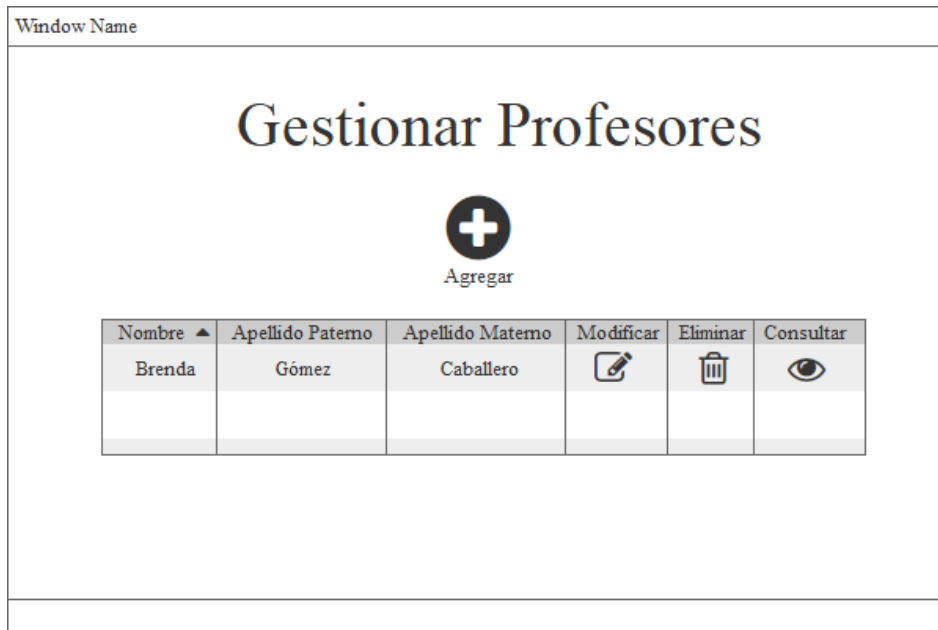
10.8.2. IUP1 Gestionar Profesores

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los profesores que se han registrado, teniendo la posibilidad de modificar, eliminar y consultar la información previamente registrada de este.

Diseño

En la figura 10.2 se muestra la pantalla "Gestionar Profesores", por medio de la cual se muestra la información de los profesores registrados. La pantalla muestra el nombre del profesor ordenados alfabéticamente por el primer apellido.






Nombre ▲	Apellido Paterno	Apellido Materno	Modificar	Eliminar	Consultar
Brenda	Gómez	Caballero			

Figura 10.2: IUP1 Gestionar Profesores

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar un nuevo profesor, dirige a la pantalla [IUP1.1 Registrar Profesor](#).
- IUModificar: Permite al actor modificar el contenido de un profesor previamente registrado, dirige a la pantalla [IUP1.2 Modificar Profesor](#).
- IUEliminar: Permite al actor eliminar un profesor previamente registrada, dirige a la pantalla [IUP1 Gestionar Profesor](#).



- IUConsultar: Permite al actor consultar la información registrada para un profesor, dirige a la pantalla IUP1.4 Consultar Profesor.

10.8.3. IUP1.1 Registrar Academia

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar la información correspondiente a un profesor.

Diseño

En la figura 10.3 se muestra la pantalla "Registrar Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un nuevo profesor.

Window Name

Registrar Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del edificio

* Nombre :

* Primer apellido :

Segundo apellido :

* RFC :

* ¿El profesor tiene algún cargo especial? : ☐ Si ☐ No

Aceptar Cancelar

Figura 10.3: IUP1.1 Registrar Profesor

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro de la información del profesor, dirige a la pantalla IUP1 Gestionar Profesor.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro de la información del profesor, dirige a la pantalla IUP1 Gestionar Profesor.

10.8.4. IUP1.2 Modificar Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un profesor previamente registrada. Esto con el fin de mantener actualizados los datos del profesor en cuestión.

Diseño

En la figura 10.4 se muestra la pantalla "Modificar Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para actualizar la información de un profesor.



Figura 10.4: IUP1.2 Modificar Profesor

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar la actualización de la información del profesor, dirige a la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la actualización de la información del profesor, dirige a la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.

10.8.5. IUP1.4 Consultar Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consulta la información registrada para un profesor. De este modo, se podrán consultar los datos del profesor en cuestión.

Diseño

En la figura 10.5 se muestra la pantalla "Consultar Profesor", a través de la cual se muestra la información correspondiente a un profesor seleccionado.



Window Name

Consultar Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del edificio

Nombre :	Brenda
Primer apellido :	Gómez
Segundo apellido :	Caballero
RFC :	GOCB960414AW3
¿El profesor tiene algún cargo especial? :	Si

Regresar

Figura 10.5: IUP1.4 Consultar Profesor

Comandos

- **Regresar** : Permite al actor terminar con la consulta de la información del profesor en cuestión, dirige a la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.



10.9. Pruebas del módulo: Infraestructura

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Infraestructura.

10.9.1. Edificio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1: Gestionar Edificios	Si		
CUI1.1: Registrar Edificio	Si		
CUI1.2: Modificar Edificio	Si		
CUI1.3: Eliminar Edificio	Si		
CUI1.4: Consultar Edificio	Si		

10.9.2. Espacio

Caso de Uso	Trayectoria principal	Trayectorias alternas	Mensajes
CUI1.5: Gestionar Espacios	Si		
CUI1.5.1: Registrar Espacio	Si		
CUI1.5.2: Modificar Espacio	Si		
CUI1.5.3: Eliminar Espacio	Si		
CUI1.5.4: Consultar Espacio	Si		



Modelo de interacción con el usuario

11.1. Diseño de mensajes

En esta sección se describen los mensajes utilizados en el prototipo actual del sistema. Los mensajes se refieren a todos aquellos avisos que el sistema muestra al actor a través de la pantalla debido a diversas razones, por ejemplo: informar acerca de algún fallo en el sistema o para notificar acerca de alguna operación importante sobre la información.

11.2. Parámetros comunes

Cuando un mensaje es recurrente se parametrizan sus elementos, por lo que para definir el mensaje se utilizan parámetros, con el objetivo de que el mensaje sea genérico y pueda utilizarse en todos los casos que se considere necesario.

Los parámetros también se utilizan cuando la redacción del mensaje tiene datos que son ingresados por el actor o que dependen del resultado de la operación, por ejemplo: "El *programa académico Maestría en Derecho Constitucional* se editó exitosamente.". En este caso la redacción se presenta parametrizada de la forma: "DETERMINADO ENTIDAD VALOR se OPERACIÓN exitosamente." y los parámetros se describen de la siguiente forma:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.
- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar.

En el ejemplo anterior se hace referencia a VALOR, es decir: *Maestría en Derecho Constitucional* es el **valor** de la entidad **programa académico**. Cada mensaje enlista los parámetros que utiliza, sin embargo aquí se definen los más comunes a fin de simplificar la descripción de los mensajes:



ARTÍCULO: Se refiere a un *artículo* el cual puede ser DETERMINADO (El | La | Lo | Los | Las) o INDETERMINADO (Un | Una | Uno | Unos | Unas) se aplica generalmente sobre una ENTIDAD, ATRIBUTO o VALOR.

CAMPO: Se refiere a un campo del formulario. Por lo regular es el nombre de un atributo en una entidad.

CONDICIÓN: Define una expresión booleana cuyo resultado deriva en *falso* o *verdadero* y suele ser la causa del mensaje.

DATO: Es un sustantivo y generalmente se refiere a un atributo de una entidad descrito en el modelo estructural del negocio.

ENTIDAD: Es un sustantivo y generalmente se refiere a una entidad del modelo estructural del negocio.

OPERACIÓN: Se refiere a una acción que se debe realizar sobre los datos de una o varias entidades. Por ejemplo: registrar, eliminar, actualizar, etc. Comúnmente la OPERACIÓN va concatenada con el sustantivo, por ejemplo: registro de un diplomado, registro de una materia, eliminar una materia derivada, etc.

VALOR: Es un sustantivo concreto y generalmente se refiere a un valor en específico. Por ejemplo: "Diplomado en Derecho Electoral", que es un valor concreto del DATO de la ENTIDAD "diplomado".

TAMAÑO: Es el tamaño del atributo de una entidad, el cual se encuentra definido en el diccionario de datos.

MOTIVO: Es una explicación acerca de la operación que se pretende realizar.

11.3. Mensajes a través de la pantalla

MSG1 Operación exitosa



Tipo: Notificación

Ubicación: En la parte superior de la pantalla

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que la acción solicitada fue realizada exitosamente.

Redacción: • DETERMINADO ENTIDAD VALOR se OPERACIÓN exitosamente.

- DETERMINADO ACTOR se OPERACIÓN exitosamente.
- DETERMINADO ENTIDAD se OPERACIÓN exitosamente.

Parámetros: El mensaje se muestra con base en los siguientes parámetros:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- DETERMINADO ACTOR: Es el artículo determinado más el actor a la que se aplicó la operación.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.
- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar, redactada en pasado.



Ejemplo: • La materia Estado regulador se registró exitosamente.

- La asistencia se registró exitosamente.
- La justificación de asistencia se registró exitosamente.

Referenciado por:

MSG2 Eliminar Elemento



Tipo: Confirmación

Ubicación: Ventana emergente.

Estatus: Terminado

Objetivo: Notificar al actor que está a punto de eliminar un elemento y que se necesita su aprobación para ello.

Redacción: ¿Desea eliminar DETERMINADO ELEMENTO VALOR?

Parámetros: El mensaje se muestra con base en los siguientes parámetros:

- DETERMINADO ELEMENTO: Es el elemento que se requiere eliminar.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.

Ejemplo: ¿Desea eliminar la versión 2016?

Referenciado por:

MSG3 Falta dato obligatorio



Tipo: Error

Ubicación: Debajo del campo donde ocurrió el error

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor la omisión de algún dato obligatorio por ingresar.

Redacción: Campo obligatorio.

Referenciado por:

MSG4 Formato de campo incorrecto



Tipo: Error

Ubicación: Debajo del campo donde ocurrió el error.

Estatus:

Objetivo: Indicar al actor que el dato ingresado en alguno de los campos del formulario no cumple con el tipo de dato y longitud definido en el diccionario de datos.

Redacción: El dato ingresado es incorrecto, favor de ingresar un dato válido.

Referenciado por:



MSG5 No es posible eliminar un elemento



Tipo: Error

Ubicación: Ventana emergente

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que no es posible eliminar un elemento debido a que ya ha sido asociado a otro elemento.

Redacción: No es posible eliminar el elemento, este ya fue asociado a otro elemento.

Referenciado por:

MSG7 No existe información necesaria en el sistema



Tipo: Error

Ubicación: En la parte superior de la pantalla.

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que no hay información necesaria en el sistema para ejecutar la operación solicitada.

Redacción: Falta información necesaria en el sistema para poder realizar esta operación.

Referenciado por:

CAPÍTULO 12

Módulo de Optimización



12.1. Modelo de comportamiento del módulo: SistemaMódulo de Optimización

En esta sección del documento se pretende explicar el comportamiento y funcionamiento de los distintos prototipos y versiones de los algoritmos usados para optimizar los horarios.

12.1.1. Prototipo versión 1 del algoritmo de optimización

Tenemos que nuestras variables son Materia, Profesor, Grupo, Salón y Horario. Consideramos que no todos los profesores pueden impartir todas las materias por lo que se toma una variable MP la cuál es un arreglo de Tuplas Materia-Profesor que indica las materias que imparte cada profesor, de igual manera sabemos que los grupos son asignados a un salón de manera previa por lo que tenemos la variable GS la cuál lleva el Id de la tupla Grupo-Salón.

Teniendo en cuenta lo anterior y los conceptos de cómputo evolutivo expresados con anterioridad, tenemos que el cromosoma de los individuos que comprenden a nuestra población serán construidos con las tres variables mencionadas. De esta manera el cromosoma se puede representar de esta manera : (MP,GS,H).

Como se explicó anteriormente los algoritmos evolutivos tienen una estructura similar por lo que tenemos el siguiente pseudocódigo para representar nuestro algoritmo.

Algorithm 2: Algoritmo Principal Tlamantinime

```
1  inicializar los arreglos globales de valores MP, GS y H
2  inicializar el numero de iteraciones N
3  inicializar poblacionaux
4  poblacion = generarPoblacion()
5  y = 1
6  calificacion = 0
7  calificacionaux = 0
8  while y <= N do
9      calificacion = evalua(poblacion)
10     poblacionaux = poblacion
11     ran = random(0,1)
12     if ran == 1 then
13         poblacionaux = mutarHorarios(poblacionaux)
14     else
15         poblacionaux = mutarGrupos(poblacionaux)
16     end
17     calificacionaux = evalua(poblacionaux)
18     if calificacionaux <= calificacion then
19         poblacion = poblacionaux
20     end
21     incrementar y en 1
22 end
```

Siguiendo el pseudocódigo del algoritmo, después de inicializar las variables con la información que



utilizaremos para crear la estructura educativa, utilizamos la función `generarPoblacion()` para crear la población inicial con la cual trabajaremos. A continuación entramos a un ciclo que se detiene con el criterio de paro que hemos definido experimentalmente como un número de iteraciones, dentro del ciclo evaluamos la población inicial y creamos una copia de la misma, seleccionamos de manera aleatoria cualquiera de los dos operadores de mutación que hemos definido y operamos dicha mutación sobre la copia de la población inicial. Evaluamos la población mutada y comparamos contra la población inicial, la que sea determinada como mejor adaptada o, lo que es lo mismo, con la mejor calificación, será aquella con la que realizaremos la mutación en la siguiente iteración de forma que obtengamos el mejor resultado posible antes de alcanzar el número de iteraciones definido como criterio de paro.

12.1.2. Función: generar Poblacion

Esta función genera una población inicial, tradicionalmente la población inicial debe ser completamente aleatoria, sin embargo esto podría significar nunca encontrar una solución viable a partir de la misma. La función definida genera una población viable cuidando las restricciones esenciales y utilizando todos los atributos contenidos en el arreglo MP asegurando que todos los profesores impartan todas sus clases a

pesar de las mutaciones, mientras se verifica que los profesores no tengan traslapes.

Algorithm 3: generarPoblacion()

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos que debe tener la población
2  inicializar matrices binarias MG, PH, GH
3  inicializar variable poblacion y la variable individuo como arreglos
4  K = 1
5  pmi = [0,0]
6  t = 0
7  g = 0
8  profesor = 0
9  materia = 0
10 condicion = 0
11 while k <= Tamano do
12     pmi ← individuo del arreglo MP sin repeticion
13     materia = pmi[0]
14     profesor = pmi[1]
15     while condicion! = 1 do
16         t ← individuo del arreglo H
17         g ← individuo del arreglo GS
18         if MG[materia][g] == 0 then
19             if PH[profesor][t] == 0 then
20                 if GH[g][t] == 0 then
21                     PH[profesor][t] = 1
22                     MG[materia][g] = 1
23                     GH[g][t] = 1
24                     condicion = 1
25                     individuo = [pmi,g,t]
26                     poblacion[k]= individuo
27                 end
28             end
29         end
30         incrementar k en 1
31     end
32     return poblacion
33 end
```

12.1.3. Función: evalua

Para evaluar a un individuo tomamos en cuenta las siguientes restricciones con su respectiva penalización. La penalización es mayor cuando se viola una restricción esencial(hard constraint) y menor cuando se viola una restricción no esencial(soft constraint).

- Un profesor no puede dar clase en dos grupos al mismo tiempo. Penalización = 30
- No se pueden impartir dos clases al mismo tiempo en un grupo. Penalización = 30
- No se debe impartir dos veces la misma materia en un grupo. Penalización = 10



-
- El horario de un grupo debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - El horario de un profesor debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - Se debe evitar que un profesor imparta dos materias distintas en el mismo grupo. Penalizacion = 1

La calificación que devuelve esta función es una sumatoria de todas las penalizaciones que se dan por infringir alguna restricción.





```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos de la población que recibe
2  inicializar matrices binarias MGE, PHE, GHE,PGE
3  inicializar variable individuo como arreglo
4  calificacion = 0
5  profesor = 0
6  materia = 0
7  grupo = 0
8  horario = 0
9  k = 0
10 while k <= Tamano do
11     individuo ← individuo de la población de individuos
12     materia = individuo[0][0]
13     profesor = individuo[0][1]
14     grupo = individuo[1]
15     horario = individuo[2]
16     incrementar phe[profesor][hora] en 1
17     incrementar mge[materia][grupo] en 1
18     incrementar ghe[grupo][hora] en 1
19     incrementar pge[profesor][grupo] en 1
20     if PHE[profesor][horario] > 1 then
21         | incrementar calificacion en 30
22     if GHE[grupo][hora] > 1 then
23         | incrementar calificacion en 16
24     if MGE[materia][grupo] > 1 then
25         | incrementar calificacion en 10
26     if PGE[profesor][grupo] then
27         | incrementar calificacion en 1
28     if PHE[profesor][1]==1 then
29         | if PHE[profesor][2]==0 then
30             | | if PHE[profesor][3]==0 then
31                 | | | incrementar calificacion en 2
32     if PHE[profesor][2]==1 then
33         | if PHE[profesor][3]==0 then
34             | | if PHE[profesor][4]==0 then
35                 | | | incrementar calificacion en 2
36     if PHE[profesor][3]==1 then
37         | if PHE[profesor][4]==0 then
38             | | if PHE[profesor][5]==0 then
39                 | | | incrementar calificacion en 2
40     if PHE[profesor][4]==1 then
41         | if PHE[profesor][5]==0 then
42             | | if PHE[profesor][6]==0 then
43                 | | | incrementar calificacion en 2
```



Algorithm 4: evalua(individuos)

```
45
46   if GHE[grupo][1]==1 then
47       if GHE[grupo][2]==0 then
48           if GHE[grupo][3]==0 then
49               incrementar calificacion en 2
50   if GHE[grupo][2]==1 then
51       if GHE[grupo][3]==0 then
52           if GHE[grupo][4]==0 then
53               incrementar calificacion en 2
54   if GHE[grupo][3]==1 then
55       if GHE[grupo][4]==0 then
56           if GHE[grupo][5]==0 then
57               incrementar calificacion en 2
58   if GHE[grupo][4]==1 then
59       if GHE[grupo][5]==0 then
60           if GHE[grupo][6]==0 then
61               incrementar calificacion en 2
62 return calificacion;
```



12.1.4. Mutación

Se definieron dos funciones de mutación, en ambos casos estamos considerando que dado el espacio limitado que tenemos para generar dichos cambios, aplicamos la mutación al mismo tiempo en dos cromosomas distintos de esta manera se busca mantener la viabilidad del resultado. La primera función de mutación actúa sobre el gen GS de manera que el profesor sigue impartiendo una materia en el mismo horario pero en un grupo distinto, lo cual mitiga los casos en que un profesor imparte dos materias distintas en el mismo grupo o los casos en que una materia se imparte dos veces en el mismo grupo.

Algorithm 5: mutacionGrupos(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 grupo1 = 0
3 grupo2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 grupo1 = aux1[1]
7 grupo2 = aux2[1]
8 aux1[1] = grupo2
9 aux2[1] = grupo1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

La segunda función actúa sobre el gen H manteniendo los profesores y las materias en el mismo grupo pero modificando de esta manera el horario en que la imparten, con esto se busca mitigar los traslapes en grupos y profesores a demás de reducir los huecos en los horarios de los profesores.

Algorithm 6: mutacionHorarios(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 horario1 = 0
3 horario2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 horario1 = aux1[2]
7 horario2 = aux2[2]
8 aux1[2] = horario2
9 aux2[2] = horario1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```



12.1.5. Pruebas de la versión: 1

En esta sección se describen los resultados de las pruebas realizadas de la primera versión del algoritmo de optimización de horarios.

Como consideración tenemos que las pruebas fueron realizadas en una laptop dell Inspiron 15 con procesador intel i5 5ta generación 4gb de memoria ram usando el sistema operativo debian 9.

Pruebas realizadas

Inicialmente las funciones que comprenden el algoritmo fueron probadas por separado.

- Se corroboró que la función de generar Población utilizara todas las opciones de Materia-Profesor disponibles y que el resultado tuviera la estructura que hemos definido.
- Se probó la función de evaluación, para corroborar que las restricciones ingresadas sean tomadas en cuenta al momento de asignar una calificación a un horario.
- Se probaron las funciones de mutación de forma que el resultado arrojado después de llevar a cabo dichos operadores sea en realidad distinto a la entrada del mismo así como se corroboró que se llevaran a cabo de la manera esperada.

Una vez que se corrigieron los errores arrojados por las pruebas de cada función por separado, las funciones fueron integradas para ser utilizadas en conjunto. Para corroborar que el funcionamiento fuera correcto, utilizamos la estructura educativa actual de la ESCOM para el nivel 2 y el turno matutino. Utilizando estos datos, se creó una población inicial aleatoria, una población inicial usando la función generar Población y se tomó como ejemplo la estructura tal cual se utiliza hoy en día. Haciendo uso de la función de evaluación determinamos que la calificación de la población aleatoria fue de 532, la calificación de la población generada por la función generar Población fue de 160 y finalmente la calificación de la estructura de ejemplo fue de 116. Teniendo en cuenta que nuestro problema es de minimización y la calificación óptima es 0, el horario actual fue el mejor evaluado.

Una vez que se operaron las funciones de mutación sobre la población generada por nuestra función de generar Población, se logró disminuir la calificación hasta llegar a 42 lo cuál demuestra que obtuvimos un mejor resultado que el actual de ESCOM.

Finalmente se determinó que el criterio de paro al no alcanzar una calificación de 0(calificación óptima) debe ser un número determinado de iteraciones, el cuál se determinó de forma experimental de la siguiente manera.

En cinco ocasiones se tomó la calificación arrojada por la función de evaluación para el resultado después de llevar a cabo la mutación un número determinado de veces el cuál fue aumentado gradualmente para determinar el momento en que la disminución en la calificación fuera despreciable. En la figura 12.1 se muestran los resultados del experimento y en la figura 12.2 se muestra la gráfica de los mismos donde se puede apreciar que a partir de las 60,000 iteraciones la mejora es mínima por lo cuál se determinó este punto como criterio de paro teniendo en cuenta que la calificación en este punto es muy superior a la del horario actual.



Repeticiones/Resultado Promedio	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4	Calificación 5	Tiempo(segundos)
0	100	100	100	100	100	0
5000	71.2	78	64	70	68	2.5
10000	58	60	56	50	60	4.9
15000	55.2	54	52	54	58	7.6
20000	53.6	52	58	52	50	9.5
25000	50.4	50	52	48	48	12.5
30000	50	50	50	52	50	14.3
35000	48.8	50	50	48	50	18.6
40000	48.4	50	48	48	48	21.9
45000	47.2	48	50	44	50	22.7
50000	46	48	48	44	46	23.8
55000	46	48	44	46	46	25.6
60000	46	46	46	46	46	29.3
65000	45.6	46	44	44	48	31.8
70000	45.6	44	46	44	46	33.5
75000	45.6	46	46	46	46	36.1
80000	44.8	44	46	46	42	38.1
85000	44.8	44	46	46	46	40
90000	43.6	44	44	44	42	43
95000	43.2	44	42	44	44	45.7
100000	43.2	42	44	44	44	48.65

Figura 12.1: Determinación experimental del criterio de paro



Figura 12.2: Gráfica de mejora



CAPÍTULO 13

Bibliografía

- [1] <https://www.python.org/> [2] <https://www.latex-project.org/> [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Balsamiq>
[4] <https://www.applesfera.com/aplicaciones-os-x-1/balsamiq-mockup-una-muy-buen-herramienta-para-esbozar-tus-futuras-apps> [5] <https://prezi.com/lxqgnl0h5m/que-es-staruml/> [6] <https://www.djangoproject.com/>
[7] <https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5> [8] <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS/CSS3>
[9] <http://gs.statcounter.com/browser-market-share/all/mexico> [10] <http://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide> [11] <https://www.javascript.com/> [12] <http://desarrollowebbydesarrolloweb.blogspot.mx/2015/02/ta-comparativa-de-los-lenguajes-de.html> [13] <http://noticias.universia.com.ar/consejos-profesionales/noticia/2016/02/22/11364-cuales-lenguajes-programacion-populares.html>
[14] C. A. C. Coello, "Introducción a la computación evolutiva," Notas del curso. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Sección de Computación, Instituto Politécnico Nacional, México, 2004.
[15] Macías Duarte Carlos Antonio, "Análisis comparativo del desempeño de Técnicas Evolutivas aplicadas a la predicción de distribución de robos", Instituto Politécnico Nacional, México, 2016.
[16] Gregorio Toscano Pulido, "Optimización Multiobjetivo Usando un Micro Algoritmo Genético", Universidad Veracruzana, México, 2001.
[17] L. Araujo and C. Cervignón, "Algoritmos evolutivos: un enfoque práctico", Alfaomega, 2009.