



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIÓN**

TRABAJO FIN DE MÁSTER Nº 202005

Herramienta de simulación para sistema de tráfico aéreo

**Dña. del Fueyo Mendoza, Tamara
TUTOR: D. Nuño Huergo, Pelayo
COTUTOR: D. Fernández Vicente, Néstor**

FECHA: Julio 2020

Índice general

| | |
|---|----------|
| 1. Memoria | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2. Alcance | 3 |
| 1.3. Conceptos básicos sobre control aéreo | 4 |
| 1.3.1. Gestión de tráfico aéreo | 5 |
| 1.3.2. Espacios aéreos y centros de control | 5 |
| 1.3.3. Fases de un vuelo | 7 |
| 1.3.4. Control de aeródromo | 8 |
| 1.3.5. Tipos de aeronave | 10 |
| 1.3.6. Plan de vuelo | 11 |
| 1.3.7. Servicio de vigilancia | 12 |
| 1.4. Estado actual: herramientas existentes | 13 |
| 1.5. Herramienta desarrollada | 14 |
| 1.5.1. Aeropuerto de validación | 14 |
| 1.5.2. Mapa | 15 |
| 1.5.3. Definición escenario en formato XML | 18 |
| 1.5.4. Configuración del escenario | 22 |
| 1.5.5. Modo edición | 23 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1.5.5.1. | Lista planes de vuelo | 23 |
| 1.5.5.2. | Configuración de los parámetros globales | 24 |
| 1.5.5.3. | Configuración de planes de vuelo | 25 |
| 1.5.5.4. | Configuración de rutas | 28 |
| 1.5.5.5. | Guardado del escenario | 32 |
| 1.5.6. | Comunicaciones del sistema | 32 |
| 1.5.7. | Modo simulación | 33 |
| 1.6. | Planificación temporal | 38 |
| 1.6.1. | Organización temporal | 38 |
| 1.6.2. | Descripción de las tareas | 39 |
| 1.7. | Conclusiones | 44 |
| 1.8. | Líneas futuras | 45 |
| 2. | Presupuesto | 46 |
| 2.1. | Capítulo 1 - Presupuesto hardware | 46 |
| 2.1.1. | Amortización hardware | 47 |
| 2.2. | Capítulo 2 - Presupuesto software | 48 |
| 2.3. | Capítulo 3 - Presupuesto de mano de obra | 49 |
| 2.4. | Resumen presupuesto | 50 |
| 3. | Documentos técnicos | 52 |
| 3.1. | Requisitos | 52 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.1.1. | Requisitos funcionales | 52 |
| 3.1.1.1. | Vista del mapa | 53 |
| 3.1.1.2. | Menú | 55 |
| 3.1.1.3. | Almacenamiento de la información del escenario | 58 |
| 3.1.1.4. | Tratamiento de la información del fichero XML | 59 |
| 3.1.1.5. | Modo edición | 61 |
| 3.1.1.6. | Modo simulación | 64 |
| 3.1.2. | Requisitos no funcionales | 70 |
| 3.1.2.1. | Eficiencia | 70 |
| 3.1.2.2. | Usabilidad | 71 |
| 3.1.2.3. | Disponibilidad | 71 |
| 3.1.2.4. | Requisitos de usuario | 72 |
| 3.1.2.5. | Requisitos tecnológicos | 72 |
| 3.1.2.6. | Otros | 73 |
| 3.2. | Casos de uso | 74 |
| 3.2.1. | Vista del mapa | 75 |
| 3.2.2. | Tratamiento del escenario - fichero XML - | 80 |
| 3.2.3. | Modo edición | 88 |
| 3.2.4. | Modo simulación | 100 |
| 3.3. | Diagrama de ventanas | 110 |
| 3.4. | Casos de prueba | 114 |

| | |
|--|-----|
| 3.4.1. Casos de prueba válidos | 115 |
| 3.4.1.1. Vista de mapa | 115 |
| 3.4.1.2. Tratamiento del escenario - fichero XML - | 119 |
| 3.4.1.3. Modo edición | 123 |
| 3.4.1.4. Modo simulación | 130 |
| 3.4.2. Casos de prueba inválidos | 139 |
| 3.4.2.1. Vista de mapa | 139 |
| 3.4.2.2. Tratamiento del escenario - fichero XML - | 140 |
| 3.4.2.3. Modo edición | 142 |
| 3.4.2.4. Modo simulación | 152 |

| | |
|---------------------|------------|
| Bibliografía | 155 |
|---------------------|------------|

Índice de figuras

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1. | Zonas dentro del espacio aéreo controlado de un FIR | 6 |
| 1.2. | Fases de un vuelo comercial | 8 |
| 1.3. | Vista satelital del aeropuerto de validación - Riga, Letonia | 15 |
| 1.4. | Vista inicial de la herramienta sin configuración por defecto | 15 |
| 1.5. | Pestañas de configuración de visibilidad del mapa | 16 |
| 1.6. | Aspecto antes de modificar la vista del mapa | 17 |
| 1.7. | Aspecto después de modificar la vista del mapa | 17 |
| 1.8. | Configuración por defecto del mapa | 18 |
| 1.9. | Editor XML previo cargado escenario | 22 |
| 1.10. | Editor XML con escenario cargado | 23 |
| 1.11. | Lista de móviles que componen el escenario | 24 |
| 1.12. | Configuración de los parámetros globales del escenario | 25 |
| 1.13. | Creación de un nuevo plan de vuelo | 26 |
| 1.14. | Modificación de un plan de vuelo | 27 |
| 1.15. | Eliminación de un plan de vuelo | 28 |
| 1.16. | Visualización de ruta asociada al móvil seleccionado | 29 |
| 1.17. | Tabla de ruta vacía | 30 |
| 1.18. | Edición de ruta asociada al móvil seleccionado | 31 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 1.19. | Tabla de ruta con información de un móvil | 31 |
| 1.20. | Escenario guardado por el usuario desde aplicación | 32 |
| 1.21. | Estructura de comunicaciones de la herramienta | 33 |
| 1.22. | Modo simulación - sin comenzar - | 34 |
| 1.23. | Variación del zoom temporal | 34 |
| 1.24. | Controles de la simulación | 35 |
| 1.25. | Entrada de un móvil en el escenario en modo simulación | 36 |
| 1.26. | Salida de un móvil del escenario en modo simulación | 37 |
| 1.27. | Visualización de todas las rutas durante la simulación | 37 |
| 1.28. | Visualización de una ruta resaltada durante la simulación | 38 |
| 1.29. | Diagrama de Gantt | 43 |
| 3.1. | Casos de uso asociados a la vista del mapa | 75 |
| 3.2. | Casos de uso asociados al tratamiento del escenario | 80 |
| 3.3. | Casos de uso asociados al modo edición | 88 |
| 3.4. | Casos de uso asociados al modo simulación | 100 |
| 3.5. | Diagrama de navegación de la aplicación | 110 |
| 3.6. | Distribución de la pantalla principal de la aplicación | 111 |
| 3.7. | Distribución de la pantalla de configuración actual | 112 |
| 3.8. | Distribución de la pantalla de configuración de escenario | 112 |
| 3.9. | Distribución de la pantalla de cargado de escenario | 113 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.10. | Distribución de la pantalla de guardado de escenario | 113 |
| 3.11. | Distribución de la pantalla de configuración del instante de inicio . . . | 114 |

Índice de tablas

| | | |
|-------|--|----|
| 1.1. | Ejemplos de designación de aeronaves | 11 |
| 1.2. | Descomposición de las tareas realizadas en el proyecto | 42 |
| 2.1. | Partida presupuestaria hardware | 47 |
| 2.2. | Amortización hardware | 48 |
| 2.3. | Partida presupuestaria mano de obra | 50 |
| 2.4. | Resumen presupuesto proyecto | 51 |
| 3.1. | Requisitos funcionales asociados a la vista del mapa | 55 |
| 3.2. | Requisitos funcionales asociados al menú | 57 |
| 3.3. | Requisitos funcionales asociados al almacenamiento del escenario | 58 |
| 3.4. | Requisitos funcionales asociados al tratamiento del fichero XML | 60 |
| 3.5. | Requisitos funcionales asociados al modo edición | 64 |
| 3.6. | Requisitos funcionales asociados al modo simulación | 69 |
| 3.7. | Requisitos no funcionales de eficiencia | 71 |
| 3.8. | Requisitos no funcionales de usabilidad | 71 |
| 3.9. | Requisitos no funcionales de disponibilidad | 71 |
| 3.10. | Requisitos no funcionales relativos al usuario | 72 |
| 3.11. | Requisitos no funcionales tecnológicos | 73 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.12. | Otros requisitos no funcionales | 73 |
| 3.13. | Caso de uso de la vista del mapa nº 01 | 76 |
| 3.14. | Caso de uso de la vista del mapa nº 02 | 76 |
| 3.15. | Caso de uso de la vista del mapa nº 03 | 77 |
| 3.16. | Caso de uso de la vista del mapa nº 04 | 77 |
| 3.17. | Caso de uso de la vista del mapa nº 05 | 78 |
| 3.18. | Caso de uso de la vista del mapa nº 06 | 79 |
| 3.19. | Caso de uso de la vista del mapa nº 07 | 80 |
| 3.20. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 01 | 81 |
| 3.21. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 02 | 83 |
| 3.22. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 03 | 84 |
| 3.23. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 04 | 85 |
| 3.24. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 05 | 86 |
| 3.25. | Caso de uso de tratamiento del escenario nº 06 | 87 |
| 3.26. | Caso de uso de modo edición nº 01 | 89 |
| 3.27. | Caso de uso de modo edición nº 02 | 90 |
| 3.28. | Caso de uso de modo edición nº 03 | 91 |
| 3.29. | Caso de uso de modo edición nº 04 | 92 |
| 3.30. | Caso de uso de modo edición nº 05 | 94 |
| 3.31. | Caso de uso de modo edición nº 06 | 95 |
| 3.32. | Caso de uso de modo edición nº 07 | 96 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.33. | Caso de uso de modo edición nº 08 | 99 |
| 3.34. | Caso de uso de modo edición nº 09 | 100 |
| 3.35. | Caso de uso de modo simulación nº 01 | 101 |
| 3.36. | Caso de uso de modo simulación nº 02 | 102 |
| 3.37. | Caso de uso de modo simulación nº 03 | 103 |
| 3.38. | Caso de uso de modo simulación nº 04 | 104 |
| 3.39. | Caso de uso de modo simulación nº 05 | 105 |
| 3.40. | Caso de uso de modo simulación nº 06 | 106 |
| 3.41. | Caso de uso de modo simulación nº 07 | 107 |
| 3.42. | Caso de uso de modo simulación nº 08 | 107 |
| 3.43. | Caso de uso de modo simulación nº 09 | 108 |
| 3.44. | Caso de uso de modo simulación nº 10 | 109 |
| 3.45. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 01 | 115 |
| 3.46. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 02 | 115 |
| 3.47. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 03 | 116 |
| 3.48. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 04 | 116 |
| 3.49. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 05 | 116 |
| 3.50. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 06 | 117 |
| 3.51. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 07 | 117 |
| 3.52. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 08 | 118 |
| 3.53. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 09 | 118 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.54. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 10 | 118 |
| 3.55. | Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 11 | 119 |
| 3.56. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 01 | 119 |
| 3.57. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 02 | 120 |
| 3.58. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 03 | 120 |
| 3.59. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 04 | 121 |
| 3.60. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 05 | 121 |
| 3.61. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 06 | 122 |
| 3.62. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 07 | 122 |
| 3.63. | Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 08 | 123 |
| 3.64. | Caso de prueba válido del modo edición nº 01 | 123 |
| 3.65. | Caso de prueba válido del modo edición nº 02 | 124 |
| 3.66. | Caso de prueba válido del modo edición nº 03 | 124 |
| 3.67. | Caso de prueba válido del modo edición nº 04 | 125 |
| 3.68. | Caso de prueba válido del modo edición nº 05 | 125 |
| 3.69. | Caso de prueba válido del modo edición nº 06 | 126 |
| 3.70. | Caso de prueba válido del modo edición nº 07 | 126 |
| 3.71. | Caso de prueba válido del modo edición nº 08 | 127 |
| 3.72. | Caso de prueba válido del modo edición nº 09 | 127 |
| 3.73. | Caso de prueba válido del modo edición nº 10 | 128 |
| 3.74. | Caso de prueba válido del modo edición nº 11 | 128 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.75. | Caso de prueba válido del modo edición nº 12 | 129 |
| 3.76. | Caso de prueba válido del modo edición nº 13 | 129 |
| 3.77. | Caso de prueba válido del modo edición nº 14 | 130 |
| 3.78. | Caso de prueba válido del modo edición nº 15 | 130 |
| 3.79. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 01 | 131 |
| 3.80. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 02 | 131 |
| 3.81. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 03 | 132 |
| 3.82. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 04 | 132 |
| 3.83. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 05 | 133 |
| 3.84. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 06 | 133 |
| 3.85. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 07 | 134 |
| 3.86. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 08 | 135 |
| 3.87. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 09 | 135 |
| 3.88. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 10 | 135 |
| 3.89. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 11 | 136 |
| 3.90. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 12 | 136 |
| 3.91. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 13 | 137 |
| 3.92. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 14 | 137 |
| 3.93. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 15 | 137 |
| 3.94. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 16 | 138 |
| 3.95. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 17 | 138 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.96. | Caso de prueba válido del modo simulación nº 18 | 139 |
| 3.97. | Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 01 | 139 |
| 3.98. | Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 02 | 140 |
| 3.99. | Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 03 | 140 |
| 3.100. | Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 01 | 141 |
| 3.101. | Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 02 | 141 |
| 3.102. | Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 03 | 142 |
| 3.103. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 01 | 142 |
| 3.104. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 02 | 143 |
| 3.105. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 03 | 143 |
| 3.106. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 04 | 144 |
| 3.107. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 05 | 144 |
| 3.108. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 06 | 145 |
| 3.109. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 07 | 145 |
| 3.110. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 08 | 146 |
| 3.111. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 09 | 146 |
| 3.112. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 10 | 147 |
| 3.113. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 11 | 147 |
| 3.114. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 12 | 148 |
| 3.115. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 13 | 148 |
| 3.116. | Caso de prueba inválido del modo edición nº 14 | 149 |

| | |
|--|-----|
| 3.117. Caso de prueba inválido del modo edición nº 15 | 149 |
| 3.118. Caso de prueba inválido del modo edición nº 16 | 150 |
| 3.119. Caso de prueba inválido del modo edición nº 17 | 150 |
| 3.120. Caso de prueba inválido del modo edición nº 18 | 151 |
| 3.121. Caso de prueba inválido del modo edición nº 19 | 151 |
| 3.122. Caso de prueba inválido del modo edición nº 20 | 152 |
| 3.123. Caso de prueba inválido del modo simulación nº 01 | 152 |
| 3.124. Caso de prueba inválido del modo simulación nº 02 | 153 |



1. Memoria

A lo largo del siguiente capítulo se recoge el alcance del proyecto, una breve introducción a la gestión de tráfico aéreo, la descripción de la aplicación desarrollada a partir de las ya existentes, la planificación temporal seguida, conclusiones y líneas futuras.

1.1.- Introducción

En la actualidad, el tráfico aéreo ha alcanzado un papel muy importante, tratándose de una de las formas de transporte - tanto de personas como de carga - más segura y rápida. Para que esta actividad se desarrolle convenientemente es precisa una gestión del tráfico aéreo, dentro de la cual se distinguen tres servicios claramente diferenciados [1]:

- Control de tráfico aéreo (ATC): se encarga de mantener los aviones separados en el cielo y en los aeropuertos durante los aterrizajes y despegues. Todo ello, con el fin de mantener la seguridad, el orden y la eficiencia. Esta tarea es realizada por los controladores aéreos, quienes tienen como misión guiar a las aeronaves por espacios aéreos controlados, y ofrecer información en espacios no controlados.
- Gestión del flujo de tráfico aéreo (ATFM): tiene como finalidad el registro de los planes de vuelo en el repositorio antes de que comiencen. Todos los vuelos que se realizan dentro del espacio aéreo Europeo, es preciso que se registren en dicho repositorio. Esta información es completada y enviada a todos los sectores ATC afectados.
- Servicios de información aeronáutica (AIS): incluye toda la información necesaria para que el piloto pueda realizar su trabajo. Esta puede ser de cualquier tipo, desde información meteorológica, hasta un mapa con el tráfico aéreo de la zona





en la que se localiza. Asimismo, permite alertar al piloto ante cualquier peligro en el camino o en una posición determinada.

Dado el amplio abanico de campos a cubrir, es necesario el desarrollo de herramientas que faciliten la gestión del tráfico aéreo a los profesionales del sector. No obstante, existen situaciones que han de ser testeadas previamente, antes de pasar a la fase de producción. Para ello, se diseñan herramientas de simulación.

Actualmente en Europa existe una empresa creada en 2007 por la CE y Eurocontrol, SESAR *Joint Undertaking*, cuya responsabilidad es la coordinación de todas las actividades relacionadas con el tráfico aéreo en el marco europeo como parte del programa SESAR (*Single European Sky ATM Research*). El principal objetivo de SESAR es revisar y mejorar el espacio aéreo europeo y su gestión, añadiendo una mayor interoperabilidad entre los países. Se aspira a conseguir una gestión escalable que sea capaz de soportar una cantidad de volumen superior a la actual e incrementar la seguridad, a la vez que se reduce el impacto medioambiental y los costes asociados a la gestión de tráfico aéreo [2].

El desarrollo de este trabajo se recoge dentro del proyecto PJ-02 de SESAR [3], en el cuál participa Indra Sistemas, S.A., más conocida como Indra. Tiene como objetivo incrementar el rendimiento de las pistas y de los aeropuertos, adaptándose a las limitaciones socioambientales que pueden presentar.

Se establece como objetivo de este proyecto la creación de una nueva herramienta de simulación que englobe las ya existentes dentro de la empresa, así como el desarrollo de una interfaz gráfica que facilite su uso. El siguiente documento se organiza en tres capítulos principales:

1. **Memoria:** se incluye el objeto y alcance del proyecto, así como una breve introducción a la gestión de tráfico aéreo, cuyo fin es facilitar la lectura y comprensión del documento. Se incorpora además una descripción gráfica de la herramienta junto con la planificación temporal seguida para su desarrollo. Por último, se añaden unas líneas futuras para la continuidad del proyecto y las conclusiones extraídas de la realización del mismo.

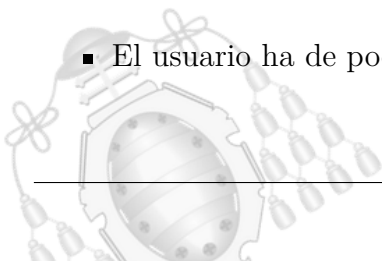


2. **Presupuesto:** se reúnen en tres capítulos todos los gastos asociados al proyecto: software, hardware y mano de obra. También se incluye un resumen al final, donde se recogen todos los gastos realizados con el fin de conocer el coste total del proyecto.
3. **Documentos técnicos:** se recogen algunos de los principales documentos que se definen en la metodología MÉTRICA versión 3:
 - Análisis de requisitos del sistema.
 - Escenarios y casos de uso.
 - Diagrama de ventanas.
 - Pruebas del sistema.

1.2.- Alcance

El principal objetivo de este proyecto es realizar una herramienta de simulación para la plataforma de control de tráfico aéreo InNOVA, usada en la empresa Indra. A menudo la única manera de verificar el correcto funcionamiento del sistema ante determinadas situaciones es mediante herramientas de simulación. Por ello, la herramienta ha de incorporar una interfaz gráfica que integre y facilite el uso de simuladores ya existentes, permitiendo al usuario crear y lanzar escenarios que simulen diferentes situaciones de tráfico. A continuación se detallan las especificaciones del proyecto:

- La aplicación debe mostrar el mapa del aeropuerto y sus áreas, permitiendo al usuario decidir qué capas y áreas se muestran. Dicho mapa se debe mostrar usando la paleta de mapas configurada en el sistema.
- El usuario ha de poder desplazar, rotar y hacer zoom del mapa que se muestra. Asimismo, la aplicación ha de permitir guardar dicha configuración por defecto, de forma que, al reiniciarla, esta se reestablezca con dichos parámetros. Se ha de indicar además la escala del zoom para el mapa.
- El usuario ha de poder crear, cargar, modificar y guardar escenarios.

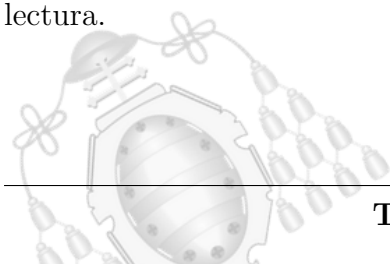




- El escenario ha de almacenarse en un solo fichero en formato de texto, pudiendo ser XML, JSON o alguno similar.
- La aplicación debe mostrar una lista de los móviles - aeronaves o vehículos - que se localizan en el escenario, así como ofrecer al usuario la posibilidad de seleccionar e inspeccionar los detalles de un móvil determinado.
- Para cada móvil, el usuario ha de poder configurar los parámetros principales que componen el plan de vuelo y la ruta.
- La aplicación ha de incluir una línea temporal que abarque la duración del escenario.
- Se ha de permitir al usuario la definición del marco temporal en el que desea realizar la simulación, es decir, determinar la duración desde que comienza el escenario hasta que finaliza.
- El usuario ha de poder elegir cuándo se inicia la simulación, ya sea al comienzo o en un punto determinado de la línea temporal establecida.
- Ha de ser posible pausar, reanudar y reiniciar la simulación en cualquier momento.
- La aplicación ha de ser capaz de generar y distribuir mensajes de vigilancia y de plan de vuelo para los móviles simulados.

1.3.- Conceptos básicos sobre control aéreo

En la siguiente sección se presenta una breve introducción al funcionamiento de la gestión de tráfico aéreo [11]. Tiene como finalidad facilitar al lector la comprensión de este proyecto. No obstante, si se tiene conocimiento en la materia, podría omitirse su lectura.





1.3.1.- Gestión de tráfico aéreo

La gestión de tráfico aéreo (ATM) se encarga de controlar y guiar a las aeronaves a través de espacios aéreos controlados, y ofrecer información en aquellos que no lo están. Se pone especial énfasis en el uso de sistemas interoperables y seguros que permitan la transición de un espacio aéreo a otro de forma eficiente y sin problemas.

1.3.2.- Espacios aéreos y centros de control

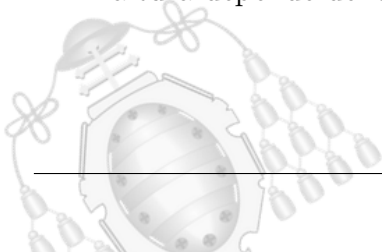
El espacio aéreo, que en el caso de un país abarca generalmente su territorio, se distribuye en dos grandes regiones: la región inferior o FIR (*Lower Flight Information Region*) y la región superior o UIR (*Upper Flight Information Region*). La separación de dichos niveles se sitúa a 25000 pies de altura, lo que equivale a 7.62 kilómetros.

Un vuelo puede cruzar múltiples regiones FIR/UIR, ya que como se comentaba previamente, cada país tiene por lo general un espacio aéreo; no obstante, si la extensión del mismo es muy grande, podría incluso llegar a estar dividido en dos o más sub-espacios adyacentes e independientes entre sí. En cada uno de los mismos, se definen sus regiones FIR/UIR.

En cada FIR/UIR existen espacios aéreos controlados, en los cuales no se puede volar sin un plan de vuelo IFR (*Instrumental Flight Rules*) o VFR (*Visual Flight Rules*) controlado. Asimismo, existen otros espacios de libre circulación, es decir, no controlados, donde los vuelos se rigen por reglas visuales VFR. Para estos últimos, únicamente se proporcionan servicios de información, asesoramiento y alerta.

En lo que respecta al espacio aéreo controlado de un FIR, se distinguen las siguientes zonas (Figura 1.1):

- **Zona de Tráfico de Aeródromo (ATZ):** zona de tamaño reducido y forma cilíndrica - radio de aproximadamente 8km - que arranca desde el suelo, y cuya altura depende de la visibilidad.





- **Zona de Control de Aeródromo (CTR):** zona que engloba una o varias zonas ATZ cercanas y hasta una altitud de transición del vuelo, cuyo valor puede variar según el aeropuerto.
- **Área de Control Terminal (TMA):** zona que cubre desde la altitud de transición hasta el límite vertical del FIR.

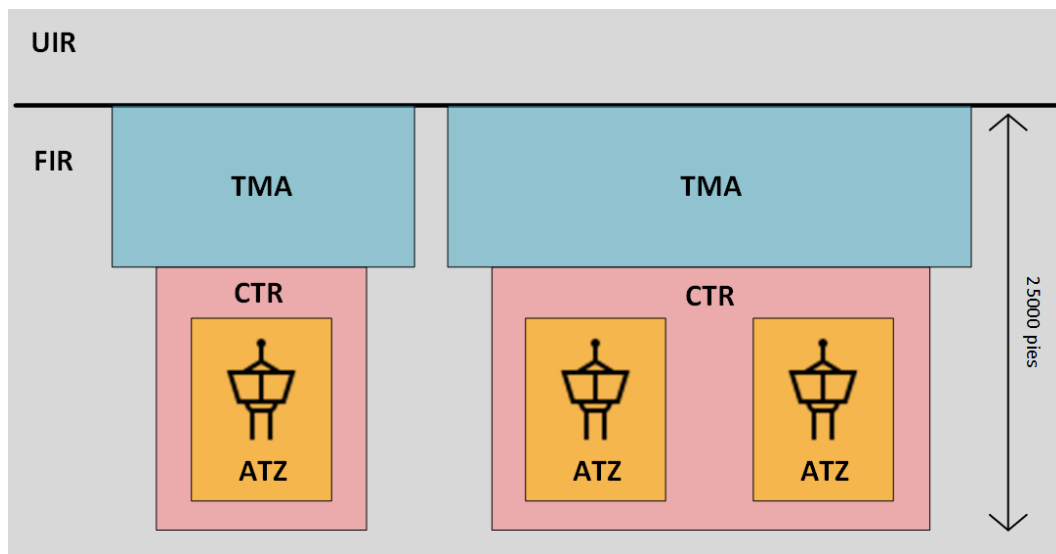
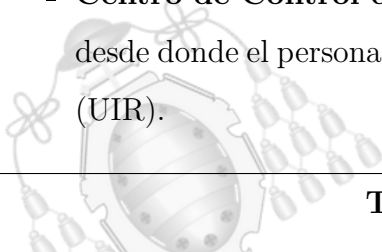


Figura 1.1.- Zonas dentro del espacio aéreo controlado de un FIR

Asociados a estas zonas, se encuentran los siguientes centros de control, desde donde el personal especializado gestiona los movimientos de las aeronaves:

- **Torre de Control del Aeródromo (TWR):** instalación elevada desde la que se observa el aeródromo y sus inmediaciones (zona ATZ). Desde aquí, los controladores gestionan el rodaje, el despegue y el aterrizaje de las aeronaves.
- **Centro de Control de Aproximación (APP):** edificio con una sala de control desde donde el personal gestiona las aeronaves que sobrevuelan las zonas CTR y el área TMA bajo su jurisdicción.
- **Centro de Control de Ruta o aérea (ACC):** edificio con una sala de control desde donde el personal gestiona las aeronaves que sobrevuelan el espacio superior (UIR).



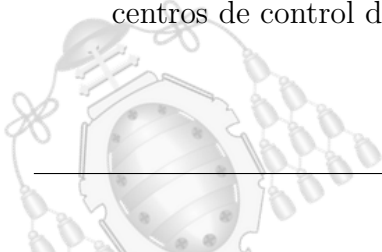


Es habitual que el control de aproximación y el de ruta se agrupen en una misma dependencia, dando lugar al Centro de Control de Ruta y Aproximación (ACC/APP). Dicho centro se encarga del control de todo el espacio FIR/UIR, exceptuando las zonas de tráfico de los aeródromos (ATZ). Este espacio aéreo está formado por un elevado número de rutas o pasillos aéreos, denominados aerovías, por donde circulan las aeronaves desde su origen hasta su destino final, siguiendo en todo momento los criterios establecidos por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).

1.3.3.- Fases de un vuelo

Cualquier vuelo comercial desde su partida hasta su llegada, sigue las siguientes fases (Figura 1.2), gestionadas por los diferentes centros de control previamente indicados:

- **Prevuelo:** fase previa al despegue, incluye el trayecto desde el punto de estacionamiento hasta la pista. Asimismo, también comprende los chequeos previos necesarios, la confirmación del plan de vuelo, la puesta en marcha de la aeronave y el movimiento por las calles de rodaje hasta la pista. Esta fase es asignada a la torre de control del aeródromo de salida.
- **Despegue:** proceso de aceleración de la aeronave hasta que alcanza suficiente velocidad y levanta el vuelo. Esta fase también es competencia de la torre de control del aeródromo de salida.
- **Salida:** una vez despegó, la aeronave continúa ascendiendo hasta que se alcanza la altitud de crucero siguiendo una ruta de salida establecida que permite la incorporación a la aerovía correspondiente. Esta fase se asigna al control de aproximación.
- **En ruta:** la aeronave alcanza la aerovía inicial. En ese momento, se hace cargo el control de ruta. Si la duración del vuelo es muy elevada, podrían ser varios los centros de control de ruta los que la gestionen hasta su llegada.





- **Llegada:** una vez alcanzado el último punto de la ruta, la aeronave comienza el descenso siguiendo una ruta de llegada establecida que le permite alcanzar las proximidades del aeropuerto de destino. Esta fase se asigna al control de aproximación.
- **Aproximación:** proceso de alineación de la aeronave con la pista de aterrizaje asignada. Esta fase queda supeditada a la autorización de aterrizaje por parte de la torre de control del aeródromo de llegada. En caso de no ser posible realizar el aterrizaje, se lleva a cabo un circuito de espera localizado en las cartas de navegación aeronáutica.
- **Aterrizaje:** comienza el descenso de forma suave hasta tomar tierra en el aeropuerto de llegada. Una vez en la pista, decelera hasta llegar al punto de salida y comenzar el rodaje hasta el punto de estacionamiento asignado. Esta última fase es asignada a la torre de control del aeródromo de llegada.

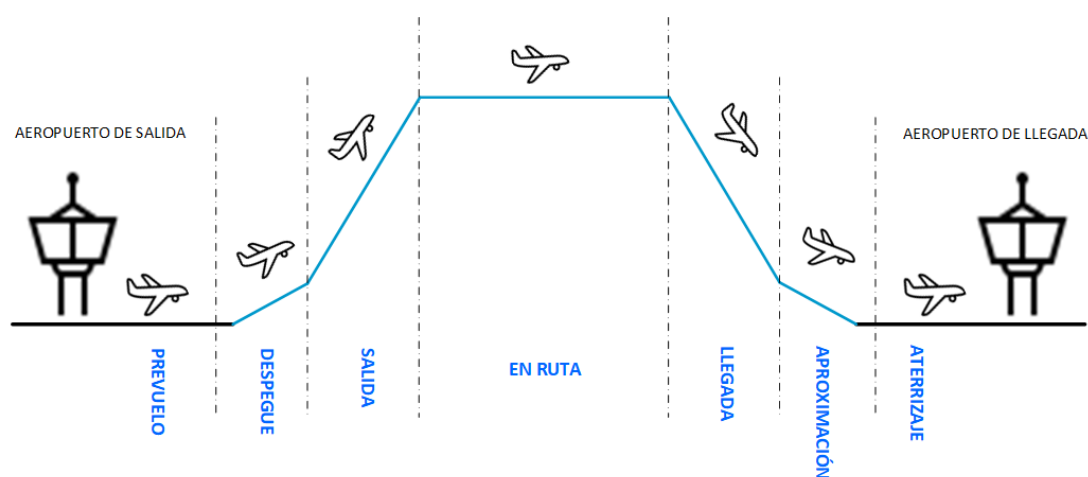
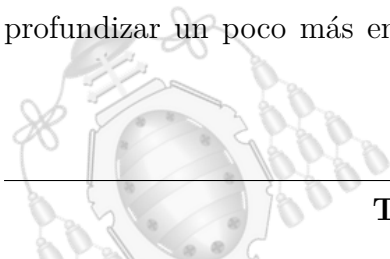


Figura 1.2.- Fases de un vuelo comercial

1.3.4.- Control de aeródromo

Una vez definidas todas las fases que componen un vuelo comercial, se procede a profundizar un poco más en la parte que atañe a este proyecto: el aeródromo. Este

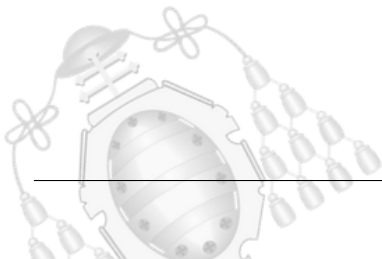




elemento se encuentra bajo la jurisdicción de la torre de control, donde se distinguen los siguientes roles de control:

- **Controlador de Autorizaciones (CLD):** se encarga de gestionar los planes de vuelo que aprueba el centro de control de aproximación. Asimismo, tiene como cometido la comunicación vía radio con el piloto de la aeronave, informándole acerca del plan de vuelo a seguir, la dirección e intensidad del viento, la pista de despegue asignada, horas estimadas, código radar SSR (*Secondary Surveillance Radar*) asignado y procedimiento de salida. Una vez finaliza, se le pasa el control al controlador de rodaje, indicando al piloto que modifique la frecuencia de la radio a la correspondiente a dicho controlador.
- **Controlador de Rodaje (GND):** responsable del tráfico en tierra. Se encarga de autorizar vía radio todo el desplazamiento de la aeronave por el aeródromo, es decir, puesta en marcha, salida de punto de estacionamiento y rodaje por las calles hasta el punto de espera de entrada a la pista. En este instante, se informa al piloto de que resintonice la frecuencia, estableciendo la que tiene asociada el controlador local de despegue.
- **Controlador Local de Despegue (TKF):** responsable de las pistas y el espacio aéreo próximo al aeródromo. Se encarga de gestionar los despegues y aterrizajes, asegurando la distancia entre los mismos. En lo que respecta al despegue, controla la entrada en pista y la carrera. Una vez se encuentra en el aire, traslada el control al centro de aproximación.

La torre de control es la encargada de determinar las pistas activas, es decir, qué pista(s) se utilizan para el despegue y cuáles para el aterrizaje. Esta decisión se toma en función de la dirección del viento, ya que la aeronave siempre ha de despegar y aterrizar con el viento en contra. Este hecho permite alcanzar antes la velocidad necesaria para alzar el vuelo, además, facilita igualmente la detención de la aeronave durante el aterrizaje.





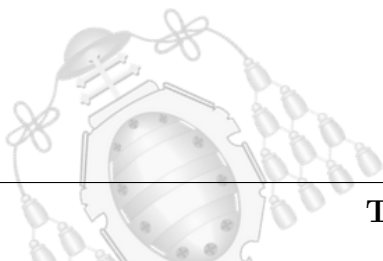
Asimismo, es interesante comentar la forma en que se nombran las pistas de un aeródromo. Se designan mediante dos números, los cuales vienen indicados por su rumbo magnético. Esto quiero decir, que si la orientación de una pista es 210° con respecto al norte magnético, su identificador es 21. No obstante, la misma vía define dos pistas, una desde cada extremo. Para el cálculo de la opuesta, simplemente sería necesario sumar $\pm 180^\circ$, obteniendo 030° , cuyo valor de pista asociado es 03.

En el caso de aeropuertos con mucha densidad de tráfico, podría llegar a tenerse dos pistas paralelas. Para poder distinguirlas, se añade una letra identificativa. Por ejemplo, para el caso anterior se tendría las pistas: 21R, 21L, 03R, 03L, donde la R identifica la derecha y la L la izquierda.

1.3.5.- Tipos de aeronave

A continuación, se explica de forma breve cómo se nombran las aeronaves. Para ello, se establece un identificador cuya longitud puede variar de dos a cuatro caracteres alfanuméricos. Está compuesto de un carácter que identifica al fabricante de la aeronave, y el resto de caracteres que determinan el número de modelo. Además, se le añade una letra que determina la categoría de estela turbulenta:

- **J:** súper. Tipo de aeronave con un peso certificado de despegue superior a 500000 kilogramos.
- **H:** pesada. Tipo de aeronave con un peso certificado de despegue inferior a 500000 kilogramos pero superior a 136000.
- **M:** media. Tipo de aeronave con un peso certificado de despegue inferior a 136000 kilogramos pero superior a 7000.
- **L:** ligera. Tipo de aeronave con un peso máximo certificado de menos de 7000 kilogramos.





En la siguiente tabla se incluyen una serie de ejemplos de designación de aeronaves:

| Designador | Estela | Modelo | Constructor |
|------------|--------|-------------------|-------------|
| C340 | L | Cessna 340 | Cessna |
| A330 | M | Airbus 330 | Airbus |
| B743 | H | Super Jet 747-300 | Boeing |

Tabla 1.1.- Ejemplos de designación de aeronaves

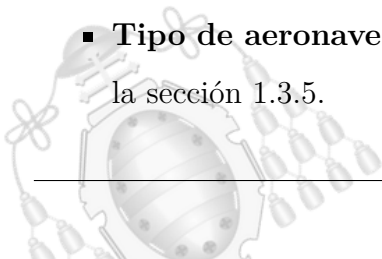
El identificador de aeronave junto con la estela turbulenta se utilizan para rellenar los planes de vuelo que se explican en la siguiente sección.

1.3.6.- Plan de vuelo

Un plan de vuelo (FPL) es aquella información de un vuelo que ha de ser comunicada obligatoriamente a las dependencias de los Servicios de Tráfico Aéreo (ATS) siempre que se vaya a transcurrir por espacios aéreos controlados. Conviene apuntar que es preciso que se envíe al menos 60 minutos antes de la puesta en marcha. Para ello, la aerolínea o el piloto han de completar un formulario modelo OACI con los datos correspondientes al plan de vuelo.

El mensaje de creación del plan de vuelo recoge la información de manera ordenada, con todos los parámetros que definen un vuelo. Algunos de estos campos son:

- **Callsign:** código utilizado por la aerolínea para su identificación. Se establecen una serie de caracteres alfabéticos que identifican la aerolínea, seguidos de caracteres numéricos que identifican el vuelo.
- **Código SSR:** conjunto de caracteres en formato octal utilizados para la identificación de las trazas multiradar SSR.
- **Tipo de aeronave:** asigna un identificador siguiendo la estructura explicado en la sección 1.3.5.





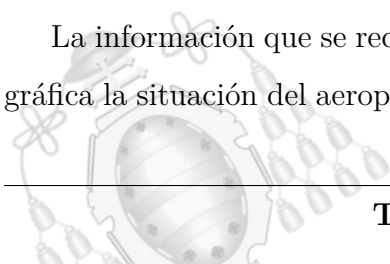
- **Estela turbulenta:** toma un valor en función del peso de la aeronave, tal y como se estipula en 1.3.5.
- **Punto de estacionamiento:** identificador del punto de estacionamiento donde se ubica, o se ha de ubicar, la aeronave.
- **Pista de despegue o aterrizaje:** determina la pista de despegue o aterrizaje siguiendo la nomenclatura numérica explicada anteriormente.
- **Aeropuerto de partida:** código compuesto por cuatro caracteres alfanuméricos que identifican el aeropuerto de partida. Los códigos son definidos por la OACI.
- **Aeropuerto de destino:** código compuesto por cuatro caracteres alfanuméricos que identifican el aeropuerto de destino. Los códigos son definidos por la OACI.

Cabe destacar los estados y la evolución de dicho plan de vuelo. Inicialmente el plan de vuelo se encuentra inactivo, ya que se registra con antelación, por lo que se encuentra en estado pasivo. Una vez se acerca la hora de despegue o de aproximación, se activa el plan de vuelo, presentándose en la lista de vuelos pendientes de los controladores. Cuando el vuelo despegue, o se recibe la transferencia de control, se muestra como vivo. Al aterrizar o transferir el control al siguiente centro, el plan de vuelo en curso (vivo) cambia su estado a terminado.

1.3.7.- Servicio de vigilancia

El servicio de vigilancia es el encargado de distribuir la identificación, la posición y el seguimiento de los móviles - aeronaves o vehículos - dentro del área de cobertura del aeropuerto. Por ese motivo, constituye uno de los principales sistemas utilizados para la gestión de los aeródromos, ya que permite conocer en tiempo real el tráfico que se tiene en los mismos. Todo esto es posible gracias a la presencia de diversos sensores y radares.

La información que se recibe del servicio de vigilancia permite representar de forma gráfica la situación del aeropuerto, conociendo de forma exacta qué móviles hay, dónde



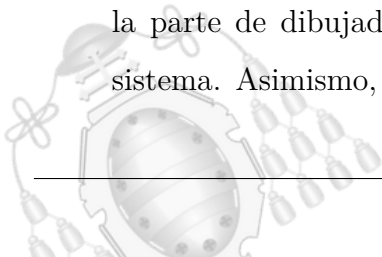


se ubican y qué obstáculos podrían encontrar. Asimismo, permite anticiparse a posibles colisiones en el área de cobertura del mismo.

1.4.- Estado actual: herramientas existentes

Se recogen en esta sección aquellas herramientas de simulación ya existentes en la empresa, destacando brevemente qué funcionalidades de las mismas ha sido preciso extraer y adaptar para el desarrollo de la nueva aplicación:

- ***routingTool***: herramienta que permite generar y actualizar la configuración de routing; esto es, topología del aeropuerto, nodos especiales, rutas standard, maniobras de stand, etc. El primer paso en el desarrollo de la nueva aplicación, ha sido extraer de *routingTool* aquellas funcionalidades que son comunes a ambas herramientas. Entre ellas se incluye la presentación del mapa con sus respectivas capas y áreas, la modificación de la vista del mismo y el guardado de una configuración por defecto. Asimismo, a posteriori, se extrae y adapta la parte relativa a la creación, modificación y borrado de rutas del modo edición.
- ***flightSimulator***: herramienta de simulación que permite cargar vuelos en el servidor para posteriormente trabajar con ellos dándoles autorizaciones. Para el desarrollo del proyecto, ha sido necesario extraer y adaptar las funciones encargadas de generar y distribuir planes de vuelo a partir de unos datos indicados.
- ***simulator***: primera versión de la herramienta de integración de simulación. Entre las múltiples alternativas que esta presenta, cabe destacar la inclusión de una lista con los móviles registrados en el servidor de planes de vuelo. Es por ello que se reutiliza dicha parte en el desarrollo de la nueva herramienta.
- ***timeline***: herramienta que permite mostrar la disposición temporal de planes de vuelo que involucran múltiples aeropuertos. Ha sido necesario extraer y adaptar la parte de dibujado de la línea temporal dinámica en función de la hora del sistema. Asimismo, el zoom estático que incluía, y el dibujo de las fichas que





representan la duración de un plan de vuelo en el escenario, han sido igualmente adaptados.

- ***iSim***: simulador de móviles que calcula en cada momento la posición del móvil en función de la ruta que recibe como cliente de *surfaceRoutingServer*. La parte relativa al envío de información de vigilancia al servidor se extrae y adapta de aquí.
- ***surfaceRoutingServer***: responsable de proporcionar rutas para los diferentes móviles en función de la información de vigilancia y plan de vuelo que recibe de otros dos procesos del sistema. Por ello, se extrae y adapta la parte relativa a la recepción de información de vigilancia.

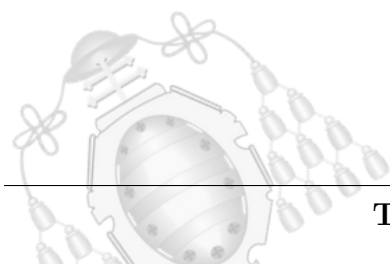
Cabe destacar que, aquellas funcionalidades incluidas en la herramienta que no se incorporan en este apartado, ha sido preciso realizarlas desde cero para poder alcanzar el objetivo establecido.

1.5.- Herramienta desarrollada

A lo largo de esta sección se muestran de forma gráfica las diferentes funcionalidades con las que cuenta la herramienta realizada para el proyecto.

1.5.1.- Aeropuerto de validación

La herramienta desarrollada ha sido validada en todo momento haciendo uso de la configuración del aeropuerto de Riga (Letonia). A continuación, se incluye una imagen satelital de dicho aeropuerto que permite constatar el correcto cargado del mapa en la aplicación.



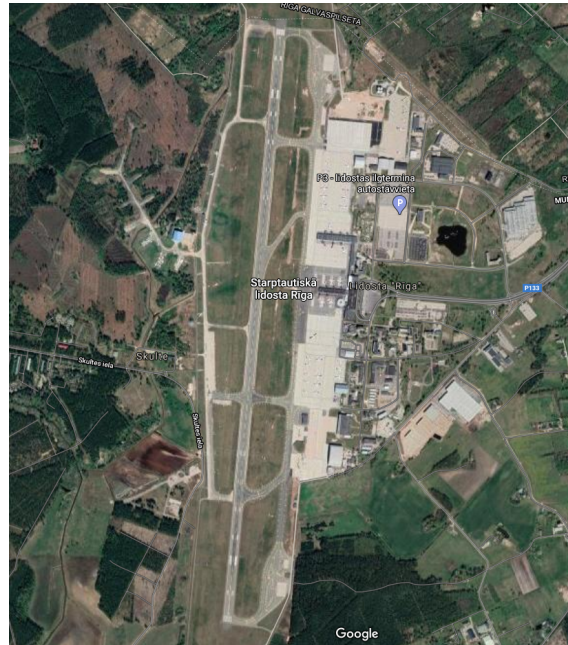


Figura 1.3.- Vista satelital del aeropuerto de validación - Riga, Letonia

1.5.2.- Mapa

Al inicio de la aplicación el usuario tiene una visión del aeropuerto similar a la que se muestra en Figura 1.4. Se observan todas las capas y áreas que componen el aeropuerto activas.

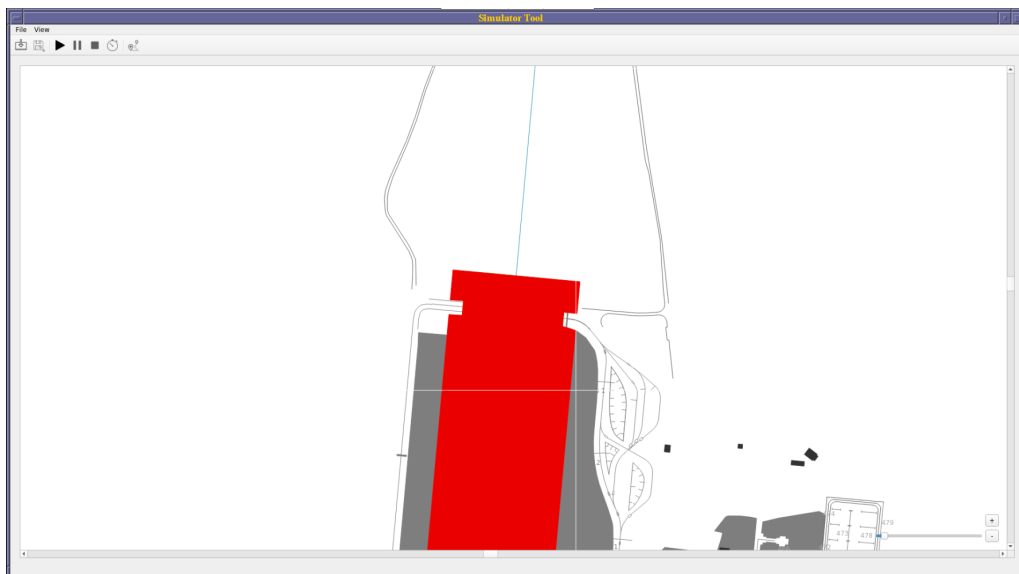
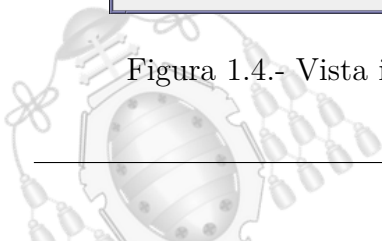
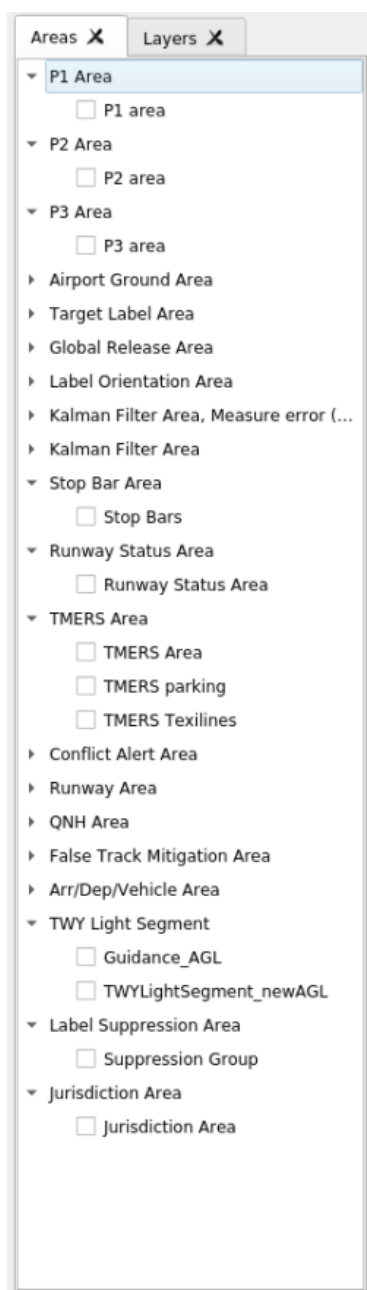


Figura 1.4.- Vista inicial de la herramienta sin configuración por defecto

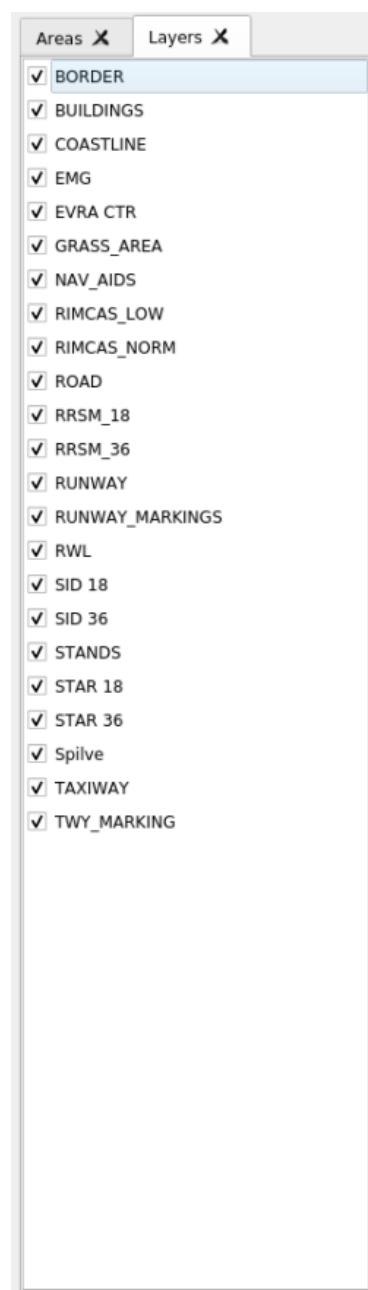




La presentación del mapa es configurable, el usuario puede determinar qué áreas y capas se muestran y cuáles se ocultan. Como se observa en 1.5, la aplicación incluye una pestaña en el lateral izquierdo de la pantalla donde seleccionar qué se muestra.

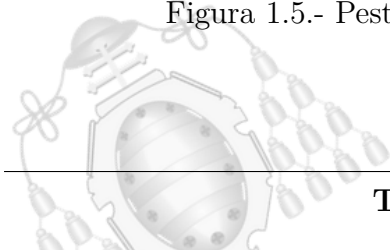


(a) Configuración de visibilidad áreas



(b) Configuración de visibilidad capas

Figura 1.5.- Pestañas de configuración de visibilidad del mapa





Una vez configurado con el aspecto deseado, la herramienta permite modificar el zoom, la rotación y el desplazamiento, tal como se muestra al comparar la figura 1.7 con la 1.6. Asimismo, como se puede observar en la parte inferior del mapa, se incluyen elementos gráficos que permiten modificar el zoom, así como una escala, donde se representa la relación entre la pantalla y el tamaño real del aeropuerto.

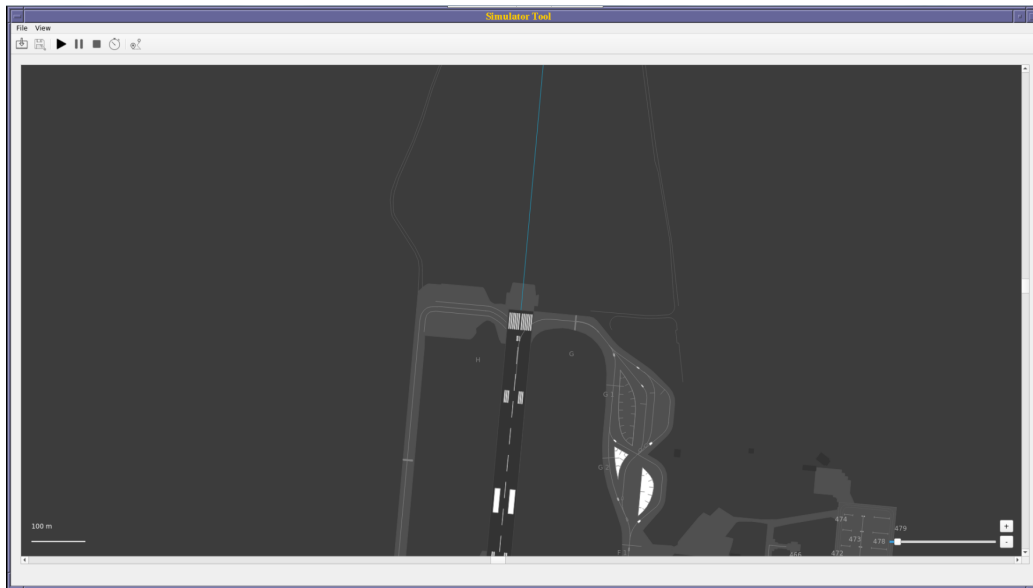


Figura 1.6.- Aspecto antes de modificar la vista del mapa

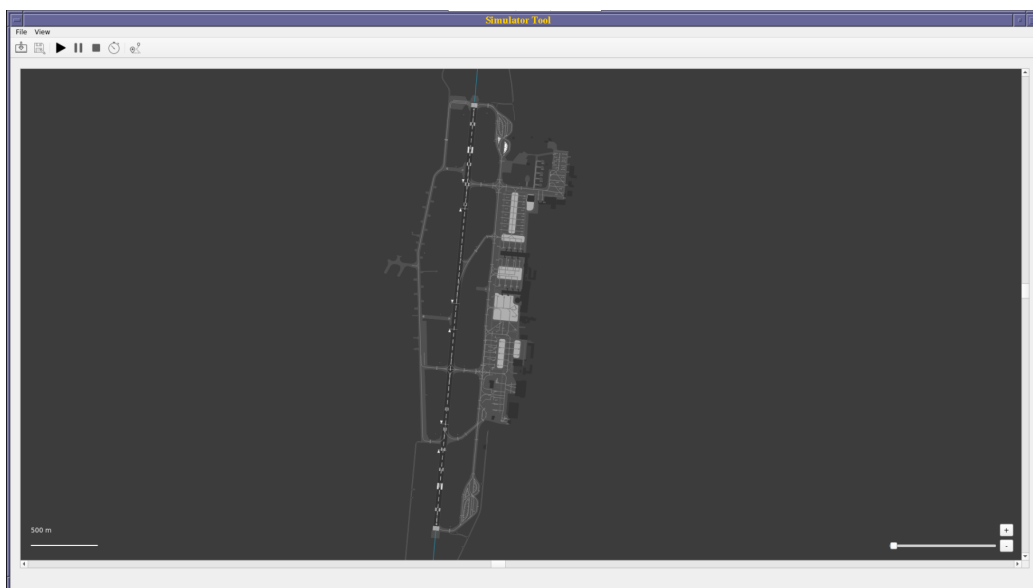
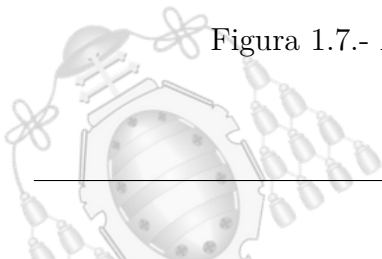


Figura 1.7.- Aspecto después de modificar la vista del mapa

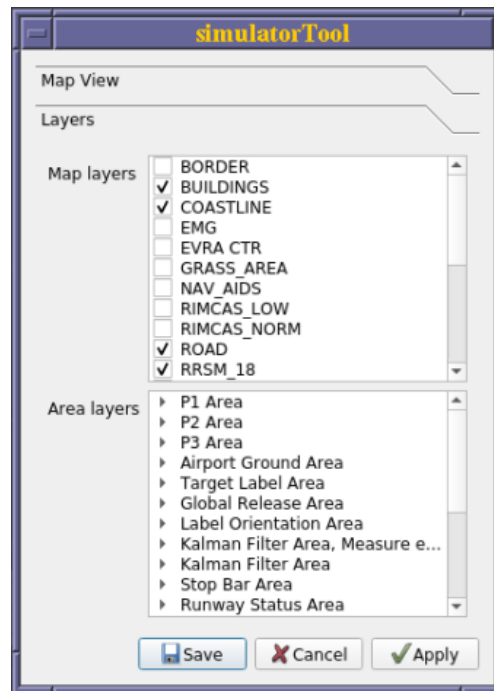




Por último, en lo que respecta al mapa, se permite la opción de guardar una configuración por defecto que se recargue siempre que se reinicia la aplicación en la misma máquina. Para ello, se cuenta con una ventana emergente donde el usuario introduce la información deseada (Figura 1.8).



(a) Configuración de la vista del mapa

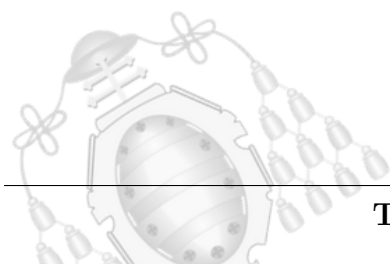


(b) Configuración de la visibilidad del mapa

Figura 1.8.- Configuración por defecto del mapa

1.5.3.- Definición escenario en formato XML

En lo que respecta a las principales funcionalidades de la herramienta, es preciso tener cargado un escenario para poder hacer uso de las mismas. Para ello, el usuario ha de generar un escenario en un fichero XML con el formato que se describe a continuación.





Para definir un escenario, toda la información que contiene ha de localizarse en el interior de la etiqueta `<scenario>`. Al comienzo de la definición de un escenario, el usuario ha de definir unos parámetros globales como los que se muestran en el siguiente fragmento:

```
<global_settings>  
  <global_duration>20</global_duration>  
  <global_offset>0</global_offset>  
</global_settings>
```

La duración global determina cuál es periodo de tiempo que abarca la simulación. Asimismo, este valor y el offset, son utilizados como valores por defecto en caso de que algún móvil no tenga especificada la entrada y salida del escenario.

Por otro lado, estaría la definición de los móviles que componen el escenario, los cuales han de tener un plan de vuelo y una ruta asociados. Cada uno de ellos se delimita en el fichero XML con la etiqueta `<fp>`. Dentro de esta etiqueta, se engloba la siguiente información:

- **Plan de vuelo del móvil:** en la definición del móvil se han de incluir los parámetros correspondientes al plan de vuelo utilizados en la herramienta, estos son:
 - Callsign: `<callsign>`
 - Código SSR: `<ssrcodeonly>`
 - Tipo de aeronave: `<arctyp>`
 - Estela turbulenta: `<wktrc>`
 - Punto de estacionamiento: `<standid>`
 - Pista de despegue o aterrizaje dependiendo del tipo de vuelo, es decir, salida o llegada, respectivamente: `<runway>`, `<drwy>`, `<lrwy>`





- Aeropuerto de partida: <adep>
- Aeropuerto de destino: <ades>

Asimismo, se incluye a continuación un ejemplo de un despegue (DEP2001) y una arribada (SAS1212), los cuales contienen dichos parámetros correctamente definidos y delimitados por las etiquetas correspondientes.

```
<!--- Departure --->
```

```
<title>FPL_INSCHG</title>  
<callsign>DEP2001</callsign>  
<ssrcodeonly>6122</ssrcodeonly>  
<arctyp>A388</arctyp>  
<wktrc>J</wktrc>  
<standid>311</standid>  
<runway>36</runway>  
<drwy>36</drwy>  
<adep>EVRA</adep>  
<ades>LGAV</ades>
```

```
<!--- Arrival --->
```

```
<title>FPL_INSCHG</title>  
<callsign>SAS1212</callsign>  
<ssrcodeonly>2001</ssrcodeonly>  
<arctyp>MD80</arctyp>  
<wktrc>L</wktrc>  
<standid>226</standid>  
<runway>36</runway>  
<lrwy>36</lrwy>
```



<adep>LKPR</adep>

<ades>EVRA</ades>

- **Tiempo dentro del escenario:** como se comentaba previamente, cada móvil ha de tener un instante de entrada y uno de salida del escenario. Para ello, se incluyen dos campos dentro de la definición del mismo, estos son la duración y el offset con el que entra en el escenario, tomando como referencia el comienzo del mismo.

<offset>0</offset>

<duration>10</duration>

- **Ruta del móvil:** define la ruta que ha de seguir el móvil. Para ello, se establece la siguiente estructura:
 - **Coordenadas:** engloba el valor de X, Y, Z dentro de la etiqueta <coordinate>, separando los valores por un espacio. Donde X e Y determinan la posición en el aeropuerto, y Z la altura.
 - **Velocidad:** se indica en m/s la velocidad a la que avanza el móvil en cada punto mediante la etiqueta <velocity>.

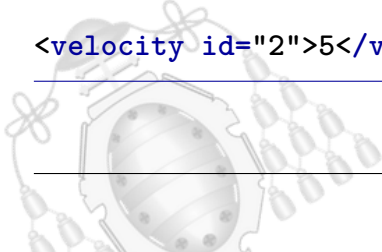
A continuación se añade un breve ejemplo de ruta, esta se compone de dos puntos del aeropuerto, y se le asigna una velocidad a cada uno de los mismos.

<coordinate id="1">212.62 -946.72 4</coordinate>

<velocity id="1">5</velocity>

<coordinate id="2">154.91 -941.34 4</coordinate>

<velocity id="2">5</velocity>





1.5.4.- Configuración del escenario

Con el fin de poder cargar, editar, guardar o ejecutar un escenario desde un fichero XML como el definido en la sección anterior, la herramienta incluye una ventana de configuración (Figura 1.9). Asimismo, esta ventana emergente muestra un editor de XML que resalta las diferentes etiquetas para facilitar la lectura al usuario (Figura 1.10). Una vez cargado un fichero, el usuario podría ejecutarlo mediante el botón *Apply*. De esta forma, la información se mostraría en la aplicación en el modo edición que se explica en el siguiente apartado. Dicho fichero puede localizarse en cualquier ruta de la máquina en la que se ejecuta la aplicación.

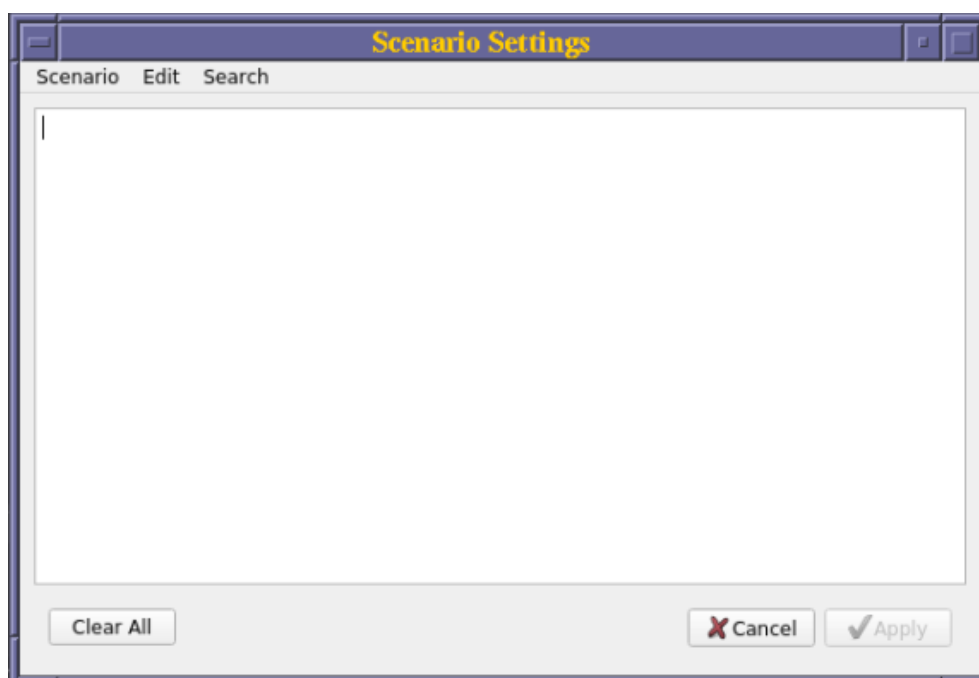
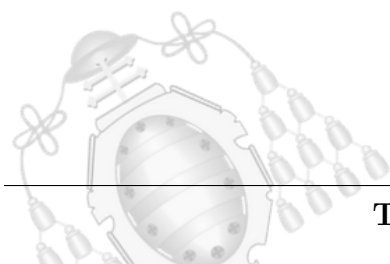


Figura 1.9.- Editor XML previo cargado escenario



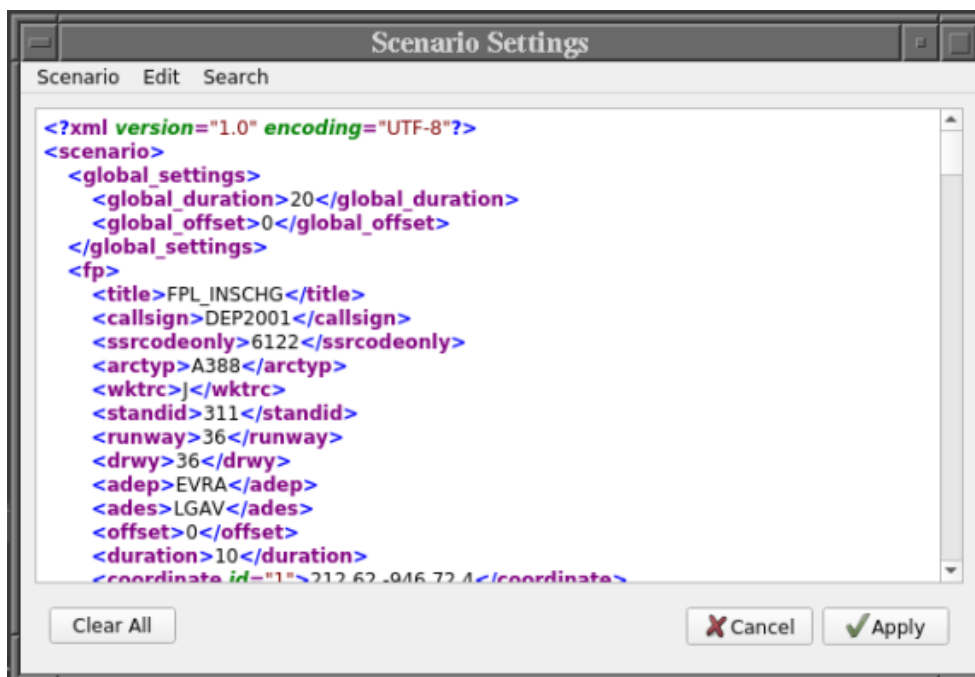


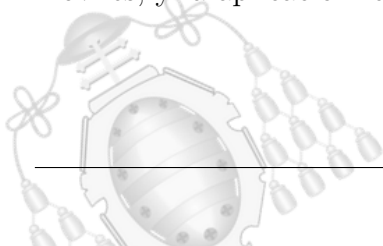
Figura 1.10.- Editor XML con escenario cargado

1.5.5.- Modo edición

Uno de los principales objetivos de este proyecto es facilitar el manejo de la herramienta al usuario. Para ello, se desarrolla una interfaz gráfica a través de la cual es posible realizar gran variedad de acciones. Por este motivo, la aplicación cuenta con un modo edición que permite que el usuario modifique el contenido de un escenario, sin necesidad de manipular el fichero XML, sino de forma gráfica a través de la aplicación.

1.5.5.1.- Lista planes de vuelo

En primer lugar, se presenta una lista con todos los móviles que componen el escenario (Figura 1.11). Dicha lista recoge algunos de los parámetros más significativos del plan de vuelo; de esta forma, el usuario puede conocer los detalles sin necesidad de acceder a la pestaña de configuración de planes de vuelo. No obstante, si se desea editar el contenido, el usuario solo ha de seleccionar uno de los móviles, y la aplicación le redirige automáticamente a la pestaña de configuración.





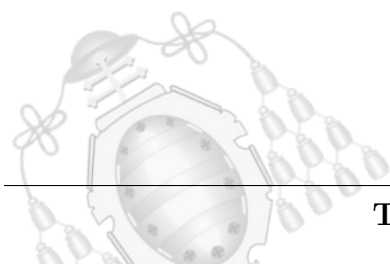
The screenshot shows a window titled "Scenario Flight Plans". At the top, there is a "Search" section with a text input field and a "Clear" button. Below this is a table with the following data:

| | Key | Callsign | ADEP | ADES | SSR | Runway | Stand |
|---|-------------|----------|------|------|------|--------|-------|
| 1 | DEP2001E... | DEP2001 | EVRA | LGAV | 6122 | 36 | 311 |
| 2 | SAS1212L... | SAS1212 | LKPR | EVRA | 2001 | 36 | 226 |

Figura 1.11.- Lista de móviles que componen el escenario

1.5.5.2.- Configuración de los parámetros globales

Siguiendo el mismo orden que el fichero XML (1.5.3), se muestra en primer lugar la pestaña de edición de parámetros globales (Figura 1.12). Esta pestaña permite la modificación de la duración y el offset global del escenario. No cuenta con un guardado automático de los valores, sino que es responsabilidad del usuario aplicar los cambios antes de guardar el escenario - de no ser así, se mantendría la información previa -. Asimismo, los campos introducidos por el usuario son validados por la aplicación antes de ser guardados.





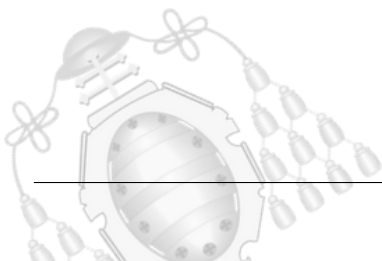
The image shows a software dialog box titled "Global Settings". Inside, there is a section labeled "Scenario Global Settings". This section contains two input fields: "Global duration" with the value "20" and "Global offset" with the value "0". Both fields have small up and down arrow icons to their right. At the bottom right of the dialog box is a button labeled "Apply" with a green checkmark icon to its left.

Figura 1.12.- Configuración de los parámetros globales del escenario

1.5.5.3.- Configuración de planes de vuelo

En lo que respecta a la configuración de los planes de vuelo asociados a los móviles que componen el escenario, se distinguen tres posibles acciones a realizar por parte del usuario:

- **Creación de un nuevo plan de vuelo:** al marcar esta opción se muestran todos los campos vacíos para que el usuario los complete con la información que desee (Figura 1.13). Una vez se rellenan todos los campos, y la aplicación determina que son correctos, se permite al usuario su guardado. En caso de no guardar el nuevo plan de vuelo se perdería toda la información relativa al mismo, y el escenario se mostraría inalterado.





Flight Plan Edition

Create Modify Delete

Flight Plan Selection

Flight Plan

Flight Plan Simulation Parameters

Duration

Offset

Flight Plan Parameters

Callsign

SSR Code

Aircraft type

Wake turbulence

Stand

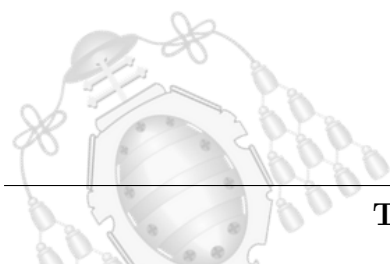
Runway

Departure Aerodrome

Destination Aerodrome

Figura 1.13.- Creación de un nuevo plan de vuelo

- **Modificación de un plan de vuelo:** al marcar esta opción la aplicación muestra todos los parámetros del plan de vuelo asociados al móvil seleccionado (Figura 1.14). De esta forma, el usuario puede modificar los campos que desee, siempre que la información introducida sea válida. Una vez finaliza, la aplicación valida que todos los campos estén correctamente completados antes de ser guardados. En caso de no realizarse este paso, la información se perdería y el escenario no se actualizaría.





Flight Plan Edition

Create Modify Delete

Flight Plan Selection

Flight Plan DEP2001EVRALGAV

Flight Plan Simulation Parameters

Duration 10

Offset 0

Flight Plan Parameters

Callsign DEP2001

SSR Code 6122

Aircraft type A388

Wake turbulence J

Stand 311

Runway 36

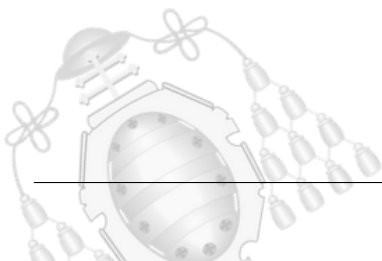
Departure Aerodrome EVRA

Destination Aerodrome LGAV

Apply

Figura 1.14.- Modificación de un plan de vuelo

- **Eliminación de un plan de vuelo:** al marcar esta opción todos los campos asociados al plan de vuelo se deshabilitan, pasando a ser de solo lectura (Figura 1.15). El usuario selecciona uno de los planes de vuelo que componen el escenario, y haciendo uso del botón que incorpora esta pestaña, podría eliminarlo permanentemente.





The screenshot shows a 'Flight Plan Edition' window with three radio buttons: 'Create', 'Modify', and 'Delete'. The 'Delete' button is selected. Below this is a 'Flight Plan Selection' section with a dropdown menu showing 'SAS1212LKPREVRA'. The 'Flight Plan Simulation Parameters' section includes 'Duration' (15) and 'Offset' (1). The 'Flight Plan Parameters' section includes: 'Callsign' (SAS1212), 'SSR Code' (2001), 'Aircraft type' (MD80), 'Wake turbulence' (L), 'Stand' (226), 'Runway' (36), 'Departure Aerodrome' (LKPR), and 'Destination Aerodrome' (EVRA). An 'Apply' button is at the bottom right.

Figura 1.15.- Eliminación de un plan de vuelo

1.5.5.4.- Configuración de rutas

Con el fin de facilitar la edición de las rutas que componen el escenario, se hace visible en el mapa aquella que esté seleccionada siempre que se accede a esta pestaña (Figura 1.16). Asimismo, el usuario puede conocer la posición en el mapa de un punto de la ruta seleccionándolo a través de la tabla.

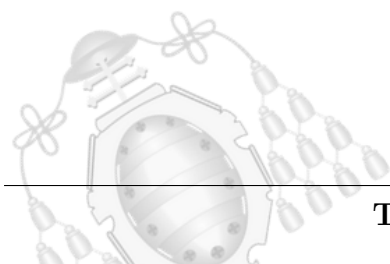
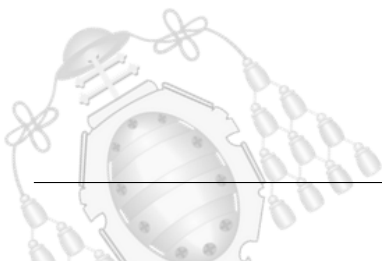




Figura 1.16.- Visualización de ruta asociada al móvil seleccionado

Al igual que la configuración de los planes de vuelo, se distinguen tres posibles acciones a realizar con la ruta por parte del usuario:

- **Creación de una nueva ruta para el móvil:** la creación de una nueva ruta implica el borrado de la anterior en caso de que existiese. Al marcar esta opción, se permite al usuario seleccionar sobre el mapa todos los puntos que componen la ruta - mínimo dos -. Estos se van incluyendo en tiempo real en la tabla de ruta, que inicialmente aparece vacía como se muestra en la figura 1.17. Dado que el mapa solo permite extraer las coordenadas (X, Y), queda en mano del usuario la modificación de la coordenada Z y la velocidad a través de la tabla de ruta, cuyo valor inicial es el establecido por defecto por la aplicación - $Z = 4$, velocidad = 4 m/s -.



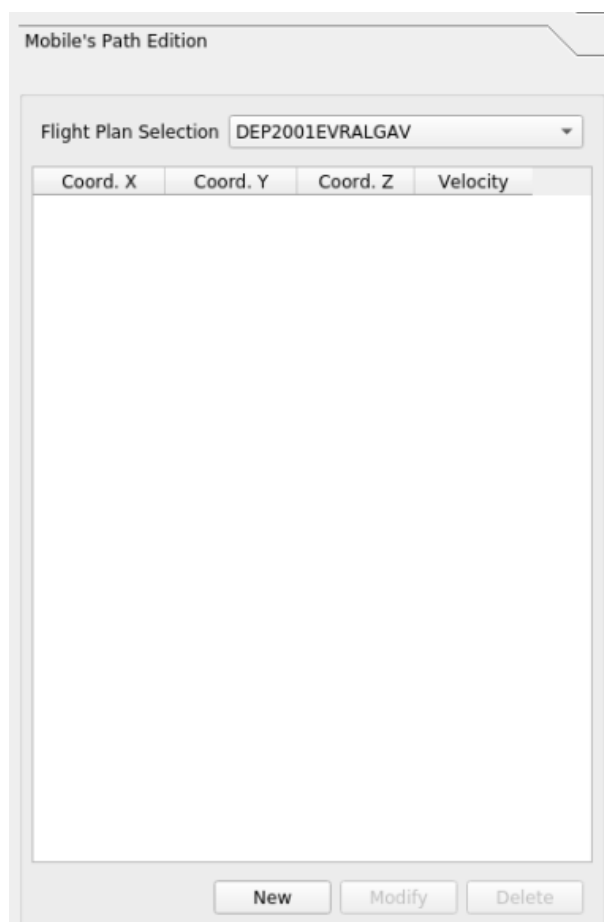


Figura 1.17.- Tabla de ruta vacía

- **Modificación de ruta de un móvil:** al marcar esta opción, la presentación de la ruta sobre el mapa cambia ligeramente (Figura 1.18), mostrando un color diferente al inicial y permitiendo la edición de los puntos que la componen. Entre las modificaciones permitidas se encuentra la adición de nuevos puntos, el borrado y la modificación de la posición de los existentes. Asimismo, cualquier cambio que se realiza, se actualiza en tiempo real sobre la tabla de ruta (Figura 1.19). Dado que el mapa solo permite extraer las coordenadas (X, Y), queda en mano del usuario la modificación de la coordenada Z y la velocidad a través de la tabla de ruta.

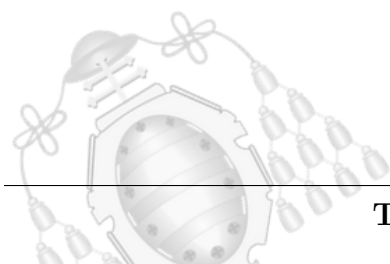




Figura 1.18.- Edición de ruta asociada al móvil seleccionado

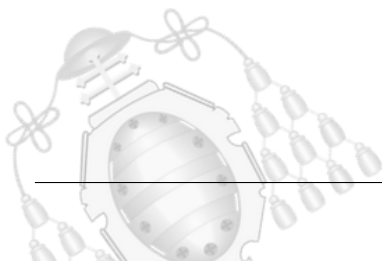
Mobile's Path Edition

Flight Plan Selection SAS1212LKPREVRA

| | Coord. X | Coord. Y | Coord. Z | Velocity |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1 | -282.54 | -3118.94 | 4 | 20 |
| 2 | -270.92 | -2995.03 | 4 | 18 |
| 3 | -256.93 | -2844.32 | 4 | 16 |
| 4 | -243.77 | -2693.95 | 4 | 15 |
| 5 | -232.11 | -2562.19 | 4 | 14 |
| 6 | -223.88 | -2471.36 | 4 | 13 |
| 7 | -219.54 | -2422.72 | 4 | 12 |
| 8 | -204.63 | -2265.03 | 4 | 11 |
| 9 | -191.62 | -2125.56 | 4 | 10 |
| 10 | -184.58 | -2037.54 | 4 | 10 |
| 11 | -181.1 | -2026.02 | 4 | 10 |
| 12 | -177.63 | -2016.82 | 4 | 10 |
| 13 | -172.54 | -2008.06 | 4 | 10 |
| 14 | -166.09 | -2001 | 4 | 10 |
| 15 | -158.38 | -1994.89 | 4 | 10 |

New Modify Delete

Figura 1.19.- Tabla de ruta con información de un móvil





- **Eliminación de ruta de un móvil:** al marcar esta opción, el usuario puede eliminar de forma permanentemente la ruta que se tiene asociada al móvil seleccionado.

1.5.5.5.- Guardado del escenario

Tras realizar las modificaciones pertinentes en el escenario, el usuario puede guardar su contenido. Para ello, se incluye una opción en la aplicación que permite al usuario seleccionar una ruta en la máquina donde se ejecuta la herramienta y determinar el nombre del fichero. De esta forma, se genera un fichero con extensión XML con la configuración correspondiente (Figura 1.20).

```
riga example.xml
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <scenario>
3   <global_settings>
4     <global_duration>20</global_duration>
5     <global_offset>0</global_offset>
6   </global_settings>
7   <fp>
8     <title>FPL_INSCHG</title>
9     <callsign>DEP2001</callsign>
10    <ssrcodeonly>6122</ssrcodeonly>
11    <arctyp>A388</arctyp>
12    <wktrc>J</wktrc>
13    <standid>311</standid>
14    <runway>36</runway>
15    <drwy>36</drwy>
16    <adep>EVRA</adep>
17    <ades>LGAV</ades>
18    <offset>0</offset>
19    <duration>10</duration>
20    <coordinate id="1">212.62 -946.72 4</coordinate>
21    <velocity id="1">3</velocity>
22    <coordinate id="2">154.91 -941.34 4</coordinate>
23    <velocity id="2">3</velocity>
24    <coordinate id="3">154.7 -943.69 4</coordinate>
25    <velocity id="3">3</velocity>
```

Figura 1.20.- Escenario guardado por el usuario desde aplicación

1.5.6.- Comunicaciones del sistema

El sistema presentado precisa de la comunicación en todo momento, y en tiempo real con dos servidores para un correcto funcionamiento, estos son:



- **Servidor de planes de vuelo:** almacena los planes de vuelo que se encuentran activos. El registro de uno nuevo se realiza cuando el móvil entra en el escenario, y su eliminación se lleva a cabo cuando este sale del escenario.
- **Servidor de vigilancia:** gestiona la información de posición y seguimiento de los móviles. Para ello, la aplicación calcula de manera periódica la posición de los mismos, y se la envía al servidor para que la distribuya. El envío de información queda supeditado a la duración del móvil dentro del escenario.

A continuación, en la Figura 1.21, se muestra una descripción gráfica a alto nivel de la información que intercambia la aplicación con los servidores a partir del fichero que inyecta el usuario.

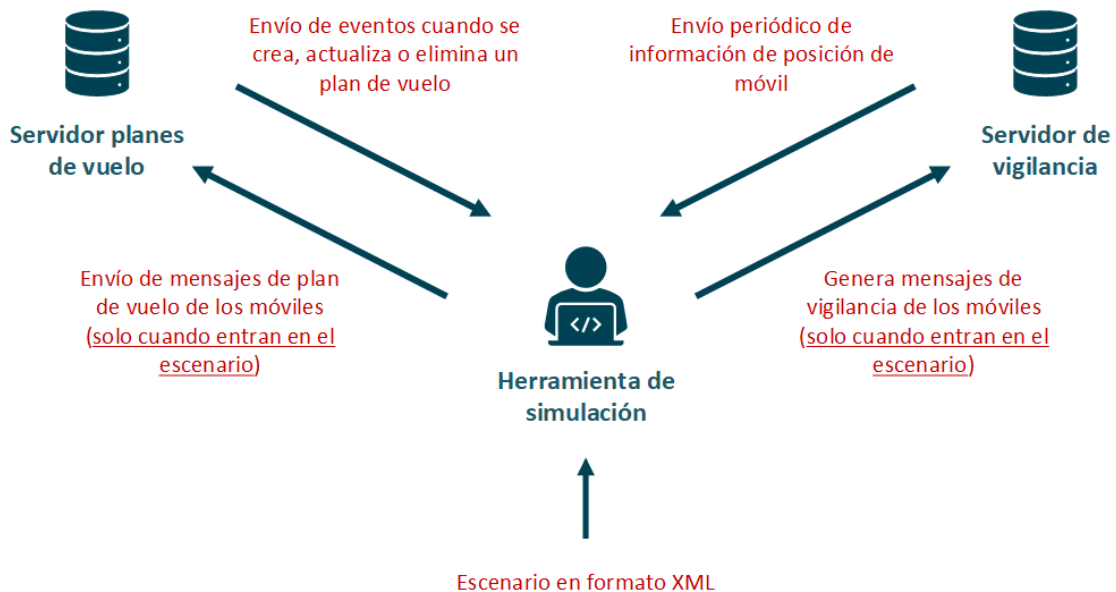
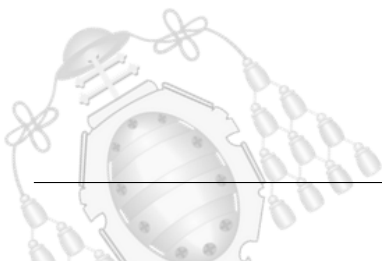


Figura 1.21.- Estructura de comunicaciones de la herramienta

1.5.7.- Modo simulación

Por último, se incluye el modo simulación (Figura 1.22), donde se lleva a cabo el envío de información a los servidores comentado en el apartado anterior.



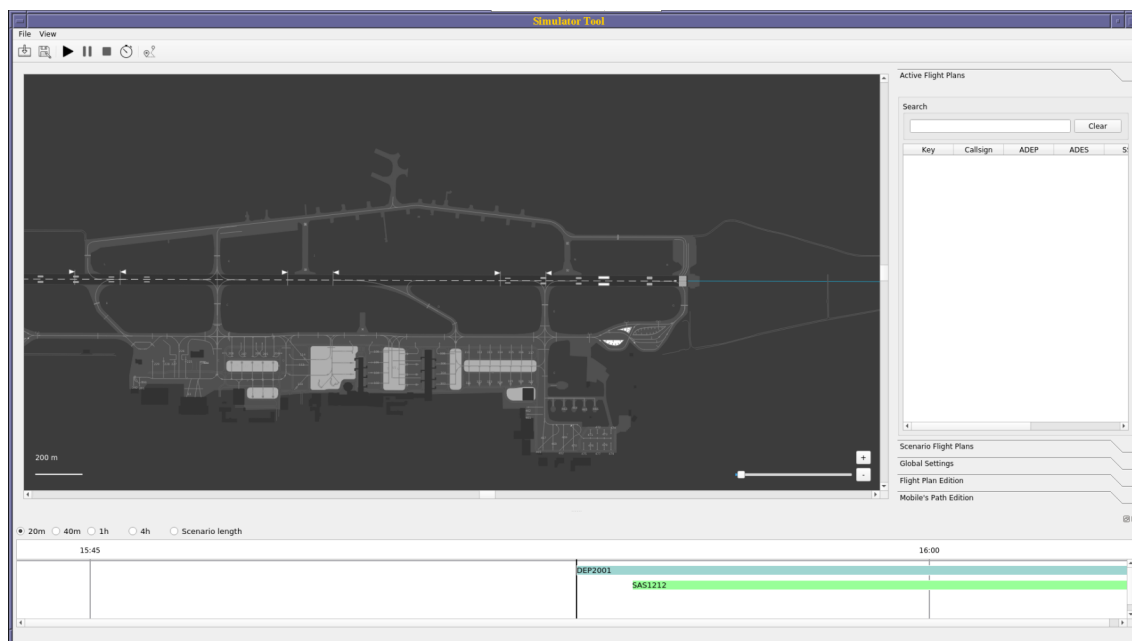
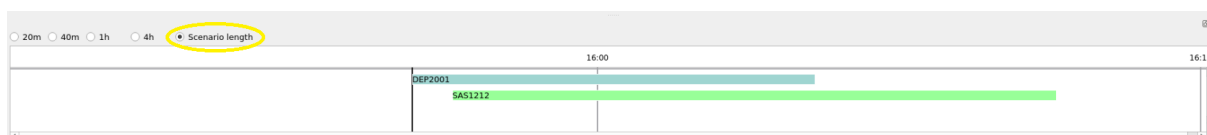


Figura 1.22.- Modo simulación - sin comenzar -

En este modo, se incluye un elemento que toma un papel esencial, la línea temporal. Se actualiza de forma periódica - cada segundo -, de forma que siempre indica la hora actual del sistema. No obstante, los móviles solo actualizan su posición una vez se inicia la simulación, si no se muestran estáticos. Asimismo, se distinguen llegadas - verde - y salidas - azul - por el color asignado. Además, se añade la posibilidad de modificar el zoom temporal como se muestra en la figura 1.23.

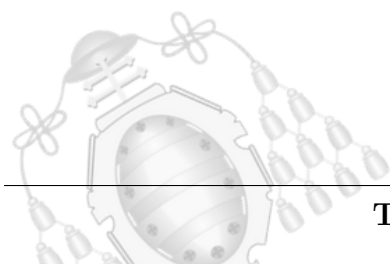


(a) Zoom temporal: 1 hora



(b) Zoom temporal: duración escenario

Figura 1.23.- Variación del zoom temporal





Con el fin de facilitar el uso del modo simulación de la herramienta, se añaden una serie de botones para su gestión (Figura 1.24):

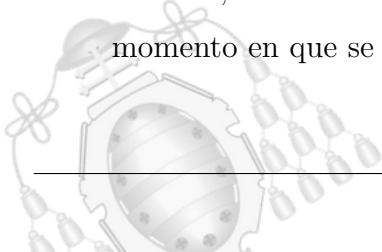
- **Play:** el usuario determina en qué instante se comienza o reinicia la simulación. En este instante, la información de la línea temporal comienzan avanzar en el tiempo, provocando que los móviles entren y salgan del escenario.
- **Pause:** el usuario puede detener temporalmente la simulación cuando lo desee. Esto provocaría que, tanto la información que se muestra en la línea temporal, como la posición de los móviles sobre el mapa, no varíen.
- **Stop:** el usuario puede reiniciar la simulación en cualquier momento, volviendo al instante inicial designado previamente. Esto provocaría que la información recuperase la posición inicial en la línea temporal, y que se elimine toda la información que había cargada en los servidores y en el mapa.
- **Instante de inicio:** la simulación no ha de comenzar necesariamente en $t=0$, sino que el usuario puede modificar dicho valor con el instante de comienzo deseado.



Figura 1.24.- Controles de la simulación

Como se comentaba previamente, una vez se inicia la simulación, los planes de vuelo que se muestran en la línea temporal comienzan a moverse, lo que implica que los móviles entren y salgan del escenario:

- **Entrada de un móvil en el escenario:** ante este suceso, la herramienta se encarga de registrar el plan de vuelo asociado en el servidor correspondiente. Además, se realiza el cálculo de la posición del móvil en cada instante desde el momento en que se registra hasta que se acaba.





En lo que respecta a la interfaz gráfica, se pueden destacar dos grandes cambios cuando esto sucede. En primer lugar, se actualiza la lista de planes de vuelo registrados en el servidor. En segundo lugar, se visualiza la posición del móvil en tiempo real sobre el mapa del aeropuerto (Figura 1.25).

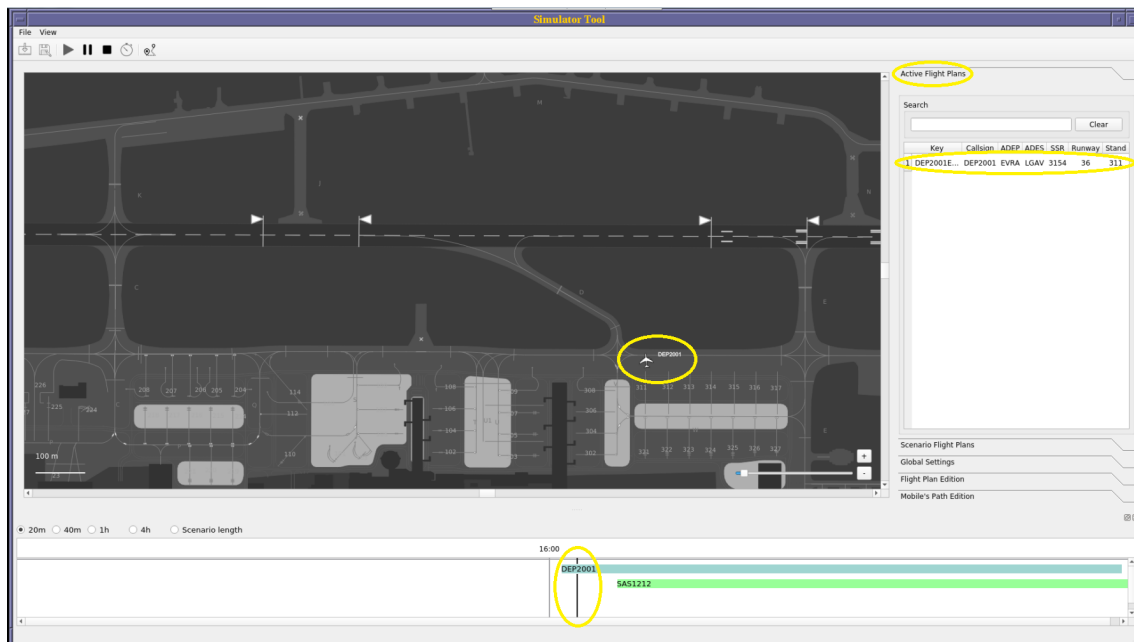
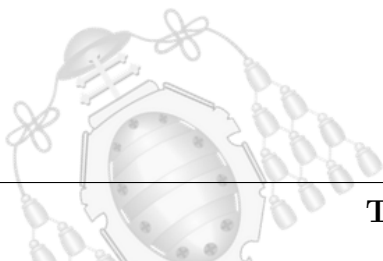


Figura 1.25.- Entrada de un móvil en el escenario en modo simulación

- **Salida de un móvil del escenario:** Se trata de una situación parecida a la anterior, ya que ante la salida de un móvil, la aplicación también ha de comunicarse con ambos servidores. Por un lado, se envía un mensaje de eliminación del plan de vuelo correspondiente. Por otro lado, se deja de enviar información de vigilancia al otro servidor.

En lo que respecta a la interfaz gráfica, se pueden destacar dos grandes cambios cuando esto sucede. En primer lugar, se actualiza la lista de planes de vuelo registrados en el servidor. En segundo lugar, se borran todos los elementos relativos a la posición de dicho móvil dibujados sobre el mapa (Figura 1.26).



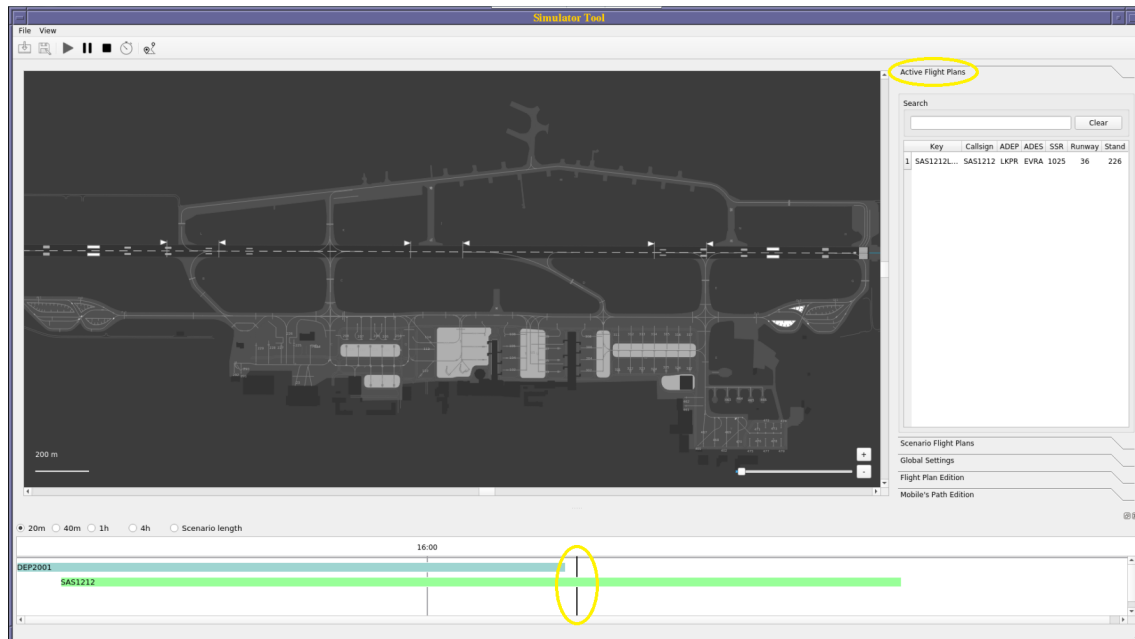


Figura 1.26.- Salida de un móvil del escenario en modo simulación

Cabe destacar que, durante la simulación, el usuario puede visualizar todas las rutas definidas para los móviles, pudiendo verificar así que se sigue la trayectoria esperada. Asimismo, si se sitúa el cursor encima de una de las mismas, esta se resalta y muestra una etiqueta con el identificador del móvil (Figura 1.27).

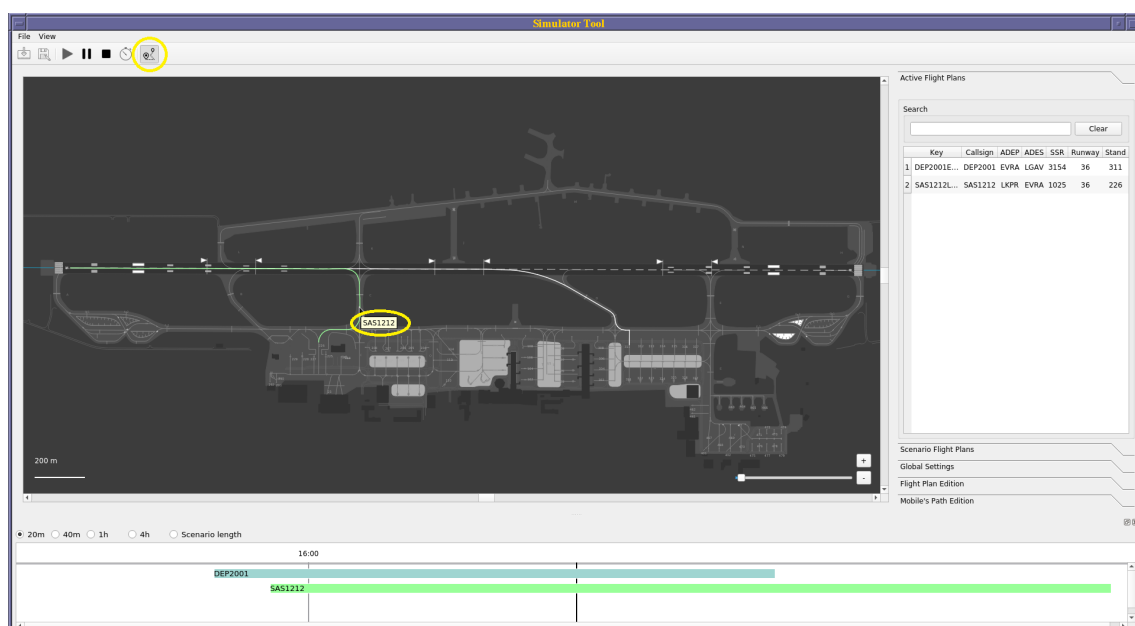


Figura 1.27.- Visualización de todas las rutas durante la simulación



No obstante, si se cuenta con muchas rutas en el escenario, puede resultar tedioso para el usuario tratar de identificar la de un móvil concreto siguiendo esa estrategia. Por ello, la herramienta permite la selección de un plan de vuelo en el timeline, o en la lista de móviles registrados en el servidor, lo cual origina que se muestre resaltada únicamente la ruta asociada al mismo (Figura 1.28).

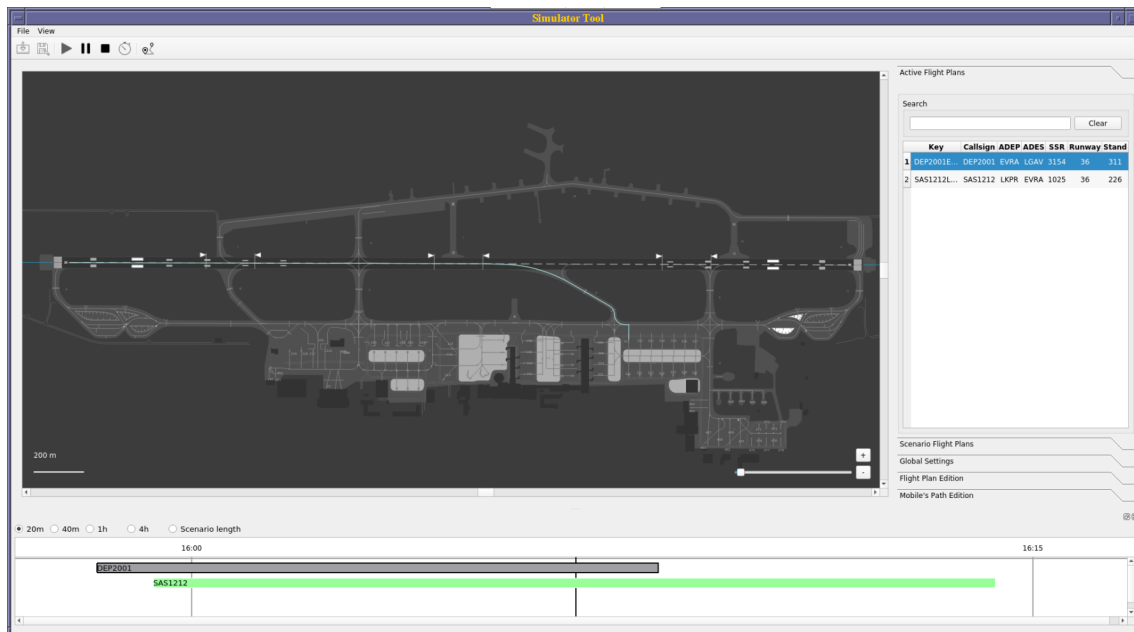


Figura 1.28.- Visualización de una ruta resaltada durante la simulación

1.6.- Planificación temporal

A lo largo de la siguiente sección se detalla la planificación temporal que se ha seguido para el desarrollo de este proyecto. Asimismo, se incluye una breve descripción de las tareas realizadas.

1.6.1.- Organización temporal

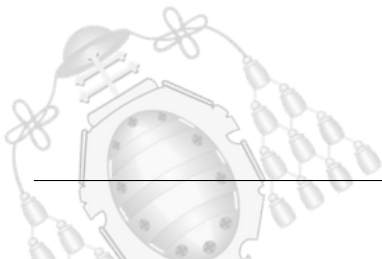
Se incluye a continuación el diagrama de Gantt (Figura 1.29), el cual recoge de forma organizada en el tiempo todas las tareas realizadas. Se establece como comienzo del proyecto el día 4 de febrero de 2020, y como fecha de finalización el 17 de julio de 2020.



1.6.2.- Descripción de las tareas

Las principales tareas realizadas en este proyecto han sido:

1. **Formación:** con el fin de abordar el proyecto de forma correcta y eficiente, se establece una fase previa al desarrollo de la herramienta, en la cual se aprende terminología relativa a la gestión de tráfico aéreo. De manera simultánea, se realizan tutoriales de repaso y formación adicional en tecnologías ya conocidas como C++, Qt y Git.
2. **Familiarización con herramientas existentes:** debido a uno de los objetivos principales del proyecto - unificar múltiples herramientas existentes -, es primordial conocer y utilizar aquellas aplicaciones ya desarrolladas por la empresa.
3. **Extracción de clases comunes:** tras conocer las herramientas, y como toma de contacto con el código, se plantea la extracción de aquellas clases comunes a la herramienta de Routing. Consiguiendo así una primera versión de la interfaz donde se muestra el mapa y se permite una ligera interacción con el mismo.
4. **Mejoras mapa:** el mapa ya permite funciones básicas. No obstante, se estipula la adición de un slider y dos botones para modificar el zoom, así como una escala del mapa.
5. **Tratamiento de escenario desde fichero XML:** para poder realizar simulaciones, es preciso que la herramienta permita cargar escenarios desde un fichero de texto. Por ello, se incluye un editor en la aplicación que permite: cargar, editar, guardar y ejecutar escenarios.





6. **Modo simulación:** una vez la herramienta permite cargar un escenario, se procede con el diseño y desarrollo del modo simulación. En este modo se consigue que la herramienta:

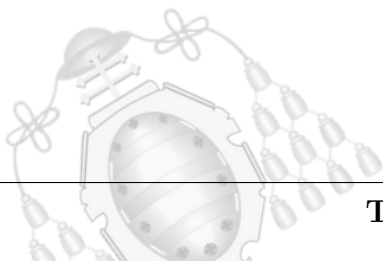
- Genere y envíe planes de vuelo al servidor correspondiente, y, posteriormente, muestre en la herramienta aquellos que han sido registrados.
- Incluya una línea temporal donde se puede observar la duración total del escenario y la de los planes de vuelo.
- Genere y envíe información de seguimiento de los móviles al servidor correspondiente, y, posteriormente, muestre en la mapa la posición del móvil en tiempo real.
- Controle los envíos a los servidores en función de la entrada y salida de los planes de vuelo en el escenario.
- Muestre las rutas de los diferentes planes de vuelo.
- Incluya botones que permitan iniciar, pausar o reiniciar la simulación.

7. **Barra de herramientas:** con el fin de crear una herramienta lo más amigable posible, se incluye una barra de herramientas con las acciones principales.

8. **Modo edición:** por último, se incluye el modo edición en la herramienta. Este permite la modificación de escenarios de forma más sencilla e intuitiva para el usuario, ya que no existe la necesidad de alterar el fichero de texto directamente.

Para ello, se añaden múltiples pestañas en las cuales se permite:

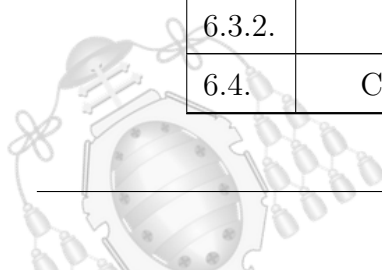
- Ver la lista de planes de vuelo que componen el escenario.
- Modificar los parámetros globales.
- Crear, modificar o eliminar planes de vuelo.
- Crear, modificar o eliminar rutas.





9. **Redacción documentación del proyecto:** para finalizar, una vez se tiene la amplia totalidad de la herramienta, se procede con la elaboración de la documentación donde se incluye: memoria, presupuesto y documentos técnicos.

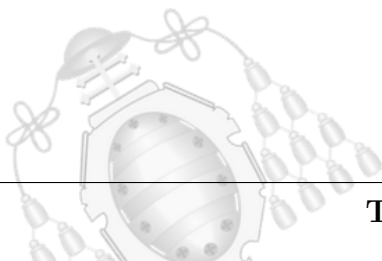
| EDT | Nombre de la Tarea |
|--------|--|
| 1. | Formación |
| 1.1. | Formación en Gestión de Tráfico Aéreo |
| 1.2. | Formación en C++ |
| 1.3. | Formación en Qt |
| 1.4. | Formación en Git |
| 2. | Familiarización con herramientas existentes |
| 3. | Extracción de clases comunes |
| 4. | Mejoras mapa |
| 4.1. | Slider para hacer zoom |
| 4.2. | Botones para hacer zoom |
| 4.3. | Escala de mapa |
| 5. | Tratamiento de escenario desde fichero XML |
| 5.1. | Cargado de escenario |
| 5.2. | Edición de escenario |
| 5.3. | Guardado de escenario |
| 5.4. | Ejecución de escenario |
| 6. | Modo simulación |
| 6.1. | Información de planes de vuelo |
| 6.1.1. | Comunicación con servidor de planes de vuelo |
| 6.1.2. | Lista de planes de vuelo registrados |
| 6.2. | Timeline |
| 6.3. | Información de seguimiento |
| 6.3.1. | Comunicación con servidor de seguimiento |
| 6.3.2. | Dibujado de posición en mapa |
| 6.4. | Control de envíos a servidores |





| | |
|--------|--------------------------------------|
| 6.4.1. | Envío información de planes de vuelo |
| 6.4.2. | Envío información de seguimiento |
| 6.5. | Visibilidad de rutas de los móviles |
| 6.6. | Botones de control de reproducción |
| 7. | Barra de herramientas |
| 8. | Modo edición |
| 8.1. | Lista de planes de vuelo escenario |
| 8.2. | Configuración de parámetros globales |
| 8.3. | Configuración de planes de vuelo |
| 8.4. | Configuración de rutas |
| 9. | Redacción documentación del proyecto |
| 9.1. | Memoria |
| 9.2. | Presupuesto |
| 9.3. | Documentos técnicos |

Tabla 1.2.- Descomposición de las tareas realizadas en el proyecto



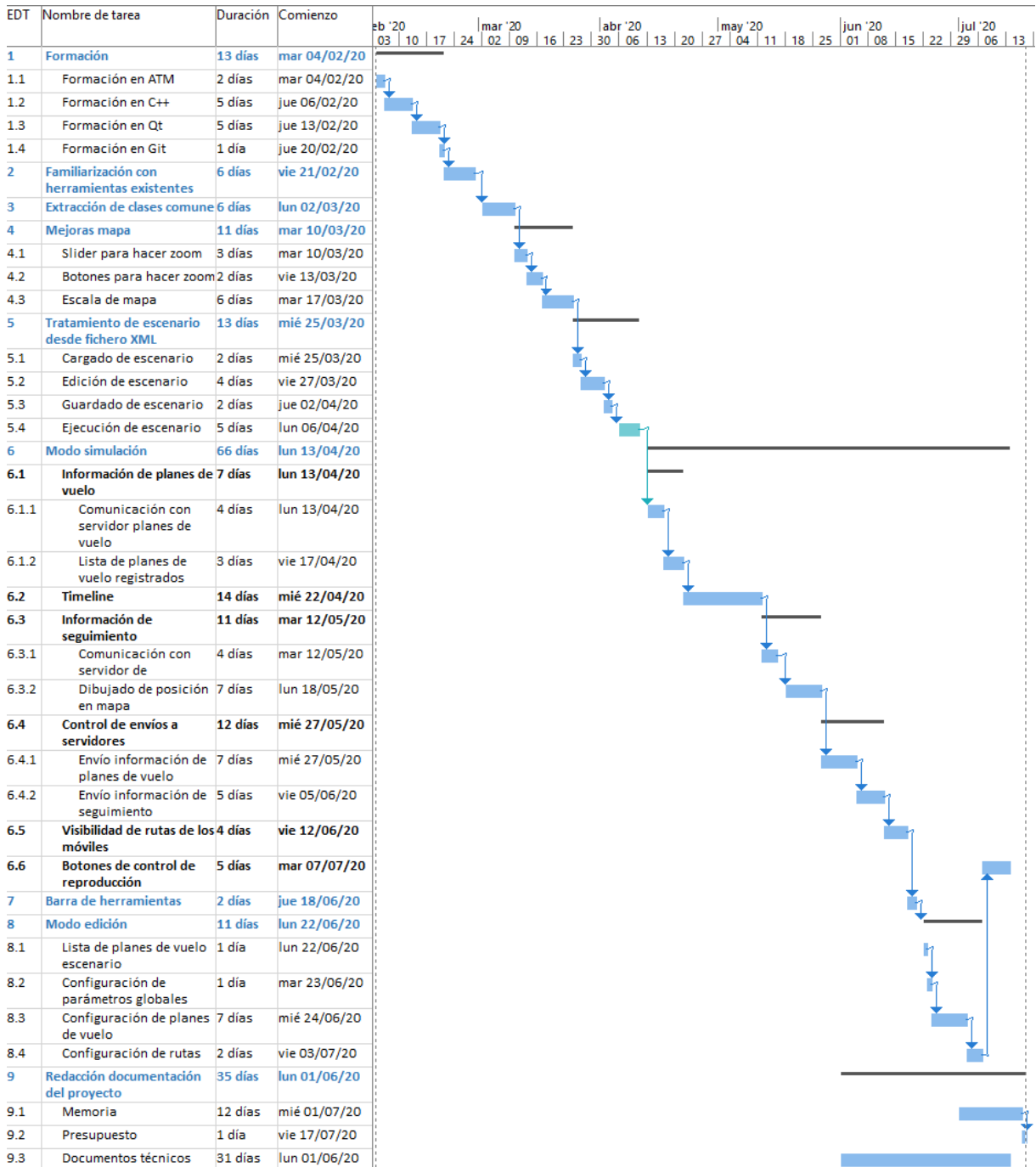
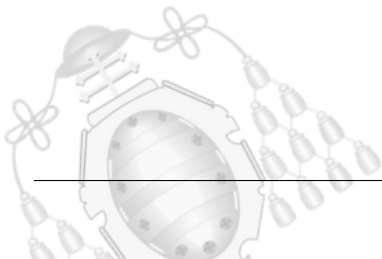


Figura 1.29.- Diagrama de Gantt





1.7.- Conclusiones

Tras finalizar el desarrollo de la herramienta se puede concluir que se han cumplido los objetivos indicados al comienzo de la documentación dentro del período de tiempo estipulado.

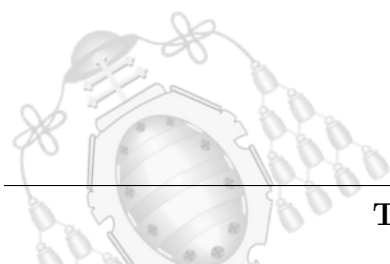
Se ha conseguido diseñar una aplicación capaz de englobar funcionalidades de diversas herramientas previamente diseñadas por Indra, además de añadir nuevos requerimientos que complementan lo que ya se tenía.

Al unificar en una sola aplicación toda la información, se ha conseguido reducir considerablemente el número de herramientas necesarias para generar un escenario y simularlo, lo cual conlleva una reducción de la complejidad de manejo para el usuario, haciendo que sea más fácil la realización de pruebas.

Por otro lado, se permite comenzar simulaciones desde un punto concreto, lo cual supone una gran ventaja con respecto a lo que se tenía previamente, ya que el usuario puede evitar el tiempo de espera hasta que la simulación llega por sí sola a dicho instante.

En lo que respecta a la generación de escenarios, se incluye toda la información en un solo fichero, lo cual facilita la búsqueda de un móvil y sus parámetros. Asimismo, se cambia el formato a XML, ya que es fácilmente procesable y más sencillo de leer para el usuario. Además, dicho formato se adecúa al resto de ficheros de configuración del sistema.

En definitiva, el uso de una herramienta de simulación unificada con interfaz gráfica que facilite su utilización al usuario, se traduce en una clara reducción del tiempo de testeo de situaciones de tráfico aéreo.

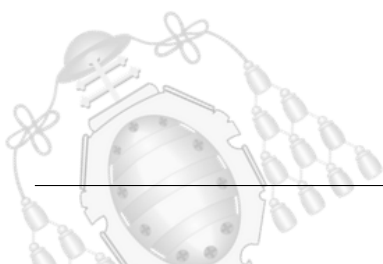




1.8.- Líneas futuras

A continuación, se incluyen algunas funcionalidades que mejorarían la versión actual de la herramienta, quedando pendiente su realización en el futuro:

- El usuario ha de poder adelantar o retroceder la simulación el tiempo que desee, pudiendo así conocer el estado de los móviles en otro punto de la misma. Para ello, se ha de incluir la posibilidad de que el usuario pueda saltar a cualquier punto de la línea temporal.
- El usuario ha de poder ajustar la velocidad de simulación.
- El usuario ha de poder seleccionar qué planes de vuelo del fichero que se carga son los que componen la simulación.
- El usuario ha de poder seleccionar cualquier parámetro de los que componen un plan de vuelo y modificar su valor. De forma que, los parámetros modificables a través del modo edición no se limitan únicamente a los de la lista reducida que se muestra en la versión actual.
- La aplicación ha de poder generar mensajes de vigilancia en función de las rutas del *Surface Routing Server* y las autorizaciones dadas para cada plan de vuelo.





2. Presupuesto

En el siguiente capítulo se recoge la suma total de dinero que ha sido necesaria para cubrir todos los gastos asociados al desarrollo e implementación de la herramienta. Para ello, se divide el presupuesto en tres capítulos principales donde se incluyen las partidas presupuestarias correspondientes:

- **Capítulo 1 - Presupuesto hardware:** Material hardware que ha sido necesario para el desarrollo e implementación de la herramienta. Este ha sido proporcionado en todo momento por Indra.
- **Capítulo 2 - Presupuesto software:** Licencias software que ha sido necesario adquirir para el desarrollo e implementación de la herramienta.
- **Capítulo 3 - Presupuesto de mano de obra:** Gastos originados por los recursos humanos que han sido necesarios para el desarrollo e implementación de la herramienta.

2.1.- Capítulo 1 - Presupuesto hardware

En lo que respecta al presupuesto hardware, se incluyen los siguientes elementos:

- **Servidor:** Se accede al mismo de forma remota para desarrollar y probar la herramienta. Algunas de las características que presenta son:
 - Procesador: Intel Xeon E3 @ 2.4GHz
 - Memoria RAM: 32 GB
 - Sistema operativo: CentOS Linux
- **Ordenador portátil:** Se utiliza para acceder de forma remota al servidor. Algunas de las características que presenta son:
 - Procesador: Core i5 vPro @ 1.6GHz
 - Memoria RAM: 8 GB
 - Sistema operativo: Windows





– Tamaño: 14”

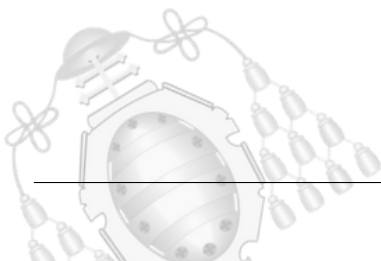
- **Monitor PC:** Pantalla de 24” utilizada para ampliar el escritorio del ordenador portátil.
- **Cable VGA:** Cable macho-macho que permite conectar el monitor al ordenador portátil.
- **Cable Ethernet:** Cable utilizado para conectar el ordenador portátil a la red.

| ID | Descripción | Unidad medida | Cantidad | Precio unitario (€) | Importe (€) |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------|---------------------|-------------|
| 1.1 | Servidor | Uds. | 1 | 1625.85 | 1625.85 |
| 1.2 | Ordenador portátil | Uds. | 1 | 499.99 | 499.99 |
| 1.3 | Monitor PC | Uds. | 1 | 89.99 | 89.99 |
| 1.4 | Cable VGA | Uds. | 1 | 7.65 | 7.65 |
| 1.5 | Cable Ethernet | Uds. | 1 | 6.99 | 6.99 |
| Total hardware | | | | | 2230.47 |

Tabla 2.1.- Partida presupuestaria hardware

2.1.1.- Amortización hardware

El gasto total incluido en 2.4, no coincide con el coste real del hardware. Esto se debe a que los dispositivos cuentan con una antigüedad, habiendo sido usados previamente para otros proyectos, por lo que la inversión no se ha realizado de forma específica para este proyecto. Con el fin de obtener un presupuesto más ajustado a la realidad, se realiza la amortización de dichos dispositivos.





| ID | Cuota adquisición (€) | Vida útil (años) | Cuota mensual (€) | Tiempo de uso (meses) | Amortización (€) |
|----------------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| 1.1 | 1625.85 | 4 | 33.87 | 6 | 203.22 |
| 1.2 | 499.99 | 4 | 10.42 | 6 | 62.52 |
| 1.3 | 89.99 | 10 | 0.75 | 6 | 4.5 |
| 1.4 | 7.65 | 2 | 0.32 | 6 | 1.92 |
| 1.5 | 6.99 | 2 | 0.29 | 6 | 1.74 |
| Total amortizado hardware | | | | | 273.90 |

Tabla 2.2.- Amortización hardware

2.2.- Capítulo 2 - Presupuesto software

A diferencia de la parte hardware, los elementos software involucrados en este proyecto no incurren en costes. Esto se debe a que las herramientas utilizadas a lo largo del mismo son de distribución libre o se cuenta con la licencia de estudiante de la Universidad de Oviedo. No obstante, a continuación, se añade una lista de los programas empleados:

- **S.O. Windows:** sistema operativo instalado en el ordenador portátil, por lo que se asume un coste de licencia cero, ya que va incluido en el precio del dispositivo previamente añadido.
- **S.O. Linux:** sistema operativo de código abierto instalado en el servidor, cuya licencia no supone ningún coste.
- **Qt Creator:** IDE multi plataforma utilizado para la creación de interfaces gráficas de usuario. Se trata de un software libre, por lo que el gasto que supone es nulo. [4]
- **SuperPuTTY:** aplicación de Windows con una funcionalidad similar a PuTTY; no obstante, incluye una interfaz con pestañas que facilita la gestión de múltiples



conexiones a la vez. Al igual que PuTTY, se trata de una aplicación de código abierto y gratuita. [5]

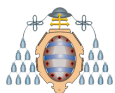
- **FileZilla:** programa que permite conectarse a una máquina remota para la transferencia de archivos. Tanto el cliente como el servidor son de código abierto y software libre. [6]
- **Visual Studio Code:** editor de código fuente desarrollado por Microsoft, gratuito y de código abierto. [7]
- **UltraVNC Viewer:** software libre de escritorio remoto, utilizado para visualizar la pantalla del ordenador remoto en la pantalla del portátil. [8]
- **Git:** software de control de versiones. En lo que respecta a derechos de autor es un software libre, por lo que no existe coste añadido para el proyecto. [9]
- **Overleaf:** programa *online* gratuito utilizado para la realización de la documentación. [10]
- **Microsoft Visio:** programa utilizado para la realización de dibujos explicativos incluidos en la memoria. Se hace uso de la licencia de estudiante de la universidad.
- **Microsoft Project:** programa utilizado para la realización del diagrama de Gantt. Se hace uso de la licencia de estudiante de la universidad.

Se puede concluir por lo tanto, que la parte que respecta al software, ha supuesto un gasto nulo para el proyecto.

2.3.- Capítulo 3 - Presupuesto de mano de obra

Por último, se incluye un capítulo con la partida presupuestaria asociada a la mano de obra de ingeniería que ha sido necesaria para el diseño, desarrollo y verificación del sistema.





Antes de nada, cabe destacar que los precios por hora asociados a un empleado en la partida presupuestaria no se corresponden con el sueldo únicamente, sino que también se incluyen una serie de gastos indirectos (seguridad social, dietas, etc).

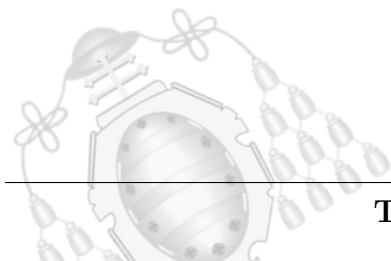
| ID | Descripción | Unidad medida | Cantidad | Precio unitario (€) | Importe (€) |
|---------------------------|-------------------|---------------|----------|---------------------|-------------|
| 2.1 | Análisis y diseño | Horas | 100 | 30 | 3000 |
| 2.2 | Desarrollo | Horas | 450 | 20 | 9000 |
| 2.3 | Verificación | Horas | 50 | 25 | 1250 |
| Total mano de obra | | | | | 13250 |

Tabla 2.3.- Partida presupuestaria mano de obra

2.4.- Resumen presupuesto

Una vez definidas todas las partidas, se realiza un resumen de los importes obtenidos. El resultado conseguido de la suma se denomina presupuesto de ejecución material (PEM). Sin embargo, a este valor hay que añadirle el beneficio industrial - aproximadamente un 7% - y los gastos generales - aproximadamente un 12% -, estos últimos componen todo coste que tiene el proyecto que no se puede incluir en una partida (gastos de luz, secretaría, hardware, etc). Tras incluir estos gastos, se tendría el presupuesto de ejecución por contrata (PEC).

Dado que el proyecto se desarrolla en España, este valor no sería el total, sino que sería preciso añadir los impuestos correspondientes, es decir, el IVA - aproximadamente un 21% -.

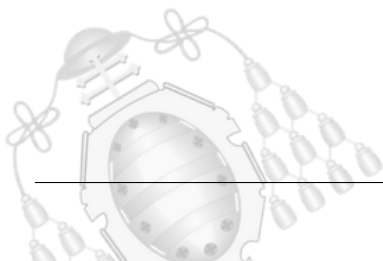




| ID | Descripción | Importe (€) |
|---|-----------------------------------|-------------|
| 3.1 | Capítulo 1 - Presupuesto hardware | 273.90 |
| 3.2 | Capítulo 2 - Presupuesto software | 0 |
| 3.3 | Capítulo 3 - Mano de obra | 13250 |
| Presupuesto ejecución material | | 13523.90 |
| Beneficio industrial (7 %) | | 946.67 |
| Gastos generales (12 %) | | 1622.87 |
| Presupuesto ejecución por contrata (sin IVA) | | 16093.44 |
| IVA (21 %) | | 3379.62 |
| Presupuesto ejecución por contrata | | 19473.06 |

Tabla 2.4.- Resumen presupuesto proyecto

El presupuesto total asciende a la cuantía de DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS SEIS CÉNTIMOS #19473.06#.





3. Documentos técnicos

En este capítulo se recogen algunos de los documentos para la definición de un sistema software que componen la metodología MÉTRICA versión 3. Dichos documentos son: requisitos, casos de uso, diagrama de ventanas y pruebas.

3.1.- Requisitos

En primer lugar, se presentan los requisitos, es decir, todas las funcionalidades que ha de presentar el sistema. Se divide esta sección en dos bloques claramente diferenciados: requisitos funcionales y requisitos no funcionales. Cada uno de estos requisitos ha de estar compuesto de los siguientes campos:

1. **ID:** identificador único del requisito. Se sigue la siguiente sintaxis para su definición: RF-XXX-YY para requisitos funcionales, o, RNF-XXX-YY para requisitos no funcionales. Donde XXX corresponde con la categoría de requisito y solo incluye caracteres alfabéticos, e YY corresponde con dos caracteres numéricos que permiten la identificación del requisito dentro de dicha categoría.
2. **Nombre:** nombre del requisito.
3. **Descripción:** descripción breve del requisito.
4. **Prioridad:** prioridad asociada al requisito. Únicamente puede tomar uno de los siguientes valores: alta, media o baja.

3.1.1.- Requisitos funcionales

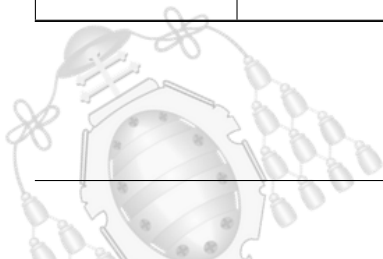
Los requisitos funcionales son aquellas características del sistema que definen una funcionalidad. Se recogen a continuación los diferentes requisitos funcionales, agrupando los mismos según categoría.





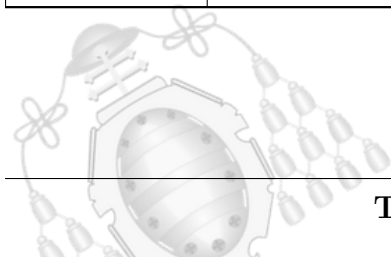
3.1.1.1.- Vista del mapa

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|-------------------|---|-----------|
| RF-MAP-01 | Elección capas | La aplicación ha de permitir modificar la visibilidad de las diferentes capas del mapa del aeropuerto, dejando al usuario libertad total en la elección. | Alta |
| RF-MAP-02 | Elección áreas | La aplicación ha de permitir modificar la visibilidad de las diferentes áreas del mapa del aeropuerto, dejando al usuario libertad total en la elección. | Alta |
| RF-MAP-03 | Zoom | La aplicación ha de permitir modificar el zoom del mapa del aeropuerto. | Alta |
| RF-MAP-04 | Rotación | La aplicación ha de permitir modificar la rotación del mapa del aeropuerto. | Alta |
| RF-MAP-05 | Desplazamiento | La aplicación ha de permitir modificar el desplazamiento del mapa del aeropuerto. | Alta |
| RF-MAP-06 | Capas por defecto | La aplicación ha de permitir determinar qué capas del mapa se cargan por defecto al iniciar la aplicación. Si el usuario no cambia la configuración preestablecida, se han de mostrar por defecto todas las capas. | Media |





| | | | |
|-----------|----------------------------|--|-------|
| RF-MAP-07 | Áreas por defecto | <p>La aplicación ha de permitir determinar qué áreas del mapa se cargan por defecto al iniciar la aplicación.</p> <p>Si el usuario no cambia la configuración preestablecida, no se ha de mostrar ningún área por defecto.</p> | Media |
| RF-MAP-08 | Zoom por defecto | <p>La aplicación ha de permitir establecer el zoom del mapa al iniciar la aplicación.</p> <p>Si el usuario no cambia la configuración preestablecida, el valor por defecto del zoom ha de ser 1.</p> | Media |
| RF-MAP-09 | Rotación por defecto | <p>La aplicación ha de permitir establecer la rotación del mapa al iniciar la aplicación.</p> <p>Si el usuario no cambia la configuración preestablecida, el valor por defecto de la rotación ha de ser 0.</p> | Media |
| RF-MAP-10 | Desplazamiento por defecto | <p>La aplicación ha de permitir establecer el desplazamiento del mapa al iniciar la aplicación.</p> <p>Si el usuario no cambia la configuración preestablecida, el valor por defecto del desplazamiento ha de ser (0, 0).</p> | Media |



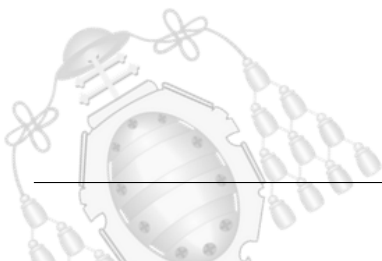


| | | | |
|-----------|-------------|--|------|
| RF-MAP-11 | Escala mapa | La aplicación ha de mostrar una escala en la que se establece la relación entre las dimensiones reales del aeropuerto y la pantalla. | Baja |
| RF-MAP-12 | Zoom in | La aplicación ha de permitir aumentar el zoom del mapa de manera gráfica. | Baja |
| RF-MAP-13 | Zoom out | La aplicación ha de permitir reducir el zoom del mapa de manera gráfica. | Baja |

Tabla 3.1.- Requisitos funcionales asociados a la vista del mapa

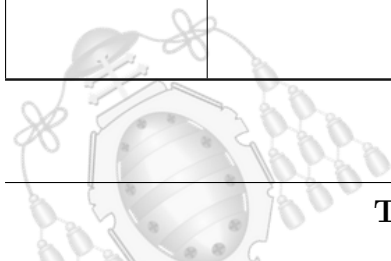
3.1.1.2.- Menú

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|---------------------|---|-----------|
| RF-MEN-01 | Configuración capas | La aplicación ha de permitir que el usuario pueda visualizar todas las capas del mapa y determinar de forma sencilla cuáles de las mismas se encuentran activas en ese momento. | Media |
| RF-MEN-02 | Configuración áreas | La aplicación ha de permitir que el usuario pueda visualizar todas las áreas del mapa y determinar de forma sencilla cuáles de las mismas se encuentran activas en ese momento. | Media |





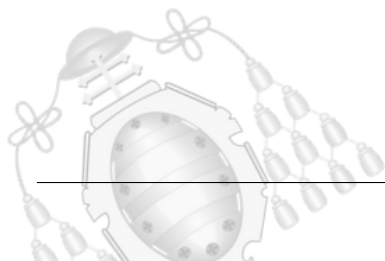
| | | | |
|-----------|--------------------------------|--|-------|
| RF-MEN-03 | Guardar configuración actual | <p>La aplicación ha de permitir guardar en tiempo de ejecución la configuración actual del mapa, de forma que, al iniciarse de nuevo se utilicen esos valores por defecto. Se incluye en esta configuración:</p> <ul style="list-style-type: none">– Zoom– Rotación– Desplazamiento– Capas visibles del mapa– Áreas visibles del mapa | Media |
| RF-MEN-04 | Modificar configuración actual | <p>La aplicación ha de permitir modificar en tiempo de ejecución la configuración del mapa. De forma que, se puedan aplicar en el momento los cambios. Además, al iniciarse de nuevo se utilicen esos valores por defecto.</p> <p>Se incluye en esta configuración:</p> <ul style="list-style-type: none">– Zoom– Rotación– Desplazamiento– Capas visibles del mapa– Áreas visibles del mapa | Media |
| RF-MEN-05 | Configuración escenario | <p>El usuario ha de poder abrir de forma sencilla una ventana emergente donde se muestre el editor de texto que permita crear, cargar, modificar, ejecutar o guardar un escenario desde un fichero XML.</p> | Alta |





| | | | |
|-----------|---------------------------------|---|------|
| RF-MEN-06 | Guardar configuración escenario | La aplicación ha de permitir guardar la información de un escenario que ha sido modificado haciendo uso del modo edición de la misma. | Alta |
| RF-MEN-07 | Visualización <i>timeline</i> | El usuario ha de poder visualizar u ocultar el <i>timeline</i> . Esta opción queda inhabilitada hasta que se carga un escenario. | Baja |
| RF-MEN-08 | Visualización planes de vuelo | El usuario ha de poder visualizar u ocultar la tabla que contiene los planes de vuelo registrados en el servidor (RNF-TEC-01). Esta opción queda inhabilitada hasta que se carga un escenario. | Baja |
| RF-MEN-09 | Visualización rutas móviles | El usuario ha de poder visualizar u ocultar todas las rutas de los móviles sobre el mapa en cualquier momento. Esta opción queda inhabilitada hasta que se carga un escenario y comienza el modo simulación. | Alta |
| RF-MEN-10 | Atajos teclado | El usuario ha de poder realizar el mayor número de acciones del menú mediante atajos de teclado. | Baja |
| RF-MEN-11 | Barra herramientas | El usuario ha de poder acceder a las acciones del menú más comúnmente utilizadas, o con una prioridad más elevada a través de la barra de herramientas. | Baja |

Tabla 3.2.- Requisitos funcionales asociados al menú

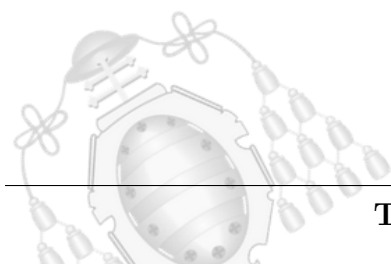




3.1.1.3.- Almacenamiento de la información del escenario

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|--------------------|--|-----------|
| RF-STO-01 | Fichero único | La aplicación ha de recoger toda la información relativa al escenario de un único fichero. | Alta |
| RF-STO-02 | Texto plano | La aplicación ha de ser capaz de leer la información del escenario de un fichero escrito en formato XML. | Media |
| RF-STO-03 | Información global | La aplicación ha de ser capaz de extraer la información general – relativa a todo aquello que engloba el escenario – del comienzo del fichero. Asimismo, ha de identificar el valor global de duración y el de offset como valores por defecto para aquellos móviles cuyos campos estén vacíos. | Media |
| RF-STO-04 | Información móvil | La aplicación ha de ser capaz de extraer la siguiente información de cada móvil incluida en el fichero: <ul style="list-style-type: none">– Información relativa al plan de vuelo– Instante de entrada en el escenario– Instante de salida del escenario– Ruta del móvil– Velocidad del móvil en cada punto de la ruta | Media |

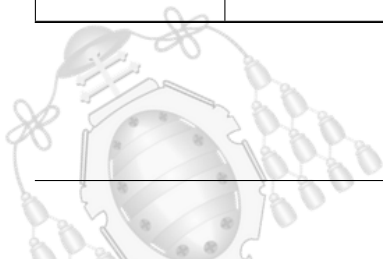
Tabla 3.3.- Requisitos funcionales asociados al almacenamiento del escenario





3.1.1.4.- Tratamiento de la información del fichero XML

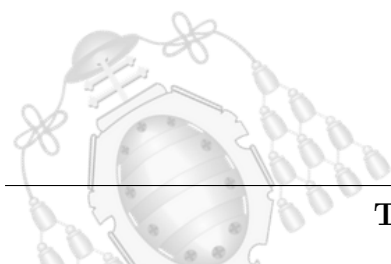
| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|--------------------------|---|-----------|
| RF-SCE-01 | Cargar escenario | El usuario ha de poder cargar un escenario en el editor de texto de la aplicación desde un fichero que se localice en cualquier ruta de la máquina donde esta se ejecuta. | Alta |
| RF-SCE-02 | Guardar escenario | El usuario ha de poder guardar el escenario localizado en el editor de texto de la aplicación en un fichero en cualquier ruta deseada. | Alta |
| RF-SCE-03 | Aplicar escenario | El usuario ha de poder ejecutar el escenario en la aplicación una vez ha sido cargado en el editor de texto de la aplicación. | Alta |
| RF-SCE-04 | Cancelar escenario | El usuario ha de poder cancelar un escenario, una vez ha sido cargado en el editor de texto de la aplicación, siempre que no se haya ejecutado. | Alta |
| RF-SCE-05 | Borrar escenario cargado | El usuario ha de poder borrar toda la información cargada en el editor de texto de la aplicación de manera sencilla. | Baja |
| RF-SCE-06 | Copiar | El usuario ha de poder copiar información del editor de texto de la aplicación. | Baja |
| RF-SCE-07 | Cortar | El usuario ha de poder cortar información del editor de texto de la aplicación. | Baja |





| | | | |
|-----------|----------------|--|------|
| RF-SCE-08 | Pegar | El usuario ha de poder pegar información en el editor de texto de la aplicación. | Baja |
| RF-SCE-09 | Deshacer | El usuario ha de poder deshacer acciones del editor de texto de la aplicación. | Baja |
| RF-SCE-10 | Rehacer | El usuario ha de poder rehacer acciones del editor de texto de la aplicación. | Baja |
| RF-SCE-11 | Buscar | El usuario ha de poder buscar palabras o frases dentro del editor de texto de la aplicación. Este ha de mostrar de forma resaltada la información que coincide. | Baja |
| RF-SCE-12 | Atajos teclado | El usuario ha de poder realizar en el editor de texto, mediante atajos de teclado, las acciones indicadas en los requisitos RF-SCE-01, RF-SCE-02, y aquellos comprendidos entre RF-SCE-06 y RF-SCE-11. | Baja |

Tabla 3.4.- Requisitos funcionales asociados al tratamiento del fichero XML



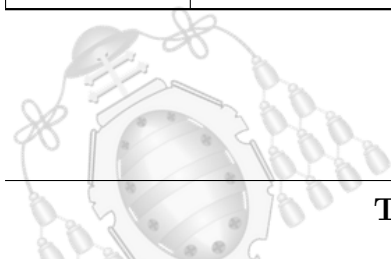


3.1.1.5.- Modo edición

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|--|--|-----------|
| RF-EDI-01 | Modo edición | <p>La aplicación ha de contar con un modo edición que permita la creación, modificación o eliminación de móviles dentro de un escenario, este ha de estar cargado previamente desde un fichero XML.</p> <p>Este modo ha de permitir visualizar y editar la información cargada:</p> <ul style="list-style-type: none">- Parámetros globales- Parámetros del plan de vuelo- Duración y offset dentro del escenario- Ruta y velocidad de los móviles <p>La información introducida por el usuario ha de ser validada por la aplicación.</p> | Alta |
| RF-EDI-02 | Lista móviles en escenario | <p>La aplicación ha de incluir una lista con todos los móviles que componen el escenario cargado.</p> | Alta |
| RF-EDI-03 | Búsqueda móvil en lista escenario | <p>La aplicación ha de incluir un buscador que permita encontrar de forma sencilla y rápida si un móvil es parte del escenario que se ha cargado.</p> | Media |
| RF-EDI-04 | Selección plan de vuelo en lista escenario | <p>El usuario ha de poder seleccionar el plan de vuelo asociado a un móvil de los mostrados en la lista que componen el escenario con el fin de ser redirigido a la ventana de edición de sus parámetros.</p> | Baja |

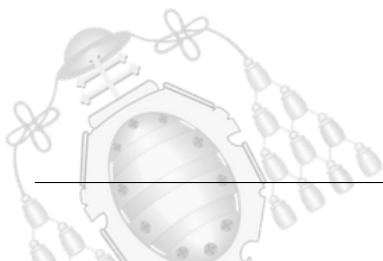


| | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|
| RF-EDI-05 | Edición parámetros globales | La aplicación ha de permitir la modificación de los parámetros globales de un escenario, es decir, la duración y el offset. | Alta |
| RF-EDI-06 | Selección móvil a editar | El usuario ha de poder determinar qué plan de vuelo o ruta de los que componen el escenario desea editar. | Alta |
| RF-EDI-07 | Creación plan de vuelo | <p>El usuario ha de poder crear planes de vuelo desde cero dentro de un escenario que haya sido cargado previamente.</p> <p>Asimismo, tras su creación, la aplicación ha de actualizar la lista de móviles que componen dicho escenario.</p> <p>Es obligatorio cumplimentar todos los campos descritos en RF-EDI-01 antes de incluirlo.</p> | Alta |
| RF-EDI-08 | Modificación plan de vuelo | <p>El usuario ha de poder modificar un plan de vuelo de los que componen el escenario que ha sido cargado previamente.</p> <p>Asimismo, tras su modificación, la aplicación ha de actualizar la lista de móviles que componen dicho escenario.</p> <p>Es obligatorio cumplimentar todos los campos descritos en RF-EDI-01 antes de incluirlo.</p> | Alta |





| | | | |
|-----------|---------------------------|--|------|
| RF-EDI-09 | Eliminación plan de vuelo | <p>El usuario ha de poder eliminar un plan de vuelo de los que componen el escenario que ha sido cargado previamente.</p> <p>Asimismo, tras su eliminación, la aplicación ha de actualizar la lista de móviles que componen dicho escenario.</p> | Alta |
| RF-EDI-10 | Creación nueva ruta | <p>El usuario ha de poder crear una ruta desde cero y de forma gráfica, seleccionando los puntos en el mapa del aeropuerto, para los móviles que desee de todos los que componen el escenario.</p> <p>Asimismo, se ha de establecer una velocidad por defecto para dichos puntos, siendo esta modificable a posteriori si el usuario lo desea.</p> | Alta |
| RF-EDI-11 | Modificación ruta | <p>El usuario ha de poder modificar las coordenadas y la velocidad que conforman la ruta de cualquiera de los móviles que componen el escenario, de forma gráfica y a través de la tabla donde se presentan los valores.</p> | Alta |
| RF-EDI-12 | Eliminación ruta | <p>El usuario ha de poder eliminar la ruta de los móviles que desee de todos los que componen el escenario.</p> | Alta |





| | | | |
|-----------|----------------------|--|-------|
| RF-EDI-13 | Selección punto ruta | El usuario ha de poder conocer la posición en el mapa de un punto de la ruta que se selecciona a través de la tabla. | Media |
|-----------|----------------------|--|-------|

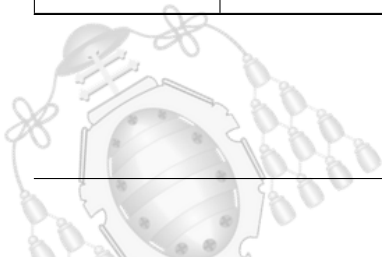
Tabla 3.5.- Requisitos funcionales asociados al modo edición

3.1.1.6.- Modo simulación

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|-----------|-----------------------------|--|-----------|
| RF-SIM-01 | Modo simulación | La aplicación ha de contar con un modo simulación que permita iniciar, pausar o parar un escenario, previamente almacenado en un fichero XML. Este modo ha de permitir visualizar la evolución temporal de los móviles, la actualización de información en el servidor de planes de vuelo (RNF-TEC-01), la actualización de la información de vigilancia de los móviles en el servidor de vigilancia (RNF-TEC-02) y las rutas establecidas. | Alta |
| RF-SIM-02 | Información <i>timeline</i> | La aplicación ha de contener una línea temporal en la cual se representen los planes de vuelo que componen el escenario y la duración de los mismos. | Alta |
| RF-SIM-03 | Actualización temporal | La línea temporal ha de actualizarse de manera periódica, estableciendo como inicio la hora de arranque de la aplicación. | Alta |

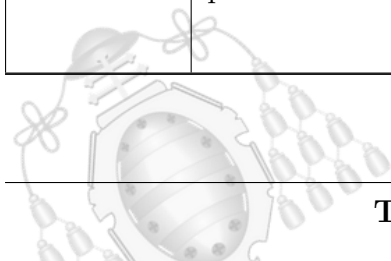


| | | | |
|-----------|---|---|-------|
| RF-SIM-04 | Zoom temporal | <p>El usuario ha de poder elegir el zoom temporal de la línea entre las siguientes opciones:</p> <ul style="list-style-type: none">- 20 minutos- 40 minutos- 1 hora- 4 horas- Duración del escenario (cuyo valor queda supeditado a la duración global incluida en el fichero que almacena el escenario). | Media |
| RF-SIM-05 | Distinción salida y llegada <i>timeline</i> | La aplicación ha de distinguir entre llegadas y salidas, estableciendo un color indicativo para cada una de ellas. | Baja |
| RF-SIM-06 | Selección plan de vuelo <i>timeline</i> | El usuario ha de poder seleccionar los planes de vuelo mostrados en el <i>timeline</i> con el fin de conocer la ruta asociada a los móviles. | Baja |
| RF-SIM-07 | Cálculo periódico posición | La aplicación ha de ser capaz de calcular la posición del móvil cada segundo y la velocidad en dicho punto mediante la información de ruta extraída del fichero. | Alta |
| RF-SIM-08 | Envío información vigilancia | La aplicación ha de ser capaz de enviar al servidor de vigilancia (RNF-TEC-02) la posición que se calcula de forma periódica cada segundo. | Alta |



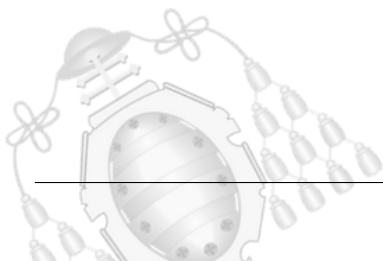


| | | | |
|-----------|--|---|------|
| RF-SIM-09 | Condiciones envío información vigilancia | <p>El envío de los mensajes de vigilancia de un móvil ha de estar supeditado a la entrada y salida en el escenario:</p> <ul style="list-style-type: none">– Si el móvil entra en el escenario, se ha de comenzar el envío de información de vigilancia de manera inmediata.– Si el envío de información de vigilancia aún no ha finalizado al acabar la duración del plan de vuelo en el escenario, se detiene el envío de mensajes de vigilancia. | Alta |
| RF-SIM-10 | Dibujo de posición móvil en mapa | <p>La aplicación ha de ser capaz de dibujar la posición del móvil en el mapa del aeropuerto de forma periódica siempre que reciba información del servidor de vigilancia (RNF-TEC-02).</p> <p>Una vez deja de recibir información, ya sea porque finaliza la ruta, porque el móvil sale del escenario o porque se cancela el envío de información al servidor de vigilancia (RNF-TEC-02), el móvil ha de dejar de aparecer en el mapa.</p> | Alta |
| RF-SIM-11 | Etiqueta identificativa posición | <p>La aplicación ha de indicar para cada posición que se dibuja en el mapa a qué móvil corresponde mediante la adición de una etiqueta identificativa.</p> | Alta |



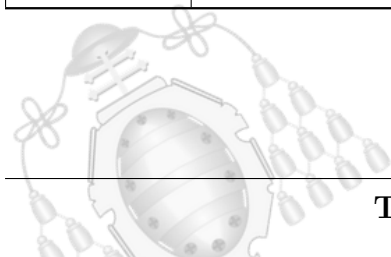


| | | | |
|-----------|---|---|------|
| RF-SIM-12 | Generación planes de vuelo | La aplicación ha de ser capaz de generar planes de vuelo con la información que extrae del XML para su posterior distribución. | Alta |
| RF-SIM-13 | Creación plan de vuelo | La aplicación ha de ser capaz de enviar mensajes de creación de plan de vuelo al servidor (RNF-TEC-01) cuando un móvil entra en el escenario. | Alta |
| RF-SIM-14 | Actualización plan de vuelo | La aplicación ha de ser capaz de enviar mensajes de actualización de plan de vuelo al servidor (RNF-TEC-01). | Alta |
| RF-SIM-15 | Eliminación plan de vuelo | La aplicación ha de ser capaz de enviar mensajes de eliminación de plan de vuelo al servidor (RNF-TEC-01) cuando un móvil sale del escenario. | Alta |
| RF-SIM-16 | Lista móviles registrados | La aplicación ha de mostrar una lista con los móviles que están registrados actualmente en el servidor de planes de vuelo (RNF-TEC-01). | Alta |
| RF-SIM-17 | Actualización lista móviles registrados | La aplicación ha de actualizar la lista de móviles que se registran o eliminan en el servidor de planes de vuelo (RNF-TEC-01) acorde a los eventos recibidos del mismo. | Alta |





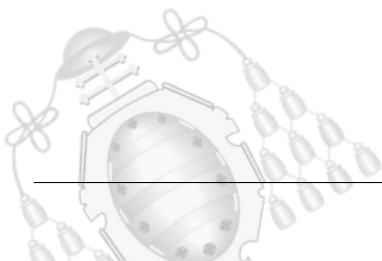
| | | | |
|-----------|---|---|-------|
| RF-SIM-18 | Búsqueda móvil en lista de registrados | La aplicación ha de incluir un buscador que permita encontrar de forma sencilla y rápida si un plan de vuelo está registrado en el servidor (RNF-TEC-01), haciendo uso para ello de la lista de móviles. | Media |
| RF-SIM-19 | Selección plan de vuelo en lista de registrados | El usuario ha de poder seleccionar los planes de vuelo mostrados en la lista de móviles registrados en el servidor (RNF-TEC-01) con el fin de conocer la ruta asociada a cada uno de ellos. | Baja |
| RF-SIM-20 | Rutas de todos los móviles | La aplicación ha de ser capaz de mostrar las rutas de todos los móviles, previamente definidas por el usuario, cuando está activo el modo simulación. Asimismo, en caso de colocar el cursor sobre una ruta determinada, esta ha de indicar a qué móvil pertenece. | Media |
| RF-SIM-21 | Distinción salida y llegada rutas | La aplicación ha de distinguir entre llegadas y salidas, estableciendo un color indicativo para cada una de estas rutas. | Baja |
| RF-SIM-22 | Instante comienzo simulación | El usuario ha de poder determinar en qué instante se comienza la simulación, estableciendo como límite la duración del escenario. Al ejecutar un escenario, el valor por defecto ha de ser 0. | Media |





| | | | |
|-----------|--------------|---|------|
| RF-SIM-23 | <i>Play</i> | <p>El usuario ha de poder determinar en qué momento se inicia o se reanuda la simulación.</p> <p>En el momento que se inicia, los móviles han de entrar y salir del escenario acorde a la información indicada en el fichero XML. Asimismo, se ha de enviar la información actualizada correspondiente a cada instante.</p> | Alta |
| RF-SIM-24 | <i>Pause</i> | <p>El usuario ha de poder determinar en qué momento se pausa la simulación.</p> <p>En el momento que se pausa, los móviles han de conservar la información que tenían registrada en ese instante, quedando paralizado el envío de información actualizada de cualquier tipo.</p> | Alta |
| RF-SIM-25 | <i>Stop</i> | <p>El usuario ha de poder determinar en qué momento se reinicia la simulación.</p> <p>En el momento que se reinicia, se ha de volver al instante inicial. Cada móvil ha de recuperar los parámetros que registraba en ese momento, pudiendo así iniciar la simulación desde cero.</p> | Alta |

Tabla 3.6.- Requisitos funcionales asociados al modo simulación





3.1.2.- Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales no son funcionalidades del sistema, sino que son aquellas exigencias de cualidades que se imponen para el desarrollo del mismo. Se recogen a continuación los diferentes requisitos no funcionales, agrupando los mismos según categoría.

3.1.2.1.- Eficiencia

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|---------------------------------|--|-----------|
| RNF-EFI-01 | Velocidad de respuesta | La aplicación ha de responder en menos de 1 segundos a cualquier interacción del usuario con la interfaz. | Alta |
| RNF-EFI-02 | Velocidad de carga escenario | La aplicación ha de cargar en menos de 5 segundos la información del fichero XML donde se almacena el escenario. | Alta |
| RNF-EFI-03 | Velocidad de guardado escenario | La aplicación ha de guardar en menos de 5 segundos el escenario con los cambios realizados por el usuario a través del editor de la aplicación o del modo edición en un fichero XML. | Alta |
| RNF-EFI-04 | Tiempo respuesta servidores | La aplicación ha de comunicarse con los servidores – RNF-TEC-01 y RNF-TEC-02 –, enviando información y recibiendo la respuesta correspondiente en menos de 2 segundos. | Alta |
| RNF-EFI-05 | No concurrencia | La aplicación ha de permitir su uso a un único usuario de manera simultánea. | Media |

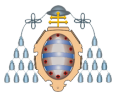


Tabla 3.7.- Requisitos no funcionales de eficiencia

3.1.2.2.- Usabilidad

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|--------------------------------|---|-----------|
| RNF-USA-01 | Interfaz intuitiva | La aplicación ha de contar con una interfaz gráfica sencilla y amigable que facilite el uso de la misma. | Alta |
| RNF-USA-02 | Diseño <i>responsive</i> | La aplicación ha de redimensionar los elementos que la componen según el tamaño de la pantalla utilizada. | Media |
| RNF-USA-03 | Tiempo de aprendizaje reducido | La aplicación ha de ser lo suficientemente intuitiva para que el tiempo máximo de aprendizaje por parte de un usuario con conocimientos básicos de informática no supere las 2 horas. | Alta |

Tabla 3.8.- Requisitos no funcionales de usabilidad

3.1.2.3.- Disponibilidad

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|---------------------------|---|-----------|
| RNF-AVA-01 | Disponibilidad aplicación | La aplicación ha de ofrecer al usuario como mínimo una disponibilidad del 95 % | Alta |
| RNF-AVA-02 | Disponibilidad servidores | Los servidores utilizados para dar soporte a la aplicación – RNF-TEC-01 y RNF-TEC-02 – han de ofrecer como mínimo una disponibilidad del 99 % | Alta |

Tabla 3.9.- Requisitos no funcionales de disponibilidad



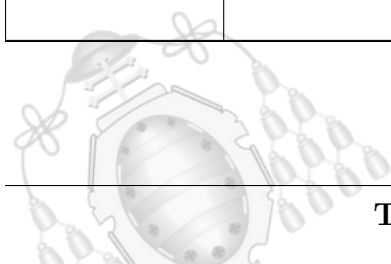
3.1.2.4.- Requisitos de usuario

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|-----------------------------------|--|-----------|
| RNF-USE-01 | Máquina con SO Linux | El usuario ha de contar con un dispositivo con sistema operativo Linux sobre el que correr la aplicación desde la consola de comandos. | Alta |
| RNF-USE-02 | Máquina con dependencias | El usuario ha de contar con un dispositivo que tenga instaladas todas las dependencias necesarias para ejecutar la aplicación. Se incluye entre ellas todo lo relativo a lenguajes de programación y sus correspondientes librerías, así como la configuración del aeropuerto. | Alta |
| RNF-USE-03 | Máquina con conexión a servidores | El usuario ha de tener conexión con los servidores – RNF-TEC-01 y RNF-TEC-02 – para un correcto funcionamiento de la aplicación. | Alta |

Tabla 3.10.- Requisitos no funcionales relativos al usuario

3.1.2.5.- Requisitos tecnológicos

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|------------------------|---|-----------|
| RNF-TEC-01 | Servidor plan de vuelo | Para el desarrollo de la aplicación es preciso el uso de un servidor en el que se registren todos los planes de vuelo que esta genera, actualiza o elimina. | Alta |





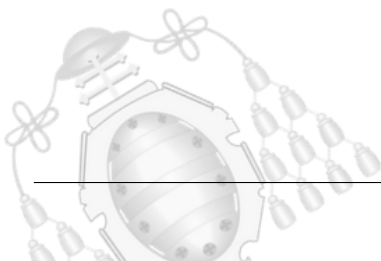
| | | | |
|------------|---------------------------|---|-------|
| RNF-TEC-02 | Servidor de vigilancia | Para el desarrollo de la aplicación es preciso el uso de un servidor de vigilancia que almacene y distribuya la posición de los móviles en cada instante. | Alta |
| RNF-TEC-03 | Lenguaje de programación | La aplicación ha de estar programada preferiblemente en C++. | Media |
| RNF-TEC-04 | Lenguaje programación GUI | La aplicación ha de utilizar Qt para todo aquello que atañe a la parte gráfica. | Media |

Tabla 3.11.- Requisitos no funcionales tecnológicos

3.1.2.6.- Otros

| ID | Nombre | Descripción | Prioridad |
|------------|--------|--|-----------|
| RNF-OTH-01 | Idioma | Todos los menús y cuadros de diálogo han de estar en inglés. | Alta |

Tabla 3.12.- Otros requisitos no funcionales





3.2.- Casos de uso

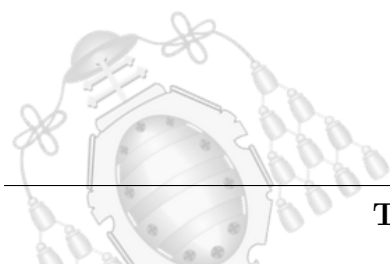
A lo largo de esta sección se plantean los diferentes casos de uso, es decir, se recogen los requisitos previamente definidos y se presentan desde el punto de vista del usuario. Con el fin de facilitar la comprensión de los mismos, es preciso identificar previamente los posibles actores - algo o alguien que interactúa desde el exterior con la aplicación -, se distinguen tres:

- **Usuarios del sistema:** cualquier persona que interactúe con el sistema.
- **Servidor de planes de vuelo:** servidor encargado de registrar los planes de vuelo que se encuentran activos.
- **Servidor de vigilancia:** servidor encargado de gestionar la información de posición y seguimiento de los móviles.

Asimismo, para una mejor organización de este apartado, se divide en diferentes secciones según tipo de caso de uso:

- **Vista del mapa.**
- **Tratamiento del escenario - fichero XML -.**
- **Modo edición.**
- **Modo simulación.**

Además, se incluye un identificador a cada uno de los mismos siguiendo el siguiente formato: CU-XXX-YY. Donde XXX corresponde con la categoría de requisito y solo incluye caracteres alfabéticos, e YY corresponde con dos caracteres numéricos que permiten la identificación del requisito dentro de dicha categoría.



3.2.1.- Vista del mapa

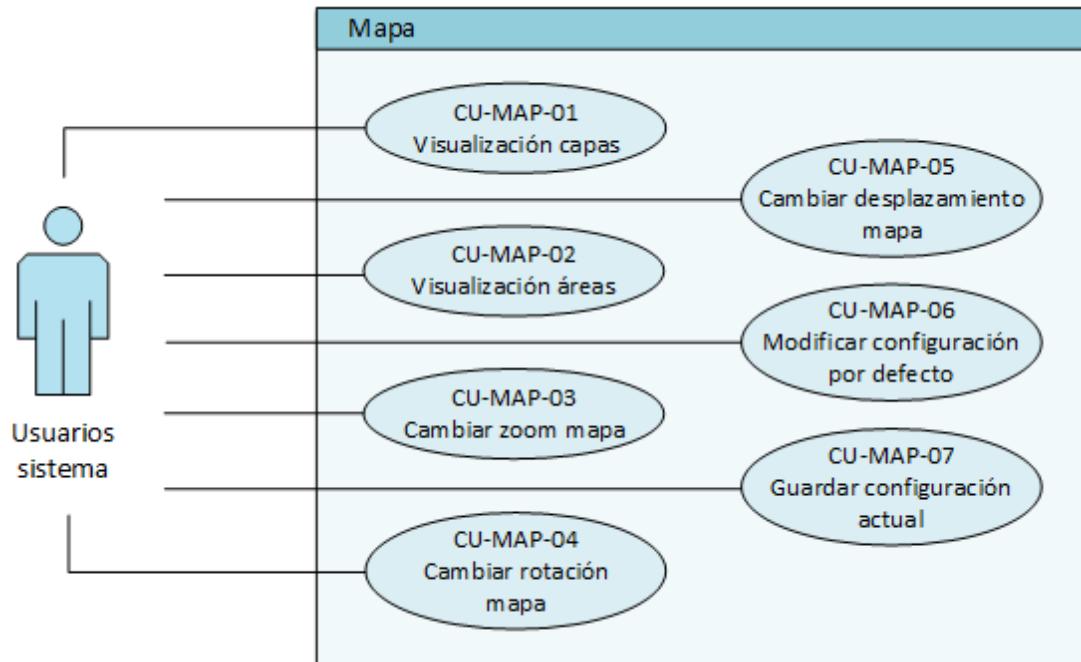
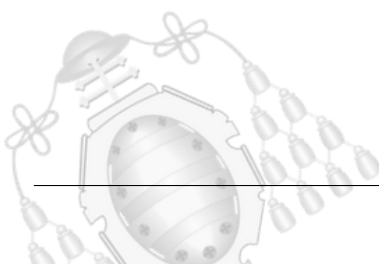


Figura 3.1.- Casos de uso asociados a la vista del mapa

| Nombre | Visualización capas | Identificador | CU-MAP-01 |
|------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Modificar la visibilidad de las capas que componen el mapa | | |
| Pre-Condiciones | Disponer de los ficheros de configuración correspondientes con la parte del mapa del aeropuerto | | |
| Post-Condiciones | Se modifica la visibilidad de las capas indicadas por el usuario | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a las pestañas de configuración a través del menú gráfico. 2. El usuario selecciona aquellas capas del mapa de las que quiere modificar su visibilidad. 3. La aplicación hace visible u oculta en el mapa las capas indicadas por el usuario. | | |





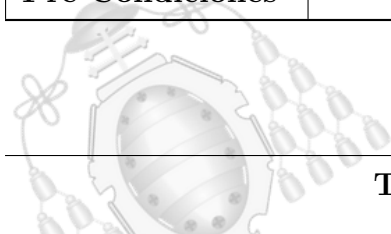
| | |
|------------------------|---|
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-01 Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-01, RF-MEN-10 |
|------------------------|---|

Tabla 3.13.- Caso de uso de la vista del mapa nº 01

| Nombre | Visualización áreas | Identificador | CU-MAP-02 |
|-------------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Modificar la visibilidad de las áreas que componen el mapa | | |
| Pre-Condiciones | Disponer de los ficheros de configuración correspondientes con la parte del mapa del aeropuerto | | |
| Post-Condiciones | Se modifica la visibilidad de las áreas indicadas por el usuario | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede a las pestañas de configuración a través del menú gráfico.2. El usuario selecciona aquellas áreas del mapa de las que quiere modificar su visibilidad.3. La aplicación hace visible u oculta en el mapa las áreas indicadas por el usuario. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-02 Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-02, RF-MEN-10 | | |

Tabla 3.14.- Caso de uso de la vista del mapa nº 02

| Nombre | Cambiar zoom mapa | Identificador | CU-MAP-03 |
|------------------------|--------------------------|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Acercar o alejar el mapa | | |
| Pre-Condiciones | | | |



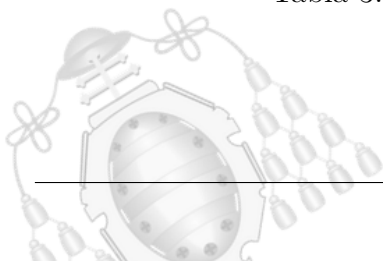


| | |
|-------------------------|---|
| Post-Condiciones | Se modifica la apariencia del mapa, el slider del zoom y la escala de zoom |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario puede cambiar la apariencia del mapa mediante la modificación del zoom, haciendo uso para ello del ratón o de la interfaz gráfica. 2. Tras modificar el zoom, el mapa se acerca o se aleja según lo que determine el usuario. Además, la aplicación actualiza de forma inmediata el valor de la escala acorde al nuevo valor de zoom establecido. <p>Siempre que sea necesario, se actualiza el valor del slider que indica el zoom establecido.</p> |
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-03, RF-MAP-11, RF-MAP-12, RF-MAP-13 |

Tabla 3.15.- Caso de uso de la vista del mapa nº 03

| Nombre | Cambiar rotación mapa | Identificador | CU-MAP-04 |
|-------------------------|---|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Rotar el mapa hacia la izquierda o la derecha | | |
| Pre-Condiciones | | | |
| Post-Condiciones | Se modifica la apariencia del mapa | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario puede cambiar la apariencia del mapa mediante su rotación, haciendo uso para ello del ratón y el teclado. 2. Tras ello, el mapa gira hacia la izquierda o la derecha según determine el usuario. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-04 | | |

Tabla 3.16.- Caso de uso de la vista del mapa nº 04

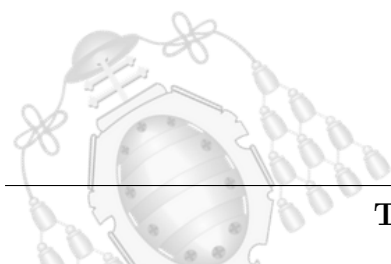




| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Cambiar desplazamiento mapa | Identificador | CU-MAP-05 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Desplazar la visión del mapa mediante el cambio del valor en el que se localiza el centro del mismo | | |
| Pre-Condiciones | | | |
| Post-Condiciones | Se modifica la apariencia del mapa | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. El usuario puede cambiar la apariencia del mapa mediante su desplazamiento, haciendo uso para ello del ratón.2. Tras ello, el mapa se traslada a la posición (x,y) determinada por el usuario. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-05 | | |

Tabla 3.17.- Caso de uso de la vista del mapa nº 05

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Nombre | Modificar configuración por defecto | Identificador | CU-MAP-06 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Permitir que el usuario pueda modificar y aplicar la configuración por defecto | | |
| Pre-Condiciones | | | |
| Post-Condiciones | Actualización de la vista del mapa y de los valores por defecto con los que se inicia la aplicación | | |

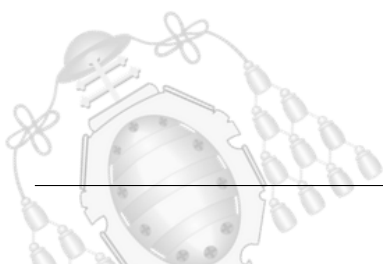




| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede a las pestañas de configuración a través del menú gráfico.2. Tras ello, se muestra una ventana emergente que permite al usuario modificar de manera textual aquellos parámetros relativos a la vista del mapa. Así como modificar las capas y áreas que se muestran mediante la selección de los elementos deseados en una lista.3. Una vez se establece la configuración, el usuario puede aplicar y guardar los cambios, estos se aplican de forma inmediata; además, se almacenan los valores como predeterminados para la siguiente vez que se inicie la aplicación. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-06, RF-MAP-07, RF-MAP-08, RF-MAP-09, RF-MAP-10 Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-03, RF-MEN-04 |

Tabla 3.18.- Caso de uso de la vista del mapa nº 06

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Nombre | Guardar configuración actual | Identificador | CU-MAP-07 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Permitir que el usuario pueda guardar la configuración actualmente utilizada como configuración por defecto | | |
| Pre-Condiciones | | | |
| Post-Condiciones | Actualización de los valores por defecto con los que se inicia la aplicación | | |



| | |
|--------------------------------|--|
| <p>Escenario básico</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a la opción de guardado de la configuración a través del menú gráfico. 2. Tras ello, se muestra una ventana emergente que solicita confirmación del usuario antes de guardar los valores como predeterminados. |
| <p>Correspondencia</p> | <p>Requisitos funcionales vista mapa: RF-MAP-06, RF-MAP-07, RF-MAP-08, RF-MAP-09, RF-MAP-10</p> <p>Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-03, RF-MEN-10</p> |

Tabla 3.19.- Caso de uso de la vista del mapa nº 07

3.2.2.- Tratamiento del escenario - fichero XML -

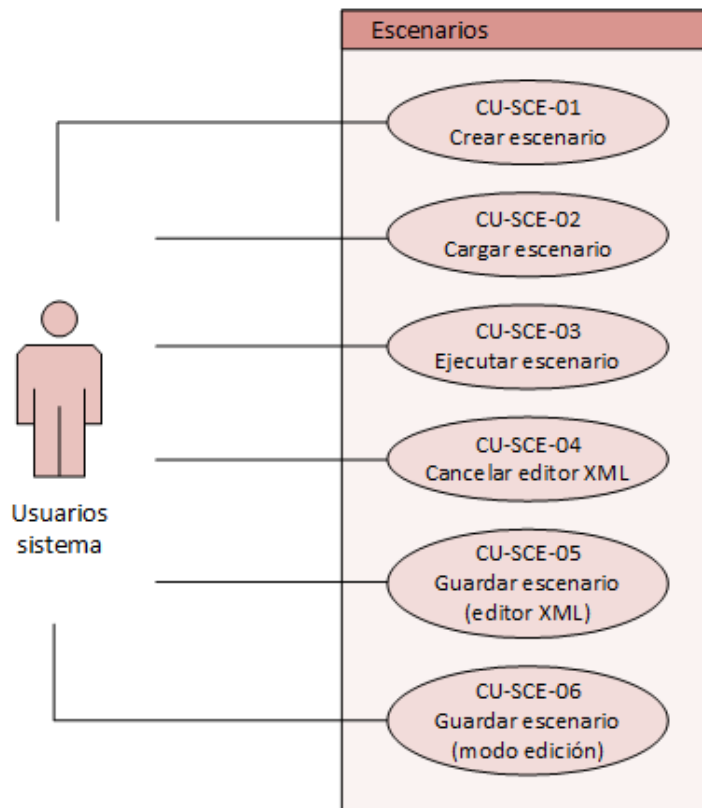
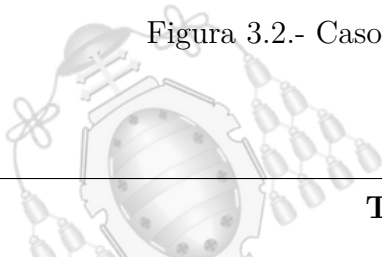


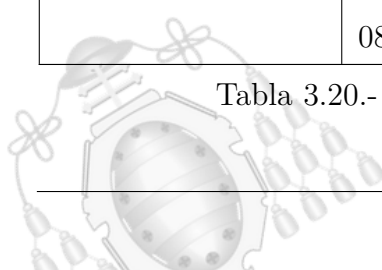
Figura 3.2.- Casos de uso asociados al tratamiento del escenario

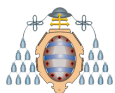




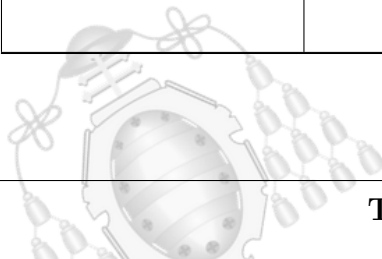
| Nombre | Crear escenario | Identificador | CU-SCE-01 |
|------------------|---|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Crear un escenario de cero en el editor de la aplicación | | |
| Pre-Condicion | | | |
| Post-Condicion | Generación de un fichero XML con el escenario definido por el usuario | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede al editor a través del menú gráfico o de la barra de herramientas.2. Tras ello, se muestra una ventana emergente con el editor de texto adaptado para XML – este resalta los tags con el fin de facilitar la lectura –.3. Una vez en esta ventana, el usuario puede hacer uso del editor para la creación de un nuevo escenario en formato XML. Con el fin de facilitar la modificación, se incluyen las opciones de edición habituales (copiar, cortar, pegar, deshacer y rehacer) y sus correspondientes atajos de teclado, así como un buscador que resalta en el editor la información que precisa el usuario. Además, el editor incluye un botón que permite limpiar toda la información cargada en el mismo de forma rápida y sencilla.4. Tras su creación, el usuario puede optar por guardar el escenario en un fichero XML para ejecutarlo posteriormente. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-05, RF-MEN-11 Requisitos funcionales tratamiento escenario: RF-SCE-02, RF-SCE-05, RF-SCE-06, RF-SCE-07, RF-SCE-08, RF-SCE-09, RF-SCE-10, RF-SCE-11, RF-SCE-12 | | |

Tabla 3.20.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 01





| Nombre | Cargar escenario | Identificador | CU-SCE-02 |
|------------------|---|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Cargar un escenario en el editor de la aplicación desde un fichero XML | | |
| Pre-Condiciones | Disponer de un fichero XML que albergue un escenario correctamente definido | | |
| Post-Condiciones | Mostrar el contenido del fichero XML en el editor de la aplicación | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede al editor a través del menú gráfico o de la barra de herramientas.2. Tras ello, se muestra una ventana emergente con el editor de texto adaptado para XML – este resalta los tags con el fin de facilitar la lectura –.3. Una vez en esta ventana, el usuario puede acceder a través del menú gráfico o de atajos de teclado a una nueva ventana emergente, donde se le permite seleccionar un fichero XML de cualquier directorio de la máquina en la que se ejecuta la aplicación.4. Al seleccionar el fichero, este se carga en el editor de texto de la aplicación. De esta forma, el usuario puede observar el contenido del fichero que ha elegido, e incluso modificarlo si lo considera oportuno. <p>Con el fin de facilitar la modificación, se incluyen las opciones de edición habituales (copiar, cortar, pegar, deshacer y rehacer) y sus correspondientes atajos de teclado, así como un buscador que resalta en el editor la información que precisa el usuario.</p> <p>Además, el editor incluye un botón que permite limpiar toda la información cargada en el mismo de forma rápida y sencilla.</p> | | |

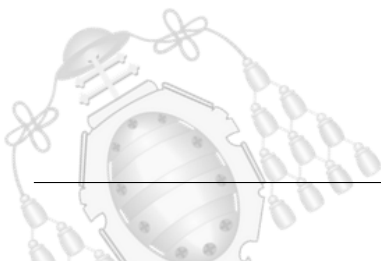




| | |
|------------------------|--|
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-05, RF-MEN-11 Requisitos funcionales tratamiento escenario: RF-SCE-01, RF-SCE-05, RF-SCE-06, RF-SCE-07, RF-SCE-08, RF-SCE-09, RF-SCE-10, RF-SCE-11, RF-SCE-12 Requisitos funcionales almacenamiento escenario: RF-STO-01, RF-STO-02, RF-STO-03, RF-STO-04 |
|------------------------|--|

Tabla 3.21.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 02

| Nombre | Ejecutar escenario | Identificador | CU-SCE-03 |
|-----------------------|--|----------------------|------------------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Ejecutar un nuevo escenario en la aplicación desde un fichero XML | | |
| Pre-Condicion | Disponer de un fichero XML que albergue un escenario correctamente definido | | |
| Post-Condicion | Mostrar el timeline con la información cargada. Mostrar lista de móviles que hay en el servidor de planes de vuelo. Mostrar las pestañas del modo edición con toda la información del escenario. Habilitar el botón de play en la barra de herramientas. | | |





| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Una vez se tiene el escenario, el usuario puede ejecutarlo a través de un botón presente en la ventana emergente. En caso de haberse realizado cambios en el editor, estos han tenido que ser guardados previamente.2. Tras ello, se vuelve a la pantalla principal, donde se muestra el timeline con la información del escenario que ha sido cargado y la ventana con la lista de móviles que hay cargados en el servidor de planes de vuelo, permitiendo al usuario activar la simulación cuando lo desee. Asimismo, se habilitan las pestañas del modo edición, permitiendo al usuario modificar el escenario antes de comenzar la simulación. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-05, RF-MEN-11 Requisitos funcionales tratamiento escenario: RF-SCE-03 Requisitos funcionales simulación: RF-SIM-02, RF-SIM-16 Requisitos funcionales edición: RF-EDI-01 |

Tabla 3.22.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 03

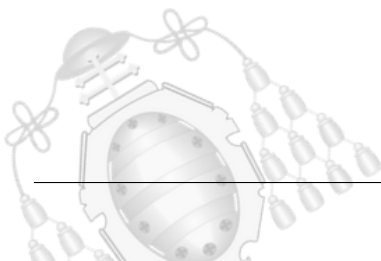
| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Cancelar editor XML | Identificador | CU-SCE-04 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Cancelación de un escenario creado o cargado en el editor de la aplicación | | |
| Pre-Condiciones | Tener un escenario nuevo o modificado en texto plano en el editor XML | | |
| Post-Condiciones | | | |



| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras realizar las modificaciones que considere pertinentes, el usuario puede determinar que no le interesa ejecutar ni guardar el escenario, y lo cancela mediante el botón incluido en la ventana emergente del editor.2. Dicha ventana se cierra, y la aplicación regresa a la pantalla principal sin sufrir ningún cambio. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-05, RF-MEN-11 Requisitos funcionales tratamiento escenario: RF-SCE-04 |

Tabla 3.23.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 04

| Nombre | Guardar escenario (editor XML) | Identificador | CU-SCE-05 |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Guardar en un fichero XML un escenario nuevo o modificado a través del editor de texto presente en la aplicación | | |
| Pre-Condiciones | Tener un escenario nuevo o modificado en texto plano en el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Se crea o reescribe un fichero XML con el nombre indicado por el usuario y con la información presente en el editor | | |

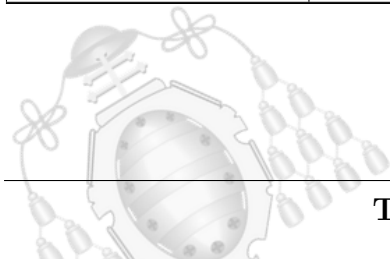




| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Una vez definido el escenario en XML con el formato determinado, el usuario accede a través del menú gráfico o a través del atajo de teclado correspondiente a una ventana emergente.2. En esta ventana, el usuario puede seleccionar la ruta en la que desea guardar el fichero.3. Al determinar la ubicación, la aplicación solicita la adición de un nombre con el que guardar el fichero. En caso de tratarse de un nombre ya existente, la aplicación pregunta al usuario antes de guardar si desea reemplazarlo |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-05, RF-MEN-11 Requisitos funcionales tratamiento escenario: RF-SCE-02 Requisitos funcionales almacenamiento escenario: RF-STO-01, RF-STO-02, RF-STO-03, RF-STO-04 |

Tabla 3.24.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 05

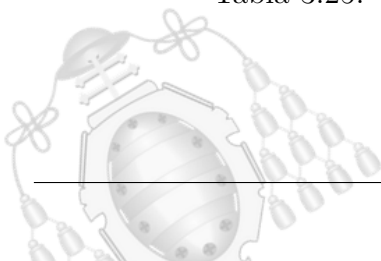
| Nombre | Guardar escenario (modo edición) | Identificador | CU-SCE-06 |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Guardar en un fichero XML un escenario modificado a través del modo edición de la aplicación | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario previamente para que se muestre el modo edición. No iniciar el modo simulación. | | |
| Post-Condiciones | Se crea o reescribe un fichero XML con el nombre indicado por el usuario y con la información del modo edición | | |





| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. La aplicación muestra un menú en el lateral derecho de la pantalla que permite la edición de todos aquellos campos que componen el escenario cargado, desde información global hasta información relativa a cada plan de vuelo.2. Tras realizar los cambios pertinentes, sin iniciar la simulación, el usuario puede guardar dicha configuración. No obstante, previamente han de estar guardados todos los cambios en las diferentes pestañas de edición o, por el contrario, los valores que se incluyen en el XML pueden diferir de los deseados.3. Para guardar la información en un fichero XML con el formato determinado, el usuario accede a través del menú gráfico a la opción de guardado, acarreado la aparición de una ventana emergente.4. Una vez en esta ventana, el usuario puede seleccionar la ruta en la que desea guardar el fichero.5. Al determinar la ubicación, la aplicación solicita la adición de un nombre con el que guardar el fichero. En caso de tratarse de un nombre ya existente, la aplicación pregunta al usuario antes de guardar si desea reemplazarlo. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-06 Requisitos funcionales almacenamiento escenario: RF-STO-01, RF-STO-02, RF-STO-03, RF-STO-04 Requisitos funcionales edición: RF-EDI-01 |

Tabla 3.25.- Caso de uso de tratamiento del escenario nº 06



3.2.3.- Modo edición

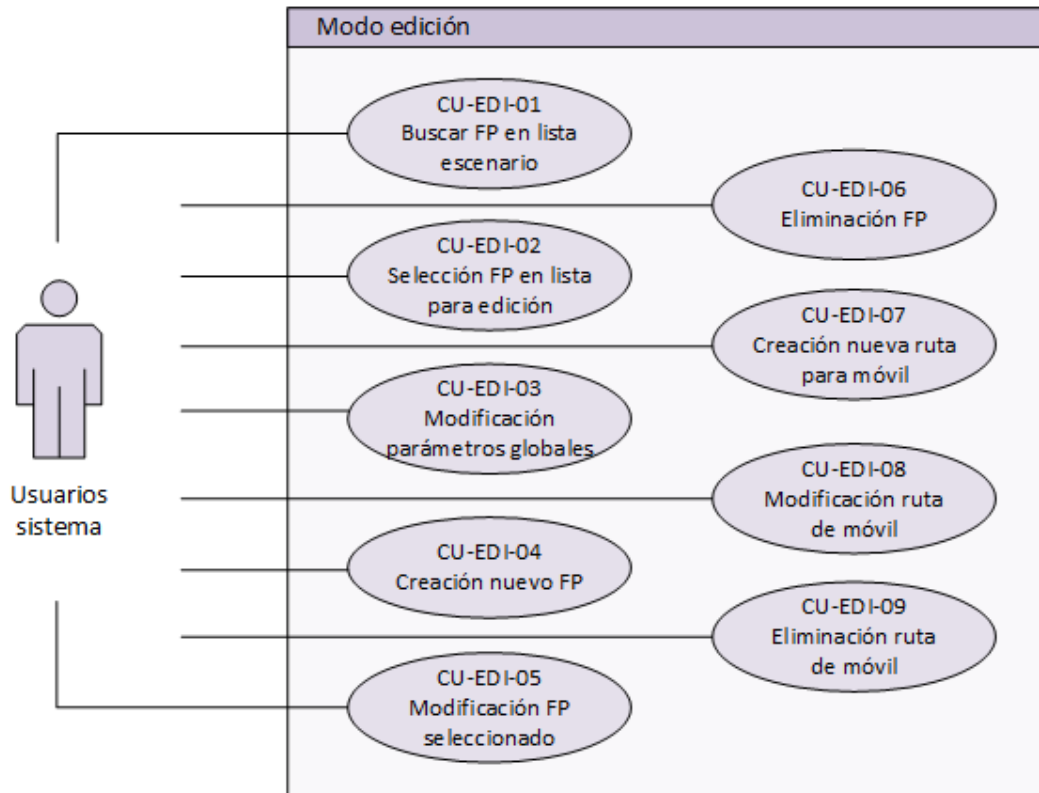
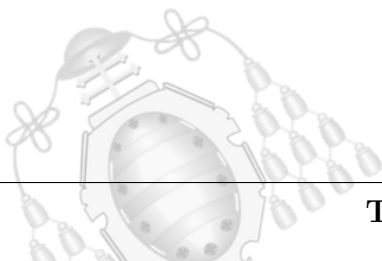


Figura 3.3.- Casos de uso asociados al modo edición

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Nombre | Buscar plan de vuelo en lista escenario | Identificador | CU-EDI-01 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Localizar un plan de vuelo indicado por el usuario en la lista de móviles que componen el escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un plan vuelo. | | |
| Post-Condiciones | Se muestran únicamente aquellos planes de vuelo que coincidan con lo que ha introducido el usuario en el buscador | | |

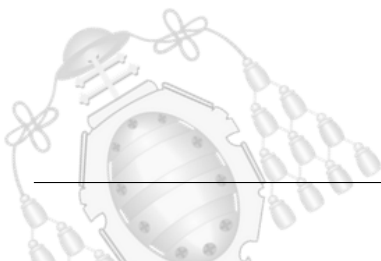




| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña que contiene la lista de móviles presentes en el escenario, el usuario puede usar la barra de búsqueda para introducir el nombre del plan de vuelo que desea localizar.3. La lista se reduce, mostrando únicamente aquellos planes de vuelo que coincidan con el texto introducido por el usuario. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-02, RF-EDI-03 |

Tabla 3.26.- Caso de uso de modo edición nº 01

| Nombre | Selección plan de vuelo en lista para edición | Identificador | CU-EDI-02 |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | El usuario selecciona un plan de vuelo de la lista de los que componen el escenario y la aplicación redirige automáticamente a la edición de los parámetros de dicho plan de vuelo | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un plan vuelo. | | |
| Post-Condiciones | Se muestra la pestaña de edición con la información del plan de vuelo seleccionado por el usuario para su modificación | | |

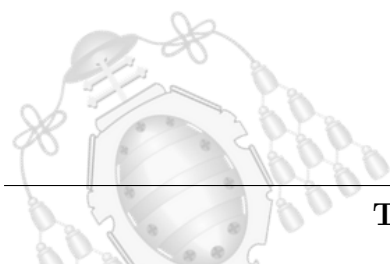




| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Tras acceder a la pestaña que contiene la lista de móviles presentes en el escenario, el usuario puede seleccionar uno de los planes de vuelo.3. Al seleccionarlo, la aplicación abre la pestaña de edición de planes de vuelo, habiendo seleccionado aquel que ha indicado el usuario. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-02, RF-EDI-04, RF-EDI-08 |

Tabla 3.27.- Caso de uso de modo edición nº 02

| Nombre | Modificación | Identificador | CU-EDI-03 |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| | parámetros globales | | |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Modificación de los parámetros globales – duración y offset – que componen el escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Modificación del valor asociado a los parámetros globales | | |

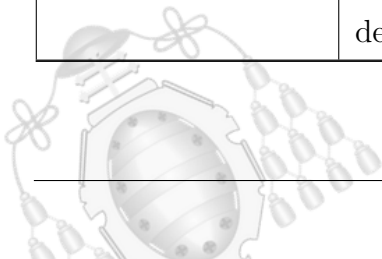




| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de parámetros globales, el usuario puede modificar ambos parámetros a través de los campos editables correspondientes. Cabe destacar que la información introducida por el usuario en dichos campos es validada por la aplicación.3. Una vez realizadas las modificaciones pertinentes, el usuario ha de guardar los cambios mediante el botón presente en la ventana de parámetros globales. En caso de no efectuarse este paso, los cambios realizados no se actualizan, manteniendo los valores que se tenían previamente. Esto provocaría que el fichero XML que se genera al guardar el escenario mantenga los últimos valores almacenados. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-05 |

Tabla 3.28.- Caso de uso de modo edición nº 03

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Nombre | Creación nuevo plan de vuelo | Identificador | CU-EDI-04 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Creación de un nuevo plan de vuelo en el escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Creación de un nuevo plan de vuelo en el escenario previamente ejecutado. Adición del plan de vuelo a la lista de aquellos que componen el escenario. | | |





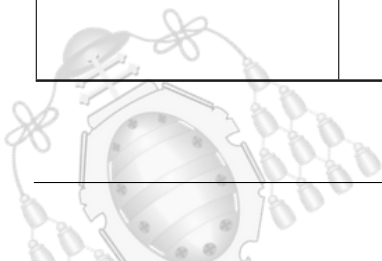
| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de edición de plan de vuelo, el usuario ha de marcar la opción de crear uno nuevo.3. Una vez el usuario marca esta opción, se deshabilita el desplegable de elección de plan de vuelo y todos los campos se quedan en blanco a la espera de que el usuario los complete con la información que desee. Cabe destacar que la información introducida por el usuario en dichos campos es validada por la aplicación.4. Al terminar de rellenar todos los campos que componen el plan de vuelo, el usuario ha de guardar los cambios mediante el botón presente en dicha ventana. En caso de no efectuarse este paso, la aplicación advierte al usuario de que los cambios se perderán en caso de no ser guardados, permitiendo hacerlo en ese momento.5. Si los cambios se guardan correctamente, el plan de vuelo nuevo es añadido a la lista de aquellos que componen el escenario y la aplicación muestra un mensaje satisfactorio. Además, se actualizan los desplegables de las pestañas de edición de plan de vuelo y edición de rutas. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-02, RF-EDI-07 |

Tabla 3.29.- Caso de uso de modo edición nº 04

| | | | |
|----------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|
| Nombre | Modificación plan de vuelo | Identificador | CU-EDI-05 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |



| | |
|-------------------------|--|
| Objetivo | Modificación de los parámetros del plan de vuelo seleccionado por el usuario |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un plan vuelo. |
| Post-Condiciones | Actualización de los parámetros del plan de vuelo seleccionado por el usuario. Actualización de la información relativa al plan de vuelo en la lista de aquellos que componen el escenario. |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de edición de plan de vuelo, el usuario ha de seleccionar la opción de modificar un plan de vuelo.3. Una vez seleccionada esta opción, la aplicación carga toda la información relativa al plan de vuelo que determina el usuario. De esta forma, el usuario puede hacer las modificaciones que considere pertinentes en los parámetros. Cabe destacar que la información introducida por el usuario en dichos campos es validada por la aplicación.4. Al terminar los cambios, el usuario ha de guardarlos mediante el botón presente en esta ventana. En caso de no efectuarse este paso, la aplicación advierte al usuario de que los cambios se perderán en caso de no ser guardados, permitiendo hacerlo en ese momento.5. Si los cambios se guardan correctamente, la información del plan de vuelo se modifica en la lista del escenario y la aplicación muestra un mensaje satisfactorio. Además, se actualizan los desplegables de las pestañas de edición de plan de vuelo y edición de rutas. |

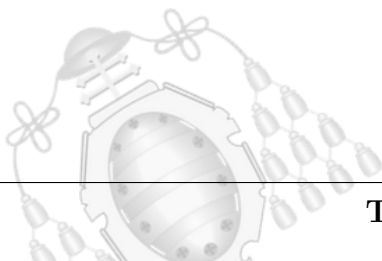




| | |
|------------------------|--|
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-02, RF-EDI-06, RF-EDI-08 |
|------------------------|--|

Tabla 3.30.- Caso de uso de modo edición nº 05

| Nombre | Eliminación plan de vuelo | Identificador | CU-EDI-06 |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Eliminación del plan de vuelo seleccionado por el usuario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un plan vuelo. | | |
| Post-Condiciones | Eliminación del plan de vuelo seleccionado por el usuario. Eliminación del plan de vuelo de la lista de aquellos que componen el escenario. | | |

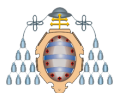




| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de edición de plan de vuelo, el usuario ha de seleccionar la opción de eliminar un plan de vuelo.3. Una vez el usuario marca esta opción, se deshabilitan todos los campos excepto el desplegable de elección de plan de vuelo. De esta forma, el usuario puede observar los parámetros asociados a un plan de vuelo, pero no modificarlos.4. Cuando se decide cuál se va a eliminar, el usuario ha de guardar los cambios mediante el botón presente en dicha ventana. En ese momento, la aplicación advierte al usuario de que el borrado es permanente, solicitando así una confirmación de dicha acción.5. Tras el borrado, se actualiza la lista de móviles que componen el escenario, así como los desplegables de las pestañas de edición de plan de vuelo y edición de rutas. Además, la aplicación muestra un mensaje satisfactorio. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-02, RF-EDI-06, RF-EDI-09 |

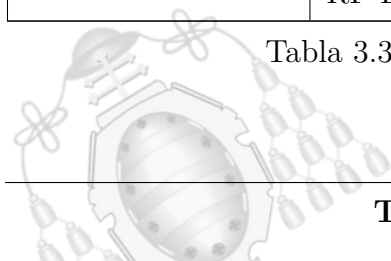
Tabla 3.31.- Caso de uso de modo edición nº 06

| | | | |
|------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Creación nueva ruta para móvil | Identificador | CU-EDI-07 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Creación de forma gráfica de una ruta para un móvil | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un móvil. | | |



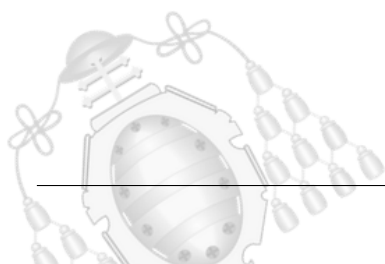
| | |
|-------------------------|--|
| Post-Condiciones | Creación de una nueva ruta asociada al móvil seleccionado con los puntos indicados por el usuario |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de edición de rutas, el usuario ha de seleccionar un móvil independientemente de si tiene una ruta asociada, ya que, esta opción está siempre habilitada.3. Una vez seleccionado, en caso de existir, se muestra la ruta del móvil en el mapa. Haciendo uso del botón situado en la parte inferior de la pestaña, el usuario puede crear una nueva ruta.4. En caso de existir una ruta asociada, la aplicación solicita la confirmación del usuario para borrar dicha información. A continuación, el usuario selecciona en el mapa con el botón izquierdo aquellos puntos que desea que constituyan la ruta; con el fin de facilitar la creación, la aplicación muestra en el mapa los segmentos que van componiendo la ruta, y añade los puntos en tiempo real a la tabla de ruta.5. Cuando se hayan añadido todos los puntos, el usuario pulsa el botón derecho para finalizar y generar la ruta definitiva. Dicha ruta podría ser editada, eliminada o guardada a posteriori. Al finalizar, se puede comprobar que la ruta se ha creado correctamente en la tabla con los valores indicados. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-10, RF-EDI-13 |

Tabla 3.32.- Caso de uso de modo edición nº 07





| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Modificación ruta de móvil | Identificador | CU-EDI-08 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Modificación de forma gráfica de los puntos que componen la ruta asociada a un móvil | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un móvil con una ruta asociada. | | |
| Post-Condiciones | Modificación de las coordenadas x, y, z en cada punto de la ruta. Modificación de la velocidad del móvil en cada punto de la ruta. | | |





Escenario básico

1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.
2. Al acceder a la pestaña de edición de rutas, el usuario ha de seleccionar un móvil con una ruta asociada, ya que, de lo contrario, la opción de modificar aparece deshabilitada.
3. Una vez seleccionado, se muestra la ruta del móvil en el mapa. Haciendo uso del botón situado en la parte inferior de la pestaña, el usuario puede modificar dicha ruta.
4. Al marcar esta opción, la aplicación muestra una alerta indicando que los cambios de ruta que se realizan gráficamente conllevan la pérdida de la información de altura (coordenada z) y velocidad. La modificación de estas variables es preciso realizarla a través de la tabla. Con el fin de facilitar la edición, se incluye la posibilidad de conocer la posición en el mapa de cada uno de los puntos que se incluyen en la tabla de ruta; mediante un clic en la fila correspondiente, la aplicación resalta en el mapa el punto seleccionado por el usuario.
5. Para la modificación, el usuario ha de seleccionar y arrastrar aquellos puntos que quiera mover, hacer clic con el botón derecho en aquellos que desea borrar o con el izquierdo en la zona de la ruta donde se ha de añadir uno nuevo. Los cambios se actualizan y guardan en ese mismo instante.
6. Al finalizar la edición, se puede comprobar que la ruta se ha actualizado correctamente en la tabla con los valores modificados. Para cerrar el modo edición de la ruta, sería necesario seleccionar el botón de modificar de nuevo.



| | |
|------------------------|---|
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-11, RF-EDI-13 |
|------------------------|---|

Tabla 3.33.- Caso de uso de modo edición nº 08

| Nombre | Eliminación ruta de móvil | Identificador | CU-EDI-09 |
|-------------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Eliminación de la ruta asociada al móvil seleccionado por el usuario | | |
| Pre-Condicion | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. El escenario ha de tener al menos un móvil con una ruta asociada. | | |
| Post-Condicion | Eliminación de la ruta asociada al móvil seleccionado | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestran múltiples ventanas con la información relativa al escenario seleccionado.2. Al acceder a la pestaña de edición de rutas, el usuario ha de seleccionar un móvil con una ruta asociada, ya que, de lo contrario, la opción de borrado aparece deshabilitada.3. Una vez seleccionado, se muestra en el mapa la ruta asociada al móvil. Haciendo uso del botón situado en la parte inferior de la pestaña, el usuario puede borrar dicha ruta. En ese momento, la aplicación advierte al usuario de que el borrado es permanente, solicitando así una confirmación de esta acción.4. Al realizar el borrado, la ruta es eliminada y la tabla se muestra vacía para dicho móvil. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo edición: RF-EDI-01, RF-EDI-12 | | |

Tabla 3.34.- Caso de uso de modo edición nº 09

3.2.4.- Modo simulación

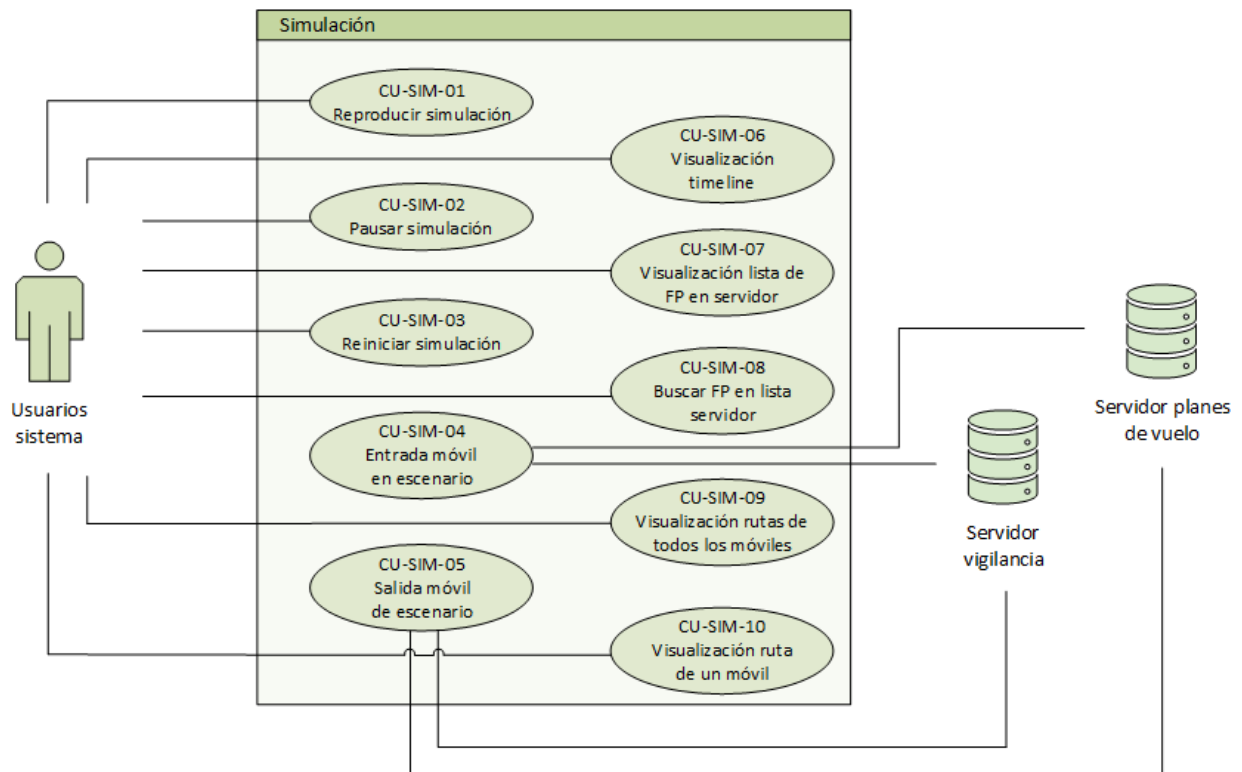
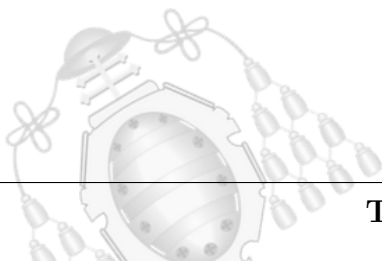


Figura 3.4.- Casos de uso asociados al modo simulación

| Nombre | Reproducir simulación | Identificador | CU-SIM-01 |
|------------------|---|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Reproducir el modo simulación | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Los móviles presentes en la línea temporal comienzan a moverse, entrando y saliendo del escenario | | |

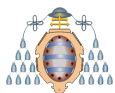




| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <p>1. El usuario puede pulsar el botón de reproducir presente en la barra de herramientas, existiendo dos posibles escenarios:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Dar comienzo a la simulación en el instante previamente establecido por el usuario. Se muestra vacía la lista de móviles presentes en el servidor hasta el comienzo de la simulación. Se muestran en la línea temporal toda la información que compone el escenario pero de forma estática en el tiempo.■ Reanudar una simulación que ha sido pausada, haciendo que el escenario siga su transcurso desde el último punto en el que se detuvo. <p>Cabe destacar que la línea temporal cuenta con diferentes escalas de zoom temporal para que el usuario pueda ver con más detalle el escenario o partes del mismo. Además, se incluye el identificador del plan de vuelo en cada uno de los móviles, así como la distinción por colores de las llegadas y las salidas.</p> <p>2. El usuario inicia o reanuda la simulación, de forma que los móviles comienzan a avanzar en el tiempo, y la información relativa a los mismos se empieza a distribuir a los servidores.</p> |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo simulación: RF-SIM-01, RF-SIM-02, RF-SIM-03, RF-SIM-04, RF-SIM-05, RF-SIM-22, RF-SIM-23 |

Tabla 3.35.- Caso de uso de modo simulación nº 01

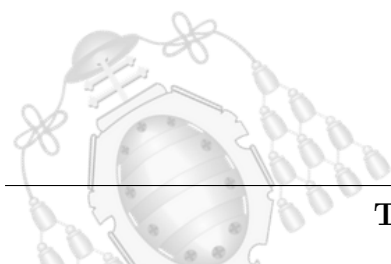
| | | | |
|-----------------|---------------------------|----------------------|------------------|
| Nombre | Pausar simulación | Identificador | CU-SIM-02 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Pausar el modo simulación | | |



| | |
|-------------------------|--|
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML y haber iniciado la simulación |
| Post-Condiciones | Los móviles presentes en la línea temporal dejan de moverse, quedándose estáticos en la última posición que tenían |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Al iniciar la simulación, se habilita el botón de pausa, presente en la barra de herramientas, que permite detener temporalmente la simulación.2. El usuario pausa la simulación, de forma que los móviles quedan fijos en el tiempo, conservando la información que tienen en ese instante. Es decir, se conserva la posición en el mapa y la lista de planes de vuelo registrados en el servidor permanece inalterada. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo simulación: RF-SIM-01, RF-SIM-02, RF-SIM-03, RF-SIM-04, RF-SIM-05, RF-SIM-24 |

Tabla 3.36.- Caso de uso de modo simulación nº 02

| Nombre | Reiniciar simulación | Identificador | CU-SIM-03 |
|-------------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Comenzar desde el principio el modo simulación | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML y haber iniciado la simulación | | |
| Post-Condiciones | Los móviles presentes en la línea temporal se quedan estáticos en la misma posición que tenían al comienzo | | |

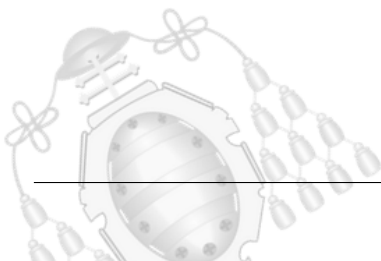




| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Al iniciar la simulación, se habilita el botón de detener, presente en la barra de herramientas, que permite reiniciar la simulación.2. El usuario detiene la simulación. Esto provoca que la aplicación reinicie todo el escenario, de forma que, los móviles se sitúen en la misma posición que tenían al comienzo de la simulación. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales modo simulación: RF-SIM-01, RF-SIM-02, RF-SIM-03, RF-SIM-04, RF-SIM-05, RF-SIM-25 |

Tabla 3.37.- Caso de uso de modo simulación nº 03

| Nombre | Entrada móvil en escenario | Identificador | CU-SIM-04 |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Actores | Servidor planes de vuelo, servidor vigilancia | | |
| Objetivo | Enviar la información correspondiente a los servidores cuando un móvil entra en el escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. La simulación ha de estar iniciada con al menos un móvil. | | |
| Post-Condiciones | Se envía la información correspondiente al plan de vuelo y a la posición a los respectivos servidores | | |





| | |
|-------------------------|---|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Con el escenario ejecutado y la simulación iniciada, los móviles van avanzando en el tiempo, por lo que entran y salen del escenario acorde a la duración y al offset que tienen asociados.2. Cuando un móvil entra en el escenario, es decir, la hora de inicio es igual a la hora actual, la aplicación envía información a los servidores.3. Por un lado, se registra en el servidor de planes de vuelo, quedando constancia del registro en la tabla situada en la parte derecha de la pantalla principal de la aplicación. Asimismo, por otro lado, si el móvil asociado a este plan de vuelo cuenta con una ruta, la aplicación muestra en tiempo real la posición de dicho móvil en el mapa con un identificador asociado |
| Correspondencia | Requisitos modo simulación: RF-SIM-07, RF-SIM-08, RF-SIM-09, RF-SIM-10, RF-SIM-11, RF-SIM-12, RF-SIM-13, RF-SIM-14, RF-SIM-16, RF-SIM-17 |

Tabla 3.38.- Caso de uso de modo simulación nº 04

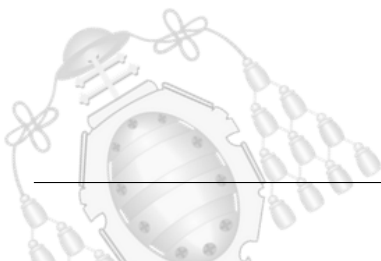
| Nombre | Salida móvil de escenario | Identificador | CU-SIM-05 |
|-------------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Servidor planes de vuelo, servidor vigilancia | | |
| Objetivo | Enviar la información correspondiente a los servidores cuando un móvil sale del escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. La simulación ha de estar iniciada con al menos un móvil. | | |
| Post-Condiciones | Se envía la información correspondiente al plan de vuelo y a la posición a los respectivos servidores | | |



| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Con el escenario ejecutado y la simulación iniciada, los móviles van avanzando en el tiempo, por lo que entran y salen del escenario acorde a la duración y al offset que tienen asociados.2. Cuando un móvil sale del escenario, es decir, la hora de fin es igual a la hora actual, la aplicación envía información a los servidores.3. Por un lado, se elimina el plan de vuelo del servidor, quedando constancia de su eliminación en la tabla situada en la parte derecha de la pantalla principal de la aplicación. Asimismo, por otro lado, si el móvil asociado a este plan de vuelo cuenta con una ruta y aún no ha finalizado, la aplicación deja de mostrar su posición en el mapa. |
| Correspondencia | Requisitos modo simulación: RF-SIM-09, RF-SIM-12, RF-SIM-15, RF-SIM-16, RF-SIM-17 |

Tabla 3.39.- Caso de uso de modo simulación nº 05

| Nombre | Visualización <i>timeline</i> | Identificador | CU-SIM-06 |
|-------------------------|--|---------------|-----------|
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Mostrar u ocultar la línea temporal con la información del escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Se muestra u oculta la línea temporal | | |

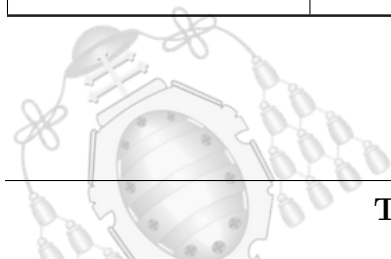




| | |
|-------------------------|--|
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, se hace visible la línea temporal.2. El usuario puede configurar la visibilidad de la misma a través del menú gráfico.3. La aplicación hace visible u oculta la línea temporal según el estado del <i>checkbox</i>. |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-07 Requisitos modo simulación: RF-SIM-02 |

Tabla 3.40.- Caso de uso de modo simulación nº 06

| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Visualización lista de planes de vuelo en servidor | Identificador | CU-SIM-07 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Mostrar u ocultar la lista de planes de vuelo que hay registrados en el servidor | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML | | |
| Post-Condiciones | Se muestra u oculta la lista de planes de vuelo registrados en el servidor | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras ejecutar un escenario, se hace visible la lista de planes de vuelo que hay registrados en el servidor.2. El usuario puede configurar la visibilidad de la misma a través del menú gráfico.3. La aplicación hace visible u oculta la lista según el estado del <i>checkbox</i>. | | |



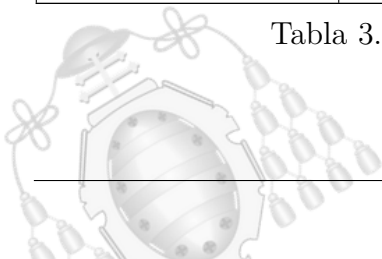


| | |
|------------------------|---|
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-08 Requisitos modo simulación: RF-SIM-16 |
|------------------------|---|

Tabla 3.41.- Caso de uso de modo simulación nº 07

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------------------|
| Nombre | Buscar plan de vuelo en lista servidor | Identificador | CU-SIM-08 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Localizar un plan de vuelo indicado por el usuario en la lista de planes de vuelo que hay registrados en el servidor | | |
| Pre-Condicion | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. La simulación ha de estar iniciada para que existan planes de vuelo en la lista. | | |
| Post-Condicion | Se muestran únicamente aquellos planes de vuelo que coincidan con lo que ha introducido el usuario en el buscador | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras comenzar la simulación, en el lateral derecho de la pantalla principal se muestra una ventana con la lista de móviles que hay registrados en el servidor en ese momento.2. Desde la barra de búsqueda incluida en esta ventana, el usuario puede localizar un plan de vuelo introduciendo el nombre.3. La lista se reduce, mostrando únicamente aquellos planes de vuelo que coincidan con el texto introducido por el usuario. | | |
| Correspondencia | Requisitos modo simulación: RF-SIM-16, RF-SIM-18 | | |

Tabla 3.42.- Caso de uso de modo simulación nº 08

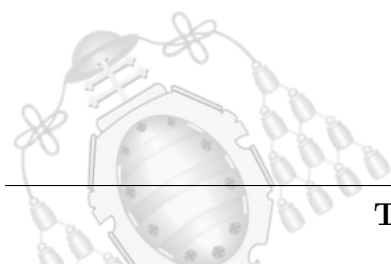




| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------------------|
| Nombre | Visualización rutas de todos los móviles | Identificador | CU-SIM-09 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |
| Objetivo | Mostrar u ocultar la ruta de todos los móviles que componen el escenario | | |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. La simulación ha de estar iniciada con al menos un móvil con ruta asociada. | | |
| Post-Condiciones | Se muestran todas las rutas de los móviles definidas en el escenario | | |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras comenzar la simulación, se pueden mostrar las rutas previamente definidas de todos los móviles que componen el escenario; para ello, el usuario hace uso de la opción que se localiza en la barra de herramientas.2. La aplicación muestra en el mapa todas las rutas. Asimismo, colocando el cursor encima de cualquiera de estas, la aplicación muestra el identificador asociado, y, además, se modifica el color permitiendo distinguir si corresponde a un plan de vuelo de llegada o de salida. | | |
| Correspondencia | Requisitos funcionales menú GUI: RF-MEN-09 Requisitos modo simulación: RF-SIM-20, RF-SIM-21 | | |

Tabla 3.43.- Caso de uso de modo simulación nº 09

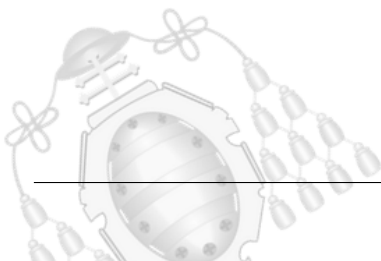
| | | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------|------------------|
| Nombre | Visualización ruta de un móvil | Identificador | CU-SIM-10 |
| Actores | Usuarios del sistema | | |





| | |
|-------------------------|---|
| Objetivo | Mostrar u ocultar la ruta correspondiente a un móvil mediante su selección en la línea temporal o en la lista de registrados en el servidor |
| Pre-Condiciones | Haber ejecutado un escenario en la aplicación desde el editor XML. La simulación ha de estar iniciada con al menos un móvil con ruta asociada. |
| Post-Condiciones | Se muestra u oculta la ruta del móvil seleccionado por el usuario |
| Escenario básico | <ol style="list-style-type: none">1. Tras comenzar la simulación, se puede mostrar u ocultar la ruta de un móvil previamente definida; para ello, el usuario selecciona dicho móvil en línea temporal o en la lista de registrados en el servidor.2. En ese momento, la aplicación muestra u oculta en el mapa la ruta indicada. Cabe destacar que la aplicación distingue por colores aquellas que correspondan con llegadas o salidas. |
| Correspondencia | Requisitos modo simulación: RF-SIM-06, RF-SIM-19, RF-SIM-21 |

Tabla 3.44.- Caso de uso de modo simulación nº 10





3.3.- Diagrama de ventanas

Dado que el sistema cuenta con múltiples ventanas, a continuación se muestra un diagrama de navegación (Figura 3.5), donde se presentan las diferentes rutas a seguir a través de las mismas. Se puede observar que todos los caminos son bidireccionales, lo que implica que en cualquier momento se puede volver a la ventana anterior sin ningún problema.

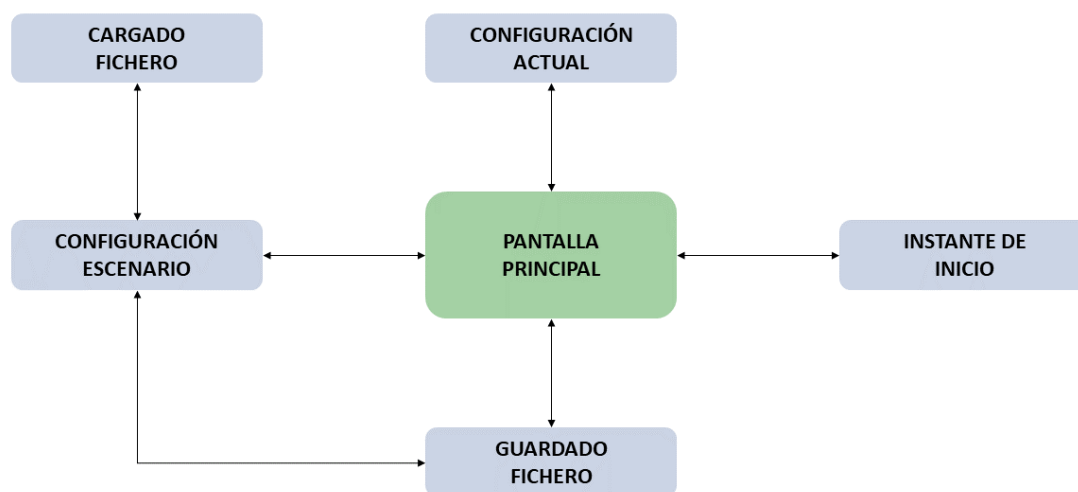
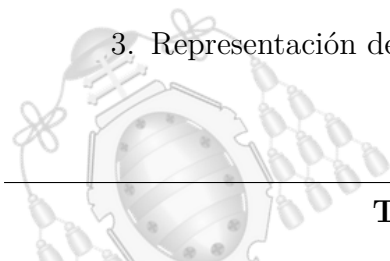


Figura 3.5.- Diagrama de navegación de la aplicación

- **Pantalla principal:** es la pantalla que se presenta al comienzo de la aplicación y desde la cual se permite el acceso al resto. Inicialmente solo se muestra el menú, la barra de herramientas y el mapa. No obstante, pueden llegar a incluirse pestañas en la parte inferior y en ambos laterales de la aplicación, siguiendo la estructura que se observa en la Figura 3.6. Se diferencian las siguientes partes:

1. Menú y barra de herramientas.
2. Configuración de la visibilidad de capas y áreas del mapa.
3. Representación del mapa del aeropuerto.





4. Lista de planes de vuelo registrados en el servidor.
5. Modo edición.
6. Línea temporal de la simulación.

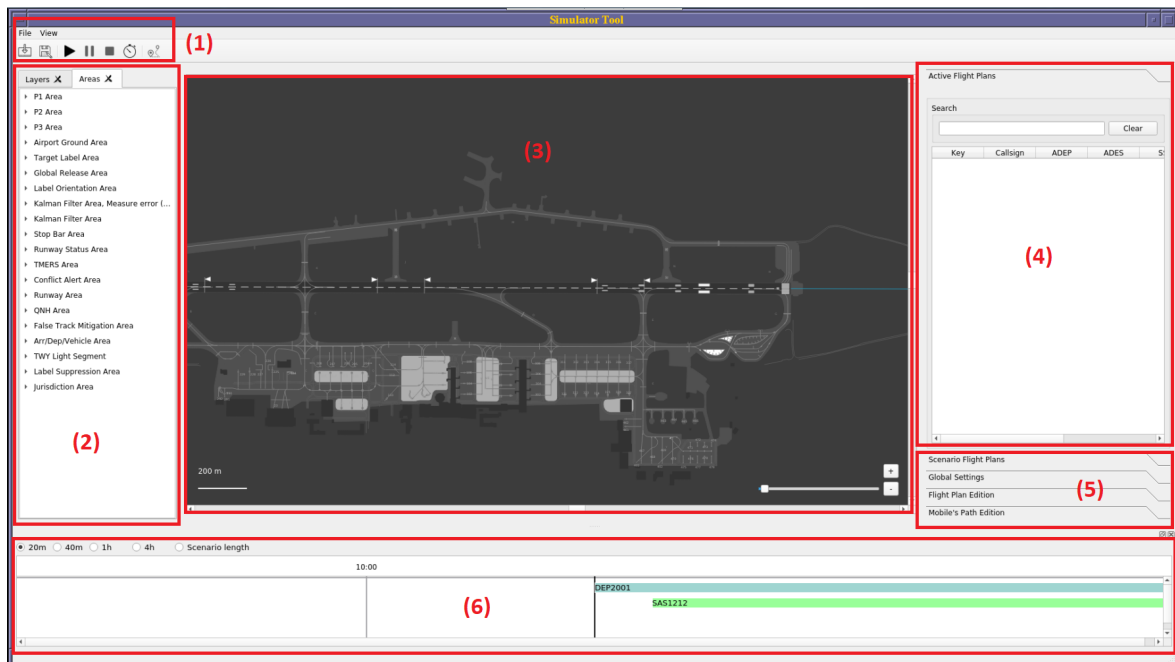
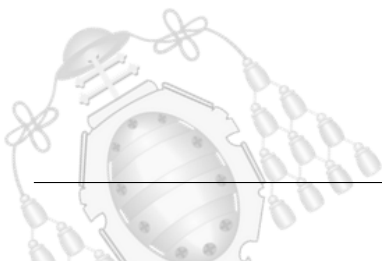


Figura 3.6.- Distribución de la pantalla principal de la aplicación

- **Configuración actual:** esta ventana permite la configuración de aquellos parámetros que afectan a la presentación del mapa. Dentro de la misma se distinguen dos secciones, tal como se muestra en la Figura 3.7:

1. Configuración de la vista del mapa.
2. Configuración de las capas y áreas del mapa.



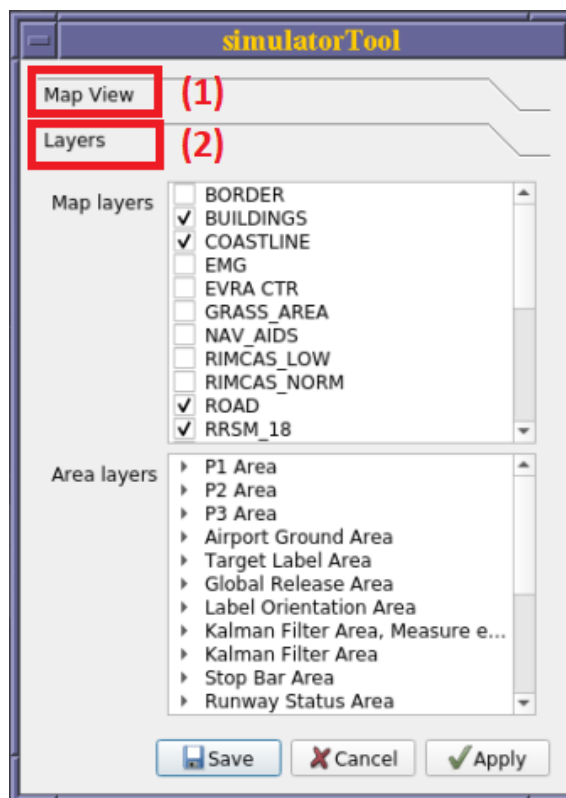


Figura 3.7.- Distribución de la pantalla de configuración actual

- **Configuración escenario:** esta ventana permite crear, cargar, modificar, guardar y ejecutar escenarios desde un fichero XML.

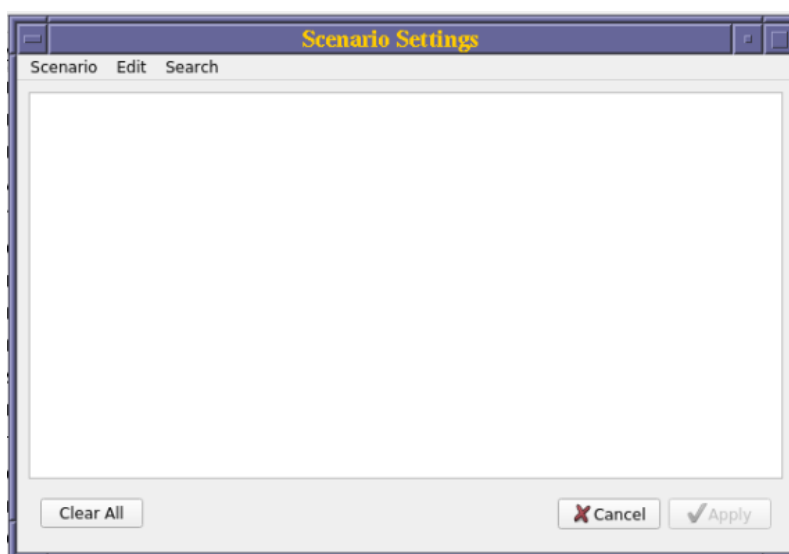
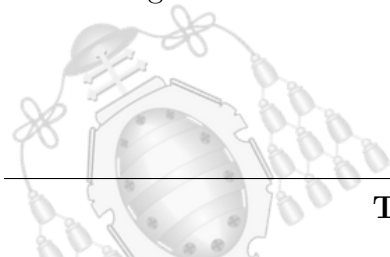


Figura 3.8.- Distribución de la pantalla de configuración de escenario





- **Cargado fichero:** ventana que permite cargar un escenario desde un fichero XML. Cabe destacar que se muestra el contenido - únicamente aquel con extensión XML - del directorio en el que se ejecuta la aplicación, pudiendo desplazarse a cualquiera que desee el usuario.

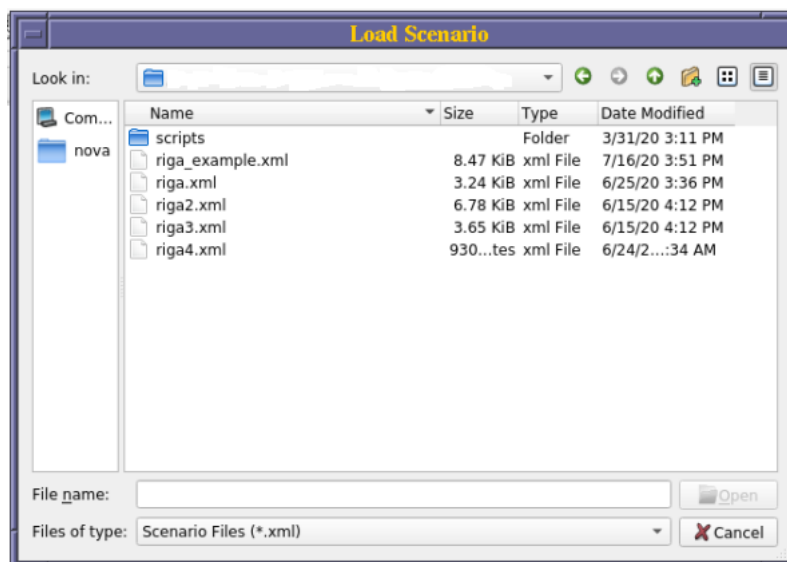


Figura 3.9.- Distribución de la pantalla de cargado de escenario

- **Guardado fichero:** ventana que permite guardar un escenario en un fichero XML. Cabe destacar que se establece por defecto la ruta donde se ejecuta la aplicación, pudiendo desplazarse a cualquiera que desee el usuario.

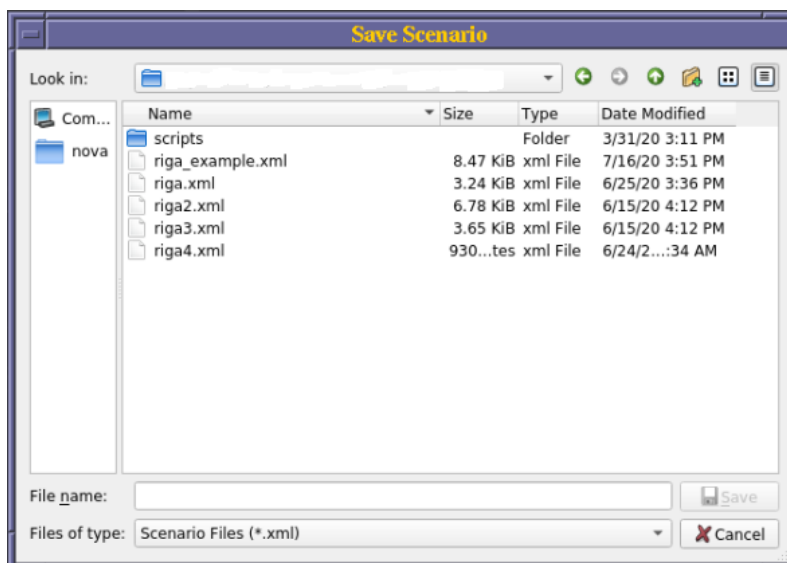
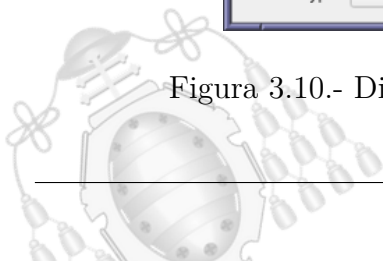


Figura 3.10.- Distribución de la pantalla de guardado de escenario





- **Instante de inicio:** ventana que permite al usuario configurar el minuto de inicio de la simulación.

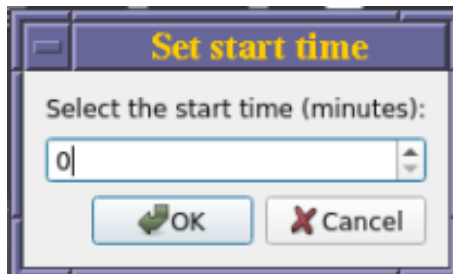


Figura 3.11.- Distribución de la pantalla de configuración del instante de inicio

3.4.- Casos de prueba

Por último, a lo largo de esta sección, se recogen todas las pruebas que han sido realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación. Cabe destacar que el aeropuerto de validación utilizado para las pruebas ha sido el de Riga. Se divide esta sección en dos bloques claramente diferenciados: casos de prueba válidos e inválidos. Cada uno de estos, ha de estar compuesto de los siguientes campos:

1. **Prueba:** nombre de la prueba que se realiza
2. **ID:** identificador único del caso de prueba. Se sigue la siguiente sintaxis para su definición: CPV-XXX-YY para casos de prueba válidos, o, CPI-XXX-YY para casos de prueba inválidos. Donde XXX corresponde con la categoría de requisito y solo incluye caracteres alfabéticos, e YY corresponde con dos caracteres numéricos que permiten la identificación del requisito dentro de dicha categoría.
3. **Descripción:** descripción breve de la prueba.
4. **Resultado esperado:** descripción breve del resultado que se espera obtener.
5. **Resultado obtenido:** descripción breve del resultado que se ha obtenido.
6. **Validación:** determina si la prueba se ha superado correctamente o no.
7. **Dependencias:** determina con qué caso de uso se corresponde la prueba.





3.4.1.- Casos de prueba válidos

Se realizan pruebas simulando un buen uso del sistema. Estas tienen como finalidad demostrar que el sistema responde tal y como se espera.

3.4.1.1.- Vista de mapa

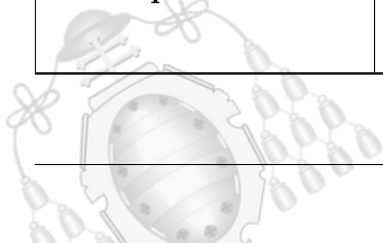
| Prueba | Mostrar capas | Identificador | CPV-MAP-01 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que las capas seleccionadas por el usuario se muestran correctamente en el mapa. | | |
| Resultado esperado | La aplicación muestra la capa del mapa indicada por el usuario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-01 | | |

Tabla 3.45.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 01

| Prueba | Ocultar capas | Identificador | CPV-MAP-02 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que las capas seleccionadas por el usuario se ocultan correctamente en el mapa. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta la capa del mapa indicada por el usuario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-01 | | |

Tabla 3.46.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 02

| Prueba | Mostrar áreas | Identificador | CPV-MAP-03 |
|-------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que las áreas seleccionadas por el usuario se muestran correctamente en el mapa. | | |





| | |
|---------------------------|--|
| Resultado esperado | La aplicación muestra el área del mapa indicada por el usuario |
| Resultado obtenido | Igual al esperado |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-02 |

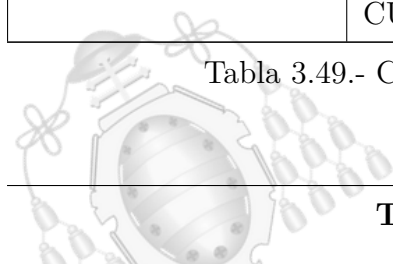
Tabla 3.47.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 03

| Prueba | Ocultar áreas | Identificador | CPV-MAP-04 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que las áreas seleccionadas por el usuario se ocultan correctamente en el mapa. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta el área del mapa indicada por el usuario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso: CU-MAP-02 | | |

Tabla 3.48.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 04

| Prueba | Aumentar zoom mapa | Identificador | CPV-MAP-05 |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que al aumentar el zoom, ya sea con el ratón o a través de la interfaz gráfica, el mapa se acerca y el valor de la escala disminuye. | | |
| Resultado esperado | Acercamiento del mapa, modificación del slider del zoom y valor de la escala menor | | |
| Resultado obtenido | Se acerca el mapa, provocando que se modifique del slider del zoom y el valor de la escala se reduzca | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-03 | | |

Tabla 3.49.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 05





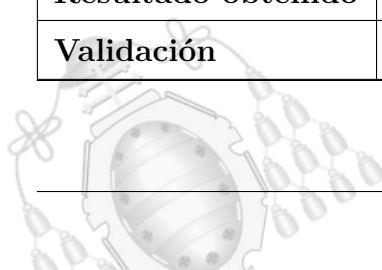
| Prueba | Disminuir zoom mapa | Identificador | CPV-MAP-06 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que al disminuir el zoom, ya sea con el ratón o a través de la interfaz gráfica, el mapa se aleja y el valor de la escala se aumenta. | | |
| Resultado esperado | Alejamiento del mapa, modificación del slider del zoom y valor de la escala mayor | | |
| Resultado obtenido | Se aleja el mapa, provocando que se modifique del slider del zoom y el valor de la escala se incremente | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-03 | | |

Tabla 3.50.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 06

| Prueba | Rotar mapa derecha | Identificador | CPV-MAP-07 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que el mapa rota hacia la derecha cuando así lo determina el usuario. | | |
| Resultado esperado | Rotación del mapa hacia la derecha | | |
| Resultado obtenido | La aplicación rota del mapa hacia la derecha | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-04 | | |

Tabla 3.51.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 07

| Prueba | Rotar mapa izquierda | Identificador | CPV-MAP-08 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que el mapa rota hacia la izquierda cuando así lo determina el usuario | | |
| Resultado esperado | Rotación del mapa hacia la izquierda | | |
| Resultado obtenido | La aplicación rota del mapa hacia la izquierda | | |
| Validación | Correcta | | |





| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-04 |
|---------------------|--------------------------------|

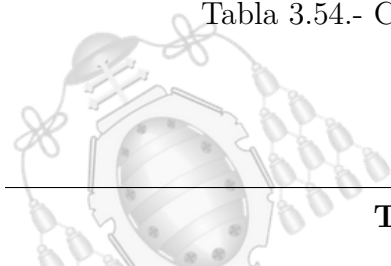
Tabla 3.52.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 08

| Prueba | Desplazar mapa | Identificador | CPV-MAP-09 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que el mapa se desplaza al punto (x,y) indicado por el usuario. | | |
| Resultado esperado | Desplazamiento del mapa al punto (x,y) | | |
| Resultado obtenido | La aplicación desplaza el mapa al punto (x,y) | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-05 | | |

Tabla 3.53.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 09

| Prueba | Cambiar configuración por defecto | Identificador | CPV-MAP-10 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que tras modificar, guardar y aplicar la configuración establecida en la ventana emergente, el mapa se modifica y los valores por defecto al iniciar la aplicación son los indicados. | | |
| Resultado esperado | Modificación del aspecto actual del mapa. Modificación del aspecto del mapa al iniciar la aplicación. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación modifica el aspecto actual del mapa. Asimismo, se modifica el aspecto del mapa al iniciar la aplicación. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-06 | | |

Tabla 3.54.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 10





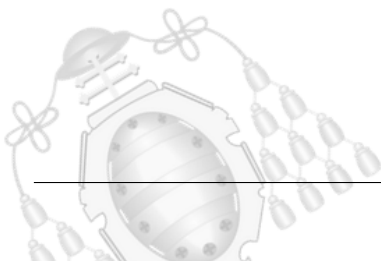
| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardar configuración actual | Identificador | CPV-MAP-11 |
| Descripción | Se comprueba que al guardar la configuración actual del mapa, esta es utilizada como configuración por defecto al inicio de la aplicación. | | |
| Resultado esperado | Establecimiento de la configuración actual como configuración por defecto | | |
| Resultado obtenido | La aplicación establece la configuración actual del mapa como configuración por defecto | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso mapa: CU-MAP-07 | | |

Tabla 3.55.- Caso de prueba válido de la vista del mapa nº 11

3.4.1.2.- Tratamiento del escenario - fichero XML -

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Creación de escenario | Identificador | CPV-SCE-01 |
| Descripción | Se comprueba la correcta escritura del nuevo escenario en el editor de la aplicación. | | |
| Resultado esperado | Escritura del escenario correcta con resaltado de los tags por parte del editor de la aplicación. | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-01 | | |

Tabla 3.56.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 01



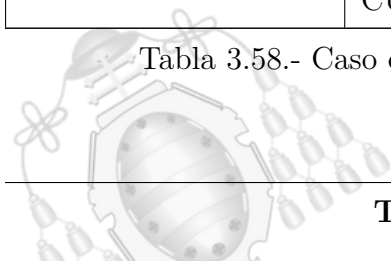


| Prueba | Cargado de escenario | Identificador | CPV-SCE-02 |
|---------------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que el escenario contenido en el fichero XML seleccionado por el usuario se carga correctamente en el editor de la aplicación. | | |
| Resultado esperado | Se muestra el contenido del fichero cargado por el usuario en el editor de la aplicación | | |
| Resultado obtenido | El editor de la aplicación muestra el contenido del fichero cargado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-02 | | |

Tabla 3.57.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 02

| Prueba | Ejecución de escenario | Identificador | CPV-SCE-03 |
|---------------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que el escenario cargado desde un fichero XML seleccionado por el usuario se ejecuta correctamente. | | |
| Resultado esperado | Se muestra el timeline con la información cargada, la lista de móviles que hay en el servidor de planes de vuelo y las pestañas del modo edición con toda la información del escenario. Se habilita el botón de play en la barra de herramientas. | | |
| Resultado obtenido | La pantalla principal de la aplicación incorpora el timeline, la lista de móviles registrados en el servidor y el modo edición, todo ello con la información del escenario seleccionado. Asimismo, el botón de play se habilita para que el usuario pueda comenzar la simulación. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-03 | | |

Tabla 3.58.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 03



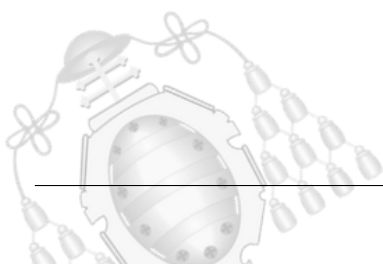


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Cancelación editor XML | Identificador | CPV-SCE-04 |
| Descripción | Se comprueba la cancelación de un escenario creado o cargado en el editor de la aplicación. | | |
| Resultado esperado | Se cierra el editor de la aplicación y todo se mantiene sin ningún cambio | | |
| Resultado obtenido | La aplicación sigue con la información que tenía previamente, es decir, no se efectúa ningún cambio | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-04 | | |

Tabla 3.59.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 04

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado escenario desde editor XML | Identificador | CPV-SCE-05 |
| Descripción | Se comprueba que se guarda el escenario generado a través del editor de la aplicación en un fichero XML. | | |
| Resultado esperado | Creación de un fichero XML con el nombre indicado por el usuario y con la información presente en el editor | | |
| Resultado obtenido | Se crea un nuevo fichero XML con el nombre indicado por el usuario, cuyo contenido es la información que se recoge del editor de la aplicación | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-05 | | |

Tabla 3.60.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 05



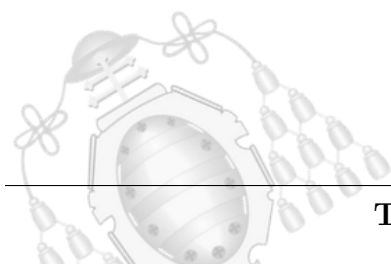


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado escenario desde editor XML en fichero ya existente | Identificador | CPV-SCE-06 |
| Descripción | Se comprueba la correcta reescritura de un fichero XML ya existente con la información recogida del editor de la aplicación. | | |
| Resultado esperado | Reescritura del fichero en formato XML con el escenario generado a través del editor de la aplicación | | |
| Resultado obtenido | Se reescribe un fichero con extensión XML ya existente volcando el contenido del editor de la aplicación. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-05 | | |

Tabla 3.61.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 06

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado escenario desde modo edición | Identificador | CPV-SCE-07 |
| Descripción | Se comprueba que se guarda el escenario generado a través del modo edición en un fichero XML | | |
| Resultado esperado | Creación de un fichero XML con el nombre indicado por el usuario y con la información del modo edición | | |
| Resultado obtenido | Se crea un nuevo fichero XML con el nombre indicado, cuyo contenido es la información que se recoge del modo edición | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-06 | | |

Tabla 3.62.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 07





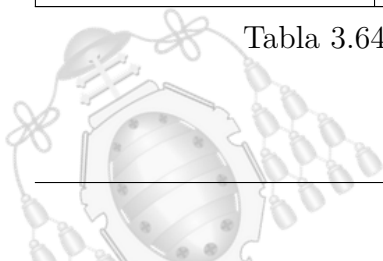
| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado de escenario desde modo edición en fichero ya existente | Identificador | CPV-SCE-08 |
| Descripción | Se comprueba la correcta reescritura de un fichero XML ya existente con la información recogida del modo edición de la aplicación | | |
| Resultado esperado | Reescritura del fichero en formato XML con el escenario generado a través del modo edición | | |
| Resultado obtenido | Se reescribe un fichero con extensión XML ya existente volcando el contenido del modo edición de la aplicación | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso escenarios: CU-SCE-06 | | |

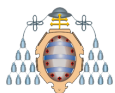
Tabla 3.63.- Caso de prueba válido de tratamiento del escenario nº 08

3.4.1.3.- Modo edición

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Búsqueda plan de vuelo en lista escenario | Identificador | CPV-EDI-01 |
| Descripción | Se comprueba que se muestran solo aquellos planes de vuelo de la lista del escenario que coinciden con lo indicado en el buscador. | | |
| Resultado esperado | Se muestran aquellos planes de vuelo que coincidan con lo que ha introducido el usuario en el buscador | | |
| Resultado obtenido | Se muestran aquellos planes de vuelo que coinciden con los criterios introducidos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-01 | | |

Tabla 3.64.- Caso de prueba válido del modo edición nº 01



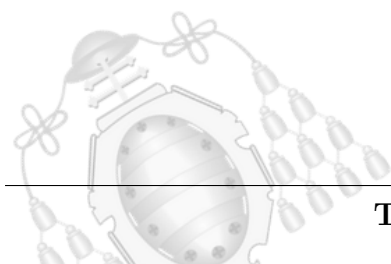


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Selección plan de vuelo en lista escenario para edición | Identificador | CPV-EDI-02 |
| Descripción | Se comprueba que la aplicación redirige a la pestaña de edición de planes de vuelo y se muestran los parámetros de aquel que ha seleccionado el usuario. | | |
| Resultado esperado | Se muestra la pestaña de edición de plan de vuelo con los parámetros del que selecciona el usuario | | |
| Resultado obtenido | La aplicación redirige a la pantalla de edición de planes de vuelo con los parámetros del que selecciona el usuario | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-02 | | |

Tabla 3.65.- Caso de prueba válido del modo edición nº 02

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Modificación parámetros globales | Identificador | CPV-EDI-03 |
| Descripción | Se comprueba que al modificar los parámetros globales del escenario y guardarlos, estos se actualizan. | | |
| Resultado esperado | Se modifican correctamente los parámetros globales del escenario | | |
| Resultado obtenido | La aplicación almacena los valores satisfactoriamente | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-03 | | |

Tabla 3.66.- Caso de prueba válido del modo edición nº 03



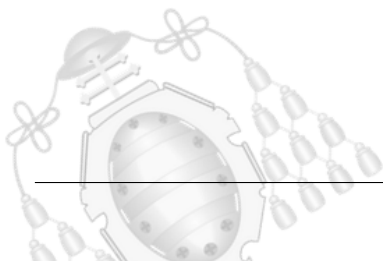


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Modificación parámetros globales sin guardado | Identificador | CPV-EDI-04 |
| Descripción | Se comprueba que al modificar los parámetros globales del escenario y no guardarlos, estos se pierden. | | |
| Resultado esperado | Se mantienen los parámetros globales que se tenían previamente | | |
| Resultado obtenido | La aplicación mantiene la información del escenario inalterada | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-03 | | |

Tabla 3.67.- Caso de prueba válido del modo edición n° 04

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Creación plan de vuelo con guardado | Identificador | CPV-EDI-05 |
| Descripción | Se comprueba que al rellenar todos los parámetros correctamente y guardar los cambios, se crea un nuevo plan de vuelo con dichas características en el escenario previamente ejecutado. | | |
| Resultado esperado | Se crea un nuevo plan de vuelo en el escenario con los parámetros indicados por el usuario. Se actualizan todas las listas de móviles que componen el escenario | | |
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza la información de los móviles que componen el escenario en todas las pestañas del modo edición | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04 | | |

Tabla 3.68.- Caso de prueba válido del modo edición n° 05



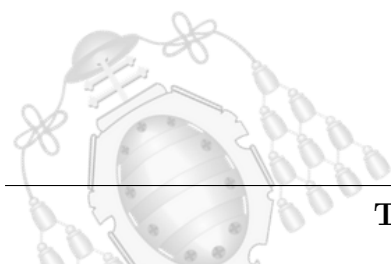


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Creación plan de vuelo sin guardado | Identificador | CPV-EDI-06 |
| Descripción | Se comprueba que al rellenar todos los parámetros correctamente y no guardar los cambios, la aplicación no actualiza el escenario. | | |
| Resultado esperado | Se crea un nuevo plan de vuelo en el escenario con los parámetros indicados por el usuario. No se actualiza la información del escenario. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación mantiene la información del escenario inalterada | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04 | | |

Tabla 3.69.- Caso de prueba válido del modo edición nº 06

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Modificación plan de vuelo con guardado | Identificador | CPV-EDI-07 |
| Descripción | Se comprueba que al modificar los parámetros del plan de vuelo seleccionado y guardarlos, estos se actualizan. | | |
| Resultado esperado | Se actualizan los parámetros del plan de vuelo seleccionado. Se actualizan todas las listas de móviles que componen el escenario. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza la información del móvil en todas las pestañas del modo edición | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.70.- Caso de prueba válido del modo edición nº 07





| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Modificación plan de vuelo sin guardado | Identificador | CPV-EDI-08 |
| Descripción | Se comprueba que al modificar los parámetros del plan de vuelo seleccionado y no guardarlos, estos se pierden. | | |
| Resultado esperado | Se mantienen los parámetros que tenía el plan de vuelo previamente. No se actualiza la información del escenario. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación mantiene la información del escenario inalterada | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.71.- Caso de prueba válido del modo edición n° 08

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Borrado plan de vuelo | Identificador | CPV-EDI-09 |
| Descripción | Se comprueba que se borra del escenario el plan de vuelo seleccionado por el usuario. | | |
| Resultado esperado | Se elimina del escenario el plan de vuelo seleccionado por el usuario. Se actualizan todas las listas de móviles que componen el escenario. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza la información de los móviles que componen el escenario en todas las pestañas del modo edición | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-06 | | |

Tabla 3.72.- Caso de prueba válido del modo edición n° 09

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Creación de ruta sin existencia de una previa | Identificador | CPV-EDI-10 |
| Descripción | Se comprueba la correcta creación de una ruta asociada a un plan de vuelo que no la tenía previamente. | | |
| Resultado esperado | Se genera una nueva ruta para el plan de vuelo seleccionado | | |



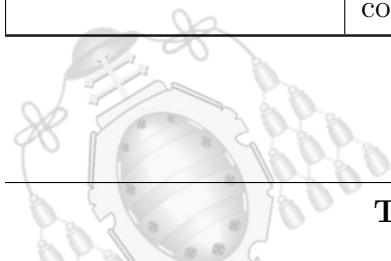
| | |
|---------------------------|--|
| Resultado obtenido | La aplicación crea una nueva ruta con dichos puntos, la cual se asocia al plan de vuelo indicado |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07 |

Tabla 3.73.- Caso de prueba válido del modo edición nº 10

| Prueba | Creación de ruta con existencia de una previa | Identificador | CPV-EDI-11 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba la correcta creación de una ruta asociada a un plan de vuelo que ya la tenía previamente. | | |
| Resultado esperado | Se elimina la ruta que se tenía previamente y se genera una nueva para el plan de vuelo seleccionado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación crea una nueva ruta con dichos puntos, la cual se asocia al plan de vuelo indicado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07 | | |

Tabla 3.74.- Caso de prueba válido del modo edición nº 11

| Prueba | Modificación de ruta - adición punto(s) | Identificador | CPV-EDI-12 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba la correcta adición de uno o múltiples puntos a la ruta – previamente definida – del plan de vuelo seleccionado por el usuario. | | |
| Resultado esperado | Se modifica la ruta asociada al plan de vuelo seleccionado por el usuario, incrementándose el número de puntos que la componen | | |





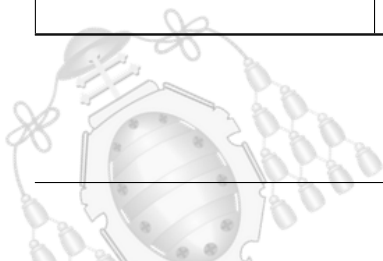
| | |
|---------------------------|---|
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza de manera automática los puntos que componen la ruta del plan de vuelo seleccionado |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-08 |

Tabla 3.75.- Caso de prueba válido del modo edición nº 12

| Prueba | Modificación de ruta - eliminación punto(s) | Identificador | CPV-EDI-13 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba la correcta eliminación de uno o múltiples puntos a la ruta – previamente definida – del plan de vuelo seleccionado por el usuario. | | |
| Resultado esperado | Se modifica la ruta asociada al plan de vuelo seleccionado por el usuario, disminuyendo el número de puntos que la componen | | |
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza de manera automática los puntos que componen la ruta del plan de vuelo seleccionado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-08 | | |

Tabla 3.76.- Caso de prueba válido del modo edición nº 13

| Prueba | Modificación de ruta - desplazamiento punto(s) | Identificador | CPV-EDI-14 |
|--------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba el correcto desplazamiento de uno o múltiples puntos de la ruta – previamente definida – del plan de vuelo seleccionado por el usuario. | | |





| | |
|---------------------------|--|
| Resultado esperado | Se modifica la ruta asociada al plan de vuelo seleccionado por el usuario, cambiando la posición de los puntos que la componen |
| Resultado obtenido | La aplicación actualiza de manera automática los puntos que componen la ruta del plan de vuelo seleccionado |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-08 |

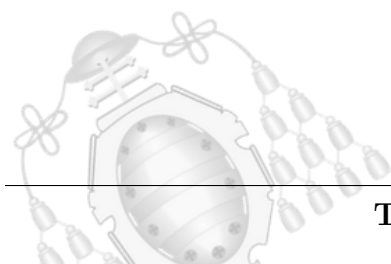
Tabla 3.77.- Caso de prueba válido del modo edición nº 14

| Prueba | Eliminación de ruta | Identificador | CPV-EDI-15 |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba el correcto borrado de la ruta definida para el plan de vuelo seleccionado por el usuario. | | |
| Resultado esperado | Se elimina la ruta asociada al plan de vuelo seleccionado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación elimina la información de dicha ruta | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-09 | | |

Tabla 3.78.- Caso de prueba válido del modo edición nº 15

3.4.1.4.- Modo simulación

| Prueba | Comienzo de la simulación (t=0) | Identificador | CPV-SIM-01 |
|--------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que la simulación comienza en t=0 cuando el usuario pulsa el botón de reproducir. | | |



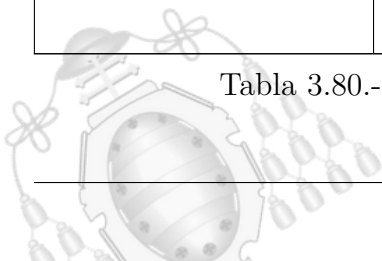


| | |
|---------------------------|--|
| Resultado esperado | La simulación del escenario comienza cuando el usuario pulsa el botón de reproducción; el comienzo se hace en $t=0$, es decir, se simula la totalidad del escenario. Los móviles comienzan a avanzar en el tiempo, y la información relativa a los mismos se empieza a distribuir a los servidores. |
| Resultado obtenido | Los móviles comienzan a avanzar en la línea temporal desde $t=0$, y comienza a distribuirse información actualizada a los servidores. |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-01 |

Tabla 3.79.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 01

| Prueba | Comienzo de la simulación ($t=X$) | Identificador | CPV-SIM-02 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que la simulación comienza en $t=X$ cuando el usuario pulsa el botón de reproducir. | | |
| Resultado esperado | La simulación del escenario comienza cuando el usuario pulsa el botón de reproducción; el comienzo se hace en $t=X$ – siendo X el minuto deseado –, es decir, se reproduce parcialmente el escenario. Los móviles comienzan a avanzar en el tiempo, y la información relativa a los mismos se empieza a distribuir a los servidores. | | |
| Resultado obtenido | Los móviles comienzan a avanzar en la línea temporal desde $t=X$, y comienza a distribuirse información actualizada a los servidores. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-01 | | |

Tabla 3.80.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 02



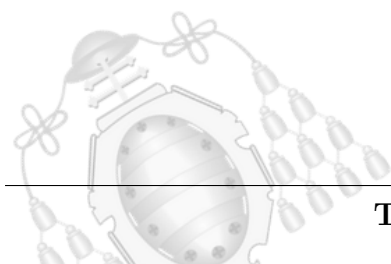


| Prueba | Reanudar la simulación | Identificador | CPV-SIM-03 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la simulación se reanuda correctamente desde el último punto en el que se detuvo. | | |
| Resultado esperado | Los móviles comienzan a avanzar en el tiempo, y la información relativa a los mismos se empieza a distribuir a los servidores. | | |
| Resultado obtenido | Los móviles comienzan a avanzar en la línea temporal desde el último punto en el que se detuvo, y la información actualizada vuelve a distribuirse a los servidores | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-01 | | |

Tabla 3.81.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 03

| Prueba | Pausar la simulación | Identificador | CPV-SIM-04 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la simulación se detiene correctamente en el punto en el que indica el usuario al pulsar el botón de pausa. | | |
| Resultado esperado | Los móviles quedan fijos en el tiempo, conservando la información que tienen en ese instante. Es decir, se conserva la posición en el mapa y la lista de planes de vuelo registrados en el servidor permanece inalterada. | | |
| Resultado obtenido | Los móviles quedan estáticos en el tiempo y la información que se distribuye a los servidores queda inalterada. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-02 | | |

Tabla 3.82.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 04



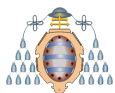


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Reiniciar la simulación | Identificador | CPV-SIM-05 |
| Descripción | Se comprueba que la simulación se reinicia correctamente a los valores iniciales cuando el usuario pulsa el botón de detener. | | |
| Resultado esperado | Los móviles se sitúan en la misma posición que tenían al comienzo de la simulación. | | |
| Resultado obtenido | Los móviles se sitúan en la misma posición temporal que tenían al inicio de la simulación y se elimina toda la información de los servidores. | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-03 | | |

Tabla 3.83.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 05

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Entrada móvil en escenario - creación plan de vuelo en servidor | Identificador | CPV-SIM-06 |
| Descripción | Se comprueba que al entrar un móvil en el escenario se genera el mensaje de creación de plan de vuelo correspondiente, y posteriormente, se envía al servidor de planes de vuelo. | | |
| Resultado esperado | El plan de vuelo correspondiente se incluye dentro de la aplicación en la lista de aquellos que se encuentran registrados en el servidor | | |
| Resultado obtenido | El plan de vuelo entra en el escenario, esto provoca que la lista de aquellos que se encuentran registrados en el servidor de planes de vuelo se actualice, incluyendo el que acaba de entrar | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-04 | | |

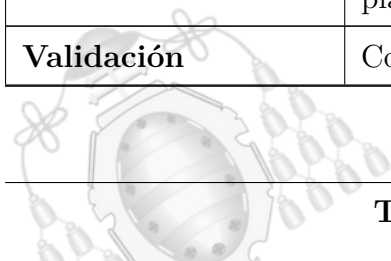
Tabla 3.84.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 06



| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Entrada móvil en escenario - envío información vigilancia a servidor | Identificador | CPV-SIM-07 |
| Descripción | Se comprueba que al entrar un móvil en el escenario se envía la información de posición al servidor de vigilancia. | | |
| Resultado esperado | Si el móvil cuenta con una ruta, la aplicación muestra en tiempo real la posición de dicho móvil en el mapa con un identificador asociado | | |
| Resultado obtenido | El plan de vuelo entra en el escenario, este tiene ruta asociada, lo que provoca que se muestre la posición en el mapa en tiempo real | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-04 | | |

Tabla 3.85.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 07

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Salida móvil del escenario - borrado plan de vuelo de servidor | Identificador | CPV-SIM-08 |
| Descripción | Se comprueba que al salir un móvil del escenario se genera el mensaje de borrado de plan de vuelo correspondiente, y posteriormente, se envía al servidor de planes de vuelo. | | |
| Resultado esperado | El plan de vuelo correspondiente se elimina dentro de la aplicación de la lista de aquellos que se encuentran registrados en el servidor | | |
| Resultado obtenido | El plan de vuelo sale del escenario, esto provoca que la lista de aquellos que se encuentran registrados en el servidor de planes de vuelo se actualice, eliminando el que acaba de salir | | |
| Validación | Correcta | | |





| | |
|---------------------|---|
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-05 |
|---------------------|---|

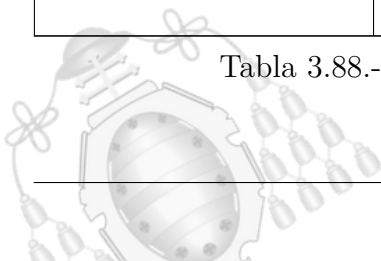
Tabla 3.86.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 08

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Salida móvil del escenario - parar envío información de vigilancia a servidor | Identificador | CPV-SIM-09 |
| Descripción | Se comprueba que al salir un móvil del escenario se deja de enviar información de posición al servidor de vigilancia. | | |
| Resultado esperado | Si el móvil cuenta con una ruta y aún no ha finalizado, la aplicación deja de mostrar su posición en el mapa. | | |
| Resultado obtenido | El plan de vuelo sale del escenario, este tiene ruta asociada y aún no ha finalizado, lo que provoca que se deje de mostrar la posición en el mapa en tiempo real | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-05 | | |

Tabla 3.87.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 09

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Mostrar <i>timeline</i> | Identificador | CPV-SIM-10 |
| Descripción | Se comprueba que la línea temporal se muestra correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación muestra la línea temporal | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-06 | | |

Tabla 3.88.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 10





| Prueba | Ocultar <i>timeline</i> | Identificador | CPV-SIM-11 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la línea temporal se oculta correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta la línea temporal | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-06 | | |

Tabla 3.89.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 11

| Prueba | Mostrar lista de planes de vuelo en servidor | Identificador | CPV-SIM-12 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la lista de planes de vuelo registrados en el servidor se muestra correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación muestra la lista de planes de vuelo registrados en el servidor | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-07 | | |

Tabla 3.90.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 12

| Prueba | Ocultar lista de planes de vuelo en servidor | Identificador | CPV-SIM-13 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la lista de planes de vuelo registrados en el servidor se oculta correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta la lista de planes de vuelo registrados en el servidor | | |



| | |
|---------------------------|---|
| Resultado obtenido | Igual al esperado |
| Validación | Correcta |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-07 |

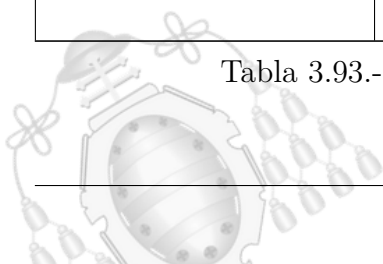
Tabla 3.91.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 13

| Prueba | Búsqueda plan de vuelo en lista servidor | Identificador | CPV-SIM-14 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que se muestran solo aquellos planes de vuelo de la lista de registrados en el servidor que coinciden con lo indicado en el buscador. | | |
| Resultado esperado | Se muestran aquellos planes de vuelo que coincidan con lo que ha introducido el usuario en el buscador | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-08 | | |

Tabla 3.92.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 14

| Prueba | Mostrar todas las rutas | Identificador | CPV-SIM-15 |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Descripción | Se comprueba que todas las rutas que componen el escenario se muestran correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación muestra todas las rutas que componen el escenario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-09 | | |

Tabla 3.93.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 15





| Prueba | Ocultar todas las rutas | Identificador | CPV-SIM-16 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que todas las rutas que componen el escenario se ocultan correctamente cuando el usuario lo determina. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta todas las rutas que componen el escenario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-09 | | |

Tabla 3.94.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 16

| Prueba | Mostrar la ruta de un móvil | Identificador | CPV-SIM-17 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la ruta del móvil seleccionado por el usuario se muestra correctamente. | | |
| Resultado esperado | La aplicación muestra la ruta asociada al móvil seleccionado por el usuario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-10 | | |

Tabla 3.95.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 17

| Prueba | Ocultar la ruta de un móvil | Identificador | CPV-SIM-18 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba que la ruta del móvil seleccionado por el usuario se oculta correctamente. | | |
| Resultado esperado | La aplicación oculta la ruta asociada al móvil seleccionado por el usuario | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |



| | |
|---------------------|---|
| Dependencias | Caso de uso modo simulación: CU-SIM-10 |
|---------------------|---|

Tabla 3.96.- Caso de prueba válido del modo simulación nº 18

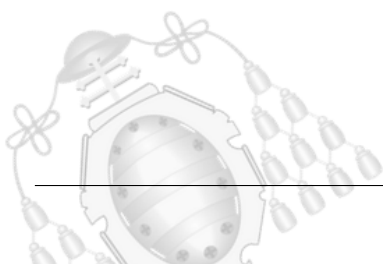
3.4.2.- Casos de prueba inválidos

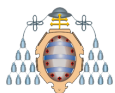
Se realizan pruebas simulando un mal uso del sistema. Estas tienen como finalidad demostrar la correcta respuesta del mismo ante cualquier situación inesperada.

3.4.2.1.- Vista de mapa

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo zoom | Identificador | CPI-MAP-01 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de edición del zoom del mapa. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-MAP-06 | | |

Tabla 3.97.- Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 01





| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo rotación | Identificador | CPI-MAP-02 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de edición de la rotación del mapa. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-MAP-06 | | |

Tabla 3.98.- Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 02

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de desplazamiento | Identificador | CPI-MAP-03 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de edición de desplazamiento del mapa. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación advierte que no es correcto e impide que se apliquen los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-MAP-06 | | |

Tabla 3.99.- Caso de prueba inválido de la vista del mapa nº 03

3.4.2.2.- Tratamiento del escenario - fichero XML -



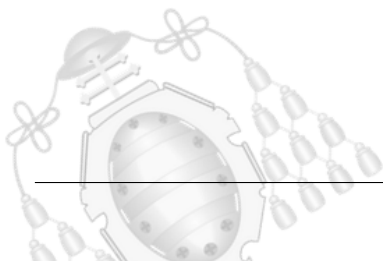


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Cargado del escenario desde editor XML con extensión inválida | Identificador | CPI-SCE-01 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante el cargado de un escenario desde el editor XML con un formato inválido. | | |
| Resultado esperado | Permiso de acceso a ficheros con extensión inválida denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación únicamente muestra aquellos con extensión XML, por lo que no es posible cargar un fichero con extensión incorrecta | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-SCE-05 | | |

Tabla 3.100.- Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 01

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado de escenario desde editor XML con extensión inválida | Identificador | CPI-SCE-02 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante el guardado de un escenario desde el editor XML con un formato inválido. | | |
| Resultado esperado | La aplicación advierte al usuario de una mala extensión, y solicita confirmación para un cambio a la correcta | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-SCE-05 | | |

Tabla 3.101.- Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 02





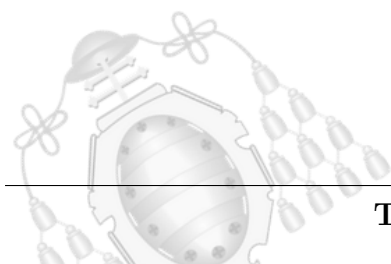
| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Guardado de escenario desde modo edición con extensión inválida | Identificador | CPI-SCE-03 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante el guardado de un escenario desde el modo edición con un formato inválido. | | |
| Resultado esperado | La aplicación advierte al usuario de una mala extensión, y solicita confirmación para un cambio a la correcta | | |
| Resultado obtenido | Igual al esperado | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-SCE-06 | | |

Tabla 3.102.- Caso de prueba inválido de tratamiento del escenario nº 03

3.4.2.3.- Modo edición

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de valor cero en el campo de duración global | Identificador | CPI-EDI-01 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de una duración global del escenario igual a cero. | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite actualizar el valor de la duración global | | |
| Resultado obtenido | La aplicación deshabilita la opción de guardar los cambios, obligando a mantener la duración que se tenía previamente | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-03 | | |

Tabla 3.103.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 01



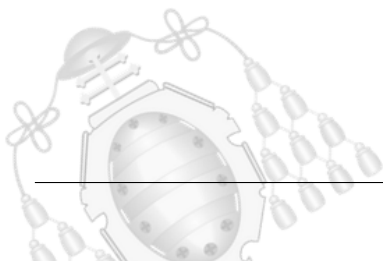


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo de duración global | Identificador | CPI-EDI-02 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de duración global. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-03 | | |

Tabla 3.104.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 02

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo de offset global | Identificador | CPI-EDI-03 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de offset global. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-03 | | |

Tabla 3.105.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 03



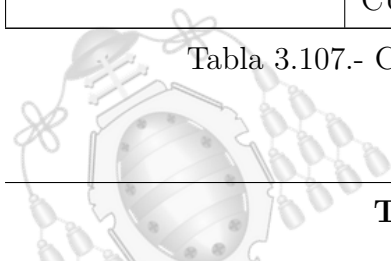


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Omisión de uno o varios campos del plan de vuelo | Identificador | CPI-EDI-04 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la omisión de uno o múltiples campos de los que componen el plan de vuelo. | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite guardar los cambios relativos al plan de vuelo | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no permite guardar los cambios de dicho plan de vuelo | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.106.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 04

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Ausencia de aeropuerto actual en campos de aeropuerto de salida y de destino | Identificador | CPI-EDI-05 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la ausencia del aeropuerto actual en ambos campos, aeropuerto de salida y de destino. | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite guardar los cambios relativos al plan de vuelo seleccionado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no permite guardar los cambios de dicho plan de vuelo hasta que estos campos estén correctamente completados | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.107.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 05



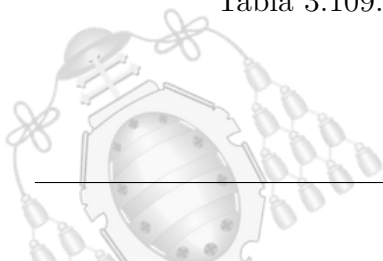


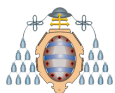
| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de valor cero en el campo de duración del plan de vuelo | Identificador | CPI-EDI-06 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de una duración del plan de vuelo igual a cero. | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite actualizar el valor de la duración del plan de vuelo seleccionado por el usuario | | |
| Resultado obtenido | La aplicación deshabilita la opción de guardar los cambios, obligando a mantener la duración que se tenía previamente | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.108.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 06

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo de duración del plan de vuelo | Identificador | CPI-EDI-07 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de duración del plan de vuelo seleccionado. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.109.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 07



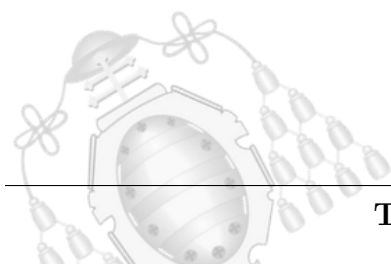


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en el campo de offset del plan de vuelo | Identificador | CPI-EDI-08 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de offset del plan de vuelo seleccionado. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.110.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 08

| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de callsign | Identificador | CPI-EDI-09 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de callsign. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.111.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 09



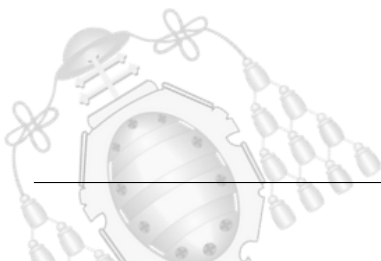


| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de código SSR | Identificador | CPI-EDI-10 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de código SSR. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.112.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 10

| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de tipo de aeronave | Identificador | CPI-EDI-11 |
|--------------------|---|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de tipo de aeronave. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.113.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 11



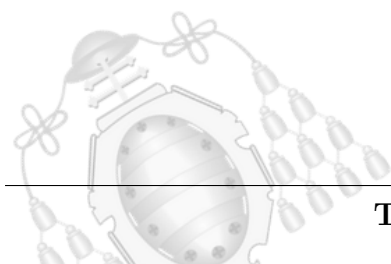


| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de punto de estacionamiento | Identificador | CPI-EDI-12 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de punto de estacionamiento. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.114.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 12

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de pista | Identificador | CPI-EDI-13 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de pista. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.115.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 13



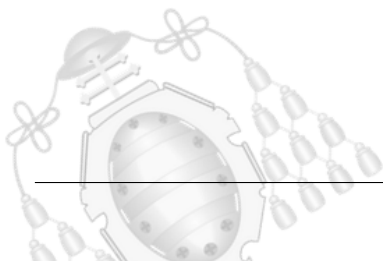


| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de aeropuerto de partida | Identificador | CPI-EDI-14 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de aeropuerto de partida. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.116.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 14

| Prueba | Introducción de formato inválido en el campo de aeropuerto de destino | Identificador | CPI-EDI-15 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un formato inválido en el campo de aeropuerto de destino. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de formato inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, no es posible aplicar los cambios | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-04, CU-EDI-05 | | |

Tabla 3.117.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 15



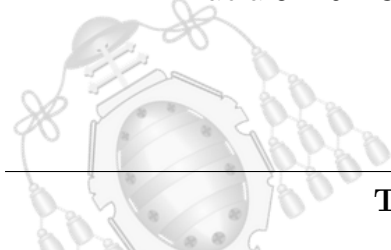


| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Creación de ruta con menos de dos puntos | Identificador | CPI-EDI-16 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la creación de una ruta con un solo punto. | | |
| Resultado esperado | La aplicación descarta los datos por no tener puntos suficientes para constituir una ruta | | |
| Resultado obtenido | La aplicación descarta la selección ya que no es suficiente información para establecer una ruta | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07 | | |

Tabla 3.118.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 16

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Eliminación de ruta a través de la edición de la misma | Identificador | CPI-EDI-17 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la eliminación, durante su modificación, de todos los puntos que componen la ruta. | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite eliminar más puntos cuando la ruta consta de tres, evitando así que se borre la ruta completa desde la opción de edición | | |
| Resultado obtenido | La aplicación permite dicho borrado hasta que la ruta consta de tres puntos; en ese momento, se deshabilita el borrado de puntos, evitando así la eliminación de la ruta | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-08 | | |

Tabla 3.119.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 17





| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Modificación coordenadas “x” e “y” a través de la tabla de ruta | Identificador | CPI-EDI-18 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la modificación de las coordenadas “x” e “y” a través de la tabla de ruta en vez de a través del mapa | | |
| Resultado esperado | La aplicación no permite al usuario la edición de las coordenadas “x” e “y” desde la tabla de ruta, únicamente se permite a través del mapa. | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no permite dicha modificación, ya que esos parámetros solo pueden ser alterados gráficamente | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07, CU-EDI-08, CU-EDI-09 | | |

Tabla 3.120.- Caso de prueba inválido del modo edición n° 18

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en campo de altura de la tabla de ruta | Identificador | CPI-EDI-19 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de altura de la tabla de ruta. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07, CU-EDI-08, CU-EDI-09 | | |

Tabla 3.121.- Caso de prueba inválido del modo edición n° 19



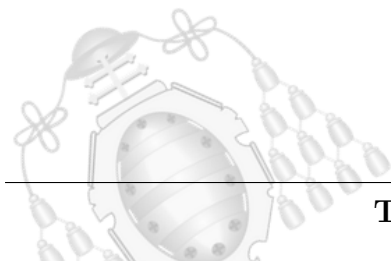
| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Introducción de carácter inválido en campo de velocidad de la tabla de ruta | Identificador | CPI-EDI-20 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante la introducción de un carácter inválido en el campo de velocidad de la tabla de ruta. | | |
| Resultado esperado | Permiso de introducción de carácter inválido denegado | | |
| Resultado obtenido | La aplicación no lo permite, ya que este campo únicamente acepta valores numéricos | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-EDI-07, CU-EDI-08, CU-EDI-09 | | |

Tabla 3.122.- Caso de prueba inválido del modo edición nº 20

3.4.2.4.- Modo simulación

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Prueba | Mostrar todas las rutas en un escenario sin rutas | Identificador | CPI-SIM-01 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación ante un escenario sin rutas en el que se intentan mostrar las mismas. | | |
| Resultado esperado | La aplicación se muestra inalterada tras la solicitud de mostrar todas las rutas | | |
| Resultado obtenido | La aplicación permanece inalterada | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-SIM-09 | | |

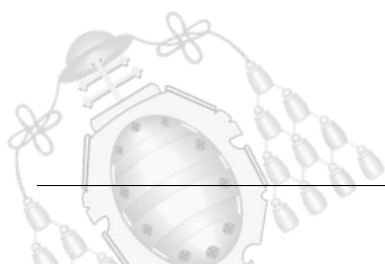
Tabla 3.123.- Caso de prueba inválido del modo simulación nº 01

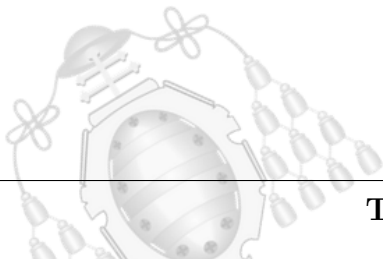




| | | | |
|---------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Prueba | Mostrar la ruta de un móvil que no tiene | Identificador | CPI-SIM-02 |
| Descripción | Se comprueba la respuesta de la aplicación al seleccionar un plan de vuelo para que se muestre una ruta asociada que no existe. | | |
| Resultado esperado | La aplicación se muestra inalterada tras la solicitud de mostrar dicha rutas | | |
| Resultado obtenido | La aplicación permanece inalterada | | |
| Validación | Correcta | | |
| Dependencias | Caso de uso modo edición: CU-SIM-10 | | |

Tabla 3.124.- Caso de prueba inválido del modo simulación nº 02







Bibliografía

- [1] Información sobre los principales servicios de gestión de tráfico aéreo
<https://indranavia.com/air-traffic-management/> Visitado 03/07/2020
- [2] Información sobre SESAR, <https://www.sesarju.eu/> Visitado 03/07/2020
- [3] Información sobre proyecto PJ02 *Earth* de SESAR
<https://www.sesarju.eu/projects/earth> Visitado 03/07/2020
- [4] Qt Creator <https://www.qt.io/product/development-tools> Visitado 10/07/2020
- [5] SuperPuTTY <https://www.puttygen.com/superputty> Visitado 10/07/2020
- [6] FileZilla <https://filezilla-project.org/> Visitado 10/07/2020
- [7] Visual Studio Code <https://code.visualstudio.com/> Visitado 10/07/2020
- [8] UltraVNC Viewer <https://www.uvnc.com/docs/uvnc-viewer.html> Visitado 10/07/2020
- [9] Git <https://git-scm.com/> Visitado 10/07/2020
- [10] Overleaf <https://es.overleaf.com/> Visitado 10/07/2020
- [11] Indra, "Introducción al control de tráfico aéreo"

