

DOCUMENTO 2

PLIEGO

En el sistema AICEDRONE se desarrollarán cuatro de herramientas informáticas que permitirán cumplir con los objetivos del proyecto:

- AICEDRONE_VIEW, herramienta informática que guiará la cinemática del dron y el apuntamiento de los sensores.
- AICEDRONE_MODEL, herramienta informática para la modelización automática de la geometría de los elementos de interés.
- AICEDRONE_SDI, infraestructura de datos espaciales que permitirá la publicación de todos los productos georreferenciados e información documental empleando geoservicios estándar.
- AICEDRONE_GUI, que constituirá la interfaz con el usuario para interactuar en un sistema de información geográfico de código abierto, QGIS, con los productos resultantes de la modelización e incluirá herramientas para extraer información métrica de interés.

El proyecto también aportará dos resultados documentales de interés:

- AICEDRONE_INFRASTRUCTURE, documentación con la especificación de requisitos para la selección e integración de componentes: dron, sensores (cámaras y LiDAR), hardware de procesamiento y comunicación, y software de terceros.
- AICEDRONE_PROCESS, documentación con el diseño de protocolos de planificación, captura, procesamiento, explotación y difusión de los datos y resultados.

A continuación, se detallan las tareas que debe realizar la entidad subcontratada por cada uno de los Paquetes de Trabajo que integran el proyecto.

DETALLE DE TAREAS A REALIZAR POR LA ENTIDAD SUBCONTRATADA

PT1. SELECCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPAMIENTO

En este paquete de trabajo se realizará la selección y puesta en funcionamiento del equipamiento necesario adaptado a las necesidades de las aplicaciones contempladas en el proyecto, tanto en lo que se refiere al equipamiento de captura de datos (dron, cámara y LiDAR), como al equipamiento informático (hardware y software). Además, se identificarán todos los requisitos. La duración del PT son 4 meses.

TAREA 1.1. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL EQUIPAMIENTO

El objetivo de esta tarea es identificar los requisitos funcionales, no funcionales y de sistema de AICEDRONE. Habrá que definir los requisitos del equipamiento de adquisición de datos donde se concretarán las especificaciones técnicas mínimas de la cámara digital, del sensor LiDAR, del vehículo aéreo no tripulado y de otro equipamiento auxiliar, como estación de tierra y receptores GNSS para georreferenciación. También incluirá el detalle las características mínimas del hardware de procesamiento y la relación de funcionalidades a cubrir por el conjunto de aplicaciones informáticas a emplear, identificando aquellas que puedan resultar excluidas y objeto de desarrollo por su carácter muy específico en el contexto del proyecto.

TAREA 1.2. SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

El objetivo de esta tarea es analizar las soluciones comerciales que más se adaptan a los requisitos del equipamiento resultado de la tarea 1.1. y compararlas con los equipos disponibles en la entidad subcontratada y RV para valorar la necesidad de que en la selección del equipamiento se incluya el alquiler de componentes del mercado de reciente aparición que aporten mejoras importantes. Un resultado importante de esta tarea será el disponer del estado del mercado con la mayor actualización. El alcance de esta tarea debe cubrir tanto el equipamiento para adquisición de datos, drones, cámaras y sensores LiDAR, como el equipamiento informático, hardware y software.

TAREA 1.3. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPAMIENTO

El objetivo de esta tarea es la puesta en funcionamiento del equipamiento para el proyecto, incluyendo la realización de manuales. El alcance de esta tarea debe cubrir todo el equipamiento seleccionado, tanto el relativo a la adquisición de datos, drones, cámaras y sensores LiDAR, como el equipamiento informático, hardware y software.

PT2. CASOS DE ESTUDIO DE LAS APLICACIONES

En este paquete de trabajo se realizarán los trabajos para la obtención de los datos de partida para abordar los desarrollos informáticos: datos para calibración de algoritmos de IA de detección de elementos en las herramientas informáticas AICEDRONE_VIEW y AICEDRONE_MODEL, datos de vuelos de las diferentes aplicaciones contempladas para postproceso con la herramienta AICEDRONE_MODEL e integrando en parte de ellos la realización del vuelo usando la herramienta informática AICEDRONE_VIEW. La duración del PT son 10 meses.

TAREA 2.1. CONTROL DE CALIDAD DE CUBOS EN MANTOS DE BLOQUES

En esta tarea se contemplan los siguientes trabajos:

1. Elección del puerto principal y recopilación de información documental de interés.

2. Planificación y realización de vuelos fotogramétricos con el equipamiento adquirido (cámara visible y LiDAR) según diferentes planificaciones.
3. Procesamiento fotogramétrico (cámara visible y LiDAR) y generación de productos geomáticos: nubes de puntos, ortoimágenes, modelos digitales de elevaciones y modelos tridimensionales texturizados.
4. Realización de vuelos, con cámara y LiDAR, en al menos otros dos puertos secundarios que, junto con el puerto principal, completen la tipología principal de los cubos a detectar.
5. Extracción manual por restitución fotogramétrica de las primitivas geométricas de algunos cubos representativos para ser empleados como control de calidad del resultado de la automatización a desarrollar.
6. Extracción manual de los recintos en las imágenes y en las nubes de puntos de los elementos para servir de entrada al proceso de calibración de los algoritmos de IA.

TAREA 2.2. EXTRACCIÓN MANUAL DE GEOMETRÍA DE TRAZADO DE VÍA FERROVIARIA

En esta tarea se contemplan los siguientes trabajos:

1. Elección de la vía ferroviaria principal elegida y recopilación de información documental de interés.
2. Planificación y realización de vuelos fotogramétricos con el equipamiento adquirido (cámara visible y LiDAR) según diferentes planificaciones.
3. Procesamiento fotogramétrico (cámara visible y LiDAR) y generación de productos geomáticos: nubes de puntos, ortoimágenes, modelos digitales de elevaciones y modelos tridimensionales texturizados.
4. Realización de vuelos, con cámara y LiDAR, en al menos otras dos vías ferroviarias secundarias que, junto con la principal, completen la tipología principal de los carriles a detectar.
5. Medición topográfica convencional y extracción manual por restitución fotogramétrica del eje del trazado ferroviario para ser empleado como control de calidad del resultado de la automatización a desarrollar.

TAREA 2.3. EXTRACCIÓN MANUAL DE MARCAS EN VIALES

En esta tarea se contemplan los siguientes trabajos:

1. Elección de la carretera principal elegida y recopilación de información documental de interés.
2. Planificación y realización de vuelos fotogramétricos con el equipamiento adquirido (cámara visible y LiDAR) según diferentes planificaciones.
3. Procesamiento fotogramétrico (cámara visible y LiDAR) y generación de productos geomáticos: nubes de puntos, ortoimágenes, modelos digitales de elevaciones y modelos tridimensionales texturizados.

4. Realización de vuelos, con cámara y LiDAR, en al menos otras dos carreteras secundarias que, junto con la principal, completen la tipología principal de las marcas en viales a detectar.
5. Medición topográfica convencional y extracción manual de las marcas en viales para ser empleadas como control de calidad del resultado de la automatización a desarrollar.

TAREA 2.4. ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN MÉTRICA PARA SEGUIMIENTO DE OBRA A PARTIR DE IMÁGENES DE VUELO PANORÁMICO

En esta tarea se contemplan los siguientes trabajos:

1. Elección de la carretera y recopilación de información documental de interés.
2. Definición de las unidades de obra de interés a estimar a partir de imágenes oblicuas.
3. Realización de vuelo fotogramétrico convencional para control de calidad de los resultados de la estimación resultante del vuelo panorámico, incluyendo: planificación, ejecución del vuelo, procesamiento y generación de productos geomáticos.
4. Planificación y ejecución del vuelo panorámico conforme a diferentes configuraciones de distancia y perspectiva.
5. Medición topográfica convencional y manual por restitución fotogramétrica de unidades de obra sobre los productos del vuelo fotogramétrico convencional de control de calidad para analizar las precisiones resultantes frente a las mediciones realizadas en el vuelo panorámico con las herramientas a desarrollar. En esta tarea también se almacenarán los atributos de interés para cada unidad de obra que habrán de contemplarse en el diseño del modelo de datos de la herramienta a desarrollar.

PT3. DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Se desarrollarán las herramientas informáticas que son componentes principales del sistema AICEDRONE: AICEDRONE_VIEW, AICEDRONE_MODEL, AICEDRONE_GUI y AICEDRONE_SDI. Para las herramientas de procesamiento, el paradigma de programación empleado será la programación orientada a objetos (POO), en C++ y Python, y la interfaz gráfica de usuario (GUI) consistirá en un complemento en Python para QGIS que hará llamadas a librerías en C++. Todas las herramientas informáticas desarrolladas se apoyarán en librerías de código abierto y los programas resultantes se distribuirán de forma libre. La duración del PT son 13 meses.

La documentación de usuario para todos los desarrollos de procesamiento constará de:

- Manuales convencionales donde se detalla la secuencia de ejecución utilizando ejemplos a modo de casos de uso.
- Documentación descriptiva de los algoritmos implementados.
- Vídeos con la grabación del procesamiento de los ejemplos.

- Informe de los resultados obtenidos, expresados en términos de rendimiento y de precisión, por comparación con las mediciones topográficas y manuales realizadas para comprobación.

TAREA 3.1. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS COMPLEMENTARIAS PARA FOTOGRAMETRÍA CON CÁMARA Y LIDAR

En esta tarea se desarrollarán las siguientes herramientas:

1. Herramienta para control de calidad de la planificación de vuelos con cámara con el objetivo de garantizar el cumplimiento de la resolución geométrica en todo el escenario, y la adecuada configuración en la adquisición de las imágenes para garantizar una geometría que permita alcanzar las precisiones necesarias y el cumplimiento de los recubrimientos necesarios entre imágenes y pasadas.
2. Herramienta para optimizar la nube de puntos fotogramétrica mediante la eliminación de puntos de ruido, clasificación automática (por criterios geométricos y por color), edición de la clasificación y reducción de puntos por eliminación de aquellos que sólo aportan información redundante para las aplicaciones de ingeniería civil.
3. Herramienta para restitución fotogramétrica multi vista asistida y de precisión que permita realizar todas las operaciones de medida tridimensional contempladas en el proyecto.
4. Herramienta para la comparación e integración de las nubes de puntos LiDAR y fotogramétricas.
5. Herramienta para la determinación de geometría en el espacio objeto, coordenadas terreno, a partir de las coordenadas imagen de elementos reconocidos en imágenes por las técnicas de inteligencia artificial.
6. Herramienta para dirigir el apuntamiento de cámaras embarcadas en drones para centrar la imagen en objetos detectados en imágenes por las técnicas de inteligencia artificial. Herramienta para control de calidad de la planificación de vuelos con sensor LiDAR con el objetivo de garantizar la densidad y precisión de los puntos adquiridos.
7. Herramienta para optimizar la nube de puntos LiDAR mediante la eliminación de puntos de ruido, clasificación automática (por criterios geométricos e intensidades), edición de la clasificación y reducción de puntos por eliminación de aquellos que sólo aportan información redundante para las aplicaciones de ingeniería civil.
8. Herramienta para la mejora de la georreferenciación y fusión de nubes de puntos adquiridos en diferentes pasadas y/o vuelos.

TAREA 3.2. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA AICEDRONE SDI Y DE LA HERRAMIENTA AICEDRONE GUI

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

1. Diseño del modelo de datos para los tipos de elementos detectados.
2. Diseño de la gestión de permisos en base a definición de perfiles de usuario.

3. Diseño e implementación de AICEDRONE_SDI.
4. Instalación de AICEDRONE_SDI en un servidor.
5. Puesta en marcha de AICEDRONE_SDI para los proyectos contemplados en el PT.2
6. Diseño e implementación de AICEDRONE_GUI.

TAREA 3.3. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA AICEDRONE_VIEW

En esta tarea se desarrollarán las siguientes herramientas:

1. Herramienta para generar modelos digitales de elevaciones optimizados para cada aplicación contemplada en el proyecto.
2. Herramienta para la extracción automática de primitivas básicas de elementos a partir de las nubes de puntos, contemplando: cubos de puertos, ejes de trazado de vías ferroviarias y marcas de viales en carreteras. Esta herramienta se desarrollará integrando algoritmos de técnicas de inteligencia artificial y principios geométricos.
3. Herramienta para la medición fotogramétrica asistida de unidades de obra de carretera empleando vuelos panorámicos.

TAREA 3.4. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA AICEDRONE_MODEL

El objetivo de esta tarea es diseñar e implementar la herramienta AICEDRONE_MODEL que permitirá obtener la geometría tridimensional, expresada como formas geométricas básicas apropiada para la tipología de los elementos contemplados en el proyecto. En la implementación se combinarán técnicas de IA, el modelo fotogramétrico riguroso, técnicas de visión computacional y algoritmos de geometría computacional.

PT4. DESARROLLO DEL PROTOCOLO DE TRABAJO EN LAS APLICACIONES

El objetivo de este PT es establecer los protocolos de trabajo para cada una de las aplicaciones contempladas en el proyecto, incluyendo la descripción de los trabajos de planificación, captura, procesamiento, explotación y publicación de los resultados. El resultado de este PT será el componente documental AICEDRONE_PROCESS. La duración del PT son 3 meses.

TAREA 4.1. DESARROLLO DEL PROTOCOLO PARA CADA UNA DE LAS APLICACIONES

Se desarrollarán los protocolos de trabajo para:

- control de calidad de cubos de hormigón en puertos.
- extracción automática de geometría de ejes de trazado ferroviario existente.
- extracción automática de marcas en viales de señalización horizontal
- uso de vuelo panorámico para medición de unidades de obra en el seguimiento de la ejecución de una carretera.

En la definición de cada protocolo se incluirán los procedimientos para todas las fases involucradas:

- Planificación de vuelos, incluyendo la recopilación de la información de partida, la metodología a seguir en el trabajo con los programas informáticos y las comprobaciones de control de calidad.
- Ejecución de los vuelos, incluyendo los trabajos previos de comprobación (revisión de check list), montaje y configuración de los sensores a emplear, metodología de realización del vuelo, procedimiento de descarga y almacenamiento con respaldo de la información. Para la realización de los vuelos se hará uso de la herramienta AICEDRONE_VIEW.
- Procesamiento de los vuelos con los programas informáticos comerciales y las herramientas desarrolladas para generar los productos geomáticos de entrada al proceso de modelización tridimensional y mediciones de unidades de obra.
- Modelización tridimensional y extracción de información de interés en cada aplicación, empleando la herramienta AICEDRONE_MODEL.
- Inserción de los productos geomáticos en el sistema de información IDE, AICEDRONE_SDI
- Publicación de los resultados en el sistema de información IDE para su difusión
- Uso del sistema de información con los programas informáticos contemplados, principalmente la herramienta AICEDRONE_GUI, para editar la información, gráfica y alfanumérica, de los elementos detectados y extraer información métrica de interés.

En esta actividad se realizarán 4 informes, uno para cada una de las tareas:

- Protocolo de trabajo para el control de calidad de los cubos de hormigón en puerto. Informe
- Protocolo de trabajo para la extracción automática de la geometría de ejes de trazado ferroviario existente. Informe
- Protocolo de trabajo para extracción automática de marcas de viales de señalización en carretera. Informe
- Protocolo de trabajo para medición de unidades de obra en el seguimiento de ejecución de una carretera. Informe

PT5. IMPLANTACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de esta fase es la implantación final del sistema a través de la formación y realización de un caso real de cada una de las cuatro aplicaciones contempladas en el proyecto. Además, como último paso, se realizará el análisis del estado del mercado de equipamiento a la finalización del proyecto con el propósito de detectar la posible comercialización de nuevas soluciones que adaptándose a los requisitos del equipamiento resultado de PT1, aporten ventajas en términos de calidad de captura, mejora de rendimiento o reducción de costes. El resultado de este PT será el componente documental AICEDRONE_INFRASTRUCTURE. La duración del PT son 5 meses.

TAREA 5.1. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA EN LAS DISTINTAS APLICACIONES

Se realizará una tarea para cada uno de los cuatro escenarios tipo contemplados en el proyecto, incluyendo los siguientes trabajos:

1. Formación en el montaje y manejo del equipamiento en las aplicaciones contempladas, utilizando como referencia documental los entregables de la tarea 3 del PT.1
2. Formación y puesta en práctica de los protocolos: planificación de vuelos, ejecución de vuelos, procesamiento para generación de productos geomáticos, inserción de los productos geomáticos en el sistema de información, protocolo de modelización tridimensional y extracción de información de interés, publicación de los resultados en la IDE y utilización de las herramientas informáticas que hace uso de los servicios publicados en la IDE. En esta actividad se hará uso de todas las herramientas informáticas: AICEDRONE_VIEW, AICEDRONE_MODEL, AICEDRONE_SDI y AICEDRONE_GUI, y de la componente documental AICEDRONE_PROCESS.
3. Evaluación e identificación de problemas en los protocolos.
4. Subsanación de las deficiencias detectadas en los componentes del sistema AICEDRONE, en los protocolos o en las herramientas.

TAREA 5.2. ANÁLISIS FINAL DE MERCADO DE EQUIPAMIENTO

El objetivo de esta tarea es la realización del componente documental AICEDRONE_INFRASTRUCTURE que, partiendo de los entregables de la tarea 3 del PT.1 y de una revisión del estado del mercado en cuanto a todos los equipos, instrumentales, hardware y software, recoja una especificación final concreta de los requisitos técnicos revisada con la situación real del mercado.

El resultado de este PT será el componente documental AICEDRONE_INFRASTRUCTURE o Entregable 5.2.1. que incluye el Análisis de la evolución del mercado de interés al proyecto, similar a los de la tarea 1.2:

- Análisis de la evolución del mercado de interés en el proyecto en relación con el equipamiento de última generación para adquisición de datos, drones, cámaras y sensores LiDAR, incluyendo sus características técnicas principales, su coste, su grado de implantación en el mercado, sus proveedores, identificando posibles problemas de servicio técnico, reparación y disponibilidad de piezas, y una evaluación que proponga las mejores alternativas en base a su adaptación a los requisitos.
- análisis de la evolución del mercado de interés en el proyecto en relación con el software de fotogrametría y LiDAR, incluyendo sus principales funcionalidades, su coste, su política de actualización.
- Recomendación de alternativas de equipamiento informático, en base a la evolución del mercado y condicionado a las características de los requisitos del proyecto.

PT6. DIFUSION DE RESULTADOS

En este PT se abordarán los trabajos de difusión de los resultados alcanzados en el proyecto, incluyendo la publicación de las herramientas informáticas desarrolladas, los resultados de la calibración de modelos en IA, la redacción de artículos para enviar a revistas de impacto y las presentaciones en congresos. La duración de este PT es de 10 meses.

TAREA 6.1. PUBLICACIÓN EN ENTORNO ABIERTO DE TODAS LAS HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DESARROLLADAS EN EL PROYECTO

Esta tarea consiste en la creación de un repositorio público en GitHub donde se publicarán las herramientas informáticas desarrolladas, incluyendo documentación de usuario.

TAREA 6.2. ARTÍCULOS PARA REVISTAS DE IMPACTO

Esta tarea consiste en los trabajos de redacción de los dos artículos con la temática apuntada en la descripción de este paquete de trabajo, y que se resume en:

- Un primer artículo, centrado en la descripción de la herramienta AICEDRONE_VIEW, que explique y justifique los avances y utilidad de la combinación de las técnicas de IA, modelo fotogramétrico y visión computacional, para mejorar el encuadre de la cámara en tiempo real sobre los elementos detectados automáticamente.
- Un segundo artículo, centrado en la descripción de AICEDRONE_MODEL, que explique y justifique los avances y utilidad de la combinación de las técnicas de IA, modelo fotogramétrico y visión computacional, para la reconstrucción 3d de precisión de la geometría de los elementos detectados.

TAREA 6.3. COMUNICACIONES PARA CONGRESOS.

Esta tarea se realizará, en primer lugar, un análisis para determinar los dos congresos que resulten de mayor interés para la publicación de los resultados del proyecto, contemplándose como opciones aquellos que traten cuestiones de nuevas tecnologías aplicadas en ingeniería civil, y aquellos que traten avances en el desarrollo de herramientas de software libre en el contexto de la información geográfica. A continuación, se redactarán las dos comunicaciones que se enviarán a los dos congresos elegidos.