

CUALIFICACIÓN PROFESIONAL: Desarrollo de trabajos de fotogrametría

<i>Familia Profesional:</i>	Edificación y Obra Civil
<i>Nivel:</i>	3
<i>Código:</i>	EOC783_3
<i>Estado:</i>	BOE
<i>Publicación:</i>	RD 883/2022

Competencia general

Realizar procesos fotogramétricos para modelar la información gráfica y no gráfica a partir de imágenes obtenidas con sensores remotos en actividades vinculadas a la construcción, ingeniería y oficinas de estudios técnicos, cumpliendo la normativa relativa a protección medioambiental, prevención de riesgos laborales y los estándares de calidad.

Unidades de competencia

- UC2608_3:** Elaborar el proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstruir la geometría en el espacio de los haces perspectivas que las forman
- UC2609_3:** Obtener la información de objetos y/o entidades tridimensionales
- UC2610_3:** Obtener modelos tridimensionales vectoriales y/o numéricos de objetos y/o entidades con técnicas fotogramétricas
- UC2611_3:** Realizar transformaciones geométricas de coordenadas a imágenes y/o modelos vectoriales o numéricos

Entorno Profesional

Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en cualquier tipo de organización que requiera la obtención de cartográfica y modelos 3D con técnicas fotogramétricas, en entidades de naturaleza pública o privada, empresas de tamaño pequeño/mediano/grande o microempresas, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal de acuerdo con la normativa aplicable.

Sectores Productivos

Se ubica en los sectores productivos que requieran la obtención de cartográfica y/o modelos 3D con técnicas fotogramétricas de objetos y/ terrenos.

Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

- Técnicos fotogramétricos
- Técnicos en fotogrametría

Formación Asociada (600 horas)

Módulos Formativos

- MF2608_3:** Diseño del proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstrucción de la geometría de los haces perspectivas (90 horas)
- MF2609_3:** Restitución fotogramétrica (270 horas)
- MF2610_3:** Modelización cartográfica y no cartográfica (210 horas)
- MF2611_3:** Transformaciones en el espacio (30 horas)

UNIDAD DE COMPETENCIA 1

Elaborar el proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstruir la geometría en el espacio de los haces perspectivas que las forman

Nivel: 3
Código: UC2608_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Determinar los parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas, partiendo de la información previa contenida en la cartografía, topografía y fotografía existentes o de la recogida de datos en visita previa al lugar en función del tipo de objeto/terreno y de la precisión requerida en el proyecto que por su tipología sean de su competencia.

CR1.1 El tamaño medio del píxel proyectado sobre el objeto o terreno a fotografiar o GSD (Ground Sample Distance) se selecciona, cumpliendo con los requisitos de precisión y/o nivel de detalle y comprobando las exigencias técnicas establecidas en proyecto.

CR1.2 El tipo de sensor captador de imágenes se elige según las necesidades del proyecto (analógico o digital, puntual, matricial o lineal, activo o pasivo, entre otros), seleccionándolo en función del tamaño del área a cubrir, las características geométricas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar, el rango del espectro óptico que se desea captar y de la disponibilidad del equipo específico.

CR1.3 El tamaño del sensor (cámara fotográfica, video, entre otros) se selecciona, según el tamaño adecuado para minimizar el número de fotogramas que darán cobertura al área del proyecto, manteniendo la profundidad de campo mayor o igual a la requerida.

CR1.4 La distancia focal de la óptica se selecciona en función de la distancia de toma máxima permisible entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar y del abatimiento máximo por proyección de elementos verticales en la imagen que sea permisible en el proyecto, perteneciendo a un rango que permita garantizar el tamaño medio del píxel proyectado o GSD.

CR1.5 La distancia de toma entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar se determina en función de la distancia focal de la óptica seleccionada y del tamaño del píxel del sensor, garantizando el tamaño medio del píxel proyectado o GSD que se quiera obtener en el proceso.

CR1.6 La velocidad máxima del vuelo, cuando la toma de datos se realice desde medios aéreos se establece en función de la cadencia de disparo de la cámara o de la frecuencia máxima de barrido según el tipo de sensor seleccionado, verificando las exigencias establecidas en proyecto.

CR1.7 La separación transversal entre las pasadas longitudinales paralelas, si se consideraran estas necesarias, se determina a partir del tamaño medio del píxel proyectado o GSD y del tamaño del sensor, comprobando el porcentaje de solape requerido entre ellas, establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información.

CR1.8 La separación entre imágenes matriciales consecutivas se determina a partir del tamaño medio del píxel proyectado o GSD, del tamaño del sensor, y de la apreciación mínima de profundidad deseada, en función del porcentaje de solape requerido entre ellas, establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información.

CR1.9 La frecuencia de disparo o toma de los datos que se realice en medios aéreos empleando sensores matriciales se establece en función y de la velocidad de vuelo y de la separación entre imágenes consecutivas, comprobando las exigencias establecidas en proyecto.

RP2: Estudiar los condicionantes legales y físicos que afectan al proceso de captación de información o ambientales y/o meteorológicos que afectan al proceso a la calidad de la imagen o a las propiedades físicas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar, verificando las condiciones establecidas en el proyecto que por su tipología sean de su competencia.

CR2.1 Los obstáculos que pudieran interferir en el trayecto entre puntos de toma del sensor o sensores captadores de imágenes se detectan, verificando que no interfieren en la escena produciendo ocultaciones de información, detectando todos los elementos que puedan suponer un riesgo para el personal en la zona de proyecto y la distancia mínima de seguridad que ha de respetarse a ellos.

CR2.2 Las fechas y franjas horarias donde las condiciones de iluminación son apropiadas para el proyecto se estudian o, en su defecto, comprobando que permitan legalmente realizar el proyecto o fenómeno a modelizar, obteniéndose, del cruce de esta información, los plazos y fechas previstas de realización del proceso de captación de información.

CR2.3 La fuente artificial de iluminación de la escena, en el caso de requerirse unas condiciones particulares de emisión de radiación electromagnética por parte del objeto o terreno a modelizar, se estudian junto con el cliente, y en su caso, con la empresa proveedora los efectos de la fuente de iluminación sobre el objeto/terreno a modelizar, obteniéndose por escrito los correspondientes permisos.

CR2.4 Los condicionantes ambientales y/o meteorológicos que pueden afectar a la calidad de la imagen se estudian, informando tanto al cliente como a la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

CR2.5 Los permisos administrativos que se requieran para el proceso de captación de información, en caso de ser necesario se obtienen, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en proyecto o documentación de encargo.

RP3: Elaborar el esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento a partir de los parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas previamente definidos, teniendo en cuenta los condicionantes que afectan al proceso de captación de información y estableciendo el plan de actuación en el que se definen pormenorizadas las fases a ejecutar, en aquellos proyectos que por su tipología sean de su competencia.

CR3.1 Las coordenadas de los puntos exactos desde los cuales el sensor captador obtiene imágenes del objeto o terreno y la dirección de apuntamiento se seleccionan, comprobando la huella y los solapes longitudinales, y en su caso, los transversales, verificando el recubrimiento completo de las superficies a modelizar y que cada punto de las superficies sea visto desde un mínimo de tres puntos de vista distintos.

CR3.2 Las zonas de cambio de pasada, en proyectos cuya geometría tenga un desarrollo lineal se solapan en un mínimo de tres fotogramas de cada pasada realizadas con sensores matriciales, o en su caso, en una superficie de longitud mayor o igual al ancho de la traza en los sensores de barrido.

CR3.3 Las zonas donde sea imposible identificar puntos comunes en más de un fotograma (láminas de agua, zonas censuradas, entre otros), si no se emplea georreferenciación directa, se

incluyen, si es posible en una única zona de solape entre fotogramas consecutivos y si la zona es muy extensa, verificando que no ocupe más de un 30% de cada imagen en la que figure.

CR3.4 La ruta o recorrido a seguir para visitar todos los puntos de toma se obtiene, minimizando el tiempo del proceso, contando con las limitaciones en la maniobrabilidad y de uso del vehículo donde se embarque el sensor captador de imágenes, en el caso de embarcarse, evitando los obstáculos detectados y maximizando las distancias de seguridad a elementos de riesgo.

CR3.5 La representación gráfica con la distribución de los puntos de toma y la ruta o recorrido se realiza, validándolo con la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

RP4: Generar un esquema de distribución óptima de puntos de apoyo y/o control fotogramétrico, garantizando la geometría del bloque de imágenes, sirviendo de referencia para la obtención de los mismos, en aquellos proyectos que por su tipología sean de su competencia.

CR4.1 La cantidad y distribución de los puntos de apoyo y/o control se obtienen en función de la existencia o no de información adicional de posición y/u orientación en el espacio del sensor o sensores captadores de imágenes obtenida en el proceso de captación de información, de su precisión y de la técnica de obtención de las orientaciones externas de los fotogramas (par estereoscópico o aereotriangulación), empleando sistemas auxiliares como sistemas de navegación inercial, unidades de medida inercial, altímetros o receptores GNSS, y en aquellos proyectos cuya geometría requiera un bloque de pasadas paralelas o adicionales transversales a estas, reduciendo la cantidad de puntos de apoyo necesarios para garantizar la geometría del bloque.

CR4.2 La distribución de los puntos de apoyo se realiza de modo que el polígono que forman los puntos más externos recubran completamente el área de proyecto, cubriendo todo el rango de cotas incluidas las zonas de máxima elevación y máxima profundidad y ubicadas en las zonas de máxima cobertura de imágenes (extremos superior e inferior de las pasadas o en el área central de la zona de solape entre pasadas paralelas, en el caso de existir), comprobando que la separación entre puntos de apoyo dentro de la misma pasada y en el sentido de avance de la pasada, sea como máximo aquella que permita garantizar que los errores transmitidos en las zonas intermedias se encuentren dentro de la tolerancia del proyecto.

CR4.3 El proyecto, en el caso de ser una ampliación, revisión o actualización de otro anterior, se emplea en la zona común los mismos puntos de apoyo y/o control, verificando que, si son diferentes y se requieren puntos de apoyo y/o control en ubicaciones distintas, se obtienen del vuelo fotogramétrico del proyecto original por técnicas fotogramétricas.

CR4.4 Los puntos de control se ubican en las zonas intermedias entre puntos de apoyo, permitiendo obtener una medida de la exactitud en la obtención de las orientaciones externas de los fotogramas.

RP5: Aplicar los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes producidas por el sistema óptico para mejorar la definición del trabajo fotogramétrico, garantizando las exigencias establecidas en el proyecto o documentación del encargo.

CR5.1 Los certificados de calibración de los sensores se analizan, extrayendo los parámetros y consideraciones particulares indicadas, comparando las exigencias establecidas en el proyecto.

CR5.2 El modelo de distorsiones del certificado y el modelo de distorsiones del software fotogramétrico se transforman, ajustándolas para una mejor definición del proyecto.

CR5.3 Los parámetros de corrección del sensor con el que se ha obtenido cada imagen se aplica, obteniendo una mejor definición de acuerdo con las exigencias del proyecto.

CR5.4 La comprobación de la idoneidad de los parámetros de calibración certificados en la imagen o imágenes del proyecto se realiza, comparándolas y ajustándolas a las exigencias del mismo.

RP6: Obtener la orientación interna de las imágenes para garantizar su geometría, transformando las coordenadas de la imagen y fotocoordenadas según las exigencias del proyecto.

CR6.1 La transformación afín entre las coordenadas calibradas de los puntos fiduciales y sus coordenadas imagen medidas se realiza en la observación de imágenes analógicas, comprobando la precisión de las mismas con la precisión del certificado de calibración.

CR6.2 La transformación se realiza directamente en la observación de imágenes digitales matriciales, ajustando las coordenadas de imagen y fotocoordenadas, asignando como factor de escala el tamaño del pixel del sensor calibrado.

CR6.3 La orientación interna se aplica a cada línea de barrido en la observación de imágenes digitales de barrido y dicha información viene incluida en el modelo de coeficientes polinómicos racionales o RPC, aplicándola en el software fotogramétrico de forma directa.

RP7: Seleccionar la técnica para la obtención de la orientación exterior de las imágenes o conjunto de imágenes con solape, verificando las exigencias establecidas en el proyecto.

CR7.1 La orientación externa de una única imagen se obtiene, realizando una transformación conforme o afín 3D entre las coordenadas de puntos en el terreno y sus fotocoordenadas en la imagen cuando solo se disponga de una única imagen o las imágenes no formen par estereoscópico o alternativamente se puede obtener directamente la matriz esencial.

CR7.2 La orientación externa de un par estereoscópico se obtiene, realizando una orientación relativa del par y una orientación absoluta del par cuando se disponga de imágenes estereoscópicas y este sea el método que mejor se adapte a las características del proyecto.

CR7.3 La orientación externa de un bloque continuo de imágenes solapadas se obtiene mediante un proceso de aerotriangulación, disponiendo, en su caso, de imágenes estereoscópicas y este sea el método que mejor se adapte a las características del proyecto.

RP8: Obtener la orientación externa, en el caso de tener un único fotograma, a partir de la imagen, de los parámetros de calibración de la cámara empleada, de su orientación interna y de las coordenadas objeto/terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en posiciones óptimas del objeto o terreno a modelizar.

CR8.1 La identificación de los puntos se realiza sobre la imagen, estableciéndolas a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.

CR8.2 Las fotocoordenadas se registran, indicando el identificador que las relaciona y las coordenadas objeto/terreno verificándolo las exigencias del proyecto.

CR8.3 La transformación conforme o afín 3D se realiza, analizando los estadísticos del proceso, estableciendo la precisión de la transformación que debe ser mejor o igual a la requerida en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

RP9: Obtener la orientación externa, en el caso de tener un par estereoscópico, a partir de dos imágenes con solape, de los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas, de sus orientaciones internas y de las coordenadas objeto/terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en posiciones óptimas de la zona de solape entre imágenes.

CR9.1 La orientación relativa del par se realiza, identificando un mínimo de seis puntos homólogos en las dos imágenes, ubicados en las zonas de Von Gruber, y realizando una transformación conforme 3D u obteniendo una matriz esencial, comprobando que los residuos del proceso de transformación no deben superar 1/2 pixel, transformando ésta orientación entre fotocoordenadas y coordenadas modelo.

CR9.2 Los puntos de apoyo se identifican sobre las imágenes que forman el par, verificando un mínimo de tres, a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.

CR9.3 Las coordenadas modelo en el par estereoscópico se registran, indicando el identificador que las relaciona con sus coordenadas objeto/terreno, verificándolo las exigencias del proyecto.

CR9.4 La transformación conforme 3D entre las coordenadas modelo y las coordenadas objeto/terreno de los puntos de apoyo se realiza, obteniendo los estadísticos del proceso de ajuste, verificando que los residuos no superen la tolerancia de escala.

RP10: Obtener la orientación externa de un bloque continuo de imágenes solapadas mediante un proceso de aerotriangulación, si es el caso, a partir de un conjunto de imágenes solapadas entre sí, las orientaciones internas, los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas y un conjunto de puntos de apoyo ubicados en zonas óptimas que recubren toda el área de proyecto, empleando de forma adicional puntos de control o parámetros de orientación aproximados, obtenidos con una unidad de medida inercial o IMU o, las coordenadas de los fotocentros de las imágenes obtenidos con un sensor GNSS, o ambos de forma conjunta, empleando un sistema de navegación inercial o INS.

CR10.1 La importación de las coordenadas aproximadas de los fotocentros, en su caso, o de las orientaciones aproximadas de las imágenes, o de ambos, se obtienen, utilizando los equipos o medios de forma manual o automática.

CR10.2 Las fotocoordenadas o de las coordenadas modelo de un mínimo de nueve puntos de paso por par estereoscópico ubicados en las zonas de Von Gruber, medidas en todas y cada una de las imágenes o pares del bloque que solapen con cada punto se obtienen, midiendo de forma manual o por correlación de imágenes.

CR10.3 Las fotocoordenadas o coordenadas modelo de los puntos de apoyo, y en su caso los puntos de control, en todas y cada una de las imágenes o pares que solapen con cada punto, se miden manualmente, estableciéndolas de acuerdo al sistema establecido en proyecto.

CR10.4 El proceso de aerotriangulación en bloque por el método de haces de rayos (caso de haber obtenido fotocoordenadas), o alternativamente por el método de modelos independientes (caso de haber obtenido coordenadas modelo), se calculan, obteniendo los estadísticos y verificando que la desviación típica de todos los puntos de paso, apoyo o control debe ser inferior a un píxel y que el error máximo permitido en cada punto de apoyo y control sea inferior o igual a la tolerancia de escala.

CR10.5 Los puntos que no cumplan con las condiciones establecidas en proyecto, se reajustan para corregir su error, y en su caso, eliminándolos si existe suficiente densidad de puntos para garantizar la geometría.

Contexto profesional

Medios de producción

Datos de campo del objeto o terreno a modelizar. Sistemas de visión estereoscópica forzada o visualizadores de documentos. Cámaras fotográficas. Mesa y material de dibujo técnico. Equipos y redes informáticas: estaciones de trabajo fotogramétricas, memorias portátiles, escáneres, impresoras, trazadores, grabadoras de datos. Aplicaciones y entornos informáticos de visualización de mapas, hojas de cálculo, procesamiento y visualización de imágenes, y de fotogrametría, así como de diseño asistido o entorno BIM. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

Productos y resultados

Determinación de los parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas. Estudio de los condicionantes legales y físicos, ambientales y/o meteorológicos de las imágenes. Elaboración de esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento. Generación de esquema de distribución de puntos de apoyo y/o control fotogramétrico. Aplicación de los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes producidas por el sistema óptico. Obtención de la orientación interna de las imágenes. Selección de la técnica para la obtención de la orientación exterior de las imágenes. Obtención de la orientación externa con un único fotograma. Obtención de la orientación externa con un par estereoscópico. Obtención de un bloque continuo de imágenes solapadas mediante un proceso de aerotriangulación.

Información utilizada o generada

Pliego de prescripciones técnicas. Listado de empresas proveedoras de imágenes para fines fotogramétricos, así como el listado de sensores y ópticas disponibles por dichas empresas. Características geométricas y distribución espacial del objeto, terreno o fenómeno a modelizar. Mapa de las zonas de exclusión aérea en el que se incluyan las zonas restringidas de vuelo y de vuelos fotográficos, si se requiere. Mapas ZEPA (Zonas de Especial Protección para las aves) con las fechas de restricción de vuelo, si se requiere. Hoja de datos con las características y requerimientos de los sensores a emplear. Previsión meteorológica en la zona de proyecto para las fechas previstas de realización del proceso de captación de información, obtenida de una fuente oficial o de una fuente calidad reconocida. Mapa de obstáculos de la zona de proyecto obtenido a partir de una fuente fiable o visitando la zona de proyecto. Parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas. Condicionantes que afectan al proceso de captación de información. Hoja de datos con las características y condicionantes del vehículo de embarque del sensor o sensores captadores de imágenes. Esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento. Hoja de datos con las características y precisiones de los sensores adicionales para la obtención de la posición y/o orientación en el espacio del sensor o sensores captadores de imágenes. Croquis y coordenadas de los puntos de apoyo y/o control de los proyectos originales que se pretenden ampliar, revisar o actualizar, si es el caso. Vuelo fotogramétrico original con todos sus parámetros, incluido el certificado de calibración de la cámara o cámaras, las orientaciones internas y las orientaciones externas de los fotogramas, en los proyectos de ampliación, revisión o actualización. Imágenes del proyecto fotogramétrico. Certificado de calibración del sistema óptico emitido por una empresa certificada. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes aplicados. Esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de la imagen aplicados y sus orientaciones internas. Reseñas y coordenadas de los puntos de apoyo y/o control fotogramétrico. Parámetros de orientación aproximados. Coordenadas de los focos de las imágenes y tiempo GPS.

UNIDAD DE COMPETENCIA 2

Obtener la información de objetos y/o entidades tridimensionales

Nivel: 3
Código: UC2609_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Realizar los procesos previos a la fase de restitución fotogramétrica, para obtener la información tanto geométrica y/o espacial como temática cualitativa y cuantitativa de un objeto, terreno o fenómeno a modelizar, verificando que se cumplen las exigencias de pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

CR1.1 El pliego de prescripciones técnicas del proyecto se estudia, detectando las ambigüedades que puedan surgir con el fin de unificar criterios con el responsable del proyecto.

CR1.2 La clasificación de entidades se extrae del pliego de prescripciones técnicas, obteniendo el listado de las clases permitidas que serán objeto de representación en el modelo vectorial que se obtendrá por técnicas fotogramétricas.

CR1.3 La estructura de los datos con las características particulares de cada clase se crea o importa, asignando a la clase permitida a una entidad en la estructura de datos que lleva asociada, al menos, una primitiva geométrica, una característica o un conjunto de ellas que la diferencia del resto de elementos, y en su caso las relaciones con otras entidades de la estructura de datos o con otros elementos externos a ella y las reglas que definen estas relaciones, según las indicaciones del pliego de prescripciones técnicas.

CR1.4 La delimitación de la zona o zonas de trabajo, dentro del área de cobertura de las imágenes se obtiene, verificando que se cumplen las exigencias de pliego de prescripciones técnicas del proyecto o acordadas con el cliente.

CR1.5 El sistema de coordenadas, sistemas de referencia y en su caso, tipo de proyección cartográfica en el que se va a obtener del modelo fotogramétrico se selecciona, verificando que se cumplen las exigencias indicadas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

RP2: Realizar el tratamiento y procesado de las imágenes digitales para su tratamiento en procesos de fotogrametría digital, comprobando que se cumplen las exigencias técnicas del proyecto.

CR2.1 Las imágenes piramidales, en el caso de no existir, se obtienen para optimizar el resto de los procesos, analizando que se cumplen las exigencias indicadas en el pliego del proyecto.

CR2.2 La radiometría de la imagen o imágenes para maximizar la información de textura y detalle se optimiza, mejorando la calidad de las mismas de acuerdo al pliego del proyecto.

CR2.3 La radiometría de las imágenes que forman el par estereoscópico para evitar falsas apreciaciones de profundidad y minimizar el efecto Pulfrich se iguala, evitando errores no deseados según se establece en el pliego del proyecto.

RP3: Realizar transformaciones geométricas a las imágenes para optimizar tanto la visión estereoscópica del par como los procesos de correlación de imágenes, comprobando que se cumplen las exigencias técnicas del proyecto.

CR3.1 Las distorsiones geométricas de las imágenes, en el caso de que sean muy elevadas por el efecto distorsionador de la óptica, y a pesar de que el modelo del certificado de calibración corrija las coordenadas se ajustan, eliminando la deformación para facilitar los procesos de visión estereoscópica y/o correlación.

CR3.2 La epipolarización de las imágenes que forman par estereoscópico para optimizar la geometría del modelo estereoscópico y adaptarlo al caso normal se realiza, optimizando los procesos de correlación de imágenes y habilitando las técnicas de flujo óptico y mapas de profundidad.

CR3.3 El par formado por imágenes que tengan distinta orientación en el plano con respecto al objeto o terreno de la escena se analiza, realizando una simple rotación en el plano de las mismas para hacer coincidir los ejes de abscisas de las imágenes con la dirección que une los fotocentros de las mismas.

RP4: Obtener imágenes virtuales a partir de modelos discretos del objeto o terreno cuando la información de origen es un modelo discreto del objeto o terreno (LIDAR, SAR, entre otros), obteniendo imágenes virtuales que permitan la visualización estereoscópica del mismo para su incorporación en el proceso fotogramétrico.

CR4.1 Los puntos de toma de las imágenes y el resto de los parámetros se seleccionan, preparándolos de igual forma que se establece en cualquier proyecto fotogramétrico, verificando las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

CR4.2 El modelo de textura, color y/o sombreado del terreno que permita maximizar el grado de detalle en la identificación de puntos homólogos entre imágenes que forman par se seleccionan, verificando las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

CR4.3 El modelo de referencia se representa, empleando los pares estereoscópicos obtenidos con esta técnica (no es el objeto/terreno que modelizan los modelos discretos del terreno, si no los propios modelos discretos del terreno), garantizando que las precisiones transmitidas las tolerancias no superan sobre el modelo discreto del terreno, y no sobre el objeto/terreno que estos modelizan.

RP5: Obtener la nube de puntos en el espacio, en el caso de ser requerido, por técnicas de correlación de imágenes y su posterior clasificación, a partir de imágenes convergentes en el objeto o terreno y de sus orientaciones internas y externas, verificando las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

CR5.1 La técnica de obtención de puntos de interés o PDIs se selecciona en función de las características del fenómeno u objeto fotografiado y de las necesidades del proyecto, verificando el algoritmo concreto de obtención, teniendo en cuenta la calidad de la imagen, el grado de resolución y el tipo de textura del objeto en la misma.

CR5.2 Los puntos de interés o PDIs, una vez obtenidos, se reparten por toda el área de interés, modificando, en caso de no ser así, los parámetros o cambiando de algoritmo de obtención, verificando que cada uno de los PDIs deberá ser medido en todas y cada una de las imágenes en las que sea visible.

CR5.3 El método de correlación de imágenes que mejor se adapte a las características de los PDIs obtenidos se selecciona, verificando las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

CR5.4 Las mediciones de cada punto de interés o PDI se realiza, a partir de una correlación en todas las imágenes en las que haya sido medido, obteniendo sus estadísticos y estableciendo una tolerancia para eliminar aquellos puntos que no cumplan con los criterios de calidad y precisión definidos las exigencias del pliego de condiciones del proyecto.

CR5.5 Los puntos de interés o PDIs que cumplen con los criterios de calidad y precisión pero que contienen mediciones erróneas se modifican éstas de forma manual, y si no fuera posible, se eliminan, verificando que existan un número mínimo de ellas que garantice la precisión del PDI.

CR5.6 Los puntos de interés o PDIs obtenidos de la correlación se posan sobre el objeto o terreno al que representan, verificando que la precisión es mejor o igual a la requerida por el proyecto.

CR5.7 El proceso de densificación de la nube de puntos, a partir de los puntos de interés o PDIs correlados se realiza, comprobando la técnica que mejor se adapte a las características del proyecto, y si la técnica seleccionada lo permite, marcando los límites entre las distintas zonas que requieran diferentes parámetros de correlación.

CR5.8 Los puntos densificados, al igual que los puntos de interés o PDIs se posan sobre el objeto o terreno al que representan, verificando que la precisión es mejor o igual a la requerida por el proyecto, eliminando los que no cumplan con la precisión requerida o re proyectados sobre el terreno.

CR5.9 La separación entre puntos densificados se ajustan a los requerimientos del proyecto, comprobando que si una zona queda sin puntos densificados, se procede a la modificación de los parámetros de correlación para esa zona concreta y de no ser posible obtener los puntos por correlación, realizando la densificación de forma manual para cumplir con los requisitos de distancia entre puntos, y el proceso de clasificación automática de la nube de puntos, si el proyecto lo requiere, revisando, una vez clasificados los puntos para validar o modificar, las clases asignadas.

RP6: Realizar el proceso de fotointerpretación de imágenes, comprendiendo las características espaciales y geométricas de cualquier objeto o fenómeno a modelizar y determinando su ubicación y distribución espacial en una o en múltiples imágenes, verificando las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

CR6.1 La imagen o par estereoscópico y aquellos fenómenos u objetos susceptibles de ser modelizados se identifican, comprobando los requerimientos particulares del proyecto plasmados en el pliego de prescripciones técnicas.

CR6.2 Los fenómenos u objetos identificados se asocian a una de las clases permitidas por el pliego de prescripciones técnicas, verificando que los que no puedan ser asociados a una de las clases permitidas no son modelizados.

CR6.3 Los fenómenos u objetos identificados se asocian a las clases permitidas (genéricas o concretas), incorporando en las clases concretas, aquellos que cumplan con todos los requisitos de la clase y, en las clases genéricas, aquellos que mediante un proceso de abstracción cumplan con el criterio general de la clase.

CR6.4 Las clases que no disponen de una jerarquía se estructuran de modo que los elementos objeto del proyecto tengan prioridad sobre los elementos auxiliares o meramente estéticos, aplicándose este criterio en el caso de superposición de entidades o de superposición de límites entre entidades.

CR6.5 El fenómeno u objeto a modelizar se identifica en su totalidad de forma continua, seleccionando aquella imagen o conjunto de imágenes que permitan su identificación,

comprobando que, si existen zonas del fenómeno u objeto ocultas en todas las imágenes del mismo, ya sea por efecto de la proyección o por superposición, se realiza un proceso de abstracción para intuir la forma y posición del fenómeno u objeto, y asignándola a una clase que indique claramente su grado de ambigüedad.

Contexto profesional

Medios de producción

Estación fotogramétrica con un sistema de visión estereoscópica forzada integrado. Visualizadores de documentos. Mesa y material de dibujo técnico. Equipos y redes informáticas: ordenadores, memorias portátiles, escáneres, impresoras, trazadores, grabadoras de datos. Aplicaciones y entornos informáticos de visualización de clasificación automática asistida de nubes de puntos, de fotogrametría y procesamiento de imágenes, así como de diseño asistido o entorno BIM. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

Productos y resultados

Realización de los procesos previos a la fase de restitución fotogramétrica. Realización del tratamiento y procesado de las imágenes digitales. Realización de transformaciones geométricas a las imágenes para optimizar la visión estereoscópica. Obtención de imágenes virtuales a partir de modelos discretos de objetos o terrenos. Obtención de la nube de puntos en el espacio. Realización del proceso de fotointerpretación de imágenes.

Información utilizada o generada

Pliego de prescripciones técnicas. Listado de clases permitidas, incluido si es posible un catálogo con imágenes explicativas de las clases. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes aplicados, sus orientaciones internas y sus orientaciones externas. Listado de coordenadas o documento digital en el que se delimite sin ambigüedad el área, superficie o volumen a modelizar. Estructura de datos. Normativa con los parámetros del sistema de coordenadas o sistemas de coordenadas a emplear en el proyecto. Ficheros con modelos discretos del terreno. Normativa de parametrización del algoritmo de correlación empleado por el software. Normativa técnica de los procesos permitidos y condiciones de uso en el tratamiento de imágenes para fines fotogramétricos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 3

Obtener modelos tridimensionales vectoriales y/o numéricos de objetos y/o entidades con técnicas fotogramétricas

Nivel: 3
Código: UC2610_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Seleccionar en cada elemento a modelizar el tipo de primitiva geométrica adecuado para realizar su modelización vectorial, comprobando los criterios establecidos en el pliego de prescripciones técnicas.

CR1.1 El tipo de primitiva geométrica que representa a cada elemento a modelizar se establece de acuerdo al pliego de prescripciones técnicas, o en su defecto, en función del tamaño y/o la distribución espacial del elemento y de la escala de representación, obteniendo un modelo vectorial formado exclusivamente por primitivas geométricas.

CR1.2 Las entidades cuya superficie en el plano de representación no sea visible a la escala de representación se modelizan con una primitiva de tipo punto, ubicando el centro geométrico de dicha superficie, y si el elemento es volumétrico el punto, midiendo en su cara superior o inferior en función de lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas o en su defecto en el plano inferior.

CR1.3 Las entidades de tipo puntual o textos referidos al punto de aplicación en el modelo vectorial se editan, encontrándose dentro de la entidad superficial o sobre la entidad puntual o lineal a la que identifican, y en los modelos topológicos, se asocian a atributos de las entidades a las que identifican.

RP2: Identificar, previo a la modelización vectorial de un elemento, la clase o clases a las que pertenece dentro del listado definido en la estructura de datos, verificando que son conformes a los criterios establecidos en el pliego de prescripciones técnicas.

CR2.1 Las entidades se codifican, realizándolas en base a los códigos permitidos en el pliego de prescripciones técnicas, asociando cada código las propiedades preestablecidas para su representación a la escala del proyecto, basadas en las variables visuales (ancho de línea, color, patrón, símbolo asociado, entre otros).

CR2.2 Las entidades se asocian con las clases definidas en la estructura de datos, realizándose en base a las clases permitidas en el pliego de prescripciones técnicas y asignando a cada elemento modelizado las propiedades y atributos preestablecidos para la clase a la que pertenece.

CR2.3 Los elementos de la estructura de datos en una modelización se comprueban, garantizando que llevan asociados una serie de condicionantes o normas de uso, así como una jerarquía que indica el modo de actuar cuando se produzcan superposiciones o coincidencias entre distintos elementos y teniéndolas en cuenta cuando se seleccione la codificación concreta.

RP3: Adecuar el modo de captura de la geometría de cada elemento a modelizar en función del tipo de primitiva geométrica que lo representa, verificando los criterios establecidos en el pliego de prescripciones técnicas.

CR3.1 Las entidades de desarrollo lineal se dibujan - por su perímetro o por su eje según se establezca en el pliego de prescripciones técnicas, o en el caso de modelos en CAD por su perímetro si su ancho es superior a la distancia mínima de representación y en caso contrario por su eje-, estableciendo la entidad si es volumétrica por su cota superior, si no se indica lo contrario en el pliego de prescripciones técnicas, adaptando, tanto perímetro como eje, sea el caso que sea, a todas las inflexiones tanto planimétricas como alimétricas que sean identificables a la escala de representación

CR3.2 Las entidades superficiales se restituyen -por su perímetro asociándolos a la clase apropiada asignándoles un centroide o texto que indique la clase de pertenencia si no queda suficientemente definida con la clase que define su perímetro-, representando el perímetro por una primitiva de tipo lineal, que se adaptará a todas las inflexiones tanto planimétricas como alimétricas que sean identificables a la escala de representación, y conformándose el perímetro por una única entidad lineal, o por múltiples entidades lineales, si el perímetro coincide con otros elementos de mayor jerarquía.

CR3.3 Los centroides y textos se ubican siempre dentro del área que representan y si el área es de menor tamaño que el texto, ubicando el punto de inserción del texto dentro del área que identifica.

CR3.4 Las entidades volumétricas se representan bien por su cara superior con respecto al plano de representación o, bien cada cara del volumen o por su perímetro máximo con respecto al plano, dividiendo, en el caso de ser dibujada por su cara superior, el volumen en todas las superficies que se encuentren a distinta cota con respecto al plano, representando cada superficie por su perímetro y comprobando que éstos serán coincidentes entre superficies adyacentes, representando el de cota superior, y en el caso de volúmenes irregulares que no presenten caras se representan por la línea que define su perímetro máximo con respecto al plano.

CR3.5 Las características geométricas, ángulos, pendientes y distancias de los elementos artificiales se ajustan a las exigencias establecidas en proyecto, y los objetos o fenómenos naturales se describen, respetando las propiedades físicas de los mismos.

RP4: Comprobar las normas de representación a respetar en la modelización vectorial de entidades, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

CR4.1 Los elementos en orden jerárquico se modelizan, empezando por los de mayor prioridad y terminando con los de menor prioridad de acuerdo con las exigencias establecidas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

CR4.2 Los patrones de línea con dirección se representan en la dirección que identifican, comprobando que los de línea lateral no deben superponerse a otras entidades lineales o perímetros de superficies que discurran paralelas.

CR4.3 La distancia entre dos entidades de desarrollo lineal se ajusta para que no sea inferior a la distancia mínima de representación de escala, figurando la de mayor jerarquía, en el caso de no ser así.

CR4.4 La distancia entre los perímetros de dos entidades superficiales adyacentes se ajusta para que no sea inferior a la distancia mínima de representación de escala, representando la de mayor jerarquía, en el caso de no ser así.

CR4.5 La distancia entre dos entidades puntuales se ajusta para que no sea inferior a la distancia mínima de representación de escala, figurando de ser así, la de mayor jerarquía, y en el caso de ser dos entidades iguales o de igual jerarquía, la representación será una única.

CR4.6 Las entidades lineales que coincidan en el mismo punto, si pertenecen a la misma superficie, tienen la misma cota o distinta si pertenecen a varias superficies, comprobando, en todos los casos, que ambas líneas tienen un punto común con la misma o con distinta cota, garantizando que el software que se utiliza disponga de las herramientas para este fin.

CR4.7 La terminación de la modelización vectorial se verifica, realizando un control de calidad, garantizando el cumplimiento de los requisitos del pliego de prescripciones técnicas.

RP5: Seleccionar el modo de representación de la altimetría y/o profundidad, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto para garantizar su calidad.

CR5.1 La variación de cota de las superficies a modelizar se representa por el sistema de planos acotados o mediante un modelo continuo de la superficie, comprobando que se indica en el pliego de prescripciones técnicas o en su defecto se elegirá el que cumpla los objetivos del proyecto.

CR5.2 El sistema de planos acotados se emplea siempre que el objeto o terreno a modelizar sea de tipo volumétrico o superficial y que existan variaciones de cota en la superficie o en las caras del volumen a representar con respecto al plano de representación y, cuando el modelo vectorial va a ser transferido a un plano o mapa en soporte físico, verificando que es el que más se ajusta a la modelización.

CR5.3 Los modelos continuos de superficies se utilizan cuando se desea emplear la información altimétrica para la obtención de productos derivados, obteniendo, a partir de ellos las curvas de nivel del sistema de planos acotados con respecto a cualquier plano de representación.

RP6: Modelizar la altimetría mediante el sistema de planos acotados, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto para garantizar su calidad.

CR6.1 Las curvas de nivel, en un sistema de planos acotados, se representan, garantizando que aquellas cuya cota con respecto al plano de representación sea múltiplo de la equidistancia, dependiendo de la escala de representación, cumplen las exigencias de proyecto.

CR6.2 Las curvas de nivel, múltiplos de 5 veces la equidistancia, se asocian por convenio a una codificación distinta del resto, facilitando así su identificación, según se establece en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto o, indicando las clases específicas para las curvas de nivel que representen situaciones concretas.

CR6.3 La equidistancia utilizada en las curvas de nivel se establece, dependiendo de la escala y no de la variación de cota a representar y, en aquellas zonas donde estas no representan el relieve con suficiente resolución, registrando puntos con cota sobre el terreno en una clase especial.

CR6.4 Las curvas de nivel, que coinciden en cota, dentro de la tolerancia de escala, con todas las entidades que se crucen y que pertenezcan a la misma superficie se dibujan, estableciendo fielmente todas las inflexiones de la superficie de nivel que representan.

CR6.5 La terminación del proceso de modelización altimétrica se verifica, realizando un control de calidad, garantizando el cumplimiento de los requisitos del pliego.

RP7: Modelizar la altimetría mediante un modelo continuo de las superficies, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto para garantizar la calidad.

CR7.1 El modelo continuo de la superficie se obtiene, generando modelos digitales del terreno o MDT, modelos digitales de elevaciones, modelos digitales de superficies o modelos volumétricos a partir de información discreta como una nube de puntos, obtenida por correlación de imágenes o por cualquier otra técnica, o a partir de la representación del relieve por el sistema de planos acotados.

CR7.2 Las líneas de ruptura donde se producen cambios de pendiente (identificables a la escala de representación) se definen, especificando su cota superior e inferior con respecto al plano de representación, dado que estos cambios de pendiente no son detectados ni con el sistema de planos acotados ni con el sistema de nube de puntos.

CR7.3 El modelo continuo se obtiene, interpolando las posiciones intermedias a los datos, empleando un algoritmo adecuado como una triangulación de Delaunay, una poligonación de Delaunay o cualquier otra técnica que cumpla con las exigencias del pliego.

CR7.4 La estructura de datos de salida entre ráster o vectorial se selecciona, disponiendo la estructura ráster de una distribución homogénea de la información mientras que la estructura vectorial dispone de una distribución de la información adaptada a los cambios de pendiente.

CR7.5 Los modelos visuales de representación del relieve como los mapas de tintas hipsométricas, mapas de sobras, entre otros, además de otros productos derivados, se generan, a partir del modelo continuo del terreno, verificando las exigencias del pliego.

CR7.6 La modelización altimétrica por modelo continuo se finaliza, realizando un control de calidad para garantizar el cumplimiento de las exigencias del pliego.

RP8: Realizar la transformación del modelo vectorial a un modelo topológico, en los proyectos que lo requieran, que permita asociar atributos a las entidades habilitándolos, realizando consultas de atributos por ubicación de acuerdo a las exigencias en el pliego de prescripciones técnicas.

CR8.1 La primitiva geométrica se transforma a primitiva topológica, pasando de punto a nodo, de línea a arco y de perímetros a caras, comprobando que el proceso es bidireccional, ya que en el modelizado fotogramétrico se realiza sobre un modelo vectorial, y cuando sea necesario, modificando o ampliando el modelo topológico, requiriendo la transformación inversa, y en situaciones particulares en las que ambos modelos no son compatibles, realizando un proceso de edición de entidades para solucionar los conflictos.

CR8.2 La transformación de los modelos topológicos con los vectoriales, que tienen una jerarquía en las clases asociadas diferente, se producen, controlando situaciones particulares de no coincidencia de las mismas, requiriendo un proceso de edición que asegure la bidireccionalidad de la transformación.

CR8.3 El modelo de datos que contiene la estructura de los atributos que se almacenarán en cada clase se crea o edita, pudiendo generarse de forma automática cuando dicha información puede extraerse del propio modelo, o en su defecto, registrados previamente, modificándose en un proceso posterior independiente, o pueden ser registrados durante el proceso de restitución fotogramétrica, y en este caso se introducen de forma manual, rellenando todos y cada uno de los datos requeridos, con el tipo de dato establecido en el modelo de datos.

CR8.4 Los atributos se le asignan, según lo requiera, a las entidades, a los centroides o a ambos, almacenando estos en la misma estructura del fichero o, enlazándolos con una base de datos externa, según lo requiera el proyecto.

CR8.5 Las distintas primitivas que pertenezcan a clases de igual o distinta jerarquía, cuando coincidan o se superpongan se analizan, teniendo en cuenta el modelo de datos en el que se definió previamente el modo de actuar, manteniendo en este caso, la que pertenezca a la clase de mayor nivel jerárquico con sus propios atributos, bien se le añaden los atributos de éstas que se superponen, o bien se mantienen todas con sus propios atributos.

CR8.6 El modelo topológico, cuando un atributo defina a una estructura más amplia que las representadas por una primitiva geométrica, se crea, agrupando las primitivas que conforman la estructura a una nueva primitiva geométrica y se le asigna el atributo o, se asigna el mismo atributo a todas las primitivas que conforman la estructura.

CR8.7 El modelo topológico creado se realiza, llevando a cabo un proceso de control de calidad, verificando que las asignaciones de atributos a entidades se corresponden con las clases de las primitivas que las definen, que los tipos de datos introducidos como atributos se asocian con los permitidos por el modelo y verificando que todas las primitivas pertenecen a las entidades que le corresponden, y que no se superponen.

Contexto profesional

Medios de producción

Estación fotogramétrica con un sistema de visión estereoscópica forzada integrado. Equipos y redes informáticas: ordenadores, memorias portátiles, escáneres, impresoras, trazadores, grabadoras de datos. Equipo informático con software de fotogrametría que disponga de un software específico para la generación de modelos topológicos, y con un software para la edición de sistemas de información geográfica, bases de datos geográficas o infraestructuras de datos espaciales y con software específico para la generación modelos continuos de superficies, así como de diseño asistido o entorno BIM. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

Productos y resultados

Selección de cada elemento a modelizar el tipo de primitiva geométrica. Identificación previa a la modelización vectorial de elementos. Adecuación del modo de captura de la geometría de cada elemento a modelizar. Comprobación de las normas de representación a respetar en la modelización vectorial. Selección del modo de representación de la altimetría y/o profundidad. Modelización de la altimetría mediante el sistema de planos acotados. Modelización la altimetría mediante un modelo continuo de las superficies. Realización de la transformación del modelo vectorial a un modelo topológico.

Información utilizada o generada

Pliego de prescripciones técnicas. Listado de clases permitidas y jerarquía de las mismas. Listado de códigos permitidos con sus características, metadatos y atributos requeridos. Base de datos de referencia a enlazar con el modelo topológico. Ficheros con modelos vectoriales a transformar en modelo topológico. Catálogo con imágenes explicativas de las clases. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes aplicados, sus orientaciones internas (RP1.6) y sus orientaciones externas. Listado de códigos permitidos en un formato integrable en el software de fotogrametría. Modelos vectoriales de referencia de la zona de proyecto. Ficheros con la información discreta representativa de la altimetría del objeto/terreno a modelizar, en un formato adecuado. Ficheros con las líneas de ruptura en un formato admitido por el software.

UNIDAD DE COMPETENCIA 4

Realizar transformaciones geométricas de coordenadas a imágenes y/o modelos vectoriales o numéricos

Nivel: 3
Código: UC2611_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial en el plano, verificando los requisitos para intercambio entre sistemas de coordenadas planas o para adaptar su geometría a un modelo de referencia.

CR1.1 El tipo de transformación se selecciona en función de los grados de libertad que se desea dar al sistema, siendo traslación con respecto a uno de los ejes de referencia o a ambos, una rotación en el plano o, un factor de escala con respecto a uno de los ejes de referencia o a ambos, o la falta de ortogonalidad entre los ejes de referencia.

CR1.2 El número mínimo de puntos comunes en el sistema de origen y en el sistema de destino, necesarios para realizar la transformación se determina, dependiendo de los grados de libertad del sistema establecido o especificados en el proyecto.

CR1.3 La transformación se aplica, analizando los estadísticos para verificar que los residuos del proceso se encuentran dentro de la tolerancia establecida o indicada en proyecto.

RP2: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial en el espacio para transformar entre sistemas de coordenadas planos o para adaptar su geometría a un modelo de referencia, verificando los requisitos.

CR2.1 El tipo de transformación se selecciona en función de los grados de libertad que se desea dar al sistema, siendo una traslación con respecto a uno o varios de los ejes de referencia o rotación, o factor de escala, o falta de ortogonalidad o cualquier combinación de ellos, verificando los requisitos.

CR2.2 El número mínimo de puntos comunes en el sistema de origen y en el sistema de destino necesarios para realizar la transformación se determina, dependiendo de los grados de libertad del sistema establecido.

CR2.3 La transformación se aplica, analizando los estadísticos para verificar que los residuos del proceso se encuentran dentro de la tolerancia establecida en proyecto.

RP3: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial de un sistema de referencia a otro sistema, tanto planimétrico como altimétrico o combinado, aplicando una transformación o un traspaso, verificando los requisitos según especificaciones del proyecto.

CR3.1 El sistema de referencia de origen y de destino se identifican, definiendo la figura tomada como referencia en ambos sistemas si las hubiera y sus datum, comprobando las exigencias del proyecto.

CR3.2 La transformación se aplican directamente con los parámetros, si se dispone de ellos o de un marco de referencia común en ambos sistemas, calculando los parámetros de la transformación en el espacio entre ambos con los grados de libertad requeridos, y si no existe un marco de referencia ni de los parámetros de la transformación, realizando la transformación analítica entre ambos.

CR3.3 La transformación se aplica, analizando los estadísticos para verificar que los residuos del proceso se encuentran dentro de la tolerancia establecida o indicada en el proyecto.

RP4: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de coordenadas, seleccionando la que adapta al proyecto.

CR4.1 Los sistemas de coordenadas de origen y de destino (cartesianas, elipsoidales, esféricas, cilíndricas, entre otros), se identifican, aplicando las transformaciones analíticas entre ambos según se establece en proyecto.

CR4.2 Los parámetros de la transformación analítica entre ambos sistemas a la información ráster o vectorial se aplican, o manteniendo los sistemas originales aplicándolo internamente en el software fotogramétrico.

CR4.3 La transformación analítica se aplica, verificando la adaptación de la transformación a los requisitos del proyecto.

RP5: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de referencia altimétricos, seleccionando la que adapta al proyecto.

CR5.1 Los sistemas de referencia de origen y de destino se identifican, definiendo las superficies tomadas como referencia en ambos sistemas según se establece en proyecto.

CR5.2 Los parámetros de la transformación, si se disponen, se aplican directamente y si se parte de un marco de referencia común en ambos sistemas se calculan, comprobando los parámetros de la transformación en el espacio entre ambos con los grados de libertad requeridos.

CR5.3 La transformación altimétrica se aplica, verificando la adaptación de la transformación a los requisitos del proyecto.

RP6: Aplicar una transformación de la información ráster o vectorial que requiera un cambio del sistema de proyección cartográfica, verificando los requisitos según especificaciones del proyecto.

CR6.1 Los sistemas de proyección de origen y de destino se identifican, transformando el sistema de proyección de origen a un sistema no proyectado, empleando el mismo datum, y si ambos sistemas tienen distinto datum, se realiza la transformación.

CR6.2 Los parámetros de la transformación del sistema no proyectado al sistema proyectado de destino, si se disponen, se aplican directamente y si tiene un marco de referencia común en ambos sistemas se calculan, comprobando los parámetros de la transformación en el espacio según proyecto.

CR6.3 La transformación se aplica, analizando los estadísticos para verificar que los residuos del proceso se encuentran dentro de la tolerancia establecida o indicada en el pliego del proyecto.

RP7: Aplicar una transformación cartográfica que requiera el cambio de huso de una proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), aplicando una transformación directa, verificando los requisitos según especificaciones del proyecto.

CR7.1 El proyecto que se extiende por más de un huso UTM se divide en zonas completas dentro de cada uno, estando la zona común en los dos husos dando continuidad al modelo, tanto la cartografía como las orientaciones exteriores de los fotogramas.

CR7.2 Los ficheros vectoriales y las coordenadas de los fotocentros se transforman de forma directa, aplicando los parámetros de cambio de huso, verificando las especificaciones del proyecto.

CR7.3 Las orientaciones exteriores se compensan por el cambio de ejes de referencia, para igualar las especificaciones establecidas en el proyecto.

CR7.4 La transformación directa se aplica, verificando la adaptación de la transformación a los requisitos del proyecto.

RP8: Aplicar una transformación de la información que requiere un cambio en el sistema de referencia angular, verificando los requisitos según proyecto.

CR8.1 Los sistemas de referencia angular empleados en las fases del proceso fotogramétrico tienen distintas fuentes siendo necesario realizar transformaciones, unificando los sistemas de referencia, según sistema de coordenadas establecido en el proyecto.

CR8.2 La transformación angular se realiza de forma analítica, comprobando la posición de los ejes en ambos sistemas y las rotaciones obtenidas al aplicar la transformación, se mantienen el orden de las rotaciones según sistema de origen.

CR8.3 Los ángulos transformados se validan, realizando una comprobación en el sistema de destino con las exigencias del proyecto.

RP9: Realizar la ortorrectificación de imágenes para la obtención de ortofotos o de True-Ortho del área de proyecto a partir de las imágenes, sus orientaciones internas y externas, los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas, un modelo digital del terreno (caso de ortofoto) o un modelo digital de superficies (caso de True-Ortho) y teselado de salida, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

CR9.1 Las imágenes, sus orientaciones internas y externas se importan de los equipos, comprobando los parámetros de calibración de las cámaras y los modelos digitales.

CR9.2 El tamaño de pixel de salida del proceso de ortorrectificación se selecciona, verificando que será como mínimo del tamaño del GSD para evitar realizar interpolaciones.

CR9.3 El área de cada imagen de salida se selecciona, comprobando que será inferior al área de la imagen a proyectar, garantizando un solape mínimo del 10% entre imágenes adyacentes.

CR9.4 El proceso de ortoproyección de las imágenes sobre los Modelos Digitales se realiza, empleando la inversa de las ecuaciones de colinealidad, asignando a cada pixel de la imagen de salida el color promediado de los píxeles de la imagen a proyectar, en la ubicación indicada por las inversas de las ecuaciones de colinealidad, por el método de vecino más próximo, interpolación bilineal o interpolación bicúbica.

CR9.5 La radiometría de todas las imágenes se optimiza, homogenizando las diferencias radiométricas en las zonas de solape para que exista una continuidad radiométrica en todo el proyecto.

CR9.6 Las líneas de cosido que delimitan la zona de cambio entre ortofotos consecutivas, en las zonas de solape se obtienen por la zona de mínima variación radiométrica, estableciendo el ancho de la zona en la que se producirá la transición entre dos ortofotos consecutivas.

CR9.7 Las transparencias en las ortofotos se generan bien, asignando un color a transparente o bien incorporando un canal Alpha en la imagen, seleccionando el método que mejor se adapte al proyecto.

CR9.8 Las teselas en las que se dividirá el proyecto de salida se importan, generando una ortofoto por cada tesela y las ortofotos de salida y su georreferenciación se obtienen, según en el formato requerido en el pliego de prescripciones técnicas.

CR9.9 El proceso de control de calidad se verifica, realizando una inspección visual de las ortofotos con el modelo vectorial superpuesto, según las exigencias del pliego de prescripciones técnicas.

Contexto profesional

Medios de producción

Mesa y material de dibujo técnico. Equipos y redes informáticas: ordenadores, memorias portátiles, escáneres, impresoras, trazadores, grabadoras de datos. Equipo informático con software de fotogrametría. Equipo informático que cuente con un software específico de ortorrectificación de imágenes y con un software específico de mosaicado de ortofotos, así como de diseño asistido o entorno BIM. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

Productos y resultados

Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial en el plano. Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial en el espacio. Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de referencia. Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de coordenadas. Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de referencia altimétricos. Aplicación de la transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de proyección cartográfica. Aplicación de la transformación cartográfica que requiera el cambio de huso de una proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). Aplicación de la transformación de la información que requiere un cambio en el sistema de referencia angular. Realización de la ortorrectificación de imágenes para la obtención de ortofotos o de True-Ortho.

Información utilizada o generada

Pliego de prescripciones técnicas. Tipo de transformación a aplicar. Reseñas y coordenadas de los puntos comunes en ambos sistemas que se emplearán para obtener los parámetros de la transformación, o los parámetros de la transformación, o sistemas de referencia y/o proyección cartográfica de origen y destino. Fichero o conjunto de ficheros ráster, vectorial o numérico a transformar.

MÓDULO FORMATIVO 1

Diseño del proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstrucción de la geometría de los haces perspectivos

Nivel:	3
Código:	MF2608_3
Asociado a la UC:	UC2608_3 - Elaborar el proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstruir la geometría en el espacio de los haces perspectivos que las forman
Duración (horas):	90
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de determinación de los parámetros de un proyecto de captura de imágenes estereoscópicas, partiendo de la información previa contenida en la cartografía, topografía y fotografía existentes o en la toma de datos realizada.

CE1.1 Indicar tipos de sensores captadores de imágenes, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE1.2 Describir los parámetros que determinan los sensores captadores de imágenes, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE1.3 Describir los parámetros de vuelo y de las cámaras para obtener imágenes, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE1.4 En un supuesto práctico de realización de un trabajo fotogramétrico de captura de imágenes estereoscópicas en un estudio o despacho simulado:

- Seleccionar el tamaño medio del píxel proyectado sobre el objeto o terreno a fotografiar o GSD (Ground Sample Distance) en función de la precisión y/o nivel de detalle, dirección del recorrido y separación de las líneas de dirección según proyecto.

- Elegir el tipo de sensor captador de imágenes, dependiendo del trabajo (analógico o digital, puntual, matricial o lineal, activo o pasivo, entre otros) y según el tamaño del área a cubrir, las características geométricas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar, el rango del espectro óptico que se desea captar y de la disponibilidad del equipo específico.

- Seleccionar el tamaño del sensor (cámara fotográfica, vídeo, entre otros) según el tamaño adecuado para minimizar el número de fotogramas que darán cobertura al área del trabajo, manteniendo la profundidad de campo mayor o igual a la requerida.

- Seleccionar la distancia focal de la óptica en función de la distancia de toma máxima permisible entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar y del abatimiento máximo por proyección de elementos verticales en la imagen, perteneciendo a un rango que permita garantizar el tamaño medio del píxel proyectado o GSD.

- Determinar la distancia de toma entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar en función de la distancia focal de la óptica seleccionada y del tamaño del sensor, garantizando el tamaño medio del píxel proyectado o GSD que se quiera obtener en el proceso.

CE1.5 En un supuesto práctico de realización de un trabajo fotogramétrico de captura de imágenes estereoscópicas en un estudio o despacho simulado:

- Establecer la velocidad del vuelo, cuando la toma de datos se realice desde medios aéreos en función de la cadencia de disparo de la cámara o de la frecuencia máxima de barrido según el tipo de sensor seleccionado según necesidades del trabajo.
- Determinar la separación transversal entre las pasadas longitudinales paralelas del vuelo, si se consideraran estas necesarias a partir del tamaño medio del pixel proyectado o GSD y del tamaño del sensor, comprobando el porcentaje de solape requerido entre ellas, establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información (mínimo un 30% en fotogrametría aérea y ortofoto y máximo un 80% en correlación de imágenes y ortofoto real).
- Determinar la separación entre imágenes matriciales consecutivas a partir del tamaño medio del pixel proyectado o GSD, del tamaño del sensor, y de la apreciación mínima de profundidad deseada y en función del porcentaje de solape requerido entre ellas establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información (mínimo de 60% en fotogrametría aérea y ortofoto, y máximo de 80% en correlación de imágenes y ortofoto real).
- Establecer la frecuencia de disparo o toma de los datos que se realice en medios aéreos en función y de la velocidad de vuelo y de la separación entre imágenes consecutivas, dirección del recorrido y separación de las líneas de dirección, comprobando las exigencias establecidas en proyecto.

C2: Analizar condicionantes normativos y físicos que afectan al proceso de captación de información o ambientales y/o meteorológicos o a la calidad de la imagen o a las propiedades físicas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar.

CE2.1 Indicar condicionantes normativos y físicos que afectan al proceso de captación de información de imágenes, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE2.2 Describir condicionantes ambientales y meteorológicos que afectan a la calidad de imagen o parámetros físicos de objetos, terrenos o fenómenos a modelizar, obtenidas en vuelos fotogramétricos.

CE2.3 Indicar los permisos administrativos necesarios para el proceso de captación de imágenes de vuelos fotogramétricos.

CE2.4 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de modelización de objeto, terreno o fenómeno obtenidas de imágenes estereoscópicas de un vuelo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Detectar obstáculos que pudieran interferir en la trayectoria del vehículo en el que se embarque el sensor o sensores captadores de imágenes, verificando que no interfieren en la escena, produciendo ocultaciones de información.
- Detectar elementos que puedan suponer un riesgo para el personal en la zona de proyecto y la distancia mínima de seguridad que ha de respetarse a ellos.
- Estudiar fechas y franjas horarias donde las condiciones de iluminación son apropiadas para el proyecto o comprobar que permitan normativamente realizar el proyecto o fenómeno a modelizar.

CE2.5 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de modelización de objeto, terreno o fenómeno obtenidas de imágenes estereoscópicas de un vuelo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Estudiar la fuente artificial de iluminación de la escena en el caso de requerirse unas condiciones particulares de emisión de radiación electromagnética por parte del objeto o terreno a modelizar junto con el cliente o con la empresa proveedora de imágenes.
- Estudiar los condicionantes ambientales y/o meteorológicos que pueden afectar a la calidad de la imagen, informando tanto al cliente como a la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

- Obtener los permisos administrativos que se requieran para el proceso de captación de información en caso de ser necesario, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en proyecto o documentación de encargo.

C3: Elaborar esquemas de ubicación de puntos toma y direcciones de apuntamiento a partir de parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas, previamente definidos y estableciendo el plan de actuación en el que se definen pormenorizadas las fases a ejecutar.

CE3.1 Describir el proceso de ubicación de puntos de toma y direcciones de apuntamiento en proyecto de captura de imágenes estereoscópicas, indicando su idoneidad para vuelos fotogramétricos.

CE3.2 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de modelización de objeto, terreno o fenómeno obtenidas de imágenes estereoscópicas de un vuelo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Seleccionar las coordenadas de los puntos exactos desde los cuales el sensor captador obtiene imágenes del objeto o terreno y la dirección de apuntamiento, comprobando la huella y los solapes longitudinales, y en su caso, los transversales, verificando el recubrimiento completo de las superficies a modelizar y que cada punto de las superficies sea visto desde un mínimo de tres puntos de vista distintos.
- Comprobar el solape de las zonas de cambio de pasada en proyectos cuya geometría tenga un desarrollo lineal de un mínimo de tres fotogramas de cada pasada, realizado con sensores matriciales, o en su caso, en una superficie de longitud mayor o igual al ancho de la traza en los sensores de barrido.
- Incluir las zonas donde sea imposible identificar puntos comunes en más de un fotograma (láminas de agua, zonas censuradas, entre otros) si no se emplea georreferenciación directa o si es posible, en una única zona de solape entre fotogramas consecutivos y si la zona es muy extensa, verificando que no ocupe más de un 30% de cada imagen en la que figure.
- Obtener la ruta o recorrido a seguir para visitar todos los puntos de toma, minimizando el tiempo del proceso contando con las limitaciones en la maniobrabilidad y de uso del vehículo donde se embarque el sensor captador de imágenes, en el caso de embarcarse, evitando los obstáculos detectados y maximizando las distancias de seguridad a elementos de riesgo.
- Realizar la representación gráfica con la distribución de los puntos de toma y la ruta o recorrido, validándolo con la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

C4: Aplicar técnicas para generar el esquema de distribución óptima de puntos de apoyo y/o control fotogramétrico, garantizando la geometría del bloque de imágenes realizadas por técnicas topográficas o empleando la técnica específica.

CE4.1 Describir las técnicas para generar esquemas de distribución óptima de puntos de apoyo o control en imágenes obtenidas de vuelos fotogramétricos.

CE4.2 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de modelización de objeto, terreno o fenómeno obtenidas de un bloque de imágenes de un vuelo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Obtener la cantidad y distribución de los puntos de apoyo y/o control en función de la existencia o no de información adicional de posición y/u orientación en el espacio del sensor o sensores captadores de imágenes de un proceso de captación de información, de su precisión y de la técnica de obtención de las orientaciones externas de los fotogramas (par estereoscópico o aerotriangulación), empleando como sistemas auxiliares sistemas de navegación inercial, unidades de medida inercial, altímetros o receptores GNSS, entre otros.

- Realizar la distribución de los puntos de apoyo de modo que el polígono que forman los puntos más externos recubra completamente el área de proyecto, cubriendo todo el rango de cotas incluidas las zonas de máxima elevación y máxima profundidad y ubicadas en las zonas de máxima cobertura de imágenes y en los extremos superior e inferior de las pasadas o en el área central de la zona de solape entre pasadas paralelas, en el caso de existir.

- Comprobar que la separación entre puntos de apoyo dentro de la misma pasada y en el sentido de avance de la pasada, sea como máximo aquella que permita garantizar que los errores transmitidos en las zonas intermedias se encuentren dentro de la tolerancia del proyecto.

- Ubicar los puntos de control en las zonas intermedias entre puntos de apoyo, permitiendo obtener una medida de la exactitud en la obtención de las orientaciones externas de los fotogramas.

CE4.3 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de modelización de objeto, terreno o fenómeno obtenidas de un bloque de imágenes de un vuelo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado, en el caso de ser una ampliación, revisión o actualización de otro anterior:

- Utilizar en la zona común los mismos puntos de apoyo y/o control, verificando las condiciones del proyecto.

- Verificar que, si los esquemas de ubicación de puntos de toma y direcciones de apuntamiento son diferentes en el proyecto original y en el proyecto actual, y se requieren puntos de apoyo y/o control en ubicaciones distintas se eligen del vuelo fotogramétrico del proyecto original por técnicas fotogramétricas.

- Ubicar los puntos de control en las zonas intermedias entre puntos de apoyo, permitiendo obtener una medida de la exactitud en la obtención de las orientaciones externas de los fotogramas.

C5: Aplicar al sistema óptico parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes para mejorar la definición del trabajo fotogramétrico.

CE5.1 Interpretar certificados de calibración de sensores ópticos, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE5.2 Describir la calibración de la distorsión de imágenes en sistemas ópticos, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE5.3 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis óptico de imágenes en un estudio o despacho simulado:

- Analizar los certificados de calibración de los sensores, extrayendo los parámetros y consideraciones particulares indicadas.

- Transformar el modelo de distorsiones del certificado y el modelo de distorsiones del software fotogramétrico para una mejor definición del trabajo.

- Aplicar a cada imagen los parámetros de corrección del sensor para una mejor definición del trabajo.

- Realizar la comprobación de la idoneidad de los parámetros de calibración certificados en la imagen o imágenes del proyecto.

C6: Obtener la orientación interna de imágenes, garantizando su geometría y transformando las coordenadas de la imagen y fotocoordenadas en un trabajo fotogramétrico.

CE6.1 Describir técnicas de orientación interna de imágenes analógicas y digitales, indicando su idoneidad para trabajos fotogramétricos.

CE6.2 Describir procesos de transformación afines entre coordenadas calibradas de punto fiduciales y coordenadas medidas o fotocoordenadas.

CE6.3 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis óptico de imágenes analógicas en un estudio o despacho simulado:

- Transformar las coordenadas calibradas de los puntos fiduciales y las coordenadas imagen medidas en la observación de imágenes analógicas.
- Realizar el cálculo de la orientación interna, verificando las condiciones del proyecto.
- Comprobar la precisión de las mismas con la del certificado de calibración de acuerdo con el tipo de trabajo o proyecto.

CE6.4 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis óptico de imágenes digitales en un estudio o despacho simulado:

- Transformar en la observación de imágenes digitales matriciales directamente, o calculando los parámetros de la transformación entre coordenadas de imagen y fotocoordenadas.
- Asignar como factor de escala el tamaño del pixel del sensor calibrado, verificando las condiciones del proyecto.
- Realizar el cálculo de la orientación interna en imágenes de barrido, aplicando la información del modelo de coeficientes polinómicos racionales o RPC en el software fotogramétrico de forma directa.

C7: Aplicar técnicas de selección para la obtención de la orientación exterior de las imágenes o conjunto de imágenes con solape de un trabajo fotogramétrico.

CE7.1 Describir técnicas de selección para obtener la orientación exterior de imágenes o imágenes con solape en trabajos fotogramétricos.

CE7.2 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de una imagen para obtener la orientación externa en un estudio o despacho simulado:

- Seleccionar el tipo de transformación conforme o afín 3D entre las coordenadas de puntos en el terreno y sus fotocoordenadas en la imagen cuando solo se disponga de una única imagen.
- Diseñar el esquema de ubicación óptima de puntos de apoyo para la transformación seleccionada.

CE7.3 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de un par estereoscópico para obtener la orientación externa en un estudio o despacho simulado:

- En el caso de imágenes de barrido seleccionar las zonas donde corregir el paralaje, aplicando correcciones a los parámetros del algoritmo RPC.
- Seleccionar la ubicación óptima de los puntos de enlace entre los fotogramas, en las zonas de Von Gruber o donde garanticen mejor la geometría del par.
- En el caso de imágenes de barrido seleccionar las zonas donde corregir el paralaje aplicando correcciones a los parámetros del algoritmo RPC.

CE7.4 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de un bloque continuo de imágenes para obtener la orientación externa en un estudio o despacho simulado:

- Diseñar un esquema de distribución de puntos de enlace óptimo entre fotogramas para un proceso de aerotriangulación, incluso, realizando una simulación para validar la geometría del bloque, disponiendo de imágenes estereoscópicas.
- Adaptar las características del diseño al encargo o proyecto.

C8: Obtener la orientación externa partir de la imagen, de los parámetros de calibración de la cámara utilizada, de su orientación interna y de las coordenadas objeto o terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en

posiciones óptimas del objeto o terreno a modelizar, en el caso de tener un único fotograma en un trabajo fotogramétrico.

CE8.1 Describir técnicas de selección de todos los datos de su orientación interna, calibración y coordenadas para modelizar un objeto o terreno, disponiendo de un solo fotograma en un trabajo fotogramétrico.

CE8.2 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de un solo fotograma para obtener todos los datos de su orientación externa a modelizar en un estudio o despacho simulado:

- Identificar los puntos sobre la imagen, estableciéndolas a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.
- Registrar las fotocoordenadas, indicando el identificador que las relaciona y las coordenadas objeto/terreno.
- Realizar la transformación conforme o afín 3D seleccionada analizando los estadísticos del proceso y estableciendo la precisión según trabajo o proyecto.

C9: Obtener la orientación externa, a partir de dos imágenes con solape, de los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas, de sus orientaciones internas y de las coordenadas objeto/terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en posiciones óptimas de la zona de solape entre imágenes, en el caso de tener un par estereoscópico de un trabajo fotogramétrico.

CE9.1 Describir las técnicas de selección de todos los datos de orientación, calibración y coordenadas para modelizar un objeto, disponiendo de un par fotogramétrico de imágenes en un trabajo fotogramétrico.

CE9.2 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de un par fotogramétrico para obtener todos los datos de sus orientaciones externas en un estudio o despacho simulado:

- Realizar la orientación relativa del par, identificando un mínimo de seis puntos homólogos en las dos imágenes ubicados en las zonas de Von Gruber o donde garanticen mejor la geometría del par.
- Realizar la transformación seleccionada, empleando las condiciones de coplanaridad, colinealidad u obteniendo una matriz esencial, comprobando que los residuos del proceso de transformación no deben superar 1/2 pixel y transformando esta orientación entre fotocoordenadas y coordenadas modelo.
- Identificar los puntos de apoyo sobre las imágenes que forman el par, verificando un mínimo de tres a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.
- Registrar las coordenadas modelo en el par estereoscópico, indicando el identificador que las relaciona con sus coordenadas objeto o terreno según proyecto.
- Realizar la transformación conforme 3D entre las coordenadas modelo y las del objeto o terreno de los puntos de apoyo, obteniendo los estadísticos del proceso de ajuste, verificando que los residuos no superen la tolerancia de escala.

C10: Obtener la orientación externa de un bloque continuo de imágenes solapadas mediante un proceso de aerotriangulación, si es el caso, a partir de un conjunto de imágenes solapadas entre sí, con un solape mínimo del 60% en horizontal y del 30% en transversal, las orientaciones internas, los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas y un conjunto de puntos de apoyo y

adicionales de control ubicados en zonas que recubren toda el área de proyecto en un trabajo fotogramétrico.

CE10.1 Describir las técnicas de selección de todos los datos de orientación, calibración y coordenadas para modelizar un objeto, disponiendo de un bloque continuo de imágenes en un trabajo fotogramétrico.

CE10.2 En un supuesto práctico de realización de un estudio de trabajo fotogramétrico de análisis de un bloque continuo de imágenes para obtener todos los datos de sus orientaciones externas en un estudio o despacho simulado:

- Obtener coordenadas aproximadas de los focoscentros, en su caso, o de las orientaciones aproximadas de las imágenes, o de ambos, utilizando equipos auxiliares o medios.
- Obtener fotocoordenadas o coordenadas modelo de un mínimo de nueve puntos de paso por par estereoscópico ubicados en las zonas de Von Gruber o donde garanticen mejor la geometría del par, medidas en todas y cada una de las imágenes o pares del bloque que solapen con cada punto, midiendo de forma manual o por correlación de imágenes.
- Medir de forma manual las fotocoordenadas o coordenadas modelo de los puntos de apoyo, y en su caso los puntos de control, en todas y cada una de las imágenes o pares que solapen con cada punto estableciéndolas según el proyecto.
- Calcular el proceso de aerotriangulación en bloque por el método de haces de rayos (caso de haber obtenido fotocoordenadas), o alternativamente por el método de modelos independientes (caso de haber obtenido coordenadas modelo) o por cualquier técnica que garantice la geometría del bloque.
- Obtener los estadísticos, verificando que la desviación típica de todos los puntos de paso, apoyo o control debe ser inferior a un píxel y que el error máximo permitido en cada punto de apoyo y control sea inferior o igual a la tolerancia de escala.
- Reajustar los puntos que no cumplan con las condiciones establecidas en proyecto para corregir su error o eliminándolos si existe suficiente densidad de puntos para garantizar la geometría.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.4 y CE1.5; C2 respecto a CE2.4 y CE2.5; C3 respecto a CE3.2; C4 respecto a CE4.2 y CE4.3; C5 respecto a CE5.3; C6 respecto a CE6.3 y CE6.4; C7 respecto a CE7.2, CE7.3 Y CE7.4; C8 respecto a CE8.2; C9 respecto a CE9.2 y C10 respecto a CE10.2.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación, utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Sensores captadores de imágenes en fotogrametría

Sensores captadores de imágenes y sus características.

Técnicas de calibración de las distorsiones geométricas de un sistema óptico.

Procesos de corrección de imágenes en un proyecto fotogramétrico.

Geometría del haz perspectivo, de la proyección cónica, de la sección cónica y del par estereoscópico. Parámetros que las definen y las fórmulas que relacionan los distintos parámetros en cada geometría (ecuación fundamental de la fotogrametría, ecuación de paralaje y el de cálculo de la apreciación de posición y altimetría/profundidad).

Efectos prácticos de las ecuaciones de coplanaridad, colinealidad y transformación lineal directa o TLD.

Efectos prácticos del Plano Epipolar y la Recta Epipolar. Definición y uso en fotogrametría de matriz fundamental y esencial. Definición y uso en fotogrametría los Coeficientes Polinómicos Racionales o RPC que se emplean para el uso de imágenes satélite en proyectos fotogramétricos. Distancia de muestreo o GSD

2 Sistemas de referencia en proyectos fotogramétricos

Sistemas de referencia empleados en el proceso fotogramétrico, coordenadas imagen, coordenadas foto, coordenadas modelo y coordenadas objeto o terreno.

Procesos que transforman de un sistema de referencia fotogramétrico a otro y el orden en el que se aplican las transformaciones (orientaciones interna, relativa, absoluta, externa en un solo paso, aerotriangulación y georreferenciación directa).

Concepto y efectos prácticos de los sistemas de corrección del corrimiento de píxeles por desplazamiento que emplean los sensores fotogramétricos, tanto el control del desplazamiento de avance o FMC, como el sistema de integración del retardo o TDI, incluso las correcciones por software.

Descripción de los sensores adicionales empleados en fotogrametría para la obtención de posición y orientación en el espacio de los haces perspectivos (Sistemas de Navegación Inercial, Unidades de Medida Inercial, Sistema de Posicionamiento Global, entre otros) y sistemas de referencia que usan.

Descripción de los sistemas de referencia planimétricos. Figuras geométricas de aproximación, y las distintas figuras de aproximación que se emplean: esfera y elipsoides. Marcos de referencia planimétricos (EUREF, red geodésica nacional, red de estaciones GNSS, redes locales).

Nociones de los sistemas de referencia altimétricos, conceptual del geoide y los modelos de geoide que se aplican (EGM96, EGM08, entre otros). Influencia de la gravedad en la determinación de altitudes ortométricas a nivel conceptual. Diferencia entre los conceptos de altura y altitud. Datum altimétrico. Nociones de los marcos de referencia altimétricos (EVRF, REDNAP, entre otros). Concepto y efectos prácticos de desviación de la vertical y ondulación del geoide.

3 Sistemas de coordenadas geográficas, geodésicas y cartesianas

Características de los sistemas de coordenadas fijos e inerciales (EFEC, ECI, entre otros). Diferencia entre sistemas de coordenadas proyectados y no proyectados. Uso de los sistemas proyectados. Diferencia entre los ejes no estrictamente ortogonales y ejes sí son estrictamente ortogonales y sus efectos prácticos. Efectos prácticos de la compensación de estas diferencias. Características y particularidades de los distintos tipos de proyecciones en cuanto a las propiedades que conservan (distancias, superficies, ángulos). Proyección UTM (características y definición de huso, coeficiente de anamorfosis lineal K, las distancias UTM, el falso este y el falso norte y la convergencia de meridianos). Efectos prácticos del Formato estandarizado del European Petroleum Survey Group (EPSG). Identificación de las Fuentes de error en las distintas fases el proceso fotogramétrico. Trasmisión de errores entre las distintas fases y que efectos tienen.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m² por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de orientaciones internas y externas de las imágenes en trabajos fotogramétricos, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 2

Restitución fotogramétrica

Nivel:	3
Código:	MF2609_3
Asociado a la UC:	UC2609_3 - Obtener la información de objetos y/o entidades tridimensionales
Duración (horas):	270
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Aplicar técnicas de selección de la información tanto geométrica y/o espacial como temática cualitativa y cuantitativa de un objeto, terreno o fenómeno a modelizar previo a un trabajo de restitución fotogramétrica.
- CE1.1** Reconocer los distintos sistemas de codificación de entidades y clase permitidas, justificando las exigencias para trabajos de restitución fotogramétrica.
- CE1.2** Reconocer los sistemas de coordenadas y de referencia de proyección cartográfica para aplicar en los modelos fotogramétricos, justificando las exigencias según encargo o proyecto.
- CE1.3** En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado:
- Analizar el pliego de condiciones, detectando ambigüedades con el encargo.
 - Clasificar las entidades, obteniendo el listado de clases permitidas.
 - Crear o importar el modelo de codificación de entidades, verificando las exigencias del encargo o proyecto.
 - Delimitar la zona de trabajo dentro del área de cobertura de imágenes, comprobando las exigencias del encargo o proyecto.
 - Obtener el sistema de coordenadas y de referencia cartográfica, verificando las exigencias del encargo o proyecto.
- C2:** Aplicar técnicas de tratamiento y procesado de imágenes digitales en un proceso de fotogrametría digital.
- CE2.1** Reconocer sistemas de tratamiento y procesado de imágenes digitales para trabajos de fotogrametría digital, comprobando las exigencias del encargo o proyecto.
- CE2.2** Reconocer procesos en los que se emplean imágenes piramidales, con o sin tileado, en trabajos fotogramétricos, y en los procedimientos de correlación de imágenes.
- CE2.3** En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado:
- Detectar los formatos de imagen que admiten incorporar imágenes piramidales, según exigencias del encargo o proyecto.
 - Calcular el tamaño de una imagen de salida cuando se le incorporan un número concreto de niveles piramidales, verificando las exigencias del encargo o proyecto
 - Obtener las imágenes piramidales para optimizar el resto de los procesos según exigencias del encargo o proyecto.

- Optimizar la información de textura y detalle de la radiometría de imágenes, según exigencias del encargo o proyecto, eliminando errores en la radiometría de las imágenes que forman el par estereoscópico (falsas apreciaciones de profundidad y el efecto Pulfrich).

C3: Aplicar técnicas de transformación geométrica de imágenes para optimizar tanto la visión estereoscópica de un par como los procesos de correlación de imágenes.

CE3.1 Reconocer técnicas de epipolarización de las imágenes de un par estereoscópico, el efecto que producen en el modelo estereoscópico y las limitaciones que tiene.

CE3.2 Reconocer casos de rectificación directa de las distorsiones del sistema óptico sobre las imágenes.

CE3.3 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado:

- Identificar la necesidad de mejora de visión estereoscópica y/o correlación, eligiendo la técnica de epipolarización de imágenes de un par estereoscópico.

- Optimizar los procesos de correlación y de obtención de mapas de profundidad y de flujo óptico, realizando un proceso de epipolarización de imágenes, o corrigiendo la dirección de las mismas en el par con la dirección que une los fotocentros de las mismas.

C4: Obtener imágenes virtuales a partir de un modelo discreto del terreno (LIDAR, SAR, entre otros), que permitan la visualización estereoscópica para su incorporación en un proceso fotogramétrico.

CE4.1 Describir parámetros a seleccionar en las imágenes virtuales de proyectos fotogramétricos, comprobando las exigencias del encargo o proyecto.

CE4.2 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado a partir de imágenes virtuales que permitan la visualización estereoscópica:

- Seleccionar el modelo de textura, color y/o sombreado del terreno que permita maximizar el grado de detalle en la identificación de puntos homólogos entre imágenes.

- Definir el modelo de referencia, empleando los pares estereoscópicos.

- Comprobar que las precisiones transmitidas no superan las tolerancias sobre el modelo discreto del terreno, y no sobre el objeto/terreno que estos modelizan.

C5: Obtener nubes de puntos en el espacio por técnicas de correlación de imágenes y su posterior clasificación a partir de imágenes convergentes en el objeto o terreno y de sus orientaciones internas y externas.

CE5.1 Describir técnicas de obtención de puntos de interés o PDIs en función de las características del fenómeno u objeto fotografiado y de las necesidades del proyecto.

CE5.2 Indicar métodos de correlación de imágenes en función de los puntos de interés o PDIs.

CE5.3 Describir procesos de densificación de nube de puntos a partir de los puntos de interés o PDIs correlados.

CE5.4 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado a partir de la correlación de imágenes que permitan la obtención de nube de puntos:

- Obtener puntos de interés o PDIs, según el algoritmo concreto de obtención, teniendo en cuenta la calidad de la imagen, el grado de resolución y el tipo de textura del objeto en la misma.

- Realizar el reparto de puntos por toda el área de interés, verificando que cada uno de los PDIs pueda ser medido en todas y cada una de las imágenes en las que sea visible.

- Seleccionar el método de correlación de imágenes que mejor se adapte a las características de los PDIs obtenidos según las exigencias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.
- Obtener los estadísticos y estableciendo una tolerancia para eliminar aquellos puntos que no cumplan con los criterios de calidad y precisión definidos en el proyecto.
- Eliminar los puntos de interés o PDIs, verificando que existan un número mínimo de ellas que garantice la precisión.
- Garantizar el posado de los puntos de interés o PDIs obtenidos de la correlación sobre el objeto o terreno al que representan.
- Seleccionar la técnica para el proceso de densificación de la nube de puntos, a partir de los puntos de interés o PDIs correlados.
- Garantizar el posado de los puntos densificados y los puntos de interés o PDIs sobre el objeto o terreno al que representan.
- Comprobar la separación entre puntos densificados y la zona cubierta, ajustando en caso necesario los parámetros de correlación o realizando la densificación de forma manual.

C6: Aplicar un proceso de fotointerpretación de imágenes que comprenda las características espaciales y geométricas de un objeto o fenómeno a modelizar, determinando su ubicación y distribución espacial en una o en múltiples imágenes.

CE6.1 Describir técnicas que permiten establecer un orden jerárquico en la modelización de objetos o terrenos para optimizar el proceso.

CE6.2 En un supuesto práctico de realización de un trabajo de restitución fotogramétrica en un estudio o despacho simulado a partir de un proceso de fotointerpretación de imágenes:

- Identificar fenómenos u objetos susceptibles de ser modelizados según los requerimientos del proyecto.
- Asociar a los fenómenos u objetos identificados a una de las clases permitidas por el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.
- Incorporar la clase permitida (genéricas o concretas) asociados a los fenómenos u objetos identificados.
- Estructurar las clases que no disponen de una jerarquía.
- Identificar en su totalidad de forma continua el fenómeno u objeto a modelizar, seleccionando la imagen o conjunto de imágenes que permitan su identificación o en su defecto realizar si no cumplen un proceso de abstracción para intuir la forma y posición del fenómeno u objeto.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3; C4 respecto a CE4.2; C5 respecto a CE5.4 y C6 respecto a CE6.2.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación, utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.
Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Restitución fotogramétrica

Características de la formación de una imagen en los distintos tipos de sensores fotogramétricos. Sensores puntuales como matriciales o lineales. Pancromáticos, multiespectrales o hiperespectrales, activos o pasivos.
Técnicas que emplean los sensores para capturar de forma simultánea, en distintos canales e información en rangos del espectro óptico.
Cantidad de información que pueden almacenar por canal en función de la profundidad de bits.

2 Formatos estandarizados de almacenamiento de imágenes

Métodos de compresión.
Métodos de obtención de una imagen piramidal y por qué se emplea en fotogrametría.
Tileado de imágenes
Almacenamiento de imágenes piramidales.
Canal alpha y empleo en las distintas fases de un proyecto fotogramétrico.

3 Estadísticos de imágenes digitales

Desviación típica (contraste) y media (brillo).
Histograma.
Procesos habituales que se aplican a las imágenes digitales para su empleo en los procesos fotogramétricos.
Ecuilibración del histograma o el ajuste de niveles.

4 Correcciones geométricas

Técnicas de corrección geométrica a las imágenes para mejorar la visualización.
Optimización de los procesos automáticos de correlación.
Epipolarización de imágenes.
Procesos de corrección de distorsiones geométricas de un sistema óptico directamente a la imagen y casos de uso.

5 Estructura la información de un par estereoscópico

Criterios para establecer el orden en el que se modelizan los distintos elementos.
Criterios para optimizar el proceso de restitución fotogramétrica.

6 Fotointerpretación de imágenes

Estructura de la información.
Identificación de objetos o fenómenos de interés.
Características espaciales y geométricas.
Ubicación y distribución espacial en una o en múltiples imágenes.

7 Posado y seguimiento estereoscópico continuo de geometrías

Inflexiones y cambios de pendiente.
Seguimiento continuo de líneas de cota constante sobre superficies de morfología variable.

8 Identificación y seguimiento de alineaciones

Perpendicularidades y paralelismos.

Elementos continuos o discontinuos de igual o distinta cota.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m² por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de restitución fotogramétrica, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:
 - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 3

Modelización cartográfica y no cartográfica

Nivel:	3
Código:	MF2610_3
Asociado a la UC:	UC2610_3 - Obtener modelos tridimensionales vectoriales y/o numéricos de objetos y/o entidades con técnicas fotogramétricas
Duración (horas):	210
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Aplicar técnicas de selección a elementos a modelizar el tipo de primitiva geométrica adecuado para realizar su modelización vectorial.
- CE1.1** Describir técnicas de representación mediante primitivas geométricas en función de tamaño y distribución espacial de elementos.
 - CE1.2** Reconocer las características de los modelos ráster, vectorial y topológico, así como las primitivas geométricas permitidas en los modelos vectorial y topológico y las relaciones entre las primitivas geométricas de ambos modelos.
 - CE1.3** En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica, a partir de las indicaciones del pliego de prescripciones técnicas y del catálogo de códigos:
 - Seleccionar el modo de representación para definir la primitiva geométrica que se empleará en la restitución fotogramétrica de elementos en cada código del catálogo.
 - Verificar la definición como geometrías lineales o puntuales para las entidades cuya superficie en el plano de representación no sea visible a la escala de representación.
 - En la definición considerar a los textos como entidades de tipo puntual referidos al punto de aplicación en el modelo vectorial.
- C2:** Aplicar técnicas de selección de codificación previa a la modelización vectorial de un elemento a la que pertenece dentro del listado de códigos permitidos.
- CE2.1** Describir las características de la codificación de entidades para la modelización vectorial de un elemento.
 - CE2.2** En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica, a partir de las indicaciones del pliego de prescripciones técnicas y del catálogo de códigos:
 - Codificar las entidades en base a los códigos permitidos según el pliego de prescripciones técnicas.
 - Asociar cada código las propiedades preestablecidas para su representación a la escala del proyecto basadas en las variables visuales (ancho de línea, color, patrón, símbolo asociado, entre otros).
 - Comprobar los condicionantes o normas de uso, así como una jerarquía y modo de actuar cuando se produzcan superposiciones o coincidencias entre los elementos.
- C3:** Adecuar modos de captura de la geometría de cada elemento a modelizar en función del tipo de primitiva geométrica que lo representa.

CE3.1 Indicar formas de representación de entidades lineales, superficiales y volumétricas en la modelización de elementos.

CE3.2 Describir características físicas, geométricas, ángulos, pendientes y distancias en la modelización de elementos artificiales y naturales.

CE3.3 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica en un estudio o despacho simulado:

- Realizar la modelización vectorial de cada elemento, revisando los códigos en función de los tipos de primitiva geométrica.
- Modelizar las entidades de desarrollo lineal por su perímetro si su ancho es identificable a la escala de representación o por su eje en caso contrario, dibujando la entidad si es volumétrica por su cota superior si el pliego no indica lo contrario.
- Restituir entidades superficiales por su perímetro con una codificación apropiada, asignándoles en su caso un centroide o texto que indique la clase de pertenencia, a partir de una única entidad lineal, o por múltiples entidades lineales, aplicando los criterios de jerarquía si el perímetro coincide con otros elementos.
- Ubicar centroides y textos dentro del área que representan y si el área es de menor tamaño que el texto, ubicando el punto de inserción del texto dentro del área que identifica.
- Representar entidades volumétricas bien por su cara superior con respecto al plano de representación o, bien cada cara del volumen o por su perímetro máximo con respecto al plano.
- Ajustar características geométricas, ángulos, pendientes y distancias de los elementos artificiales a las exigencias establecidas en proyecto, y los objetos o fenómenos naturales se describen, respetando las propiedades físicas de los mismos.

C4: Aplicar técnicas de comprobación de normas de representación a respetar en trabajo de una modelización vectorial de entidades, verificando las condiciones del encargo o proyecto.

CE4.1 Describir normas de representación en modelizaciones vectoriales de entidades para trabajos de modelización fotogramétrica.

CE4.2 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica, en un estudio o despacho simulado:

- Modelizar los elementos en orden jerárquico, empezando por los de mayor prioridad y terminando con los de menor prioridad.
- Representar los patrones de línea con dirección que identifican, comprobando que los de línea lateral no deben superponerse a otras entidades lineales o perímetros de superficies que discurran paralelas.
- Ajustar la distancia entre dos entidades de desarrollo lineal para que no sea inferior a la distancia mínima de representación de escala, o unificarlas.
- Ajustar la distancia entre los perímetros de dos entidades superficiales adyacentes o unificar sus perímetros.
- Ajustar la distancia entre dos las entidades puntuales de para que no sea inferior a la distancia mínima de representación de escala, figurando la de mayor jerarquía.
- Emplear las herramientas de que disponga el software para garantizar las entidades lineales que coincidan en el mismo punto tienen un punto común con la misma o con distinta cota según la superficie a la que representen.
- Verificar la modelización vectorial, realizando un control de calidad.

C5: Aplicar técnicas de representación de la altimetría y/o profundidad en la modelización cartográfica o no cartográfica en un trabajo fotogramétrico para garantizar su calidad.

CE5.1 Describir las normas de representación de altimetría y profundidades en modelizaciones cartográficas o no cartográficas mediante sistemas de planos acotados o mediante modelos continuos.

CE5.2 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica de altimetría o profundidad de un trabajo obtenido por técnicas fotogramétricas en un estudio o despacho simulado:

- Elegir el sistema de representación según sea el tipo de terreno a modelizar (volumétrico o superficial o cuando el modelo vectorial va a ser transferido a un plano o mapa en soporte físico) o modelos continuos de superficies para la obtención de productos derivados.
- Representar la variación de cota de las superficies a modelizar por el sistema de planos acotados o mediante un modelo continuo de la superficie.
- Verificar el proceso de modelización altimétrica o profundidad, realizando un control de calidad.

C6: Modelizar la altimetría mediante el sistema de planos acotados en un trabajo fotogramétrico para su representación.

CE6.1 Describir sistemas de planos acotados de curvas de nivel en altimetría usados en la representación en trabajos fotogramétricos.

CE6.2 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica de altimetría de un trabajo obtenido por técnicas fotogramétricas en un estudio o despacho simulado:

- Representar las curvas de nivel en un sistema de planos acotados, garantizando que la cota con respecto al plano de representación sea múltiplo de la equidistancia.
- Asociar a las curvas de nivel múltiplos de 5 veces la equidistancia por convenio a una codificación distinta del resto, facilitando así su identificación.
- Completar con puntos acotados la información altimétrica en las superficies que no queden suficientemente definidas con curvas de nivel.
- Dibujar las curvas de nivel, coincidiendo en cota dentro de la tolerancia de escala con todos los elementos que pertenezcan a la superficie que definen.
- Verificar el proceso de modelización altimétrica, realizando un control de calidad.

C7: Modelizar la altimetría mediante un modelo continuo de las superficies en un trabajo fotogramétrico para su representación.

CE7.1 Describir métodos de modelización altimétrica digital de modelos continuos de superficies, comprobando la idoneidad en trabajos fotogramétricos.

CE7.2 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica de altimetría de un trabajo obtenido por técnicas fotogramétricas en un estudio o despacho simulado:

- Obtener modelos digitales del terreno o MDT, modelos digitales de elevaciones, modelos digitales de superficies o modelos volumétricos a partir de información discreta como una nube de puntos, obtenida por correlación de imágenes o por cualquier otra técnica, o a partir de la representación del relieve por el sistema de planos acotados.
- Definir las líneas de ruptura donde se producen cambios de pendiente (identificables a la escala de representación), especificando su cota superior e inferior con respecto al plano de representación.
- Interpolarse las posiciones intermedias a los datos, empleando un algoritmo adecuado (triangulación de Delaunay, una poligonación de Delaunay o cualquier otra técnica) en modelos continuos.
- Seleccionar la estructura de datos de salida entre ráster o vectorial.
- Generar modelos visuales de representación del relieve (mapas de tintas hipsométricas, mapas de sobras, entre otros) a partir del modelo continuo del terreno.

- Verificar el proceso de modelización alimétrica por modelo continuo, realizando un control de calidad.

C8: Transformar un modelo vectorial a un modelo topológico que permitan asociar atributos a las entidades.

CE8.1 Describir técnicas para transformación de primitiva geométrica a primitiva topológica en modelos vectoriales en modelización fotogramétrica.

CE8.2 En un supuesto práctico de modelización cartográfica o no cartográfica de transformación de modelo vectorial a topológico de un trabajo obtenido por técnicas fotogramétricas en un estudio o despacho simulado:

- Transformar un modelo vectorial a topológico pasando de punto a nodo, de línea a arco y de perímetros a caras, comprobando que el proceso es bidireccional.
- Conectar las entidades a la estructura de datos a la que pertenezcan, ya sea en la propia estructura del fichero o enlazándolos con una base de datos
- Asignar los atributos a las entidades, a los centroides o a ambos, respetando la estructura de datos.
- Analizar las distintas primitivas que pertenezcan a clases de igual o distinta jerarquía, cuando coincidan o se superpongan, teniendo en cuenta el modelo de datos en el que se definió previamente, creando en caso necesario una nueva primitiva geométrica que agrupe a todas las primitivas que conforman la estructura y se le asigna el atributo.
- Verificar el proceso de modelización de la transformación del modelo vectorial a topológico realizando un control de calidad.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.2; C3 respecto a CE3.2 y CE3.3; C4 respecto a CE4.2; C5 respecto a CE5.2; C6 respecto a CE6.2; C7 respecto a CE7.2 y C8 respecto a CE8.2.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación, utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Modelo de datos y catálogos de códigos

Modelo de datos y estructura.

Clasificación de la información de la realidad para generar modelos simplificados.

Estructura de un catálogo de códigos (o capas) a partir de las clases en las que el modelo de datos define la realidad.

Variables visuales que definen las características de representación.

Jerarquización de la información y las distintas técnicas que se emplean en fotogrametría cuando se producen coincidencias o cruzamientos de elementos que pertenecen a clases de igual o distinto nivel jerárquico.

2 Modelos ráster, vectoriales y topológicos

Características de los modelos ráster, vectoriales y topológicos.

Características principales de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

3 Primitivas geométricas en modelos vectoriales

Primitivas geométricas empleadas en modelos vectoriales y topológicos.

Relaciones entre las primitivas geométricas de ambos modelos.

Formas de aplicar las primitivas geométricas para la modelización de los distintos tipos de entidades.

Técnicas más habituales que se emplean para relacionar elementos del modelo ráster, vectorial o topológico con sus metadatos, en la propia estructura del modelo o conectado a una base de datos externa.

4 Sistemas de planos acotados

Sistema de planos acotados: características y limitaciones

Técnicas de representación del relieve mediante curvas de nivel.

Equidistancia entre curvas de nivel y las diferencias entre curvas finas y maestras o directoras, curvas intermedias y curvas de depresión.

Modos de representación habitual de singularidades altimétricas.

Zonas de exclusión por temporalidad (surcos de cultivos, acopios en obras), por ocultación (bajo edificaciones, taludes, canteras) o por convenio (cascos urbanos).

5 Proceso de correlación de imágenes

Proceso de correlación de imágenes.

Técnicas que se emplean para la correlación de imágenes y la densificación de puntos.

Puntos de interés o PDIs y los tipos básicos de algoritmos que los generan y sus características.

Técnicas a emplear para limitar las zonas de búsqueda.

Ayudas que se emplean en el proceso de correlación como la limitación de lado, pendientes máximas, orientación relativa.

Conceptos básicos empleados en los procesos de correlación.

Datos de entrada de un proceso de correlación de imágenes, los parámetros que lo configuran, los procesos que se realizan y los datos de salida.

6 Técnicas de clasificación de nubes de puntos y modelización de modelos digitales

Clasificación de nubes de puntos y clases permitidas en el estándar de la especificación LAS, de la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS).

Técnicas de modelizado continuo del relieve mediante Modelos Digitales.

Diferencias entre Modelo Digital del Terreno (MDT), Modelo Digital de Superficies (MDS) y Modelo Digital de Elevaciones (MDE).

Líneas de rotura. Características.

Técnicas de interpolación de información para la obtención de un modelo digital (triangulación de Delaunay, tetraedrización de Delaunay, entre otros).

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m² por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de modelización cartográfica y no cartográfica en trabajos fotogramétricos, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:
 - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 4

Transformaciones en el espacio

Nivel:	3
Código:	MF2611_3
Asociado a la UC:	UC2611_3 - Realizar transformaciones geométricas de coordenadas a imágenes y/o modelos vectoriales o numéricos
Duración (horas):	30
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial en el plano para intercambio entre sistemas de coordenadas o para adaptar su geometría en un modelo de referencia.

CE1.1 Indicar los tipos de transformación de la información ráster o vectorial en el plano para trabajos fotogramétricos.

CE1.2 Describir las características de las transformaciones de la información ráster o vectorial en el plano para trabajos fotogramétricos.

CE1.3 En un supuesto práctico de transformación en el plano de información ráster o vectorial de un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Seleccionar el tipo de transformación en función de los grados de libertad que se desea dar al sistema (traslación con respecto a uno de los ejes de referencia o a ambos, rotación en el plano, o un factor de escala con respecto a uno de los ejes de referencia o a ambos, o falta de ortogonalidad entre los ejes de referencia o cualquier combinación de ellos).
- Determinar el número mínimo de puntos comunes en el sistema de origen y en el sistema de destino necesarios para realizar la transformación y su ubicación óptima.
- Aplicar la transformación, analizando los estadísticos de los residuos del proceso que estén dentro de la tolerancia establecida.

C2: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial en el espacio entre sistemas de coordenadas planos o para adaptar su geometría en un modelo de referencia.

CE2.1 Indicar formas de transformación de la información ráster o vectorial en el espacio en trabajos fotogramétricos.

CE2.2 Describir las características de las transformaciones de la información ráster o vectorial en el espacio para trabajos fotogramétricos.

CE2.3 En un supuesto práctico de transformación en el espacio de información ráster o vectorial en el plano de un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Seleccionar el tipo de transformación en función de los grados de libertad que se desea dar al sistema (traslación con respecto a uno o varios de los ejes de referencia o rotación, o factor de escala, o falta de ortogonalidad o cualquier combinación de ellos).
- Determinar el número mínimo de puntos comunes en el sistema de origen y en el sistema de destino necesarios para realizar la transformación y su ubicación óptima.

- Aplicar la transformación, analizando los estadísticos de los residuos del proceso que estén dentro de la tolerancia establecida.

C3: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial de un sistema de referencia a otro sistema, tanto planimétrico como altimétrico o combinado, realizando una transformación o un traspaso en un trabajo fotogramétrico.

CE3.1 Identificar los sistemas de referencia de origen y destino e indicar los tipos de transformación de la información ráster o vectorial de un sistema de referencia a otro, planimétrico altimétrico o combinado en trabajos fotogramétricos.

CE3.2 Describir las características y parámetros a aplicar para transformar la información ráster o vectorial entre sistemas de referencia para trabajos fotogramétricos.

CE3.3 En un supuesto práctico de transformación en el espacio de información ráster o vectorial en el plano de un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Identificar los datum en el sistema de origen y en el sistema de destino.
- Aplicar a la transformación los parámetros, si se dispone de ellos o de un marco de referencia común en ambos sistemas, calculando con la aplicación informática específica los parámetros de la transformación en el espacio entre ambos con los grados de libertad requeridos, y si no existe un marco de referencia ni de los parámetros de la transformación, aplicando la transformación analítica entre ambos.
- Aplicar la transformación, analizando los estadísticos de los residuos del proceso que estén dentro de la tolerancia establecida en la documentación del encargo de trabajo.

C4: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de coordenadas en un trabajo fotogramétrico.

CE4.1 Identificar los sistemas de coordenadas de origen y destino de la información ráster o vectorial para trabajos fotogramétricos.

CE4.2 Describir las características de las transformaciones de la información ráster o vectorial entre sistemas de coordenadas para trabajos fotogramétricos.

CE4.3 En un supuesto práctico de transformación de información ráster o vectorial entre sistemas de coordenadas en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Identificar sistemas de coordenadas de origen y de destino (cartesianas, elipsoidales, esféricas, cilíndricas, entre otros).
- Aplicar parámetros de la transformación analítica entre ambos sistemas a la información ráster o vectorial o manteniendo los sistemas originales y aplicándolo internamente en el software fotogramétrico.
- Aplicar la transformación analítica, verificando la adaptación de la transformación a los requisitos del proyecto.

C5: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial entre sistemas de referencia altimétricos en un trabajo fotogramétrico.

CE5.1 Identificar los sistemas de referencia altimétrica de origen y de destino de la información ráster o vectorial para trabajos fotogramétricos.

CE5.2 Describir las características básicas de las transformaciones entre sistemas de referencia altimétricos de la información ráster o vectorial para trabajos fotogramétricos.

CE5.3 En un supuesto práctico de transformación de información ráster o vectorial entre sistemas de referencia altimétricos en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Identificar sistemas de coordenadas de origen y de destino, incluyendo las superficies tomadas como referencia en ambos sistemas.
- Aplicar directamente los parámetros de la transformación si se disponen y si se parte de un marco de referencia común en ambos sistemas se calculan con una aplicación informática adecuada, comprobando los parámetros de la transformación en el espacio entre ambos con los grados de libertad requeridos.
- Aplicar la transformación altimétrica, verificando la adaptación de la transformación a los requisitos del proyecto.

C6: Aplicar técnicas de transformación de la información ráster o vectorial que requiera un cambio del sistema de proyección cartográfica en un trabajo fotogramétrico.

CE6.1 Identificar las proyecciones cartográficas de origen y de destino de la información ráster o vectorial en cambios de sistemas de proyección cartográfica para trabajos fotogramétricos.

CE6.2 Describir las características básicas de los cambios de sistemas de proyección cartográfica para transformar la información ráster o vectorial para trabajos fotogramétricos.

CE6.3 En un supuesto práctico de transformación de información ráster o vectorial en cambios de sistema de proyección cartográfica en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Identificar sistemas de proyección de origen y de destino, justificando las condiciones del encargo o proyecto fotogramétrico.
- Aplicar la transformación entre los sistemas de proyección de origen a un sistema no proyectado, empleando el mismo datum, y si ambos sistemas lo tienen distinto, realizando el cambio de datum, empleando una aplicación informática adecuada con las transformaciones preprogramadas.
- Aplicar directamente los parámetros de la transformación si se disponen y si se parte de un marco de referencia común en ambos sistemas, calculando los parámetros de la transformación en el espacio entre ambos con los grados de libertad requeridos empleando la aplicación informática adecuada.
- Aplicar directamente si se disponen los parámetros de la transformación del sistema no proyectado al proyectado, calculándolos si tienen un marco de referencia común en ambos sistemas con la aplicación informática adecuada.
- Aplicar la transformación, analizando los estadísticos para verificar que los residuos del proceso se encuentran dentro de la tolerancia.

C7: Aplicar técnicas de transformación cartográfica que requiera el cambio de huso de una proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), realizando una transformación directa en un trabajo fotogramétrico.

CE7.1 Identificar los husos UTM en el ámbito del proyecto en trabajos fotogramétricos.

CE7.2 Describir las características básicas de los cambios de huso en proyección UTM para transformar la información ráster, ó vectorial ó numérica en trabajos fotogramétricos.

CE7.3 En un supuesto práctico de transformación cartográfica que requiera un cambio de huso en UTM en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Dividir en zonas completas dentro de cada huso, cuando el proyecto que se extiende por más de un huso UTM, estando la zona común en los dos husos dando continuidad al modelo tanto la cartografía como las orientaciones exteriores de los fotogramas.

- Aplicar la transformación a los ficheros vectoriales y las coordenadas de los fotocentros de forma directa, aplicando los parámetros de cambio de huso con la aplicación informática adecuada.
- Compensar las orientaciones exteriores por el cambio de ejes de referencia para igualar las especificaciones establecidas en el proyecto con la aplicación informática adecuada.

C8: Aplicar técnicas de transformación de la información que requiere un cambio en el sistema de referencia angular en un trabajo fotogramétrico.

CE8.1 Identificar los sistemas de referencia angulares de origen y de destino de la información en cambios de sistemas de referencia angular para trabajos fotogramétricos.

CE8.2 Describir las características básicas de las transformaciones entre sistemas de referencia angulares de la información ráster, vectorial o numérica para trabajos fotogramétricos.

CE8.3 En un supuesto práctico de transformación de información que requiera el cambio de referencia angular en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Identificar los sistemas de referencia angular empleados en las fases del proceso fotogramétrico.
- Realizar la transformación angular de forma analítica, empleando una aplicación informática adecuada con las transformaciones preprogramadas, comprobando la posición de los ejes en ambos sistemas y las rotaciones obtenidas al aplicar la transformación, manteniendo el orden de las rotaciones según sistema de origen.
- Validar ángulos transformados, realizando una comprobación en el sistema de destino con las exigencias del proyecto.

C9: Aplicar técnicas de ortorectificación de imágenes para la obtención de ortofotos o de True-Ortho del área de proyecto en un trabajo fotogramétrico a partir de las imágenes, sus orientaciones internas y externas, los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas de un modelo digital del terreno (caso de ortofoto) o un modelo digital de superficies (caso de True-Ortho) y teselado de salida.

CE9.1 Describir formas de ortorrectificación de imágenes para la obtención de ortofotos o True-Ortho para trabajos fotogramétricos según exigencias del encargo o proyecto.

CE9.2 Describir las características y parámetros a aplicar para ortorrectificación de imágenes para trabajos fotogramétricos.

CE9.3 En un supuesto práctico de realización de ortorrectificación de imágenes en un trabajo fotogramétrico en un estudio o despacho simulado:

- Importar las imágenes, sus orientaciones internas y externas de los equipos, comprobando los parámetros de calibración de las cámaras y los modelos digitales.
- Seleccionar el tamaño de pixel de salida del proceso de ortorrectificación, verificando que será como mínimo del tamaño del GSD para evitar realizar interpolaciones.
- Seleccionar el área de cada imagen de salida, comprobando que será inferior al área de la imagen a proyectar, garantizando un solape mínimo del 10% entre imágenes adyacentes.
- Realizar la homogenización de las ortofotos por balance radiométrico para dar continuidad en el color de las ortofotos
- Generar las líneas de cosido automáticas o manuales o ambas entre ortofotos adyacentes, empleando la técnica adecuada a las características del proyecto
- Realizar la composición de todas las ortofotos, asignando a cada pixel en las zonas de solape una media ponderada de los valores de las ortofotos que solapan, en función de la distancia a la línea de cosido.

- Generar una única ortofoto homogénea, dividiéndola en las teselas, generando un fichero de salida por cada tesela, en un formato de archivo adecuado.
- Verificar mediante inspección visual de las ortofotos la calidad de la transformación realizada.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3; C4 respecto a CE4.3; C5 respecto a CE5.3; C6 respecto a CE6.3; C7 respecto a CE7.3; C8 respecto a CE8.3 y C9 respecto a CE9.3.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación, utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Transformaciones geométricas en el espacio

Tipos de transformaciones geométricas en base a sus grados de libertad y efectos que producen.

Número mínimo de ecuaciones y de incógnitas que generan.

Distribución óptima de los puntos que se emplean para obtener los parámetros de transformaciones.

Extrapolación y distribuciones óptimas de puntos para el cálculo de los parámetros de las transformaciones.

Forma gráfica de los efectos de las transformaciones afín, conforme y proyectiva en el plano. Número mínimo de puntos necesarios para calcular sus parámetros y su distribución.

Forma gráfica de los efectos de las transformaciones afín y conforme en el espacio. Número mínimo de puntos necesarios para calcular sus parámetros y su distribución.

Propiedades geométricas de una ortofoto. Proceso completo de paso de proyección cónica o sección de cono a proyección ortogonal.

Técnicas de interpolación por vecino más próximo, interpolación bilineal e interpolación bicúbica y sus efectos.

Mosaicado y balance radiométrico. Líneas de cosido y técnica para su obtención automática.

Efectos de la proyección de elementos verticales en el proceso de transformación de una proyección cónica o sección de cono a una proyección ortogonal.

Ortofoto real y el tipo de información necesaria para su obtención. Características que debe tener el plan de vuelo para su aplicación.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa

aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m² por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de transformaciones en el espacio en trabajos fotogramétricos, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.