



MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Anexo A1 "Especificaciones Técnicas de la clasificación de datos LIDAR 3ª cobertura"

Versión 250422

Organismos participantes:		
Instituto Geográfico Nacional (IGN)		
		Densidad de puntos: 5 puntos/m2
Descripción de este documento:		
Título	Anexo A1 "Especificaciones Técnicas de la clasificación de datos LIDAR 3ª cobertura"	
Autor	Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Ministerio de Transportes Movilidad sostenible)	
Fecha	04/10/2024	
Objetivo	Especificaciones técnicas del proceso de datos PNOA-LIDAR 3ª Cobertura para la clasificación de la Nube de Puntos.	
Descripción	Listado de especificaciones de obligado cumplimiento para la clasificación de la nube de puntos del vuelo LIDAR 3ª Cobertura.	
Periodo de validez	Desde la fecha indicada, hasta su sustitución por una nueva versión	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
----------	------	------------------	------------------	----------

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
1.	SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA			
	a	Sistema Geodésico de Referencia en la Península, Illes Balears, Ceuta y Melilla	ETRS89	Todo el trabajo se realizará en ETRS89, basándose exclusivamente en vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional
	b	Sistema Geodésico de Referencia en las Islas Canarias	REGCAN95	Todo el trabajo se realizará en el sistema REGCAN95, basándose en vértices REGCAN95
	c	Cotas ortométricas	Se utilizarán únicamente cotas ortométricas en todos los procesos de cálculo y en los productos finales	
	d	Modelo de geoides: Transformación de alturas elipsoidales a cotas ortométricas	Para realizar la transformación de alturas elipsoidales a cotas ortométricas, se utilizará el modelo de geoides EGM2008-REDNAP (Adaptación del geoides mundial EGM08 a España)	La Dirección Técnica entregará las herramientas de transformación y los ficheros del modelo de geoides
	e	Proyección cartográfica	UTM	Referido al huso correspondiente a cada zona
	f	Huso UTM a emplear	Cada cuadrícula se entregará en su huso oficial. Las cuadrículas que caigan entre dos husos, se entregarán en ambos	
	g	Distribución de hojas	La distribución serán en archivos de 1x1 km, en los que la esquina superior izquierda sea un número entero redondeado a kilómetros.	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
2. PROCESADO DEL VUELO LIDAR				
2.1. Clasificación básica				
		Objetivo	Obtener la nube de puntos clasificada en las clases básicas (suelo, edificios, vegetación, puentes, agua, vehículos, torres eléctricas, cables eléctricos, aerogeneradores, paneles solares, Antenas)	
	a	Nomenclatura	NPC 2: Nube de puntos clasificada edición básica	
	b	Método	Se empleará cualquier método de clasificación o segmentación semántica de nubes de puntos LIDAR que permita obtener las precisiones establecidas, pudiéndose apoyar en fuentes externas (ortomágenes, cartografía previa existente, coberturas LIDAR anteriores, modelos DL preentrenados, técnicas de teledetección aplicadas a la intensidad de retorno de cada pulso láser y/o a las imágenes multispectrales capturadas simultáneamente, etc.), con edición interactiva en caso de ser necesario	
	c	Clases a revisar	Suelo (2), vegetación (3-5), edificios (6), puentes (17), solape (12), Agua (9), vehículos (64), Torres eléctricas (15), cables eléctricos (14), aerogeneradores (68), paneles solares (67), Antenas (70) Se emplearán las clases 1 y 7 para definir los puntos sin clasificar (1) y de ruido (7)	
	d	Ámbito	Equivalente a las cuadrículas de 1 km x 1 km necesarias para cubrir el ámbito de trabajo con un búfer de 200 m	
	e	Precisión de la clasificación (F-Score)	Se establecen las siguientes precisiones F-Score en función del nivel de la clasificación y la clase: - Clasificación básica: F-Score general \geq (0,97/0,96/0,90) en terreno rústico/urbano/montaña (zona rocosa o matorral) respectivamente Para la clase Suelo: \geq 0,97/0,97/0,85 en terreno rústico/urbano/montaña (zona rocosa o matorral) respectivamente Para la clase Vegetación: \geq 0,97/0,90/0,80 en terreno rústico/urbano/montaña (zona rocosa o matorral) respectivamente Para la clase Edificaciones: \geq 0,95/0,90 en terreno rústico/urbano respectivamente Puentes: \geq 0,95 Agua: \geq 0,85 Vehículos: \geq 0,85 Torres eléctricas: \geq 0,85 Cables eléctricos: \geq 0,85 Aerogeneradores: \geq 0,85 Paneles solares: \geq 0,85 Antenas: \geq 0,85	Como comprobación de la clasificación, se analizarán: - Las estadísticas de precisión respecto a zonas de referencia o chequeo definidas por la Dirección Técnica distribuidas por todo el ámbito de trabajo y según la tipología de territorio (urbano, periurbano, rural y <i>montaña</i>).
	f	Precisión de la clasificación (RMSEZ)	Se establecen los siguientes errores máximos: - Clasificación básica: Precisión general RMSEZ < 0,3 m	Como comprobación de la clasificación, se analizarán las estadísticas de precisión respecto a zonas de referencia o chequeo definidas por la Dirección Técnica distribuidas por todo el ámbito de trabajo y según la tipología de territorio (urbano, periurbano, rural y <i>montaña</i>).
	g	Densidad local	La densidad local después de la clasificación, calculada con los puntos clasificados, no variará respecto de la inicial conseguida en el vuelo en más de un 10%	Salvo casos justificados por presencia de ruido. Se prestará especial atención a que no queden un número excesivo de puntos sin clasificar.
	h	Errores groseros no admisibles	- Puntos duplicados. El número total de puntos después del procesamiento deberá permanecer invariable. - Artefactos creados en el caso entre pasadas. Si existen pequeñas diferencias entre pasadas, la clasificación deberá realizarse de manera independiente por pasada. - Zonas de la clase suelo sin información por irregularidad del terreno. - Puntos suavizados o interpolados. - Inconsistencia en el caso entre ficheros LAS clasificados: Falta de continuidad de clases, textura, densidad o calidad de la clasificación.	Se recomienda clasificar por pasada y luego aplicar solape
	i	Bloque perteneciente a dos husos distintos	Los ficheros LIDAR se clasificarán en el huso en el que se proporcionen y se entregarán en el huso oficial, heredando la clasificación realizada. Los ficheros LIDAR que caigan entre dos husos, heredarán la clasificación realizada en uno de los husos completándose en el otro.	
2.2. Clasificación básica mejorada 1				
		Objetivo	Mejorar la fiabilidad de la nube de puntos clasificada	
	a	Nomenclatura	NPC 2.1: Nube de puntos clasificada edición básica mejorada	
	b	Método	Se empleará cualquier método de clasificación o segmentación semántica de nubes de puntos LIDAR que permita obtener las precisiones establecidas, pudiéndose apoyar en fuentes externas (ortomágenes, cartografía previa existente, coberturas LIDAR anteriores, modelos DL preentrenados, técnicas de teledetección aplicadas a la intensidad de retorno de cada pulso láser y/o a las imágenes multispectrales capturadas simultáneamente, etc.), con edición interactiva en caso de ser necesario	
	c	Clases a mejorar fiabilidad de la clasificación	Agua (9), vehículos (64), Torres eléctricas (15), cables eléctricos (14), aerogeneradores (68), paneles solares (67), Antenas (70)	
	c	Ámbito	Equivalente a las cuadrículas de 1 km x 1 km necesarias para cubrir el ámbito de trabajo con un búfer de 200 m	
	d	Precisión de la clasificación (F-Score)	Se establece un valor mínimo aceptable de 0.90 para cada una de las clases F-Score \geq 0.90	Basada en el estadístico F-score (media armónica entre la precisión y la sensibilidad de la clasificación). *Como comprobación de la clasificación la DT analizarán las estadísticas de precisión respecto a un número suficiente de elementos de referencia o chequeo definidos por la Dirección Técnica presentes en el ámbito de trabajo
	e	Bloque perteneciente a dos husos distintos	Los ficheros LIDAR se clasificarán en el huso en el que se proporcionen y se entregarán en el huso oficial, heredando la clasificación realizada. Los ficheros LIDAR que caigan entre dos husos, heredarán la clasificación realizada en uno de los husos completándose en el otro.	
2.3. Clasificación básica mejorada 2				
		Objetivo	Mejorar la nube de puntos clasificada con 2 nuevas clases minoritarias	
	a	Nomenclatura	NPC 2.2: Nube de puntos clasificada edición básica mejorada	
	b	Método	Se empleará cualquier método de clasificación o segmentación semántica de nubes de puntos LIDAR que permita obtener las precisiones establecidas, pudiéndose apoyar en fuentes externas (ortomágenes, cartografía previa existente, coberturas LIDAR anteriores, modelos DL preentrenados, técnicas de teledetección aplicadas a la intensidad de retorno de cada pulso láser y/o a las imágenes multispectrales capturadas simultáneamente, etc.), con edición interactiva en caso de ser necesario	
	c	Clases adicionales a clasificar	Muros (65), Presas (69)	
	c	Ámbito	Equivalente a las cuadrículas de 1 km x 1 km necesarias para cubrir el ámbito de trabajo con un búfer de 200 m	
	d	Precisión de la clasificación (F-Score)	Se establece un valor mínimo aceptable de 0.85 para cada una de las clases F-Score \geq 0.85	Basada en el estadístico F-score (media armónica entre la precisión y la sensibilidad de la clasificación). *Como comprobación de la clasificación la DT analizarán las estadísticas de precisión respecto a un número suficiente de elementos de referencia o chequeo definidos por la Dirección Técnica presentes en el ámbito de trabajo
	e	Bloque perteneciente a dos husos distintos	Los ficheros LIDAR se clasificarán en el huso en el que se proporcionen y se entregarán en el huso oficial, heredando la clasificación realizada. Los ficheros LIDAR que caigan entre dos husos, heredarán la clasificación realizada en uno de los husos completándose en el otro.	
2.4. Clasificación básica mejorada 3				
		Objetivo	Segmentar la nube de puntos clasificada como Edificios en 5 nuevas clases minoritarias	
	a	Nomenclatura	NPC 2.3: Nube de puntos clasificada edición básica mejorada	
	b	Método	Se empleará cualquier método de clasificación o segmentación semántica de nubes de puntos LIDAR que permita obtener las precisiones establecidas, pudiéndose apoyar en fuentes externas (ortomágenes, cartografía previa existente, coberturas LIDAR anteriores, modelos DL preentrenados, técnicas de teledetección aplicadas a la intensidad de retorno de cada pulso láser y/o a las imágenes multispectrales capturadas simultáneamente, etc.), con edición interactiva en caso de ser necesario	
	c	Clases adicionales a clasificar	Cubierta edificio plana (71), Cubierta edificio plana vegetal (73), cubierta edificio inclinada (72), fachada (74), patio interior (75)	
	c	Ámbito	Equivalente a las cuadrículas de 1 km x 1 km necesarias para cubrir el ámbito de trabajo con un búfer de 200 m	
	d	Precisión de la clasificación (F-Score)	Se establece un valor mínimo aceptable de 0.70 para cada una de las clases F-Score \geq 0.70	Basada en el estadístico F-score (media armónica entre la precisión y la sensibilidad de la clasificación). *Como comprobación de la clasificación la DT analizarán las estadísticas de precisión respecto a un número suficiente de elementos de referencia o chequeo definidos por la Dirección Técnica presentes en el ámbito de trabajo
	e	Bloque perteneciente a dos husos distintos	Los ficheros LIDAR se clasificarán en el huso en el que se proporcionen y se entregarán en el huso oficial, heredando la clasificación realizada. Los ficheros LIDAR que caigan entre dos husos, heredarán la clasificación realizada en uno de los husos completándose en el otro.	
2.5. Generación de modelos digitales de elevación				
	a	Objetivo	Obtener modelos digitales de elevaciones a partir de la nube de puntos LIDAR a partir de las clases suelo (MDT), suelo y vegetación (MDV), suelo y edificaciones (MDB), y puntos del primer retorno (MDS).	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	b	Método de obtención de MDE: MDT, MDV, MDB, MDS	A partir de la nube de puntos LIDAR clasificada NPC02 por interpolación	A la hora de interpolar, se deberá tener en cuenta los puntos de las cuadrículas colindantes. De esta forma se garantizará la continuidad. La longitud de puntos vecinos dependerá de las características del terreno. Lo normal es aplicar 100 metros.
	c	Resolución de MDE	0,5 m x 0,5 m	
	f	MDE en formato GRID	Se procederá a obtener el MDE de malla regular mediante interpolación de la nube de puntos LIDAR	
	g	Precisión de los MDE : error medio cuadrático	RMSEZ ≤ 3 x RMSEZ Vuelo LIDAR (30 cm)	
	h	Precisión de los MDE : error máximo	EMAXZ ≤ 2 x RMSEZ en el 95% de los casos (60 cm) No podrá haber ningún punto con un error superior a 1,20 m	
	i	Corte de ficheros	La distribución serán en archivos de 1x1 km, en los que la esquina superior izquierda sea <u>un número entero redondeado a kilómetros</u> .	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
2.6. Productos a entregar				
	a	Ficheros LAS/LAZ clasificados	La empresa entregará una copia de los ficheros <u>una vez clasificados con el resultado de la edición básica INPC2L</u> . Adicionalmente, en el caso de que la producción se realice mediante técnicas de Deep Learning basadas en entrenamiento propio, se entregarán los ficheros de entrada utilizados, correspondientes a las zonas de entrenamiento y validación	Formato LAZ V1.4 v8. <i>Deben incluir la información de color (RGBNir)</i>
	b	Informe descriptivo del proceso de clasificación de datos LIDAR	Según plantilla facilitada por Dirección Técnica	
	c	Informe resultados Control de Calidad Interno clasificación de datos LIDAR	Según plantilla facilitada por Dirección Técnica	Incluyendo métricas y matriz de confusión
	d	Dataset entrenamiento y validación del modelo	Ficheros LAS/LAZ etiquetados	
	e	Dataset control de calidad	Ficheros LAS/LAZ etiquetados	Superficie de control 0,2% ámbito, preferentemente distribuido aleatoriamente de forma homogénea en muestras de 100-400 Ha.
	f	MDT en formato GRID	Obtener modelos digitales de elevaciones a partir de la nube de puntos LIDAR a partir de las clases suelo (MDT).	
	g	MDV en formato GRID	suelo y vegetación (MDV)	
	h	MDB en formato GRID	suelo y edificaciones (MDB)	
	i	MDS en formato GRID	puntos del primer retorno (MDS).	
3	GRABACIÓN Y ARCHIVO DE PRODUCTOS			
3.1.	Ejecución de los trabajos			
	a	Grabación productos y documentos	Se realizará la grabación de todos los productos y documentos en discos duros SATA Las entregas parciales se podrán realizar mediante la transferencia de ficheros por FTP (File Transfer Protocol) previo acuerdo con la Dirección Técnica	
	b	Almacenamiento de los ficheros de proyecto	La empresa adjudicataria deberá guardar los ficheros del proyecto durante todo el período de garantía, por si fuera necesario rehacer alguna fase de los trabajos.	
	c	Número de copias	Se entregarán tres copias del producto, preferiblemente de marcas diferentes.	
	d	Medios y estructura de almacenamiento	Según estructura de carpetas y archivos consensuada con Dirección Técnica	El documento " Nomenclatura_POSTPROCESO_VUELO_LIDAR_combinado " será proporcionado por la Dirección Técnica
	e	Formatos de ficheros	Los ficheros entregados deberán tener los formatos, campos.... definidos por la Dirección Técnica	El documento " Ficheros_entrega " será proporcionado por la Dirección Técnica
	f	Entregas parciales	La Dirección Técnica podrá solicitar entregas parciales	
	g	Embalaje de los dispositivos de almacenamiento en cajoneras de plástico	Los dispositivos entregados estarán provistos de un sistema de embalaje y almacenamiento que los proteja del polvo, que permita su apilamiento y evite golpes o cualquier otra circunstancia que pueda deteriorarlos.	