

PRÁCTICA 3. TRABAJO CON DATOS LIDAR

Material creado para EDUCATEL, web de apoyo a la docencia de la Teledetección
<http://www.educatelweb.com/>

RESUMEN

- En esta práctica se visualizan y analizan datos lidar usando ArcGIS como programa de tratamiento. Se utilizan datos lidar de libre distribución de Castilla y León.
- Se realiza un tratamiento previo para poder visualizar los datos y cambiarlos al formato nativo de ArcGIS para su manejo posterior.
- Se aprende a visualizar estos datos y sus características específicas.
- Se obtienen productos derivados de utilidad en agronomía, como perfiles, mapas de radiación solar, pendiente, aspecto, etc.
- Finalmente, se realiza una aplicación concreta sobre los datos consistente en el diseño en 2D y 3D de una plataforma sobre el terreno.

DATOS NECESARIOS:

⇒ Dos ficheros .laz descargados de la página del IDECyL o del ITACyL del vuelo lidar de 2010. Alternativamente, cualquier dato lidar en ese formato es válido.

http://ftp.itacyl.es/cartografia/02_Altimetria/023_LIDAR/

Corresponden a la zona urbana de Salamanca, hoja MTN 478 y cuadrantes 3-1 y 3-2, llevan por nombre "LIDAR_CyL_2015_h10_0478_3-1.laz". Para una mejor visualización, se recomienda bajar una ortofoto de la zona:

⇒ Ortofoto de Salamanca de 2011, descargada en la misma página, PNOA_CyL_SW_2011_25cm_OF_rgb_etr_hu30_h05_0478_5-2

SOFTWARE: ArcMap y ArcScene, de ArcGIS 10.5

Introducción al lidar

Sin ánimo de hacer una presentación exhaustiva de este tipo de datos, es necesario hacer una pequeña introducción a su fundamento y características para poder entender el resto de procesos.

El lidar (*“light detection and ranging”* o *“laser imaging detection and ranging”*), es una forma de teledetección que utiliza luz láser pulsada para determinar la distancia entre el emisor y el objeto. Dependiendo de la configuración de la medida, se puede hablar de sensores y metodologías de tipo terrestre estático, terrestre móvil, o aerotransportado. Por tanto un sensor lidar es un sensor óptico (la luz que trabaja está en la zona óptica del espectro electromagnético, entre el infrarrojo cercano y el azul), activo (emite y recibe la señal reflejada) y puede estar estático o en movimiento, con distancias entre el sensor y el objeto que varían entre varios metros o varios kilómetros.

En el caso que nos ocupa se trabaja con el lidar aerotransportado (Figura 1), que emite el pulso de luz mientras se mueve sobre la superficie terrestre a una distancia aproximada de 4 o 5 km. A su vez, registra el pulso reflejado (el “retorno”) y calcula la distancia entre el sensor y el objeto para cada punto en el que se produce un retorno. El pulso laser emitido que encuentra varias superficies hasta que llega hasta el suelo se divide en tantos retornos como superficies encuentra, aunque normalmente no se suelen registrar más de cuatro o cinco retornos. Para georreferenciar los puntos donde se ha producido el retorno el sensor se utiliza en combinación con receptores GPS.

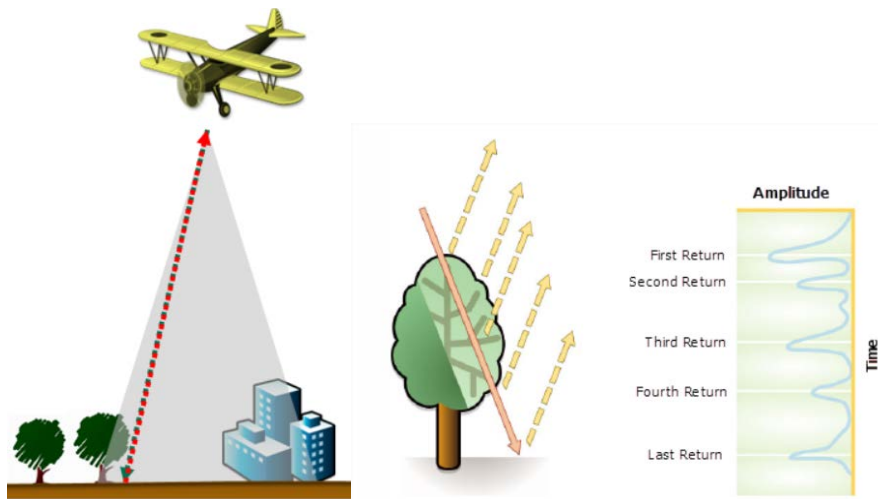


Figura 1. Esquema del lidar aerotransportado y diferentes retornos de la señal. Cortesía de ESRI (<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/las-dataset/what-is-lidar-data-.htm>).

El resultado es una nube de puntos muy densa en forma de mapa (Figura 2) en la que cada punto (un retorno registrado), además de su posición X,Y, tiene varios atributos:

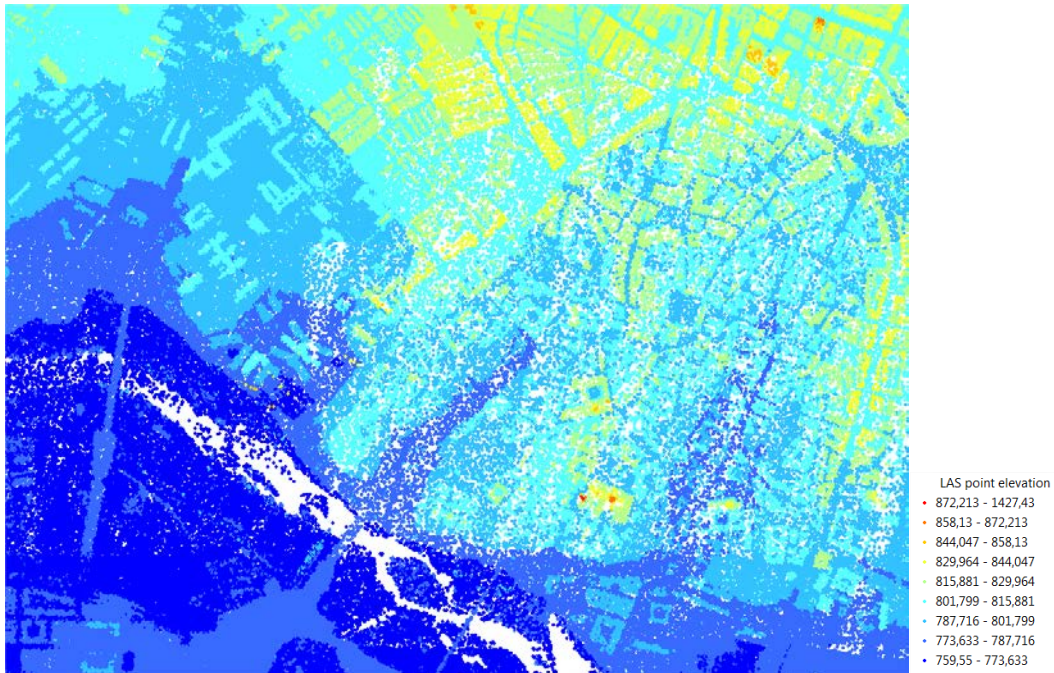


Figura 2. Nube de puntos lidar con indicación de la cota.

- Intensidad de la señal
- Número de retorno
- Clase de cada punto (tras el postprocesado el sistema califica los puntos por su tipo de superficie: suelo o terreno, vegetación, edificación, etc.)
- Elevación (en cotas Z absolutas)

Los datos lidar contienen millones de puntos con su información asociada, por lo que ocupan mucho espacio de almacenamiento y consumen mucha memoria de trabajo. El formato estándar para almacenar datos aéreos lidar es el llamado LAS (archivos .las). Pero debido a su gran tamaño, en las páginas de descarga de cartografía y portales oficiales se suelen presentar en un formato comprimido distinto (.laz, .zip, etc.).

Al contener información altimétrica, los datos lidar se pueden manejar en programas de tratamiento de tipo SIG o teledetección bien en formato 2D o 3D. Existen aplicaciones exclusivas para lidar y también programas existentes como ArcGIS, con herramientas diseñadas específicamente para lidar.

En la práctica se van a utilizar datos del vuelo lidar realizado por el IGN-CNIG en 2010 para Castilla y León, y distribuido por el IDECyL y el ITACyL. Se descarga en formato .laz distribuido por hojas 5.000 según la numeración del Mapa Topográfico Nacional. Los ficheros .laz contienen las nubes de puntos, con una densidad de un punto por cada 2 m². Cada punto tiene altura respecto al nivel medio de mar en Alicante, según el geoide EGM08 y Datum ETRS89. La precisión en altimetría es aproximadamente de 15-20 cm y en planimetría algo menor, dependiendo de si están en el centro o en los extremos de la pasada.

El **objetivo** de esta práctica es acercar estos datos al ámbito de la ingeniería agronómica y que se aprecie su utilidad como fuente de datos para estudios y proyectos. La precisión y aplicabilidad de los productos lidar, que además actualmente son datos de libre disposición en España, hace posible realizar proyectos de parques, banales, instalaciones e infraestructuras, edificaciones, etc., sin necesidad de realizar un levantamiento previo del terreno, pues proporcionan información abundante y precisa tanto del terreno como de lo que hay sobre él.

NOTA: A lo largo de toda la práctica, y por su importancia en el trabajo con los datos lidar, nótese la diferencia entre los términos “modelo digital del terreno” (MDT o DEM) frente al “modelo digital de superficie” o DSM. El primero hace referencia al relieve del suelo y el segundo a todo lo que hay sobre él.

Realización de la práctica

1. PREPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE ARCGIS

ArcGIS permite trabajar con los datos lidar en ArcMap, ArcScene y ArcGlobe, aunque se utilizarán sólo los dos primeros en la práctica. El programa tiene una barra específica de tratamiento (Figura 3). Para abrirla pulsar el botón derecho en la zona de botones y añadir la barra.

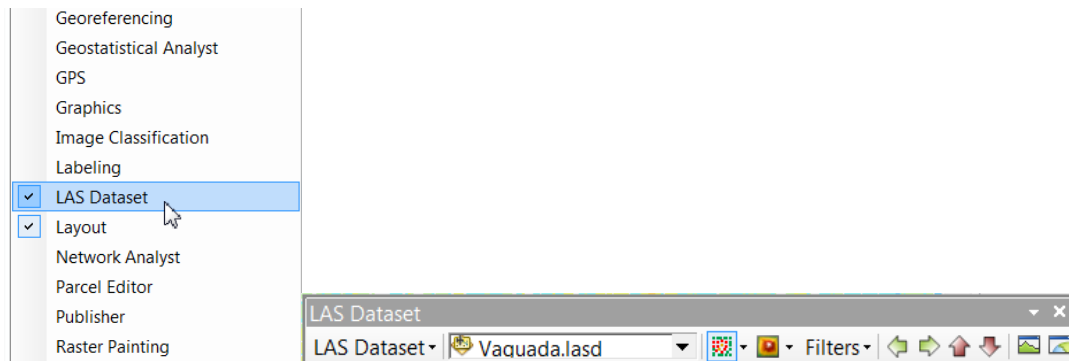


Figura 3. Activar la barra de herramientas de trabajo con dataset lidar.

Además, existen varias herramientas para el tratamiento de ficheros lidar en ArcGIS distribuidas a lo largo de las cajas de herramientas pre-existentes, pero no son suficientes para determinadas aplicaciones; por lo que es recomendable descargar cajas auxiliares de otros desarrolladores, como LASTools, de la empresa rapidlasso (<https://rapidlasso.com/lastools/>). Los ficheros se encuentran en la carpeta de trabajo de cada ordenador.

Para añadir la caja de herramientas en ArcMap, abrir la caja de herramientas y colocarla a la derecha de la pantalla para tenerla disponible cuando se necesite (la “chincheta” fija la ventana de herramientas). Con el botón derecho, escoger la opción de “añadir caja” (Figura 4).

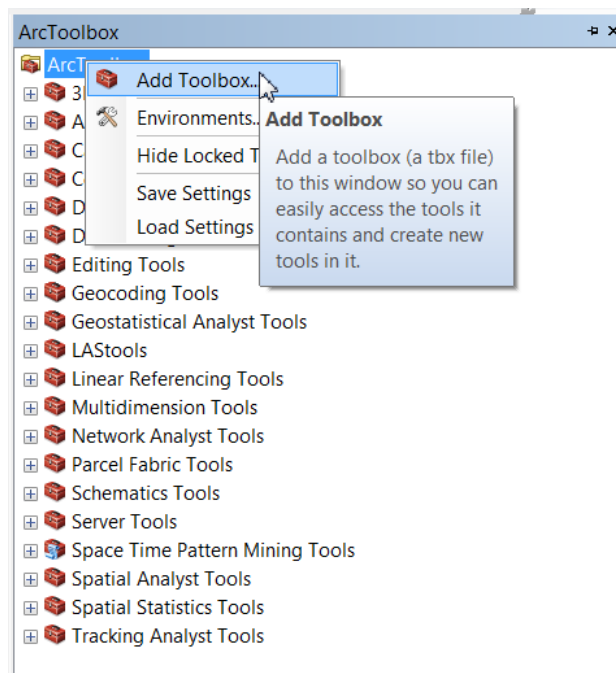


Figura 4. Añadir la caja de herramientas para el tratamiento lidar.

Navegar hasta la carpeta de la práctica y dentro de la carpeta “LasTools/ArcGIS_toolbox” se encuentra el fichero “LAStools.tbx”, que contiene las herramientas para el tratamiento lidar. Abrirla y esperar a que se cargue junto con el resto de cajas.

NOTA: la ruta en la que se archivan las toolbox NO debe contener espacios, eñes, tilde y caracteres especiales. Tampoco la ruta donde se encuentran los archivos comprimidos .laz

2. TRATAMIENTO PREVIO DE LOS DATOS PARA TRABAJAR CON UN DATASET LAS EN ARCMAP

De forma esquemática, para trabajar con los datos lidar en ArcGIS hay que hacer una serie de transformaciones desde el fichero original comprimido .laz hasta los formatos habituales de trabajo en el programa (Figura 5).

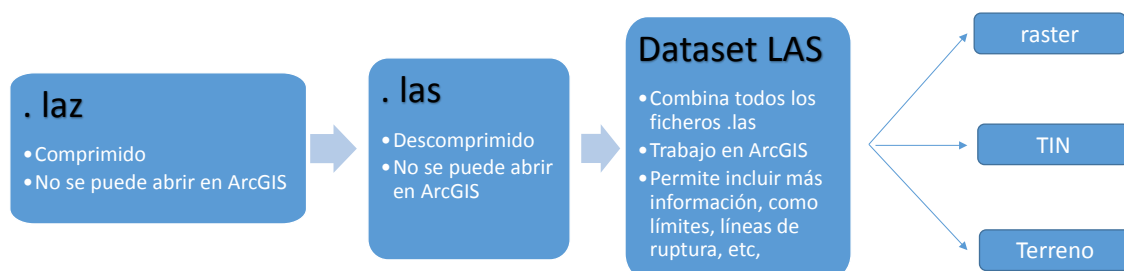


Figura 5. Flujo de trabajo con los diferentes formatos lidar.

2.1. Convertir .laz a .las para manejarlo en ArcGIS o cualquier otro programa

Abrir la caja de herramientas recién instalada y buscar la herramienta “laszip”, que es para descomprimir ficheros lidar.

Buscar la carpeta donde está el fichero laz comprimido. Dar el formato “las” como salida. Indicar la carpeta y el nombre del fichero saliente (poniendo el mismo nombre del original pero con la extensión .las) (Figura 6).

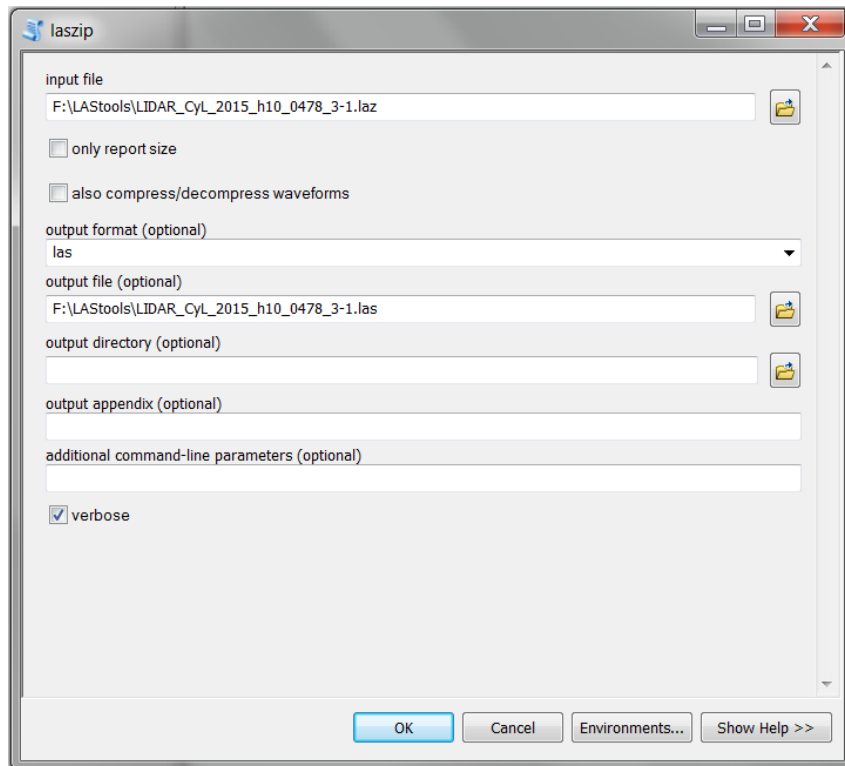


Figura 6. Herramienta para la conversión de ficheros lidar .laz (comprimidos) al formato .las

2.2. Convertir los dos ficheros .las en un único dataset LAS

Los ficheros las todavía no son reconocibles por ArcMap en la carpeta de trabajo (buscar con el catálogo y comprobar que no se ven). Ello es debido a que ArcMap trabaja con un “dataset LAS” en lugar de los con los ficheros directamente. Por tanto hay que crear primero el dataset LAS vacío y luego añadir los dos ficheros .las descomprimidos en el paso anterior.

Navegando en el catálogo hasta la carpeta de trabajo, con el botón derecho añadir un nuevo LAS dataset al que se le da el nombre “vaguada.lasd” (Figura 7). Nótese que la extensión ahora es .lasd, indicando que es un dataset de ArcGIS.

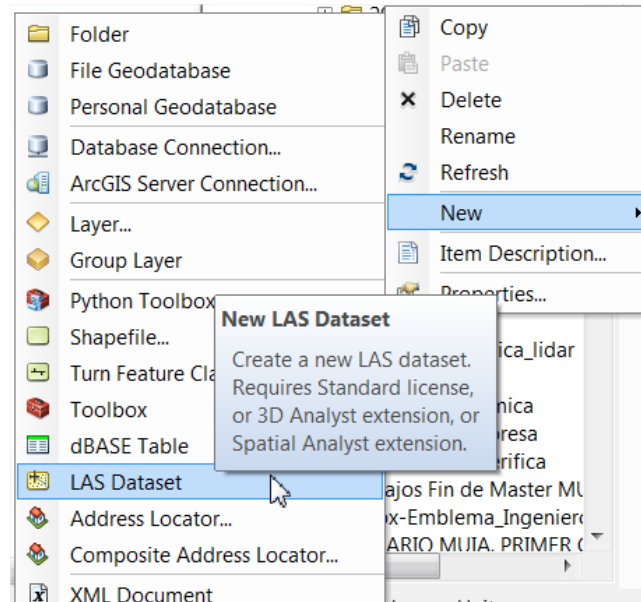


Figura 7. Creación de un dataset LAS vacío en la carpeta de trabajo.

A continuación se añaden los dos ficheros .las descomprimidos anteriormente mediante las propiedades del LAS dataset (botón derecho, Figura 8)

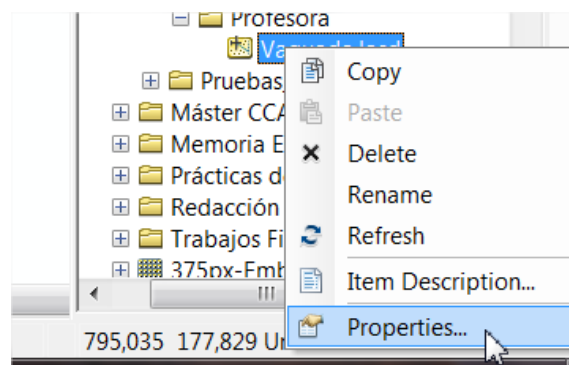


Figura 8. Activación de las propiedades del dataset LAS.

Nótese que a la derecha de cada fichero añadido se encuentra un botón para calcular las estadísticas, que se deben obtener para una mejor comprensión de los datos. Después del cálculo, las estadísticas están disponibles en una pestaña específica (Figura 11). Otra información importante, el espaciado de puntos, se encuentra en la pestaña de los archivos .las originales.

The screenshot shows the 'Statistics' tab of the 'LAS Dataset Properties' dialog. It contains several tables and controls:

Return	Point Count	%	Z Min	Z Max
1st	29.262.653	45,74	766,38	1311,77
2nd	591.547	0,92	768,42	899,23
3rd	20.645	0,03	768,52	867,53
4th	214	0,00	769,61	838,58
Last	29.262.748	45,74	766,38	1311,77
Single	28.671.217	44,81	766,38	1311,77
First of Many	591.436	0,92	772,16	907,39

Classification	Point Count	%	Z Min	Z Max	Min Inte...	Max Int...	Syntheti...
1 Unassigned	1.217.909	1,90	768,50	1311,77	2	255	0
2 Ground	14.380.591	22,48	767,58	867,88	2	255	0
3 Low Vegetation	287.527	0,45	768,75	867,64	2	255	0
4 Medium Vegetation	220.376	0,34	769,13	866,96	2	255	0
5 High Vegetation	1.595.297	2,49	770,19	894,43	2	255	0
6 Building	1.573.802	2,46	768,55	879,49	2	255	0
7 Noise	206.839	0,32	766,59	1164,56	0	255	0

Below the tables are 'Classification Flags' and an 'Update' button with a 'Force recalculate' checkbox. A message states: '1 file(s) have outdated or no statistics'.

The screenshot shows the 'LAS Files' tab of the 'LAS Dataset Properties' dialog. It features a table listing individual files and their statistics:

LAS File	Version	Point Count	Point Spacing	Z Min	Z Max	Statistics
LIDAR_CyL_2015_h10_0478_3-1.las	1.2	29.875.059	1,075	766,380	1311,770	...
LIDAR_CyL_2015_h10_0478_3-2.las	1.2	34.104.665	1,005	759,550	1427,430	...

At the bottom, there are buttons for 'Add Files...', 'Add Folders...', and 'Remove'. The 'Show:' dropdown is set to 'File' and 'Show full path of LAS files' is unchecked.

Figura 11. Estadísticas de cada fichero lidar incluido en el dataset LAS.

La pestaña de “*surface constraints*” (condicionantes o restricciones) hace referencia a datos auxiliares de tipo vectorial, como líneas de cambio de pendiente, fondos de valle o ríos, carreteras u obras, etc., que pueden integrarse para una mejor definición del modelo de elevaciones descrito con el lidar.

3. VISUALIZACIÓN

Los ficheros lidar descargados pertenecen a la zona urbana de Salamanca (vuelo 2010). En la carpeta de trabajo se facilita también la ortofoto de la zona sur de la ciudad (vuelo 2011). Añadir la ortofoto a la visualización de ArcMap para una mejor comprensión de los datos.

Usando el zoom de la extensión total (icono del “mundo” de los zoom) se observa que los datos lidar no son visibles, aunque sí aparece su límite. Ello es debido a la dificultad de los programas de manejar el inmenso número de datos de los ficheros lidar, por lo que sólo son visibles a escalas más grandes (más cercanas) (Figura 12).

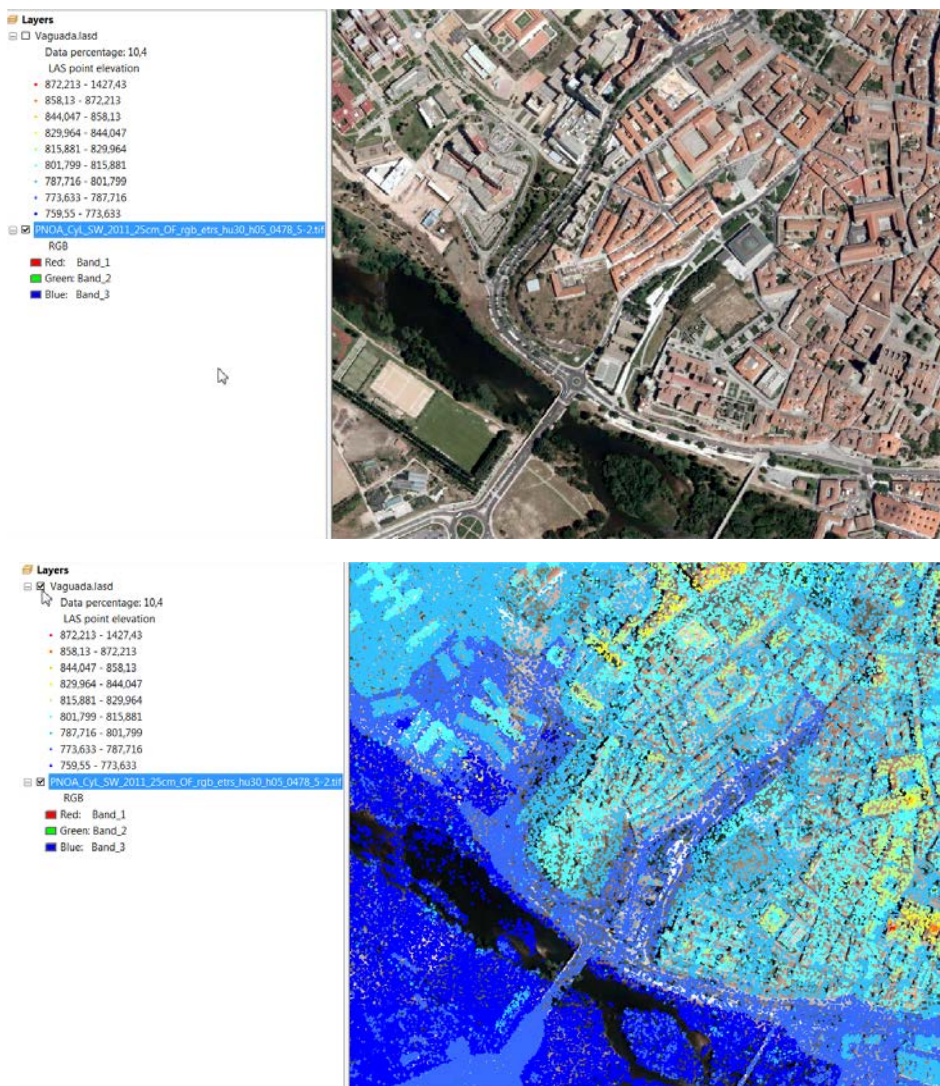


Figura 12. Visualización de la ortofoto (arriba) y el dataset LAS sin ningún tratamiento de filtrado ni selección (abajo). Se observan los puntos con cota con una escala de colores.

En principio los datos lidar se visualizan tal y como son adquiridos, es decir, como una capa de puntos con cota (la “nube de puntos”). El programa le asigna una rampa de colores a las cotas y al existir tanta densidad de puntos se tiene la sensación de que son datos continuos. Pero para la visualización de datos lidar hay muchas opciones y algunos conceptos a tener en cuenta:

1. La visualización se controla tanto desde las propiedades de la capa (botón derecho), en las pestañas de filtro y simbología (Figura 13, arriba) como en la barra de herramientas del dataset LAS (Figura 13, abajo). Los filtros son muy importantes. Observar las diferencias entre una y otra posibilidad.

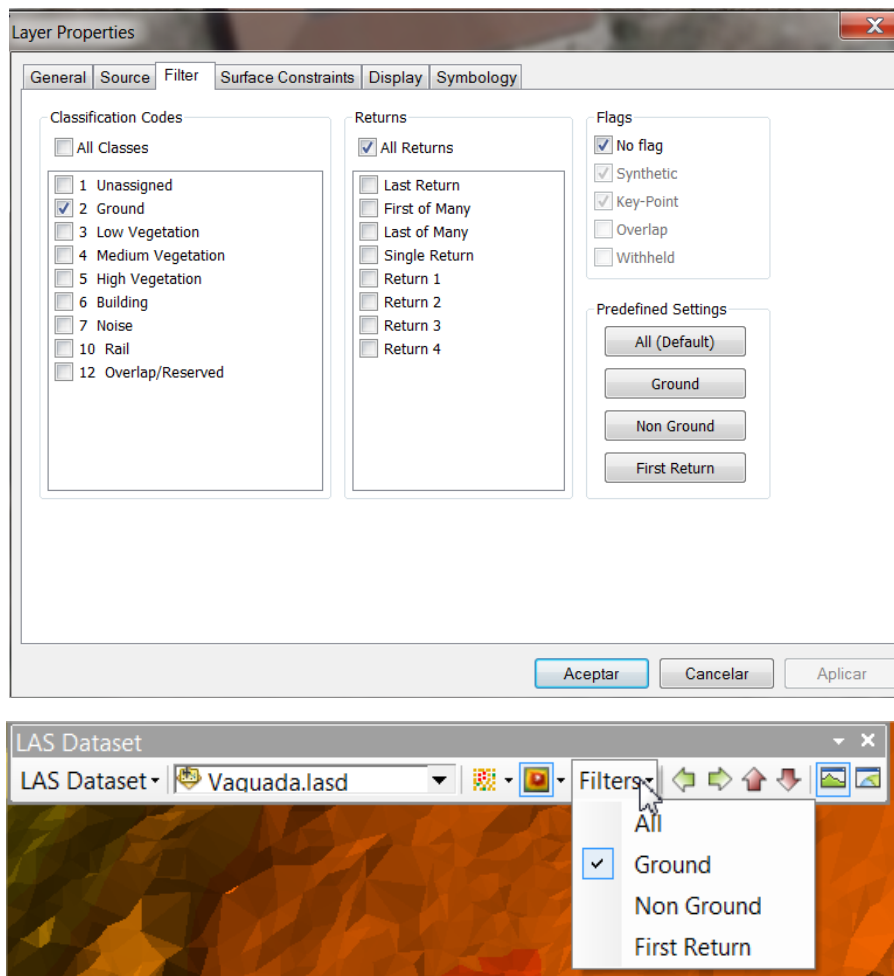


Figura 13. Opciones de control de la visualización del dataset LAS.

2. Por un lado se pueden controlar los datos a visualizar mediante el filtrado de datos (por la clase de los puntos o por el tipo de retorno) en cualquiera de las dos opciones (propiedades o barra de herramientas, Figura 13). Sin embargo, nótese que la opción de las propiedades de la capa da más opciones de filtrado que la barra de herramientas.

3. La simbología en la pestaña de las propiedades permite controlar y añadir tipos de visualización diferentes simultáneamente (Figura 14, arriba). Respecto a los tipos de visualización, se pueden ver como puntos o como datos continuos, así como mediante curvas de nivel (Figura 14, abajo). Se pueden combinar varios tipos de visualización, por ejemplo puntos sobre la superficie de elevación. De la misma forma, aplicando una cierta transparencia a la capa del dataset LAS (en la pestaña de *display* de las propiedades) se puede visualizar sobre la ortofoto.

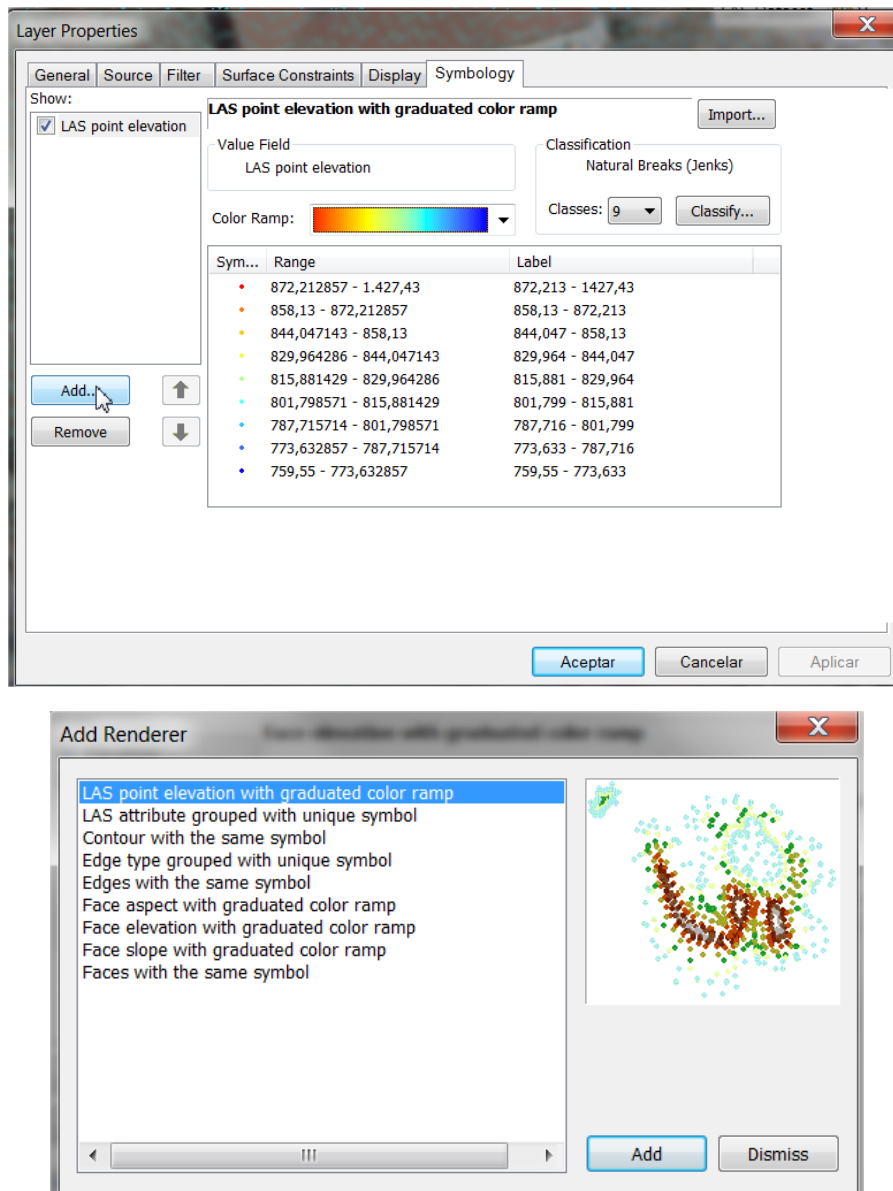


Figura 14. Control de la simbología del fichero .las desde las propiedades (arriba) y añadir una visualización según el tipo deseado (abajo).

También se pueden controlar, de manera más simplificada, las opciones de simbología y filtros desde la barra de herramientas del dataset (Figura 15).

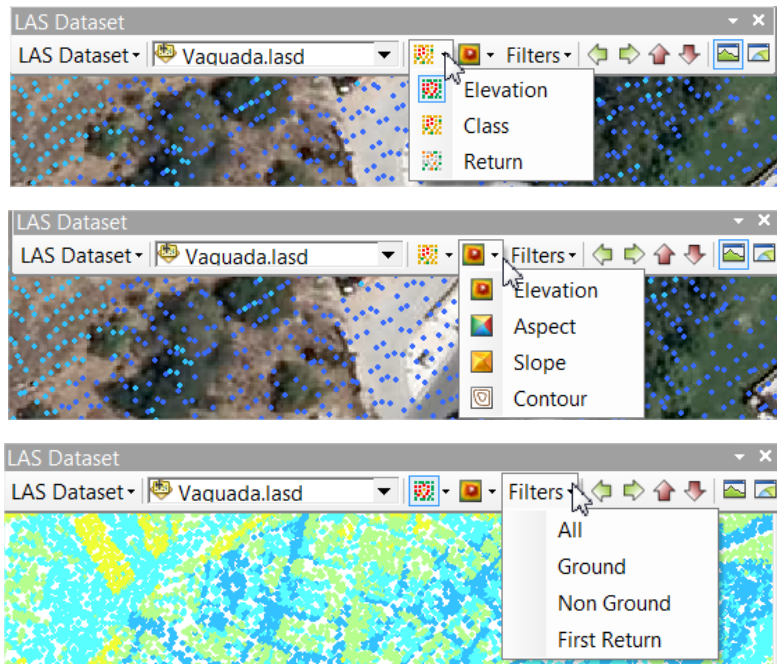


Figura 15. Opciones para la visualización del dataset LAS desde la barra de herramientas.

NOTA: en cualquiera de las visualizaciones, obsérvese el diferente grado de detalle al hacer zoom. Esto es debido al gran tamaño de los ficheros, que impide que el programa pueda ver a resolución real grandes zonas. El nivel de detalle aumenta mucho cuando nos acercamos a la capa.

4. Obsérvese las diferencias de visualizar el lidar con los datos filtrados o no, por ejemplo entre “terreno” y “vegetación”. Esto es importante no sólo por la visualización, sino por la generación posterior de productos que interesen en determinadas aplicaciones (Figura 16).

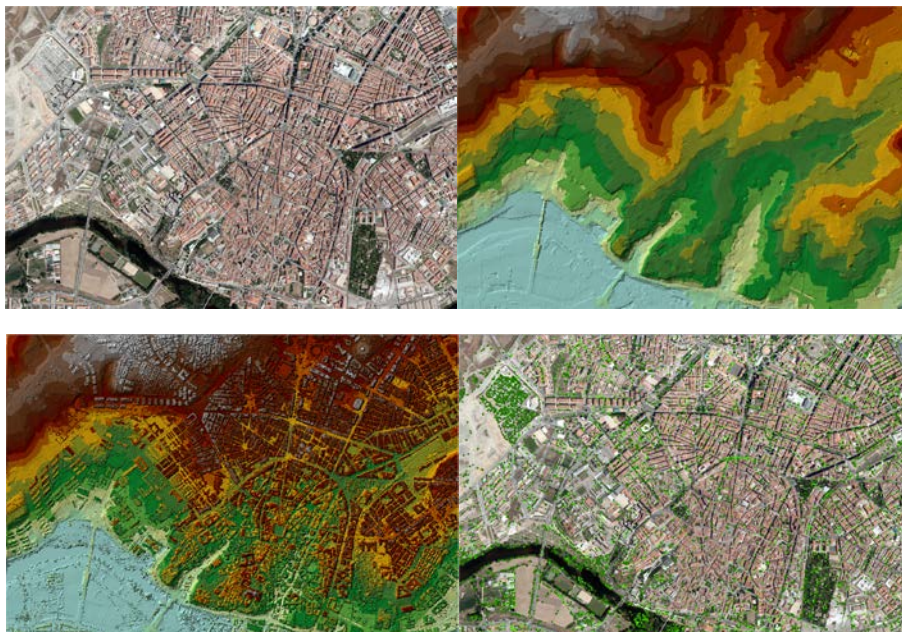


Figura 16. Visualización de dataset LAS. Arriba izquierda, ortofoto. Arriba derecha, modelo de elevaciones del terreno (con una leyenda de 20 clases). Abajo izquierda, modelo de superficies con la misma leyenda. Abajo, derecha, nube de puntos clasificados como media y baja vegetación (en verde).

4. PRODUCTOS DERIVADOS DEL DATASET LAS

4.1. Pendiente y aspecto

En ArcMap los datos lidar se visualizan como aspecto o pendiente sin más que añadir una visualización para cada una en las propiedades de capa (tal como se describe en la Figura 14, abajo). La pendiente se expresa en grados y el aspecto u orientación en direcciones de la rosa de los vientos (Figura 17).

Nótese que si se busca la pendiente y la orientación del terreno natural, ambos resultados se deben aplicar una vez filtrados los datos por “ground” o terreno.

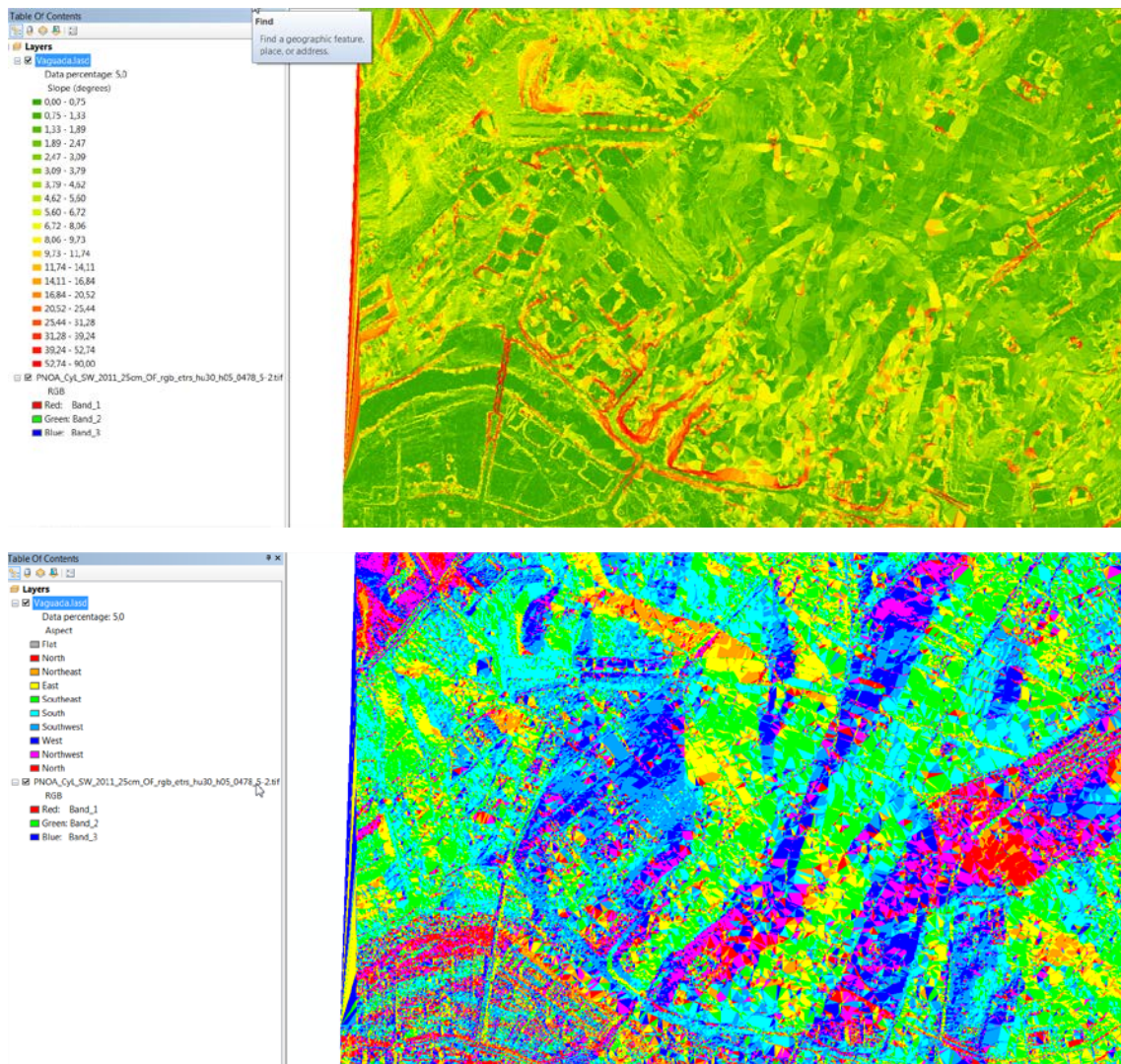


Figura 17. Mapas de pendientes (arriba) y de aspecto (abajo).

4.2. Perfiles y previsualización 3D

En la barra de herramientas del LAS dataset existen dos opciones más de visualización: una ventana de perfil longitudinal y otra ventana de visualización en perspectiva.

El perfil es en realidad una “banda” de cierta anchura establecida por el usuario. El perfil se dibuja en una ventana aparte como una sucesión de los puntos lidar interceptados a lo largo de la banda (Figura 18).

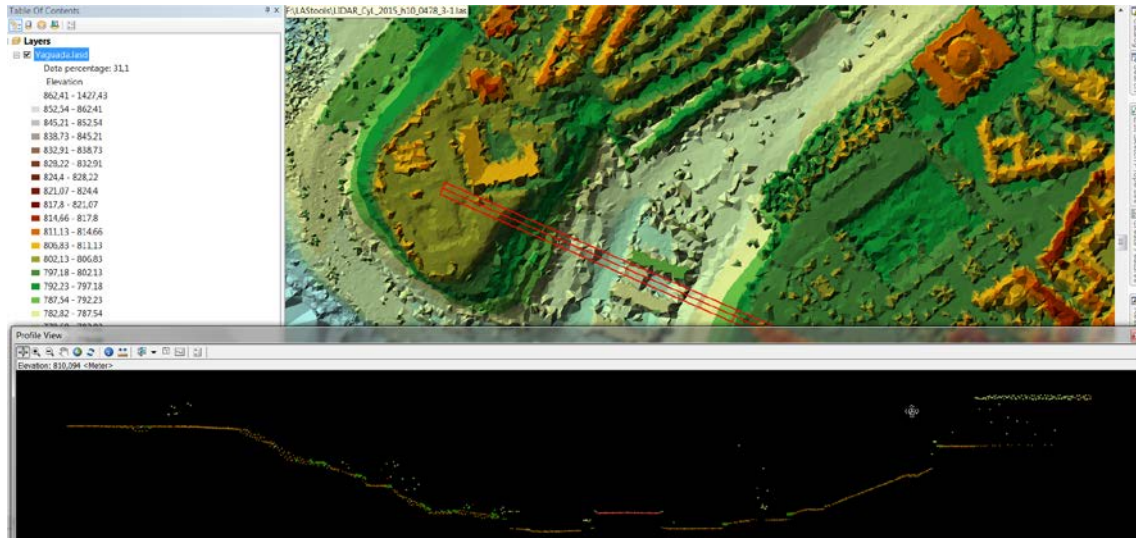


Figura 18. Obtención del perfil del modelo de superficie en la zona de la Vaguada de la Palma (la superficie base comprende todos los elementos lidar, no sólo el terreno). Obsérvese el distinto color de los puntos del terreno, indicando su categoría (terreno, vegetación, edificaciones, etc.).

NOTA: Desde el dataset LAS no es posible trazar un perfil con la barra de herramientas 3D analyst, como se hizo en otras prácticas, pero sí se puede tras exportar el modelo a un fichero raster, como se hará en el apartado siguiente.

En segundo lugar, la visualización en perspectiva, que el programa llama “3D”, permite reconocer e interpretar fácilmente la escena (Figura 19).

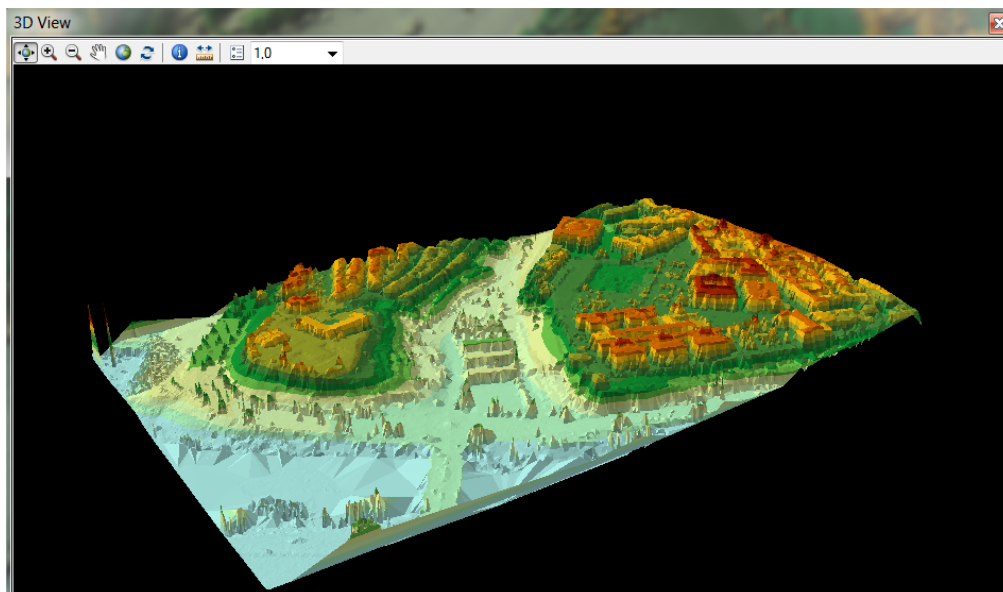


Figura 19. Previsualización 3D del modelo de superficie.

4.3. Conversión a formato raster

Existen múltiples opciones para seguir trabajando con el dataset LAS en otros formatos: TIN, raster, o terreno. Quizás lo más sencillo y fácil de manejar a posteriori sería el formato raster, con el que se pueden hacer todo tipo de aplicaciones con los conjuntos de herramientas 3D Analyst y Spatial Analyst.

La conversión permite además seleccionar la zona y configurar qué filtrado y tipo de visualización se quiere definir en el resultado.

La herramienta para convertir el dataset LAS a raster está en la caja de herramientas de conversión/a raster/LAS dataset a raster (Figura 20). Los pasos a seguir son:

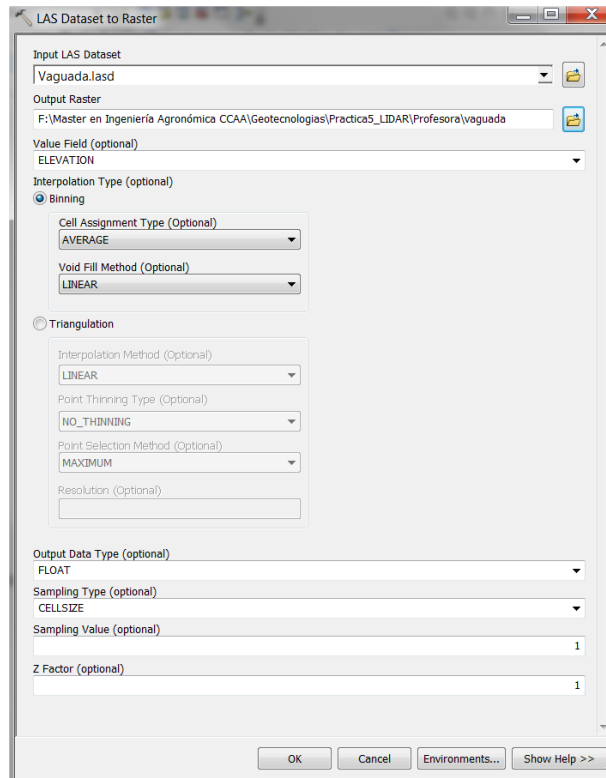


Figura 20. Conversión del dataset LAS al formato raster. En el botón de entornos se configura la extensión.

- Antes de ejecutar la herramienta, filtrar los datos que se quieren exportar. En este caso se ha probado dos opciones: con el dataset completo (el modelo de superficie), y con sólo el terreno.
- La extensión espacial resultante se determina en los entornos, determinando en la opción de “extensión de procesamiento” una zona, un fichero o capa o simplemente la extensión de la vista (seleccionar esta opción y buscar la zona final de la Vaguada de la Palma). También se puede configurar aquí el sistema de coordenadas, si fuera necesario.
- Como fichero input, se indica el dataset LAS “vaguada.lasd”.
- Como fichero output, se indica el mismo nombre y la carpeta de almacenamiento.

- Dejar el resto de las opciones por defecto EXCEPTO el tamaño de celda (“valor de muestreo”), que dependerá del dataset LAS original. El tamaño de celda debería ser aproximadamente el espaciado entre puntos (o más grande). En este caso es un metro aproximadamente, si no se conoce se debe consultar en las propiedades del fichero .lasd en la pestaña de los ficheros que se añadieron originalmente al dataset (tal como aparece en la Figura 11, abajo)

El resultado del proceso muestra el modelo de superficie con los edificios, los árboles, el río y el suelo incluido (Figura 21, abajo izquierda); y sin embargo el modelo del terreno (Figura 21, abajo derecha) muestra sólo la información del suelo.

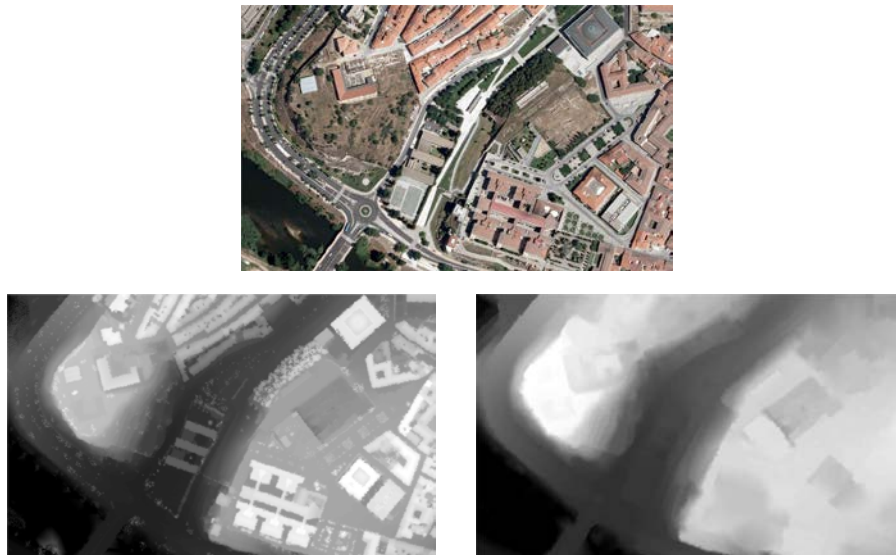


Figura 21. Resultado de la conversión del dataset LAS a un fichero raster correspondiente al modelo de superficie (abajo izquierda, sin filtro) y el modelo del terreno (abajo derecha, con el filtro de puntos terreno o “ground”). Arriba: ortofoto.

A modo de ejemplo, entre los múltiples análisis que se pueden hacer con las herramientas de ArcGIS, se propone el de irradiación solar (Figura 22). La irradiación solar se expresa en unidades Wh/m². En este caso se han obtenido los modelos de radiación solar para dos días muy contrastados, el 2 de julio (DoY=183) y el 26 de diciembre (DoY=360).

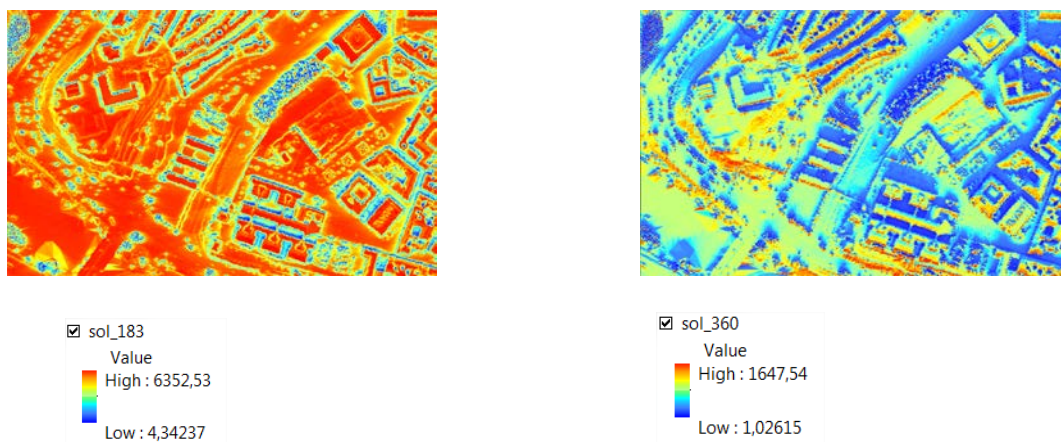


Figura 22. Modelos de radiación solar obtenidos a partir del modelo raster de superficie en verano (izquierda) e invierno (derecha).

4.4. Visualización 3D en ArcScene

De la misma manera que otros datos con información de altitudes o cotas, el dataset LAS y los ficheros raster pueden visualizarse en ArcScene en una simulación tridimensional.

Aunque no es propiamente un análisis, la visualización en perspectiva de los datos tridimensionales (lo que a menudo se llama una vista 2.5D) ayuda a la comprensión de la zona de trabajo y a realizar simulaciones de utilidad. ArcScene es el módulo de ArcGis que permite la visualización en perspectiva de elementos tridimensionales, como terrenos y elementos constructivos, vegetación, etc.

Para realizar la visualización 3D se necesita un archivo raster con las cotas derivadas del lidar. Abrir y cargar uno de los raster anteriores con el DEM generado como capa en ArcScene. En las propiedades de la capa (botón derecho) utilizar la pestaña 'alturas de base' y escoger la opción 'flotando desde una superficie personalizada', dejando la propia capa como base. Se puede usar un factor de exageración del relieve en la opción 'personalizar' (Figura 23).

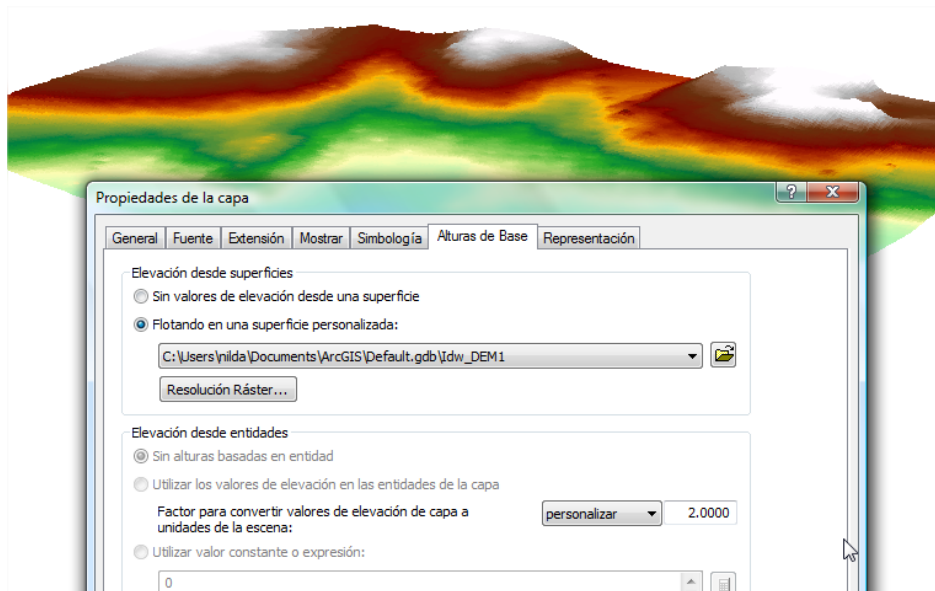


Figura 23. Visualización en perspectiva del DEM en ArcScene con la configuración de propiedades de capa.

Para obtener una perspectiva más completa y plástica de la zona se puede utilizar la ortofoto superpuesta sobre el relieve del raster, combinando toda la potencia del 3D, por un lado, y del nivel de detalle de la foto aérea, por otro. Para ello, añadir la ortofoto como una capa más y de nuevo seleccionar, en las propiedades, la superficie personalizada de la capa con el relieve. Si se exagera el relieve, tiene que ser en el mismo factor que la capa del relieve.

Obsérvese el diferente resultado de utilizar el modelo del terreno o de superficie (Figura 24).

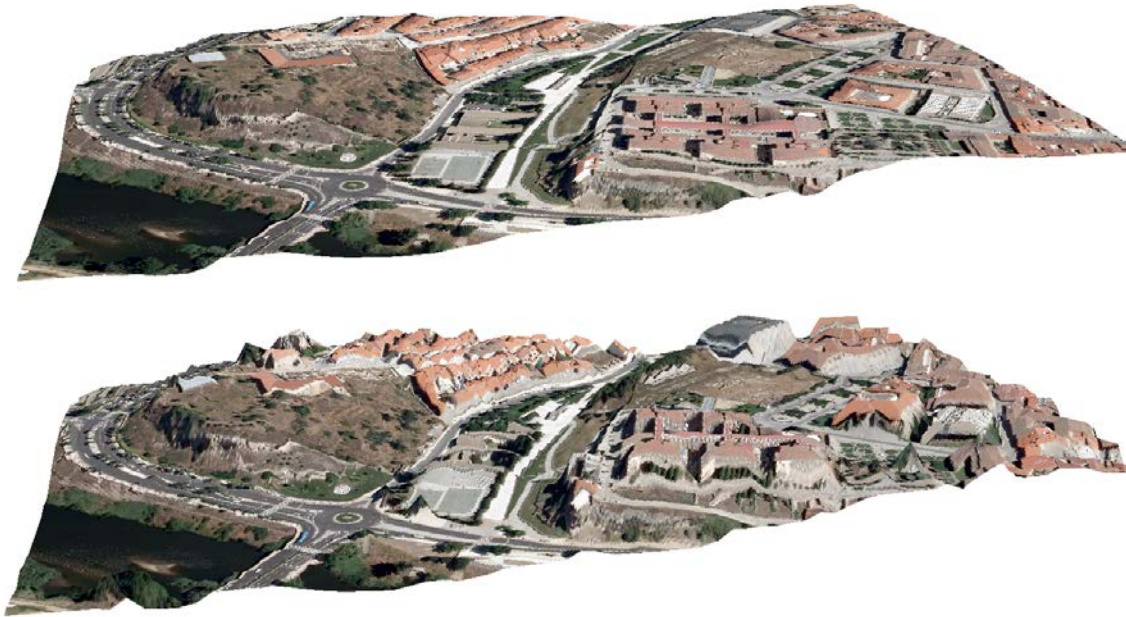


Figura 24. Visualización del modelo del terreno (arriba) y de superficie (abajo) sobre la ortofoto.

5. APLICACIÓN AL CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE PROYECTO

En esta aplicación se va a hacer un sencillo diseño de una plataforma y su cálculo sobre la zona alta del cerro de San Vicente, que podría ser la base de un diseño de un parque, edificio o nave para un proyecto. El resultado se visualizará sobre ArcScene. Los pasos son los siguientes:

1. En primer lugar se utiliza ArcMap. Se trabaja sobre el raster creado anteriormente correspondiente al modelo del terreno de la zona de la Vaguada (Figura 21, abajo derecha). Cargar el fichero en la vista y cambiar la simbología al modo clasificado, incluyendo 20 clases y la rampa de colores típica de los terrenos (Figura 25). Añadir a la vista también la ortofoto, y visualizar la zona del cerro en ambos ficheros (se puede combinar la opción de transparencias en las propiedades para una visualización conjunta. También hay otras opciones de visualización conjunta en el menú ventana/análisis de imagen)

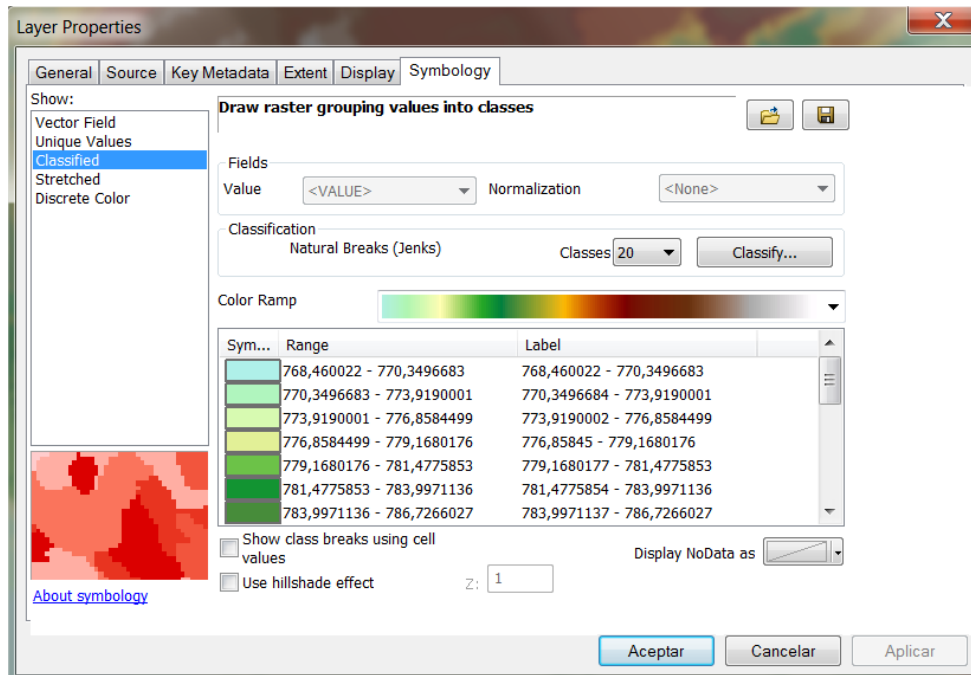


Figura 25. Visualización del modelo del terreno de la Vaguada en una leyenda de 20 clases en ArcMap.

2. Crear una capa de puntos que definan la plataforma. Para ello se usará la opción de la geodatabase, ya que podemos almacenar los puntos y las líneas de la plataforma que la definen en un mismo archivo, así como otros resultados o datos. En primer lugar, desde el catálogo, en la carpeta de trabajo, con el botón derecho, “nuevo/geodatabase de archivo”. Darle el nombre “Plataforma.gdb”. En segundo lugar, en la propia gdb, con el botón derecho, “nuevo/clase de entidad”, se crea una clase de puntos 3D llamada “puntos3D”. Asegurarse de que se ha clicado en la opción de “incluir los valores Z”, ya se busca una clase que almacene las tres dimensiones (Figura 26).

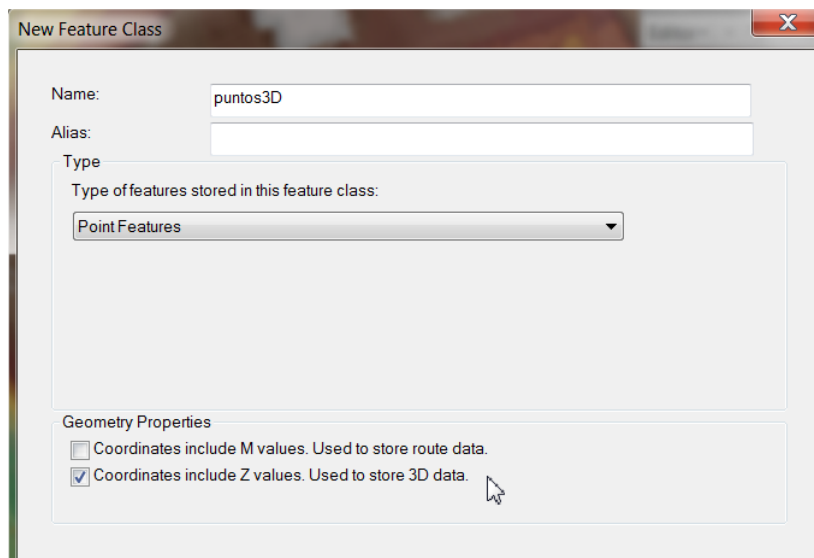


Figura 26. Creación de un fichero de puntos 3D.

A continuación darle el sistema de coordenadas XY (ETRS89, huso30) y Z (Europa/Alicante). Dejar las siguientes opciones hasta llegar al final.

3. Una vez creada la capa de puntos, añadirla a la vista y comenzar la edición. Activar la barra de herramientas de edición y seleccionar “comenzar a editar”. Si la ventana de creación de entidades no se abre, hacerlo desde el menú y colocarla a la derecha de la pantalla (Figura 27). Seleccionar la herramienta de “punto”.

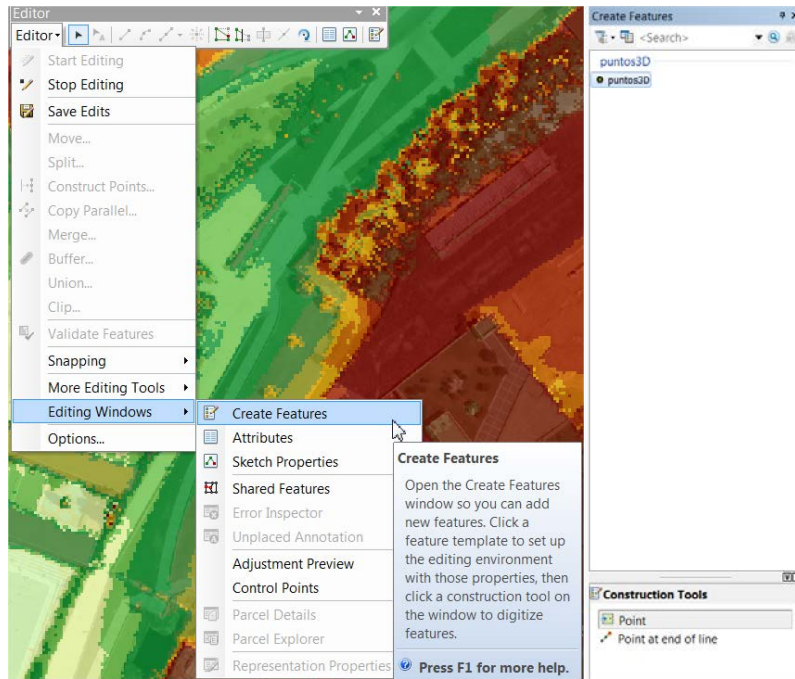


Figura 27. Abrir la ventana de edición para crear entidades.

4. Ir digitalizando los puntos de la plataforma sobre la vista (Figura 28), y al terminar parar la edición y guardar los cambios.

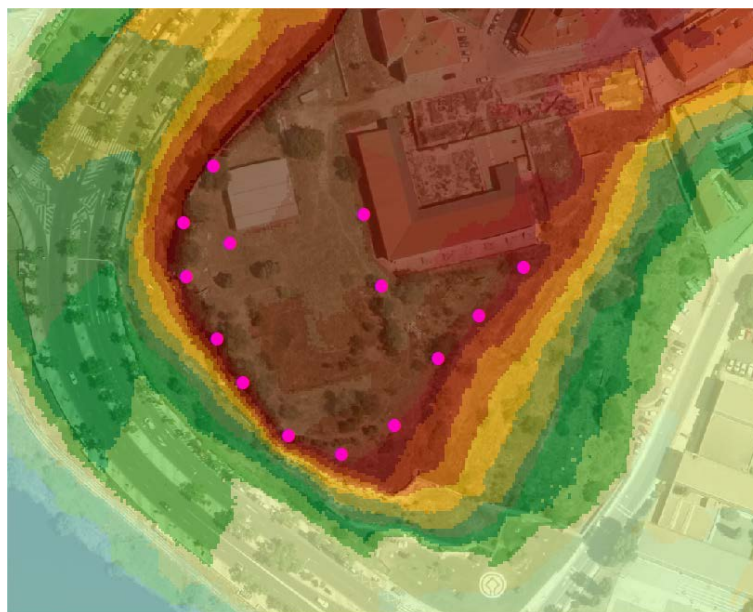


Figura 28. Puntos de la plataforma sobre el modelo del terreno raster y la ortofoto debajo. Se ha aplicado una transparencia del 30% al terreno para una mejor visualización.

5. Probablemente se quiera obtener la Z de esos puntos, ya que servirán después para hacer el cálculo del movimiento de tierras. La Z se deriva del modelo del terreno, que está en la capa raster de la vaguada. Por lo tanto para extraer a los puntos la Z del terreno se utilizará la herramienta “extraer valores según puntos” de la carpeta “Spatial Analyst/Extract” (Figura 29). Como input se indica la capa de los puntos 3D, como raster el fichero del modelo terreno, y como output se indica un nuevo fichero dentro de la gdb antes creada llamado “puntos3D_Zterreno”.

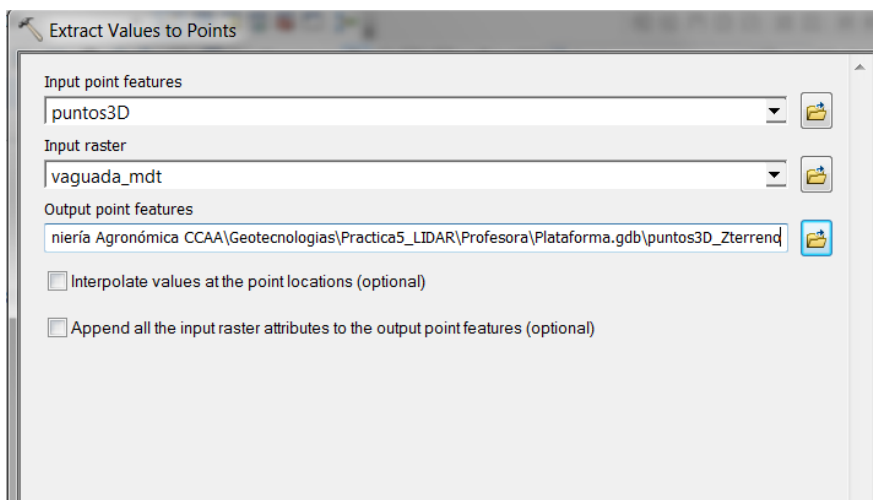


Figura 29. Extracción de las cotas del terreno a un nuevo fichero con los puntos de la plataforma.

Al abrir la tabla de atributos de la nueva capa se observa el valor de la altura Z en el nuevo campo “raster value” (Figura 30). El terreno sobre el que se asienta la plataforma del proyecto varía entre alturas de 805,88 y 799,17 m.

puntos3D_Zterreno			
	OBJECTID *	SHAPE *	RASTERVALU
▶	1	Point Z	805,88501
	2	Point Z	800,049438
	3	Point Z	806,033325
	4	Point Z	800,858398
	5	Point Z	799,619568
	6	Point Z	802,35144
	7	Point Z	802,74707
	8	Point Z	800,731445
	9	Point Z	801,463989
	10	Point Z	800,73999
	11	Point Z	799,16571
	12	Point Z	805,176208
	13	Point Z	802,798523
	14	Point Z	805,467163

Figura 30. Tabla de atributos del fichero de puntos de la plataforma con indicación de la Z.

6. Estos puntos creados ya sirven como base de la plataforma que se va a calcular, pero todavía no se ha creado ni la planta ni el alzado. En primer lugar hay que crear la planta de la plataforma mediante un polígono que una los puntos. Al igual que antes, primero

se crea una capa de tipo polígono sobre la gdb (“límite de la plataforma”) y luego se edita y se dibuja la plataforma (Figura 31).

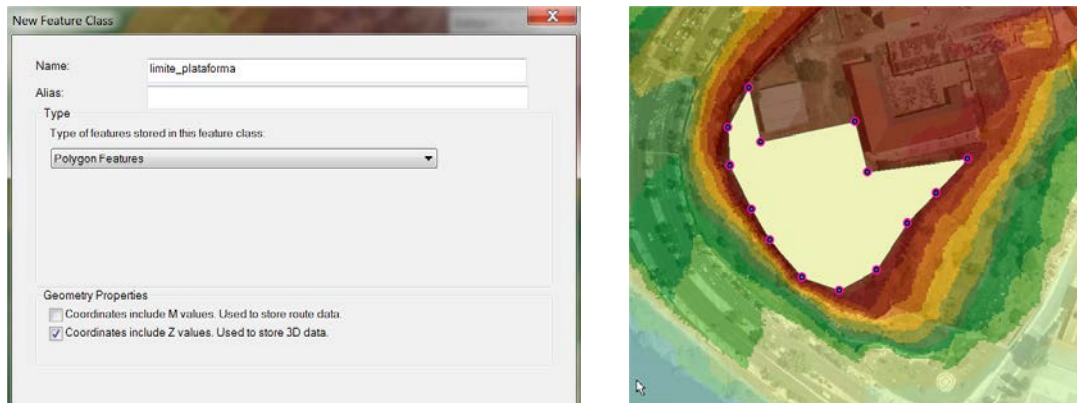


Figura 31. Creación de un fichero de polígonos 3D para el diseño del límite de la plataforma.

De la misma manera se podrían crear puntos y polígonos para bancales o terrazas, caminos, estructuras, etc.

7. A continuación se visualiza en 3D la plataforma en ArcScene. Abrir el programa y cargar la capa con el modelo del terreno raster. En propiedades de la capa, se indica que “flote” sobre sí misma para darle relieve. Si se quiere darle mayor realismo, se añade la capa de la ortofoto y se hace flotar sobre dicho terreno raster, como en la Figura 24. Se carga también la plataforma diseñada (“límite de la plataforma”) y, de la misma manera, se hace que flote sobre el terreno (Figura 32). Nótese que en algunas zonas no coincide perfectamente, ya que la plataforma es continua y el terreno tiene más variaciones.

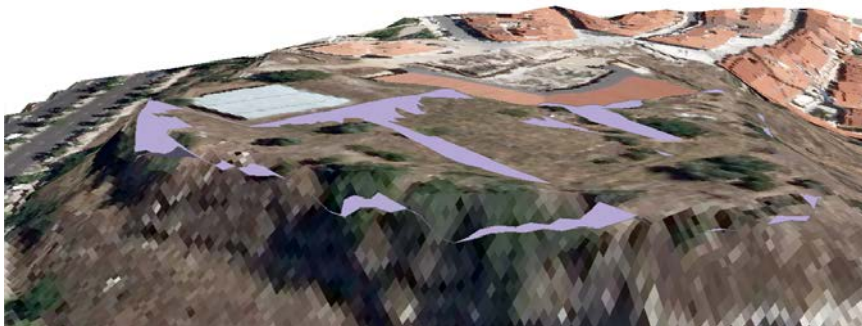


Figura 32. Plataforma del proyecto sobre el terreno antes de levantar la rasante.

8. Ahora se va a realizar el proceso de “*extrusion*” (palabra en inglés, en castellano el término es extrudir, que en este contexto significa levantar el volumen del objeto). Para ello se accede en las propiedades de la capa límite de la plataforma a la pestaña del mismo nombre (Figura 33, arriba). Se hace clic en la casilla de extrudir entidades y se elige uno de los métodos propuestos. Nótese las diferencias entre ambos. En este caso se va a indicarle una cota fija a toda la plataforma, ligeramente por encima del terreno, por ejemplo 806 o 807 m. Obsérvese el resultado en la Figura 33, abajo.

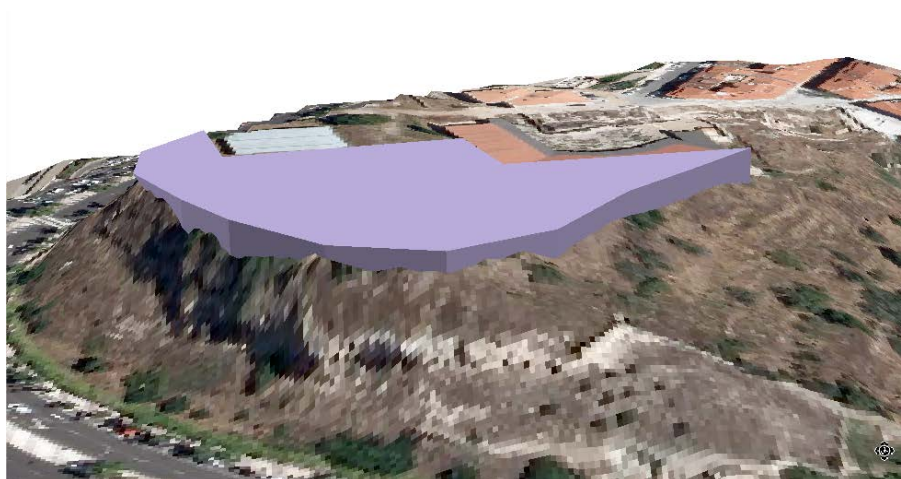
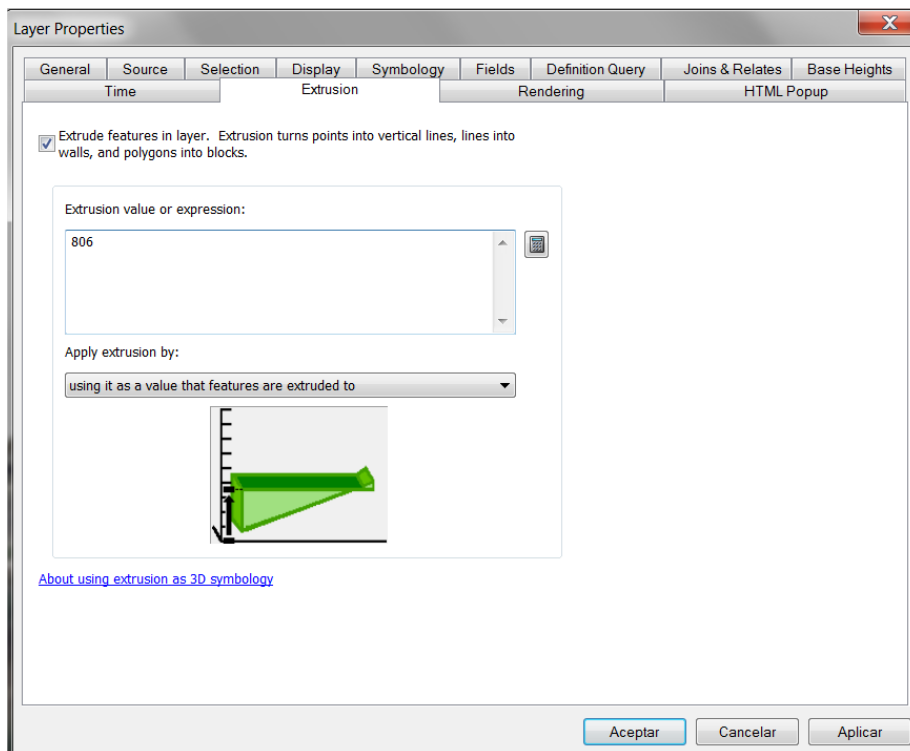


Figura 33. Pestaña de *extrusion* (arriba) y resultado de aplicar la herramienta (abajo).

6. CONSIDERACIONES FINALES

La práctica que se ha presentado pretende la iniciación al tratamiento de los datos lidar. Son datos muy novedosos abiertos al público desde hace pocos años, y sin embargo se muestran como una herramienta imprescindible de las geotecnologías en un futuro inmediato. Las aplicaciones son interminables y la forma de tratamiento muy diversa, aquí sólo se ha sugerido una primera toma de contacto. A continuación se presentan enlaces de interés del mundo lidar:

Descarga de información:

- Visor con todos los Portales Open Data a nivel estatal

<http://datos.gob.es/es/iniciativas>

- Centro de descarga del centro nacional de Información Geográfica: Modelos Digitales de Elevaciones

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Descarga de productos

- Herramientas específicas para trabajar con datos LIDAR dentro de ArcGIS Desktop (la caja LasTools trabajada en la práctica)

<https://rapidlasso.com/lastools/>.

- Conjunto de herramientas generadas por el equipo 3DGISTeam de Esri.

[Herramientas 3D](#)

[3D Sample Tools](#)

Tutoriales

- Tutoriales en general existentes dentro de Esri:

<https://learn.arcgis.com/es/>

- Conjunto de herramientas, modelo de datos, escenas que ayudan a los usuarios a trabajar con información en 3D:

<http://solutions.arcgis.com/local-government/help/local-government-scenes/>

Vídeos

- [Esri 360: Centro de recursos de Esri](#)

- Review And Refine Procedural Lod-2 Buildings:

<http://www.esri.com/videos/watch?videoid=uCTpxgZ6b9A&channelid=UCgGDPs8cte-VLJbgpaK4GPw&title=review-and-refine-procedural-lod-2-buildings>

- Revolutionizing Desktop GIS:

<https://youtu.be/vTclquSnS-o?list=PL1U1yOIVhnz8-m-j0yOYEBImsDjR4EPqh>