

Obtención de una red hidrológica apoyada en RGAN

*R. García, A. Seco, N. Remacha, E. Prieto,
F. Ramírez, y M.A. Campo*

Sumario

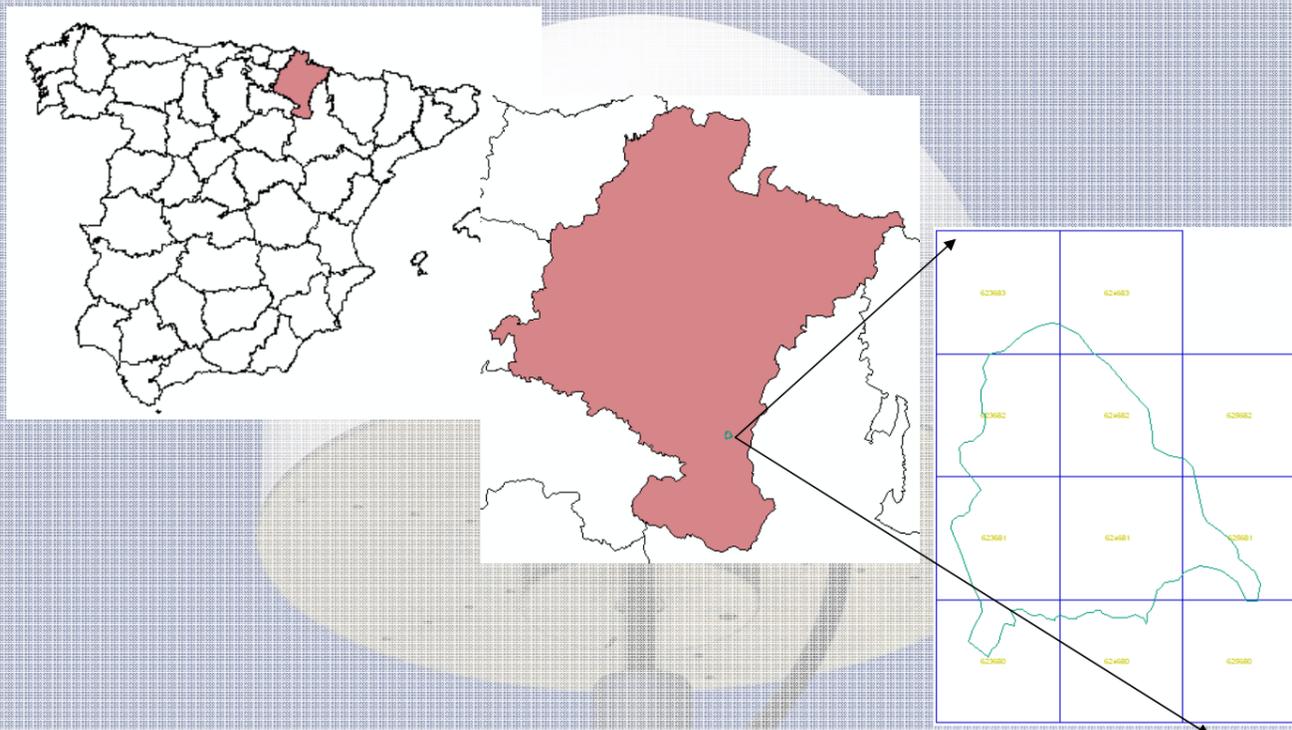
1. **Introducción.**
2. **Planificación del vuelo**
3. **Estaciones de referencia**
4. **Ficheros LAS**
5. **Análisis ficheros LAS**
6. **Creación de la superficie de la tierra desnuda**
7. **Generar una red hidráulica desde un MDT lidar**

Introducción

1. Introducción. El objetivo del proyecto es la obtención de una **red hidrológica a partir de un modelo del terreno** (MDT) generado desde puntos LiDAR clasificados, de una zona test en las Bardenas Reales, que es una zona deforestada de 37,15 km².

El instrumento empleado ha sido un ALS50-II de la casa comercial Leica con la opción MPiA (Multiple Pulse in the Air), número de serie 085.

Ubicación



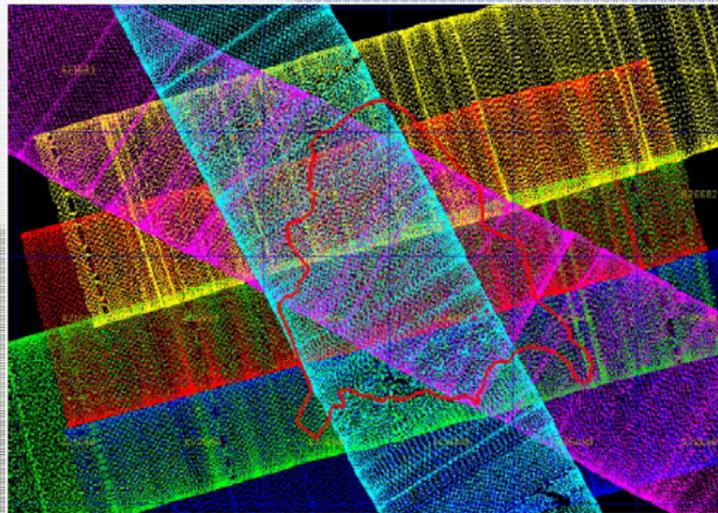
Planificación del vuelo

2. Planificación del vuelo

Para conseguir la densidad requerida de 1 punto/m² se planificaron 4 pasadas paralelas. Se añadieron dos pasadas transversales para sobrevolar los 2 campos de control proporcionados.

Las pasadas paralelas se realizaron con un solapamiento del 50% entre ellas y, de esta manera, cualquier punto de la zona se ha volado, al menos, 2 veces y la densidad de puntos resultante será el doble de la que se habría conseguido con una única pasada (2x0.6 puntos/m²).

El vuelo se realizó el día 19 de junio de 2008 con origen y destino en el aeropuerto de Pamplona con un avión Cessna Caravan.



Estaciones de referencia



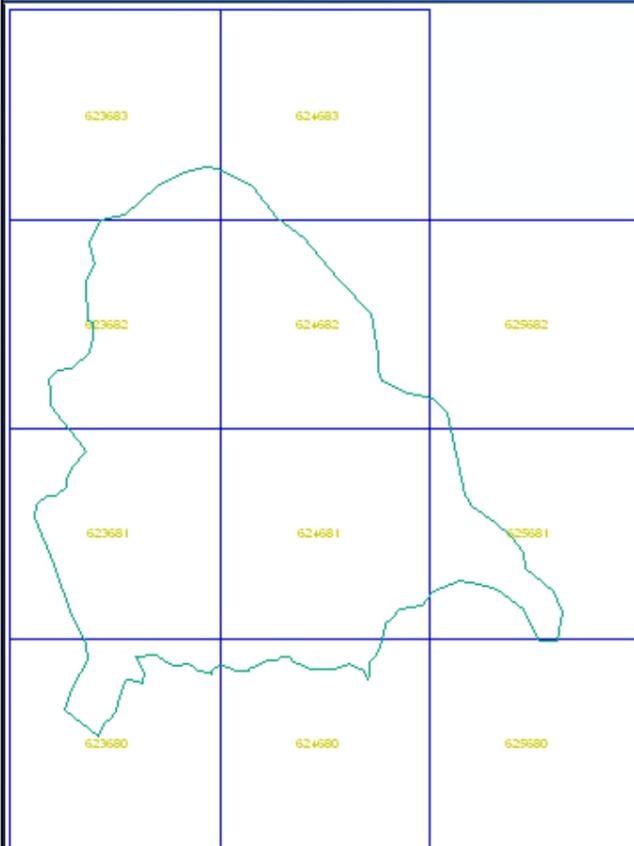
3. Estaciones de referencia

Se han empleado las estaciones de referencia de Sangüesa (SANG), Tafalla (TAFA) y Tudela (TUDE) de la RGAN.

Coord. Geodesias ETRS89			
ID Estación	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
SANG	42° 34' 46.29245" N	1° 17' 13.06106" W	459.198
TAFA	42° 31' 15.16097" N	1° 40' 36.21252" W	473.858
TUDE	42° 02' 54.85104" N	1° 36' 12.36432" W	342.044

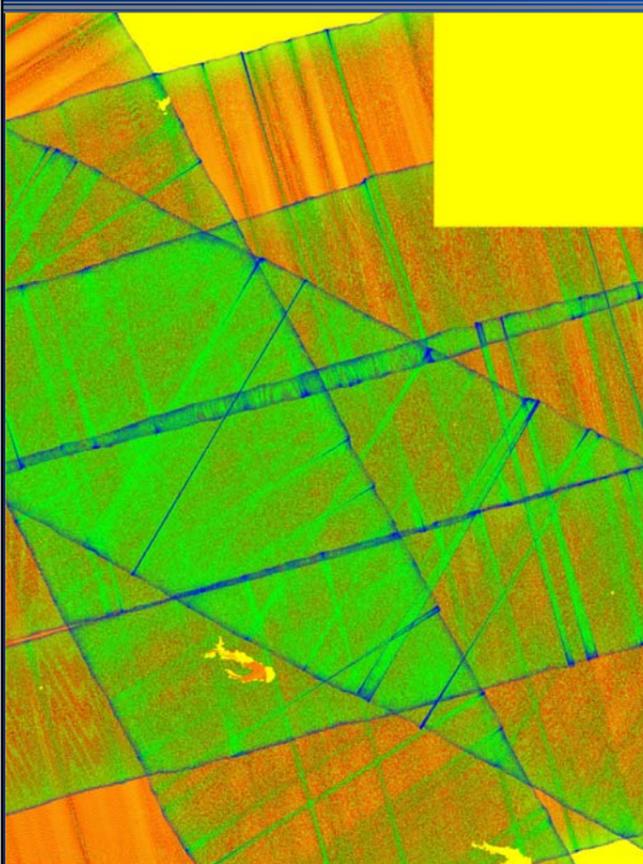
Para las 3 estaciones el modelo del receptor fue un Leica GRX1200 GG Pro (GPS/GLONASS) y la antena Leica AX1202 GG (GPS/GLONASS). Las coordenadas están referidas a la base del soporte de la antena (altura de antena 0 m).

Ficheros LAS



4. Ficheros LAS
Se crean 11 ficheros LAS,
distribuidos según la figura.

Análisis ficheros LAS

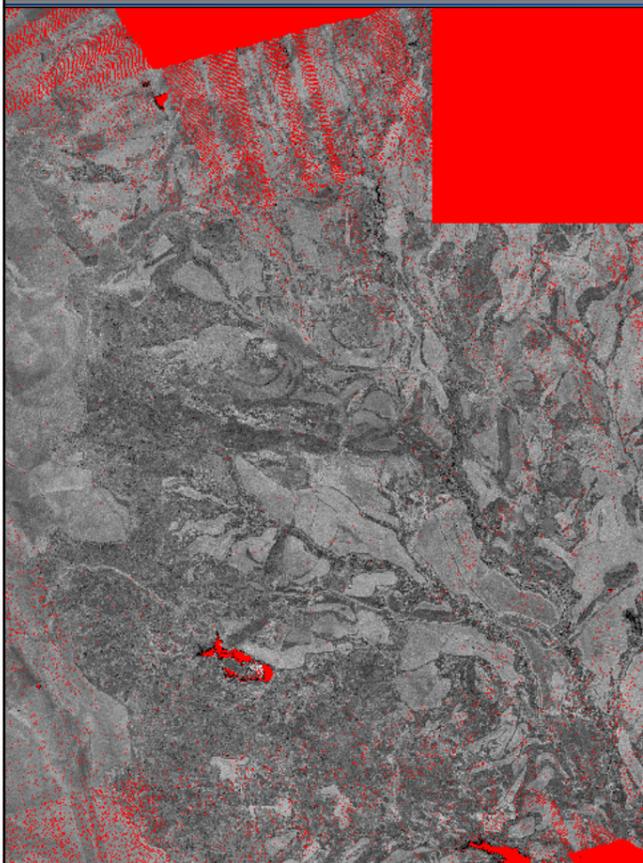


5. Análisis ficheros LAS

Densidad del Primer Retorno (pulso)
Imagen creada a partir de los datos LIDAR.

- Células sin puntos (podría ser el área de cobertura exterior)
- Densidad menor de especificación mínima (menos de 1.00 puntos por unidad de superficie)
- Densidad dentro de la especificación (1.00 a 3.00 puntos por unidad de superficie)
- Densidad superior a las especificaciones (más de 3.00 puntos por unidad de superficie)

Análisis ficheros LAS



5. Análisis ficheros LAS

Imagen Intensidad creada a partir de los datos LIDAR.

Zonas de color rojo, no hay datos

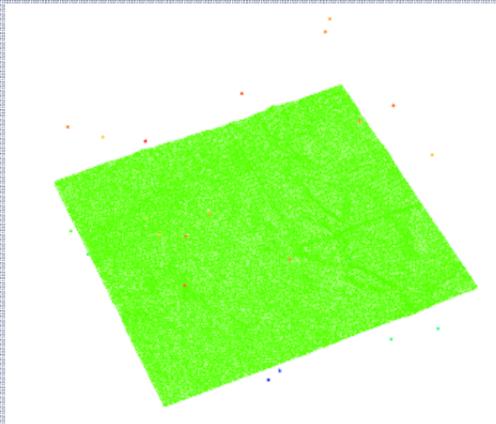
Análisis ficheros LAS

	A	B	C	D	E	F
1	PtNumber,"X","Y","Elevation","Intensity","PulseNumber","ReturnNumber","NadirAng					
2	1,623999	660000,4680993	200000,403.880005	43.000000	404918,1	-12.000000
3	2,623999	630000,4680986	620000,404.200012	97.000000	404918,1	-12.000000
4	3,623999	070000,4680988	660000,404.359985	84.000000	404918,1	-12.000000
5	4,623998	520000,4680990	690000,404.329987	51.000000	404918,1	-12.000000
6	5,623997	920000,4680992	840000,404.049988	69.000000	404918,1	-12.000000
7	6,623996	850000,4680994	080000,403.809998	22.000000	404918,1	-12.000000
8	7,623997	430000,4680991	980000,404.239990	83.000000	404918,1	-12.000000
9	8,623998	000000,4680989	890000,404.399994	82.000000	404918,1	-12.000000
10	9,623998	560000,4680987	860000,404.529999	117.000000	404918,1	-12.000000
11	10,623999	120000,4680985	800000,404.380005	100.000000	404918,1	-12.000000
12	11,623999	660000,4680983	800000,404.269989	78.000000	404918,1	-12.000000
13	12,623999	740000,4680976	910000,404.100006	16.000000	404918,1	-12.000000
14	13,623999	170000,4680978	990000,404.100006	27.000000	404918,1	-12.000000
15	14,623998	590000,4680981	110000,403.970001	107.000000	404918,1	-12.000000
16	15,623998	040000,4680983	110000,404.230011	102.000000	404918,1	-12.000000
17	16,623997	480000,4680985	180000,404.489990	99.000000	404918,1	-12.000000
18	17,623996	940000,4680987	180000,404.609985	87.000000	404918,1	-12.000000
19	18,623996	380000,4680989	220000,404.739990	93.000000	404918,1	-12.000000
20	19,623995	780000,4680991	380000,404.279999	89.000000	404918,1	-12.000000
21	20,623995	190000,4680993	500000,404.000000	99.000000	404918,1	-12.000000
22	21,623994	630000,4680995	550000,403.940002	49.000000	404918,1	-12.000000
23	22,623994	070000,4680997	580000,403.829987	7.000000	404918,1	-12.000000
24	23,623993	510000,4680999	630000,403.950012	65.000000	404918,1	-12.000000
25	24,623992	720000,4680999	790000,404.200012	89.000000	404918,1	-12.000000
26	25,623993	250000,4680997	830000,403.799988	85.000000	404918,1	-12.000000
27	26,623993	800000,4680995	800000,403.850006	67.000000	404918,1	-12.000000
28	27,623994	370000,4680993	730000,404.019989	114.000000	404918,1	-12.000000
29	28,623994	950000,4680991	630000,404.410004	75.000000	404918,1	-12.000000
30	29,623995	540000,4680989	510000,404.720001	98.000000	404918,1	-12.000000
31	30,623996	090000,4680987	470000,404.700012	105.000000	404918,1	-12.000000
32	31,623996	640000,4680985	440000,404.540009	88.000000	404918,1	-12.000000
33	32,623997	190000,4680983	440000,404.290009	115.000000	404918,1	-12.000000

5. Análisis ficheros LAS

Nota: Parte del archivo c623680.las convertido, para poder ver su contenido

6. Creación de la superficie de la tierra desnuda



La creación de la superficie de tierra desnuda es un proceso de dos pasos, primero vamos a filtrar los datos para eliminar los datos LiDAR por encima del suelo, después vamos a crear la superficie de Tierra desnuda del suelo desde los retornos LiDAR.

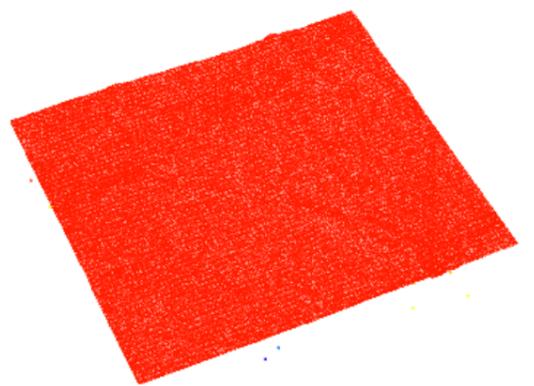
Vista de los puntos LIDAR en 3D coloreados por altura

Nota: Parte de la superficie se puede apreciar que la mayoría de los puntos están entorno a una superficie (puntos de color verde), otros puntos se encuentran por encima de dicha superficie (puntos de color naranja) y algunos otros por debajo de la misma (puntos de color celeste)

6.1. Filtrado de los datos para eliminar los datos LiDAR por encima del suelo

El algoritmo de filtrado (adaptado de Kraus y Pfeifer, 1998) se basa en la predicción lineal (Kraus y Mikhail, 1972) con una precisión individual para cada medición. Está implementado como un proceso iterativo. En la primera etapa, se calcula una superficie con pesos iguales para todos los puntos LiDAR. Esto se traduce en una superficie que se encuentra entre el verdadero suelo y la superficie de la cubierta. Los puntos del terreno son más propensos a estar por debajo de la superficie y los puntos de la vegetación sobre la superficie. La distancia y dirección a la superficie se utiliza para calcular las ponderaciones de cada punto LiDAR mediante la función de peso:

$$p_i = \begin{cases} 1 & v_i \leq g \\ \frac{1}{1 + (a(v_i - g)^b)} & g < v_i \leq g + w \\ 0 & g + w < v_i \end{cases}$$



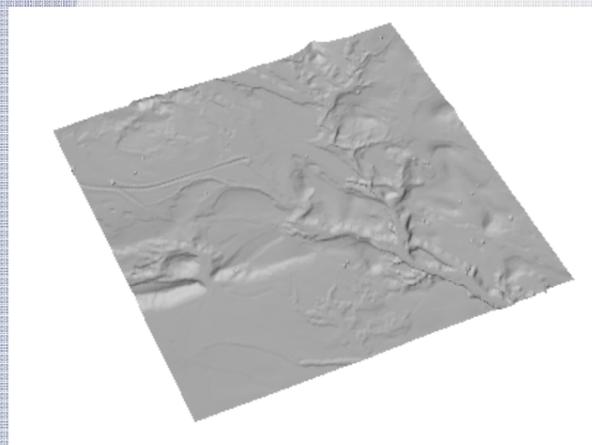
6.1. Filtrado de los datos para eliminar los datos LiDAR por encima del suelo

$$p_i = \begin{cases} 1 & v_i \leq g \\ \frac{1}{1 + (a(v_i - g)^b)} & g < v_i \leq g + w \\ 0 & g + w < v_i \end{cases}$$

Los parámetros a y b determinan la pendiente de la función de peso. Para la mayoría de las aplicaciones los valores de 1,0 y 4,0 *para* a y b , respectivamente, producen resultados adecuados. El valor de cambio, g , determina qué puntos se les asigna un peso de 1,0 (el valor del peso máximo). Los puntos por debajo de la superficie a más de g , se asigne una ponderación de 1,0. El parámetro de desplazamiento por encima del suelo, w , se utiliza para establecer un límite máximo de puntos que influyen en la superficie intermedia. Puntos por encima del nivel definido por $(g + w)$ se les asigna un peso de 0,0. Después de la iteración final, los puntos de suelo desnudo son seleccionados usando la superficie intermedia. Todos los puntos con elevaciones que satisfacen las dos primeras condiciones de la función de peso se consideran puntos de suelo desnudo.

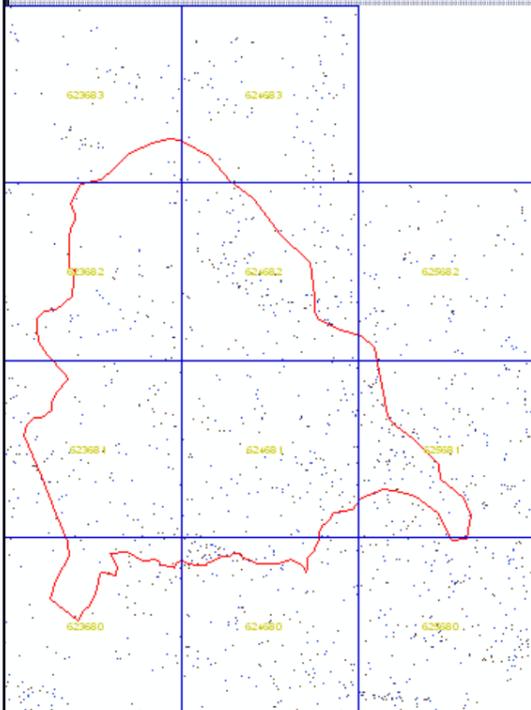
6.2. Crear la superficie de Tierra desnuda del suelo desde los retornos LiDAR

Para crear el MDT se calcula la elevación de cada celda de la cuadrícula con la altitud media de todos los puntos dentro de la célula. Este método parece funcionar bien con los datos LiDAR que han sido filtrados para identificar los puntos de la tierra desnuda.



Vista parcial de la superficie del suelo desde datos LIDAR en 3D

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

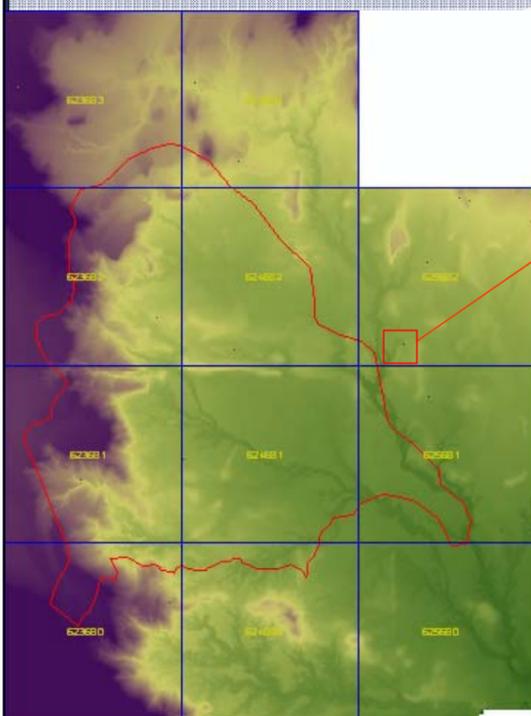


Ahora vamos a empezar a ver la forma del MDT, para la red hidráulica.

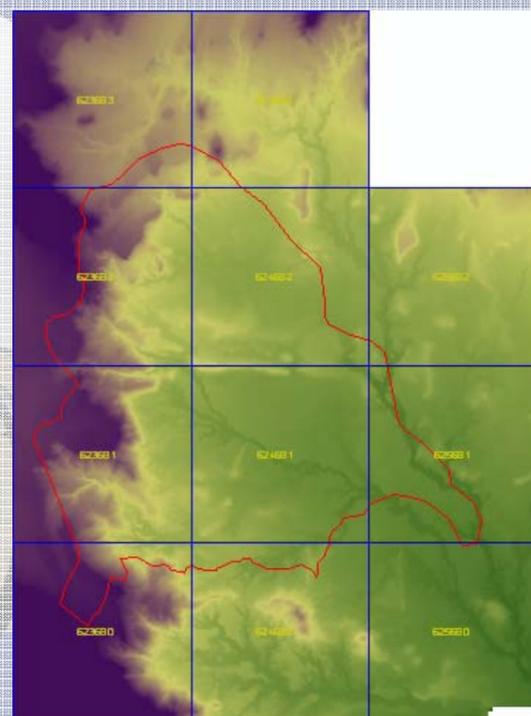
Es común tener anomalías (sumideros y picos) en modelos digitales del terreno, algunos de estos son reales y algunos se deben a errores de procesamiento. Es esencial eliminar estas anomalías (incluso los reales sumideros y picos) en el archivo MDT antes de obtener las características de la cuenca a fin de que los datos obtenidos muestren un comportamiento preciso (por ejemplo, todas las corrientes de flujo en una dirección hacia aguas abajo).

Vista en planta de todos los sumideros.

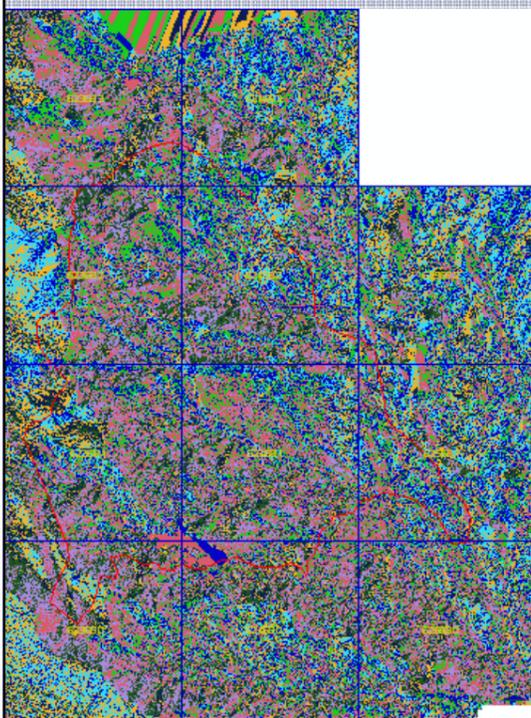
7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR



Vista en planta de toda superficie del suelo desde datos LiDAR, en la que se aprecian los sumideros.



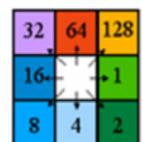
Vista en planta del MDT sin sumideros.



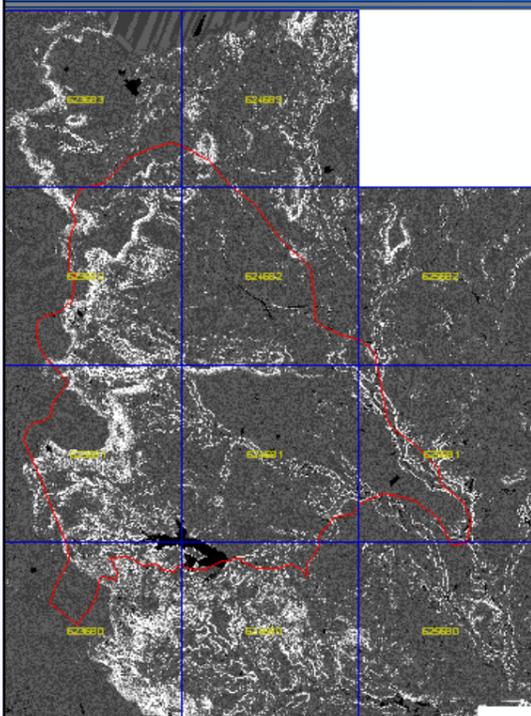
Vista de los pixeles codificados según la dirección de flujo

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

Para el cálculo de la dirección de flujo en un mapa raster, hay ocho direcciones de flujo potencial (ver codificación de Dirección) asignando a cada celda de la cuadrícula la dirección de flujo que corresponda. La escorrentía superficial será siempre hacia abajo en la dirección de la máxima pendiente.



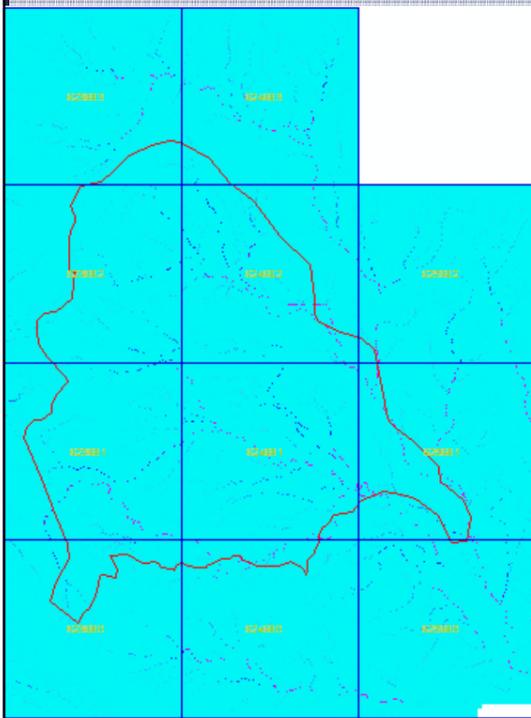
Codificación de Dirección



Sentido del flujo

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

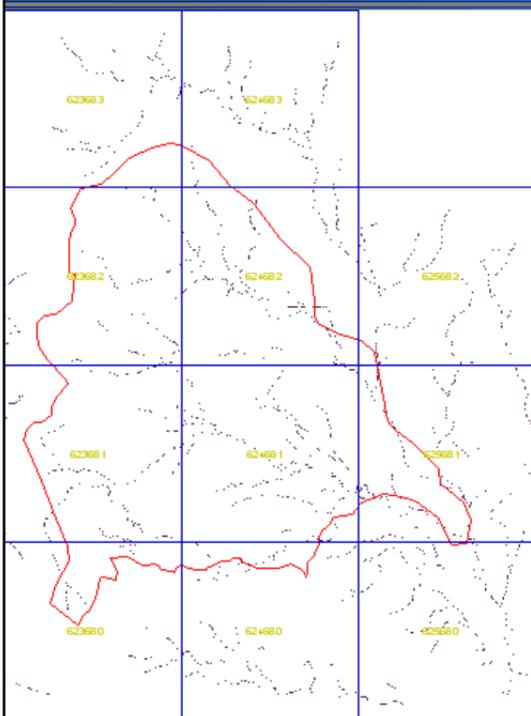
El sentido del flujo es una capa esencial necesaria para derivar características de la cuenca.



Acumulación de flujo

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

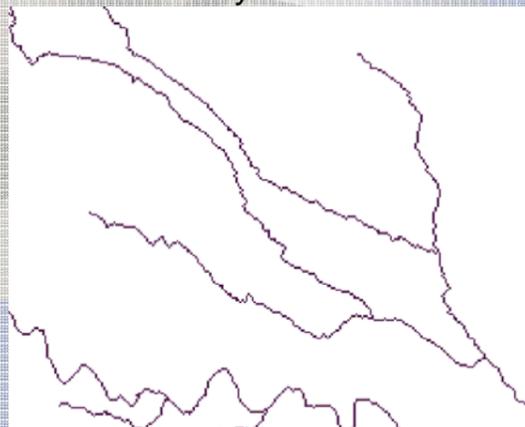
Una vez que tenemos el sentido del flujo podemos calcular los valores de acumulación de caudal para ayudar a determinar que celdas están en los corredores de flujo.



Arroyos

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

No todas las vías que aparecen en un MDT es una corriente verdadera. Para que una corriente exista (al menos para los estándares Hidrológico) debe cumplir con unos criterios específicos. En nuestro caso, vamos a establecer uno arbitrario: para que una corriente exista, debe haber unos valores acumulación mayor de 7000.



Detalle de los arroyos

¡Gracias por su atención!