

Obtención de una red hidrológica apoyada en RGAN

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

Sumario

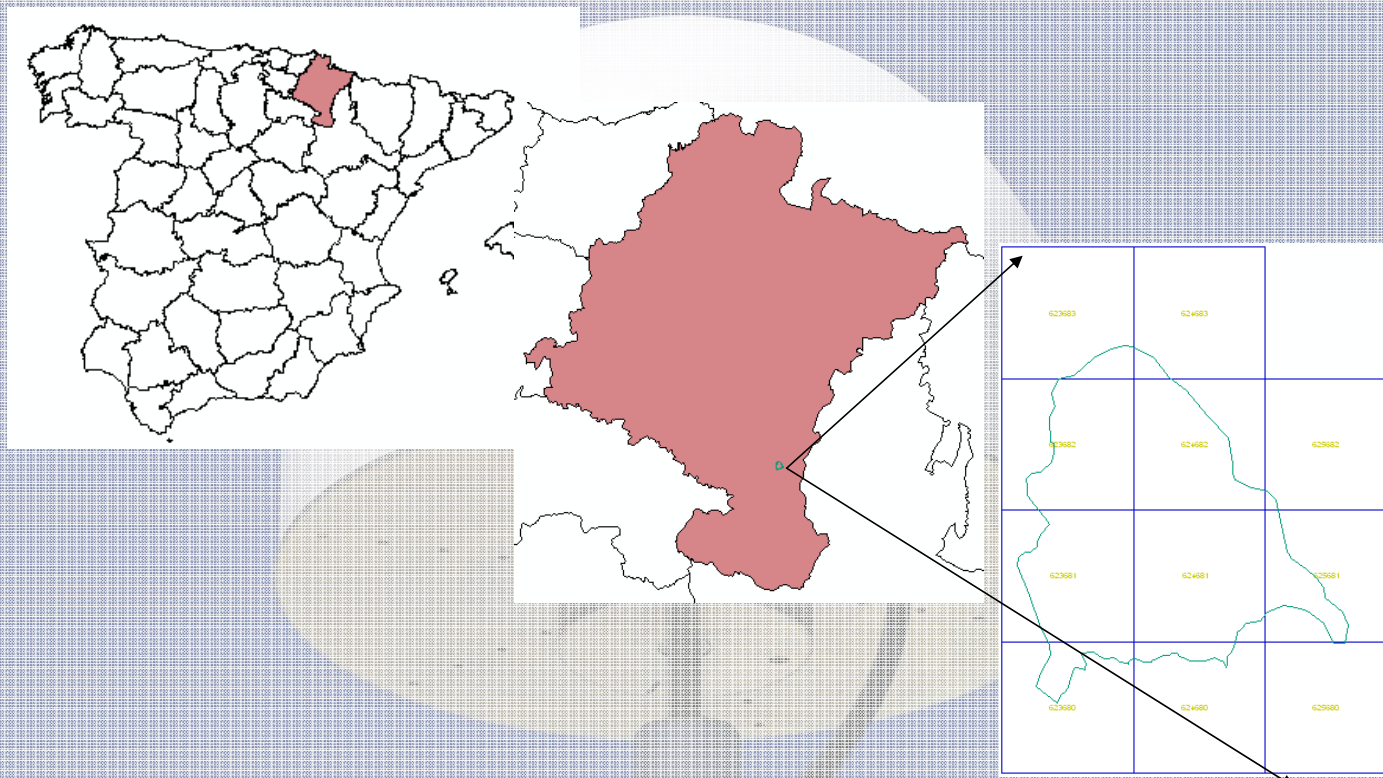
1. **Introducción.**
2. **Planificación del vuelo**
3. **Estaciones de referencia**
4. **Ficheros LAS**
5. **Análisis ficheros LAS**
6. **Creación de la superficie de la tierra desnuda**
7. **Generar una red hidráulica desde un MDT lidar**

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



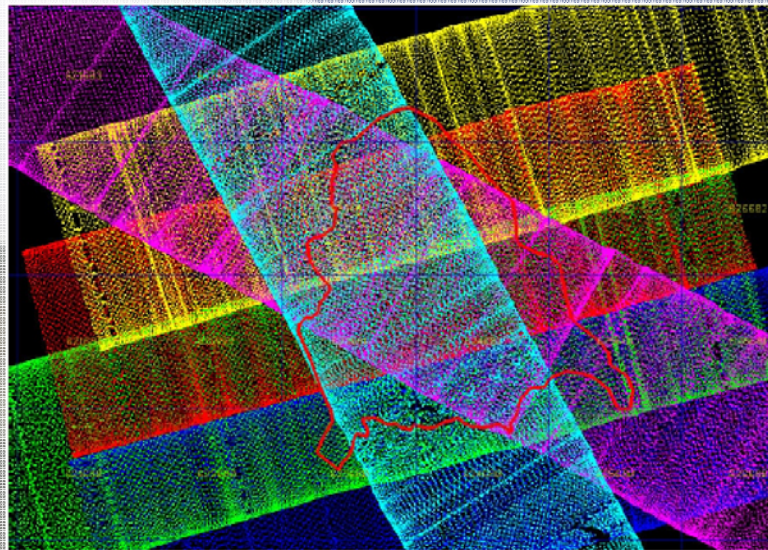
Planificación del vuelo

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



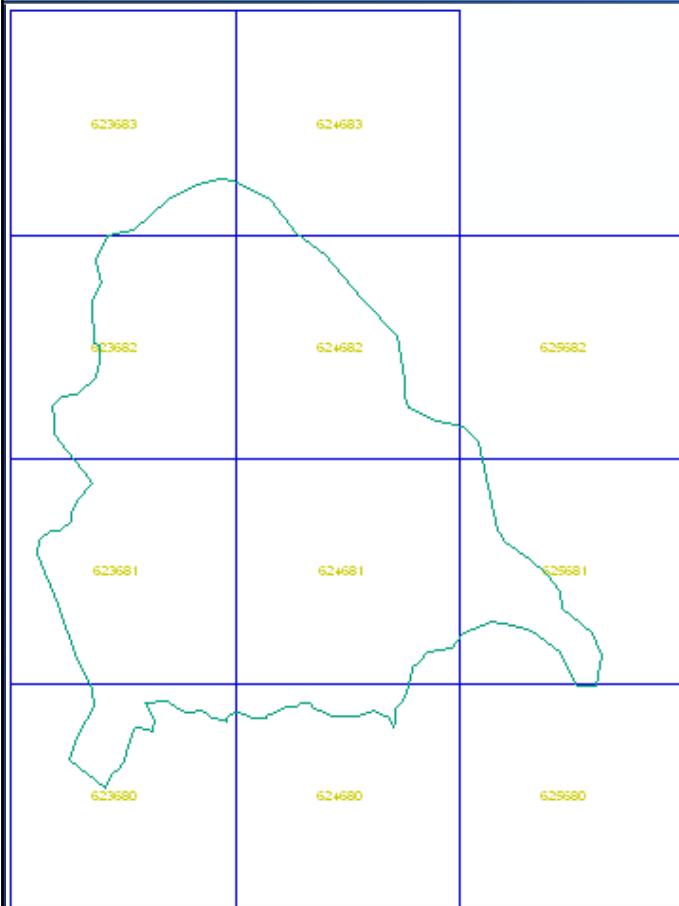
3. Estaciones de referencia

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

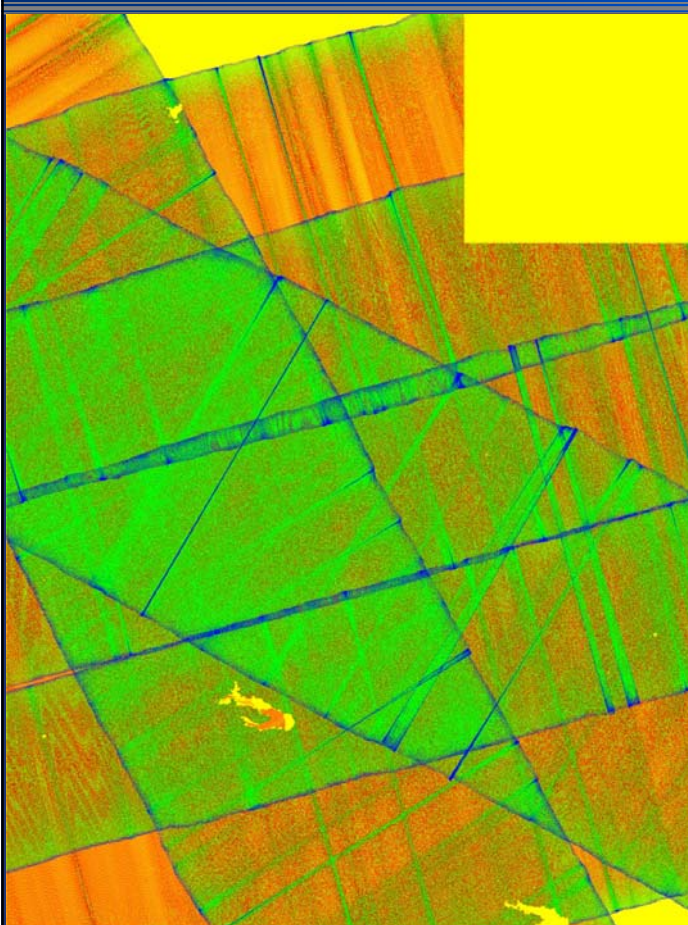
Para las 3 estaciones el modelo del receptor fue un Leica GRX1200 GG Pro (GPS/GLONASS) y la antena Leica AX1202 GG (GPS/GLONASS). Las coordenadas están referidas a la base del soporte de la antena (altura de antena 0 m).

Ficheros LAS



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

Análisis ficheros LAS

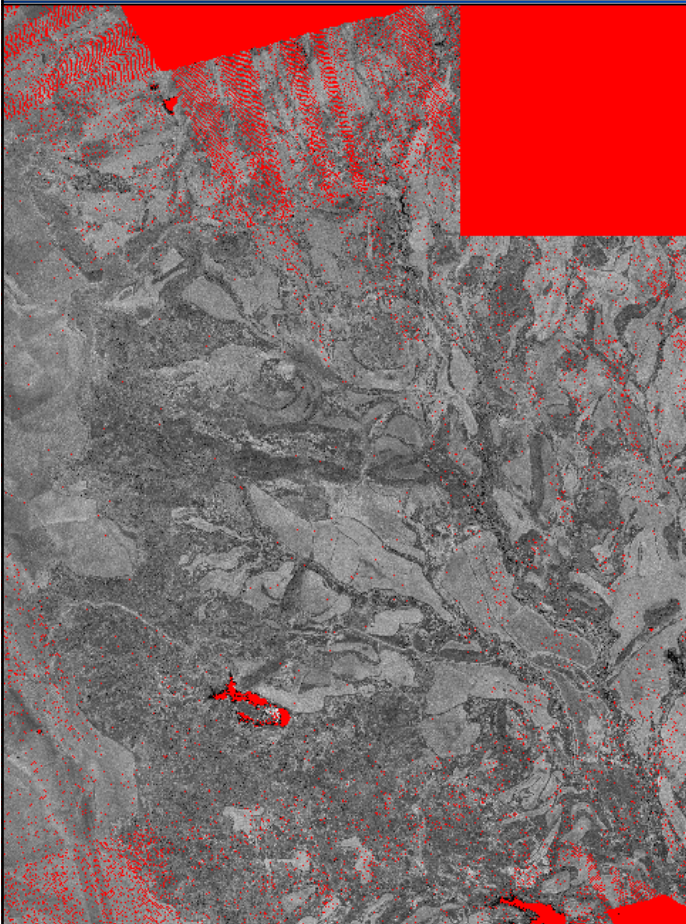


5. Análisis ficheros LAS

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

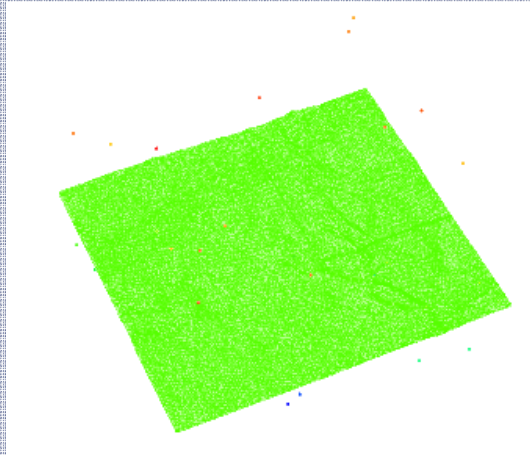
Análisis ficheros LAS

	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.

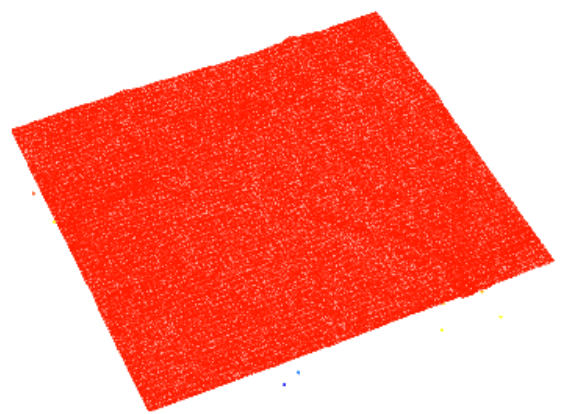
Vista de los puntos LIDAR en 3D coloreados por altura

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:

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



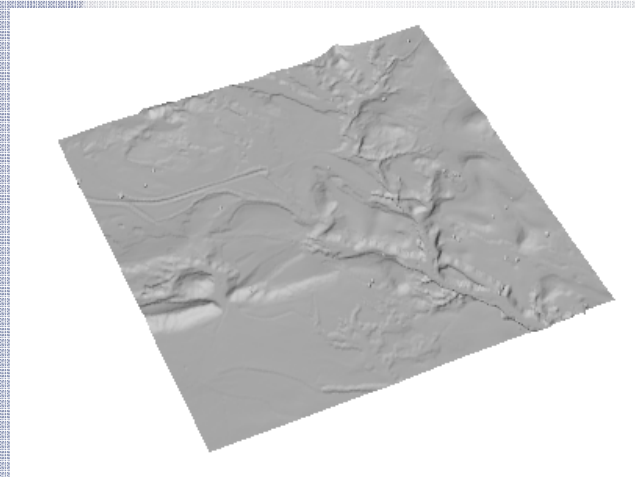
6.1. Filtrado de los datos para eliminar los datos LiDAR por encima del suelo

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

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.

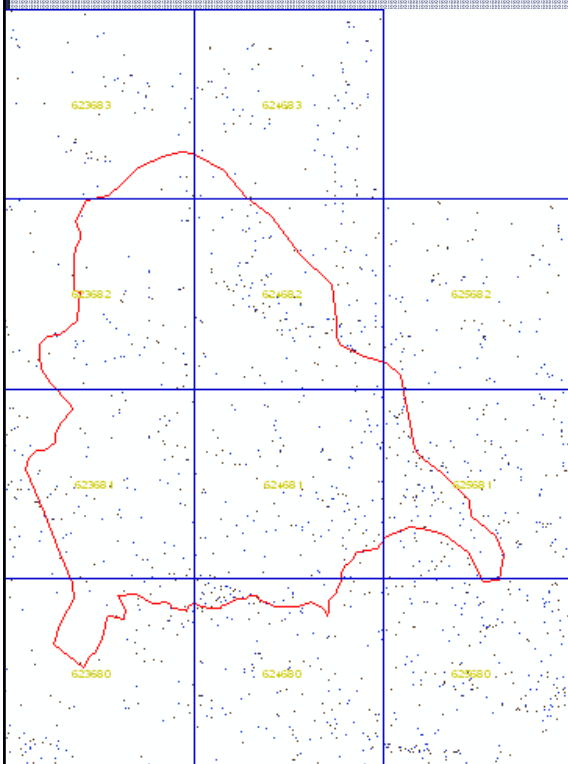
6.2. Crear la superficie de Tierra desnuda del suelo desde los retornos LiDAR

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

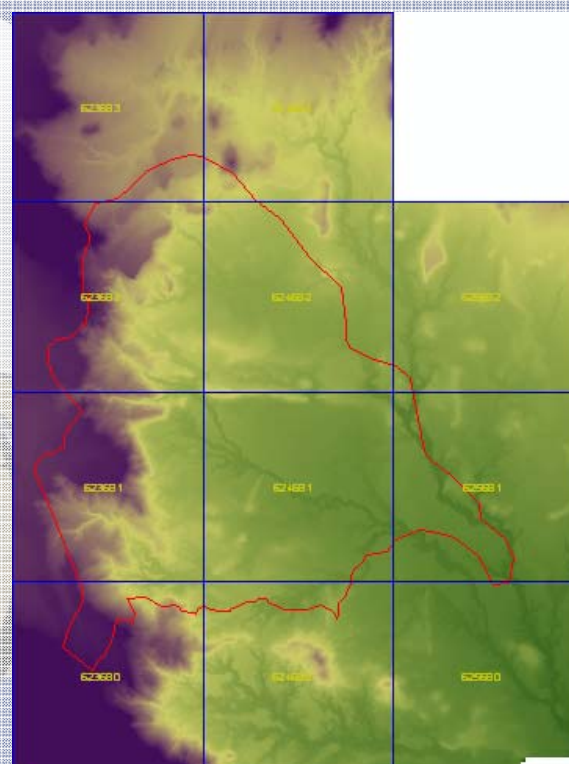
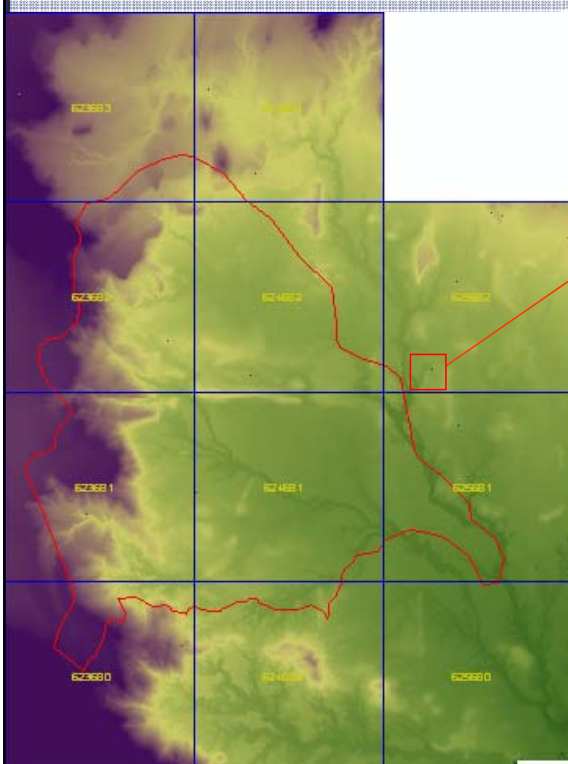


Ahora vamos a empezar a ver la forma del MDT, para la red hidráulica.

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).

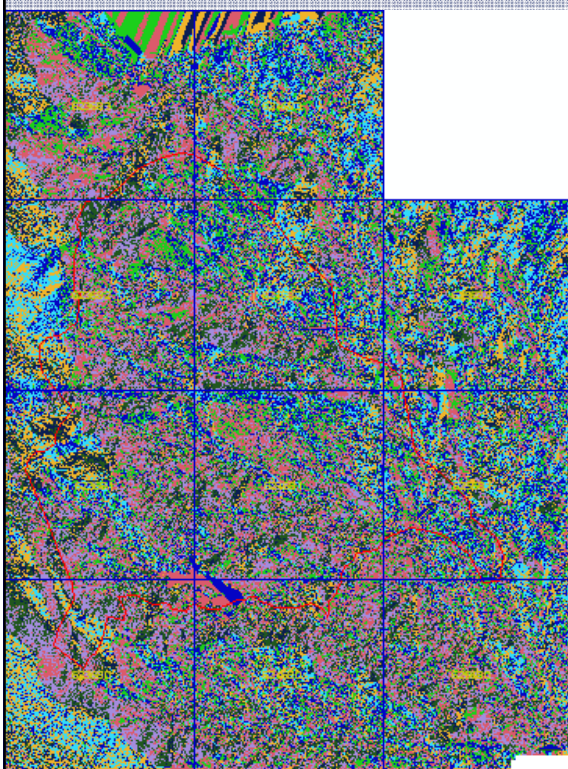
Vista en planta de todos los sumideros.

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.

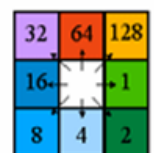
Vista en planta del MDT sin sumideros.



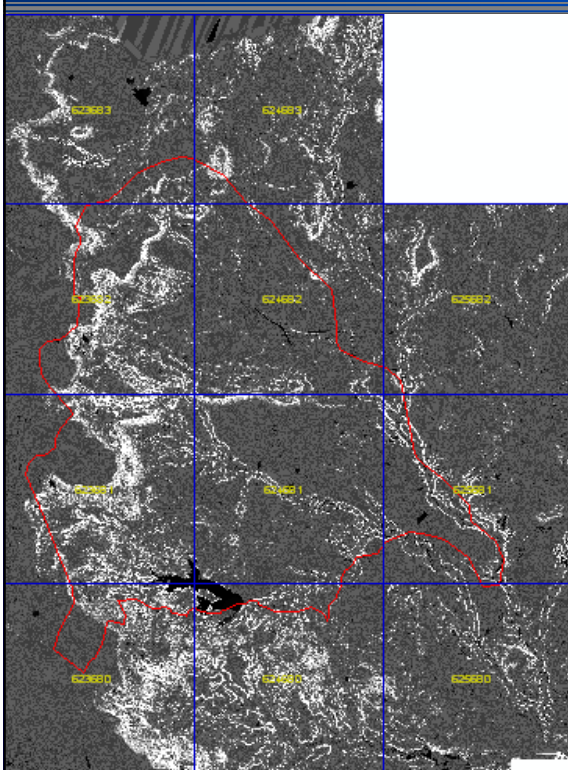
Vista de los pixeles codificados según la dirección de flujo

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.



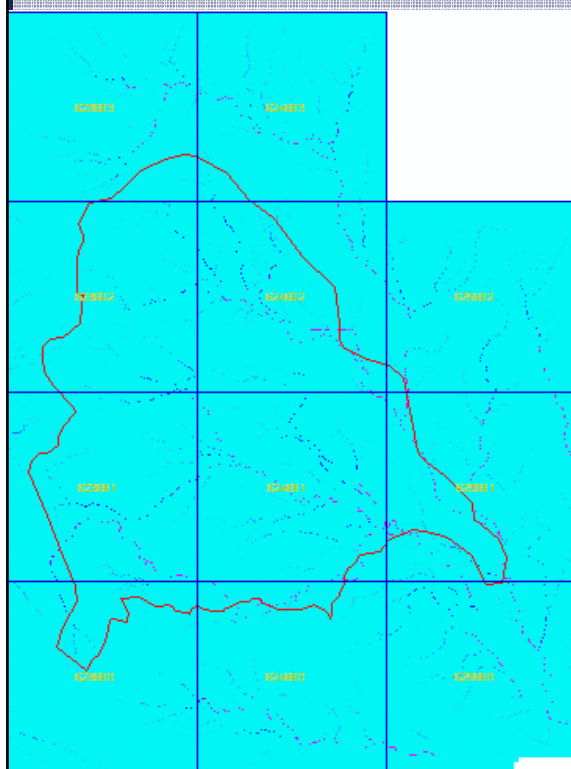
Codificación de Dirección



Sentido del flujo

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

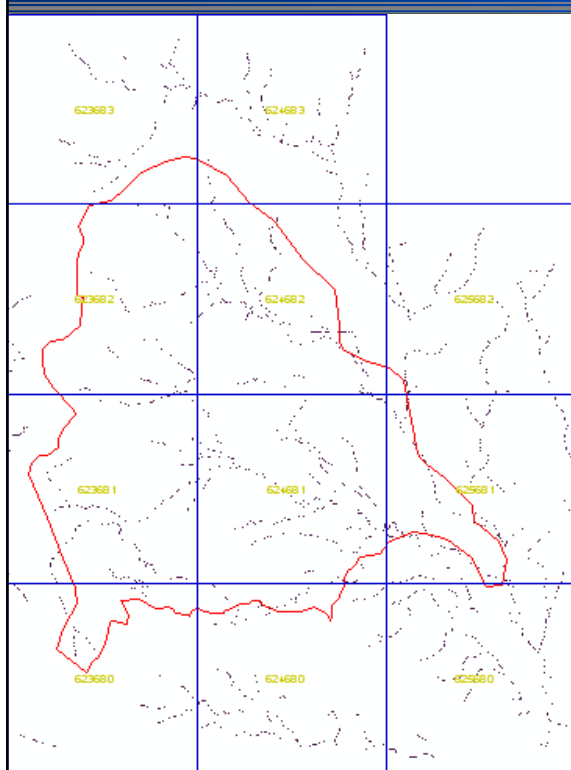
El sentido del flujo es una capa esencial necesaria para derivar características de la cuenca.



Acumulación de flujo

7. Generar una red hidráulica desde un MDT LiDAR

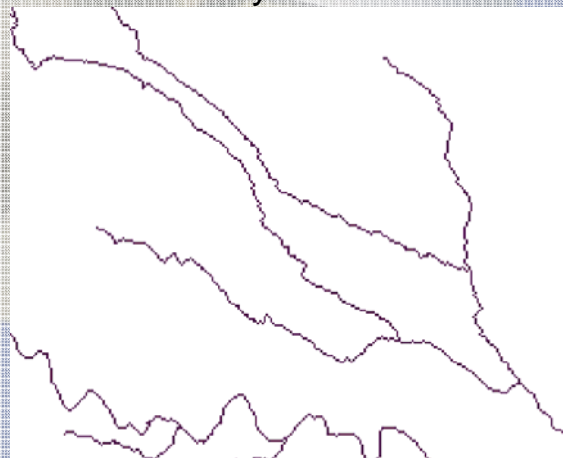
Una vez que tenemos el sentido del flujo podemos calcular los valores de acumulación de caudal para ayudar a determinar que celdas están en los corredores de flujo.



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!