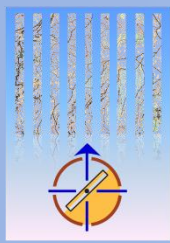


Los ficheros LAS (desde dentro)

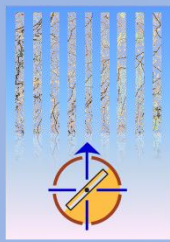
Javier Arufe Varela



Ref. a propiedad intelectual

- **LiDAR-PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional- Xunta de Galicia**
- **© Instituto Geográfico Nacional**
- **PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional**
- **LiDAR-PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional**

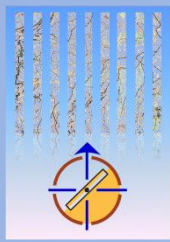
Javier Arufe Varela



Por qué aquí y ahora

- **Clinic con vocación de aportar comunicaciones técnicas complementarias**
- **Validación curricular al Nivel III impone la necesidad de tratar temas con una especificidad que difícilmente encontrarían acomodo en otro tipo de encuentros**
- **Agradecer a quien hace cosas como soporte para que otros hagan mapas**

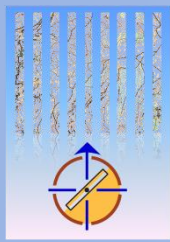
Javier Arufe Varela



Formato LAS. El estándar LiDAR

- Especificado por ASPRS (American Society for Photogrammetry & Remote Sensing)
- Archivo binario con info proveniente del LiDAR
- Nube de puntos tridimensional
- Formato público

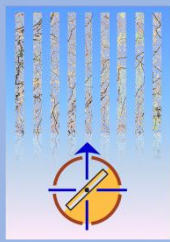
Javier Arufe Varela



Trabajo con LAS

- **Desarrollo de librerías para que 3^{os} gestionen**
 - LAStools, rapidlasso, libLAS, PDAL, etc
- **Herramientas como QGIS, ArcGIS, o el propio OCAD**
- **LAZ ➔ archivos LAS comprimidos**

Javier Arufe Varela

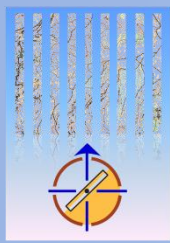


Evolución del LAS

- **ASPRS edita documentos técnicos con versiones del formato del fichero**
- **1.0 en 2003. 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4, en noviembre de 2011**
- **1.4 R13 en julio de 2013**



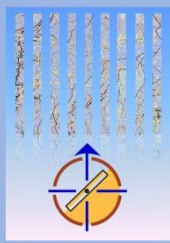
Javier Arufe Varela



LAS Domain Profile

- Desde 2013, posibilidad de personalización
- Objetivo: adaptación a necesidades específicas según el dominio de actuación
- Derivar desde formato 1.4 hacia formatos personalizados añadiendo pero no eliminando
- Por ejemplo, dominio relacionado con batimetría; añade clasificación de puntos para datos batimétricos (topografía submarina)

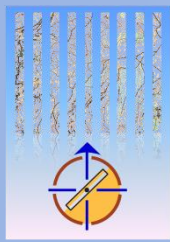
Javier Arufe Varela



Generación de productos

- **1º desde el equipamiento que recoge datos**
- **La empresa encargada de la recogida puede hacer un procesamiento previo**
- **La empresa solicitante puede completar el procesamiento (o no)**
- **El producto se pone a disposición del usuario**
- **Algunos ejemplos de esta presentación:**
 - **IGN, formato 1.2; Xunta de Galicia, 1.1 + RGB**

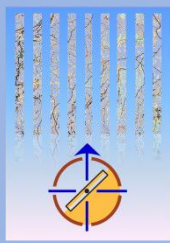
Javier Arufe Varela



Formato LAS 1.0

- Documento técnico (9 páginas)
- Nubes de puntos X, Y, Z, inicialmente LiDAR
- Podría contener nubes de cq. otro origen
- Si LiDAR, admite hasta 5 retornos
- Estructura básica: cabecera + registros de longitud variable (VLR) + datos

Javier Arufe Varela



LAS 1.0. Formatos de puntos

- 2 formatos de puntos, tipo 0 y tipo 1
- Tipo 0:
 - X, Y, Z, intensidad
 - Nº de retorno (1 a 5), nº de retornos
 - Dirección de escaneo, ángulo de escaneo
 - Clasificación del punto (depende de un listado no publicado en este mismo documento)
 - Otros
- Tipo 1: idem + Hora de GPS

Javier Arufe Varela



VLR. Registros de long. variable

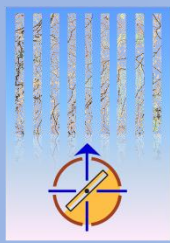
- Estructuras que permiten proporcionar información entre la cabecera identificativa y la nube de puntos
- Puede contener:
 - Info de proyección. 1.0 usa el formato GeoTiff, con varios VLR que definen el sistema de coordenadas
 - Metadatos
 - Datos de la aplicación que genera el fichero

Javier Arufe Varela

Categorías de puntos (en 1.1)

Valor	Significado
0	Creado, nunca clasificado
1	Sin clasificación (se ha realizado clasificación, pero el punto no se ha podido clasificar)
2	Terreno
3	Vegetación baja
4	Vegetación media
5	Vegetación alta
6	Edificación
7	Punto bajo (ruido)
8	Punto-clave de modelo (punto de masa); no se debería de considerar su uso
9	Agua
10	Reservado
11	Reservado
12	Puntos de solape (aquéllos eliminados durante la fusión de líneas de vuelo superpuestas)
13-31	Reservado

Javier Arufe Varela



Formato LAS 1.4

- Documento técnico (28 páginas)
- Si datos LiDAR, admite hasta 15 retornos
- Estructura básica: cabecera + VLR + datos + EVLR (VLR extendidos)
- Clasificación de puntos, hasta 256 categorías
- Mejor resolución en ángulo de escaneo
- Sist. de coords. en WKT (Well-Known Text)
- Soporte para LAS Domain Profile

Javier Arufe Varela



LAS 1.4. Formatos de puntos

- **11 formatos de puntos, tipos 0 a 10**

Tipo 0, base para 0 a 5	Tipo 6, base para 6 a 10
1 = 0 + Hora GPS	6 (ya contiene hora GPS)
2 = 0 + canales R, G y B	7 = 6 + RGB
3 = 2 + Hora GPS	8 = 7 + canal infrarrojo cercano
4 = 1 + paquetes de forma de onda	9 = 6 + paquetes de forma de onda
5 = 3 + paquetes de forma de onda	10 = 7 + paquetes de forma de onda

Javier Arufe Varela



Categorías de puntos en 1.4

Valor	Significado
0	Creado, nunca clasificado
1	Sin clasificación (se ha realizado clasificación, pero el punto no se ha podido clasificar)
2	Terreno
3	Vegetación baja
4	Vegetación media
5	Vegetación alta
6	Edificación
7	Punto bajo (ruido)
8	Punto-clave de modelo (punto de masa); no se debería de considerar su uso
9	Agua
10	Ferrocarril
11	Superficie de carretera
12	Reservado
13	Cableado - protección
14	Cableado - conductor
15	Torre de transmisión
16	Conector de una estructura cableada (por ejemplo, aislante)
17	Plataforma de un puente
18	Ruido alto
19-63	Reservado
64-255	Definibles por el usuario

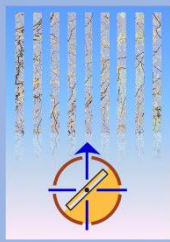
Javier Arufe Varela



VLR. Registros de long. variable

- Estructuras que permiten proporcionar información entre la cabecera identificativa y la nube de puntos
- El formato GeoTiff es reemplazado por WKT

Javier Arufe Varela



EVLR. VLR extendidos

- **VLR en esencia, para mayor carga de datos**
- **Se añaden al final del fichero → eficiencia de procesamiento**
- **Para paquetes de datos de forma de onda**
- **LAS Domain Profile (personalizar el 1.4)**

Javier Arufe Varela



Cabeceras LAS, vista interior

Pos	LAS 1.0	LAS 1.1	LAS 1.2	LAS 1.3	LAS 1.4
0	cFileSignature	char[4]	4 cFileSignature	char[4]	4 cFileSignature
4	nReserved	ulong	4 nFileSourceId	ushort	2 nFileSourceId
6			2 nGlobalEncoding	ushort	2 nGlobalEncoding
8	nProjId1	ulong	4 nProjId1	ulong	4 nProjId1
12	nProjId2	ushort	2 nProjId2	ushort	2 nProjId2
14	nProjId3	ushort	2 nProjId3	ushort	2 nProjId3
16	nProjId4	uchar[8]	8 nProjId4	uchar[8]	8 nProjId4
24	nVersionMajor	uchar	1 nVersionMajor	uchar	1 nVersionMajor
25	nVersionMinor	uchar	1 nVersionMinor	uchar	1 nVersionMinor
26	nSystemIdentifier	char[32]	32 nSystemIdentifier	char[32]	32 nSystemIdentifier
58	nGeneratingSoftware	char[32]	32 nGeneratingSoftware	char[32]	32 nGeneratingSoftware
90	nFileCreationDay	ushort	2 nFileCreationDay	ushort	2 nFileCreationDay
92	nFileCreationYear	ushort	2 nFileCreationYear	ushort	2 nFileCreationYear
94	nHeaderSize	ushort	2 nHeaderSize	ushort	2 nHeaderSize
96	nOffsetToPoint	ulong	4 nOffsetToPoint	ulong	4 nOffsetToPoint
100	nNumberVLR	ulong	4 nNumberVLR	ulong	4 nNumberVLR
104	nPointDataRecordFormat	uchar	1 nPointDataRecordFormat	uchar	1 nPointDataRecordFormat
105	nPointDataRecordLength	ushort	2 nPointDataRecordLength	ushort	2 nPointDataRecordLength
107	nNumberPointRecords	ulong	4 nNumberPointRecords	ulong	4 nLegacyNumberPointRecords
111	nNumberPointsByReturn	ulong[5]	20 nNumberPointsByReturn	ulong[5]	20 nLegacyNumberPointsByReturn
131	nXScaleFactor	double	8 nXScaleFactor	double	8 nXScaleFactor
139	nYScaleFactor	double	8 nYScaleFactor	double	8 nYScaleFactor
147	nZScaleFactor	double	8 nZScaleFactor	double	8 nZScaleFactor
155	nXOffset	double	8 nXOffset	double	8 nXOffset
163	nYOffset	double	8 nYOffset	double	8 nYOffset
171	nZOffset	double	8 nZOffset	double	8 nZOffset
179	nMaxX	double	8 nMaxX	double	8 nMaxX
187	nMinX	double	8 nMinX	double	8 nMinX
195	nMaxY	double	8 nMaxY	double	8 nMaxY
203	nMinY	double	8 nMinY	double	8 nMinY
211	nMaxZ	double	8 nMaxZ	double	8 nMaxZ
219	nMinZ	double	8 nMinZ	double	8 nMinZ
227				nStartWaveform	ulonglong
235					nStartEVLR
243					nNumberEVLR
247					nNumberPointRecords
255					nNumberPointsByReturn
		227	227	227	235
					375

Javier Arufe Varela

Cabeceras LAS, vista exterior

Fichero de entrada
D:\Descargas\LAS\Ejemplos\ignforgo.las

Examinar

Analizar Cabecera

Versión 1.2

Tam. Cabecera 227

Offset puntos 229

Num. VLR 0

Año creación 2012

Formato punto 3

Tam. Reg. Punto 34

Factor escala 0.01; 0.01; 0.01

Offset -0.0; -0.0; -0.0

Límite X 578000.0; 579999.99

Límite Y 4814000.0; 4815999.99

Límite Z 176.79; 601.02

Num. Puntos 5707595

Retorno	Puntos
1	5456731
2	246499
3	4315
4	50
5	0
6	
7	
8	

Javier Arufe Varela

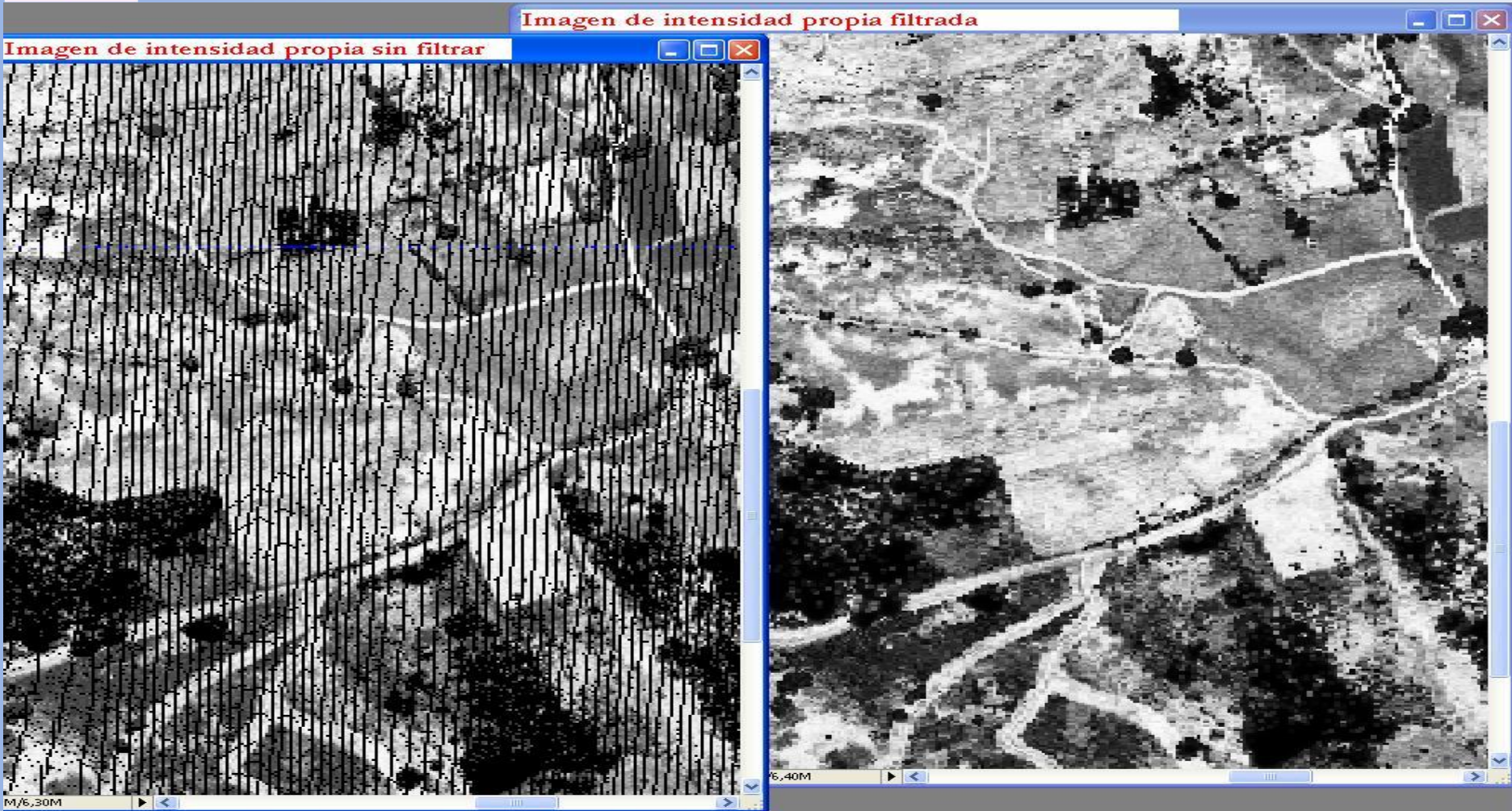


VLR LAS, vista interior

LAS 1.0			LAS 1.1			LAS 1.2			LAS 1.3			LAS 1.4		
0	nRecSignature (0xAABB)	ushort	2	nReserved	ushort	2	nReserved	ushort	2	nReserved	ushort	2	nReserved	ushort
2	cUserId	char[16]	16	cUserId	char[16]	16	cUserId	char[16]	16	cUserId	char[16]	16	cUserId	char[16]
18	nRecId	ushort	2	nRecId	ushort	2	nRecId	ushort	2	nRecId	ushort	2	nRecId	ushort
20	nRecLenAfter	ushort	2	nRecLenAfter	ushort	2	nRecLenAfter	ushort	2	nRecLenAfter	ushort	2	nRecLenAfter	ushort
22	cDescription	char[32]	32	cDescription	char[32]	32	cDescription	char[32]	32	cDescription	char[32]	32	cDescription	char[32]
54			54			54			54			54		
"+Contenido"			"+Contenido"			"+Contenido"			"+Contenido"			"+Contenido"		
Point data start Signature 0xCCDD			Point data start Signature No existe			Point data start Signature No existe			Point data start Signature No existe			Point data start Signature No existe		
Geotiff			Geotiff			Geotiff			Geotiff			Geotiff o WKT		
Formatos 0, 1			Formatos 0, 1			Formatos 0, 1, 2, 3			Formatos 0, 1, 2, 3, 4, 5			Formatos 0 a 10		
									EVL: 1 (Waveform) Idem que VLR excepto: nRecLenAfter, ulonglong, 8			EVL: varios Idem que VLR excepto: nRecLenAfter, ulonglong, 8		

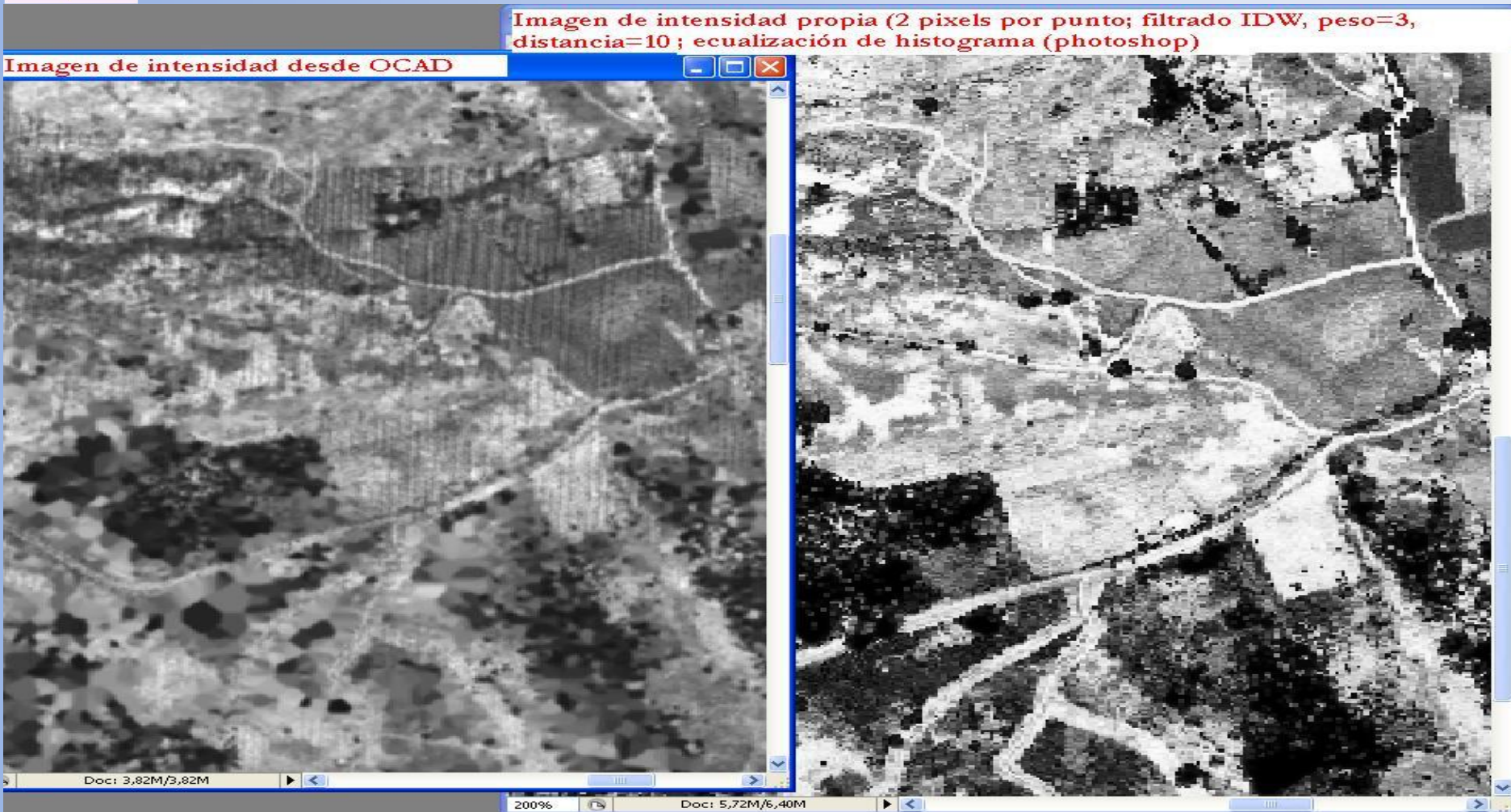
Javier Arufe Varela

Imagen de intensidad propia



Javier Arufe Varela

Intensidad OCAD vs propia



Javier Arufe Varela

Intensidad vs RGB vs Orto



Javier Arufe Varela



Algunos filtros (1)



Javier Arufe Varela



Algunos filtros (2)



Javier Arufe Varela



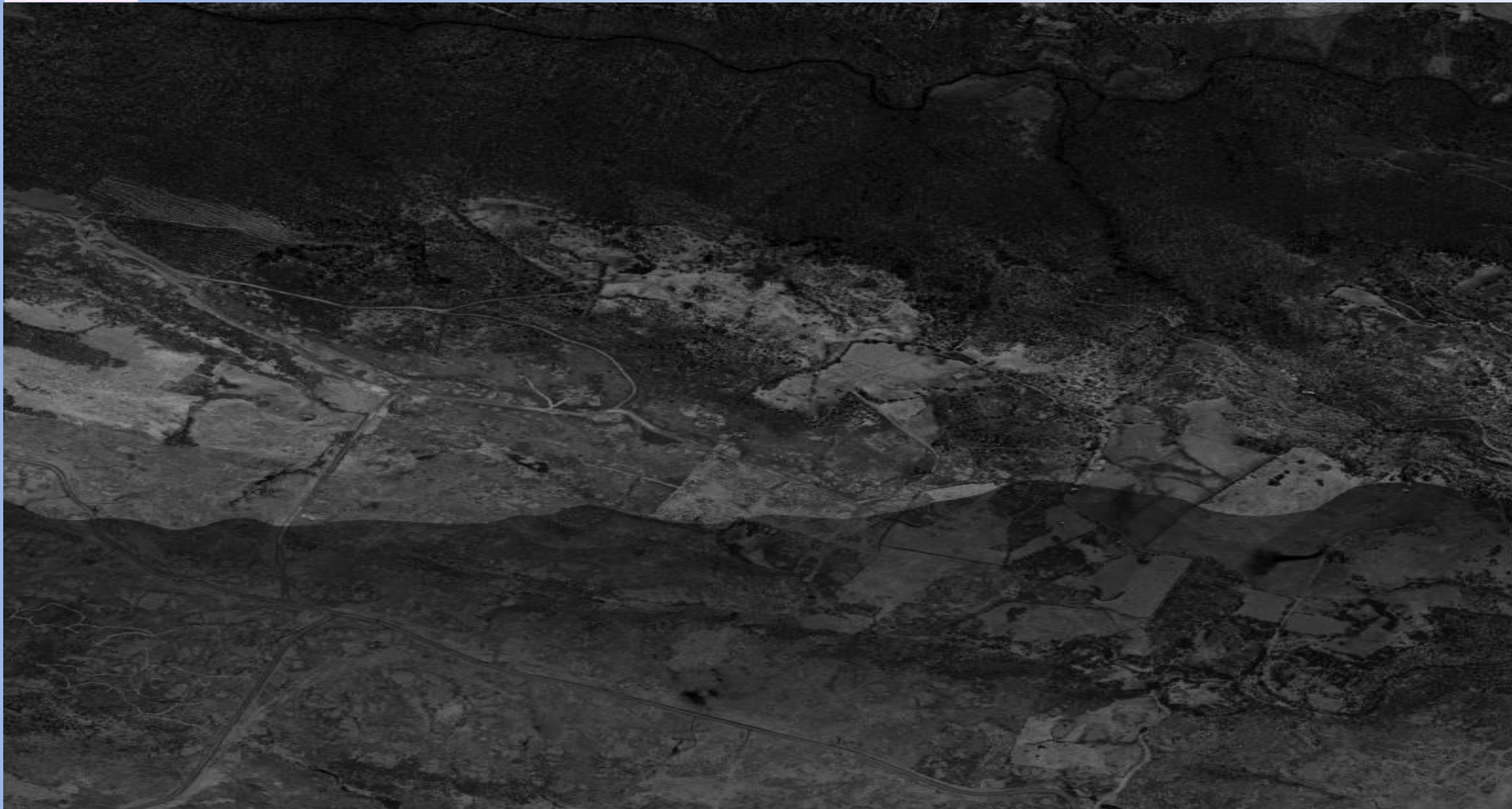
Algunos filtros (3)



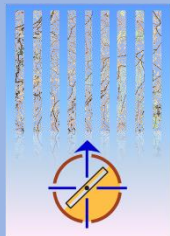
Javier Arufe Varela



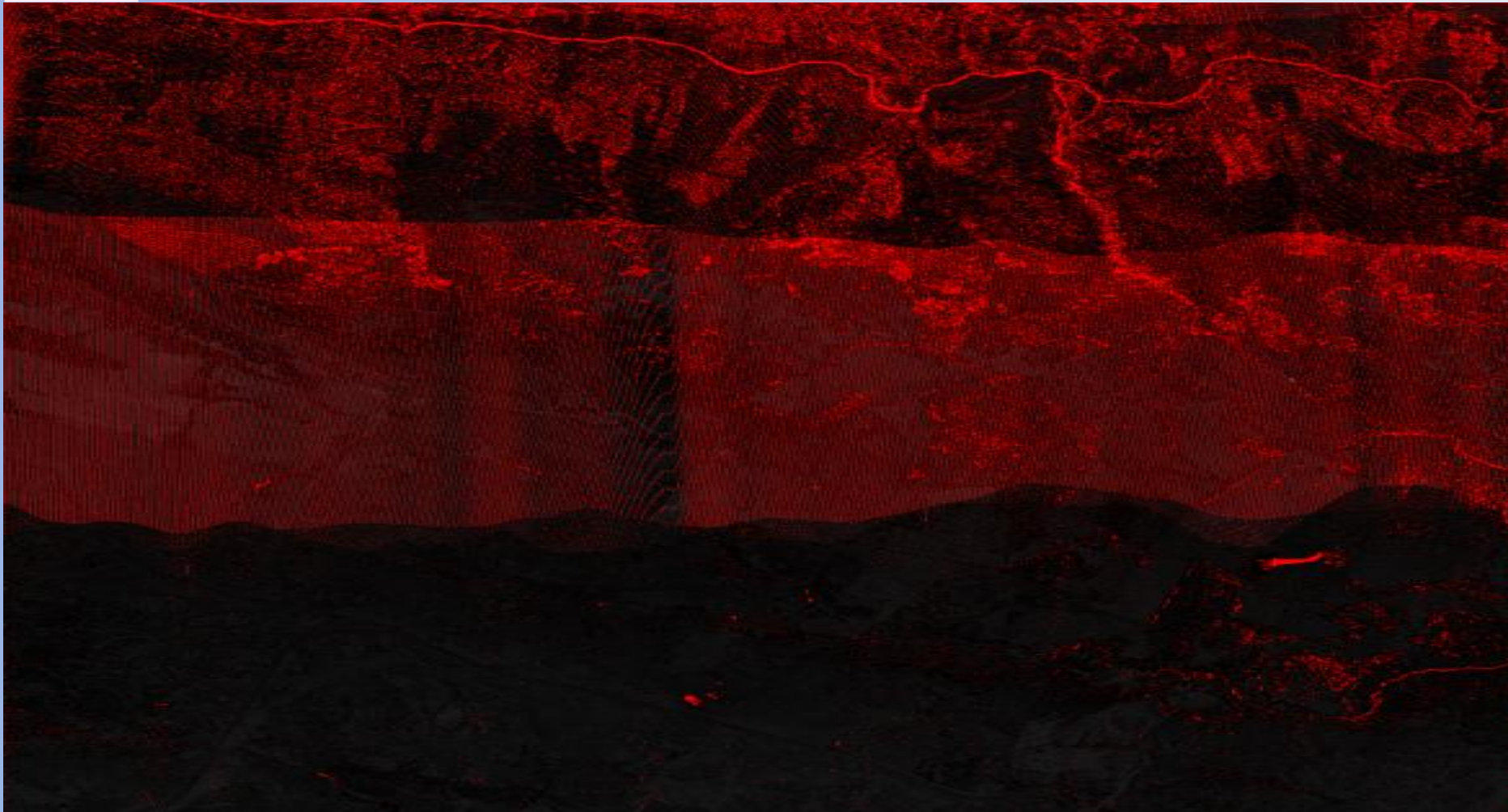
Algunos filtros (4)



Javier Arufe Varela

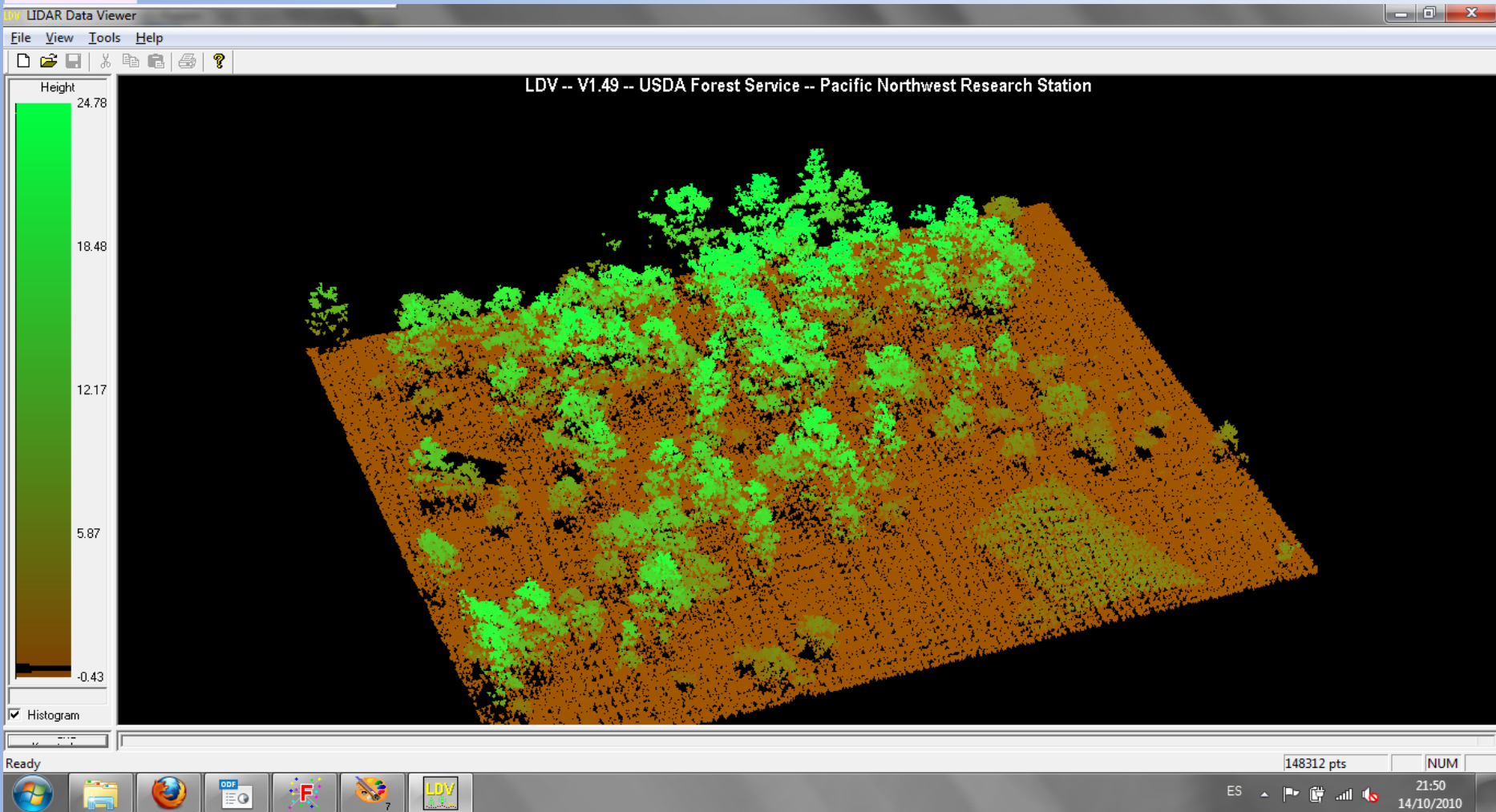


Algunos filtros (5)



Javier Arufe Varela

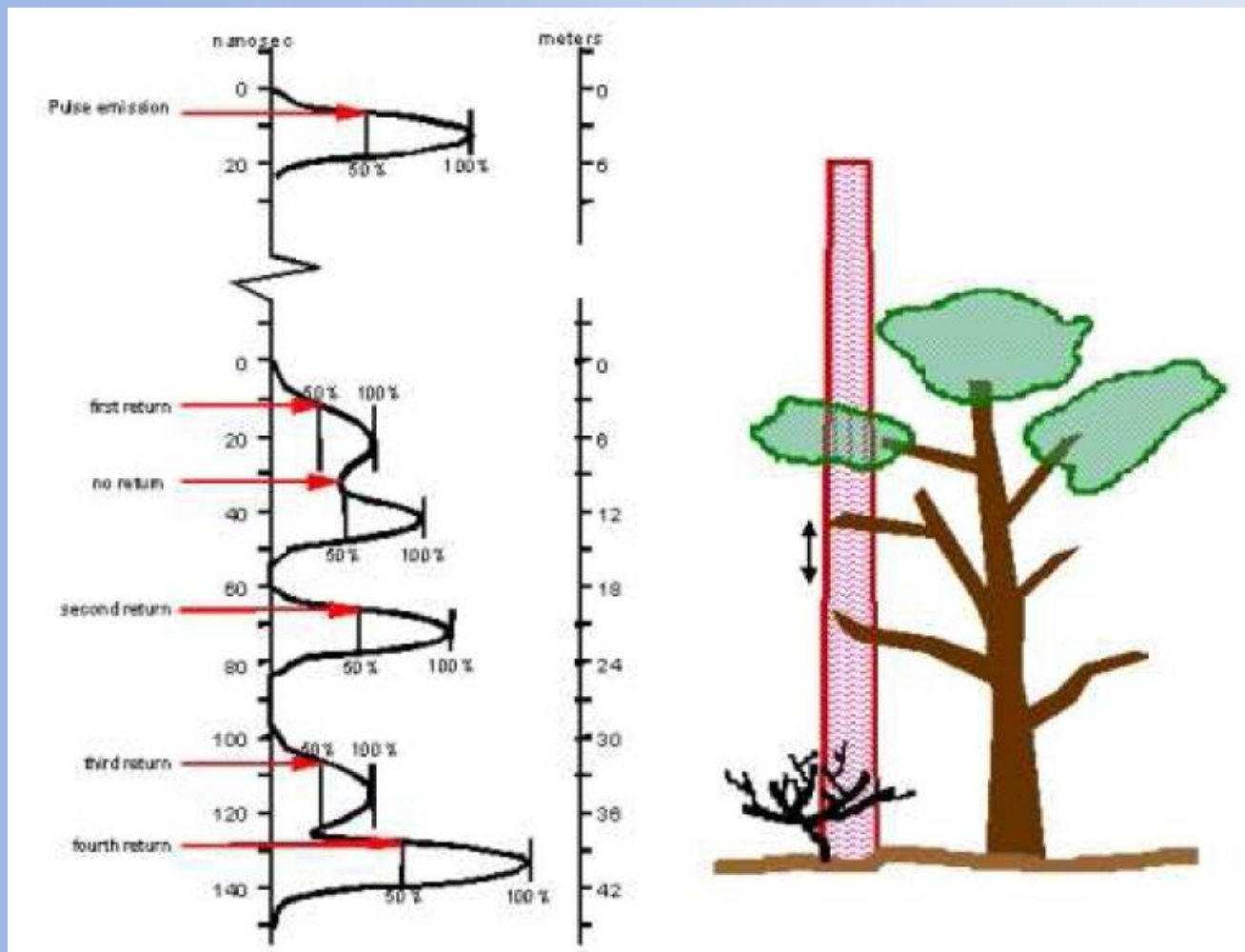
Visión en 3D



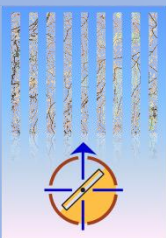
Javier Arufe Varela



Anexo. Forma de onda LiDAR



Javier Arufe Varela



Anexo. Estructura WKT

Coordinate System WKT

```
<coordinate system> = <horz cs> | <geocentric cs> | <vert cs> | <compd cs> | <fitted cs> | <local cs>
<horz cs> = <geographic cs> | <projected cs>
<projected cs> = PROJCS["<name>", <geographic cs>, <projection>, {<parameter>,* <linear unit> {,<twinn axes>}{,<authority>}}]
<projection> = PROJECTION["<name>" {,<authority>}]
<geographic cs> = GEOGCS["<name>", <datum>, <prime meridian>, <angular unit> {,<twinn axes>}{,<authority>}]
<datum> = DATUM["<name>", <spheroid> {,<to wgs84>}{,<authority>}]
<spheroid> = SPHEROID["<name>", <semi-major axis>, <inverse flattening> {,<authority>}]
<semi-major axis> = <number>
<inverse flattening> = <number>
<prime meridian> = PRIMEM["<name>", <longitude> {,<authority>}]
<longitude> = <number>
<angular unit> = <unit>
<linear unit> = <unit>
<unit> = UNIT["<name>", <conversion factor> {,<authority>}]
<conversion factor> = <number>
<geocentric cs> = GEOCCS["<name>", <datum>, <prime meridian>, <linear unit> {,<axis>, <axis>, <axis>}{,<authority>}]
<authority> = AUTHORITY["<name>", "<code>"]
<vert cs> = VERT_CS["<name>", <vert datum>, <linear unit>, {<axis>}, {,<authority>}]
<vert datum> = VERT_DATUM["<name>", <datum type> {,<authority>}]
<datum type> = <number>
<compd cs> = COMPD_CS["<name>", <head cs>, <tail cs> {,<authority>}]
<head cs> = <coordinate system>
<tail cs> = <coordinate system>
<twinn axes> = <axis>, <axis>
<axis> = AXIS["<name>", NORTH | SOUTH | EAST | WEST | UP | DOWN | OTHER]
<to wgs84> = TOWGS84[<seven param>]
<seven param> = <dx>, <dy>, <dz>, <ex>, <ey>, <ez>, <ppm>
<dx> = <number>
<dy> = <number>
<dz> = <number>
<ex> = <number>
<ey> = <number>
<ez> = <number>
<ppm> = <number>
<fitted cs> = FITTED_CS["<name>", <to base>, <base cs>]
<to base> = <math transform>
<base cs> = <coordinate system>
<local cs> = LOCAL_CS["<name>", <local datum>, <unit>, <axis>, {,<axis>} * {,<authority>}]
<local datum> = LOCAL_DATUM["<name>", <datum type> {,<authority>}]
```

```
COMPD_CS["OSGB36 / British National Grid + ODN",
  PROJCS["OSGB 1936 / British National Grid",
    GEOGCS["OSGB 1936",
      DATUM["OSGB 1936",
        SPHEROID["Airy 1830",6377563.396,299.3249646,AUTHORITY["EPSG","7001"]],
        TOWGS84[375,-111,431,0,0,0,0],
        AUTHORITY["EPSG","6277"]],
      PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]],
      UNIT["DMSH",0.0174532925199433,AUTHORITY["EPSG","9108"]],
      AXIS["Lat",NORTH],
      AXIS["Long",EAST],
      AUTHORITY["EPSG","4277"]],
    PROJECTION["Transverse Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",49],
    PARAMETER["central_meridian",-2],
    PARAMETER["scale_factor",0.999601272],
    PARAMETER["false_easting",400000],
    PARAMETER["false_northing",-100000],
    UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["E",EAST],
    AXIS["N",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","27700"]],
  VERT_CS["Newlyn",
    VERT_DATUM["Ordnance Datum Newlyn",2005,AUTHORITY["EPSG","5101"]],
    UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Up",UP],
    AUTHORITY["EPSG","5701"]],
  AUTHORITY["EPSG","7405"]]
```

ife Varela