

# Instituto Geográfico Nacional



Premio de las Naciones Unidas - 2013  
UNITED NATIONS PUBLIC SERVICE  
concedido al  
PLAN NACIONAL DE OBSERVACIÓN  
DEL TERRITORIO - P N O T



<http://www.ign.es>

## PNOA-LIDAR

Juan Carlos Ojeda Manrique

S.G. de Geodesia y Cartografía. Unidad de Observación del Territorio

# CONTENIDO DE LA PRESENTACIÓN

1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y diseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

# 1. Introducción al PNOA-IMAGEN

## CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO:

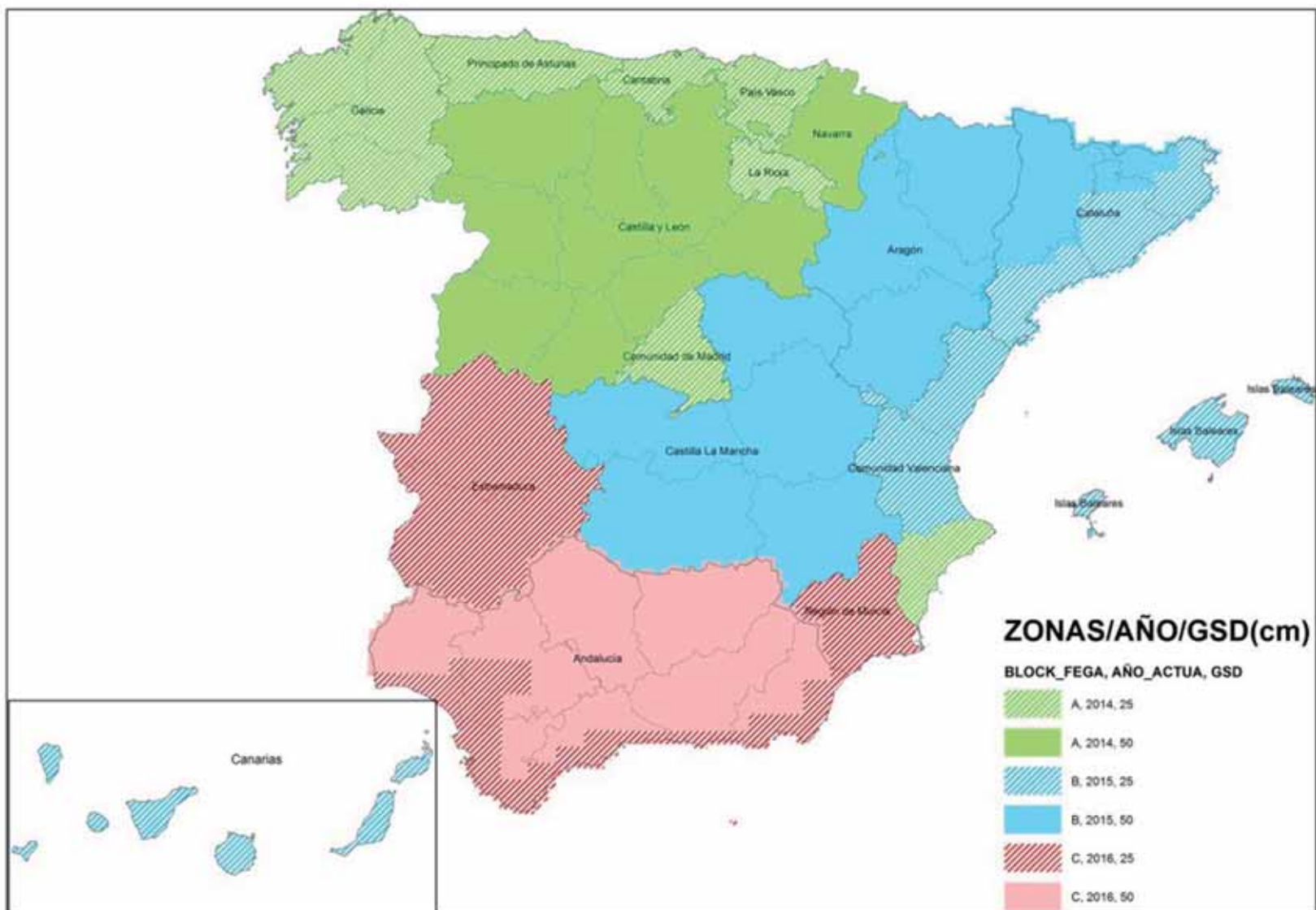
Definidos y consensuados con los usuarios finales: Administración General del Estado (A.G.E.) y Comunidades Autónomas (C.C.A.A.)

## PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

- ✚ **Captura única de imágenes fotográficas** de todo el territorio español para todos los Organismos. Actualmente **cada 3 años**
- ✚ **Cobertura única de ortofotos** de todo el territorio español (**25/50cm**). Actualmente **cada 3 años**.
- ✚ **Cobertura de muy alta resolución** para **zonas de especial interés (10cm)**, según necesidades.
- ✚ **Modelo Digital de Elevaciones** actualizado de todo el territorio español. Actualmente **cada 3 años (GRID 5x5m)**, a partir de datos LiDAR

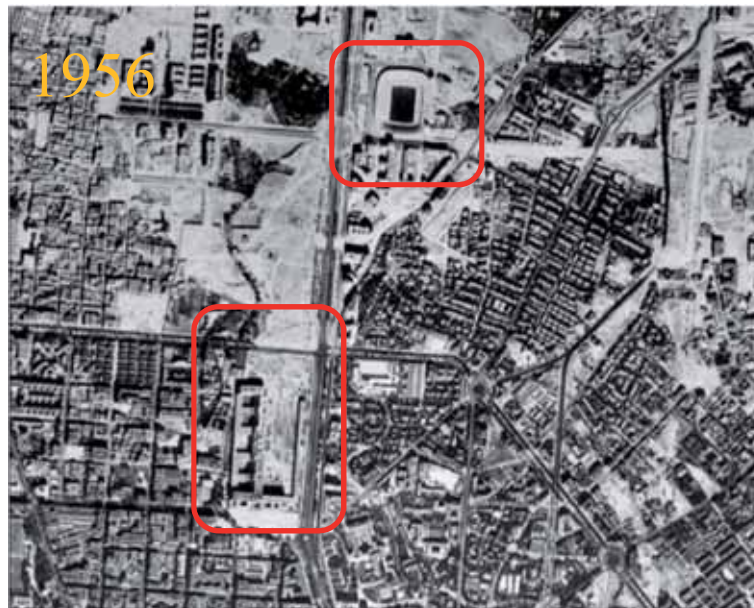
# ❖ Cobertura de ortofoto 25-50cm

## PROYECTO PNOA (2014-2016): Zonas de trabajo.



# 1. Introducción al PNOA-IMAGEN

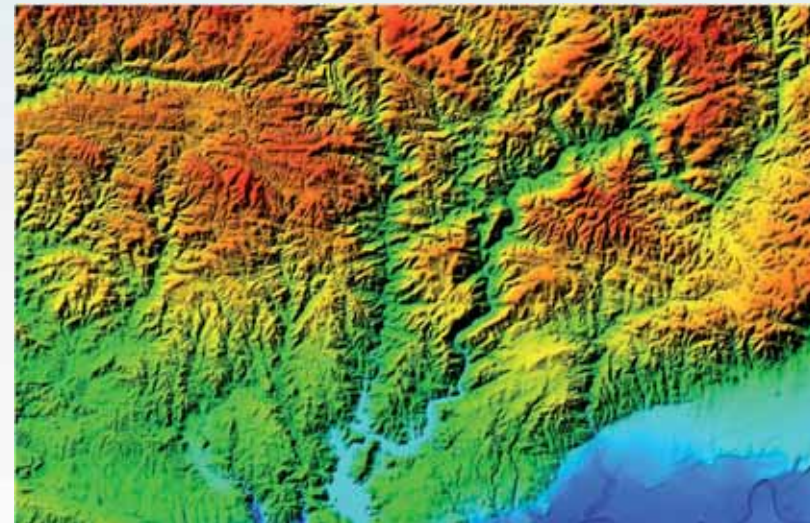
P  
N  
O  
A  
  
H  
I  
S  
T  
O  
R  
I  
C  
O



# 1. Introducción al PNOA-IMAGEN

## Productos y precisiones

	GSD Vuelo (cm)	GSD Ortofoto (cm)	Precisión planimétrica de la ortofoto	Precisión altimétrica del Modelo Digital del Terreno	Paso de malla
<b>PNOA 50 cm</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	$RMSE_{x,y} \leq 1,00 \text{ m}$	$RMSE_z \leq 2,00 \text{ m}$	<b>5mx5m</b>
<b>PNOA 25 cm</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	$RMSE_{x,y} \leq 0,50 \text{ m}$	$RMSE_{x,y} \leq 1,00 \text{ m}$	<b>5mx5m</b>



1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y diseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

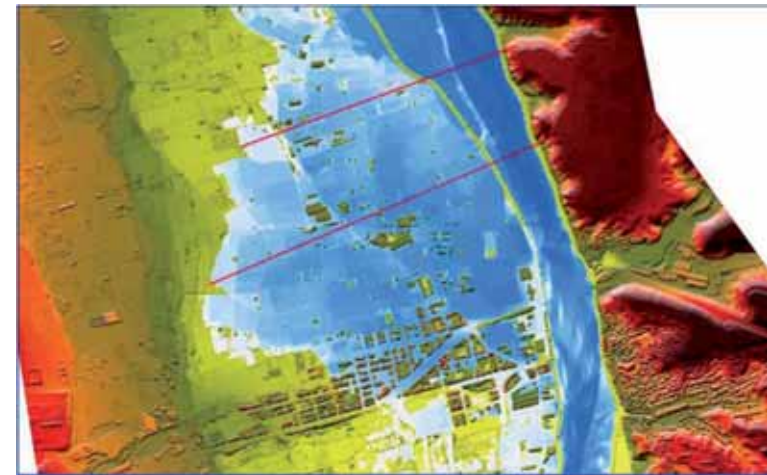
### ¿Cómo comienza la tecnología LiDAR en el proyecto PNOA?

#### Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables

- El Dominio Público Hidráulico mediante criterios hidrológicos, geomorfológicos y ambientales.
- Zona de flujo preferente, que podrá, en caso necesario establecerse como zona de policía.
- Zonas inundables asociadas a distintos períodos de retorno.



Estudios hidráulicos



Zonificación territorial

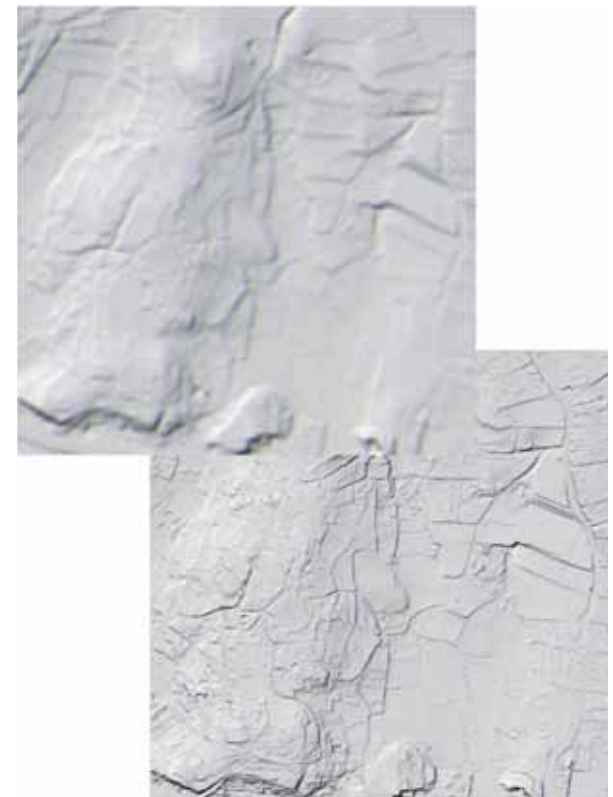




## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

### ¿Por qué es necesaria una cobertura nacional de datos LIDAR?

- Para actualizar los Modelos Digitales del Terreno (MDT), con datos de mayor precisión, debido en algunos casos a **requerimientos legales**:
  - $RMSz < 0,20$  m
  - Realización de cartografía de zonas inundables, pruebas de esfuerzo en centrales nucleares, detección de obstáculos en zonas de influencia de aeropuertos.....
- Para obtener **modelos 3D de vegetación y edificaciones**, que nunca había sido capturados masivamente con una precisión altimétrica tan alta
- Para satisfacer las necesidades de los usuarios respecto a información altimétrica de gran precisión



## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

### OBJETIVOS

- Obtener una cobertura nacional con un  $RMSz < 0,20$  m de todo el territorio, y actualizarla cada **6 años**
- Satisfacer la necesidades de los usuarios, respecto a **datos altimétricos de gran precisión**, para su aplicación en ámbitos multidisciplinares
- Fomentar la **colaboración entre las Administraciones** para utilizar una base de datos altimétrica única, precisa y con un modelo de producción bottom-up
- Buscar **mejoras tecnológicas** en la captura y procesado de los datos, para reducir costes y tiempos de producción
- **Promover** la utilización de los datos LIDAR y los MDT derivados a partir de estos en ámbitos multidisciplinares



## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

Comparación:

MDT25 Restitución Vs MDT05 Correlación: H0261-1



## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

### Comparación

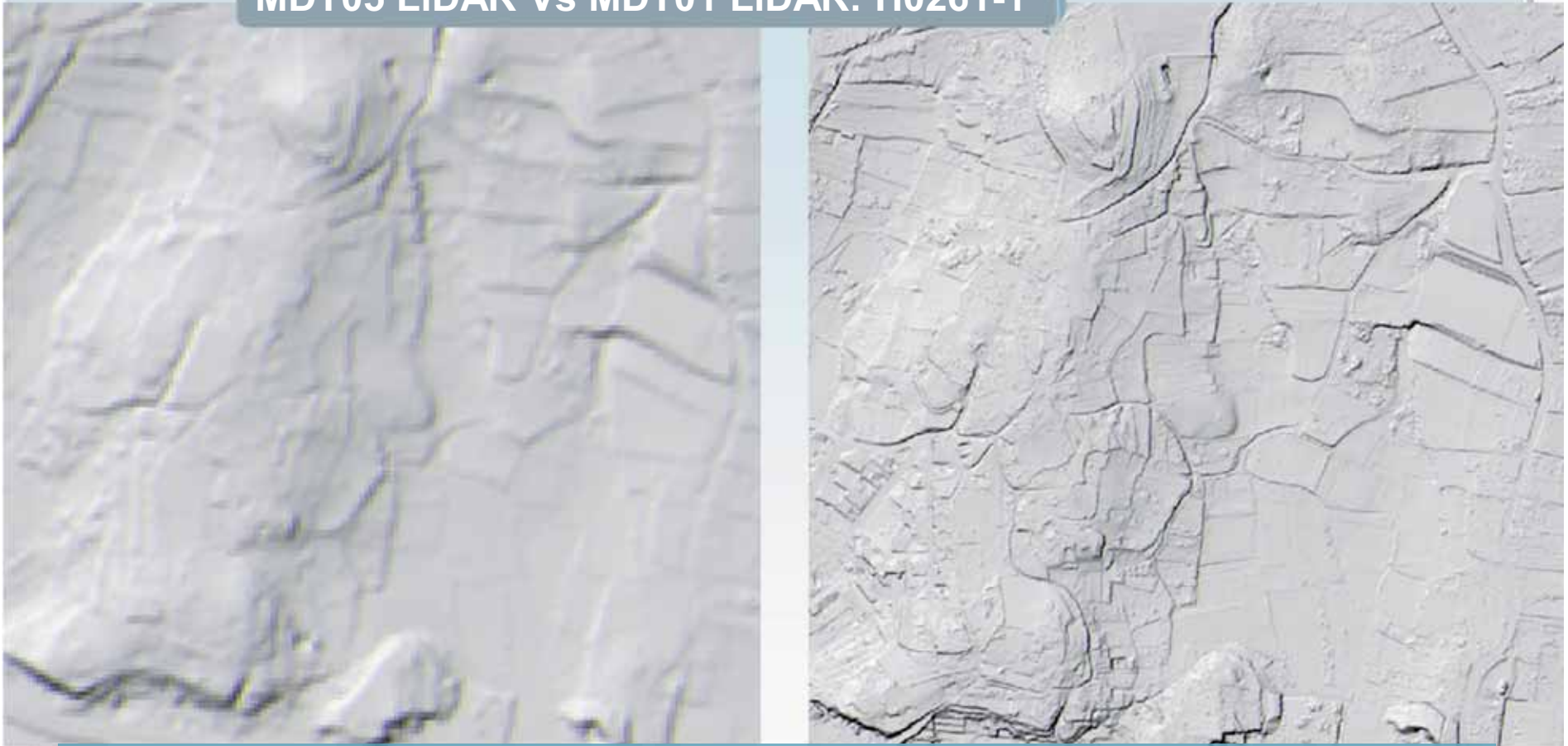
MDT05 Correlación Vs MDT05 LiDAR: H0261-1



## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

### Comparación

MDT05 LiDAR Vs MDT01 LiDAR: H0261-1



Los elementos del terreno son claramente visibles y se identifican mejor

## 2. PNOA-LIDAR. Objetivos

### Comparación

MDT PNOA LiDAR 1m Vs MDT PNOA LiDAR 5m



Los elementos del terreno son claramente visibles y se identifican mejor

1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y disseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

#### Lidar (*Light Detection And Ranging*)

Sensor activo muy similar al Radar, pero que mide la radiación devuelta por la superficie terrestre o por las partículas que componen la atmósfera cuando se ilumina con una fuente de rayos láser (*Sobrino, 2000*).

#### Propiedades:

- Menor longitud de onda que radar, mayor detalle en la observación.
- No penetra en capas espesas como nubes.

#### Tipos en función de la situación de la plataforma:

- **Aerotransportados.** El sensor va situado en una aeronave
- **Mobile.** El sensor va situado en un vehículo
- **Terrestre.** El sensor se sitúa fijo en el terreno sobre un trípode





## 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

Lidar Market: Status and growth Trends

[April 25, 2014]

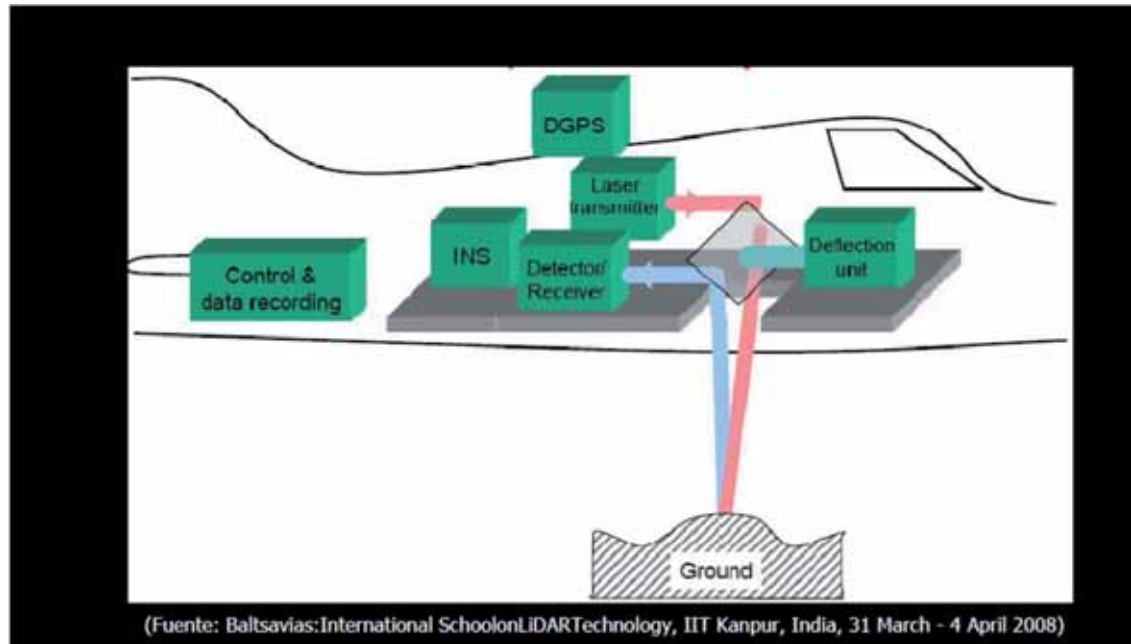
### **Markets and Markets : LiDAR Market expected to Reach \$551.26 Million by 2018**

(M2 PressWIRE Via Acquire Media NewsEdge) According to a new market research report of "LiDAR Market by Components (INS, Laser, GPS/GNSS, Camera, MEMS), Product Types (Airborne, Mobile, Terrestrial), Applications (Corridor Mapping, Forestry, Mining, Topographic Surveying, Volumetric Mapping) - Global Forecasts and Analysis 2013 - 2018 " is is expected to grow at a CAGR of 16.64% from 2013 to 2018 and reach 551.26 million in 2018. The data mentioned is for dedicated LiDAR systems only.

**global market** for lidar services at **\$160 million per year**, with **North America** being the largest market at **\$64 million**, **Rest of World** next at **\$52 million**, and **Europe** accounting for **\$44 million**

# 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

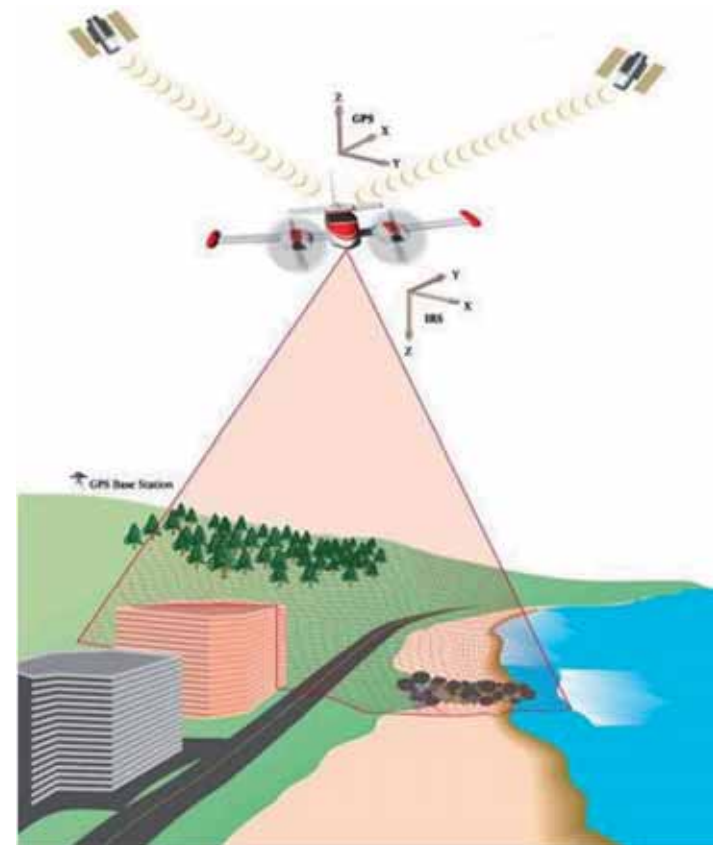
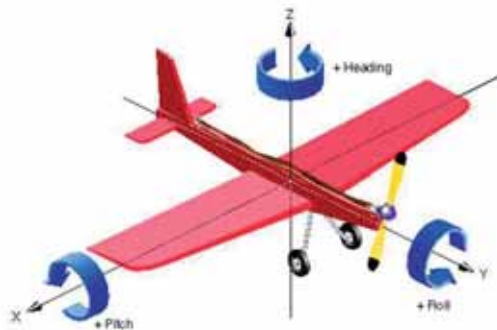
## Componentes de un sistema LiDAR



- **Unidad de medida de distancia**
- **Scanner**
- **GPS**
- **INSS/IMU**
- **Unidad de control y seguimiento**

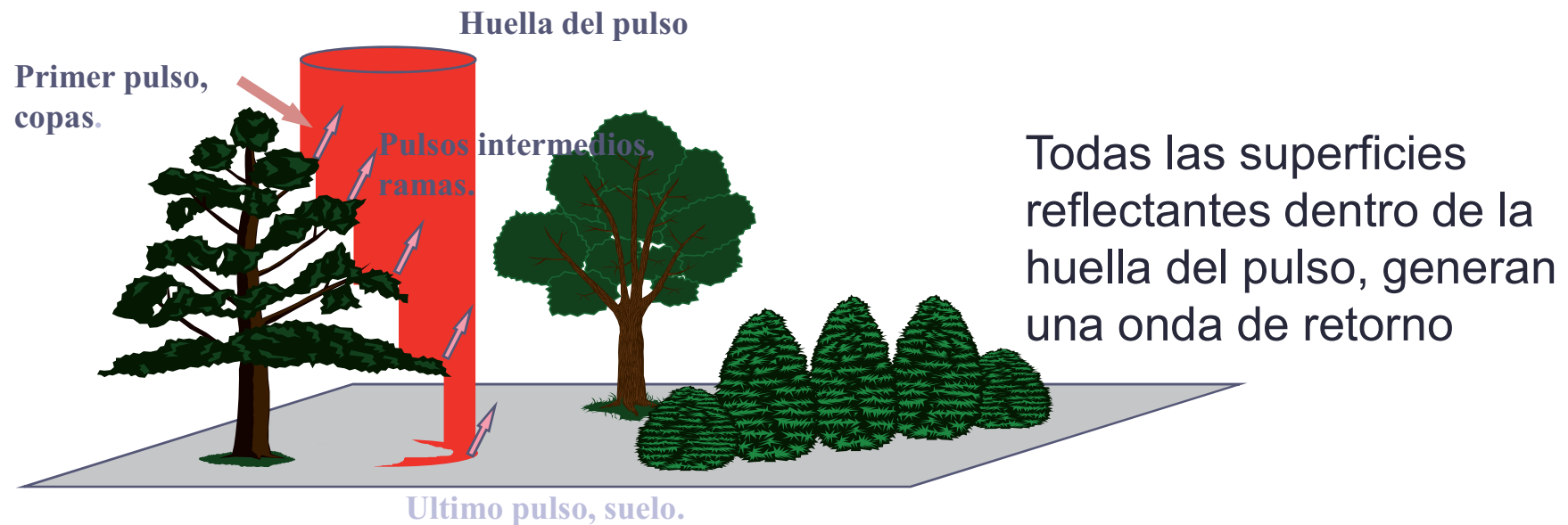
### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

- **El objetivo:** obtener un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de forma directa (MDT, MDS, MDA,.....)
- **Cómo:** utilizando un sensor LIDAR aerotransportado
- **¿Qué necesitamos?:**
  - Distancias y ángulos al terreno: Tiempo de regreso del pulso.
  - Posición del Sensor: GNSS
  - Orientación del Sensor: IMU



### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

- El registro del primer pulso permite describir la superficie (parte más alta) de los objetos, mientras que el registro del último eco se usa para conocer la superficie del suelo
- La capacidad multiretorno se utiliza para detectar vegetación y su altura

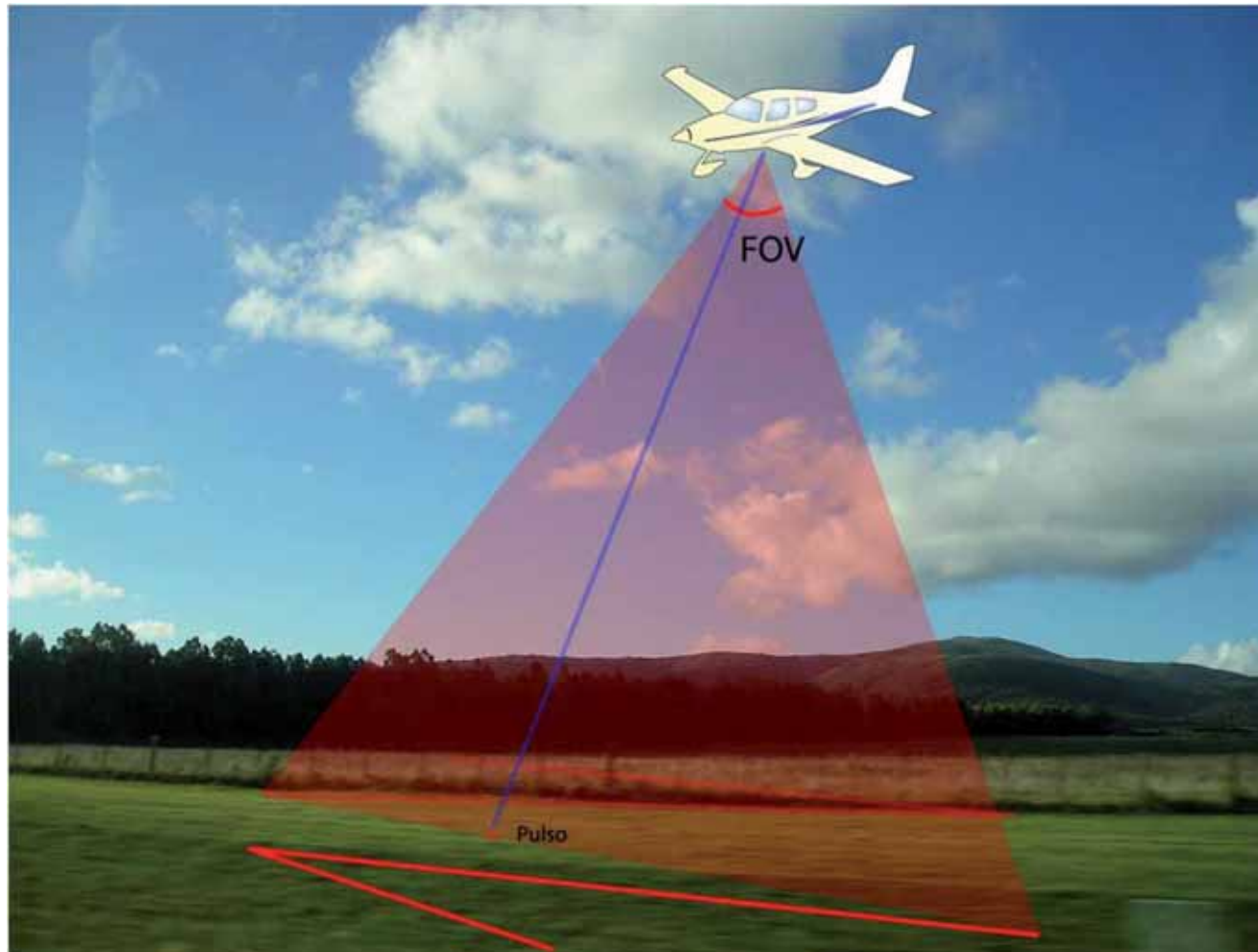


### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

#### Definición de algunos términos utilizados en la planificación de vuelos LIDAR

- **Frecuencia de repetición de pulsos** (PRF) o la **frecuencia del pulso**: número de pulsos por segundo enviados, se suele medir en KHz
- **Frecuencia de barrido** es el tiempo que tarda el espejo en moverse de un lado a otro.
- **Ecos** (algunos los llaman también pulsos): número de pulsos recibido como reflexiones registradas para un pulso enviado.
- **Distancia entre pasadas**: distancia entre línea de vuelo para que exista un recubrimiento transversal
- **Campo de visión (Field Of View, FOV) o ángulo de escaneo**: ángulo transversal al eje de vuelo, en función del cual el Láser cubre o barre una determinado área.

### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA



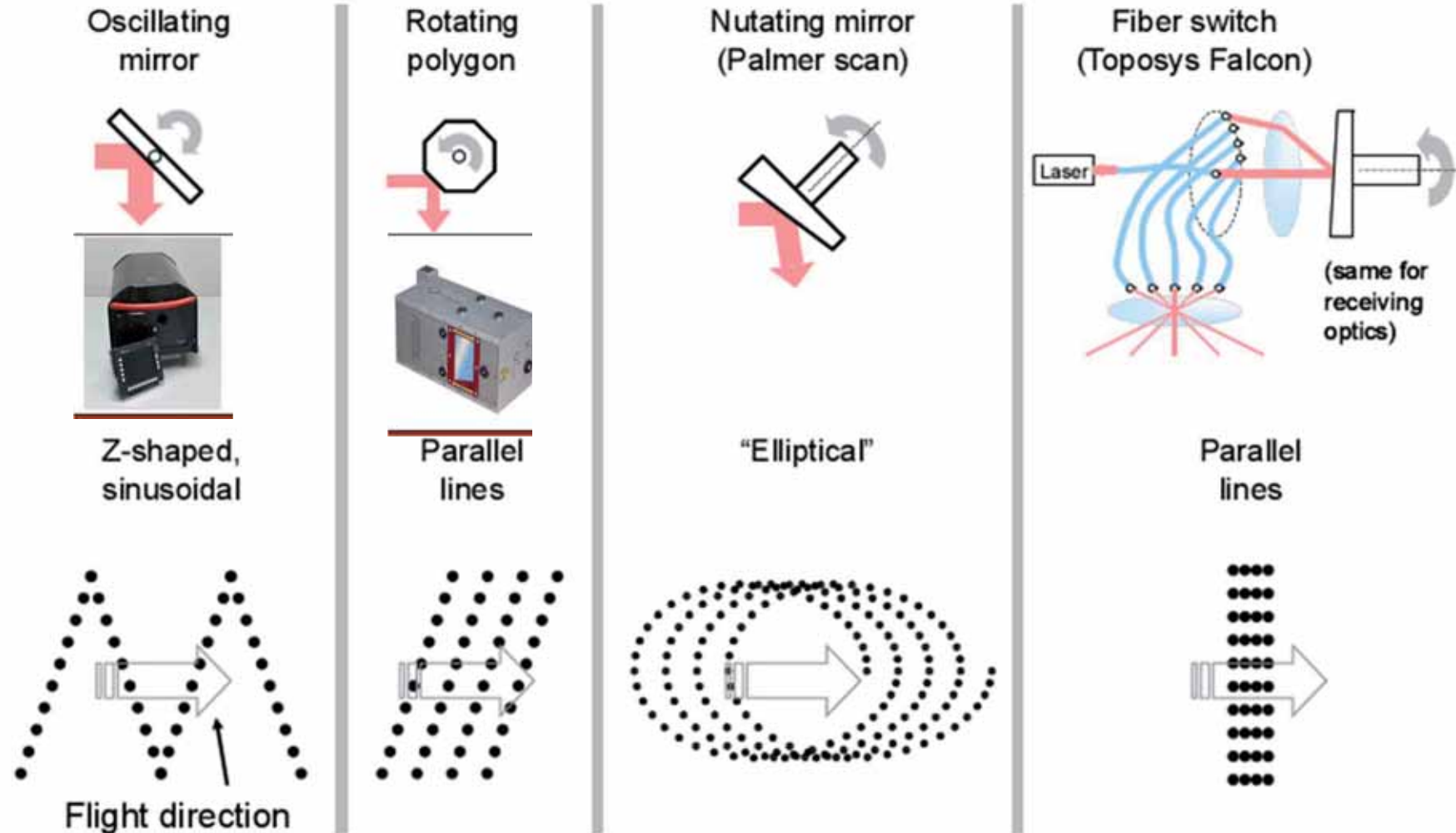
# 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

## SENSORES UTILIZADOS PRIMERA COBERTURA

					
<b>Fabricante</b>	RIEGL	RIEGL	LEICA	OPTECH	OPTECH
<b>Nombre del sensor</b>	RIEGL LMS-Q560	RIEGL LMS-Q680	ALS-60	ALTM Gemini	ALTM Orion
<b>Año de introducción o última modificación</b>	Última actualización Enero 2008	2009	Septiembre 2008	Octubre 2006	Octubre 2008
<b>Metodología de almacenamiento</b>					
<b>Método de escaneo</b>	Prisma rotatorio	Prisma rotatorio	Espejo oscilante	Espejo oscilante	Espejo oscilante
<b>Velocidad de rotación del espejo (frecuencia de escaneo)</b>	10-160 Hz	10-200 Hz	Por encima de 100 Hz	70 Hz	100 Hz
<b>Frecuencia del pulso (min-max) (Hz)</b>	50000-240000 Hz	80000-240000 Hz	20000-200000 Hz	167000 Hz	150000 Hz
<b>Max ang. escaneado (gra) FOV</b>	60 gra	60 gra	75 gra	50 gra	50 gra
<b>Max pulsos grabados</b>	ilimitado	ilimitado	4 (1º-2º-3º y último)	4 rangos	4 rangos
<b>Frecuencia de muestreo del pulso</b>	1 Ghz	1 Ghz	No hay datos	No hay datos	No hay datos
<b>Intensidad de la señal</b>	16 bits	16 bits	8 bits	12 bits	12 bits

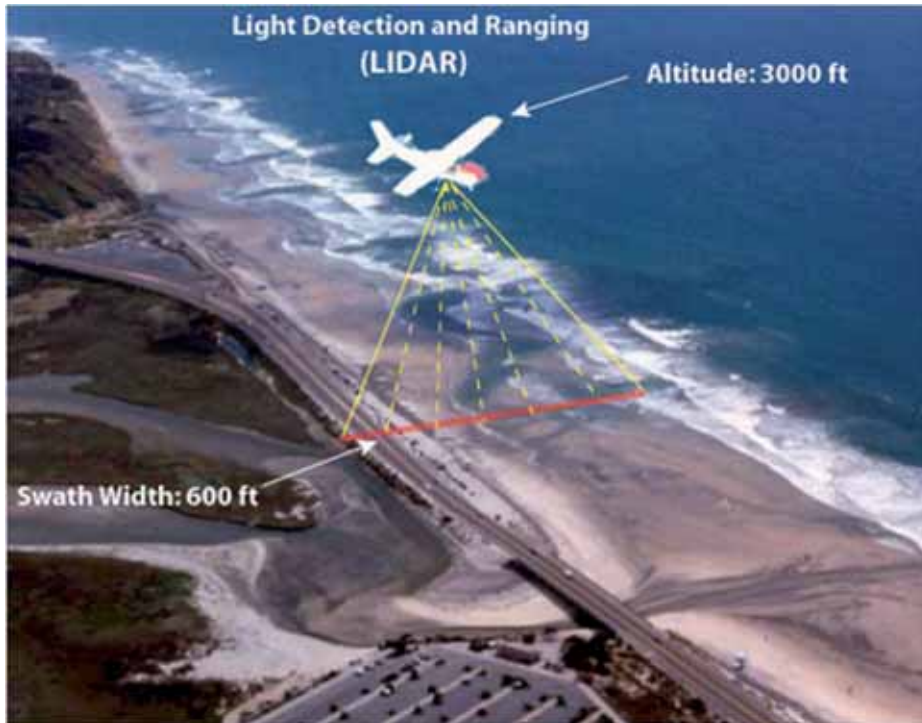
# 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

## Modos de escaneo o barrido

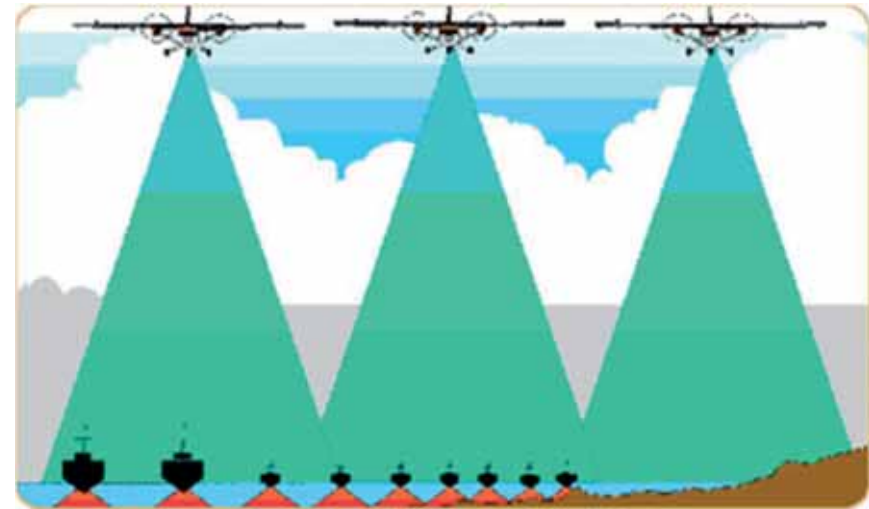




### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA



$\lambda = 700-1550 \text{ nm}$



$\lambda_1 = 700-1300 \text{ nm}$

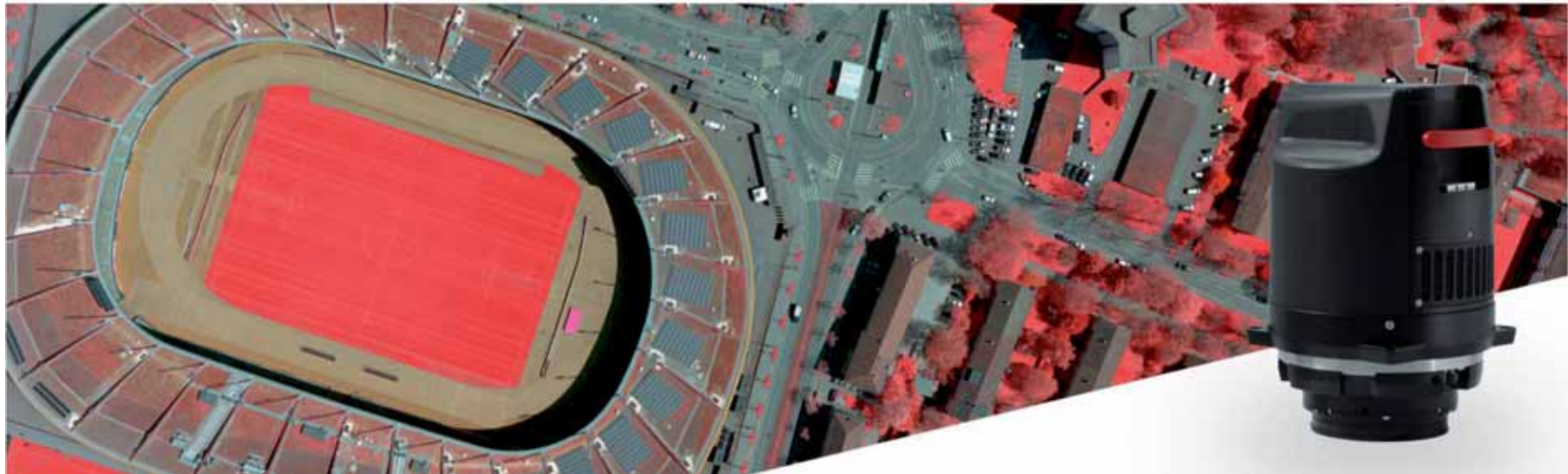
$\lambda_2 = 500-600 \text{ nm}$



### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

Leica RCD30 Medium Format RGBN Camera

80 MP multispectral imagery supporting your UAV and LiDAR surveying missions



**CÁMARAS DE MEDIO FORMATO PARA CAPTURA DE IMAGEN 4 BANDAS (RBGNir), SIMULTÁNEA AL VUELO**

### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA



#### Mobile Mapping System:

- Captura masiva de información con sensores muy precisos(GNSS, IMU, LiDAR y camara)
- Eficiencia en la captura de datos

¿Es útil?



### 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

#### Leica Pegasus:Backpack Wearable Mobile Mapping Solution

The award-winning wearable reality capture platform that collects data indoors, outdoors and underground



¿Es útil?

¿Quién se anima a realizar una prueba?

## 3. La tecnología LiDAR en el PNOA

### LiDAR

- **Sensor activo. Obtención de datos geométricos**
- **Georreferenciación mediante GNSS/INSS**
- **Mejor funcionamiento en zonas urbanas y forestales**
- **Mejor precisión altimétrica que planimétrica**
- **Capacidad de medir pequeños objetos muy reflectantes como cables de alta tensión**
- **La captura no depende del ángulo solar**
- **Capacidad de medición sobre superficies poco contrastadas**
- **No mide en zonas de agua, humedad y determinadas superficies**
- **Procesos de calibración en función del sensor**
- **Velocidad del avión más lenta**

### FOTOGRAMETRÍA

- **Sensor pasivo. Obtención de datos geométricos y espectrales**
- **Georreferenciación mediante GNSS/INSS o posteriormente mediante puntos de apoyo**
- **Obtención de información espectral en zonas de vegetación**
- **Mejor precisión planimétrica que altimétrica**
- **La captura depende del ángulo solar**
- **Fácil determinación de contornos de edificios**
- **Algoritmos de correlación superdensa**

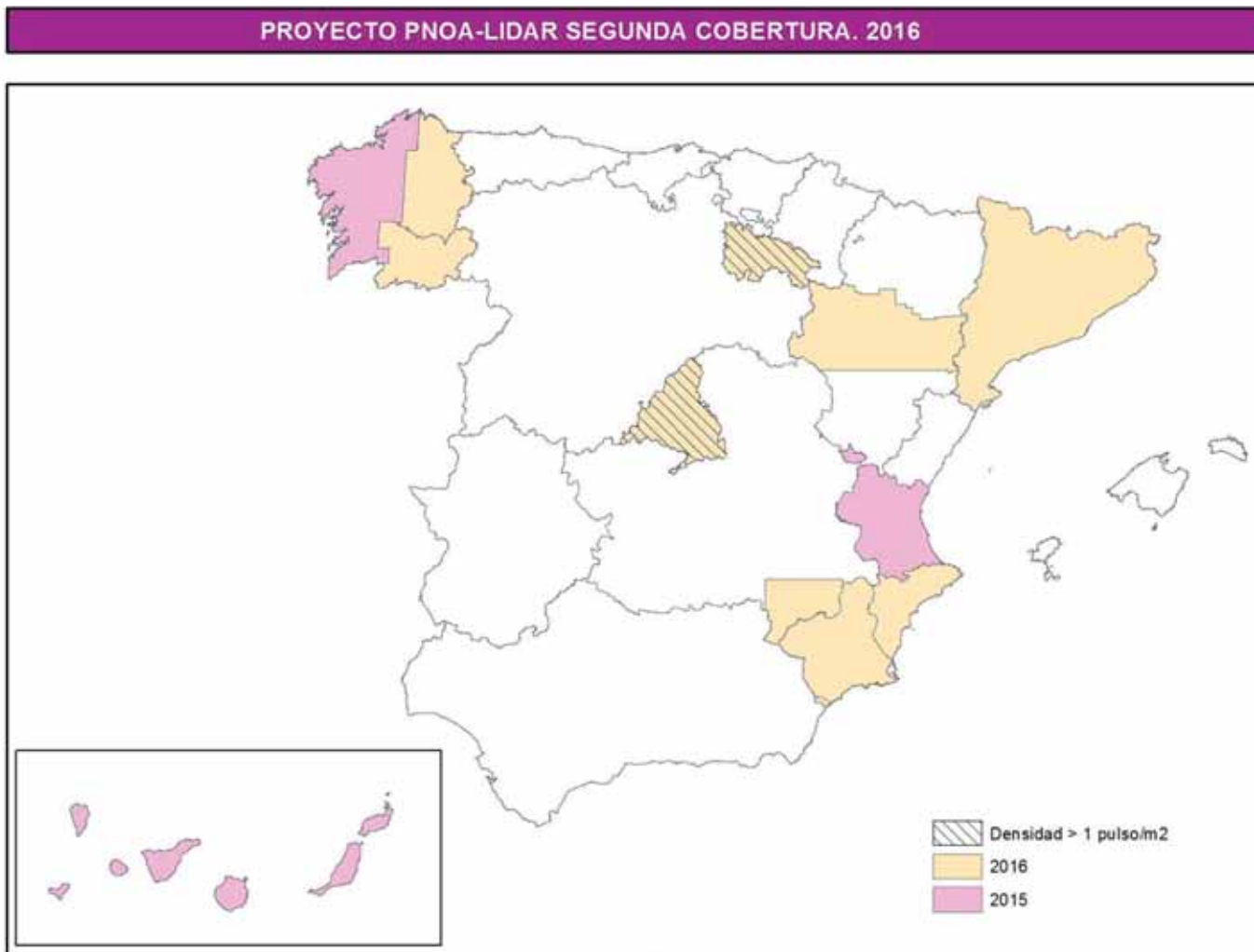
1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y diseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

## 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto



**Periodo de actualización lidar año 1-6, correlación año 3**

## 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto



14 de marzo de 2016



# 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

## REQUERIMIENTOS USUARIOS

Los requerimientos de los usuarios, son plasmados mediante:

- Especificaciones técnicas de vuelo
- Especificaciones técnicas de postproceso

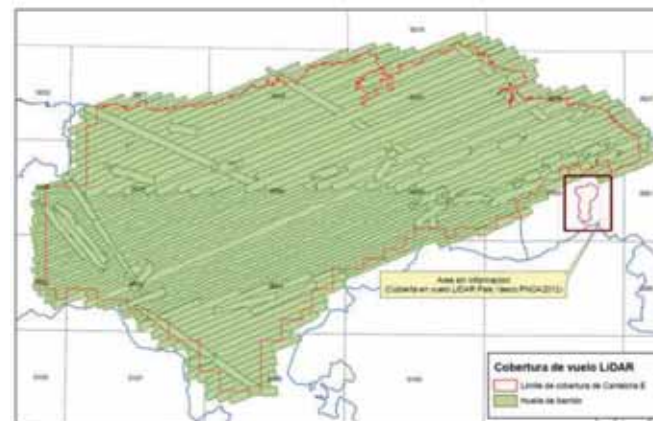


[ftp://dossier\\_pnoa@ftp.pnoa.ign.es/](ftp://dossier_pnoa@ftp.pnoa.ign.es/)

# 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

## FLUJO DE TRABAJO

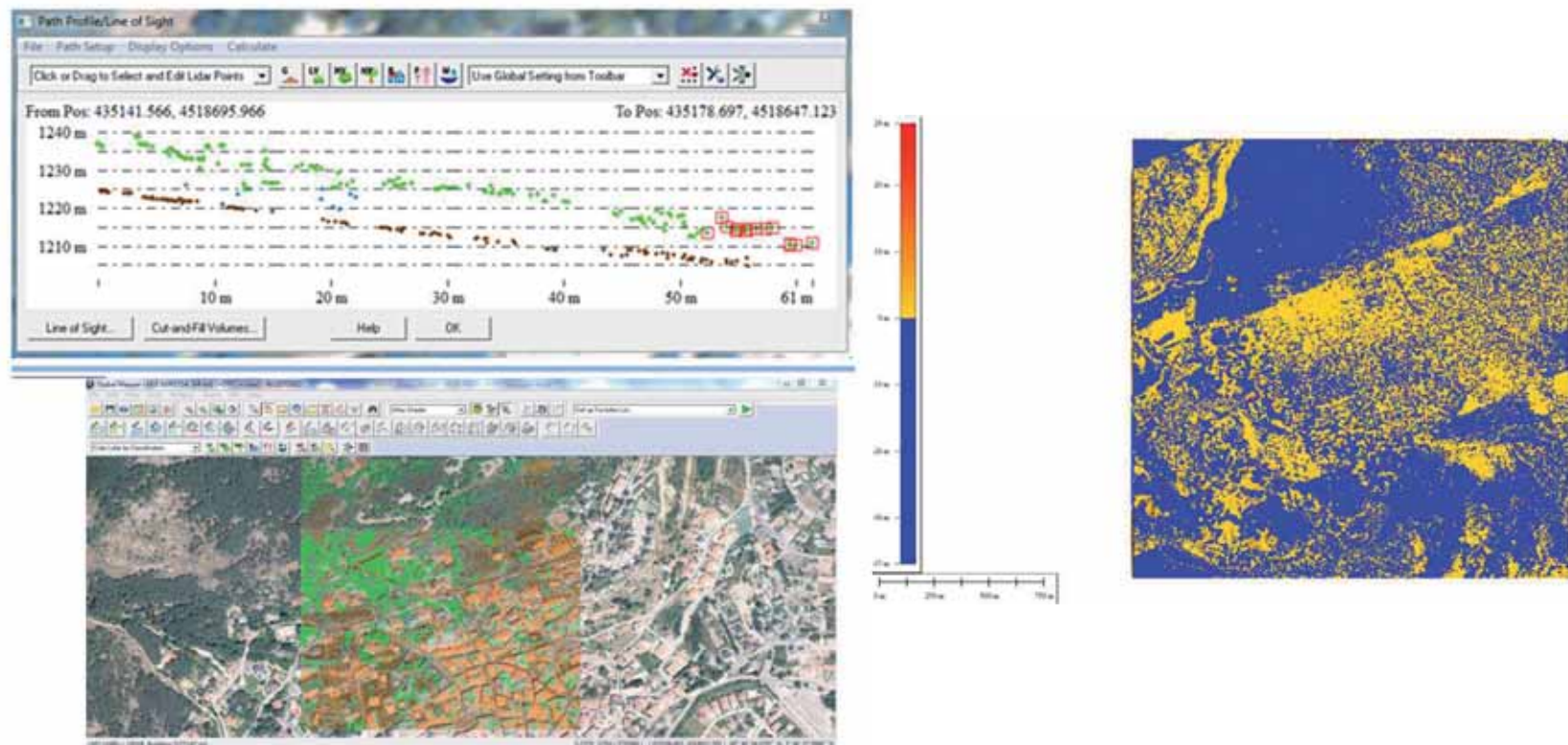
1. **Planificación.** En esta fase del proyecto consiste en obtener las características de vuelo, y modo de operar del sensor, para cumplir con las especificaciones técnicas
2. **Captura.** En esta fase se captura toda la información necesaria, para ser tratada en una fase posterior
3. **Procesado de los datos.** Tratamiento de la información obtenida en fase de captura para obtener la nubes de puntos lidar que define la superficie.
4. **Control de calidad**



# 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

## Procesado

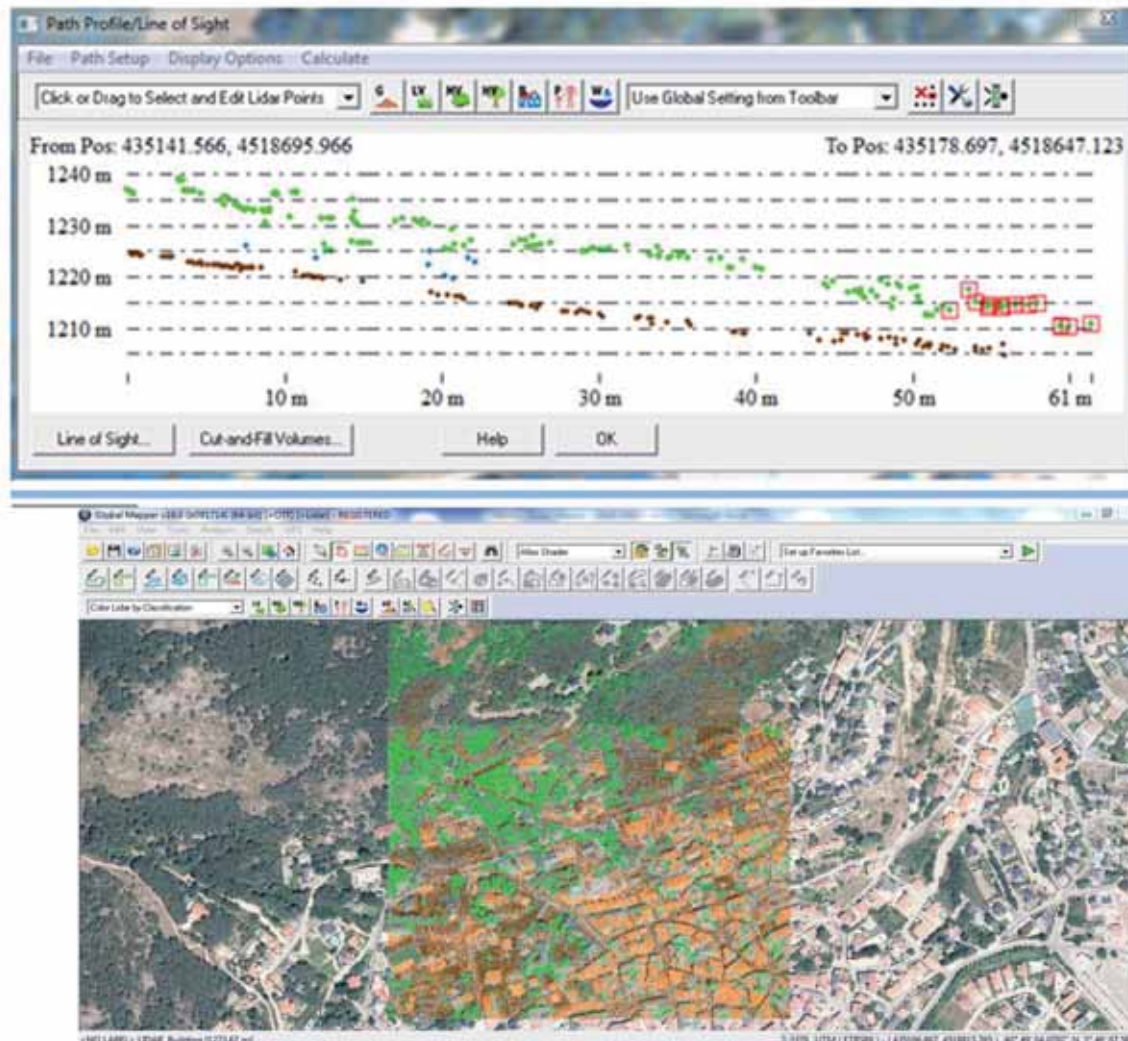
- Paso de altura elipsoidales a ortométricas. Chequeo con datos anteriores para ver si la diferencia está entorno a los 50 m.
- Clasificación automática



# 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

## Procesado

- Análisis de la clasificación automática



## 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto



## 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

### Procesado

#### Comprobaciones:

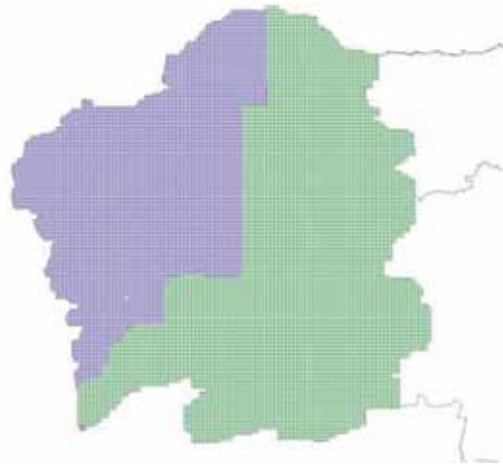
- El **paso de malla** de los MDT: 5x5 m.
- Las **coordenadas** X e Y de los puntos almacenados: Múltiplos del paso de malla.
- El **ámbito geográfico**: Hojas del MTN25.
- La **información de líneas de ruptura** (viaductos, comunicaciones, etc.).
- **Comparación** con la última versión validada: **Detección de cambios y errores**.
- **Revisión visual** para **detectar incidencias** y si es posible, corregirlas en la fase de homogeneización. En caso contrario, se rechaza el MDT.
- **Cálculo** de la **precisión altimétrica**. Malla MDT05 Vs Puntos de chequeo.



## 4. PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto

### PRINCIPALES PRODUCTOS GENERADOS EN LA FASE DE VUELO

- Bases de datos del vuelo
- Fichero LAS ajustados al terreno, en ficheros con una extensión de 2x2 km, clasificación automática y con una densidad mayor de 0,5 ptos/m<sup>2</sup>
- Gráficos de distribución de hojas
- Zonas sin representación



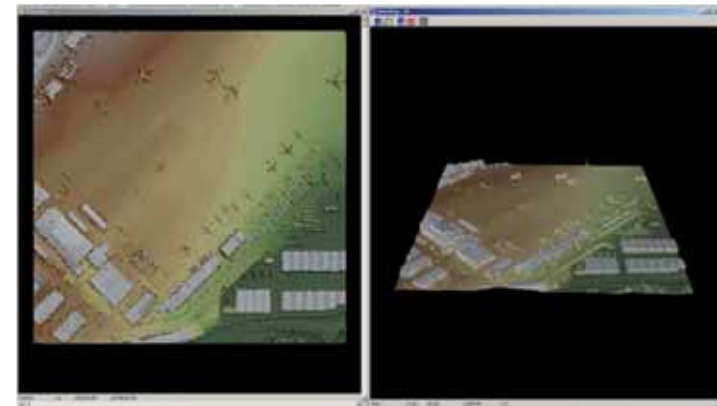
1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y disseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**



## 5. Características de los datos LiDAR

### Formato las

- La gran mayoría de aplicaciones trabajan con ficheros en formato las. Este formato ha sido desarrollado por la American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS)
- Los ficheros las son archivos binarios de formato estándar que permiten el intercambio de este tipo de información. [La última especificación aprobada es la 1.4 \(Noviembre 2011\)](#)
- Los ficheros las tienen la ventaja de mantener la información capturada por el sensor
- Datos actuales 1.2 formato 3



# 5. Características de los datos LiDAR

## PUBLIC HEADER BLOCK:

Item	Format	Size	Required
File Signature ("LASF")	char[4]	4 bytes	*
(1.1) File Source ID	unsigned short	2 bytes	*
(1.1) Reserved	unsigned short	2 bytes	
(1.1) Project ID - GUID data 1	unsigned long	4 bytes	
(1.1) Project ID - GUID data 2	unsigned short	2 byte	
(1.1) Project ID - GUID data 3	unsigned short	2 byte	
(1.1) Project ID - GUID data 4	unsigned char[8]	8 bytes	
Version Major	unsigned char	1 byte	*
Version Minor	unsigned char	1 byte	*
(1.1) System Identifier	char[32]	32 bytes	*
Generating Software	char[32]	32 bytes	*
(1.1) File Creation Day of Year	unsigned short	2 bytes	
(1.1) File Creation Year	unsigned short	2 bytes	
Header Size	unsigned short	2 bytes	*
Offset to point data	unsigned long	4 bytes	*
Number of variable length records	unsigned long	4 bytes	*
Point Data Format ID (0-99 for spec)	unsigned char	1 byte	*
Point Data Record Length	unsigned short	2 bytes	*
Number of point records	unsigned long	4 bytes	*
Number of points by return	unsigned long[5]	20 bytes	*
X scale factor	double	8 bytes	*
Y scale factor	double	8 bytes	*
Z scale factor	double	8 bytes	*
X offset	double	8 bytes	*
Y offset	double	8 bytes	*
Z offset	double	8 bytes	*
Max X	double	8 bytes	*
Min X	double	8 bytes	*
Max Y	double	8 bytes	*
Min Y	double	8 bytes	*
Max Z	double	8 bytes	*
Min Z	double	8 bytes	*

## CABECERA DE UN FICHERO LAS

# 5. Características de los datos LiDAR

POINT DATA RECORD FORMAT 3:

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	
Intensity	unsigned short	2 bytes 3 bits *	
Return Number	3 bits (bits 0, 1, 2)	3 bits 1 bit **	
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3, 4, 5)	1 bit	**
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 byte 1 byte	
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 byte 2 bytes*	
Classification	unsigned char	8 bytes 2 bytes	
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	2 bytes 2 bytes	
User Data	unsigned char		
Point Source ID	unsigned short		
GPS Time	double		
Red	unsigned short		
Green	unsigned short		
Blue	unsigned short		

## GRABACIÓN DE PUNTOS

Classification Bit Field Encoding

Bits	Field Name	Description
0:4	Classification	Standard ASPRS classification as defined in the following classification table.
5	Synthetic	If set then this point was created by a technique other than LIDAR collection such as digitized from a photogrammetric stereo model.
6	Key-point	If set, this point is considered to be a model key-point and thus generally should not be withheld in a thinning algorithm.
7	Withheld	If set, this point should not be included in processing (synonymous with Deleted).

ASPRS Standard LIDAR Point Classes

Classification Value (bits 0:4)	Meaning
0	Created, never classified
1	Unclassified <sup>1</sup>
2	Ground
3	Low Vegetation
4	Medium Vegetation
5	High Vegetation
6	Building
7	Low Point (noise)
8	Model Key-point (mass point)
9	Water
10	Reserved for ASPRS Definition
11	Reserved for ASPRS Definition
12	Overlap Points <sup>2</sup>
13-31	Reserved for ASPRS Definition

# 5. Características de los datos LiDAR

## Formato laz

- LASzip es una librería de compresión de datos, desarrollada por Martin Isenburg, para comprimir el formato las, definido por el ASPRS, en su herramienta LAStools
- La herramienta LASzip comprime los datos sin pérdidas, reduciendo los archivos un tamaño de un 7 a 20% del original
- Los datos en formato laz se encuentran en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica
- Un ejemplo en Castilla y León
  - El cuadrante NW en huso 30, son 6730 archivos en formato las que ocupan 707 Gb
  - En formato laz ocupan 105 Gg, que aproximadamente un 15% del tamaño original

1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y diseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

## 6. Productos derivados y disseminación

### Usuarios

NOMBRE	PASO DE MALLA	PROCEDENCIA	DISTRIBUCIÓN
MDT05-PNOA	5	Correlación automática del PNOA	Hojas del MTN25
MDT05-lidar	5	Captura de datos lidar PNOA	Hojas del MTN25
MDT25	25	Interpolación del MDT05-PNOA	Hojas del MTN25
MDT200	200	Interpolación del MDT25	Entorno provincial

### GRI

NOMBRE	PASO DE MALLA	PROCEDENCIA	DISTRIBUCIÓN
MDT02-lidar	2	Captura de datos lidar PNOA	Hojas 2x2 km
MDE02-lidar	2	Captura de datos lidar PNOA	Hojas 2x2 km
Mosaicos	2	MDT02-lidar	Cuencas

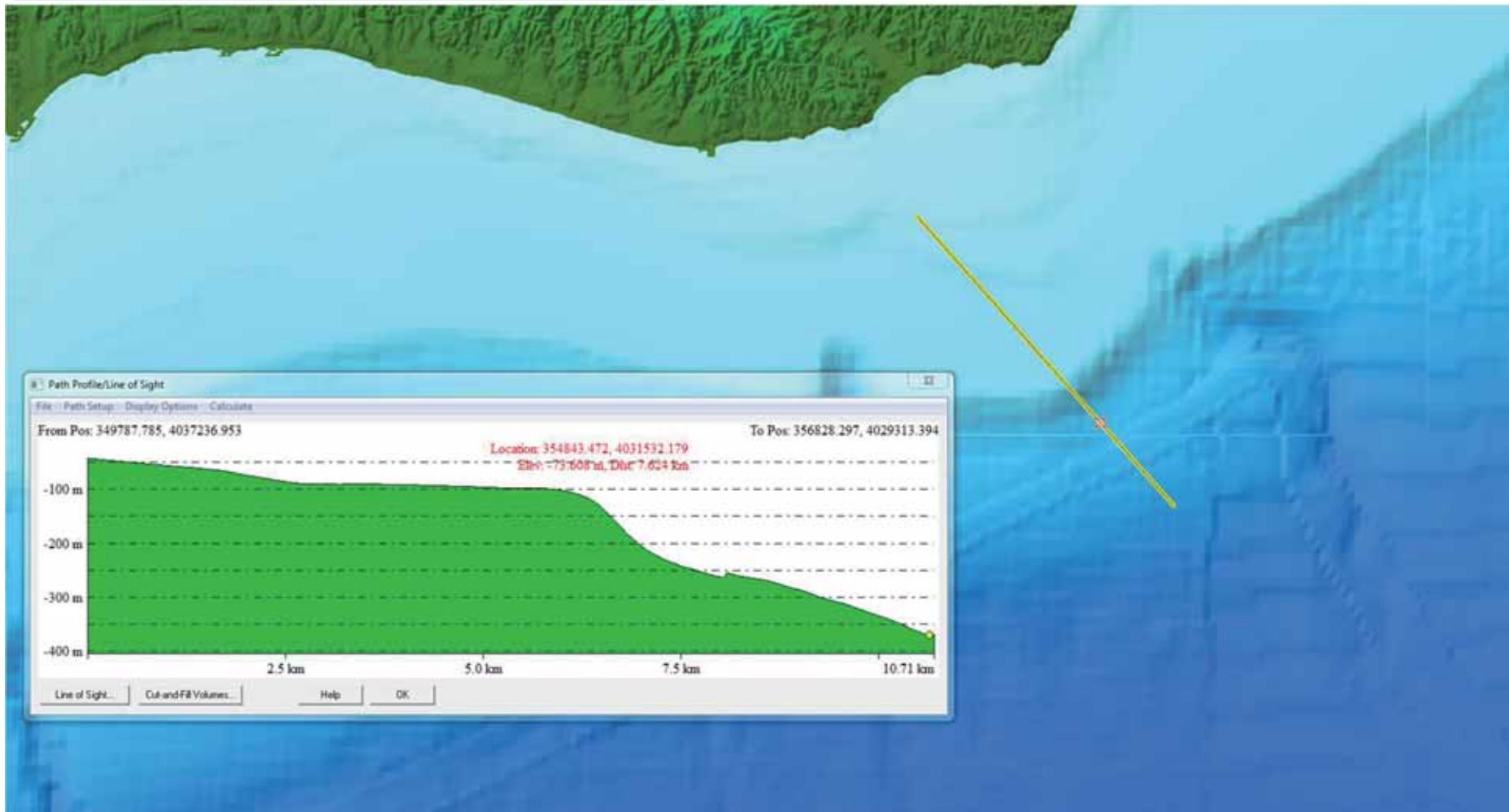
## 6. Productos derivados y disseminación

Generación MDT25 tierra-mar



# 6. Productos derivados y disseminación

## Generación MDT25 tierra-mar





# 6. Productos derivados y diseminación

## LIDAR:

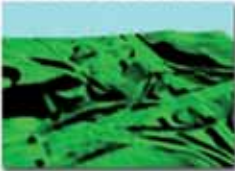


Ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LIDAR, distribuidos en ficheros de 2x2 km de extensión. El formato de descarga es un archivo LAZ (formato de compresión de ficheros LAS), en la información auxiliar se ofrece una herramienta de descompresión y visualización de ficheros LAZ y LAS. Las nubes de puntos han sido capturadas mediante vuelos con sensor LIDAR con una densidad de 0,5 puntos/m<sup>2</sup>, y posteriormente clasificadas de manera automática y coloreadas mediante RGB obtenido a partir de ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con tamaño de pixel de 25 o 50cm. Sistema geodésico de referencia ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada fichero. Alturas ortométricas. No se dispone de ficheros LIDAR de todo el territorio nacional por el momento (consulte la cobertura LIDAR en <http://pnoa.ign.es/coberturalidar>).

[Copiar imagen](#)

[Descargar](#) [Información auxiliar LIDAR](#)

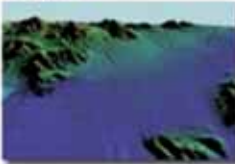
## MDT05/MDT05-LIDAR:



Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m, con la misma distribución de hojas que el MTN50. Formato de archivo ASCII matriz ESRI (.asc). Sistema geodésico de referencia ETRS89 (en Canarias REGCAN95, compatible con ETRS89) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada hoja. En Canarias el huso UTM es el 28. Según la hoja de que se trate, el MDT05 se ha obtenido de una de las dos siguientes formas: por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable, o bien por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR del PNOA.

[Descargar](#) [Información auxiliar MDT05/MDT05-LIDAR](#)

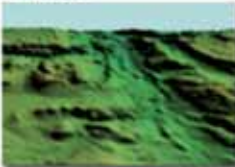
## MDT25:



Modelo digital del terreno con paso de malla de 25 m, con la misma distribución de hojas que el MTN50. Formato de archivo ASCII matriz ESRI (.asc). Sistema geodésico de referencia ETRS89 (en Canarias REGCAN95, compatible con ETRS89) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada hoja y también en el huso 30 extendido (para hojas situadas en los husos 29 y 31). En Canarias el huso UTM es el 28. El MDT25 se ha obtenido por interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

[Descargar](#) [Información auxiliar MDT25](#)

## MDT200:



Modelo digital del terreno con paso de malla de 200 m, con distribución por provincias (rectángulo envolvente de cada provincia). Formato de archivo ASCII matriz ESRI (.asc). Sistema geodésico de referencia ETRS89 (en Canarias REGCAN95, compatible con ETRS89) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada provincia y también en el huso 30 extendido (para provincias en los husos 29 y 31). Canarias está proyectado en huso 28. El MDT200 se ha obtenido por interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

[Descargar](#) [Información auxiliar MDT200](#)

# 6. Productos derivados y diseminación

Bienvenido | Welcome | Bienvenue



Usuario  Contraseña    [¿Olivó su contraseña?](#)

[Presentación](#) | [Catálogo de productos](#) | [Búsqueda en visor](#) | [Búsqueda avanzada](#) | [Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional](#) | [Ayuda](#)

[Mapa Web](#) [contacto](#)

Centro de Descargas/ Búsqueda Avanzada

## Búsqueda Avanzada

**Búsqueda Avanzada**

<p>Seleccione Producto</p> <p>LIDAR (laz 2x2 km) <input type="button" value="v"/></p> <p> <a href="#">Ver descripción de los productos</a></p>	<p>Seleccione División administrativa:</p> <p>Municipio <input type="button" value="v"/></p> <p><input type="text"/> *</p>
--	--

\*Si desea superficies menores a municipios o areas concretas de información, realice la seleccion de la zona en [la Búsqueda en visor](#)

[Ver documento de ayuda \(pdf\)](#)  
[Ver v...](#)

Descarga municipio

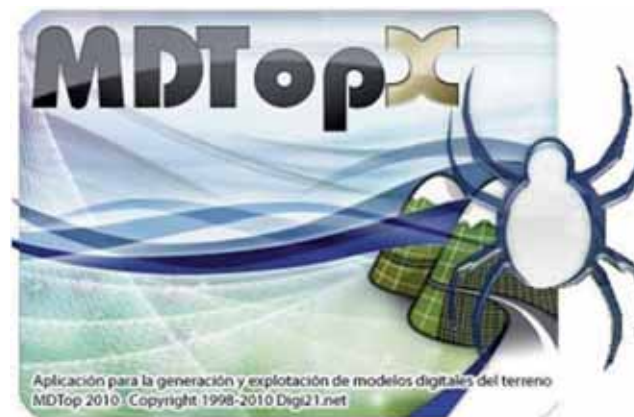
Búsqueda en el visor

1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y disseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

# 7. Programas para manejo de datos LiDAR

## SOFTWARE COMERCIAL

- TerraScan, TerraMatch, TerraPhoto, TerraModeler de la casa Terrasolid
- LP360 es una extensión de ARCGIS de Qcoherent
- MARS Explorer de Merrick´s
- Quick Terrain Modeler
- Geocue
- SCOP++ de Inpho
- GlobalMapper (V.17)
- Ortosky
- **MDTOPX**



# 7. Programas para manejo de datos LiDAR

## SOFTWARE NO COMERCIAL

- GVSIG con la extensión DielmoOpenlidar
- FugroViewer
- LASEDIT
- FUSION
- BCAL Lidar tools
- Orientation and Processing Airborne Laser

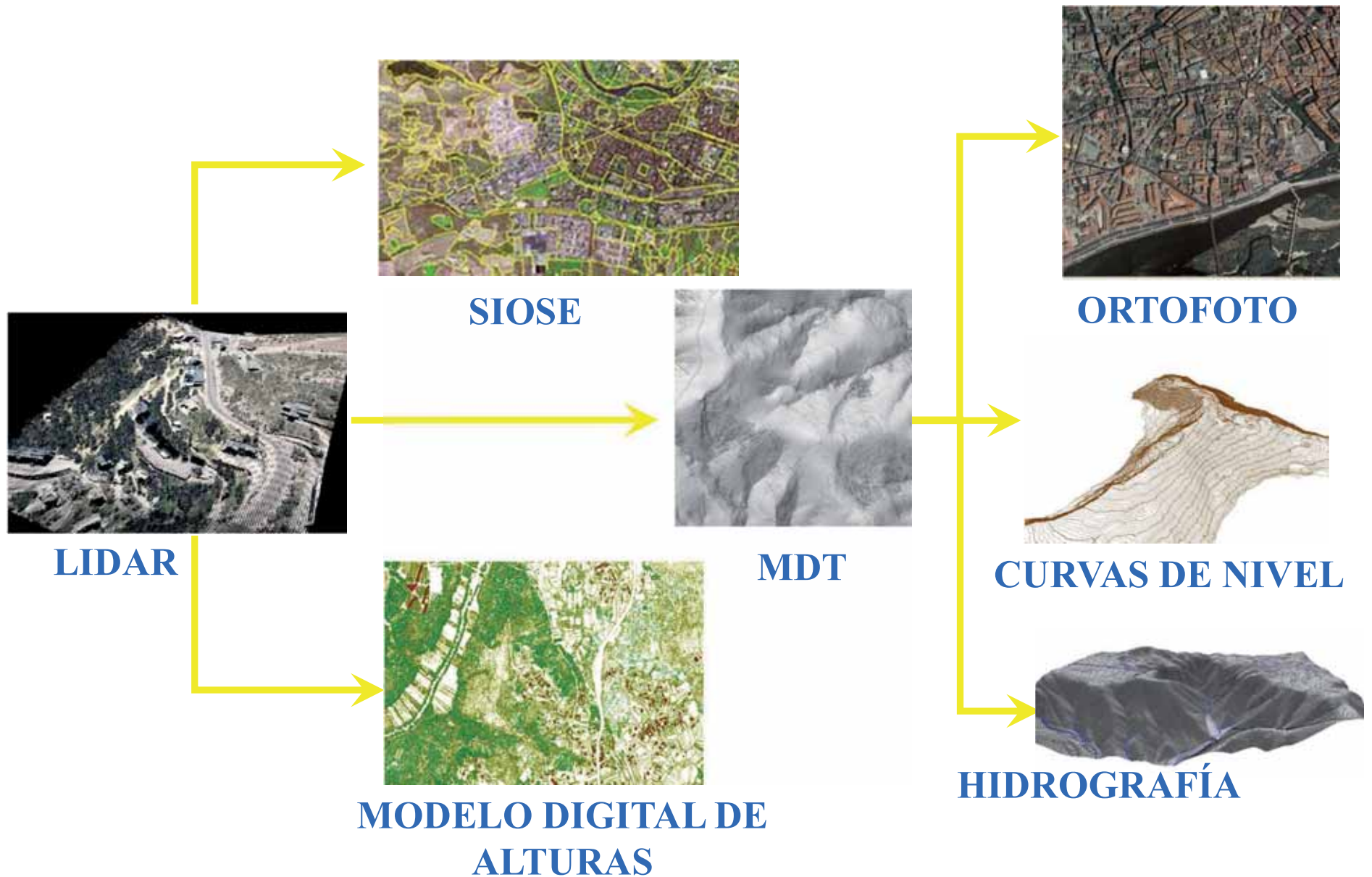
### Scanning Data

- Lastools
- ALDPAT
- CloudCompare



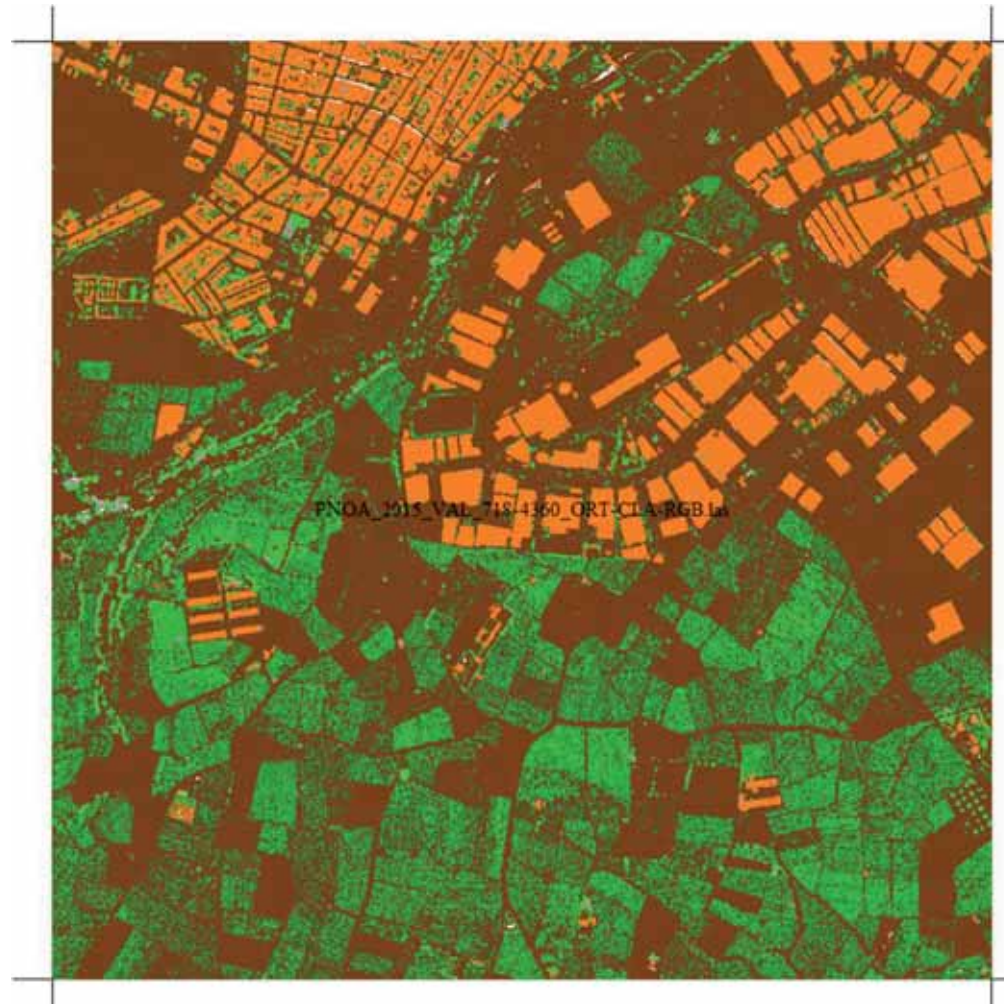
1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y diseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

# 8. Aplicaciones



# 8. Aplicaciones

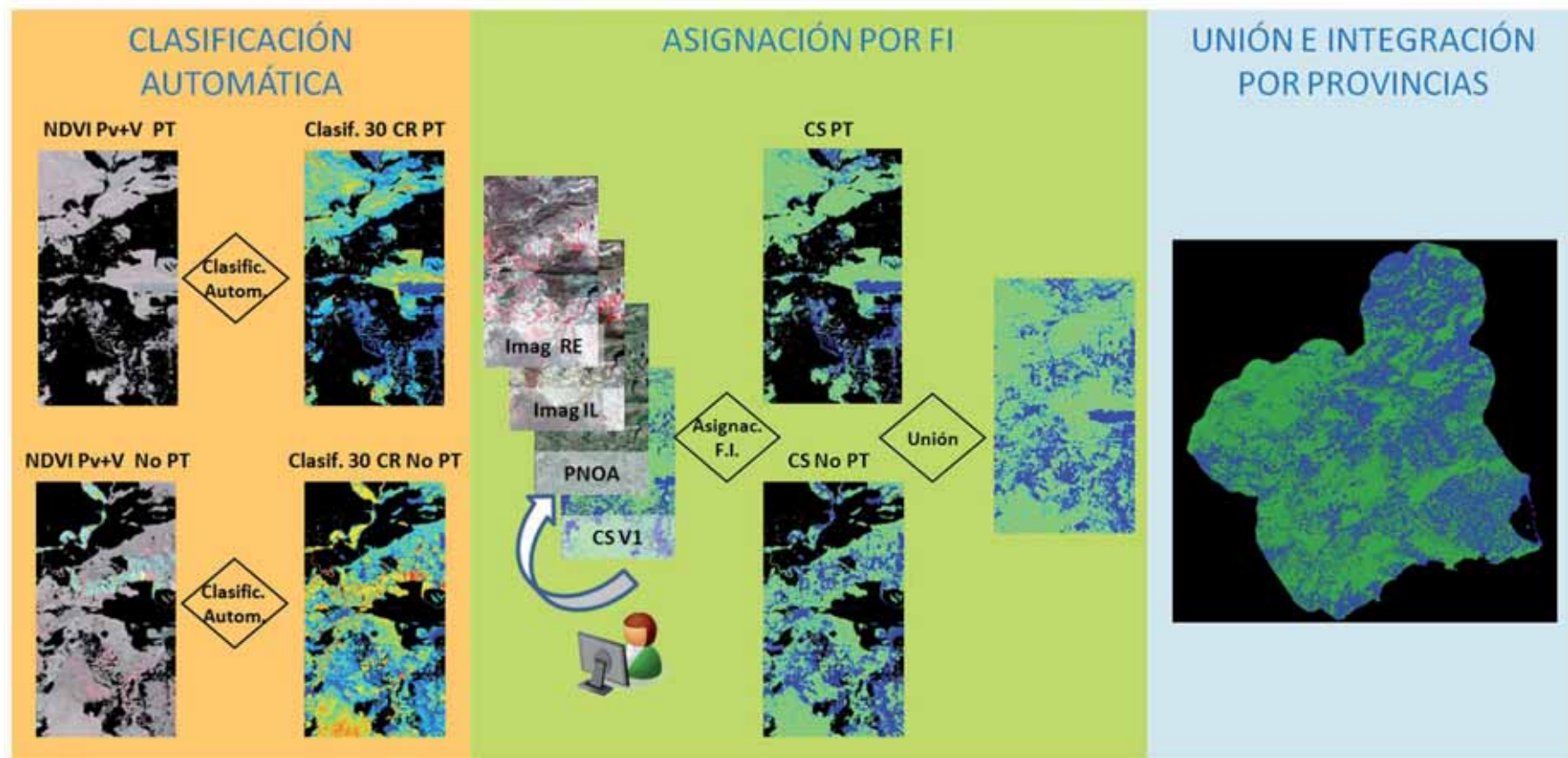
## Comparación de coberturas LiDAR





# 8. Aplicaciones

## Coeficiente de Admisibilidad de pastos



**LEYENDA**  
PT Usos SIGPAC de pastizal  
Pv imagen de primavera y V imagen de verano  
CR Clases radiométricas

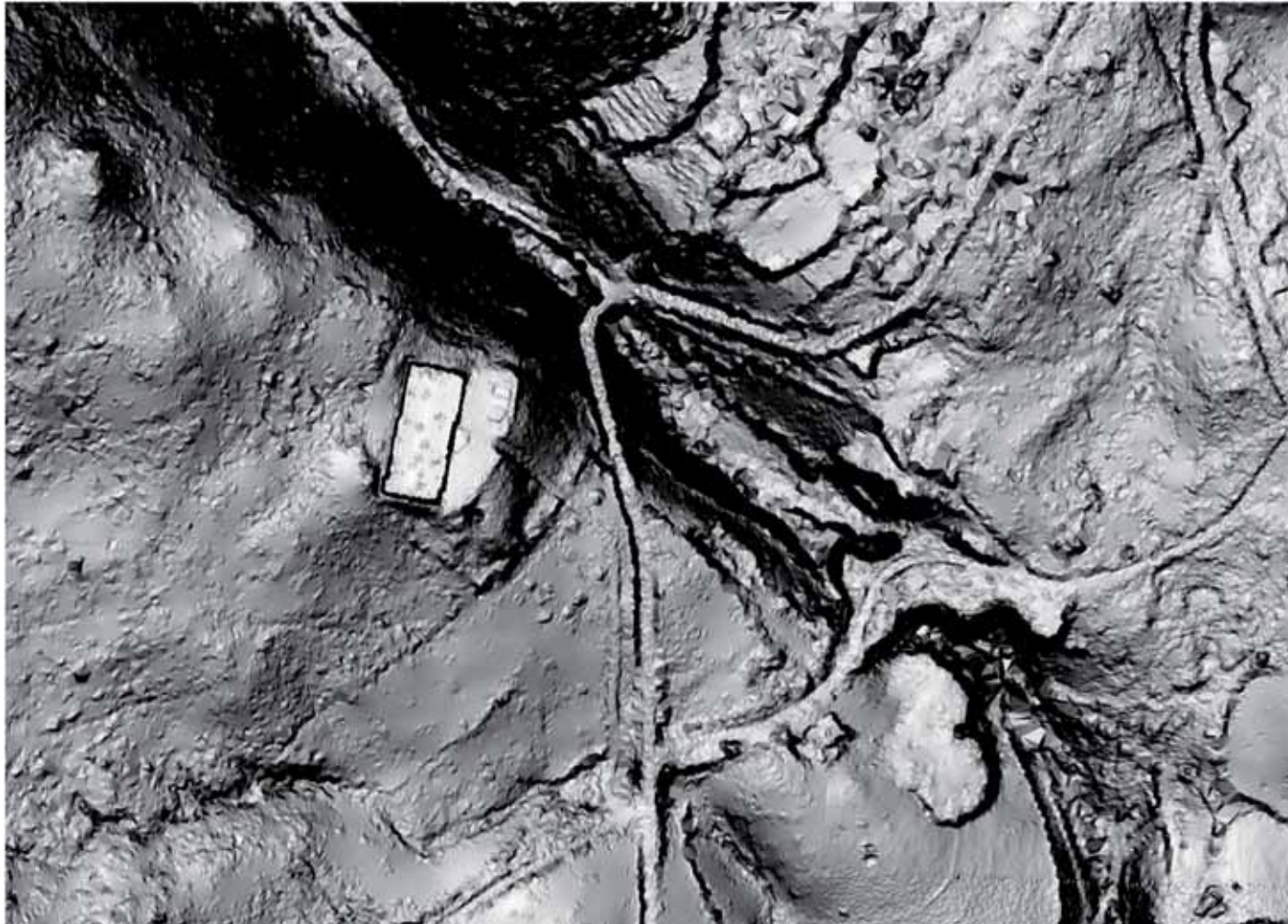
## 8. Aplicaciones

Curvas de nivel (equidistancia 1 m)



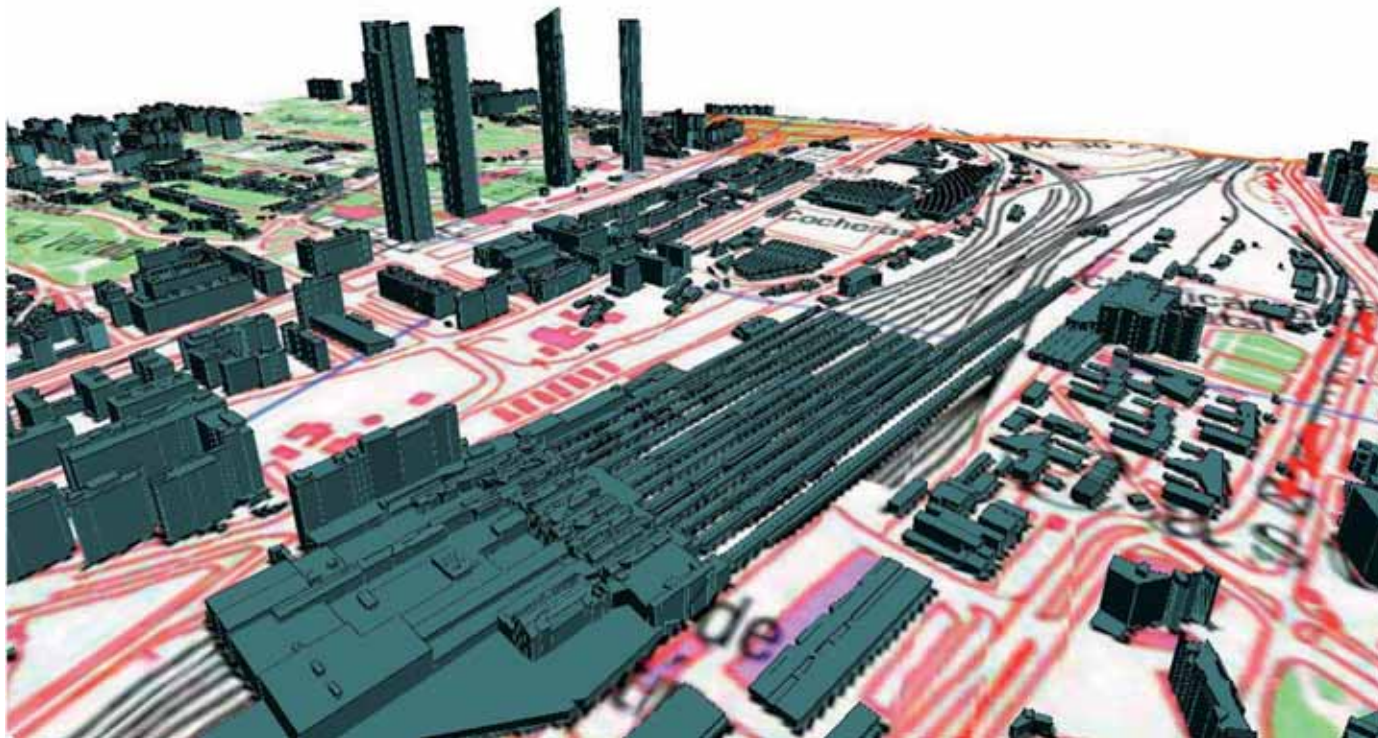
# 8. Aplicaciones

## Mapa de pendientes



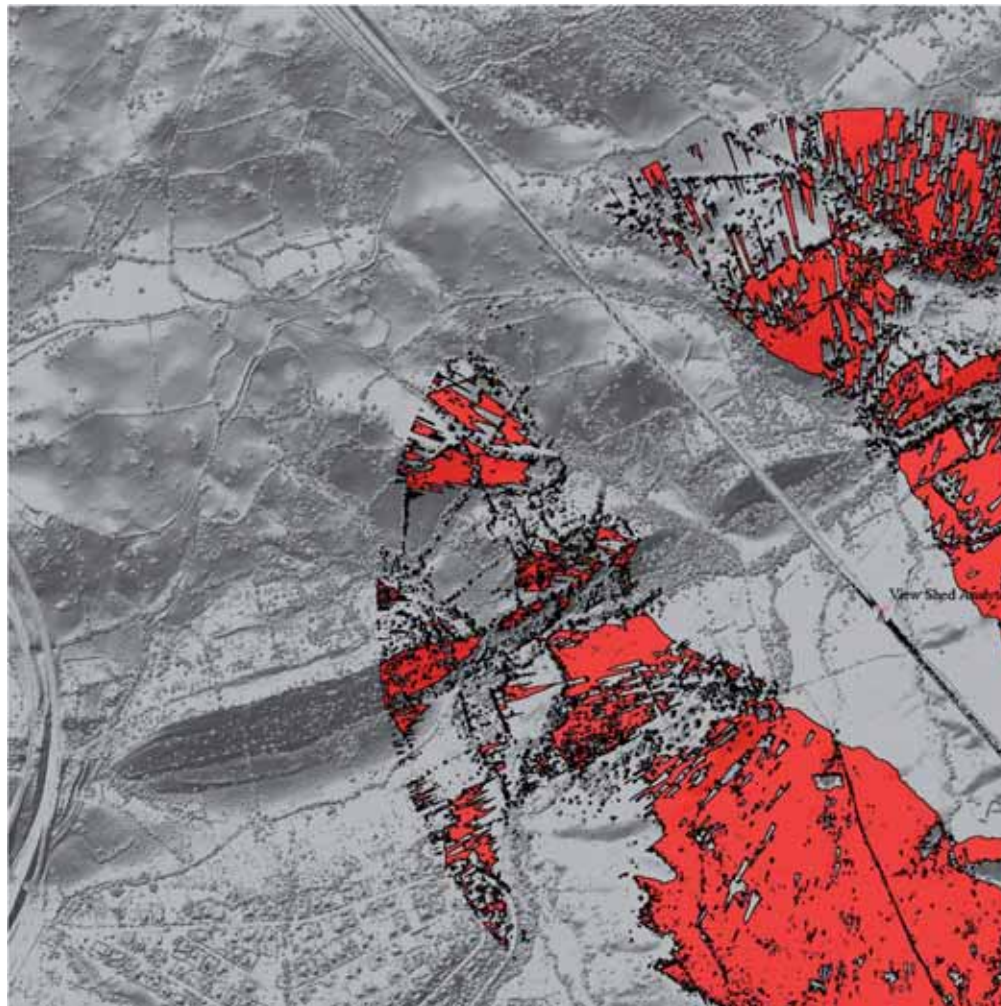
# 8. Aplicaciones

## Edificios



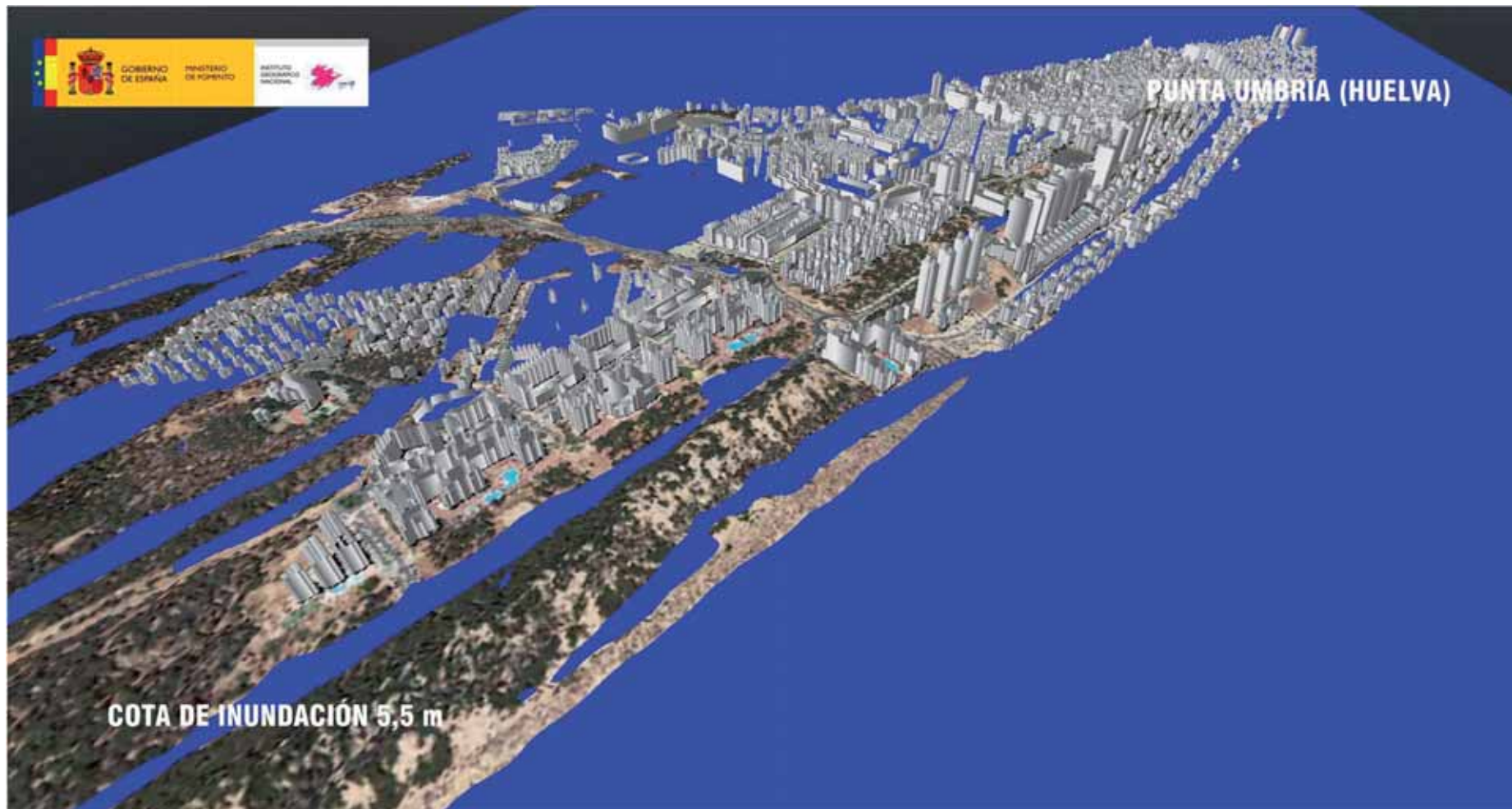
## 8. Aplicaciones

Estudios de impacto ambiental. (Visibilidad viaducto Cerro San Pedro)



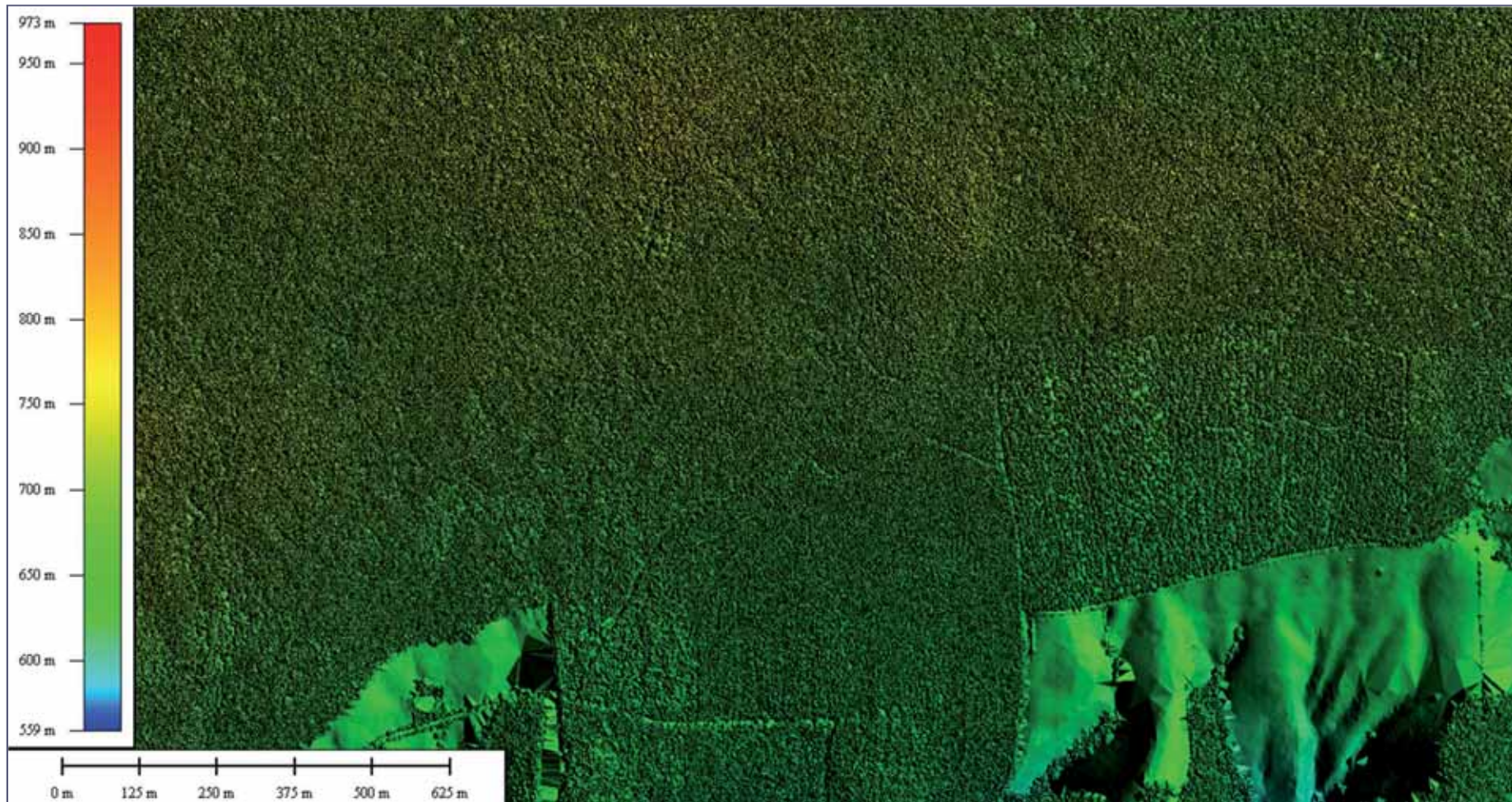
# 8. Aplicaciones

## Análisis de inundabilidad



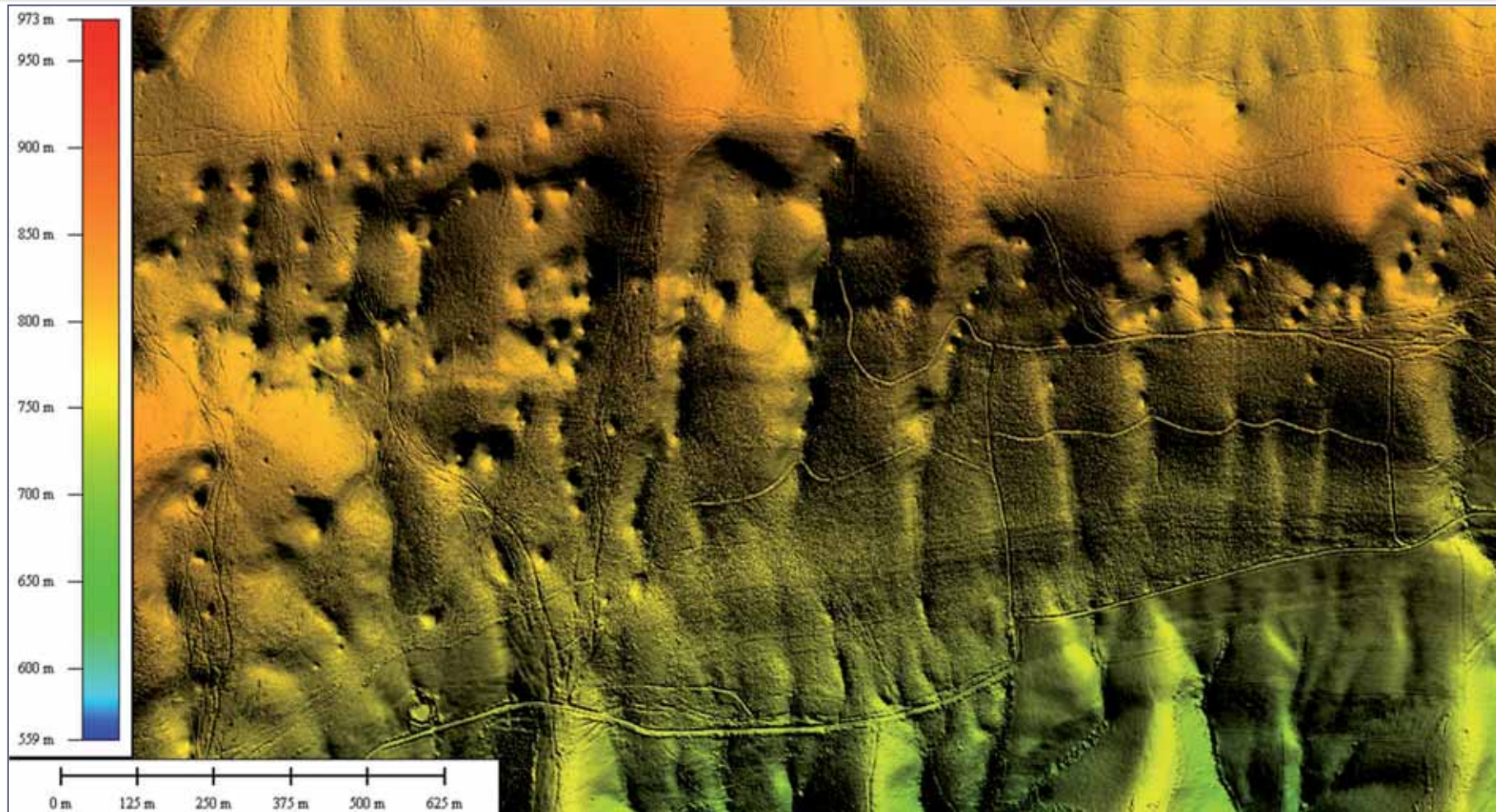
# 8. Aplicaciones

## Navarra: Cuenca de Oskotz - Identificación de dolinas (TRACASA)



## 8. Aplicaciones

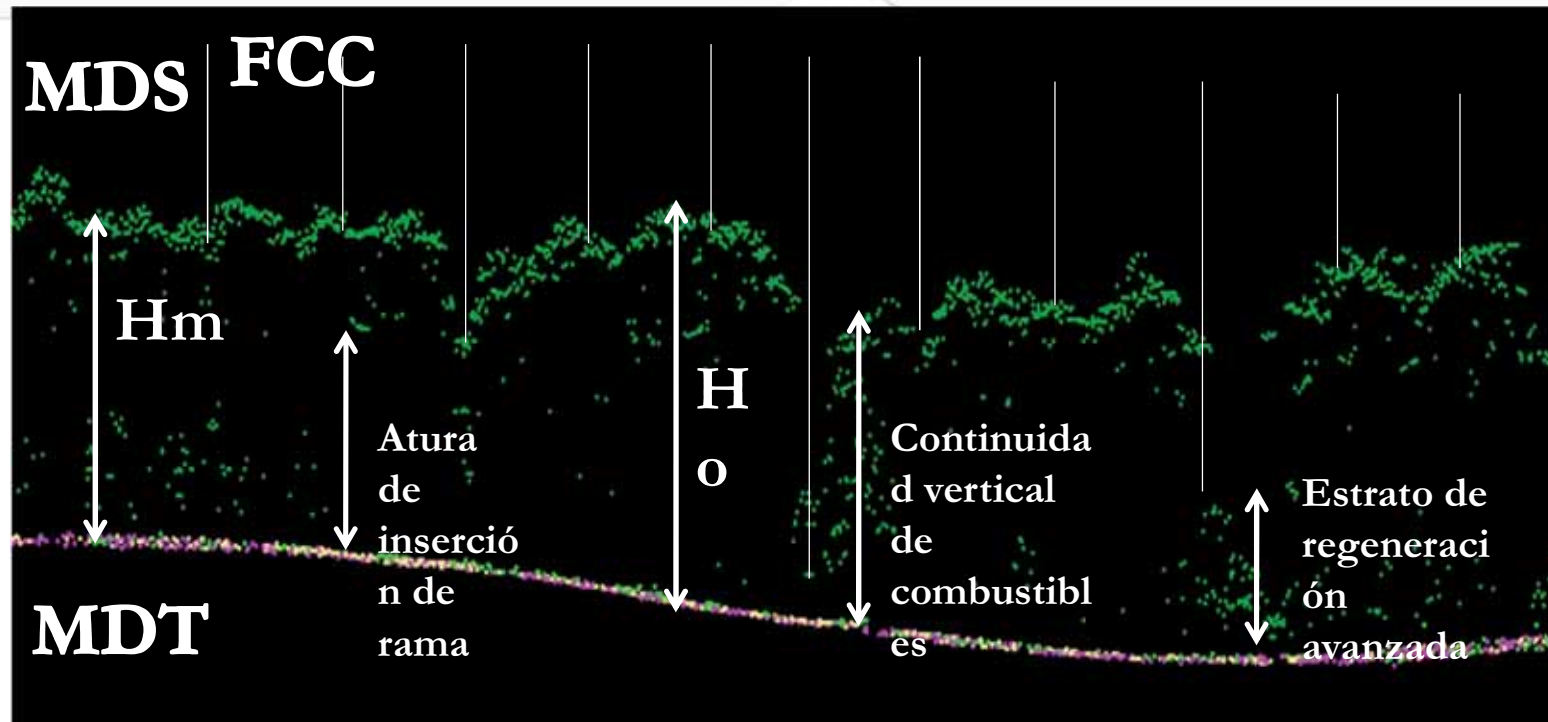
### Navarra: Cuenca de Oskotz - Identificación de dolinas (TRACASA)





## 8. Aplicaciones

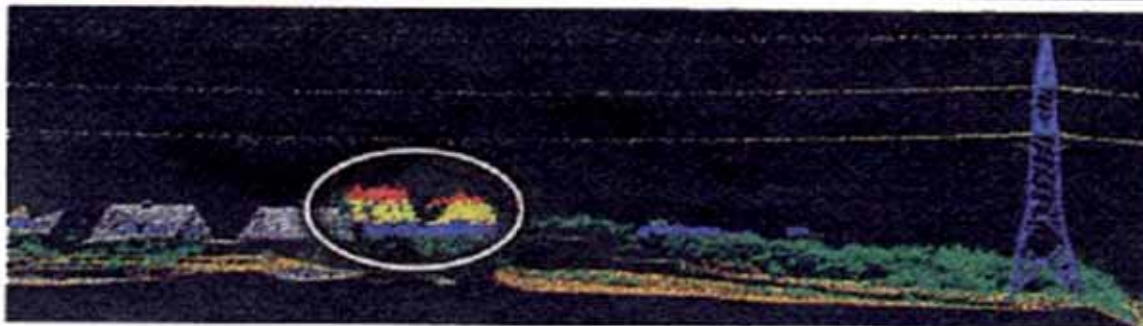
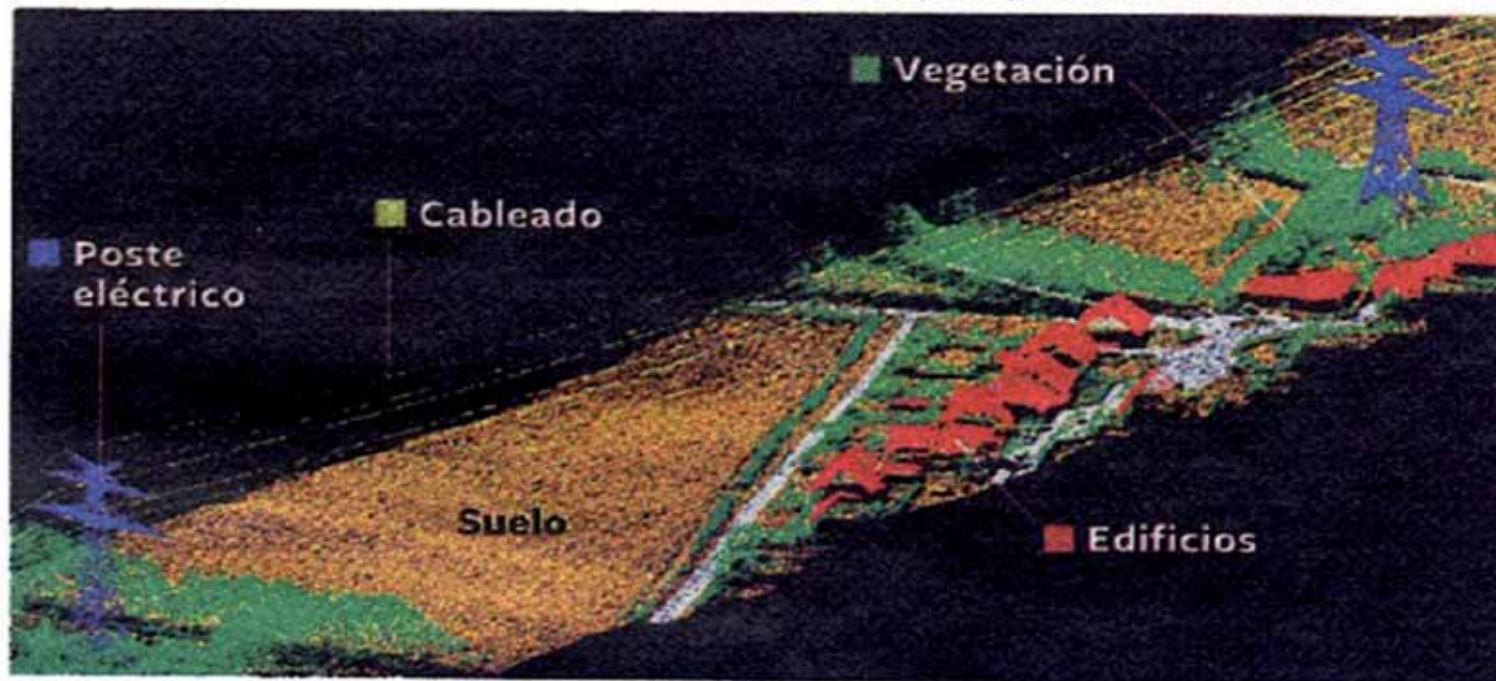
- **Altura de los árboles:** En zonas boscosas, parte del láser rebota en la copa de los árboles y parte sigue, con lo cual se puede medir la altura de los árboles.
- **Inventarios forestales:** Se pueden contar el número de pies, en lugar de estimarlos. Se reducen las salidas a campo.
- **Cálculo de la biomasa almacenada** en una zona forestal.
- **Detección de zonas propensas a la propagación de incendios**



# 8. Aplicaciones

## ■ CONTROL DE TENDIDOS ELÉCTRICOS

Se estudia el recorrido para medir la proximidad del cableado a la vegetación y los edificios. Pueden realizarse podas para prevenir incidentes



Proximidad de la vegetación al tendido eléctrico

- Peligro
- Precaución
- Seguridad

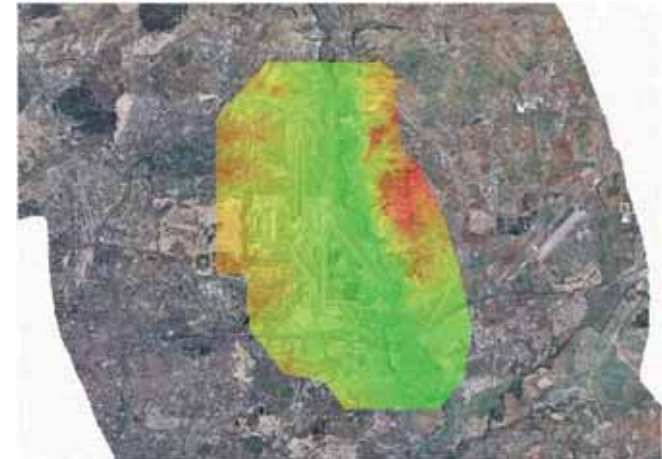
# 8. Aplicaciones

## Aeropuertos:

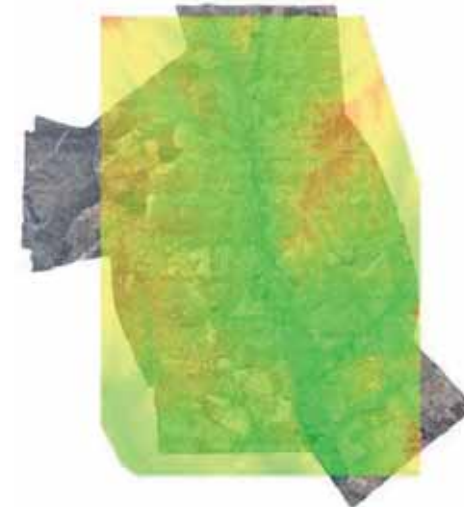
A partir de los Modelos del Terreno generados con los datos LiDAR, se obtienen:

- ✚ Perfiles del terreno
- ✚ Zonas de visibilidad
- ✚ Desmontes y terraplenes
- ✚ Cota del terreno
- ✚ Estudios de obstáculos
- ✚ Estudios de servidumbres

Zona Aeroportuaria



Zona de Servidumbre





1. **Introducción al PNOA-IMAGEN**
2. **PNOA-LiDAR. Objetivos**
3. **La tecnología LiDAR en el PNOA**
4. **PNOA-LiDAR. Descripción del proyecto**
5. **Características de los datos LiDAR**
6. **Productos derivados y disseminación**
7. **Programas para manejo de datos LIDAR**
8. **Aplicaciones**
9. **Conclusiones**

## 9. Conclusiones

- Se tiene capturada una cobertura con una **gran precisión altimétrica**.
- Es una información muy valiosa para **proyectos** de ingeniería, aplicaciones forestales, ..., que deben ser utilizados dentro del ámbito de las AAPP
- Ha permitido a la Administración Española y a las empresas participantes, ser **punteras en el mundo** en este tipo de tecnología
- Es necesario una **periodicidad** en la captura y **aumento de densidad** en algunas zonas
- Labor de apoyo por parte del IGN a las AAPP
- **Sostenibilidad del proyecto a lo largo del tiempo**



**Instituto Geográfico Nacional**

*Gracias por su atención*

Juan Carlos Ojeda Manrique  
Jefe de Servicio de Fotogrametría

