SIGCA
Gestión Forestal para Bosques de Madera de Calidad

Jornada Técnica:
'La gestión forestal orientada a la obtención de productos de calidad en masas de pino marítimo'

25 de junio de 2020

El LiDAR aéreo como herramienta de predicción a gran escala de masas de calidad de *Pinus pinaster*.

Rafael Alonso Ponce

Financiado por

Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA, Y ALIMENTACIÓN

PNDR
Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020

compañía fundada en 2013

- 30M ha procesadas con LiDAR
- 54 artículos científicos
- 36 proyectos financiados (4 H2020)
- 17 registros de la propiedad intelectual
- proyectos en 5 países
- 50 acuerdos de colaboración
- 91% clientes fidelizados
- 46% mujeres en plantilla
- 36% doctores en plantilla

Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA, Y ALIMENTACIÓN

PNDR
Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020

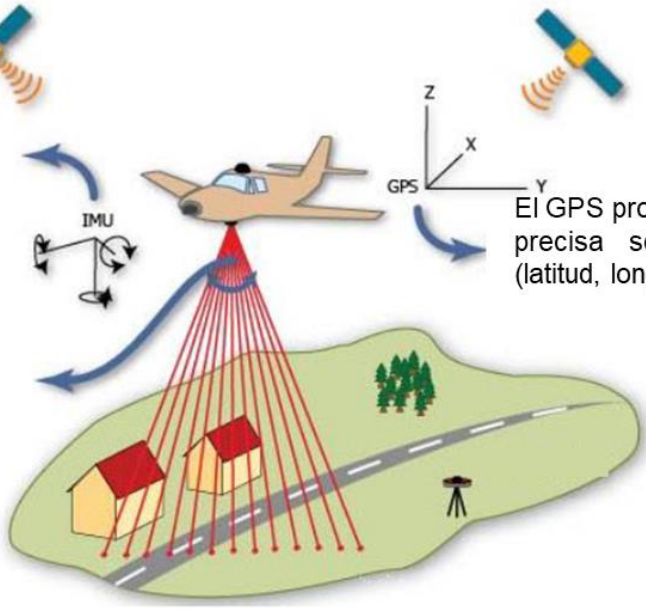
SIGCA
Gestión Forestal para Bosques de Madera de Calidad

Jornada Técnica: 'La gestión forestal orientada a la obtención de productos de calidad en masas de pino marítimo'

Aplicaciones forestales del LiDAR aéreo

El LiDAR es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

El IMU (Unidad de Medición Inercial) define la orientación precisa del sensor (inclinación, balanceo, guiñada)

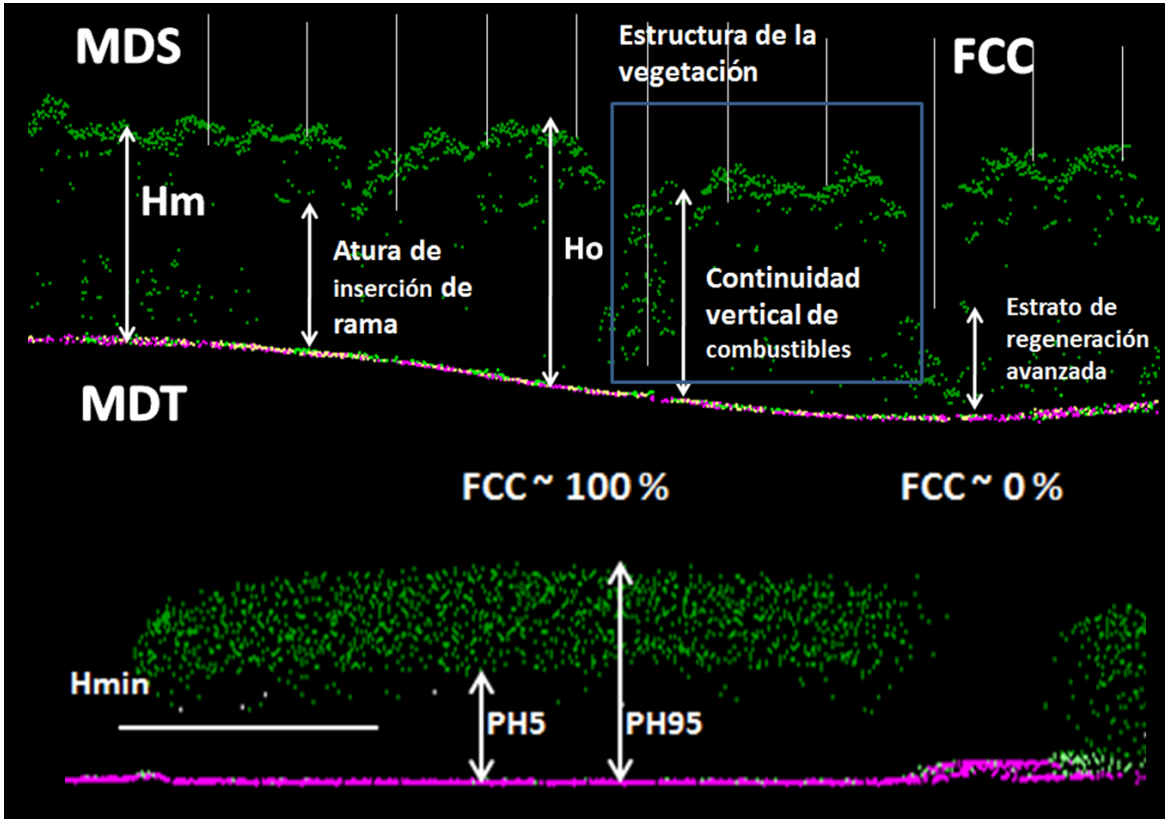


El GPS proporciona información geográfica precisa sobre la posición del sensor (latitud, longitud, altura)

El láser escáner emite pulsos de luz infraroja que reflejan sobre la superficie de la tierra y los objetos que se encuentran en ella (árboles, edificios …). Los retornos de cada pulso de luz emitido por el sensor son capturados y guardados por el sensor.

¿Qué interés forestal tiene el LiDAR aéreo?

El tratamiento adecuado de la nube de puntos LiDAR nos ayuda a caracterizar la estructura de la vegetación de forma continua.

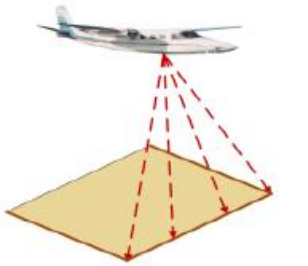


¿Cómo tratamos los datos LiDAR?

1º Toma de datos LiDAR y de campo.

2º Relacionar ambas bases de datos mediante modelos estadísticos.

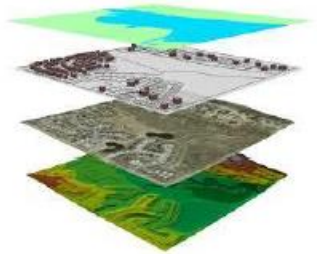
3º Generar cartografía temática deseada a nivel de rodal.



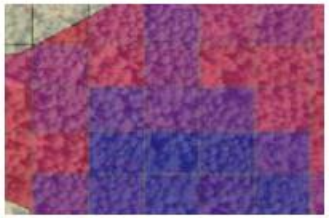
Toma de Datos

Procesado de datos de campo y datos LiDAR

Desarrollo de Modelos

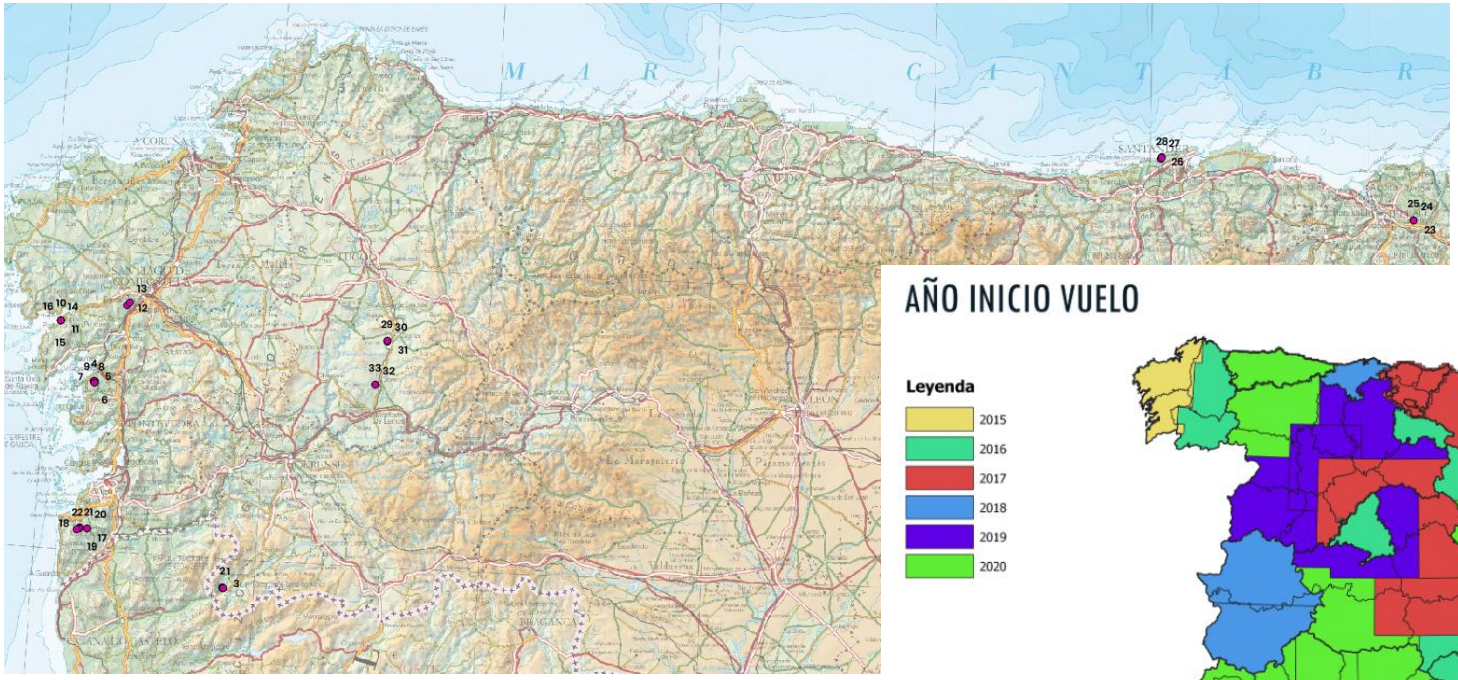


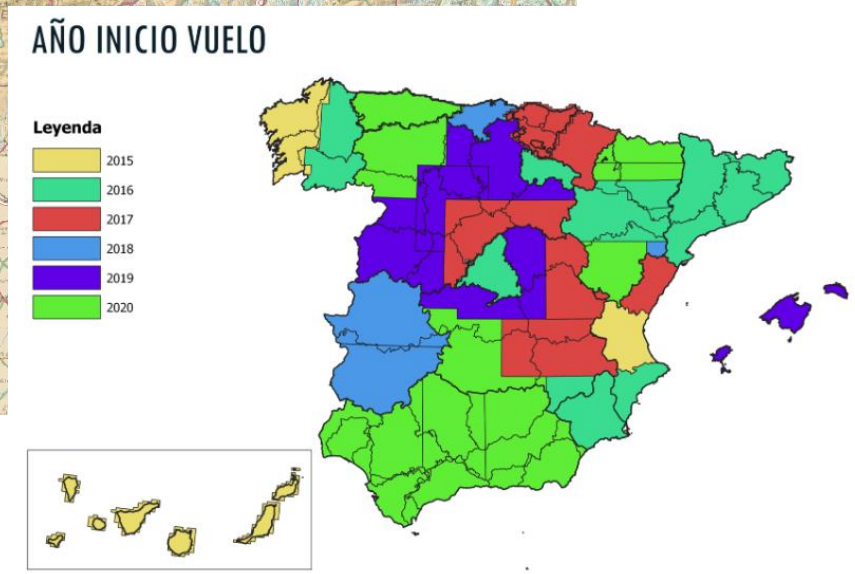
Generación de Cartografía Temática



¿Con qué datos hemos contado?

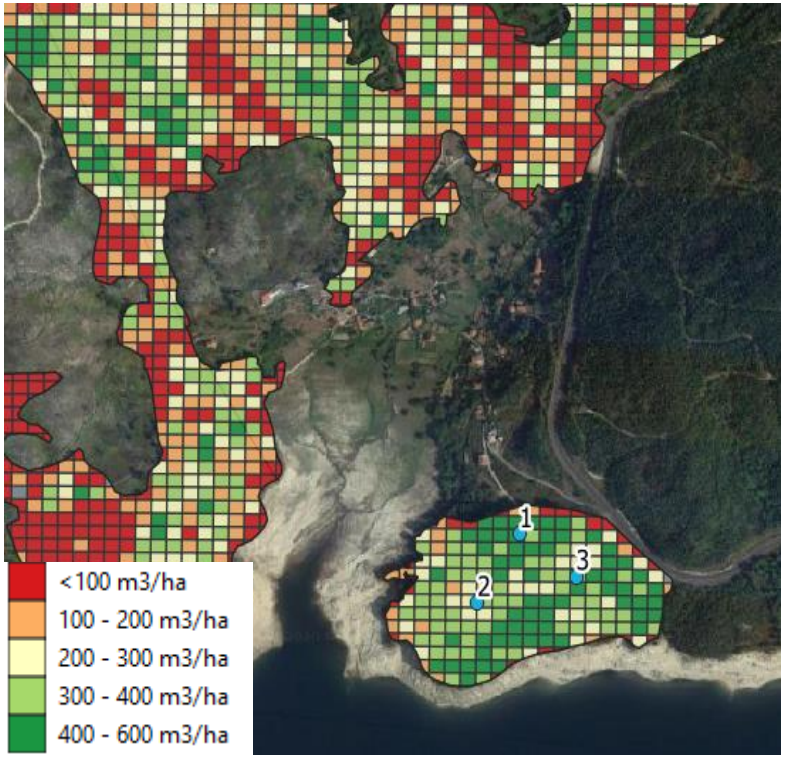
- 2ª Cobertura del Proyecto LiDAR del PNOA → liberados sólo los lotes de Galicia.
- 33 parcelas de campo repartidas por el área de estudio.





Resultados Inventario LiDAR

Volumen (Vcc)



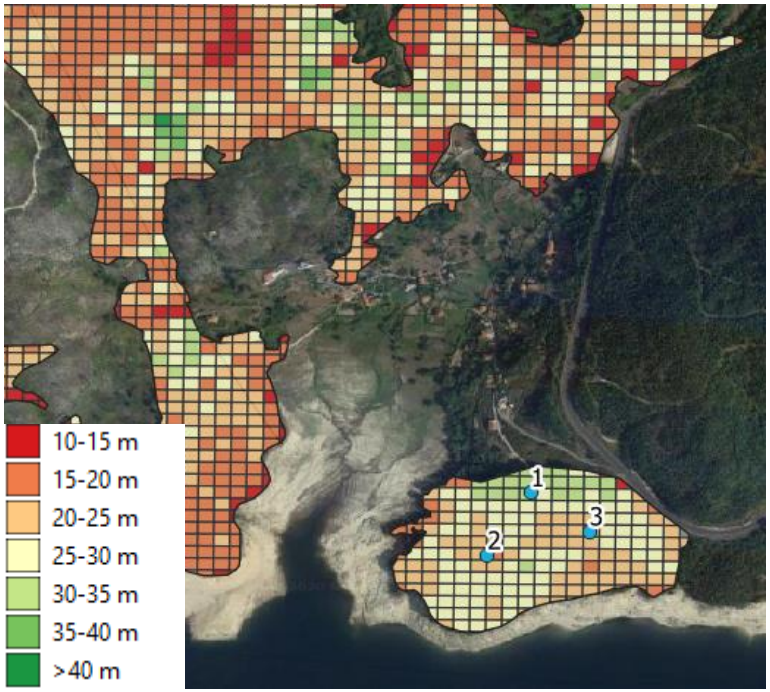
Modelos ajustados

- Log(Ho) = 2.22440 + 0.04086*P95
- Log(Vcc) = 3.274564 + 0.022563*log(LFCC) + 0.039017 *log(P50)
- Log(Dg) = 3.557198 – 0.007286*LFCC + 0.039830*P20
- Log(N) = 5.069906 + 0.028722*(Total First Returns) – 0.093631*LH_Sqrt
- Log(G) = 1.810665 + 0.022373*log(LFCC)

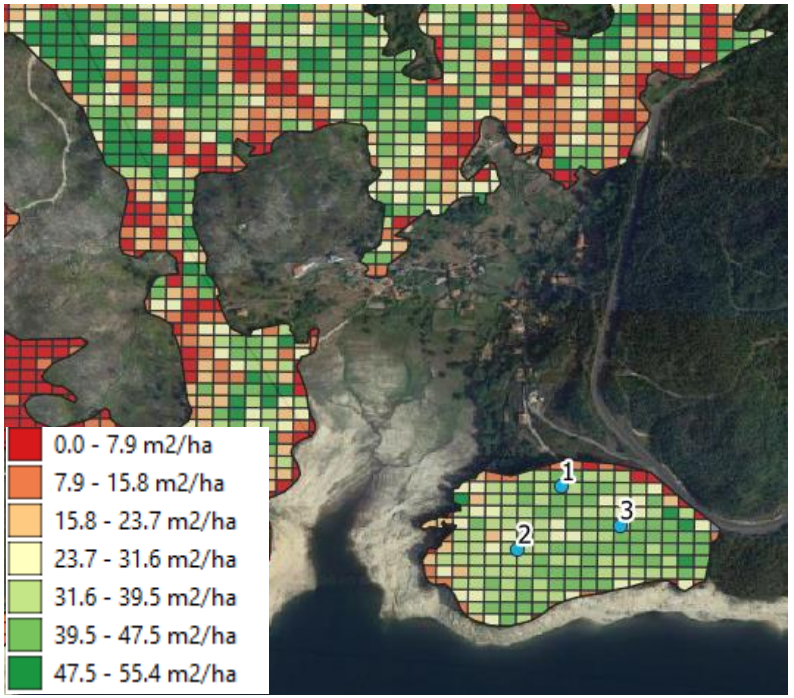
	R2 adj	RMSE	EAM	Breuch Pagan	Durbin Watson	Ramsey Test	Shapiro Wilk
Ho	0.84	1.7	1.4	0.84	0.1	0.09	0.35
Vcc	0.87	50.8	37.9	0.05	0.36	0.87	0.97
Dg	0.5	5.7	4.1	0.18	0.0006	0.48	0.16
N	0.52	264.7	184.5	0.38	0.01	0.18	0.68
G	0.7	6.8	5.2	0.18	0.24	0.7	0.53

Resultados Inventario LiDAR

Altura Dominante (Ho)

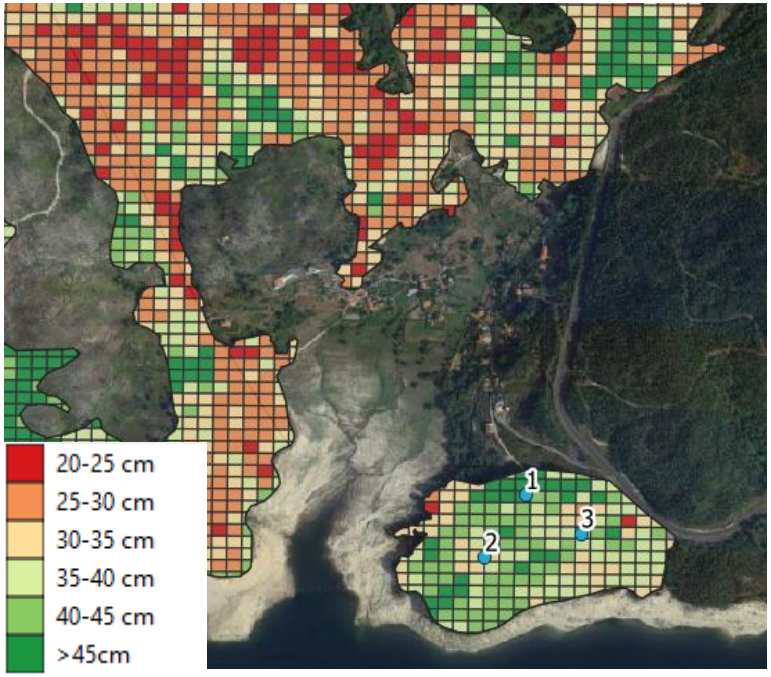


Área Basimétrica (G)

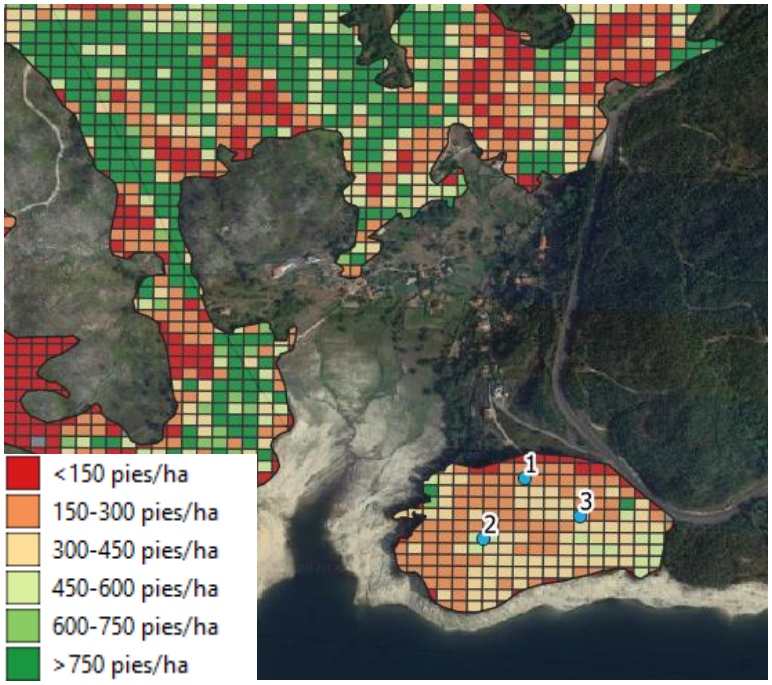


Resultados Inventario LiDAR

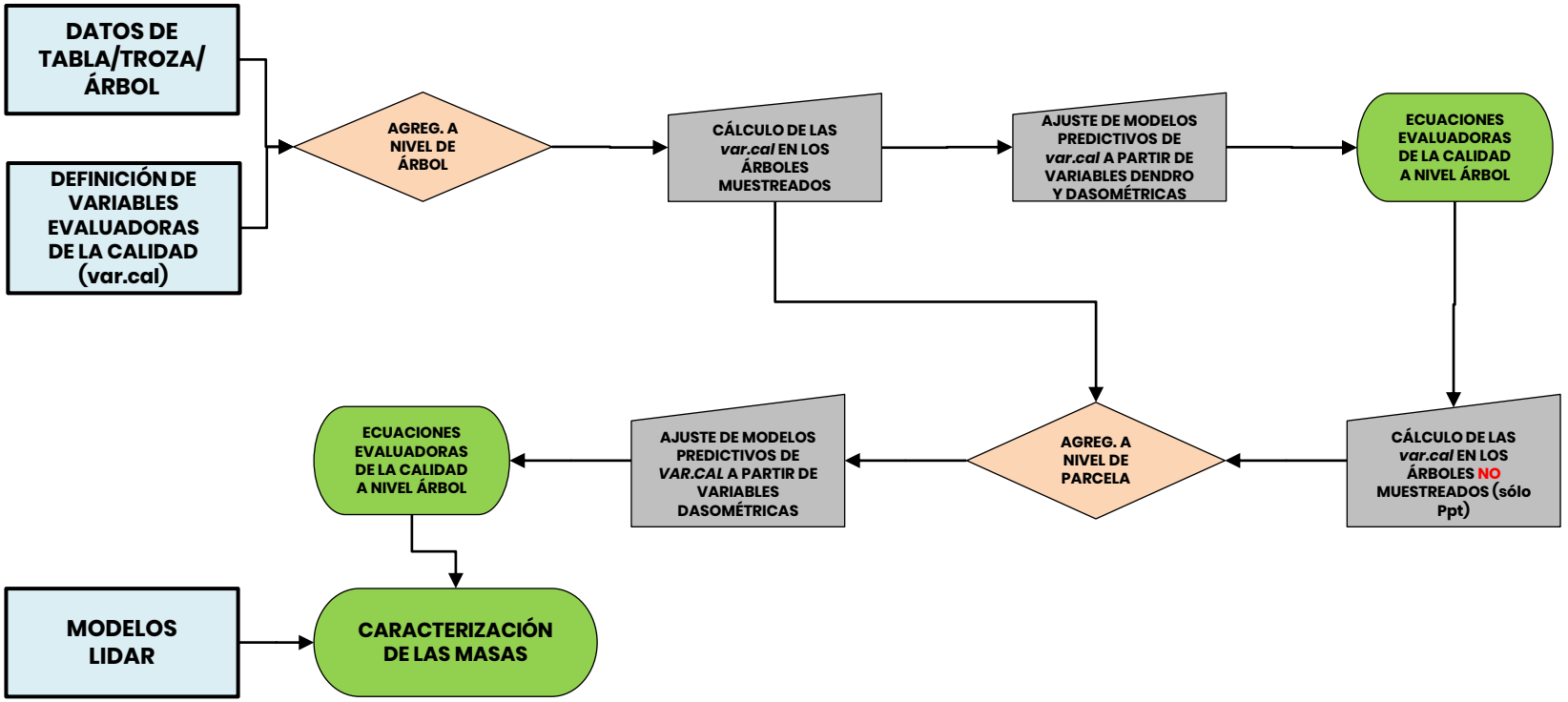
Diámetro cuadrático medio (Dg)



Densidad (N)



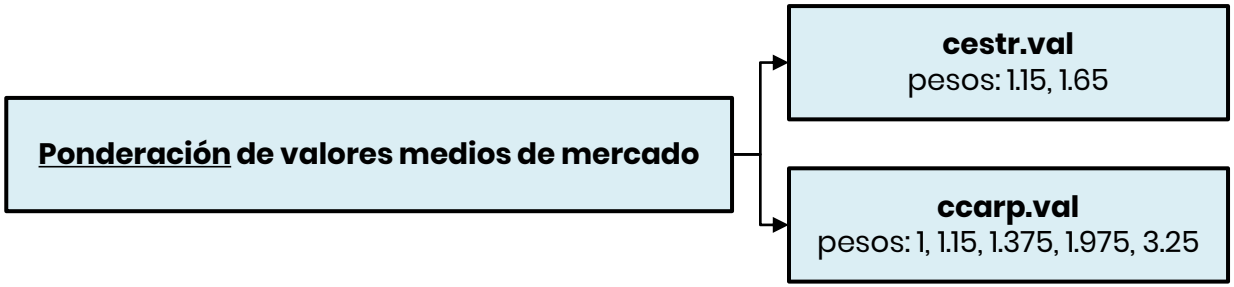
Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*



Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

Variables evaluadoras de la calidad

- **Volumen de calidad** (*v.cal*): volumen (m³) que ha tenido destino a madera de alguna de las clases de calidad.
- **Volumen de las clases de calidad** estructural ME-1 y ME-2 (*v.ce.1 y v.ce.2*): volumen (m³) que ha tenido destino a madera de cada una de esas dos clases de calidad.
- **Valoración cualitativa de la madera estructural aserrada** (*cestr.val*): basado en la ponderación de cada clase de calidad estructural según precios medios de mercado.
- **Valoración cualitativa de la madera de carpintería aserrada** (*ccarp.val*): basado en la ponderación de cada clase de calidad estética según precios medios de mercado.



Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

Modelos evaluadores de la calidad a nivel de árbol

$$v.cal = \frac{vcc}{1 + e^{(2.5075 - 0.0337 \cdot \mathrm{dn})}}$$

$$v.ce.1 = \frac{vcc}{1 + e^{(3.784142 - 0.03691 \cdot \mathrm{dn})}}$$

$$v.ce.2 = \frac{vcc}{1 + e^{(3.053251 - 0.02421 \cdot \mathrm{dn})}}$$

$$cestr.val = -36.510 + 76.609 \cdot \mathrm{vcc} + 52.727 \cdot bar$$

$$ccarp.val = -141.179 + 0.082 \cdot dn^2 + 4.789 \cdot ht$$

Variable depend	Variables independ	Coef	P-Valor	Radj2	RMSE	Sesgo	p-valor	VIF
v.cal	Intercept	2.5075	0	0.745	0.104	-0.00025	0.97	
(m^3)	dn	-0.0337	0					
v.ce.1	Intercept	3.784142	0.0001	0.381	0.0947	0.0017	0.81	
(m^3)	dn	-0.03691	0.0001					
v.ce.2	Intercept	3.053251	0.0002	0.506	0.0811	-0.0022	0.72	
(m^3)	dn	-0.02421	0.0009					
cestr.val	Intercept	-36.510	0	0.639	32.24	-0.00078	0.99	
(adim)	vcc	76.609	0					1.223
	bar	52.727	0					1.223
ccarp.val	Intercept	-141.18	0	0.647	41.874	0.611	0.85	
(adim)	dn^2	0.082	0					1.093
	ht	4.789	0					1.093

Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

Modelos evaluadores de la calidad a nivel de parcela

$$V.CAL = \frac{VCC}{1 + e^{(2.4136 - 0.0361 \cdot Dg)}}$$

$$V.CE.1 = \frac{VCC}{1 + e^{(3.593296 - 0.03815 \cdot Dg)}}$$

$$V.CE.2 = \frac{VCC}{1 + e^{(3.052438 - 0.02756 \cdot Dg)}}$$

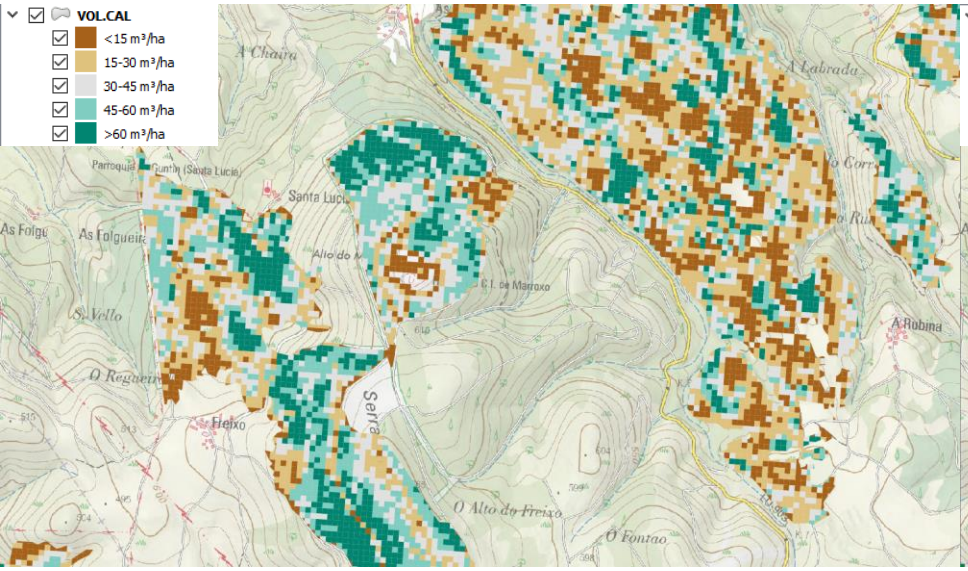
$$CESTR.VAL = -38757 + 1749.6 \cdot Ho + 575.3 \cdot Dg$$

$$CCARP.VAL = 8.636 \cdot Ho^{1.516} \cdot VCC^{0.541}$$

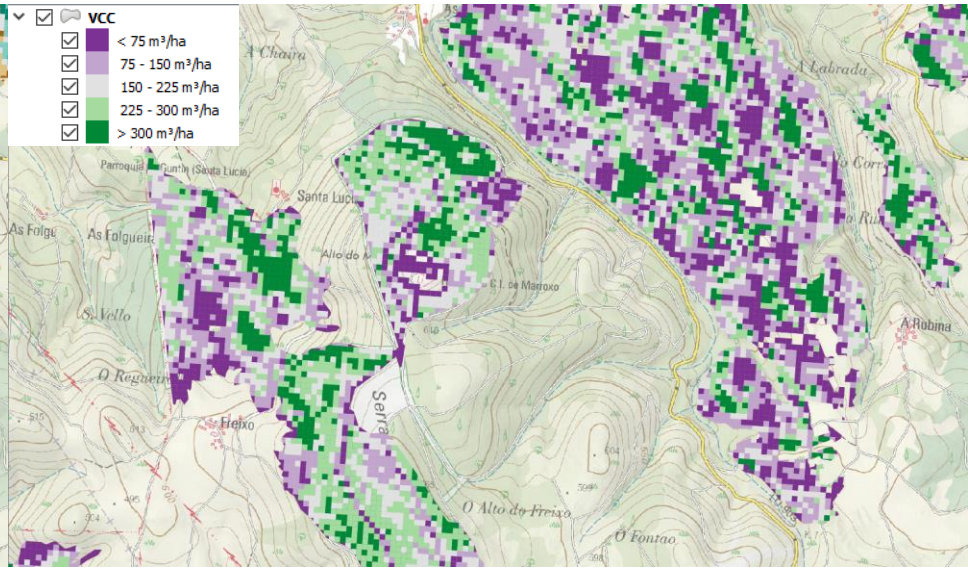
Variable depend	Variables independ	Coef	P-Valor	Radj2	RMSE	Sesgo	p-valor	VIF
V.CAL	Intercept	2.4136	0.000	0.915	14.23	0.25	0.92	
(m^3/ha)	Dg	-0.0361	0.000					
V.CE.1	Intercept	3.593296	0.000	0.832	9.048	0.375	0.81	
(m^3/ha)	Dg	-0.03815	0.000					
V.CE.2	Intercept	3.052438	0.000	0.925	6.072	0.013	0.99	
(m^3/ha)	Dg	-0.02756	0.000					
CESTR.VAL	Intercept	-38757.40	0.000	0.802	4954.66	-0.013	0.99	
(lineal)	Ho	1749.623	0.000					1.262
(adim)	Dg	575.312	0.000					1.262
CCARP.VAL	Intercept	8.636	0.038	0.682	6290.16	-212.56	0.84	
(potencial)	Ho	1.516	0.012					3.328
(adim)	VCC	0.541	0.043					3.328

Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

V.CAL

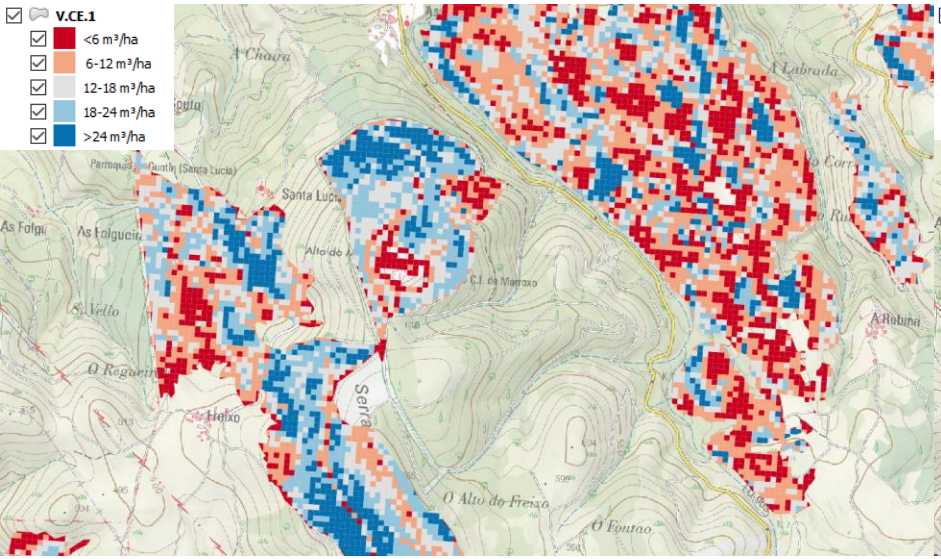


VCC

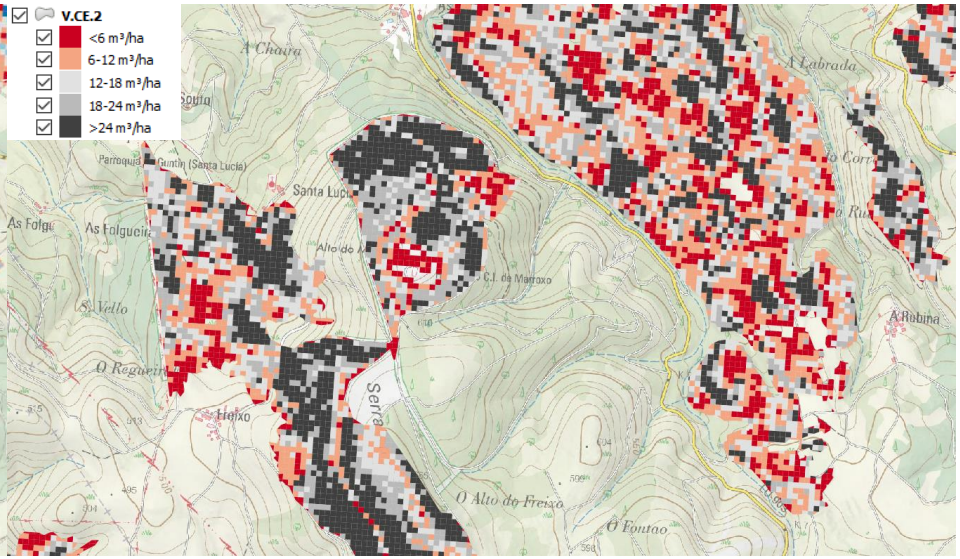


Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

V.CE.1

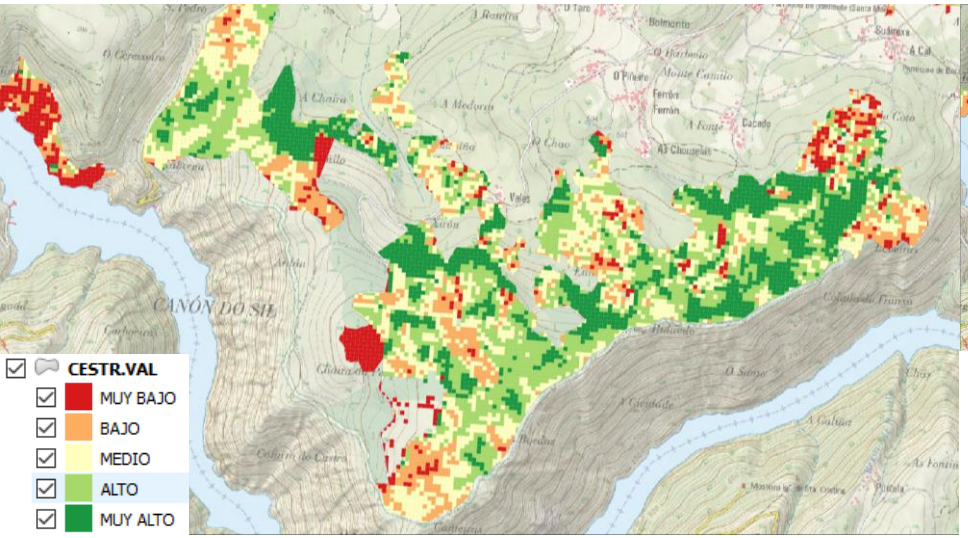


V.CE.2

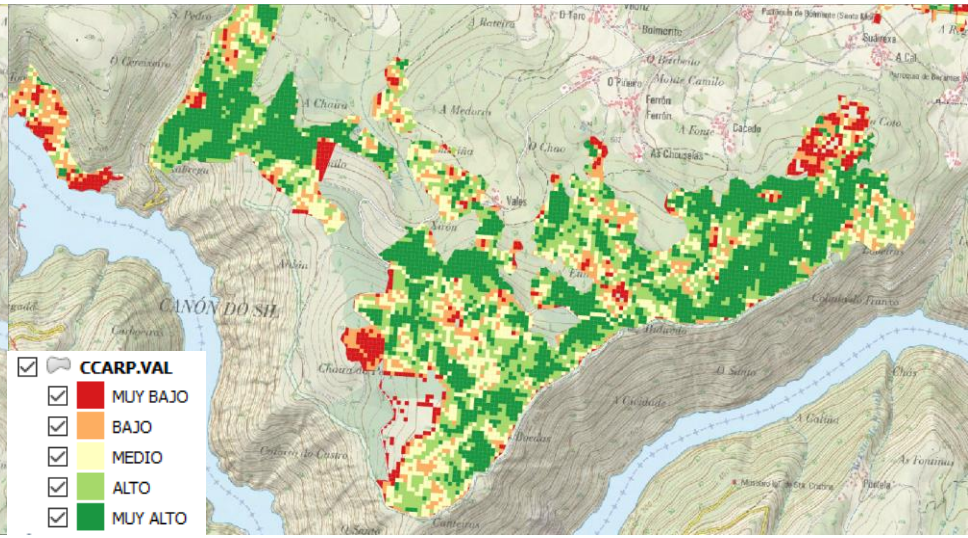


Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad de las masas de *P. pinaster* ssp. *atlantica*

CESTR.VAL



CCARP.VAL



Conclusiones

- La tecnología LiDAR es una potente herramienta para la evaluación de recursos forestales.
- Los datos abiertos de baja densidad de puntos permiten evaluaciones a gran escala (objetivo planificación) suficientemente precisas.
- Además, se ha evaluado:
  - cuantitativamente: existencias susceptibles de tener destino a madera de calidad de las masas de *Pinus pinaster* ssp. *atlantica.*
  - cualitativamente: clasificación en cinco categorías, basada en el precio medio de mercado de las madera aserrada de las diferentes clases de calidad estructural y estética, de las existencias susceptibles de tener destino a madera de calidad.

¡Gracias!

Rafael Alonso Ponce

rafa.alonso@fora.es

Beneficierios

Colaboradores

Financia