

Soluciones para el inventario de masas forestales mediante el uso de Vehículos Aéreos no Tripulados

II FORO TÉCNICO
CIVIL UAVs INITIATIVE
30/06 - 01/07 2020 ONLINE

Tierra - 4



Elena Canga
Fundación CETEMAS

Soluciones para el inventario de masas forestales mediante el uso de Vehículos Aéreos no Tripulados

II FORO TÉCNICO
CIVIL UAVs INITIATIVE
30/06 - 01/07 2020 ONLINE

Tierra - 4



3edata



CETEMAS

CENTRO TECNOLÓGICO FORESTAL Y DE LA MADERA

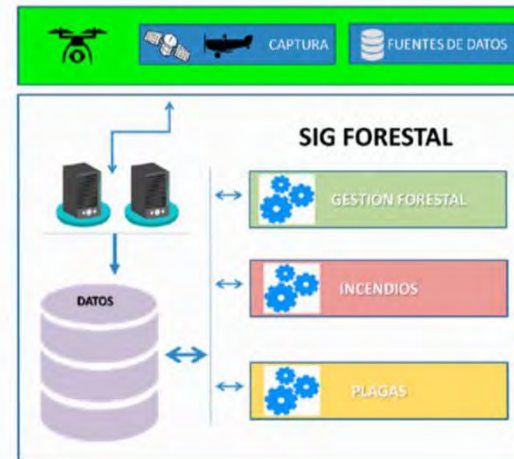


cotesa



Resultados y efectos esperados:

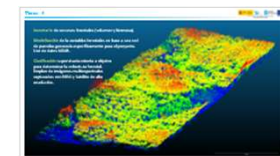
- Sistema de gestión forestal:
 - Identificación automática de especies, y abandonos.
 - Monitorización e Informes (especies, superficies, dasimetría...)
- Evaluación de franjas antiincendio:
 - Monitorización automática de franjas antiincendios.
 - Informes y Alertas.
- Gestión de plagas (*Procesionaria, nematodo y defoliador del eucalipto*):
 - Detección automática y monitorización de plagas
 - Tratamiento de plagas
 - Informes.



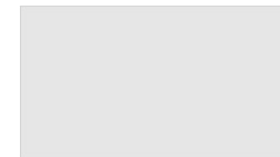
TRATAMIENTO DE PLAGAS



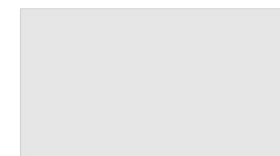
Herramienta Modular



Módulo 1



Módulo 2

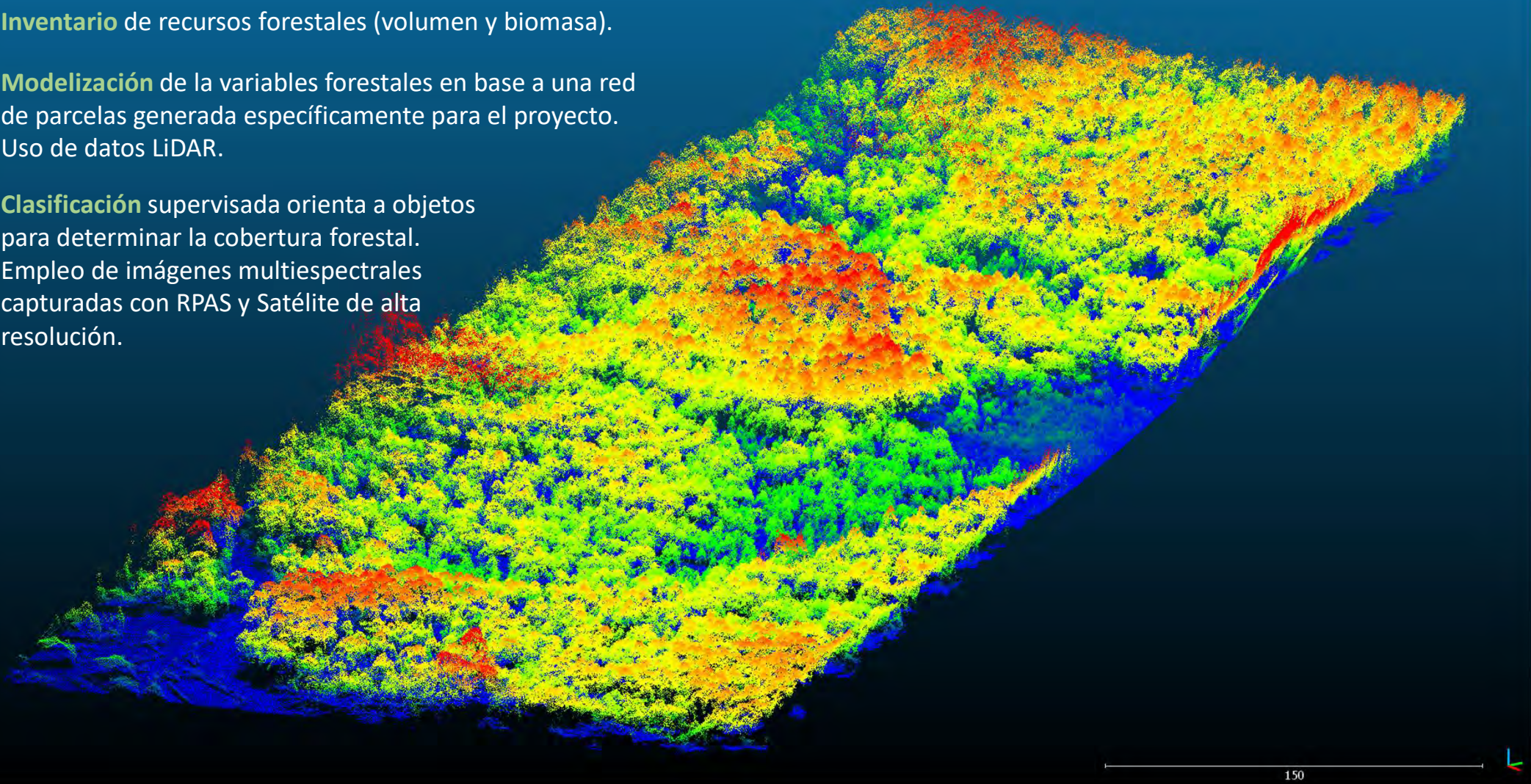


Módulo 3

Inventario de recursos forestales (volumen y biomasa).

Modelización de las variables forestales en base a una red de parcelas generada específicamente para el proyecto.
Uso de datos LiDAR.

Clasificación supervisada orientada a objetos para determinar la cobertura forestal.
Empleo de imágenes multiespectrales capturadas con RPAS y Satélite de alta resolución.



Desarrollo de modelos estadísticos para la estimación de variables forestales

1. Instalación de 150 parcelas de inventario (30 parcelas por especie) de las cinco principales especies forestales.
2. Toma de datos LiDAR de las 150 parcelas.
3. Ajuste de modelos estadísticos para pino pinaster, radiata, silvestre, eucalipto globulus y eucalipto nitens.
4. Ajuste de modelos estadísticos para Q.robur, Q.pyrenaica y castaño a partir de las parcelas del IFN y datos LiDAR del PNOA.
5. Integración de dichos modelos en el Sistema de Información Geográfico Forestal (SIGF) para la estimación de variables de masa

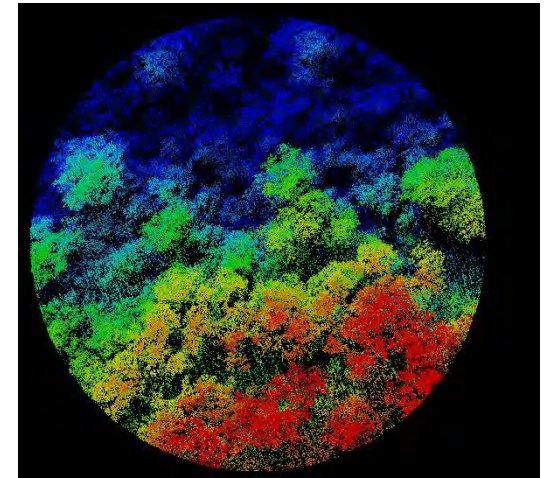
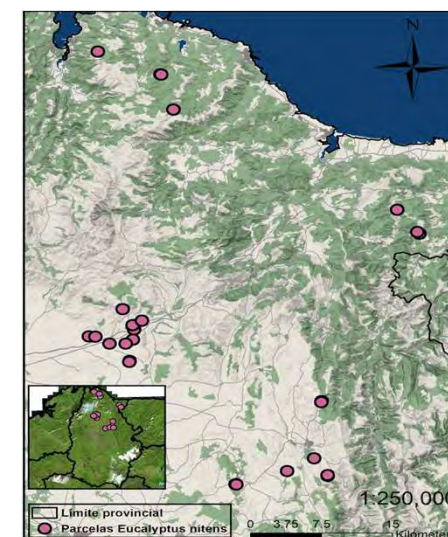
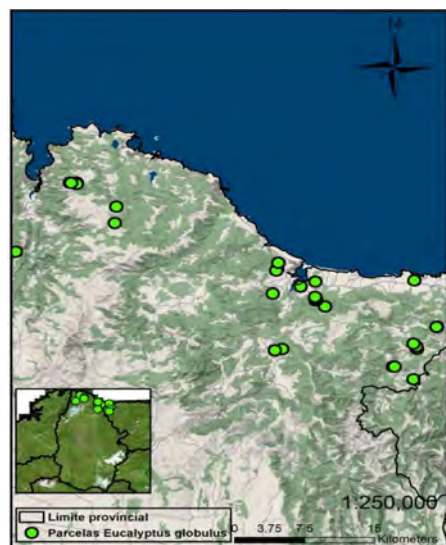


Tabla 1 Estadísticos descriptivos de la red de 150 parcelas permanentes de las especies productivas.

Especie	Variable	Media	Desv. Típ.	0%	25%	50%	75%	100%
Eucalyptus globulus	V (m3/ha)	277	146.43	66.34	165.88	263.82	382.24	568.34
	N (pies/ha)	1105.24	287.55	609.11	950.51	1051.21	1232.96	1748.7
	G (m2/ha)	28.52	10.66	11.54	19.98	27.54	36.63	49.71
	H (m)	7.74	3.89	11.75	14.97	17.41	20.67	25.12
	Hcopa (m)	8.89	2.72	3.69	6.71	8.82	10.93	13.95
	W (t/ha)	168.84	89.25	40.98	106.34	160.09	230.64	354.83
Eucalyptus nitens	V (m3/ha)	305.15	166.15	97.34	169.35	263.28	376.87	731.5
	N (pies/ha)	1039.75	272.64	225.96	908.75	1011.91	1144.54	1807.69
	G (m2/ha)	31.17	11.89	15.37	21.18	27.32	37.97	58.26
	H (m)	19.71	4.23	12.79	16.56	19.39	22.46	27.08
	Hcopa (m)	12.99	3.57	6.56	10.63	12.535	15.05	19.84
	W (t/ha)	150.63	83.57	46.15	80.54	136.52	181.03	368.94
Pinus pinaster	V (m3/ha)	377.33	129.95	128.06	286.76	395.39	484.76	565.89
	N (pies/ha)	750.44	364.48	186.66	533.36	663.15	921.04	1714.02
	G (m2/ha)	46.79	14.3	19.08	36.43	48.18	56.54	73.58
	H (m)	18.21	2.23	14.76	16	18.635	20.14	22.12
	Hcopa (m)	12.37	2.71	7.74	9.8725	12.975	14.4875	16.05
	W (t/ha)	201.16	67.23	70.75	154.9675	209.42	254.4075	296.84
Pinus radiata	V (m3/ha)	314.32	141.38	11.44	208.46	339.27	410.83	536.3
	N (pies/ha)	632.07	240.52	199.89	496.13	564.9	696.02	1306.64
	G (m2/ha)	32.37	13.1	4.18	23.53	34.73	39.95	60.39
	H (m)	19.96	4.93	5.18	19.54	21.34	22.69	25.4
	Hcopa (m)	9.98	3.22	0.9	9.65	10.61	11.75	14.11
	W (t/ha)	153.78	68.29	8.65	101.39	165.41	199	264.83
Pinus sylvestris	V (m3/ha)	365.49	182.85	51.9	213.82	362.48	494.22	813.8
	N (pies/ha)	848.83	369.35	167.01	542.79	859.63	1188.75	1591.55
	G (m2/ha)	47.96	16.29	17.52	34.28	52.03	59.23	77.42
	H (m)	16.1	4.48	5.24	12.67	17.26	19.26	24.51
	Hcopa (m)	12	4.46	1.77	8.92	13.55	14.86	19.83
	W (t/ha)	212.22	79.04	55.85	139.69	228.08	266.86	367.95



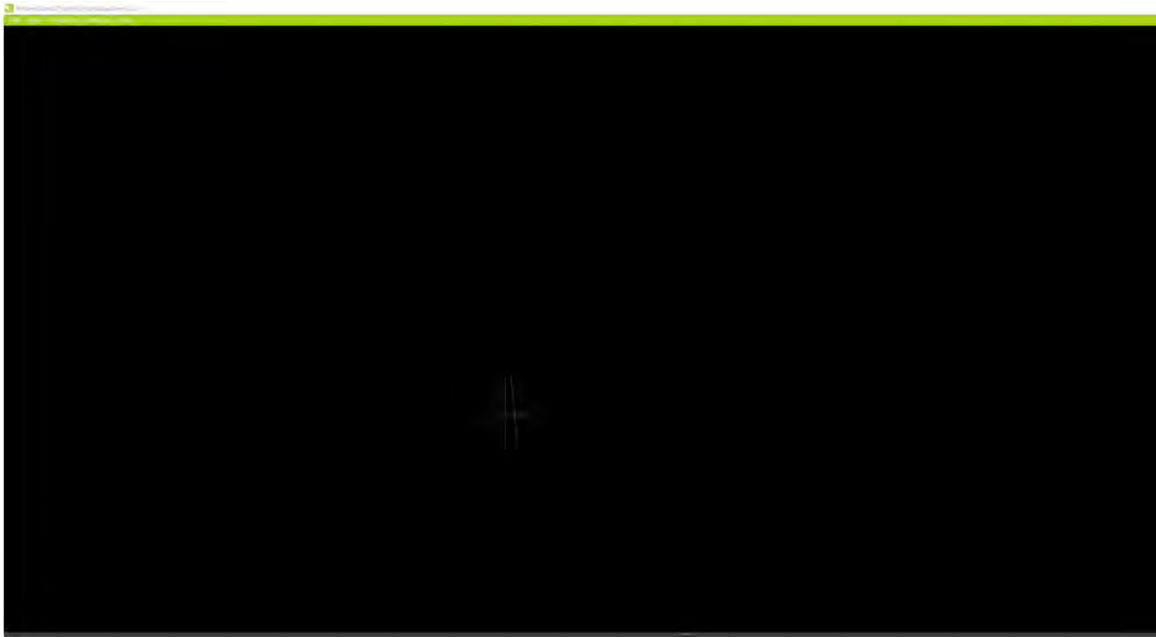


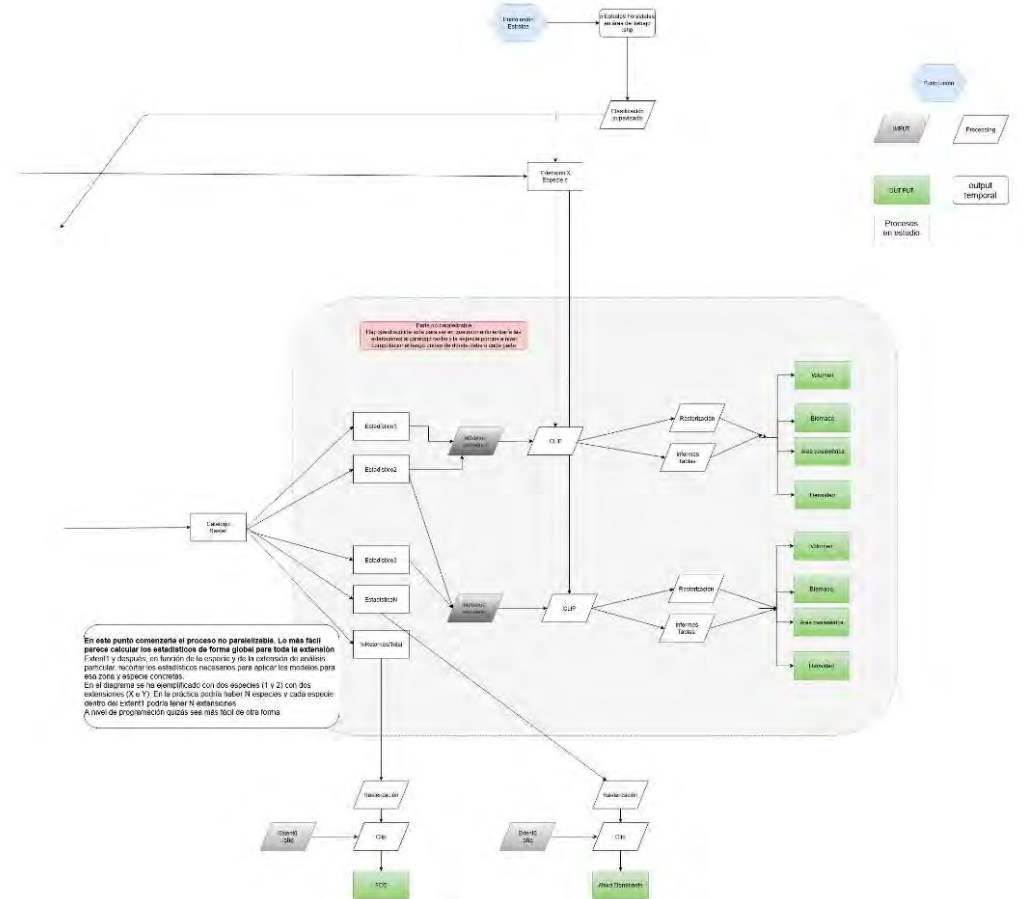
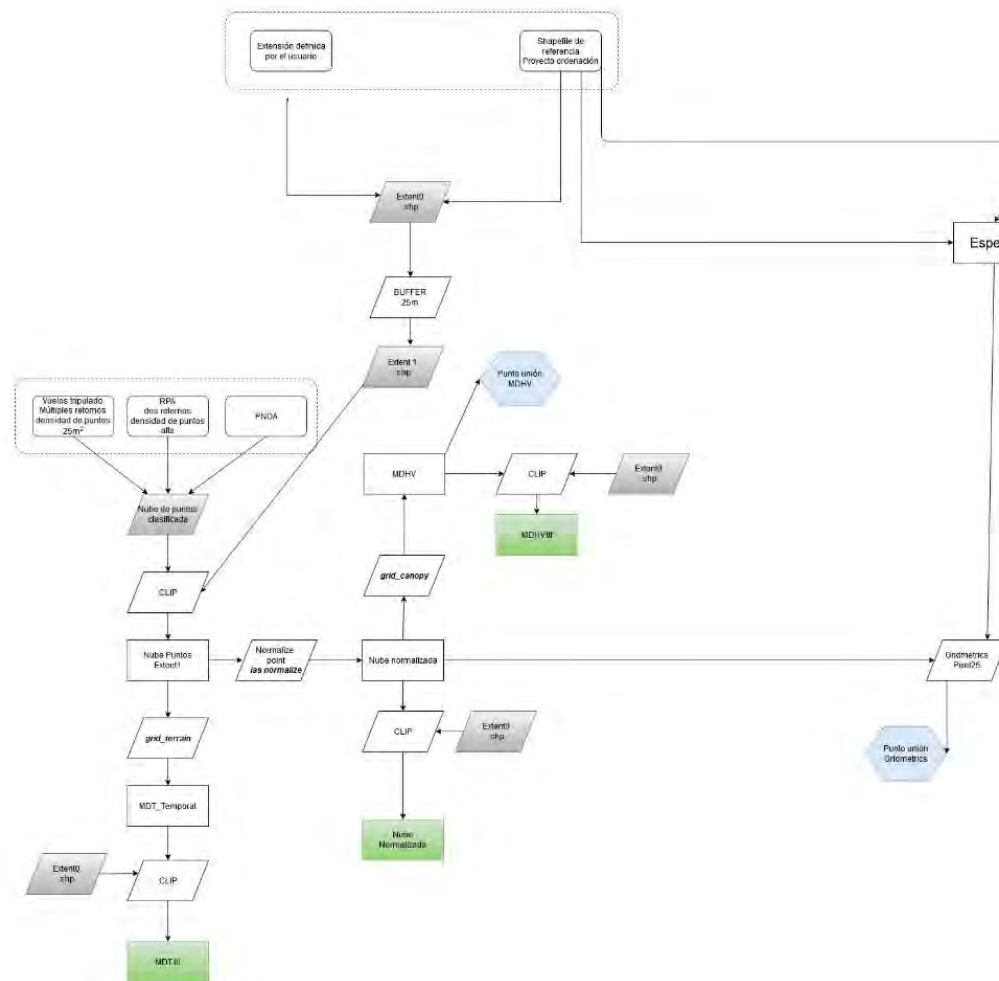
Tabla 1. Estadística descriptiva de la red de 187 parcelas permanentes de las especies productivas

Especie	Modelo	RMSE	R ²
Eucalyptus globulus	$V = 0,9071 \cdot Elev.mean^{1,0391} \cdot Perc.first.returns.above.mean^{0,6625}$	60,12	0,8431
	$G = 0,3557 \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,0341}$	5,39	0,7528
	$W = 0,9373 \cdot Elev.L1^{1,6649}$	40,42	0,8020
	No converge		
Eucalyptus nitens	$V = 5,8915 \cdot Elev.mean^{1,0137} \cdot Perc.first.returns.above.mode^{0,4347} \cdot Canopy.relief.ratio^{2,8511}$	56,24	0,8850
	$G = 13,6164 \cdot Canopy.relief.ratio^{0,9538} \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{0,4700}$	6,20	0,7468
	$W = 8,2783 \cdot Elev.mean^{1,2457} \cdot Canopy.relief.ratio^{0,45063,1369}$	32,41	0,8600
	$N = 2331,17 \cdot Elev.IQ^{-0,0015}$	207,6	0,2413
Pinus pinaster	$V = 0,09352 \cdot Perc.all.returns.above.2,00^{1,5966} \cdot PElev.kurtosis^{0,5557}$	58,35	0,8145
	$G = 0,1156 \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,8968} \cdot Elev.kurtosis^{0,5557}$	7,97	0,7143
	$W = 0,05292 \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,5954} \cdot Elev.kurtosis^{0,55316}$	29,67	0,8208
	$N = 167,1 \cdot Elev.AAD^{-2,4048} \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,0177} \cdot Elev.L4^{1,199}$	199,00	0,6469
Pinus radiata	$V = 0,2855 \cdot Perc.all.returns.above.mean^{1,8977}$	56,58	0,8453
	$G = 0,01473 \cdot Percentage.all.returns.above.mean^{1,856} \cdot Canopy.relief.ratio^{-1,5521}$	6,00	0,8047
	$W = 0,1516 \cdot Percentage.all.returns.above.mean^{1,8453}$	27,96	0,8382
	No converge		
Pinus sylvestris	$V = 0,0228 \cdot Elev.CV^{-0,4538} \cdot Elev.P99^{1,1130} \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,2025}$	52,93	0,9249
	$G = 0,0763 \cdot Elev.CV^{-0,4259} \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{1,2108}$	7,10	0,8234
	$W = 0,6993 \cdot Elev.CV^{-0,5912} \cdot Perc.first.returns.above.2,00^{0,9862}$	37,29	0,7927
	$N = 11,7354 \cdot Elev.L4^{-0,9211} \cdot Perc.first.returns.above.mode^{0,6240}$	223,48	0,6591

Desarrollo de modelos estadísticos para el cálculo de variables dasométricas a partir de variables LiDAR:

- Se desarrollaron modelos de género (Pinus y Eucalyptus) y de especie (P. radiata, P. pinaster, P. sylvestris, E. globulus, E. nitens, Q. robur, Q. pyrenaica y C. sativa).
- Estos modelos se han desarrollado con datos LiDAR de **alta** densidad (superior a 70 puntos/m²) y con **parcelas de campo georreferenciadas** (precisión centimétrica) medidas en las **mismas fechas** que los datos LiDAR

Algoritmos de procesado: Tratamiento de datos LiDAR, Detección de especie (opcional) y estimación de variables forestales



Script_Final_CETEMAS.R

```
83 MDTExtent1 = grid_terrain(las,res=1, algorithm = tin(),keep_lowest = FALSE)
84
85 #Corto con Extent0 para que me quede con la extensión definitiva. Resultado opcional
86
87 MDT=mask(MDTExtent1,Extent0_Dissol,file.path(mainDir, outDir, "MDT.tif"))
88
89 plot(MDT, main="MDT")
90 ##### NORMALIZACIÓN #####
91
92 NormalizadoExtent1=lasnormalize(las, tin())
93
94 #Filtrado para eliminar puntos por debajo de cero y por encima de 50
95
96 NormalizadoFiltExtent1=lasfilter(NormalizadoExtent1, Z >= 0)
97 NormalizadoFilt2Extent1=lasfilter(NormalizadoFiltExtent1, Z <=50)
98
99 ###Corto con Extent0. Resultado opcional
100
101 NormDefinitivo= lasclip(NormalizadoFilt2Extent1, Extent0_Dissol)
102
103 plot(NormDefinitivo)
104
105 writeLAS(NormDefinitivo, file.path(mainDir, outDir, "Normalizado.laz"))
106
107
```

183:52 MÉTRICAS SOBRE 2 NECESARIAS PARA EL RESTO DE ESTADÍSTICOS

Console Terminal

C:/banda_marron/

>

Environment History Connections

Global Environment

Environment is empty

Files Plots Packages Help Viewer

Zoom Export

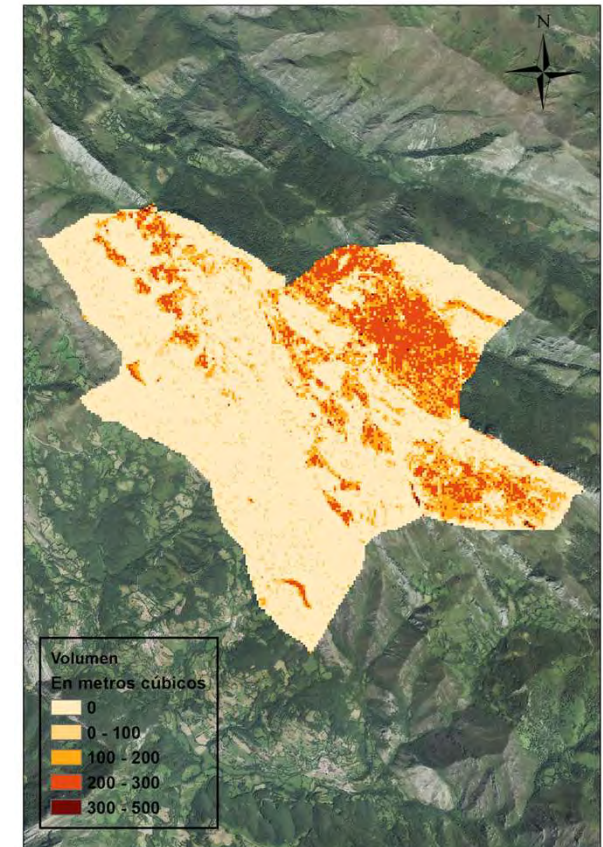
Resultados

1. Cartográficos

Se generan mapas raster (pixel 25 m) o por rodales de las siguientes variables:

- Fracción de cabida cubierta
- Volumen
- Biomasa
- Área Basimétrica
- Altura media

Los rodales se generan a partir de la información aportada por el usuario o bien a través de un proceso de rodalización o generación de zonas homogéneas a partir de la especie y la altura media.

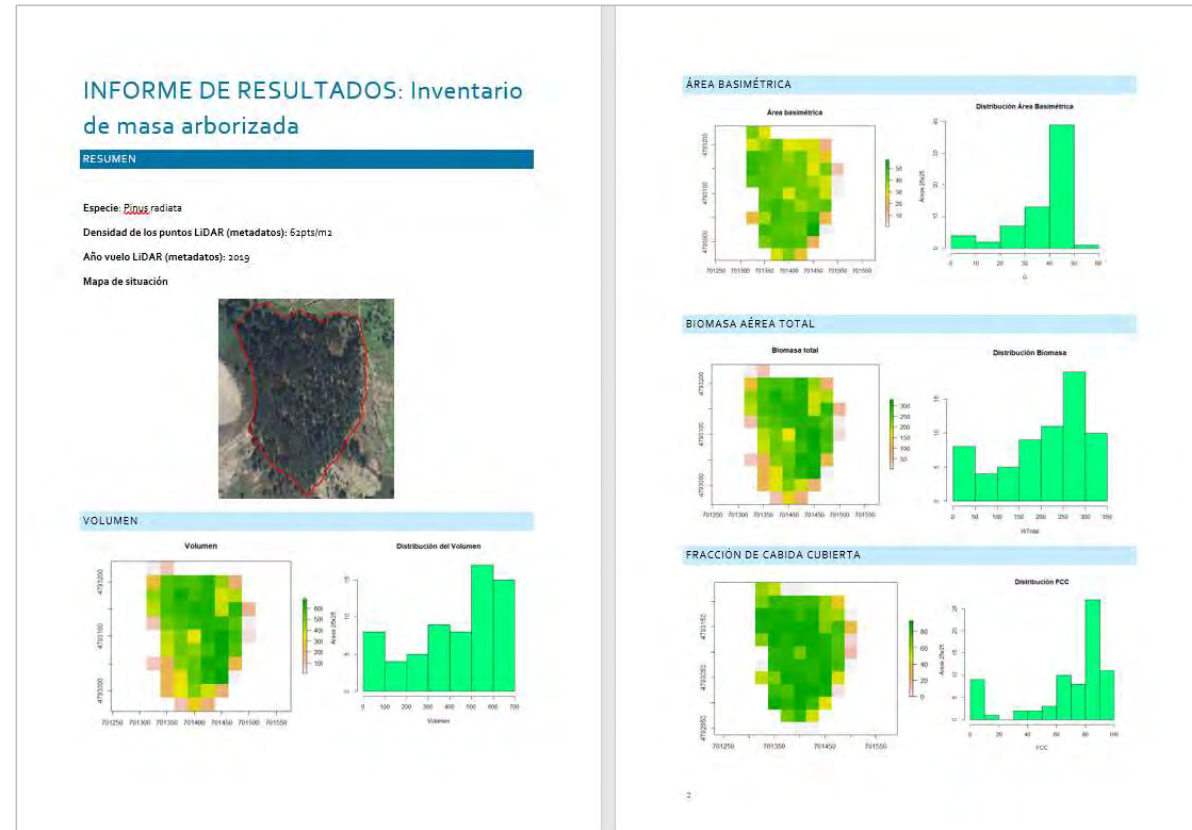


2. Tablas e informes

La herramienta genera como resultados finales **tablas** resumen (formato csv o xls) e informes en pdf. En el caso del procedimiento 2, los datos podrán referirse a la superficie del rodal en conjunto.

Informe (pdf,/doc) :

- Situación del rodal
- Especie
- Volumen total
- Biomasa total
- Área basimétrica
- Densidad
- Fracción de cabida cubierta



Inventario de recursos forestales (volumen y biomasa).

Modelización de las variables forestales en base a una red de parcelas generada específicamente para el proyecto. Uso de datos LiDAR.

Clasificación supervisada orientada a objetos para determinar la cobertura forestal. Empleo de imágenes multiespectrales capturadas con RPAS y Satélite de alta resolución.

Módulo 1: Inventario de Masa Arbolada

150



Principales ventajas de la herramienta:

- ✓ Acceso a repositorio de datos.
- ✓ Accesos a múltiples funciones desde un único entorno.
- ✓ Estandarización en los procedimientos de captura y procesado de datos.
- ✓ Reducción de costes frente a la digitalización manual.
- ✓ Reducción de criterios subjetivos en la digitalización manual.
- ✓ Facilidad para réplica y actualización de la cartografía.
- ✓ Facilidad de análisis multitemporal.



Próximos retos en relación al inventario forestal:

- ☐ Mejoras en los procedimientos de captura de datos.
- ☐ Trabajos específicos para el análisis de masas mixtas.
- ☐ Ampliación y mejora de los modelos de inventario de especies productivas de Galicia en las cuatro provincias.
- ☐ Desarrollo de modelos de árbol individual.
- ☐ Desarrollo de modelos que relacionen parámetros de calidad de la madera.

Soluciones para la Gestión y Control Forestal Mediante el Uso de Vehículos Aéreos no Tripulados

Civil UAVs Initiative Fase II (RFP-B): Gestión Forestal.

Tierra - 4

