



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

Integrando datos LiDAR, información satelital y parcelas del Inventario Forestal Nacional Español en la predicción de variables de inventario



Alfredo Fernández-Landa¹

Jose Luis Tomé Morán¹, Vicente Jesús Sandoval Altelarrea²,
Roberto Vallejo Bombín²

¹Agresta S. Coop.

²Ministerio de Agricultura Pesca, Alimentación y Medio Ambiente



Plasencia, 26 de Junio de 2017)



Integración de tres fuentes de información de libre acceso

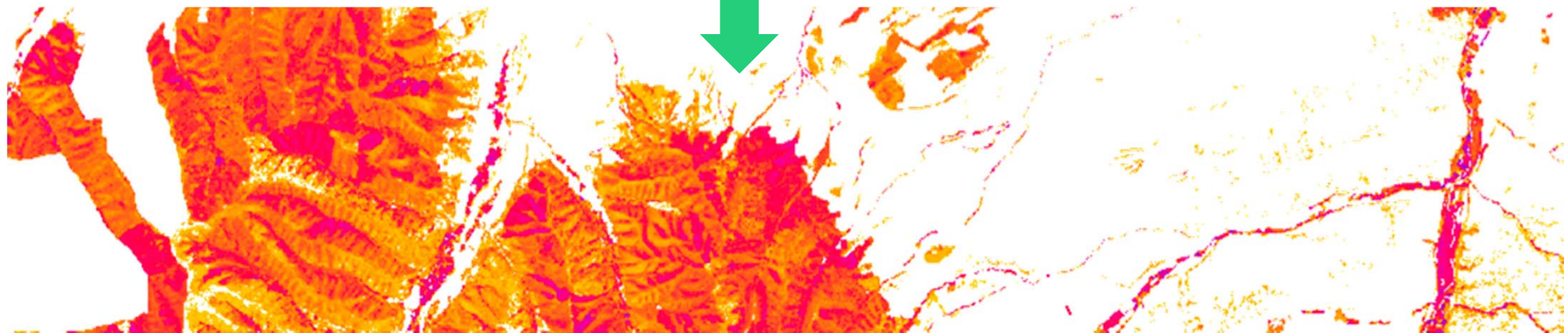
1. LiDAR

PNOA

2. IFN



3. LANDSAT



Inventarios forestales
LiDAR de alta resolución
en grandes superficies

+

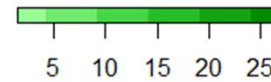
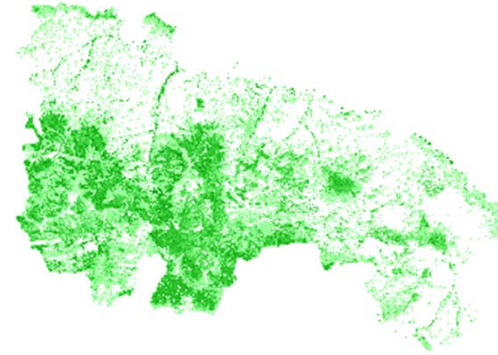
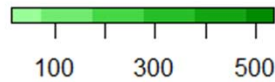
Ahorro
drástico de
costes

+

Información útil
para planificación
y gestión forestal

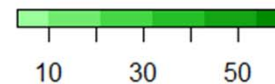
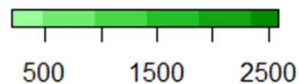
El objetivo es generar inventarios LiDAR en grandes superficies

Densidad
(pies/ha)



Área
basimétrica
(m²/ha)

Volumen
total
(m³/ha)

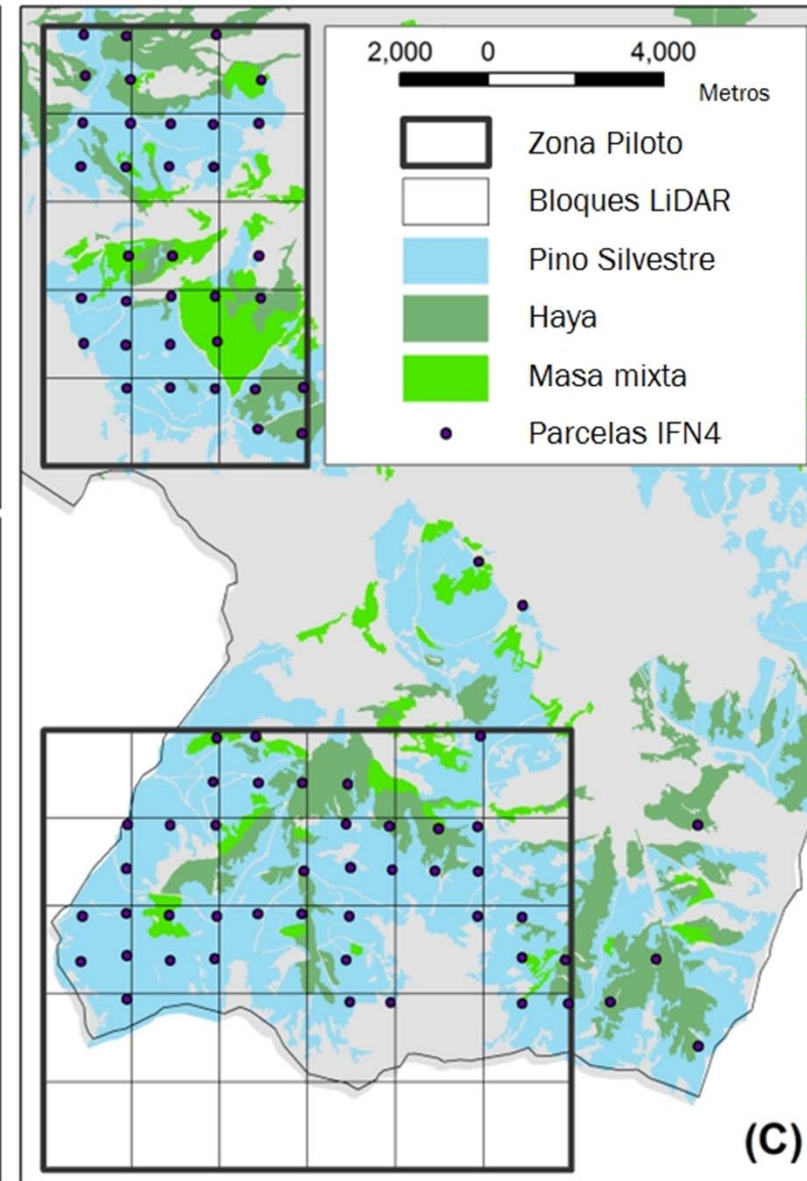
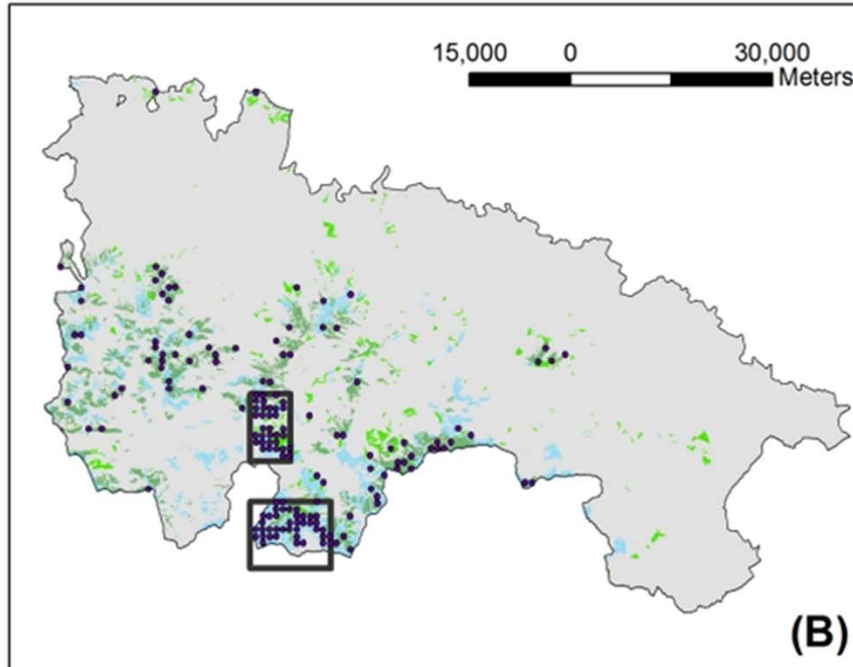


Volumen
de leñas
(m³/ha)

Área de estudio



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



Muestra de parcelas del IFN4



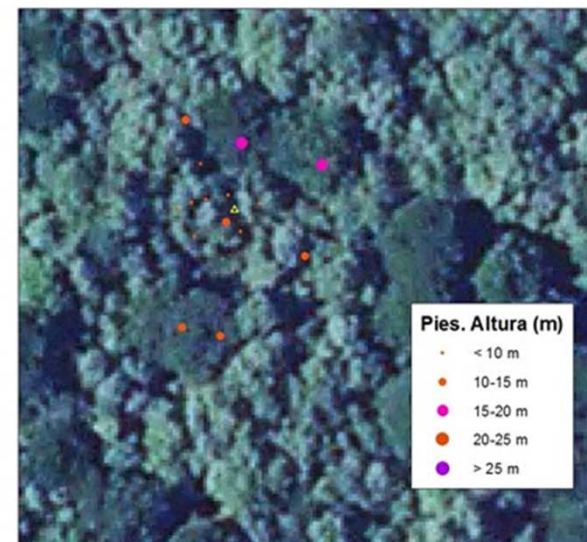
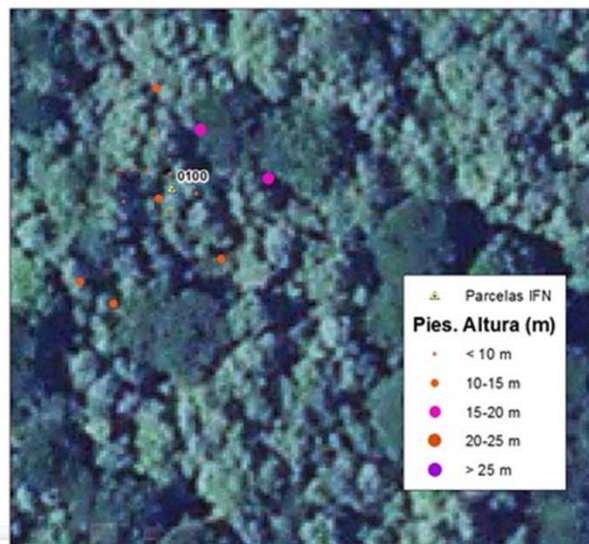
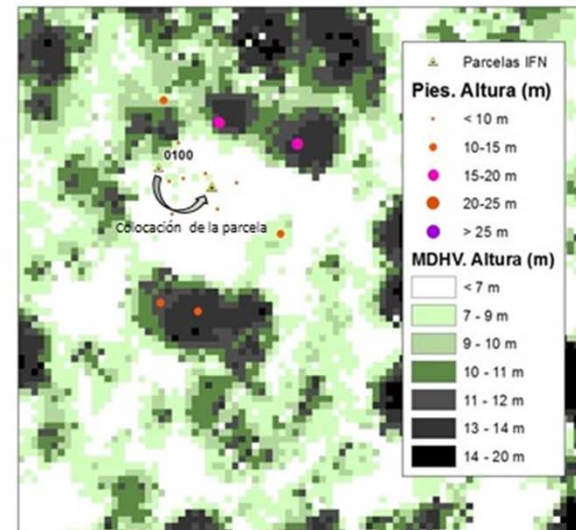
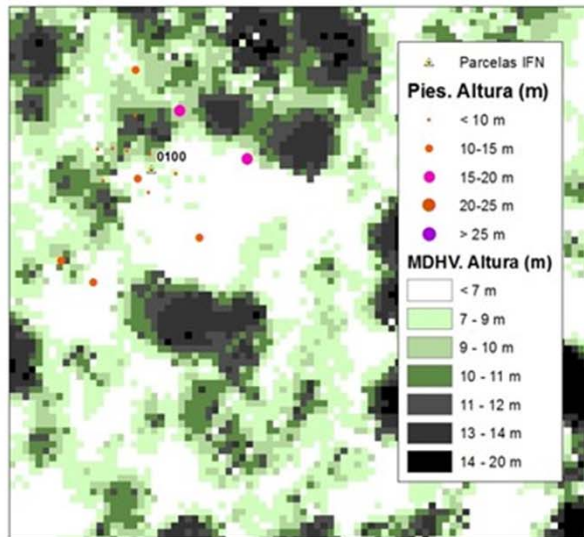
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

160 parcelas medidas entre Junio de 2011 y agosto de 2012

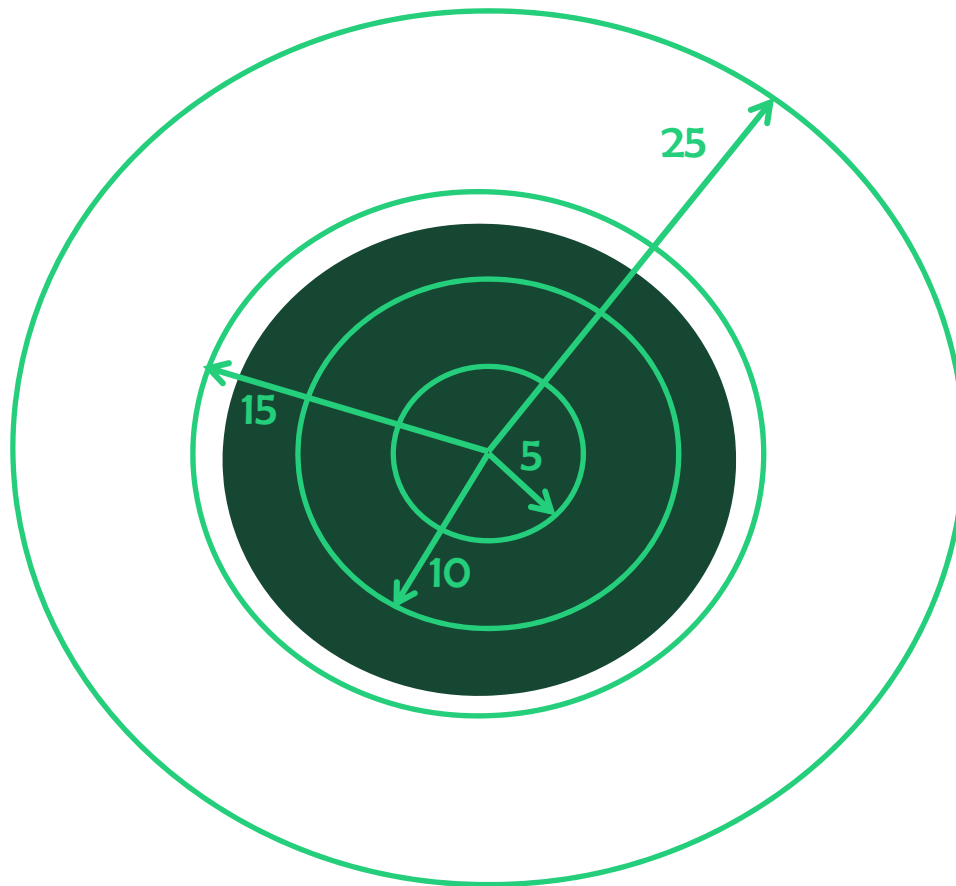
Estrato	N parcelas	Tipo muestra	Estadísticos	G (m ² /ha)	V (m ² /ha)	N (pies/ha)
Silvestre	56	Entrenamiento	Media	37,79	255,56	777,97
			Máximo	69,63	526,09	2945,47
			Mínimo	12,13	51,90	176,00
			<u>Desv. Est.</u>	12,85	116,65	570,35
Silvestre	23	Validación	Media	38,45	286,47	586,46
			Máximo	83,85	784,92	1116,62
			Mínimo	14,14	75,74	80,00
			<u>Desv. Est.</u>	18,27	172,74	280,47
Haya	61	Entrenamiento	Media	31,63	217,72	826,17
			Máximo	53,79	476,22	2022,20
			Mínimo	12,88	52,71	175,83
			<u>Desv. Est.</u>	8,69	85,89	457,42
Haya	20	Validación	Media	29,68	187,37	989,43
			Máximo	42,77	323,51	1974,87
			Mínimo	14,68	58,73	192,00
			<u>Desv. Est.</u>	7,29	72,45	550,00

Recolocación de parcelas

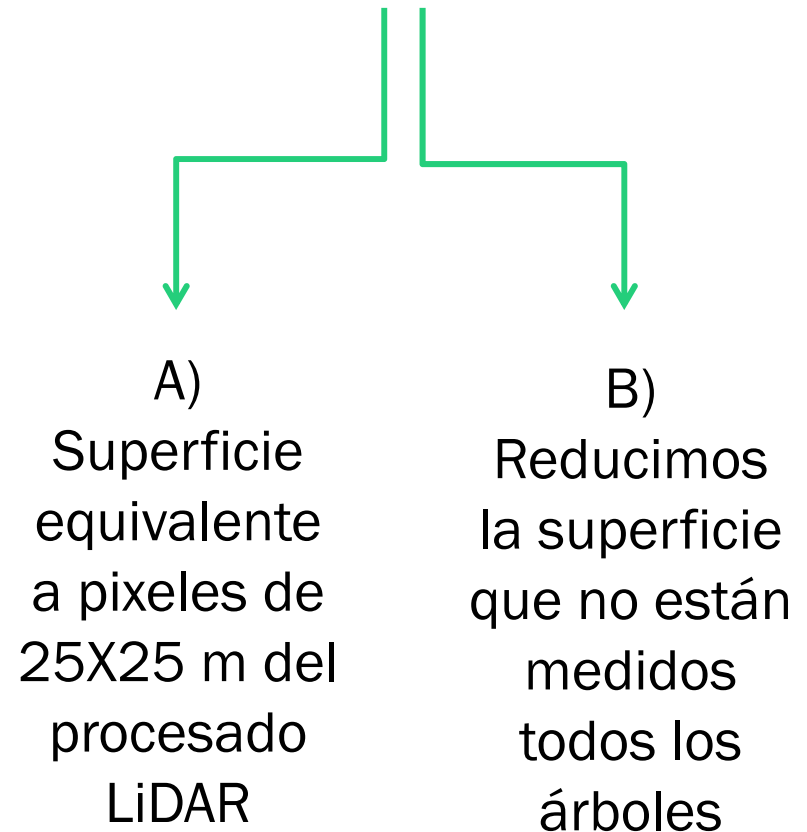
8.4 metros de desplazamiento medio



Radio fijo Vs radio variable



Se convierten en parcelas de radio máximo de 14.1 m



Ajuste de modelos

Ajuste de modelos de regresión GLM

Variables dependientes: Volumen (V), área basimétrica (G), número de pies (N) y parámetros a y b distribución Weibull

15 estadísticos LiDAR como variables independientes

Modelos incorporando el estrato como un factor

Media	Desviación estándar	Varianza	Coficiente de variación	Rango intercuartílico	Kurtosis	Percentil del 1%	Percentil del 5%
Percentil del 25%	Percentil del 50%	Percentil del 75%	Percentil del 95%	Percentil del 99%	Fracción Cabida Cubierta	Ratio libre de copa	Estrato

GLM con funciones link “power”, “identity”, “log” and “inverse” y funciones de distribución gamma y gaussian

Stepwise para la selección de variables y criterio de Akaike para la selección de modelos

Clasificación de imagen satélite



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Clasificación de imagen Landsat: Random Forest de clasificación

Variables predictoras

Variable group	Band	Variable
Multi-spectral	1	Blue
	2	Green
	3	Red
	4	NIR
	5	SWIR-1
	6	SWIR-2
Vegetation Index	7	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
Digital Elevation Model	8	Elevation
	9	Slope
	10	Aspect
Model	11	Curvature
	12	Plan curvature
	13	Profile curvature

Landsat 5 de Julio de 2011

Clases de la leyenda

Class ID	Class	Class ID	Class
1	Scot pine	6	Holm-oak
2	Grass or Shrub land	7	Urban areas
3	Beech	8	Clouds
4	Water	9	Shadows
5	Oak		

Resultados de los modelos GLM

Fase de ajuste

Sp	Variable	Nombre modelo	Variables independientes	Función distribución	Función vínculo	pseudo R ²	Sesgo	EAM	RMSE	sesgo relativo	eam relativo	RMSE relativo
Silv	G	<u>G_glm_Silv</u>	variance, IQ, CRR, LFCC	gamma	<u>power (0,8)</u>	0,58	-0,003	2,369	3,323	0,0	6,3	8,8
Silv	V	<u>V_glm_silv</u>	P50, CRR, IQ, <u>stddev</u>	gamma	<u>Identity</u>	0,75	-0,969	45,200	66,703	-0,4	17,7	26,1
Silv	N	<u>N_glm_silv</u>	P95, LFCC	gamma	Log	0,59	10,074	265,605	391,678	1,3	34,1	50,3
Silv	<u>a_W</u>	<u>a_glm_silv</u>	variance, P25, P75, LFCC	gamma	Log	0,53	-0,032	4,894	6,168	-0,1	16,8	21,2
Silv	<u>b_W</u>	<u>b_glm_silv</u>	IQ, P75, LFCC	gamma	<u>power (2)</u>	0,32	0,002	1,243	1,528	0,1	33,0	40,6
Haya	G	<u>G_glm_haya</u>	CRR, P75	gamma	<u>power (2)</u>	0,39	-0,077	5,659	6,847	-0,2	17,8	21,5
Haya	V	<u>V_glm_haya</u>	IQ, P25, CRR	gamma	<u>Identity</u>	0,64	-1,435	43,216	53,640	-0,7	19,8	24,5
Haya	N	<u>N_glm_haya</u>	<u>stddev</u> , CV, P01, P50, CRR	gamma	Log	0,40	-4,461	274,083	361,115	-0,5	33,4	44,0
Haya	<u>a_W</u>	<u>a_glm_haya</u>	P75	gamma	<u>Inverse</u>	0,44	0,000	5,150	6,850	0,0	20,8	27,6
Haya	<u>b_W</u>	<u>b_glm_haya</u>	CRR, LFCC	gamma	Log	0,29	-0,002	0,561	0,745	-0,1	23,2	30,8
Todas	G	<u>G_glm_estrato</u>	<u>Estrato:CRR</u> , LFCC, IQ	gamma	Log	0,48	-0,015	6,140	8,097	0,0	17,8	23,4
Todas	V	<u>V_glm_estrato</u>	<u>IQ:Estrato</u> , P25, CRR: Estrato, LFCC	gamma	<u>power(0.4)</u>	0,67	0,084	47,973	63,349	0,0	20,3	26,9
Todas	N	<u>N_glm_estrato</u>	CV, P95: <u>Estrato</u> , LFCC	gamma	Log	0,44	4,245	284,394	390,551	0,5	35,4	48,6
Todas	<u>a_W</u>	<u>a_glm_estrato</u>	<u>Estrato</u> , <u>IQ:Estrato</u> , P25: <u>Estrato</u> , <u>LFCC:Estrato</u>	gamma	Log	0,51	-0,011	4,997	6,597	0,0	18,7	24,7
Todas	<u>b_W</u>	<u>b_glm_estrato</u>	<u>stddev</u> , P25, <u>LFCC:Estrato</u>	gamma	<u>Inverse</u>	0,42	-0,003	0,928	1,205	-0,1	30,4	39,5

54

La variable **estrato** está en todos los modelos en que se ha incorporado

La **FCC** seleccionada en los modelos de pino pero no de haya

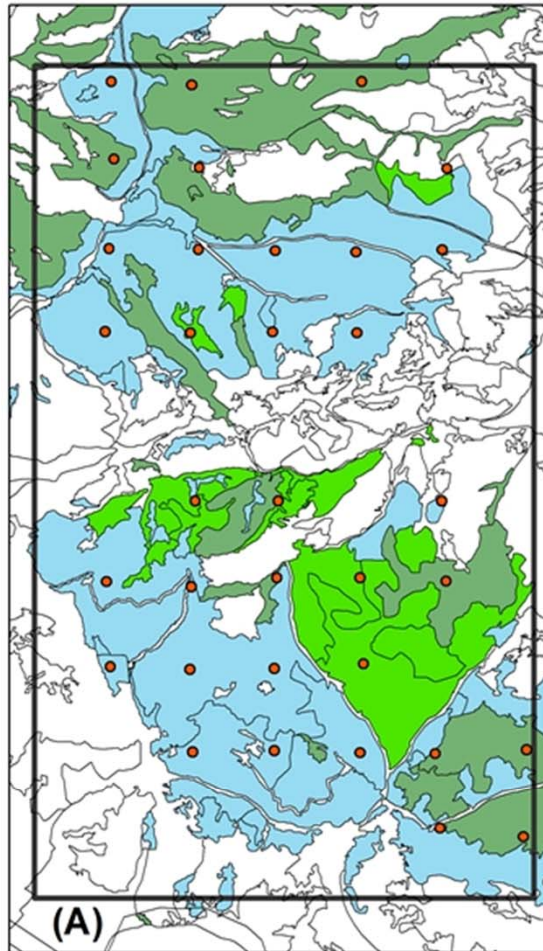
Resultados validación de la independiente de los modelos GLM

Especie	Variable	Modelo	Sesgo	eam	RMSE	sesgo relativo	EAM relativo	RMSE relativo
Silvestre	G	<u>G_glm_silv</u>	-1.93	9.27	11.59	-5.03	24.10	30.15
Silvestre	G	<u>G_glm_estrato</u>	-0.71	9.23	11.44	-1.85	24.02	29.76
Silvestre	N	<u>N_glm_silv</u>	-98.00	215.98	263.18	-16.71	36.83	44.88
Silvestre	N	<u>N_glm_estrato</u>	-95.98	209.19	265.74	-16.37	35.67	45.31
Silvestre	V	<u>V_glm_silv</u>	-13.62	88.15	127.06	-4.76	30.77	44.35
Silvestre	V	<u>V_glm_estrato</u>	13.08	73.29	105.57	4.57	25.58	36.85
Haya	G	<u>G_glm_haya</u>	-1.39	4.49	5.18	-4.47	14.44	16.66
Haya	G	<u>G_glm_estrato</u>	-1.02	4.19	4.77	-3.43	14.12	16.06
Haya	N	<u>N_glm_haya</u>	104.38	472.00	553.74	11.79	53.33	62.57
Haya	N	<u>N_glm_estrato</u>	-16.38	36.09	42.84	-8.74	19.26	22.87
Haya	V	<u>V_glm_haya</u>	-18.53	37.80	44.47	-9.00	18.36	21.60
Haya	V	<u>V_glm_estrato</u>	116.04	445.35	542.07	11.73	45.01	54.79
Todas	G	<u>G_glm_silv y G_glm_haya</u>	-1.68	7.04	9.18	-4.66	19.54	25.48
Todas	G	<u>G_glm_estrato</u>	-0.85	6.89	8.98	-2.49	20.04	26.12
Todas	N	<u>N_glm_silv y N_glm_haya</u>	-15.90	64.73	97.75	-6.21	25.26	38.14
Todas	N	<u>N_glm_estrato</u>	2.64	319.03	417.67	0.34	41.22	53.97
Todas	V	<u>V_glm_silv y V_glm_haya</u>	-3.87	335.05	423.87	-0.50	43.08	54.50
Todas	V	<u>V_glm_estrato</u>	-0.62	55.99	82.55	-0.26	23.29	34.34

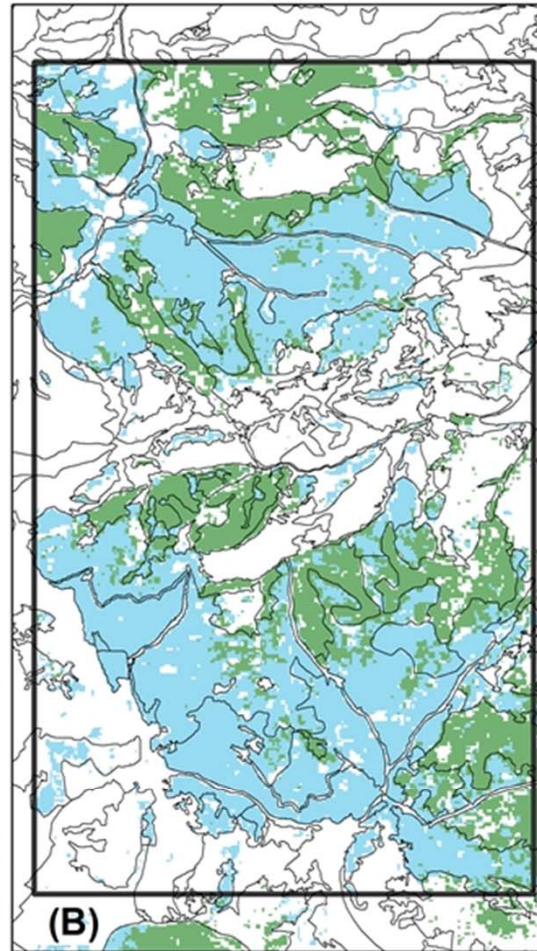
Resultados área piloto



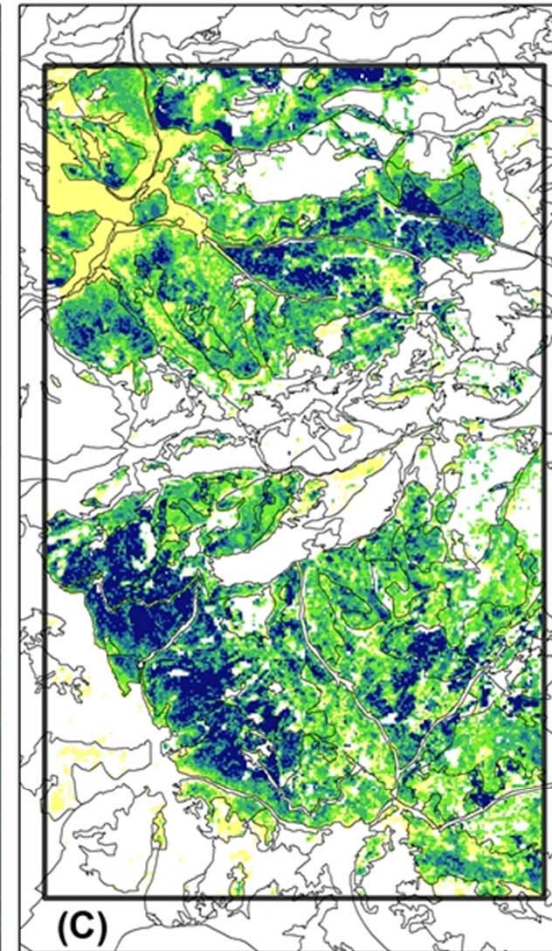
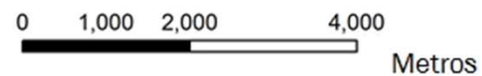
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



Mapa Forestal de España



Clasificación Landsat



Estimación de Volumen (m³/ha)



Inventarios regionales/provinciales



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Licitación pública
para hacer el
IFN4 continuo

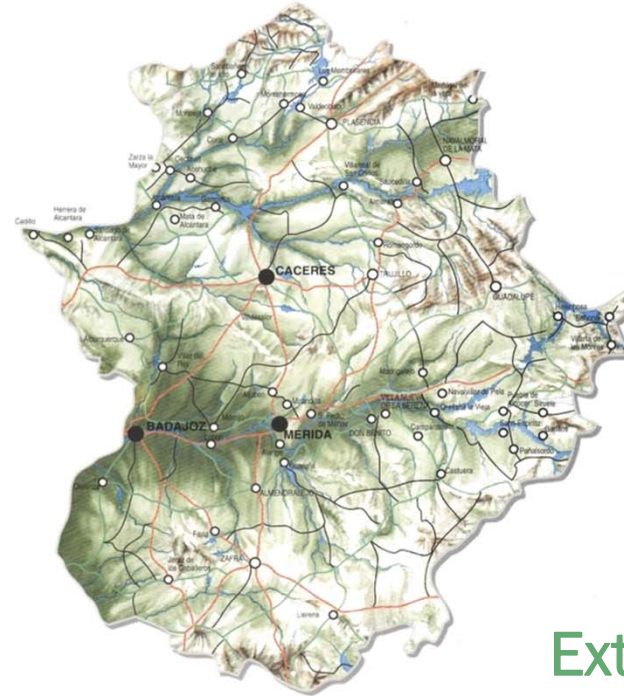
Parcelas del IFN4

+

Mapa Forestal

+

LiDAR PNOA



Extremadura

Canarias



Inventarios regionales/provinciales



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Forestmap: Asturias, Burgos, La Rioja, Madrid, Navarra , País Vasco y Soria ya disponibles en la plataforma

forestmap | agresta

Polígono Shapefile Catastro

- Dibuje uno o varios polígonos a mano alzada (doble click para cerrar polígono) y pulse **GeoProceso** para continuar.
- Pulse **Dibujar Polígono** para habilitar la edición de polígonos a mano alzada.
- Pulse **Borrar Polígonos** para eliminar todos los polígonos dibujados.
- Pulse **Navegar** para deshabilitar la selección y habilitar la navegación.

Dibujar Polígono

Navegar

Borrar Polígonos

GeoProceso

Resultados Medición -- Provincias Disponibles -- Capas Google Satellite CANJEA TU CUPÓN

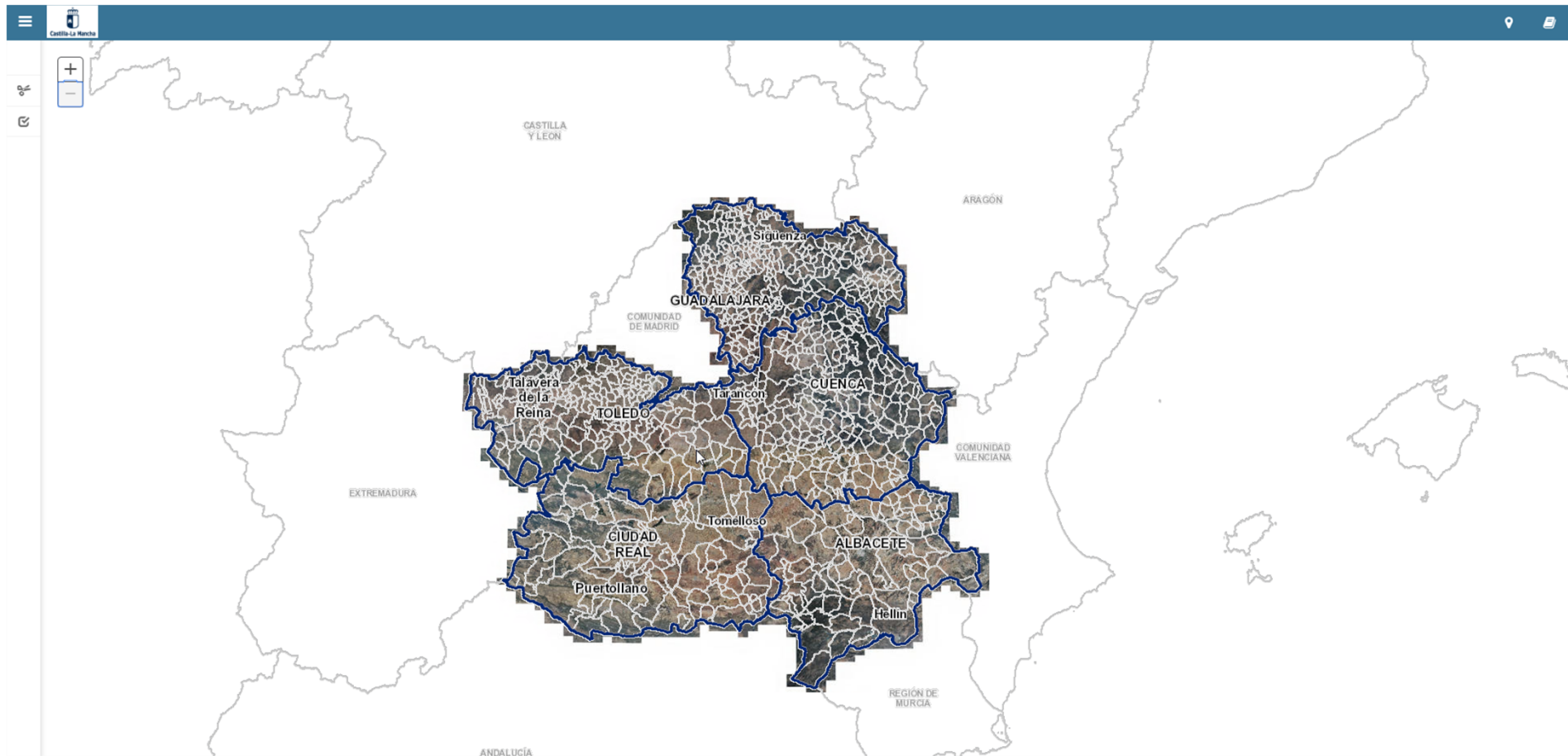
Portugal España

Inventarios regionales/provinciales



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

GEACAM ha desarrollado un inventario LiDAR para Castilla la Mancha



Inventarios regionales/provinciales



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



¿Tiene sentido la forma en que planificamos en nuestro país?

¿Deberíamos cambiar de escala o trabajar a varias escalas?

AGRADECIMIENTOS a:

IFN, PNOA, NASA y ESA, por tener tan abiertas sus puertas y sus datos

Alfredo Fernández-Landa (afernandez@agresta.org)

Contribuye al desarrollo del sector forestal
¡Ven a proponernos tus retos!



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | **Plasencia**
Cáceres, Extremadura



www.congresoforestal.es



Stand 15