

REDFORESTA 2018  
Los Bosques en el siglo XXI  
APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL MUNDO FORESTAL



**Castilla-La Mancha**



**GINFOR**  
**Gestión de Información Forestal**

Sergio Martínez Sánchez-Palencia  
Jefe de Servicio de Programas  
Dirección General de Política Forestal y Espacios Naturales

Toledo, del 20 de junio de 2018



Castilla-La Mancha

# GINFOR: Resultado de una necesidad

## Motivación:

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, de carácter básico.
- Ley 3/2008, de 12 de junio, de Montes y Gestión Forestal Sostenible de Castilla-La Mancha.
- REGLAMENTO (UE) no 1305/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 1698/2005 del Consejo

Conveniencia técnica de poseer un IGFS.

Estas normas establecen que no se podrá financiar con fondos de esas entidades dinero de esas entidades en montes no posean un Instrumento de Gestión forestal Sostenible (IGFS).

En Castilla-La Mancha la superficie a partir de la cuál un monte debe poseer un IGFS, es 100 ha.



Castilla-La Mancha

El principal inconveniente para poder cumplir con estas normas, es el económico, no hay posibilidad presupuestaria para dotar de IGFS a las casi 3.500.000 ha catalogadas como forestales.

Al analizar los costos que supone dotar de IGFS, vemos que el 80 % de los mimos se gasta en la fase de inventario, llegando el coste total de Ha con IGFS con inventarios con muestreo a cerca de 30€/ha.

**SON COSTOS INASUMIBLES PARA CUMPLIR LA NORMA.**

**ES NECESARIO BUSCAR UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA.**



**Castilla-La Mancha**

**2010: Surgió la idea de aplicar la metodología LIDER para efectuar los cálculos de existencias.**

**Se efectuaron pruebas y se comprobó que podía ser factible para masas homogéneas, principalmente repoblaciones de coníferas. Se realizó con la empresa TRAGSATEC**

**La llegada de la crisis y la consiguiente reducción presupuestaria obligo a “aparcar”, esta línea de trabajo.**

**En 2015: Se planteo la necesidad de actualizar el mapa y los modelos de combustible de Castilla-La Mancha**

**Nos dimos cuenta que había una gran coincidencia en la labor a desarrollar, se superponía gran parte del trabajo de análisis, de campo y de interpretación de lo datos obtenidos.**

**DECISIÓN: acometer ambos trabajos a la vez.**



**Castilla-La Mancha**

## **Inventario forestal regional y cartografía de modelos de combustible de Castilla - La Mancha**

**Encargo a la empresa pública regional GEACAM → Licitación pública se adjudicó a la UTE Tecnosylva – Fora**

**Objeto de la licitación: Inventario forestal y modelos de combustible regionales usando LiDAR...**

**Herramientas: Mapa Forestal, IFN3, LIDAR, Imágenes de satélites disponibles**



Castilla-La Mancha

Obtener un inventario forestal regional...

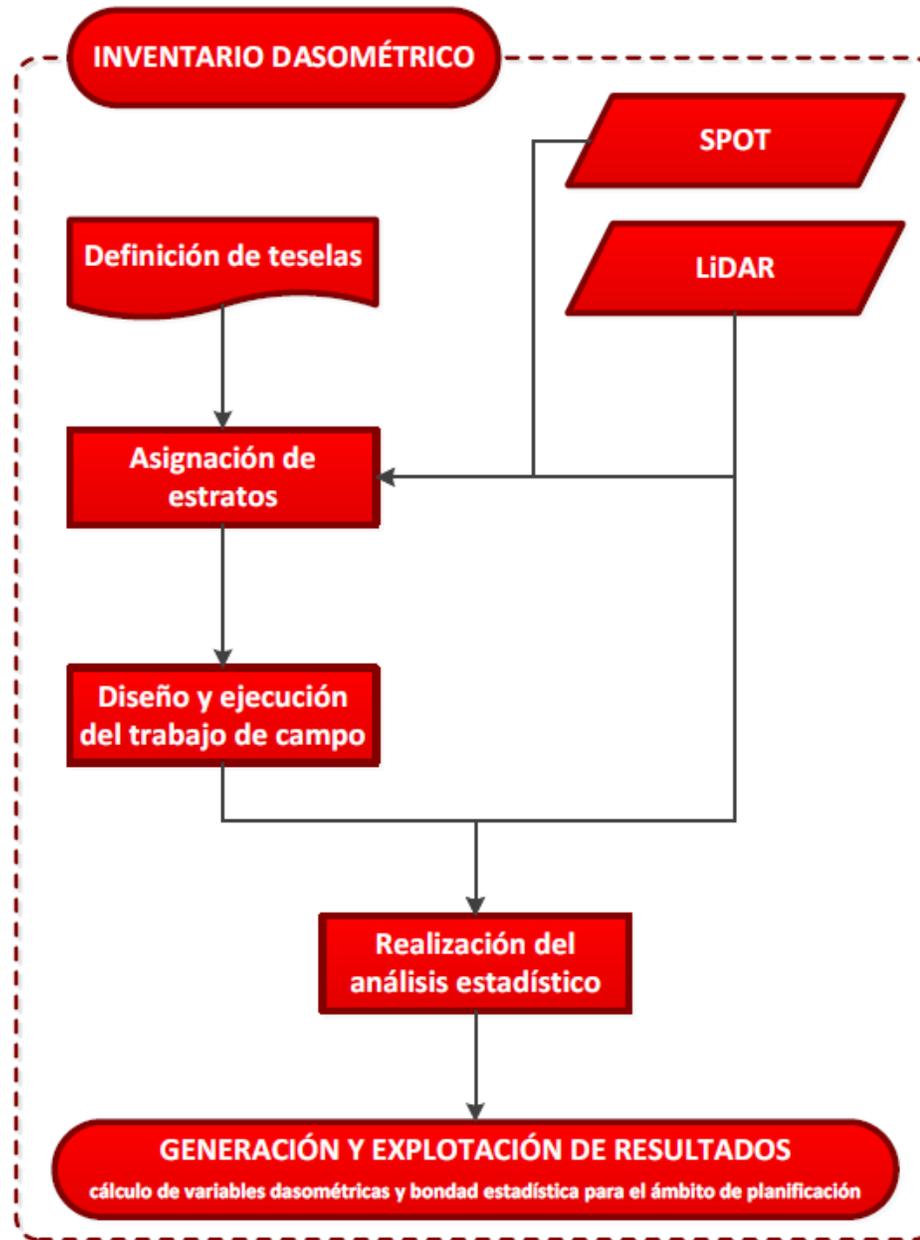
que permita reducir los costes de los inventarios para ordenaciones

... de alta relación calidad/coste



Castilla-La Mancha

Esquema general:



Fuentes de información:

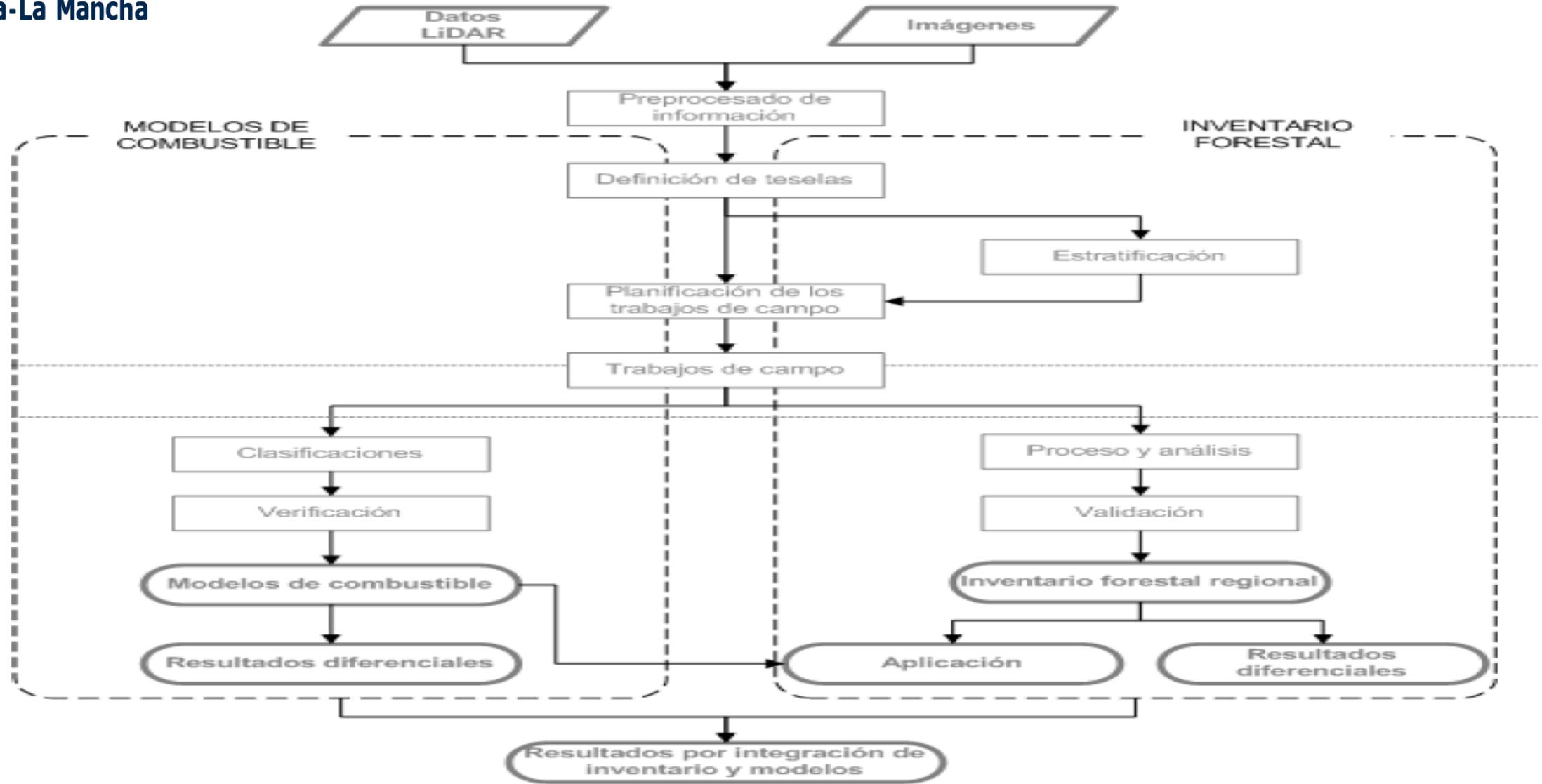
Vuelo LiDAR PNOA: nube de puntos clasificada (2009)

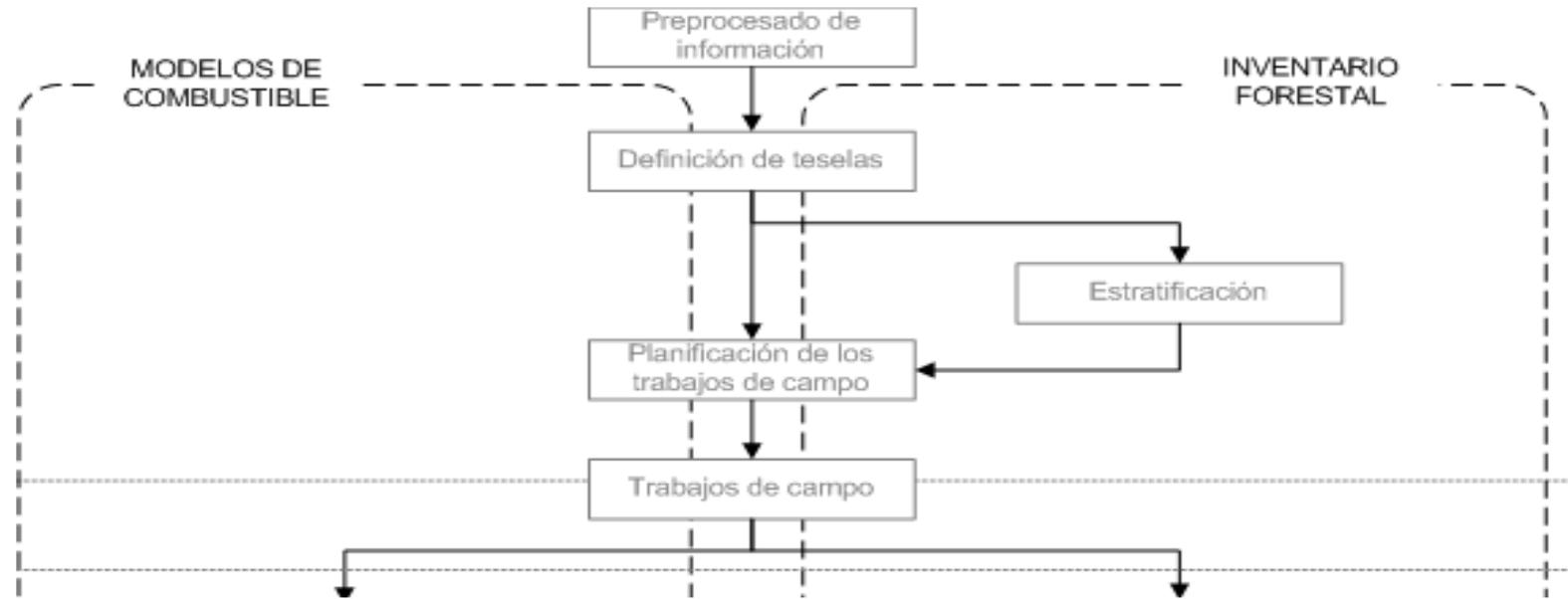
Mosaico SPOT – SIOSE (2014), LANDSAT, MODIS, MFE, IFN, SIOSE, SIGPAC, CUP,...



Castilla-La Mancha

# Metodología





## • Preprocesado de la información

### • Esta fase, común a modelos de combustible e inventario forestal,

- imágenes satelitales (SPOT, Landsat)
- nube de puntos LiDAR
- otras fuentes:
  - Modelos Digitales del Terreno
  - Ortofotografías
  - Cartografía temática (SIOSE, Mapa de Combustibles, Mapa Forestal Español, Inventario Forestal Nacional y Localización de incendios)

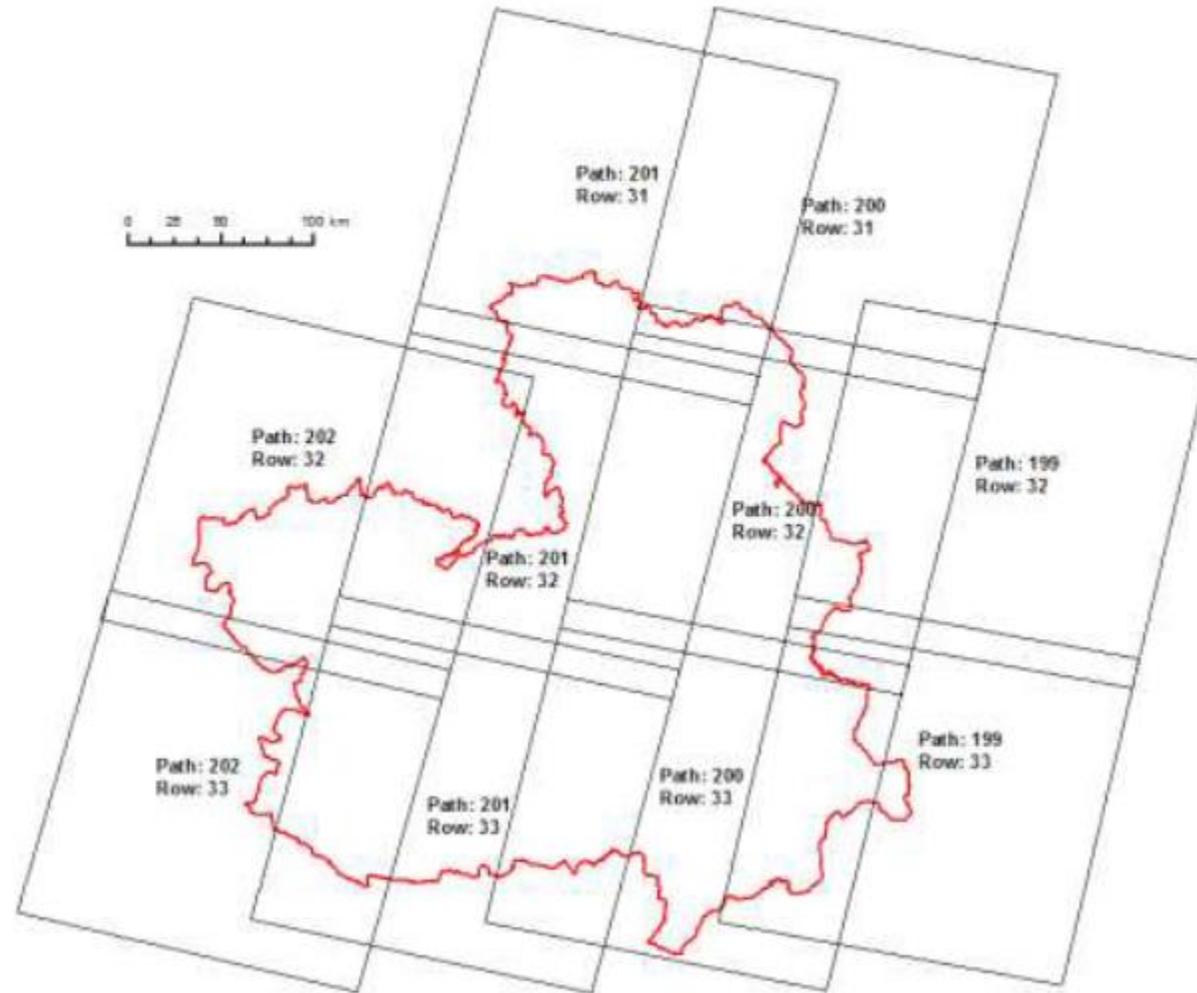
### • Pre-Procesado LiDAR

- Gran cantidad de información (alrededor de 3Tb y unas 30.000 hojas LiDARde 2x2km)
- Es imprescindible optimizar esta fase ya que es el primer eslabón de la cadena



Castilla-La Mancha

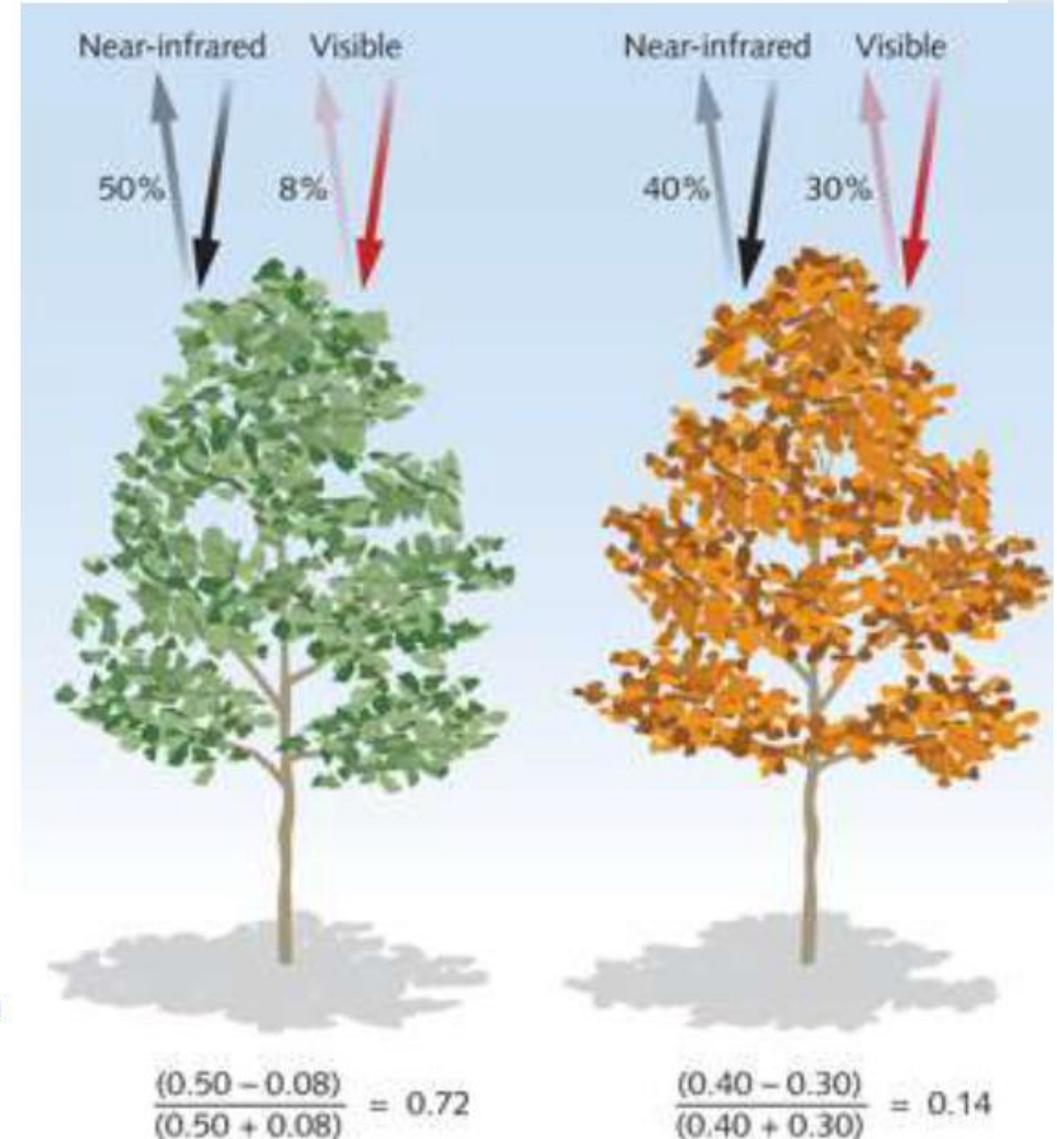
- Preprocedaso de escenas satelitales: **mosaicos** e índices de vegetación





Castilla-La Mancha

- Preprocedaso de escenas satelitales: mosaicos e **índices de vegetación**



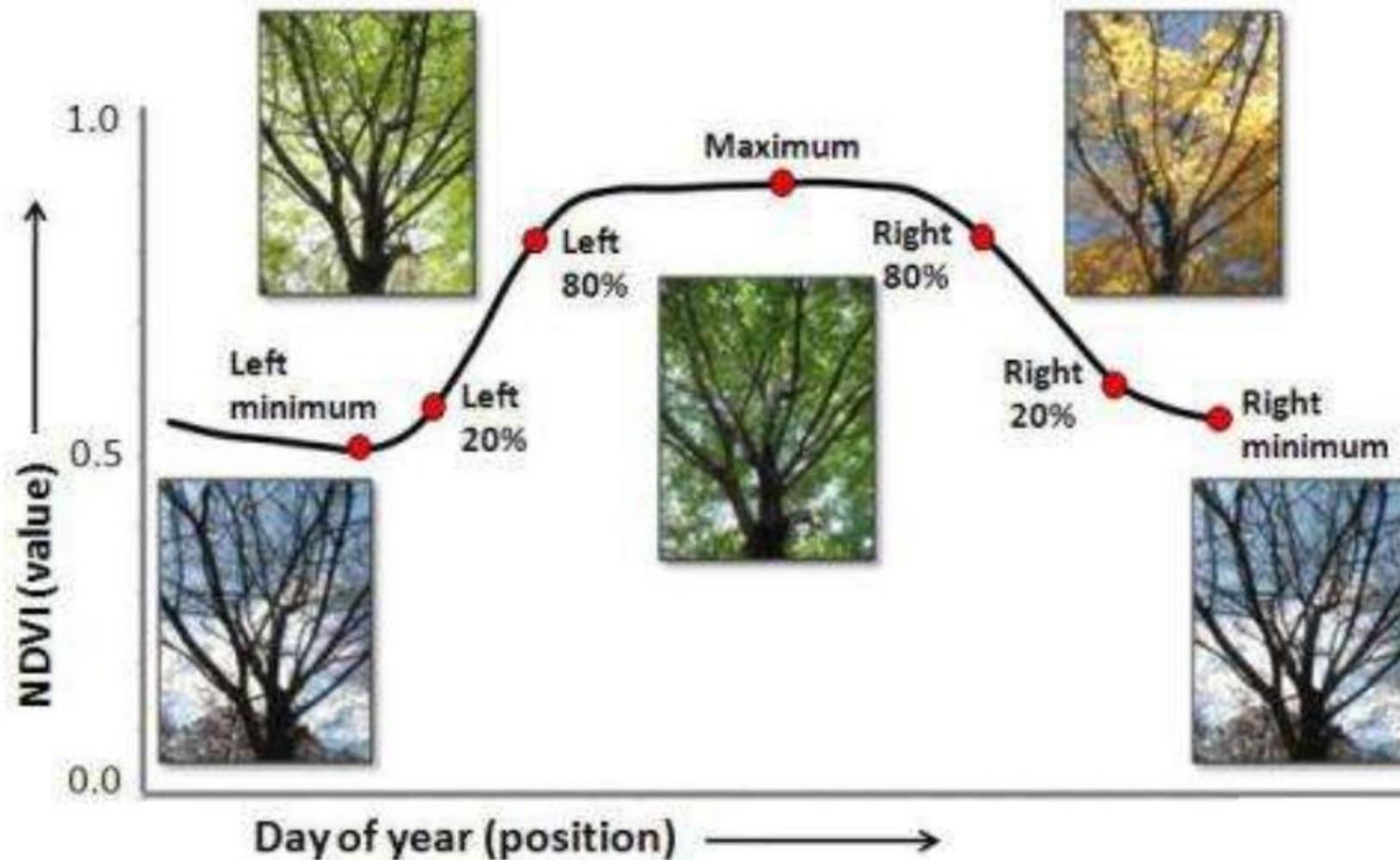
Análisis en base a la reflectancia

Índices de vegetación (VI) combinan información espectral de bandas (e.g. R y NIR)



Castilla-La Mancha

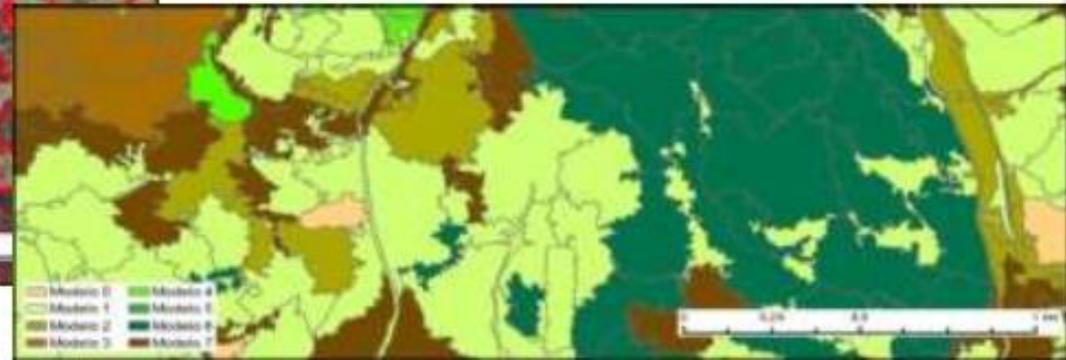
- Preprocedaso de escenas satelitales: mosaicos e **índices de vegetación**

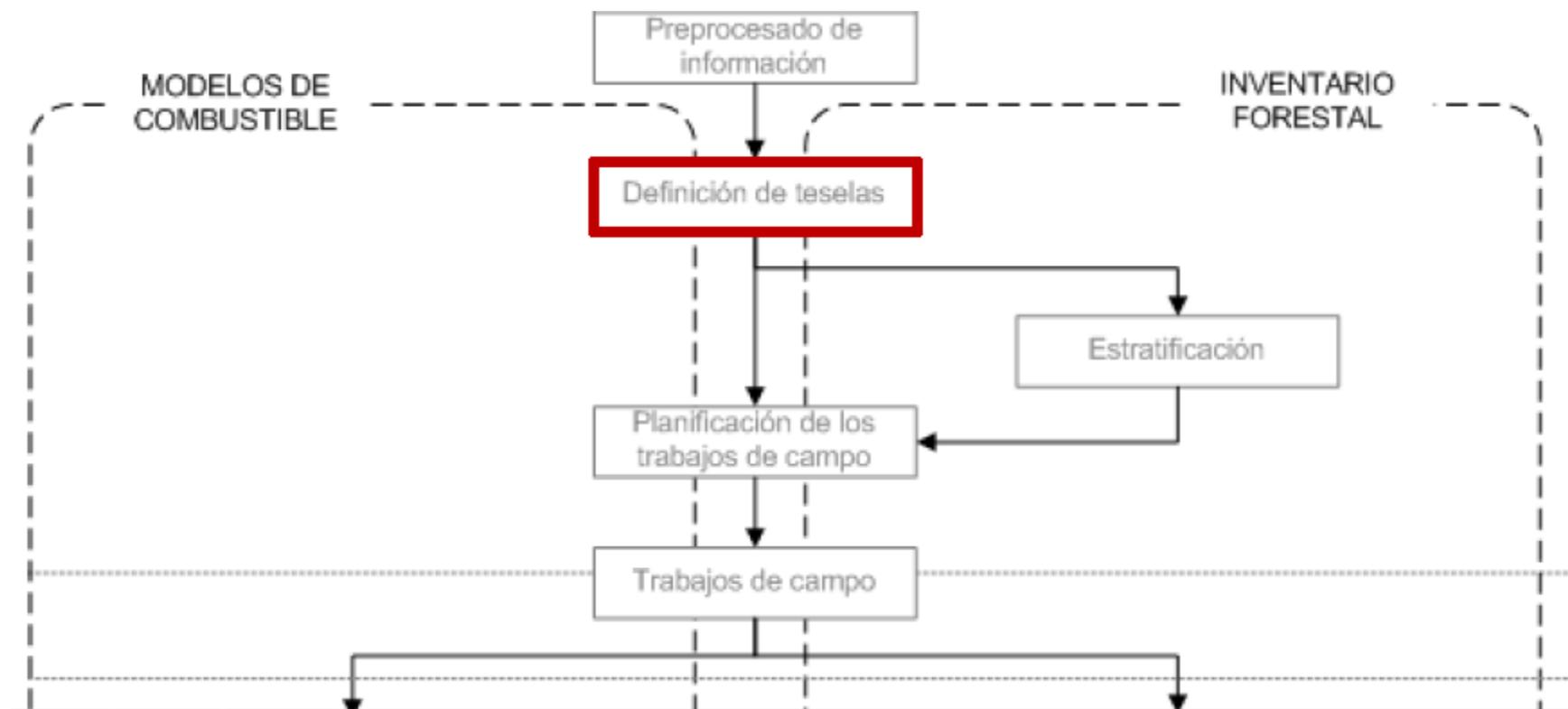


Diferentes valores en función del estado vegetativo



- Teselización
- Unidad básica de trabajo
- Análisis orientado a objetos







## Castilla-La Mancha

- Escala de trabajo: 75

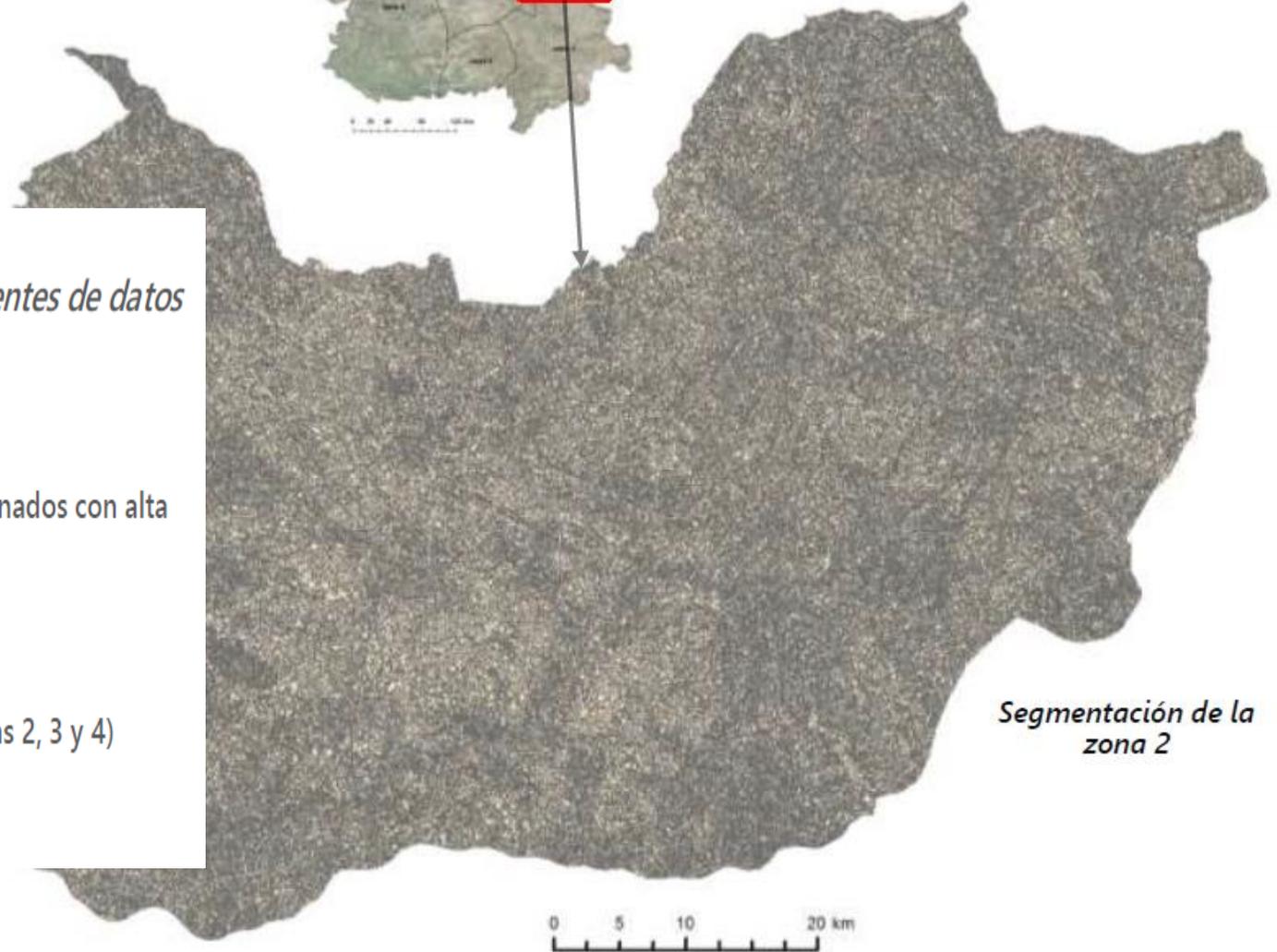
- Fragmentación de Castilla-La Mancha: capas de información de *2 fuentes de datos diferentes*.

- *Datos L8:*

- NDVI de cada uno de los 4 momentos fenológicos diferentes seleccionados con alta capacidad para discriminar la cubierta vegetal.

- *Datos SPOT:*

- Bandas con alta capacidad para discriminar la cubierta vegetal (bandas 2, 3 y 4)
- NDVI

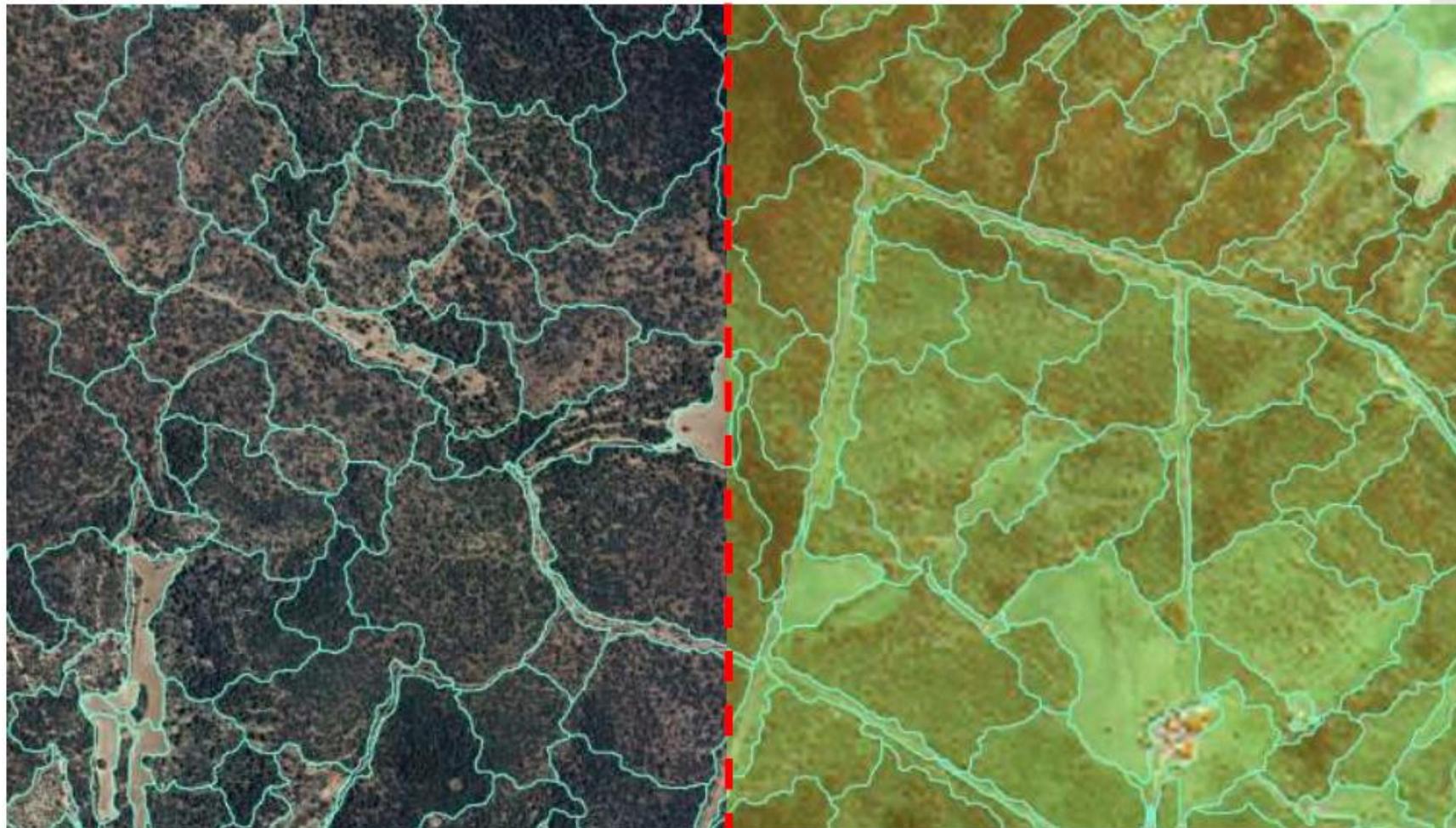


*Segmentación de la zona 2*



Castilla-La Mancha

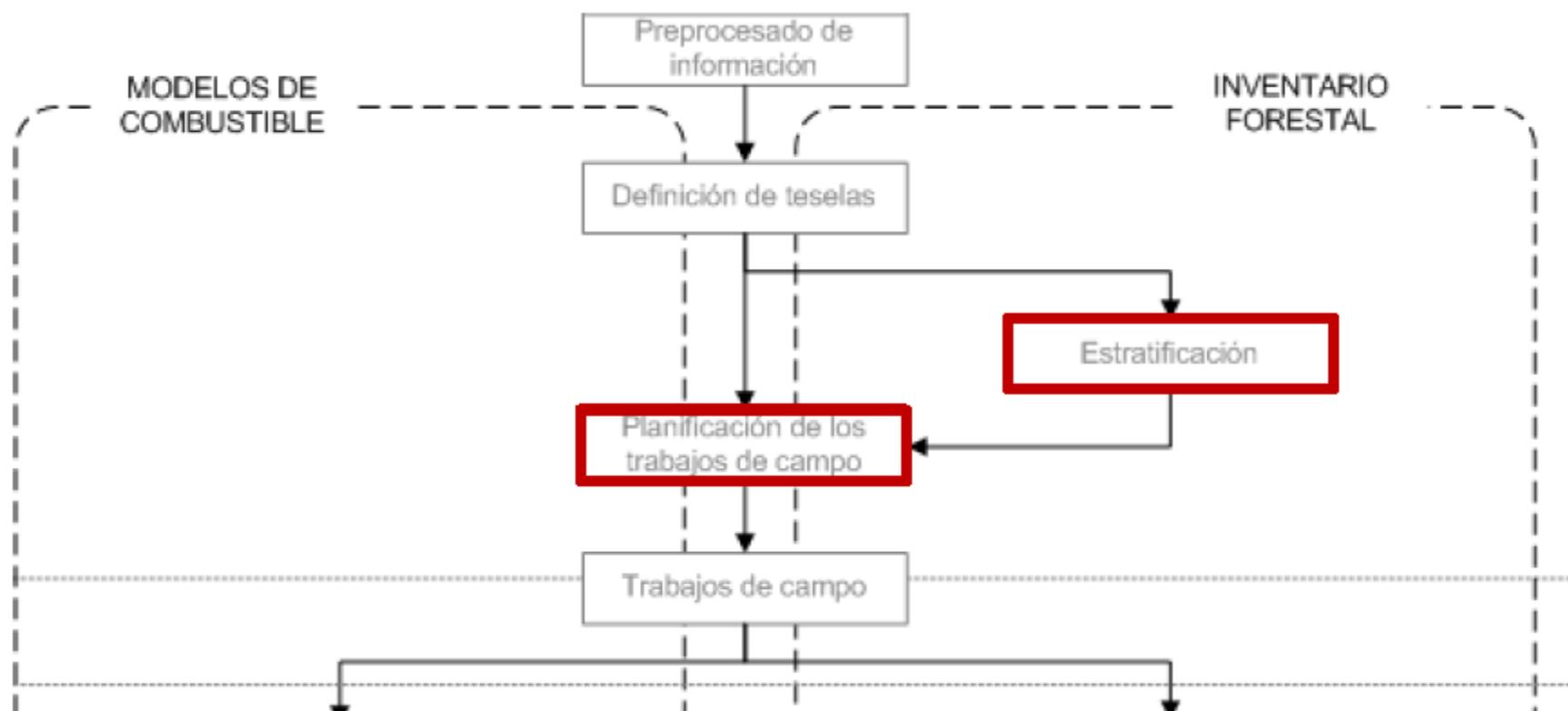
- Algunas zonas de detalle:



*Segmentación de la  
zona 2*

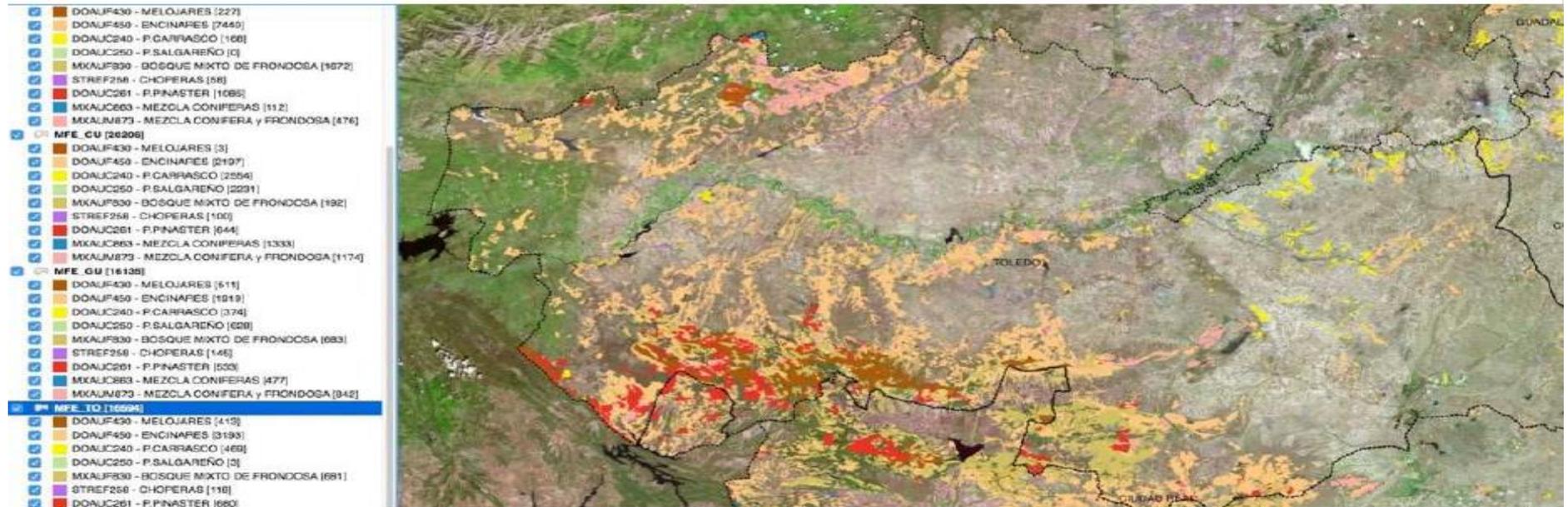


Castilla-La Mancha



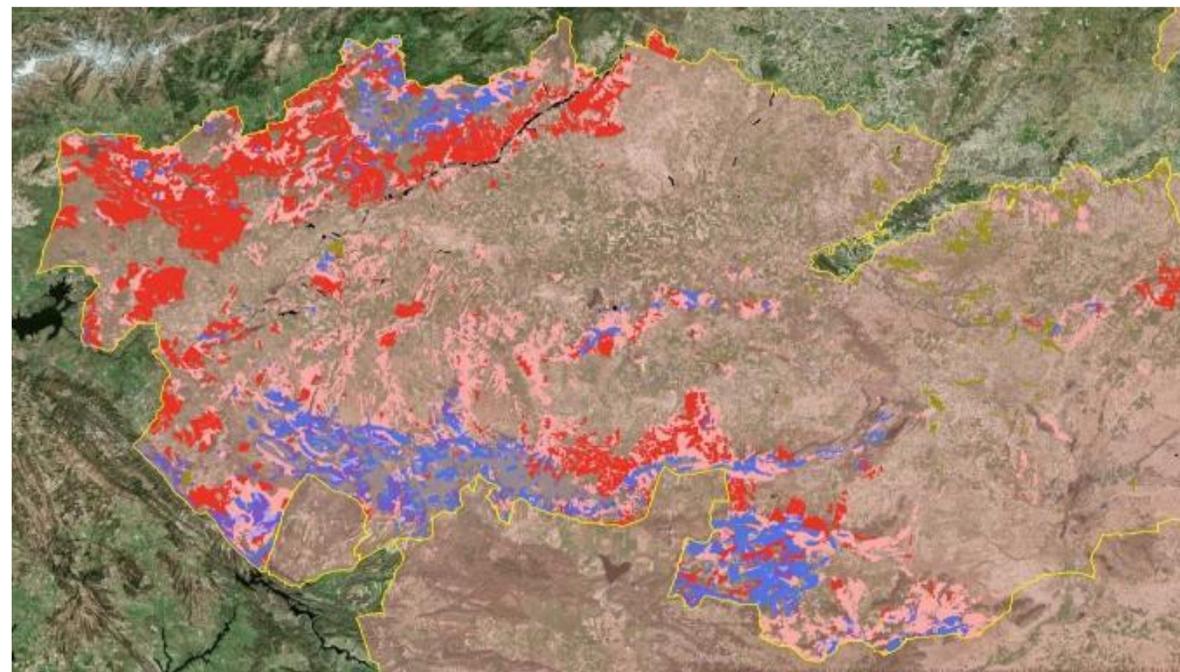
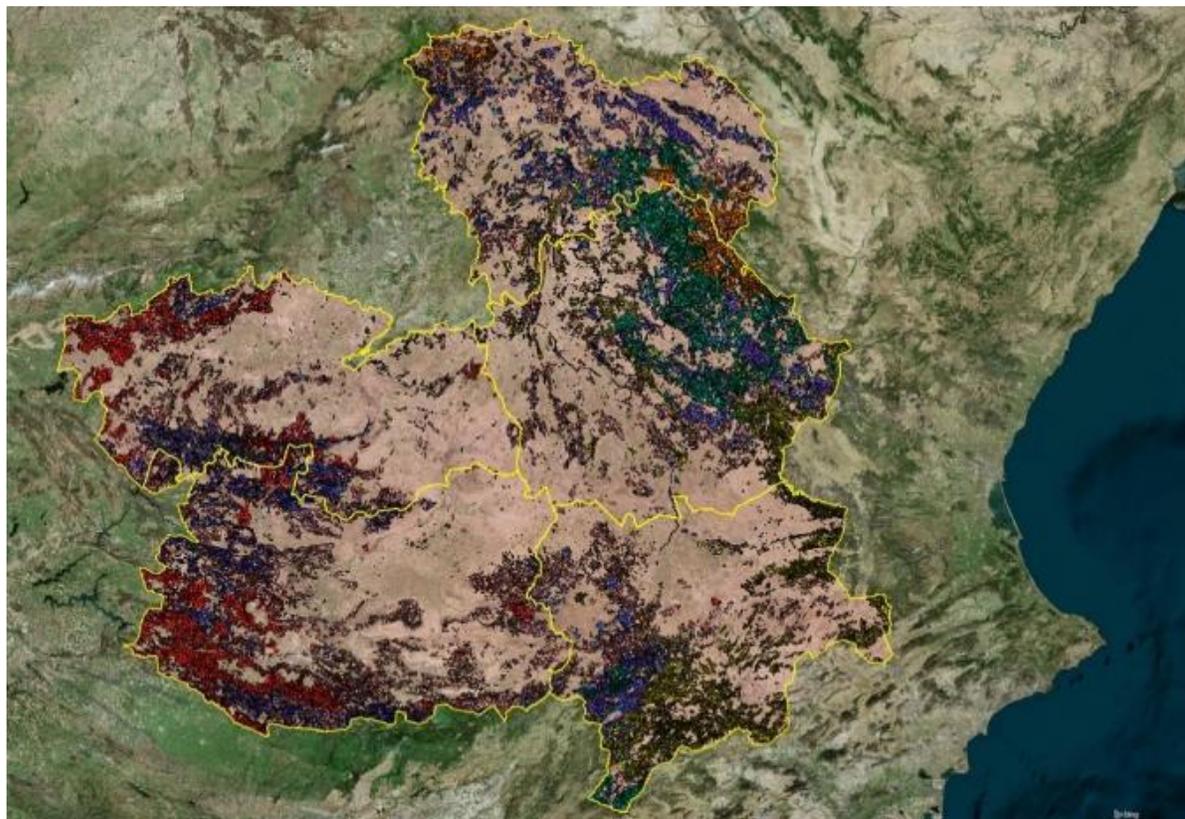


- Estratificación
- Es específica para la realización del inventario forestal.
- Su objetivo es asignar a cada tesela el estrato al que pertenece. Entendiendo, para ello, estrato como la formación forestal con condiciones homogéneas de desarrollo. En un mismo estrato se incluirán todos los estados de desarrollo de esta formación forestal.
- Todos los estratos son compatibles con el MFE vigente (MFE50)





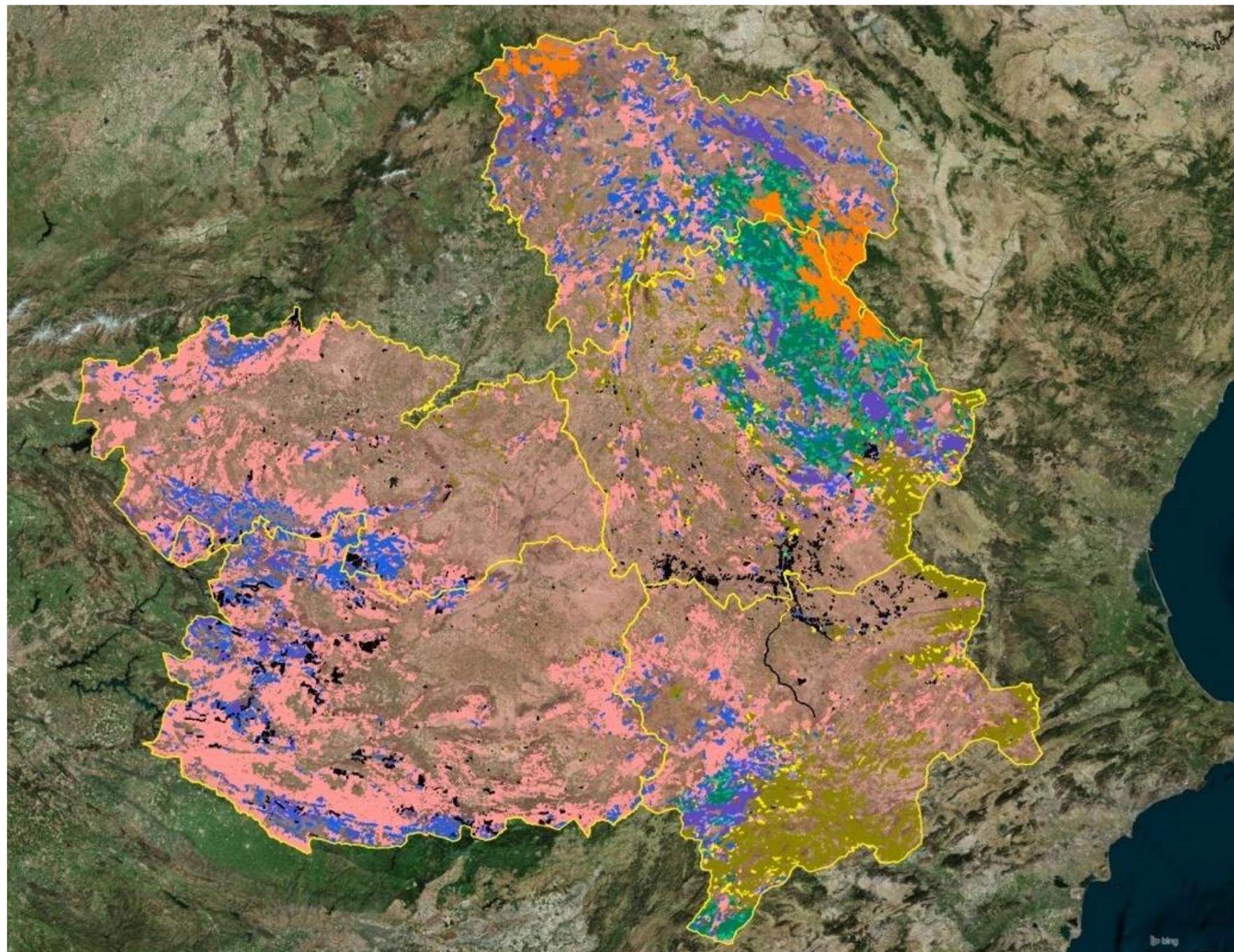
Castilla-La Mancha





## Castilla-La Mancha

- Pinus nigra
- Pinus nigra + otros
- Pinus pinaster
- Pinus pinaster + otros
- Pinus sylvestris + otros
- Pinus halepensis
- Pinus halepensis + otros
- Quercus ilex
- Quercus pyrenaica
- Mezcla de Quercus
- Pinus pinea





# Estratos de partida

Id	Especie principal y secundarias	Superficie (ha)	Corta 2010 (m³)
1	<i>Pinus nigra</i>	215.324	32.363 de <i>P. nigra</i>
2	<i>Pinus nigra</i> + pinos y/o <i>quercus</i>	142.204	
3	<i>Pinus pinaster</i>	165.377	82.570 de <i>P. Pinaster</i>
4	<i>Pinus pinaster</i> + otros pinos	68.487	
5	<i>Pinus sylvestris</i> + otros pinos	91.577	17.047 de <i>P. sylvestris</i>
6	<i>Pinus halepensis</i>	157.239	9.693 de <i>P. halepensis</i>
7	<i>Pinus halepensis</i> + otros pinos	195.146	
8	<i>Quercus ilex</i>	409.716	19.098 en <i>Quercus</i>
9	<i>Quercus pirenaica</i> *	118.177	
10	Mezcla de <i>Quercus</i>	421.710	
11	<i>Populus</i>	9.500	42.448 de <i>Populus</i>

- Identificador del MFE: ID\_ForArb

- *Nomenclatura:* La nomenclatura básica para identificar los estratos es la misma que utiliza el MFE50; 11223444.shp en donde tenemos 4 códigos distintos.

Código 1 (2 caracteres)	Código 2 (2 caracteres)	Código 3 (1 carácter)
DO= masa pura	AU= autóctonas	F= frondosa
MX= masa mixta	AL= alóctonas	C= conífera
ST= caracterizada por su estructura	AA= autóctonas y alóctonas	M= conífera y frondosa
	RI= ribera	
	DE= dehesa	
	DI= arbolado disperso	
	RE= repoblaciones de crecimiento rápido	



## RESUMEN POR ESTRATO

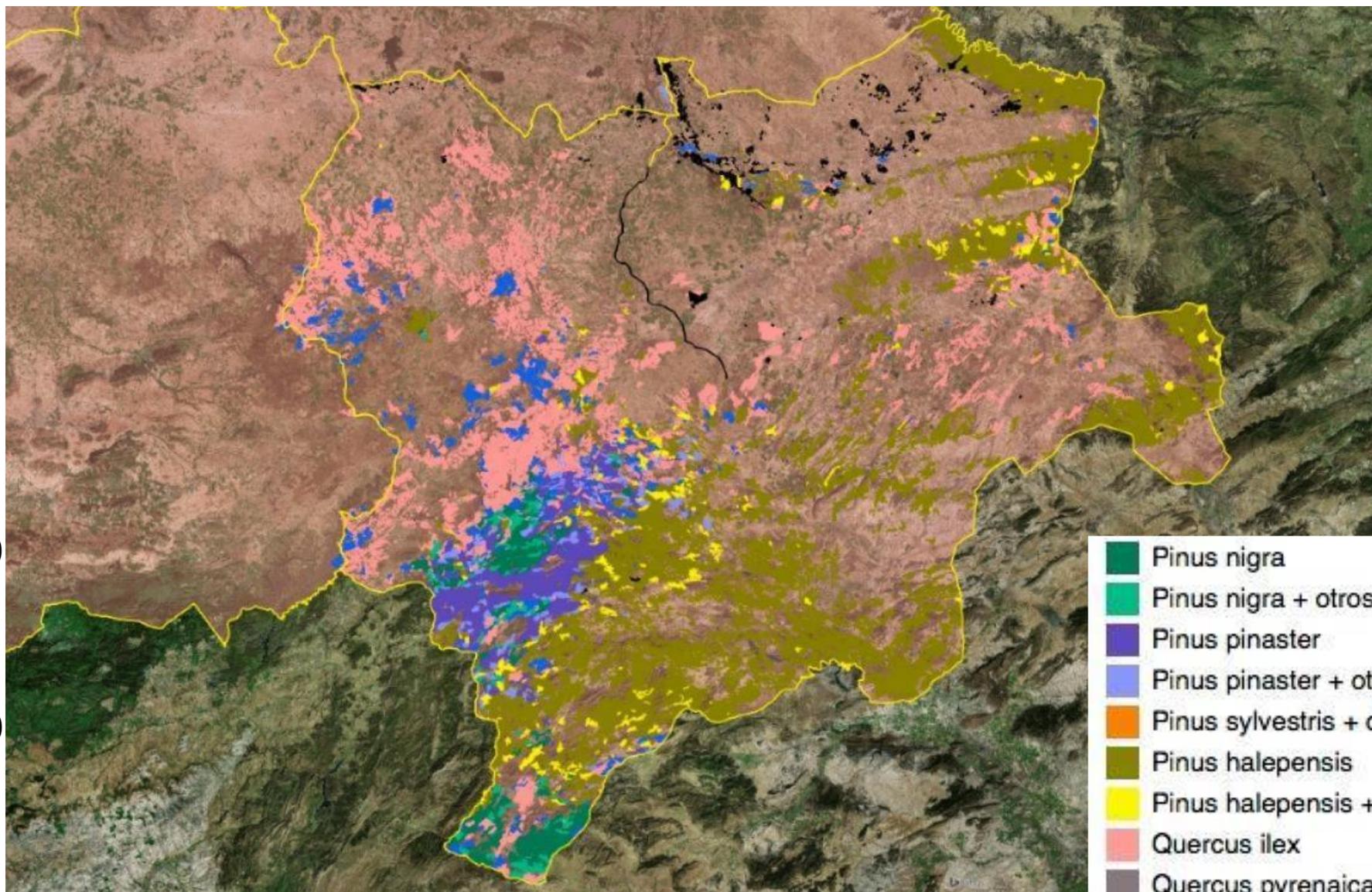
ESTRATO	ALBACETE (ha)	CIUDAD REAL (ha)	CUENCA (ha)	GUADALAJARA (ha)	TOLEDO (ha)	CLM (ha)
Estrato 1	23626.9	0.0	172626.0	43935.6	56.9	240245.4
Estrato 2	9352.2	0.0	59580.9	19414.7	0.0	88347.8
Estrato 3	35173.3	44415.7	48564.8	42681.1	21048.9	191883.8
Estrato 4	11908.8	4046.3	17776.0	8146.1	3812.8	45689.9
Estrato 5	0.0	0.0	48928.8	57993.7	81.9	107004.4
Estrato 6	202661.0	1949.6	91231.3	17836.7	8120.3	321798.9
Estrato 7	18046.5	338.1	21242.6	5964.8	183.1	45775.1
Estrato 8	105544.0	440930.0	105070.0	113477.0	243914.0	1008935.0
Estrato 9	0.0	9244.0	99.2	20989.1	19344.6	49676.9
Estrato 10	27313.1	125496.0	54045.8	116868.0	71409.5	395132.4
Estrato 11	13713.2	49706.7	24330.0	524.9	16033.2	104308.0
TOTAL	447339.0	676126.4	643495.4	447831.6	384005.2	2598797.6



Castilla-La Mancha

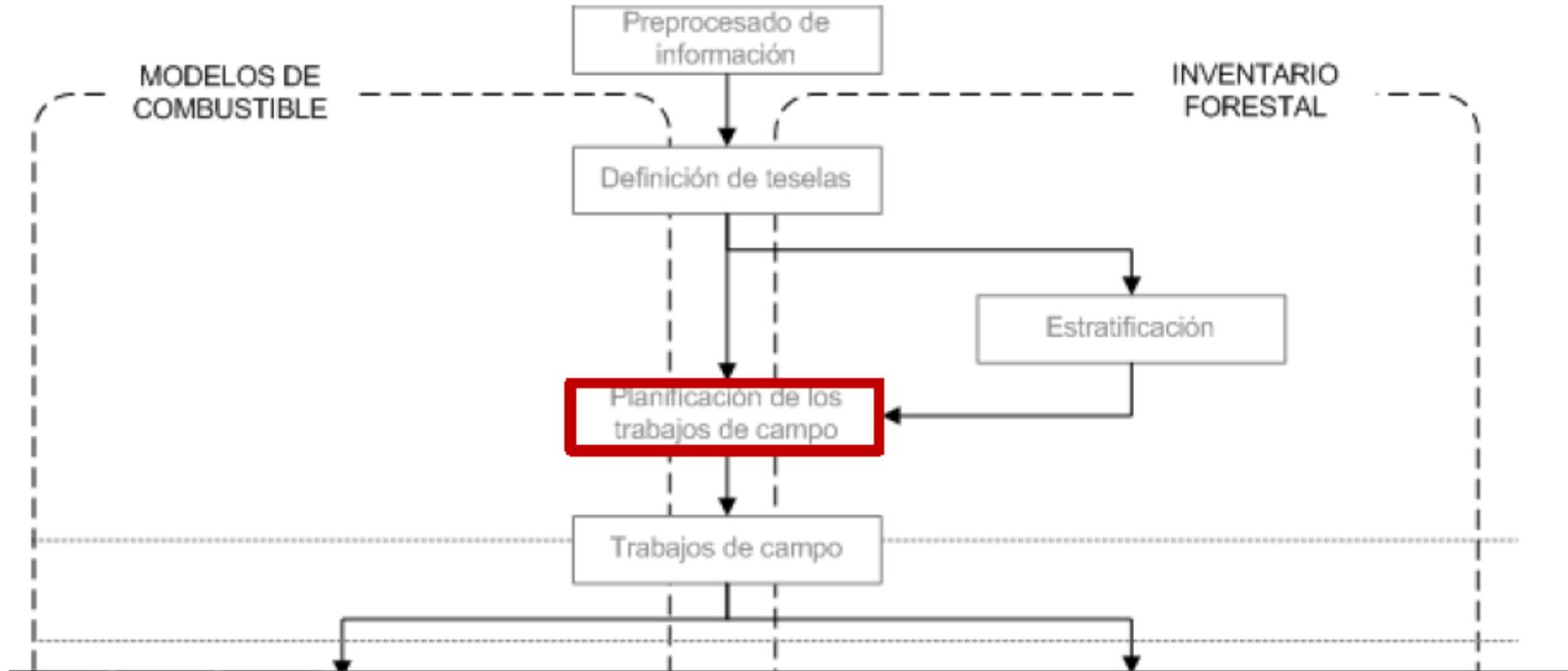
ALBACETE (ha)

Estrato 1	23.626,9
Estrato 2	9.352,2
Estrato 3	35.173,3
Estrato 4	11.908,8
Estrato 5	0,0
Estrato 6	202.661,0
Estrato 7	180.46,5
Estrato 8	105.544,0
Estrato 9	0,0
Estrato 10	27.313,1
Estrato 11	13.713,2
<b>TOTAL</b>	<b>47.339,0</b>





# DISEÑO INVENTARIO





Castilla-La Mancha

**Diseño del Inventario**

**Parcelas a inventariar**

**Control de calidad en campo**

**Control de calidad en gabinete**

**Análisis de la distribución real de las parcelas**

- **Diseño**
  - Se realiza conjuntamente para modelos de combustible e inventario forestal
  - Crítica ya que fija los datos con los que se contará para los posteriores ajustes estadísticos
  - Debe garantizar que la muestra recoge toda la variabilidad de cada uno de los estratos y modelos de combustible
- **Trabajo de campo**
  - Toma de datos necesarios para los ajustes
  - En modelos de combustible: caracterización de los modelos de combustible de una tesela (Rothermel, Scott & Burgan)
  - En inventario: se levantarán 60 parcelas por estrato donde se tomarán datos dasométricos convencionales.



Castilla-La Mancha

## INVENTARIO FORESTAL

DESTINO: parcela de estrato seleccionado

TRANSECTO: relascópico

**60 PARCELAS/ESTRATO**

## MODELOS DE COMBUSTIBLE

DESTINO: tesela de cluster seleccionado

TRANSECTO: otras teselas

**70 cluster por estrato**

DESTINO: localización predeterminada (mediciones completas)

TRANSECTO: muestra para validación o ampliación



Castilla-La Mancha

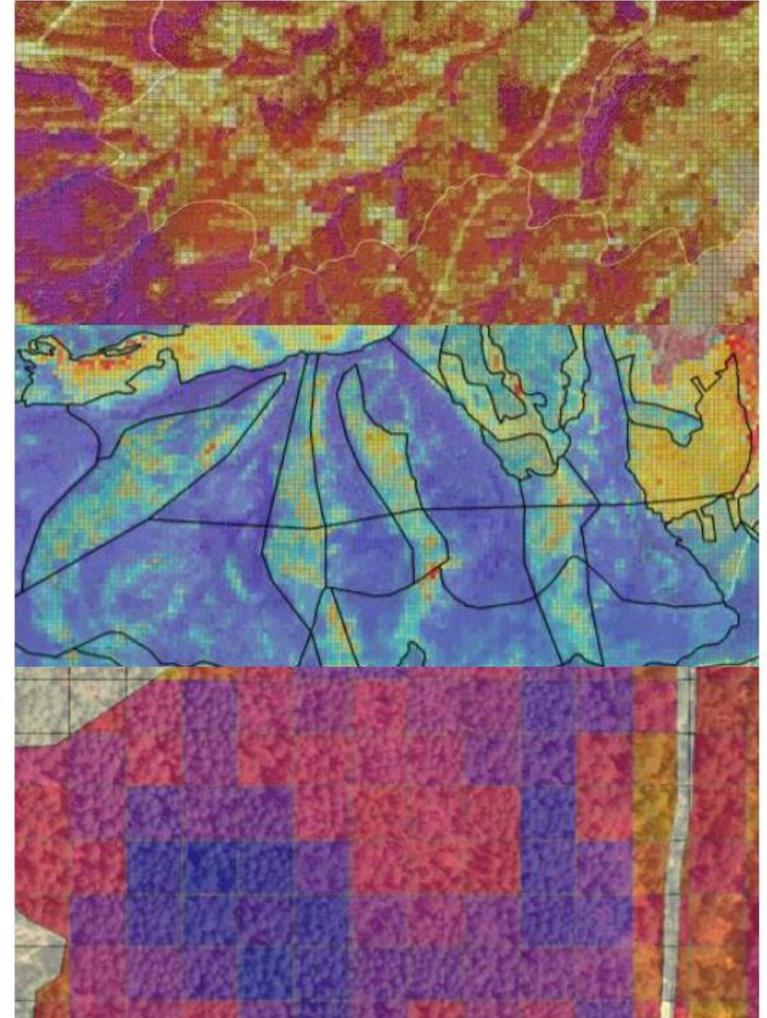
La información empleada procede de:

- LiDAR (PNOA):
- Trabajo de campo
- MFE - IFN|

Recordad:

Tipos de inventario forestal con LiDAR

- Métodos de Masa
  - nube de puntos vs. variables dasométricas
- Métodos de Árbol
  - forma y dimensiones de la copa para búsqueda de árboles.





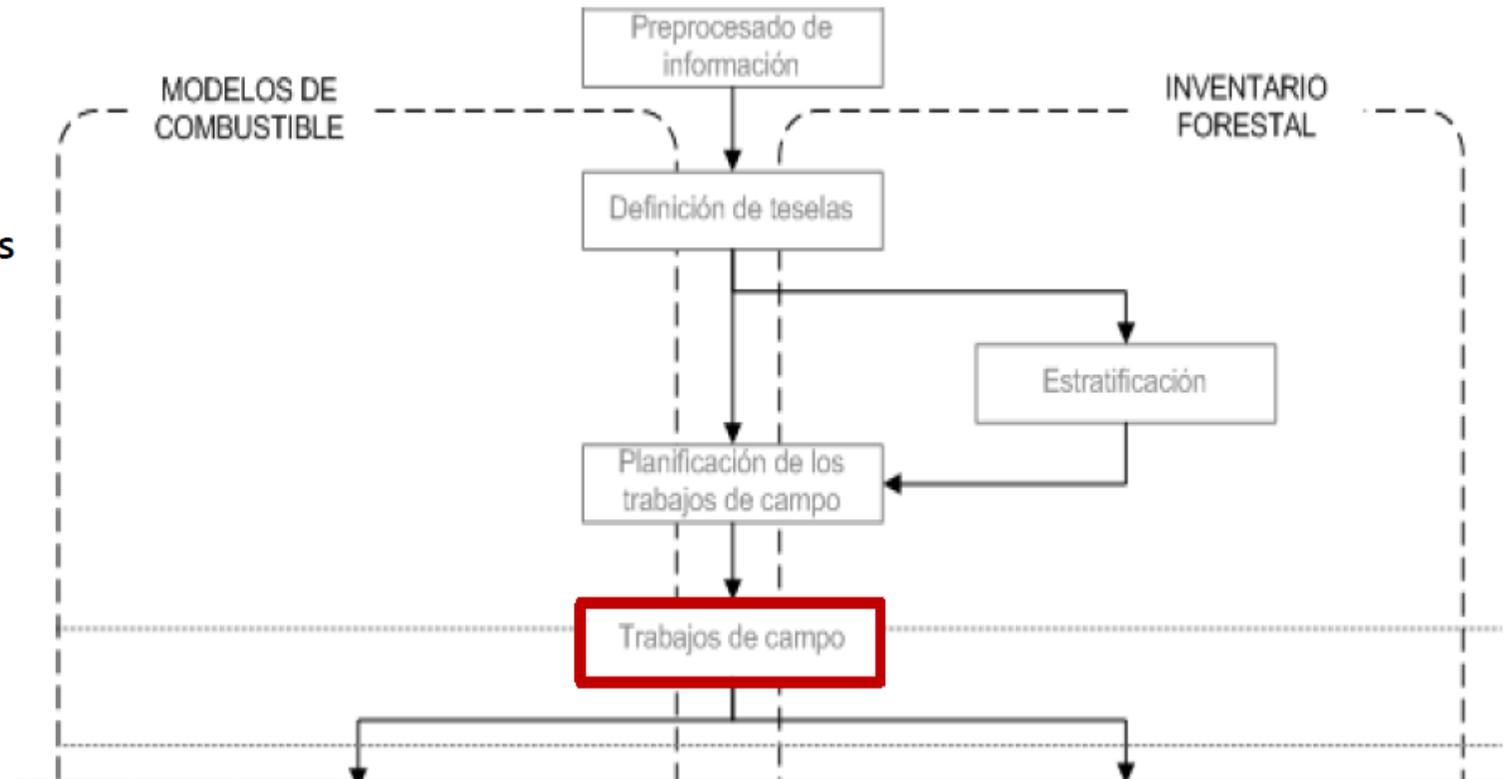
Castilla-La Mancha

## INVENTARIO; Fase de ajuste de los datos obtenidos

Toma de datos necesarios para los ajustes

Modelos de combustible: caracterización de una tesela (Rothermel, Scott & Burgan): 1741 teselas en campo

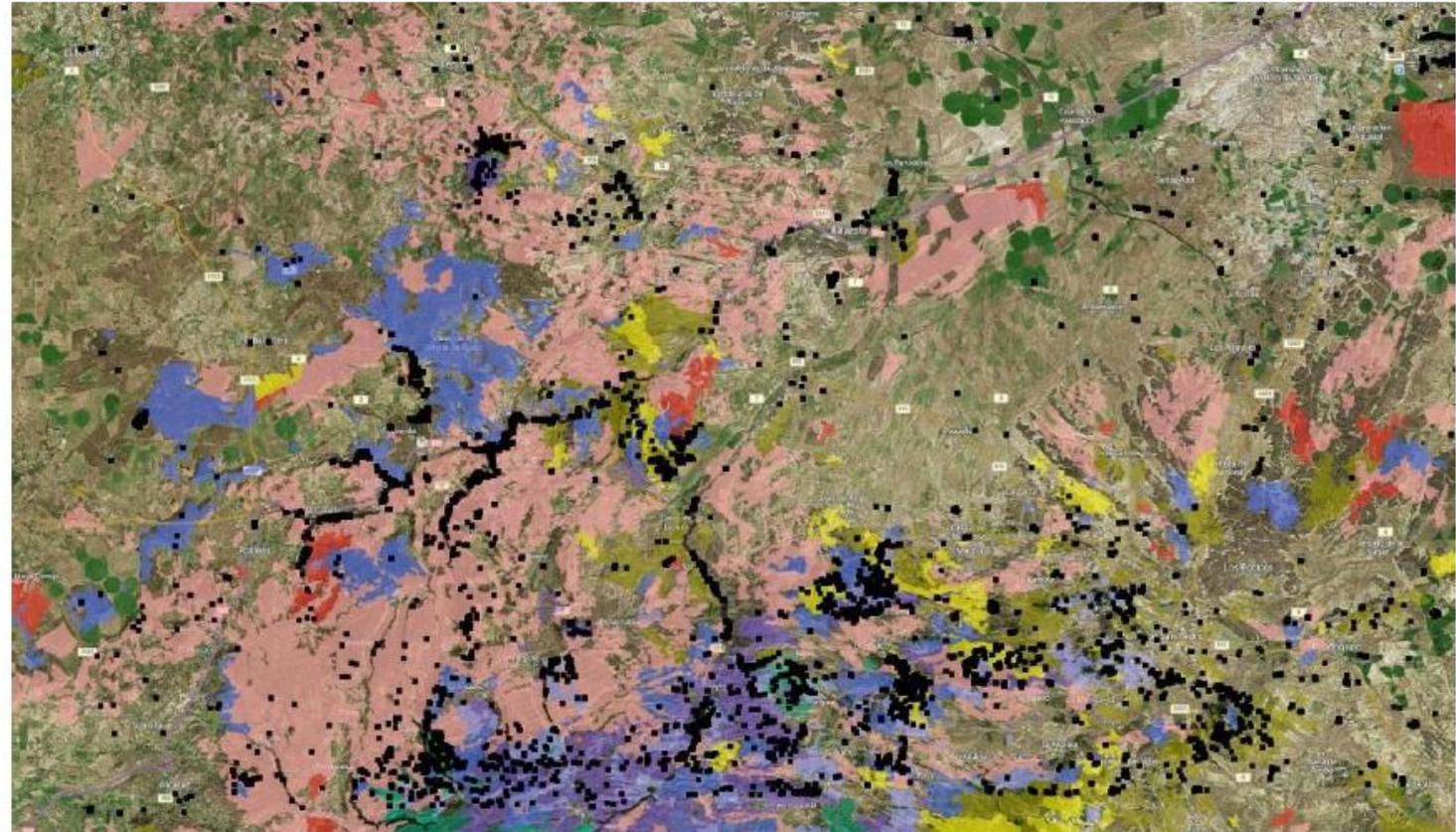
En inventario: datos dasométricos convencionales: 650 parcelas





## Homogeneidad dentro de la parcela

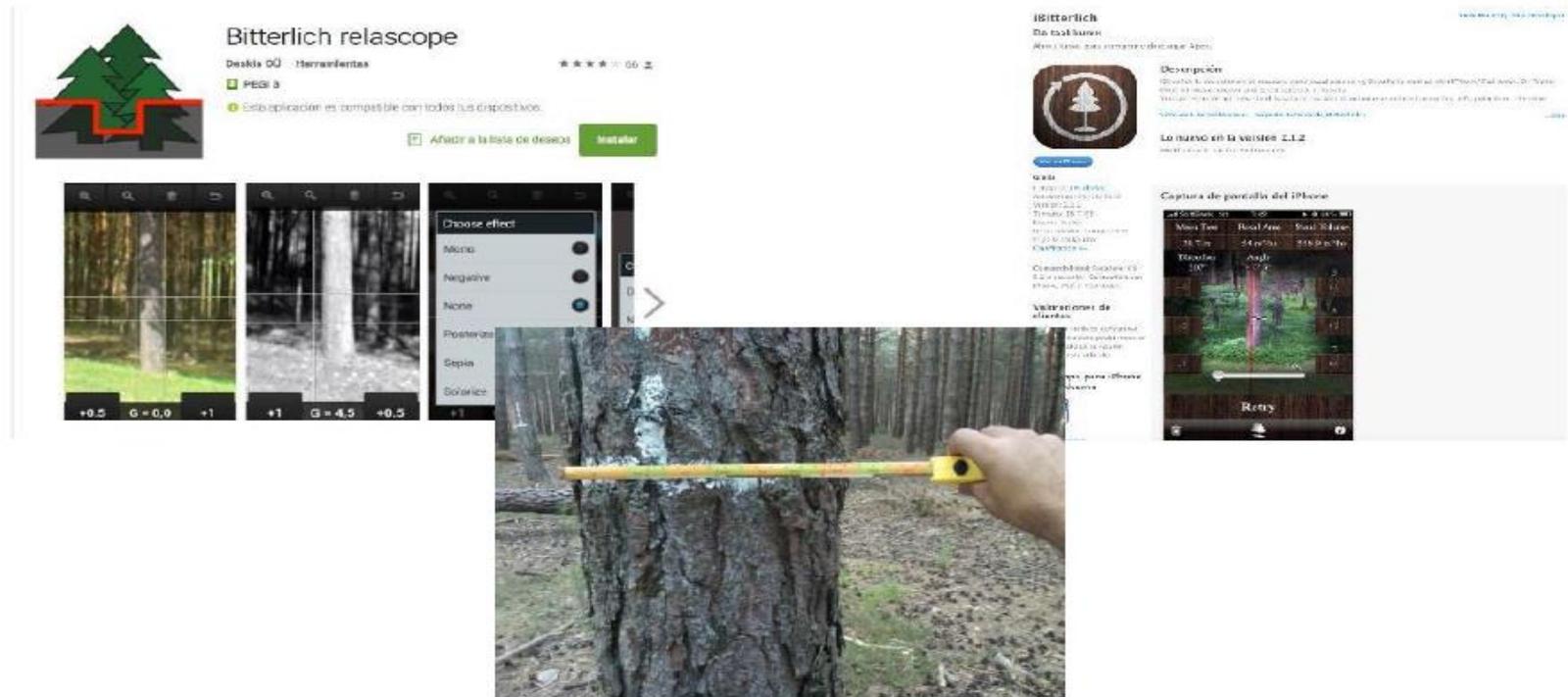
- Variabilidad Intraparcela: Análisis de homegeneidad de estadísticos LiDAR a través del coeficiente de variación respecto a las 9 celdas vecinas
- En función de su valor se va modificando el CV límite; celdas con baja altura de vegetación o baja fracción de cabida cubierta aceptan mayores CV que si sus valores objetivo son altos.





## A. TESELAS TRANSECTO: mediciones

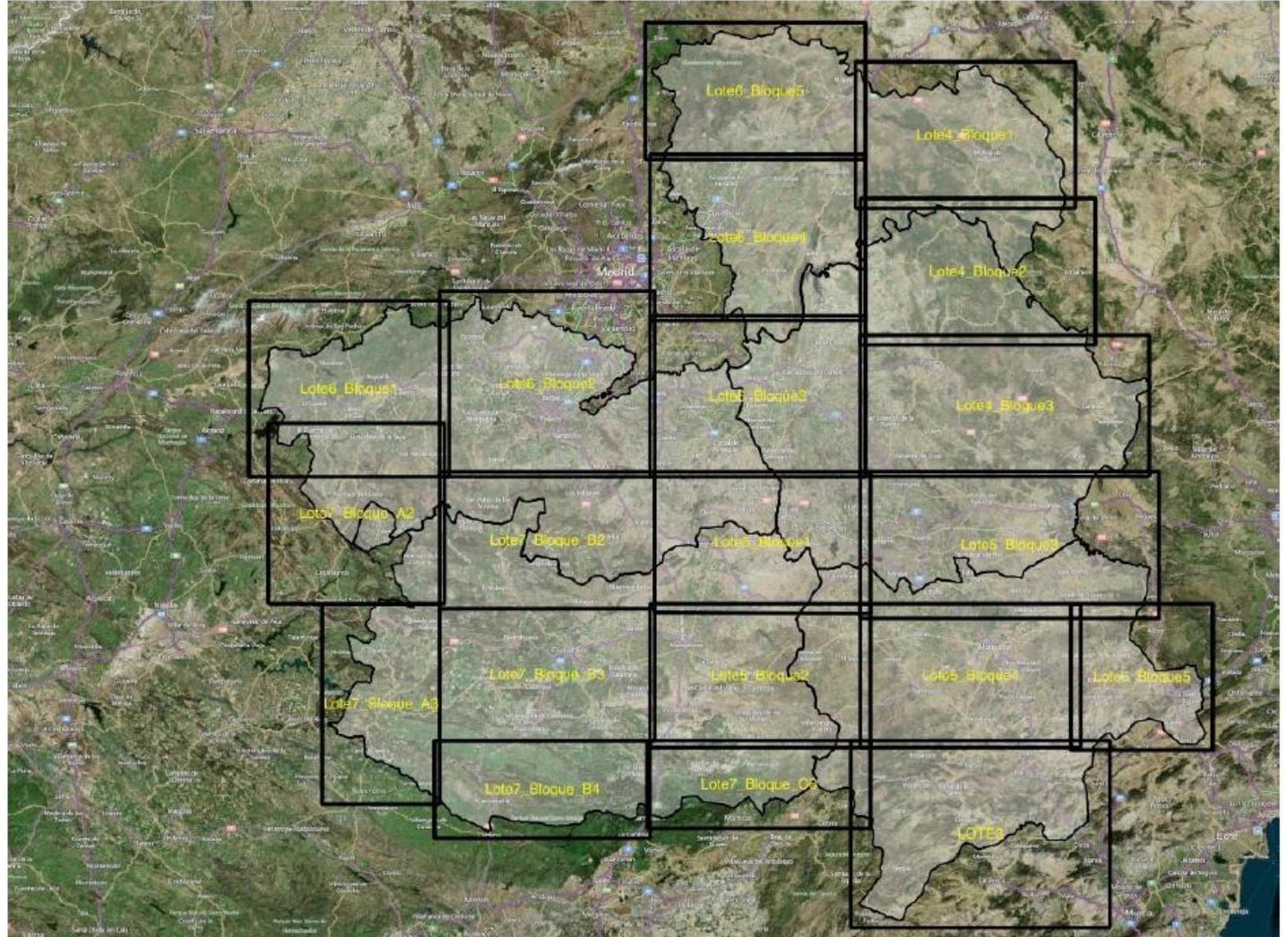
1. Área basimétrica a través de muestreo angular con relascopio, kramer, dendroflexómetro o APP.
2. Altura máxima a través de la medición de la altura total de un pie cercano (menos de 15m de distancia al centro de la parcela). Esta altura se medirá preferiblemente con hipsómetro, pero si no fuera posible se anotará por visu su altura.





Castilla-La Mancha

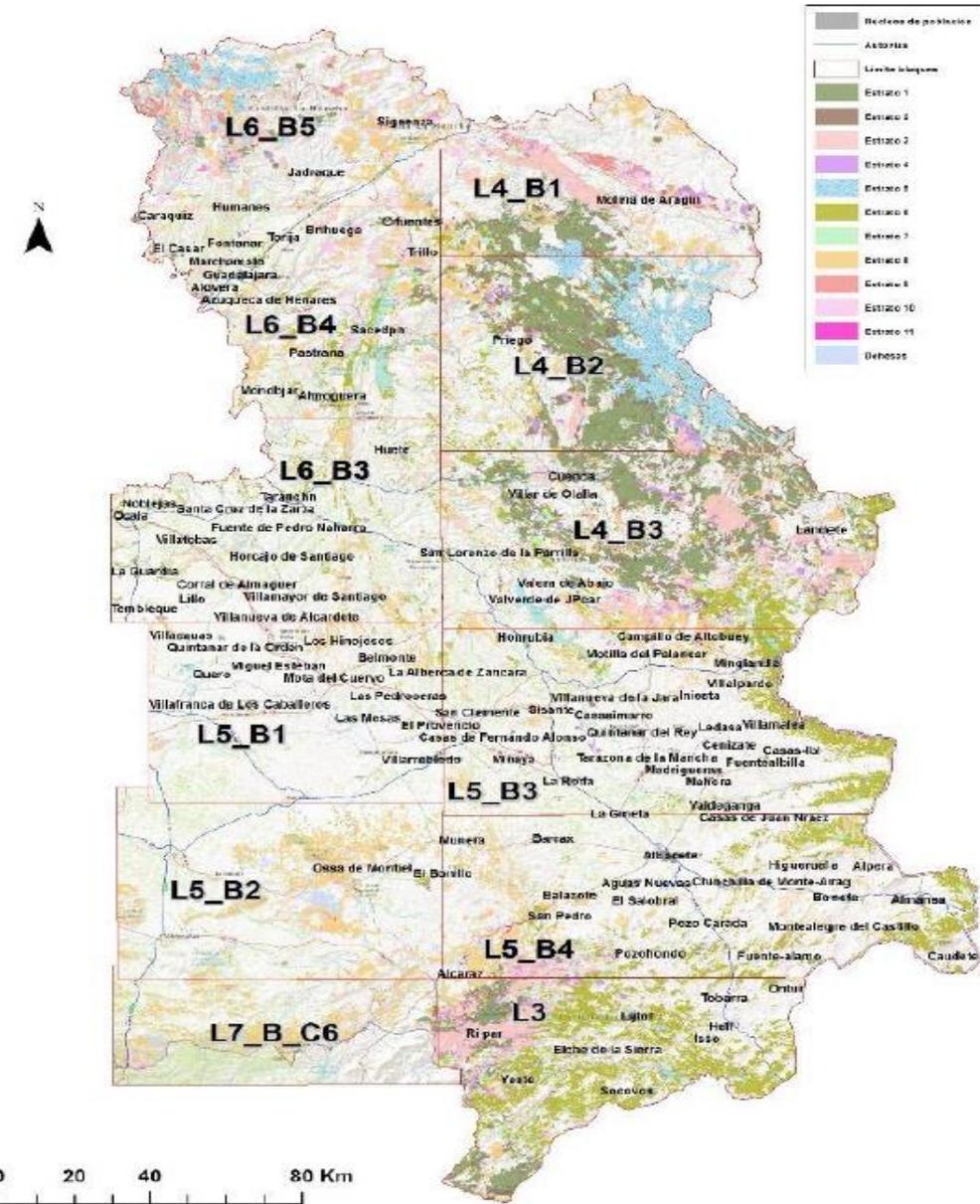
# Proporcionalidad del inventario: lotes LiDAR



- Parcelas de inventario: identifican parcelas dasométricas a inventariar en el trabajo de campo.
- Teselas de inventario: identifican teselas de modelos de combustibles a inventariar en el trabajo de campo.

## SELECCIÓN

- Estructuración por lotes (20)
- Búsqueda de una representación adecuada de:
  - cada uno de los estratos existentes en el territorio de Castilla-La Mancha
  - cada uno de los 70 clústeres en los que las teselas de la región fueron clasificadas





- Preparación de la siguiente información por lote:
  - Porcentaje de cada estrato con respecto a su total
  - Número de parcelas a seleccionar de cada estrato
    - Sobre 60
    - Sobre 75
  - Zonas homogéneas en FCC y altura
    - Respetando la máxima heterogeneidad en la combinación de sus valores

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Estrato 7	Estrato 8	Estrato 9	Estrato 10	Estrato 11	Estrato SIN ASIGNAR
LOTES	TOTAL HA	243591.304	89421.9137	193647.429	46530.5	111325.888	324073.747	46421.3722	715776.941	47379.1008	396160.436	7190.06823	322606.5815
	TOTAL PARCELAS	72	69	27	43	70	37	40	16	13	26	31	0
L4_B3	TOTAL	101838.493	34182.2856	41162.2171	12926.156	1515.82557	44292.4099	15212.2193	43566.6156	71.597381	31647.2003	1379.197	754.444684
	% Estrato	0.4181	0.3823	0.2126	0.2778	0.0136	0.1367	0.3277	0.0609	0.0015	0.0799	0.1918	0.0023
	Parcelas sobre 60	25.086	22.938	12.756	16.668	0.816	8.202	19.662	3.045	0.075	3.995	9.59	0.069
	Parcelas sobre 75	31.3575	28.6725	15.945	20.835	1.02	10.2525	24.5775	3.8367	0.0945	5.0337	12.0834	0.0874
	REALIZADAS	28	15	17	15	5	13	15	8	0	13	15	0
L4_B2	TOTAL	97668.0724	35435.4702	7778.5593	6210.99548	80924.3291	8919.17862	3145.51772	22014.7346	97.45483	24481.557	355.096732	1180.5042
	% Estrato	0.401	0.3963	0.0402	0.1335	0.7269	0.0275	0.0678	0.0308	0.0021	0.0618	0.0494	0.0037
	Parcelas sobre 60	24.06	23.778	2.412	8.01	43.614	1.65	4.068	1.54	0.105	3.09	2.47	0.111
	Parcelas sobre 75	30.075	29.7225	3.015	10.0125	54.5175	2.0625	5.085	1.9404	0.1323	3.8934	3.1122	0.1406
	REALIZADAS	27	25	1	9	45	0	0	2	2	0	9	0
L4_B1	TOTAL	32495.518	13614.0387	25257.2488	5139.99705	13803.0421	2243.17757	1106.64143	35856.1495	7927.16461	35107.4159	446.301259	387.348809
	% Estrato	0.1334	0.1522	0.1304	0.1105	0.124	0.0069	0.0238	0.0501	0.1673	0.0886	0.0621	0.0012
	Parcelas sobre 60	8.004	9.132	7.824	6.63	7.44	0.414	1.428	2.505	8.365	4.43	3.105	0.036
	Parcelas sobre 75	10.005	11.415	9.78	8.2875	9.3	0.5175	1.785	3.1563	10.5399	5.5818	3.9123	0.0456
	REALIZADAS	17	28	9	16	20	0	3	0	11	3	3	0
L5_B3	TOTAL	100.348905	403.43948	3843.53299	2104.20154	0	54887.0477	5968.49582	33232.8675	27.677628	5951.69547	333.611214	1468.808696
	% Estrato	0.0004	0.0045	0.0198	0.0452	0	0.1694	0.1286	0.0464	0.0006	0.015	0.0464	0.0046
	Parcelas sobre 60	0.024	0.27	1.188	2.712	0	10.164	7.716	2.32	0.03	0.75	2.32	0.23
	Parcelas sobre 75	0.03	0.3375	1.485	3.39	0	12.705	9.645	2.9232	0.0378	0.945	2.9232	0.2898
	REALIZADAS	0	0	0	3	0	13	11	1	0	0	2	0
L6_B5	TOTAL	4236.08306	1419.71695	17355.0296	2752.84999	24825.9645	381.137464	0	36324.9002	12310.4156	30332.6212	491.345466	1370.246808
	% Estrato	0.0174	0.0159	0.0896	0.0592	0.223	0.0012	0	0.0507	0.2598	0.0766	0.0683	0.0042
	Parcelas sobre 60	1.044	0.954	5.376	3.552	13.38	0.072	0	2.535	12.99	3.83	3.415	0.126
	Parcelas sobre 75	1.305	1.1925	6.72	4.44	16.725	0.09	0	3.1941	16.3674	4.8258	4.3029	0.1596
	REALIZADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Información, por lote sobre el:

- peso de cada uno de los estratos,
- número de parcelas a realizar
- número de parcelas seleccionadas para el inventario de campo



Castilla-La Mancha

El objetivo del inventario forestal es obtener modelos de las principales variables dasométricas:

Altura dominante  
Densidad (número de pies/ha)  
Área Basimétrica  
Volumen con y sin Corteza  
Biomasa del fuste y de la copa

Para ello es necesario apoyarse en modelos dendrométricos que nos permita estimar dichas variables.

#### **Parcelas destino:**

Altura dominante: modificación de la definición de Assmann. Se considerarán 5 árboles que representan a los 100 más gruesos por hectárea.

El número de individuos por superficie se calcula a través del factor de expansión referido a la superficie de la parcelas ( $F_{\text{Expansión}} = 10000/624.58 = 16.011$ ).

Altura de cada uno de los árboles: ecuaciones propias, a partir de los datos del IFN3, de cara a estimar todas las alturas individuales de los árboles medidos y de esta manera, poder utilizar ecuaciones de cubicación de doble entrada

Diámetro sin corteza de cada uno de los árboles: ecuaciones propias

Volumen con corteza (VCC): Ecuaciones del 3er Inventario Forestal Nacional (IFN3) para cada una de las especies presentes en función de la provincia en la que están y de su forma de cubicación.

Volumen sin corteza (VSC): nuevo modelo a partir de los datos del volumen con corteza

Volumen de leñas (VLE) e Incremento anual de volumen con corteza (IAVC): ecuaciones del 3er Inventario Forestal Nacional (IFN3) para cada una de las especies presentes en función de la provincia en la que están.

Biomasa del fuste y de la copa: se ha estimado a partir de las ecuaciones publicadas por el INIA

## Control de calidad en campo

Los principales puntos de control están orientados a la correcta toma de datos:

- datos de la forcípula
- datos de GPS de precisión
- datos de modelo de combustible.
- Identificación imágenes:
  - imagen parcelas destino de modelo de combustible con el número de puntos GPS.
  - imagen parcelas transecto de modelo de combustible con el número de puntos del GPS.
  - imagen panorámica de parcelas destino de modelo de combustible con el número de puntos GPS.
  - Imagen panorámica de parcelas transecto de modelo de combustible con el número de puntos del GPS.

Datos de Forcípula		Dead-line	Cierre
El número de parcelas es correcto	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
El número de pies muestra es el correcto	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Los datos de los pies muestra están completos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Los códigos de especies son correctos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Todos los valores son correctos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
<b>Datos de Gps de precisión submétrica</b>			
El número de puntos coincide con el número de parcelas	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Los datos no están repetidos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Survey report es correcto	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
<b>Datos de Gps de precisión métrica</b>			
El número de puntos de parcelas está completo	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
El número de puntos de modelos de combustible es correcto	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
<b>Datos de modelos de combustible</b>			
Los datos de modelos de combustible en parcelas destino están completos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
Los datos de modelos de combustible en parcelas transecto están completos	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
<b>Fotos</b>			
La foto general de parcelas destino de modelo de combustible coinciden con el número de puntos gps	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
La foto general de parcelas transecto de modelo de combustible coinciden con el número de puntos gps	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
La foto panorámica de parcelas destino de modelo de combustible coinciden con el número de puntos gps	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15
La foto panorámica de parcelas transecto de modelo de combustible coinciden con el número de puntos gps	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	1-10-15	8-10-15

*Control de calidad en campo*



# Control de calidad en modelo de combustible

Los principales puntos de control están orientados a la correcta toma de datos y su almacenamiento:

1. Coincidencia de número de registros (Excel vs capa generada)
2. Número de registros no coincidentes en el documento Excel y la capa de puntos con las fotos paronámicas y con las fotos detalladas
3. Coincidencia *parcelas destino campo – parcelas destino inventariado forestal gabinete*
4. Revisión de los identificadores (Excel, capa generada)
5. Revisión de los identificadores de las fotos con el registro del Excel y la capa generados.
6. Localización de duplicados (Excel, capa generada)
7. Superposición espacial de los puntos de la capa generada
8. Localización de las parcelas fuera de la tesela de destino preestablecida en gabinete
9. Localización de varias parcelas (destino o transito) dentro de una misma tesela
10. Asignación inconsistente del modelo de combustible
11. Asignación dudosa del modelo de combustible
12. Revisión de los datos obtenidos en la parcela de destino
13. Revisión de la obtención de las imágenes correspondientes a la semana de muestreo recibida

Identificador	Descripción	Estado	Observaciones
1	RF de registros en Excel coincidente con el RF de registros capa	SI	
2	RF de registros en Excel coincidente con las fotos paronámicas	SI	
3	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
4	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
5	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
6	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
7	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
8	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
9	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
10	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
11	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
12	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
13	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
14	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
15	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
16	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
17	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
18	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
19	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
20	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
21	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
22	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
23	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
24	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
25	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
26	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
27	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
28	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
29	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
30	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
31	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
32	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
33	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
34	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
35	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
36	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
37	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
38	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
39	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
40	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
41	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
42	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
43	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
44	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
45	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
46	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
47	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
48	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
49	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	
50	RF de registros en Excel coincidente con las fotos detalladas	SI	

objetivo: generar las áreas de entrenamiento para las clasificaciones

Checklist inventario modelos de combustible

Parcela	Modelo	Fecha	Estado
1	1	1	SI
2	2	2	SI
3	3	3	SI
4	4	4	SI
5	5	5	SI
6	6	6	SI
7	7	7	SI
8	8	8	SI
9	9	9	SI
10	10	10	SI
11	11	11	SI
12	12	12	SI
13	13	13	SI
14	14	14	SI
15	15	15	SI
16	16	16	SI
17	17	17	SI
18	18	18	SI
19	19	19	SI
20	20	20	SI
21	21	21	SI
22	22	22	SI
23	23	23	SI
24	24	24	SI
25	25	25	SI
26	26	26	SI
27	27	27	SI
28	28	28	SI
29	29	29	SI
30	30	30	SI
31	31	31	SI
32	32	32	SI
33	33	33	SI
34	34	34	SI
35	35	35	SI
36	36	36	SI
37	37	37	SI
38	38	38	SI
39	39	39	SI
40	40	40	SI
41	41	41	SI
42	42	42	SI
43	43	43	SI
44	44	44	SI
45	45	45	SI
46	46	46	SI
47	47	47	SI
48	48	48	SI
49	49	49	SI
50	50	50	SI





# Control de calidad en campo (inventario)

Los principales puntos de control están orientados a la correcta toma de datos y su almacenamiento:

1. Coincidencia de número de registros (Excel vs capa generada)
2. Localización de parcelas asignadas a más de dos metros de las parcelas destino preestablecidas en gabinete sin justificación previa
3. Revisión de las mediciones realizadas tanto en las parcelas destino como en las ubicadas en el transecto
4. Comparación de los datos obtenidos en campo con los preestablecidos en gabinete

Item	Registrado	Registro de anomalías	Acreditado por Isg	ID parcela	Medida	Estado	Corregido por Isg	Corregido por Zema	Seleccionado	Observaciones
<b>Parcelas inventariado forestal</b>										
1 Nº de registros en excel coincidentes con la distribución de las parcelas	si	no	-	2908 2489 2490 4881-9002 4884 4888 4889 4891 4901 4902 4904 4905 1907 4908 4909 4981 4982 4983 4984 4985 4986 4988	-	-	-	-	-	-
2 Nº de parcelas asignadas a más de dos metros del punto indicado	si	si	si	2907-1 2907-2 2907-3 2908-1 4882-1 4906-2 4906-3 4984-1 4904 4905-2 4905-3 4905-4 4905-5 2982-3 4903-1 2489 8 2602-1 2602-1 2604-3 2607 14660-1 1903 2204 2205 2488-1	Distancia del levantamiento de parcela a más de 2 metros	no	-	-	Cuadrado de biblioteca	
3 Revisión de las mediciones realizadas en los transectos	si	no	-	-	Revisión de los datos y asignación de las variables que faltan.	no	-	-	-	-
4 Revisión de las mediciones realizadas en las parcelas de destino	si	no	-	-	-	-	-	-	-	-
5 Revisión de datos en la parcela destino	si	si	si	-	-	-	-	-	-	-

## Checklist inventario forestal

ESTRUCTURA	ESTRUCTUR2	RESTOS PAR	RESTOS TRA	OBSERV
4	4	1	0	

objetivo: generar la muestra para realizar los ajustes de los modelos estadísticos



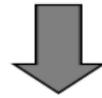


Castilla-La Mancha

## Análisis de la distribución real de las parcelas

objetivo: garantizar una muestra que recoja toda la variabilidad

La previsión de tipologías en gabinete puede no coincidir con la realidad en campo, por lo que se debe realizar un análisis de la distribución real de la muestral.

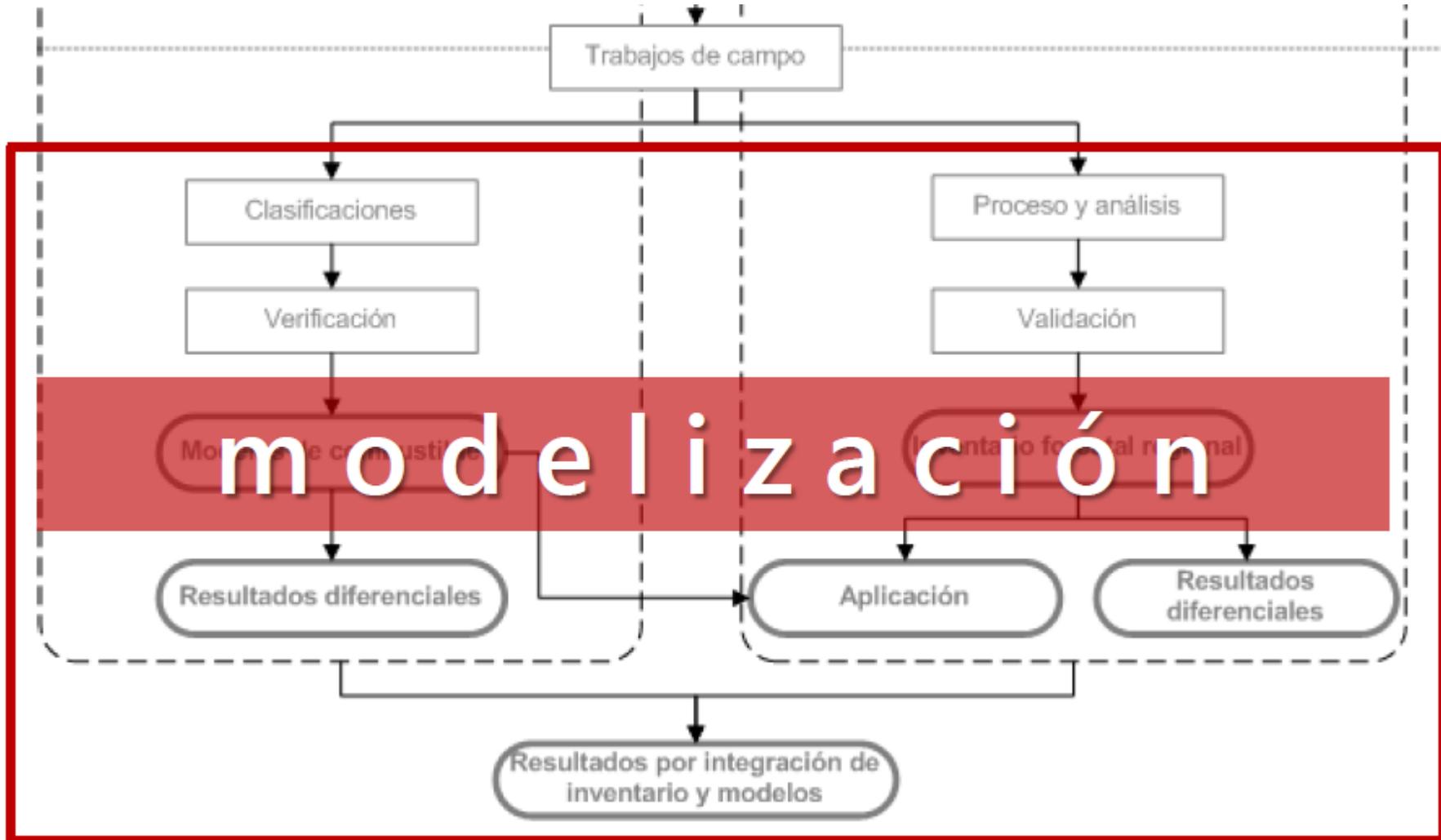


Preparación de información complementaria en gabinete:

- Número de parcelas realizadas en campo para cada estrato
- Tipología de FCC y altura de las parcelas levantadas en campo
- Distribución de los cluster en los que se encuentran las parcelas destino y las ubicadas en el transecto correspondientes al inventariado de modelo de combustibles

**Finalidad: Detección de posibles discrepancias y capacidad de reajuste**

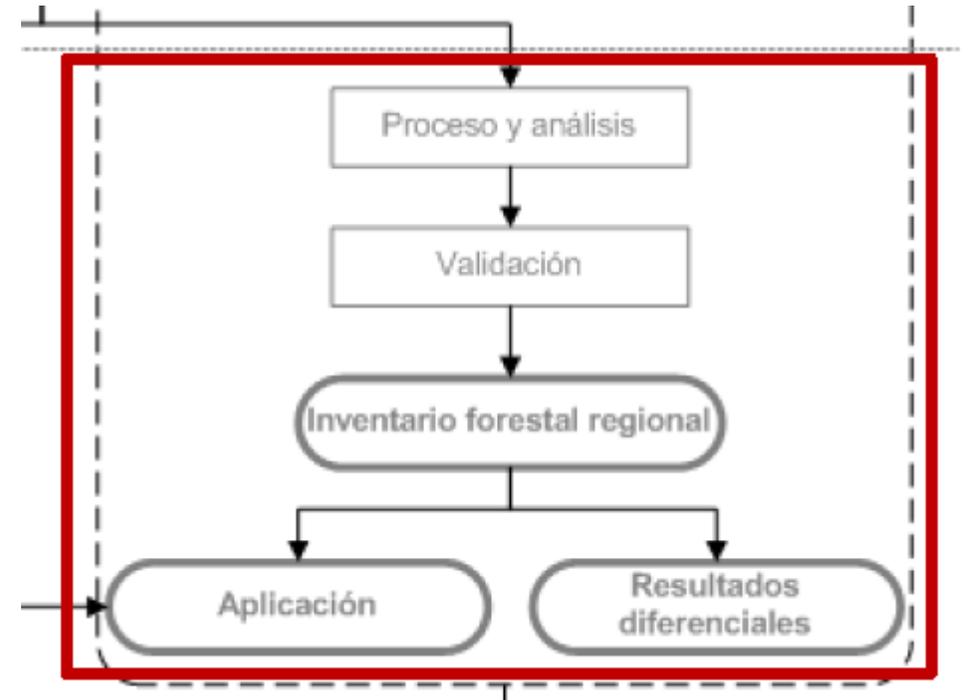
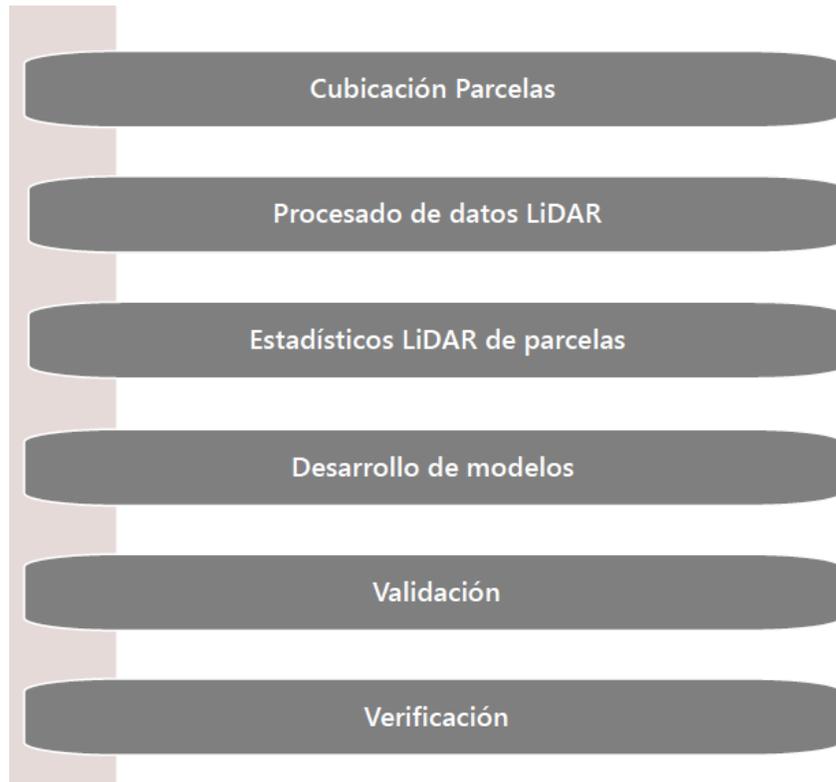
Detección de necesidades de diseño y rediseño





Castilla-La Mancha

## Modelización del inventario





## PARCELAS DESTINO

Cubicación Parcelas

Procesado de datos  
LiDAR

Estadísticos LiDAR de  
parcelas

Desarrollo de modelos

Validación

Verificación

- Objetivo: calcular las variables del inventario forestal
- Altura dominante: modificación de Assman
- Número de individuos por superficie: factor de expansión referido a la superficie de la parcelas ( $10000/624.58=16.011$ )
- Volumen: ecuaciones del IFN3
- Volumen sin corteza y altura: construcción de modelos dendrométricos
- Biomasa ecuaciones INIA

## PARCELAS EN TRANSECTO

- Área basimétrica (verificación modelos)



## Cubicación Parcelas

- Calcular la métrica de la nube de puntos: celdas 25x25
- Variables independientes de los modelos
- Asignación de métrica a las parcelas: ajustes
- Generación de productos complementarios

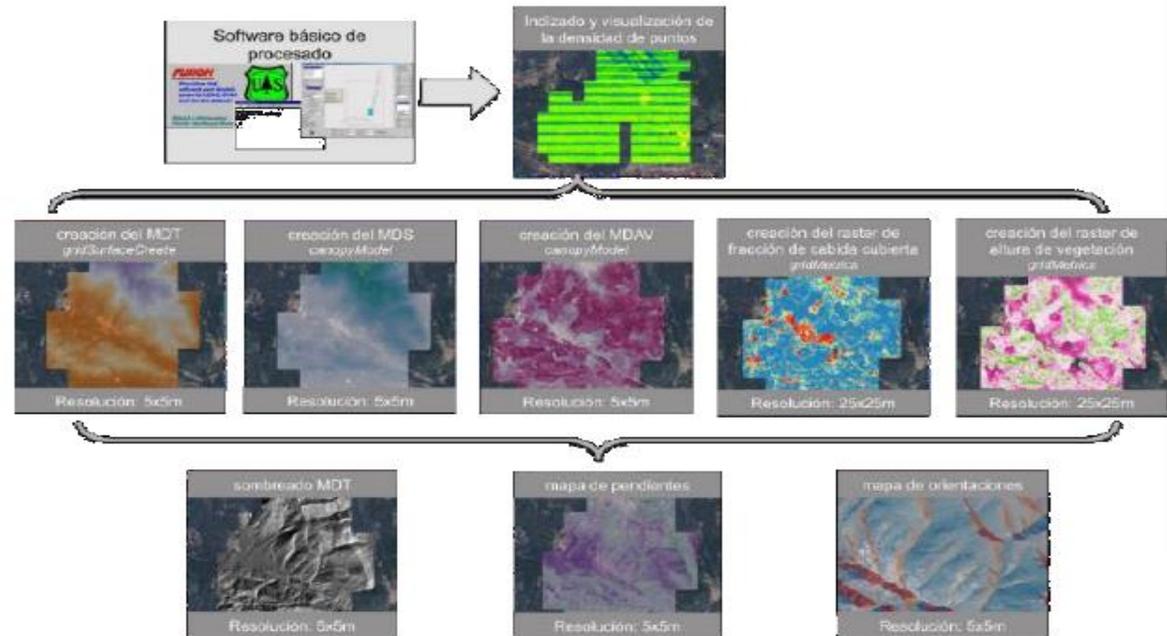
## Procesado de datos LiDAR

## Estadísticos LiDAR de parcelas

## Desarrollo de modelos

## Validación

## Verificación





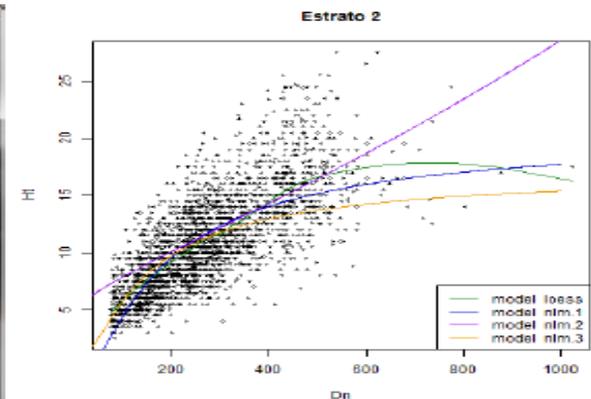
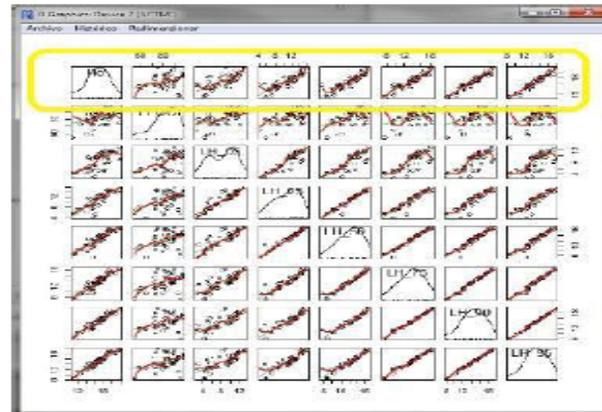
## MODELOS DENDROMÉTICOS

- Relación H-D
- Relación Vsc-Vcc
- Árboles del IFN (8509 parcelas)
- Ajuste por 100 remuestreos con el 70% de los datos

## MODELOS LiDAR

- Predicción de variables dasométricas
- Variables independientes: métrica LiDAR
- Variables dependientes: parámetros dasométricos
- Par de valores: datos en parcelas

$$\begin{aligned} N_p &= \text{Exp}(4,02176+0,46269*[Kur]+0,05029*[Fcc]-0,04167*[FccT]) \\ Ab &= \text{Exp}(2,92323+0,18786*[P05]) \\ Vc &= \text{Exp}(6,14008+0,07152*[Med]-3,48317*[CV]+0,31895*[Skew]) \\ Iv &= \text{Exp}(2,26189-4,38601*[CV]+0,49796*[Skew]+0,13807*[Kur]+0,06347*[P50]) \end{aligned}$$





Cubicación Parcelas

Procesado de datos  
LiDAR

Estadísticos LiDAR de  
parcelas

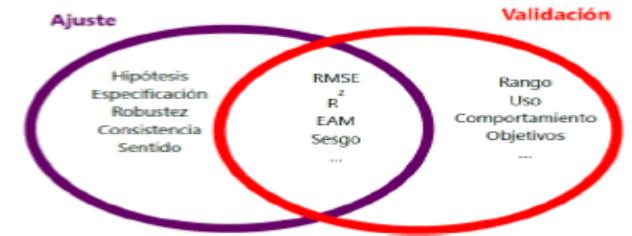
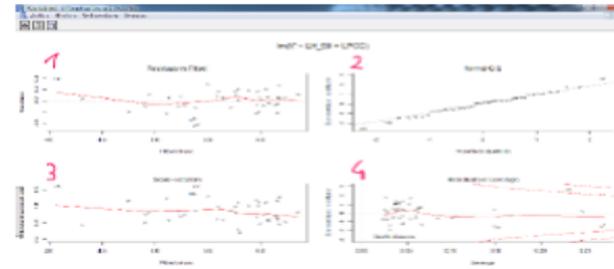
Desarrollo de modelos

Validación

Verificación

## VALIDACIÓN

- Gráfica: residuos
- Numérica: estadísticos de contraste



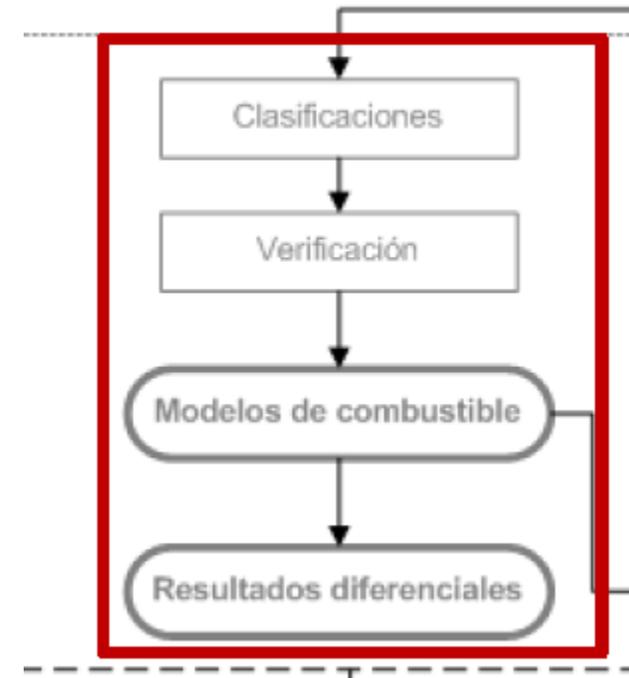
**NO HAY ERROR DE MUESTREO**

## VERIFICACIÓN

- Datos externos
  - Parcelas en transecto
  - Ordenaciones



## Modelización de combustibles





## Modelos dendrométricos construidos

### Castilla-La Mancha

El objetivo de estas ecuaciones es poder estimar de la forma más precisa y económica todas las variables de masa de las parcelas de campo medidas en el inventario

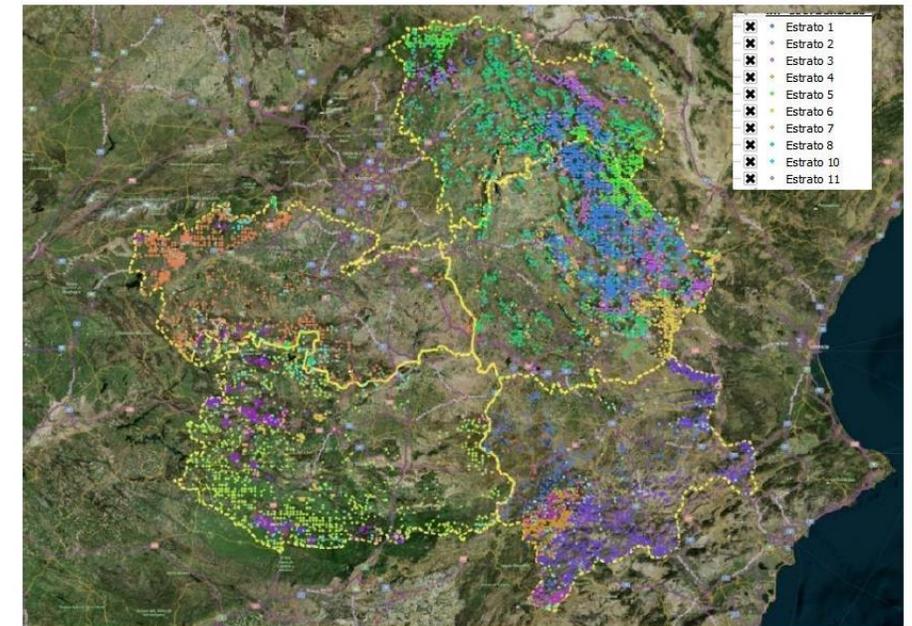
Las relaciones dendrométricas hacen referencia a modelos matemáticos que relacionan entre sí las principales características dendrométricas de los árboles, es decir sus características individuales tales como el diámetro normal (D), la altura (H), el espesor de corteza (EC), la forma y dimensión de la copa, etc.

Modelos locales vs modelos generalizados: inclusión o no de variables de masa

- Estimación de la altura individual de los árboles:
  - ecuaciones H-D locales vs ecuaciones generalizadas.
  - generalizadas: mayor uso, más completas, menor error.
- Estimaciones del espesor de corteza:
  - ecuaciones H-D locales vs ecuaciones generalizadas.
  - Importancia por madera

Metodología y datos

Se están empleando los datos procedentes del IFN3 para ellos se han clasificado las parcelas del IFN3 en función de los estratos definidos en este proyecto y sólo se van a utilizar dichas parcelas

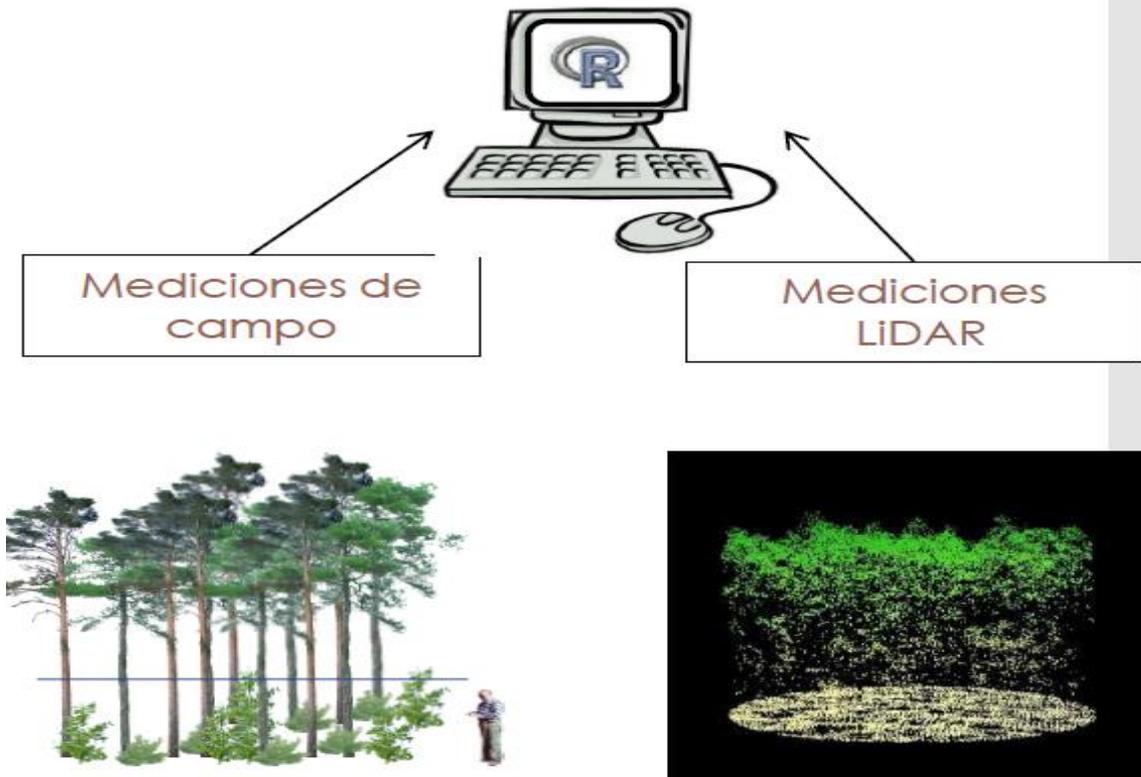




## Aplicación de modelos: Ajuste de Modelos LIDAR

El objetivo de la aplicación de los modelos construidos y del IFN3 es poder estimar de forma precisa y económica todas las variables dendrométricas y de masa a partir de los datos medidos en campo.

El nexo común de todas las ecuaciones es el diámetro normal de los árboles y/o la altura de los mismos, para posteriormente calcular las estimaciones de árbol individual y posteriormente extraer los valores dasométricos.





Castilla-La Mancha

Los principales problemas que se han encontrado son los siguientes:

Mala calidad de los datos LiDAR

Proceso seguido:

- Descarga de todos los datos otra vez: posibles errores en el algoritmo de clasificación en los datos previos
- Nuevo procesamiento de todos los datos
- Análisis de filtros necesarios para evitar problemas
- Detección de lotes defectuosos / patrones espaciales anómalos
  - No hay lotes defectuosos, los errores se distribuyen por todos los lotes
- En lotes defectuosos, análisis de clipdatas parcela por parcela
  - Se he realizado el análisis de clipdatas parcela por parcela en las 650
- Objetivo: conseguir depuración máxima de errores para después ajustar modelos

**Muestreo  
Complementario**



**Modelos finales**



Dentro de las unidades de obra del PPT: 50 parcelas de campo complementarias, en una segunda fase de trabajo de campo

Objetivo inicial: mejorar la muestra en los estratos con resultados más débiles

Situación real: errores distribuidos en la toda la superficie debido a errores en datos LiDAR



## Diseño del muestreo

Se busca:

- Cubrir la máxima variabilidad de las masas en su relación FCC-altura
- Facilitar el acceso de los equipos de campo a las zonas de muestreo evitando cualquier limitante territorial (vallados)
- Concentración espacial de las parcelas a medir buscando optimizar el rendimiento del trabajo

3 parcelas en el término municipal de Almorox (Toledo)

24 parcelas en el término municipal de Mira (Cuenca)

15 parcelas en el término municipal de El Pozuelo (Cuenca)

8 parcelas en el término municipal de Cuenca (Cuenca)

- Asegurar que los datos de la nube de puntos LiDAR en las diferentes parcelas de muestreo muestren altos niveles de consistencia de modo que las relaciones con los datos dasométricos a medir sean favorables.
  - Análisis de los clipdata de las zonas elegidas
  - Feedback y recolocación en otras zonas para evitar parcelas en casos peores de errores LiDAR
  - Conseguimos, a priori:
    - modelos mejores
    - Aplicación a todas las zonas: menos problemática



Castilla-La Mancha

## Modelos post-análisis

MODELOS PARA TODOS LOS ESTRATOS

Ajuste de ecuaciones simultáneas:

Área Basimétrica / Altura dominante / Diámetro cuadrático medio / Número de pies

Volumen con corteza / Volumen sin corteza / Biomasa

Se han llevado a cabo con procedimiento SUR (seemingly unrelated regresiones), regresiones aparentemente no relacionadas.

Elección de variables dependientes: stepwise, best subset, etc.

Distintas formulaciones: regresiones lineales, potenciales y exponenciales



## Proceso de generación de cartografía

Extracción de variables: rásters de más de 35 variables independientes para toda la CCAA

Análisis de fuera rango de cada una de las variables independientes que entran en cada uno de los modelos de cada uno de los estratos: análisis pormenorizado del efecto de cada variable en el resultado (aditivo, potencial, exponencial, etc.)

Geoproceso de aplicación de valor medio de 8 vecinos en los píxeles sin datos por ser fuera rango, evitando huecos y haciendo más consistentes y robustos los resultados: se evitan en buena medida los outliers y los resultados se reúnen hacia datos en rango de aplicación

El geoproceso puede generar zonas de solape en límites de estrato, por lo que se realiza una extracción de la zona geoprocesada sobre cada estrato para eliminar posibles problemas de zonas limítrofes entre dos estratos.

Aplicación de modelos: proceso iterativo de aplicación de todas las variables a cada uno de los modelos de cada uno de los estratos: Requiere análisis exhaustivos de la formulación, de aplicaciones correctas o no de fuera rangos, etc.

Generación de estratos y mosaiqueado de todas las variables y estratos



Castilla-La Mancha

# Validación

Validación interna frente a parcelas relascópicas

Validación interna frente a ordenaciones de las zonas

Validación externa realizada por Miguel Cabrera



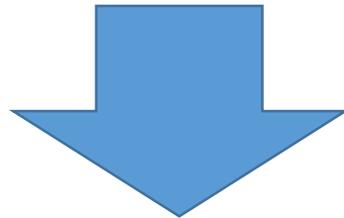
Validación interna por la JCCM (GEACAM/TRAGSATEC)



**Castilla-La Mancha**

**El proceso de validación dio como resultado un error en todos los estratos por debajo del 5%, excepto en el estrato de masas mixtas Coníferas/Quercinéa que el error fue superior al 5% pero inferior al 10 %**

**Mucha variabilidad en las masas puras de quercinéas.**



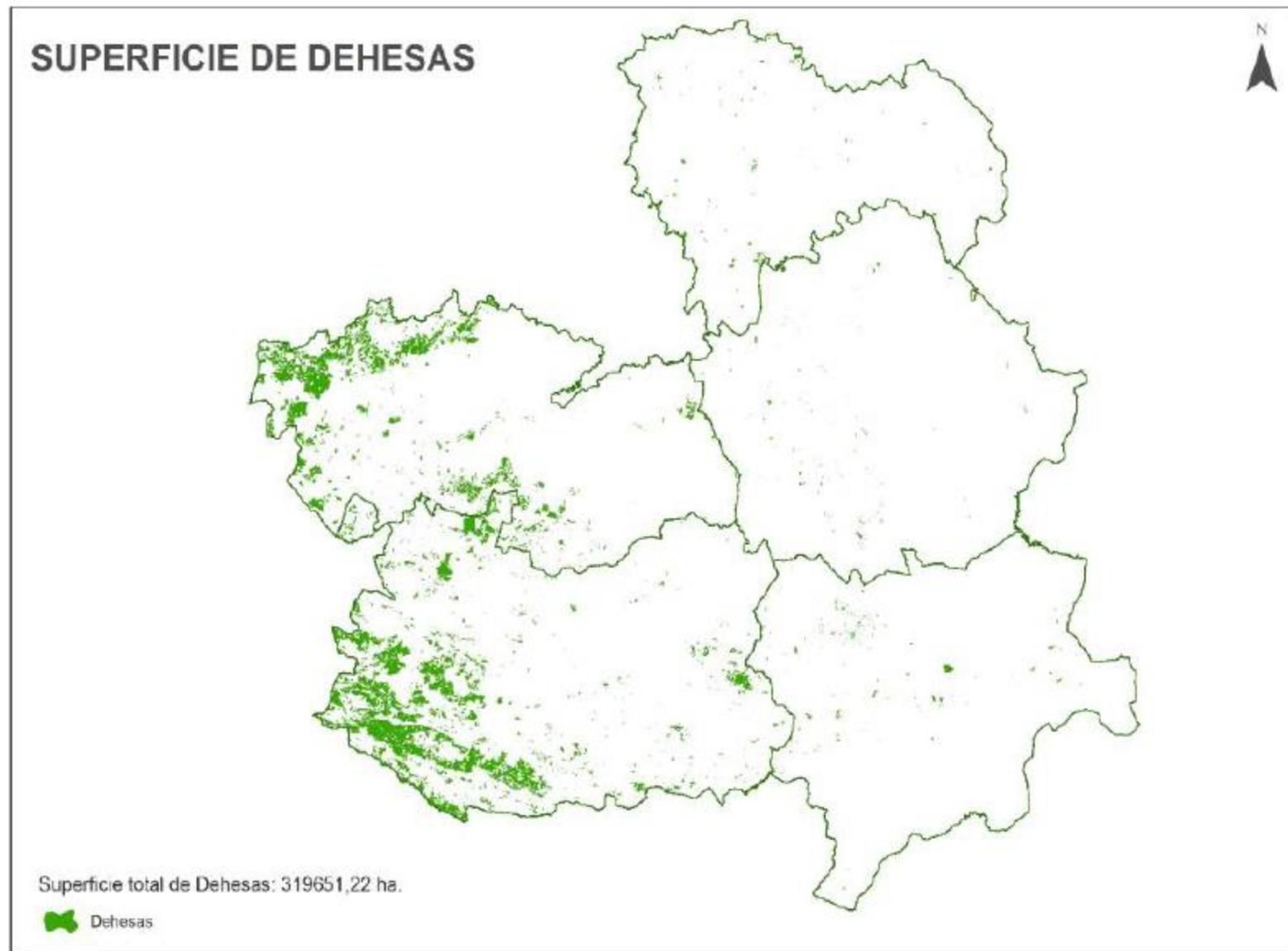
**ERROR ADMISIBLE PARA IGFS**



Castilla-La Mancha

El caso particular de las formaciones adehesadas

El caso particular de las formaciones adehesadas





Castilla-La Mancha





Castilla-La Mancha

<http://visores.castillalamancha.es/ginfor/#/app>

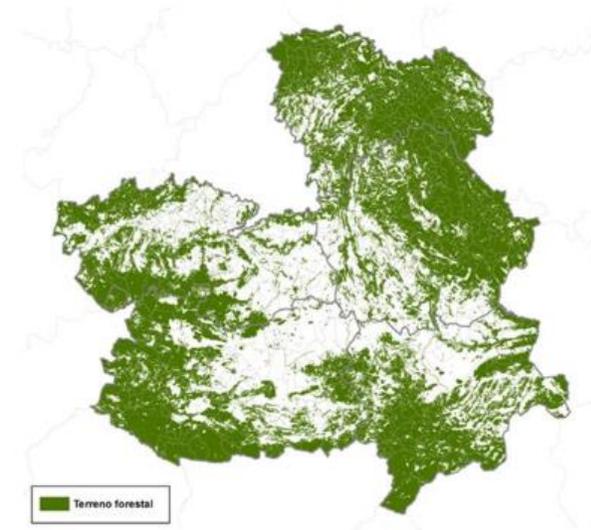


Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural

INFORMACIÓN SOBRE EXISTENCIAS FORESTALES Y MODELOS DE  
COMBUSTIBLES

# GINFOR

## GESTIÓN DE INFORMACIÓN FORESTAL



**INFORMACIÓN SOBRE EXISTENCIAS FORESTALES Y MODELOS DE COMBUSTIBLES**

Aplicación Web propiedad de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural, con el objeto de proporcionar información sobre las existencias forestales y los modelos de combustible existentes en Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha  
BIENVENIDO A GINFOR

Nombre \*

Apellidos \*

DNI \*

Correo electrónico \*

Empresa

CIF

Tipo de uso \*

Seleccione una opción ▼

Los datos marcados con \* son obligatorios

Escriba debajo **la respuesta** a lo que ha oído. Números o palabras:

Seleccione el/la **Cámara**

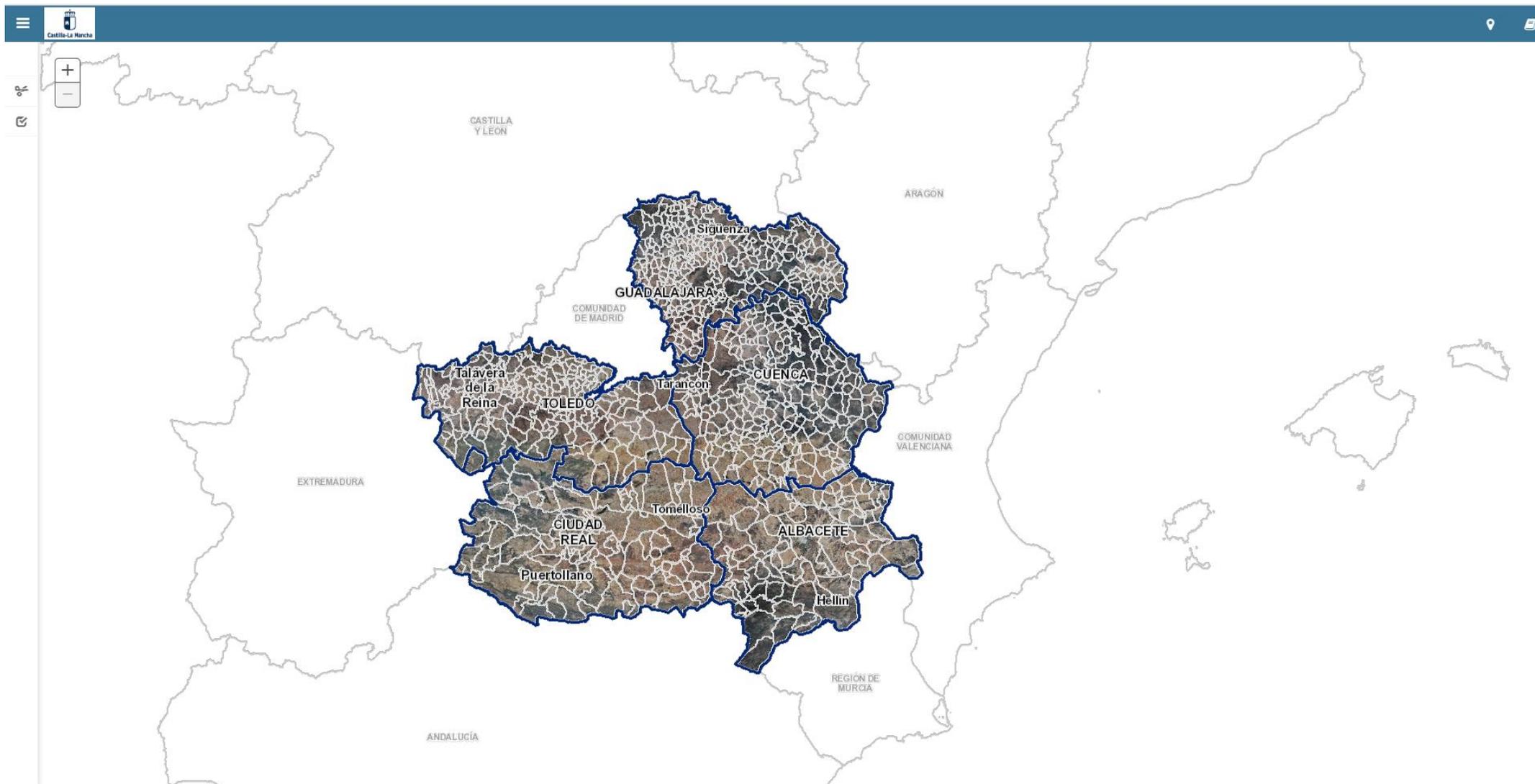


Entrar

Los datos de carácter personal que se faciliten mediante este formulario quedarán registrados en un fichero cuyo responsable es la Dirección General de Política Forestal y Espacios Naturales con la finalidad de la gestión de Solicitudes de información sobre montes y otros espacios Forestales en Castilla-La Mancha. Las cesiones que se producen son las autorizadas en la legislación aplicable. Pueden ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición ante dicho responsable en Plaza del Cardenal Silíceo 2, y código postal 45071 de Toledo o mediante tramitación electrónica. Para cualquier cuestión relacionada con "la protección de datos", puede dirigirse a las oficinas de información y registro o al correo electrónico [protecciondatos@jccm.es](mailto:protecciondatos@jccm.es)



# Castilla-La Mancha





Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha

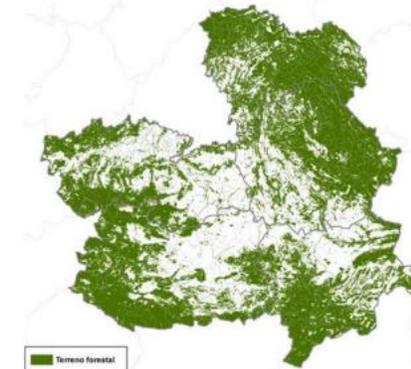
Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural

## MANUAL DE USUARIO

INFORMACIÓN SOBRE EXISTENCIAS FORESTALES Y MODELOS DE COMBUSTIBLES

### GINFOR

GESTIÓN DE INFORMACIÓN FORESTAL



INFORMACIÓN SOBRE EXISTENCIAS FORESTALES Y MODELOS DE COMBUSTIBLES

Aplicación Web propiedad de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural, con el objeto de proporcionar información sobre las existencias forestales y los modelos de combustible existentes en Castilla-La Mancha

DICIEMBRE 2016



Castilla-La Mancha

 Recorte

### Recorte sobre la capa de inventario ✕

**Subir perímetro**

Seleccione el fichero ZIP que contiene el perímetro de estudio.

La cartografía de inventario se obtendrá para los estratos arbolados cuya definición se ha basado en el MFE50. Ver manual para más información

El resultado de este proceso utiliza pop-up, por favor compuebe si está habilitado su uso, de lo contrario, autorice a la aplicación a utilizarlos.

**Cerrar**

 Validación y calibración

### Chequeo de datos y calibración ✕

**Subir perímetro**

Seleccione el fichero ZIP que contiene el perímetro de estudio.

**Subir parcelas**

Seleccione el fichero ZIP que contiene las parcelas de estudio

**Lanzar proceso de calibración**

El resultado de este proceso utiliza pop-up, por favor compuebe si está habilitado su uso, de lo contrario, autorice a la aplicación a utilizarlos.

**Cerrar**



Castilla-La Mancha

## Resultado final del proceso:

Orden 135/2017, de 25 de julio, de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la elaboración y revisión de instrumentos de gestión forestal conforme a los postulados de la gestión forestal sostenible en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Castilla-La Mancha 2014-2020. [2017/9083]

Código	Trabajos	Unidad	Importe
IGFS1	Elaboración instrumento de gestión forestal sostenible en monte con superficie inferior de 500 ha, con inventario Lidar	ha	10,00 €
IGFS2	Elaboración de instrumentos de gestión forestal sostenible en monte con superficie igual o superior a 500, e inferior a 1000 ha, con inventario Lidar	ha	9,00 €
IGFS3	Elaboración de instrumentos de gestión forestal sostenible en monte con superficie igual o superior a 1000, e inferior 5000 ha, con inventario Lidar	ha	8,50 €
IGFS4	Elaboración de instrumentos de gestión forestal sostenible en monte con superficie superior a 5000 ha, con inventario Lidar	ha	8,00 €

**Ahorro del 70 % del coste al inicio del proceso.**



**Castilla-La Mancha**



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**