



INFORME PROYECTOS— 2024

MODELIZACIÓN DE EXPLOTACIONES FORESTALES DE MADERA A
PARTIR DE TELEDETECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN ZONAS
RURALES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

“MODELMA”

Informe: “Final de Resultados”

Expediente: IMAMCA/2024/2

Coordinado en AIDIMME por: Guillem Segura Orenge



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE+i

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACIÓN

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>DESARROLLO DEL PROYECTO. ACTIVIDADES REALIZADAS</u>	<u>2</u>
<u>3</u>	<u>RESULTADOS OBTENIDOS</u>	<u>14</u>
<u>4</u>	<u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	<u>22</u>

1 Introducción. Objetivos del proyecto

El *Pinus halepensis* es una especie forestal predominante en la Comunitat Valenciana, pero su aprovechamiento maderero ha sido históricamente limitado. La falta de información detallada sobre la cantidad y calidad de la madera, sumada a la inexistencia de herramientas efectivas para su caracterización y gestión, ha impedido su explotación en condiciones óptimas. Como resultado, la mayor parte de la madera extraída se destina a biomasa en lugar de productos de alto valor añadido como la madera estructural para construcción (MLE, CLT, entre otros).

El proyecto MODELMA busca transformar esta realidad mediante el desarrollo de un modelo innovador para la caracterización precisa de los recursos forestales en los montes de la Comunitat Valenciana. A través del uso de teledetección, SIG y algoritmos matemáticos avanzados, MODELMA integrará y mejorará las metodologías desarrolladas en los proyectos previos WOODFOREST SATELLITE y WOODBYSAT, unificando en un único modelo la estimación de variables clave como la cantidad y la calidad de la madera.

Esta modelización no solo permitirá conocer el estado actual de los montes, sino que facilitará la elaboración de planes de gestión forestal innovadores. En muchos casos, los pinares no reúnen las condiciones necesarias para su explotación debido a la falta de manejo adecuado. Gracias a MODELMA, será posible diagnosticar el estado de las masas forestales y definir estrategias de gestión para mejorar su calidad y viabilidad productiva.

Desde una perspectiva socioeconómica y ambiental, MODELMA tendrá un impacto significativo en las zonas rurales de la Comunitat Valenciana. Al optimizar la gestión forestal del *Pinus halepensis*, el proyecto fomentará la creación de empleo en áreas rurales, impulsando un nuevo modelo de aprovechamiento sostenible de un recurso de kilómetro cero.

En definitiva, MODELMA representa una solución innovadora para la modernización de la gestión forestal en la Comunitat Valenciana. A través del uso de tecnologías avanzadas y el desarrollo de herramientas accesibles para todos los actores del sector, el proyecto facilitará la explotación sostenible del recurso forestal, generando beneficios económicos, ambientales y sociales.

Los objetivos del proyecto eran:

- La evaluación de las diferentes fuentes de información y bases de datos satelitales y forestales más actualizadas.
- Recopilación de datos forestales y de satélite actualizados para distintas regiones de la Comunitat Valenciana.
- Análisis previos de los datos y parámetros recogidos en la base de datos que sirvan para la modelización.

2 Desarrollo del proyecto. Actividades realizadas

Evaluación de las diferentes fuentes de información y bases de datos satelitales y forestales más actualizadas

Los datos forestales pueden obtenerse de múltiples fuentes, pero no todas ofrecen la misma calidad ni precisión. En este proyecto, se busca recopilar las fuentes más fiables y actualizadas, asegurando que la información utilizada sea relevante y precisa para la modelización forestal.

El objetivo principal es desarrollar una base de datos innovadora, que integre tanto la información disponible en la web como los datos generados por AIDIMME. Al combinar estas fuentes, se logrará una recopilación más completa y útil para la gestión de los recursos forestales.

La base de datos que se desarrollará en AIDIMME no solo consolidará la información existente, sino que también permitirá su validación y mejora. Se incorporarán datos detallados y actualizados, esenciales para la creación del modelo innovador del proyecto.

Uno de los aspectos clave de esta base de datos será su actualización continua. Dado que la información forestal cambia con el tiempo, contar con una fuente dinámica y en constante renovación permitirá aplicaciones que hasta ahora no eran posibles.

A continuación, se presentan las fuentes de datos forestales más utilizadas y fiables, junto con aquellas innovadoras que aún no han mostrado sus datos pero que podrían aportar un gran valor en el futuro.

1. PNOA LiDAR

El PNOA LiDAR es un proyecto colaborativo entre distintos ministerios y administraciones que utiliza sensores aerotransportados para la captura de información tridimensional del territorio español.

La orografía influye tanto en las actividades humanas como en los procesos naturales, por lo que conocer la elevación del terreno es esencial para una adecuada planificación y gestión del territorio. Esta información resulta clave para la cartografía, generación de modelos 3D, definición de cuencas hidrográficas, inventarios forestales, análisis de zonas inundables o incluso estudios sobre cambio climático. Debido a su importancia, las elevaciones del terreno han sido reconocidas como un dato geoespacial global fundamental por organismos como las Naciones Unidas, la directiva INSPIRE y el Sistema Cartográfico Nacional.

El LiDAR es la tecnología más precisa para la captura de elevaciones, permitiendo obtener modelos digitales del terreno con gran calidad. Tras diversas pruebas piloto, en 2009 se decidió incorporar esta tecnología al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), dando lugar al proyecto PNOA LiDAR, cuyo objetivo es capturar información tridimensional de todo el territorio español mediante sensores aerotransportados y generar productos derivados, como nubes de puntos con coordenadas y Modelos Digitales del Terreno.

Desde su inicio, el proyecto ha desarrollado tres ciclos de cobertura:

1ª cobertura (2009-2015) → Densidad: 0,5 puntos/m², Precisión altimétrica: RMSE Z de 40 cm.

2ª cobertura (2015-2021) → Densidad: superior a 1 punto/m², Precisión altimétrica: mejorada respecto a la primera.

3ª cobertura (2022-2025) → Densidad: 5 puntos/m², Precisión altimétrica: RMSE Z de 10 cm.



Figura 1. Mapa de planificación de los vuelos LiDAR PNOA de la tercera cobertura.

La evolución del proyecto ha permitido mejorar significativamente la resolución y precisión de los datos, lo que facilita su aplicación en múltiples disciplinas. Actualmente, la información disponible corresponde a la segunda cobertura, actualizada en todas las provincias, pero la tercera cobertura está en proceso y ofrecerá una resolución aún mayor, en la figura 1 se puede observar que las únicas comunidades autónomas por realizar el vuelo son las de Castilla y León y Castilla-La Mancha, planificado para el año 2025. Los datos LiDAR de Comunitat Valenciana se encuentran en periodo de clasificación automática de la nube de puntos y está prevista en el primer semestre de 2025 (figura 2) y por lo tanto la información no está disponible para este proyecto.

Estado actual		
Comunidad Autónoma	NPC1 Nube de puntos clasificada automáticamente	NPC2 Nube de puntos clasificada con edición básica
Aragón	Publicada	
Canarias	Publicada	
Cantabria	-	Publicada
Catalunya	Previsión 1º semestre 2025	
Comunitat Valenciana	Previsión 1º semestre 2025	
Extremadura	Publicada	Previsión 1º semestre 2025
Illes Balears	Previsión 1º semestre 2025	
Región de Murcia	Previsión 1º semestre 2025	
Comunidad de Madrid	Publicada	
Andalucía	Previsión 1º semestre 2025	
País Vasco, Comunidad Foral de Navarra, La Rioja	Previsión 1º semestre 2025	
Ciudad Autónoma de Ceuta	Publicada	
Ciudad Autónoma de Melilla	Publicada	
Principado de Asturias y Galicia	Previsión 1º semestre 2025	

Figura 2. Tabla informativa del estado de avance las nubes de puntos tomadas por comunidad autónoma.

2. SENTINEL 2

El programa Sentinel, desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA), ha sido una fuente clave de información multiespectral y radar para el estudio forestal. Sin embargo, en los próximos años se producirán cambios significativos que permitirán actualizar y mejorar la base de datos que se desarrollará en este proyecto.

La ESA y Arianespace han programado el lanzamiento de cinco nuevos satélites dentro del programa Copernicus entre 2024 y 2026. Estos incluyen Sentinel-1D, Sentinel-2C, Sentinel-3C, y dos satélites especializados en la monitorización del dióxido de carbono antropogénico (CO2M-A y CO2M-B). Estos lanzamientos darán continuidad a las misiones actuales de Sentinel y mejorarán la capacidad de observación terrestre de la Unión Europea.

Copernicus es el mayor proveedor de datos de observación de la Tierra, y los satélites Sentinel desempeñan un papel fundamental en la recopilación de información ambiental. Entre los próximos lanzamientos destacan:

- Sentinel-1D (finales de 2024) → Sustitución de Sentinel-1B.
- Sentinel-2C (mediados de 2024) → Mejora de imágenes multiespectrales.
- Sentinel-3C (2024-2025) → Mayor precisión en la monitorización oceánica y terrestre.
- CO2M-A y CO2M-B (2025-2026) → Medición detallada de emisiones de carbono.

Estos avances aportarán datos más precisos y actualizados que permitirán una caracterización forestal más completa, beneficiando la gestión sostenible del monte y la toma de decisiones en planificación territorial.

El satélite Sentinel-2 está equipado con el Multispectral Instrument (MSI), que captura datos en 13 bandas espectrales distribuidas en resoluciones espaciales de 10, 20 y 60 metros, lo que facilita el análisis detallado de la vegetación, cuerpos de agua y suelos, además de posibilitar correcciones atmosféricas.

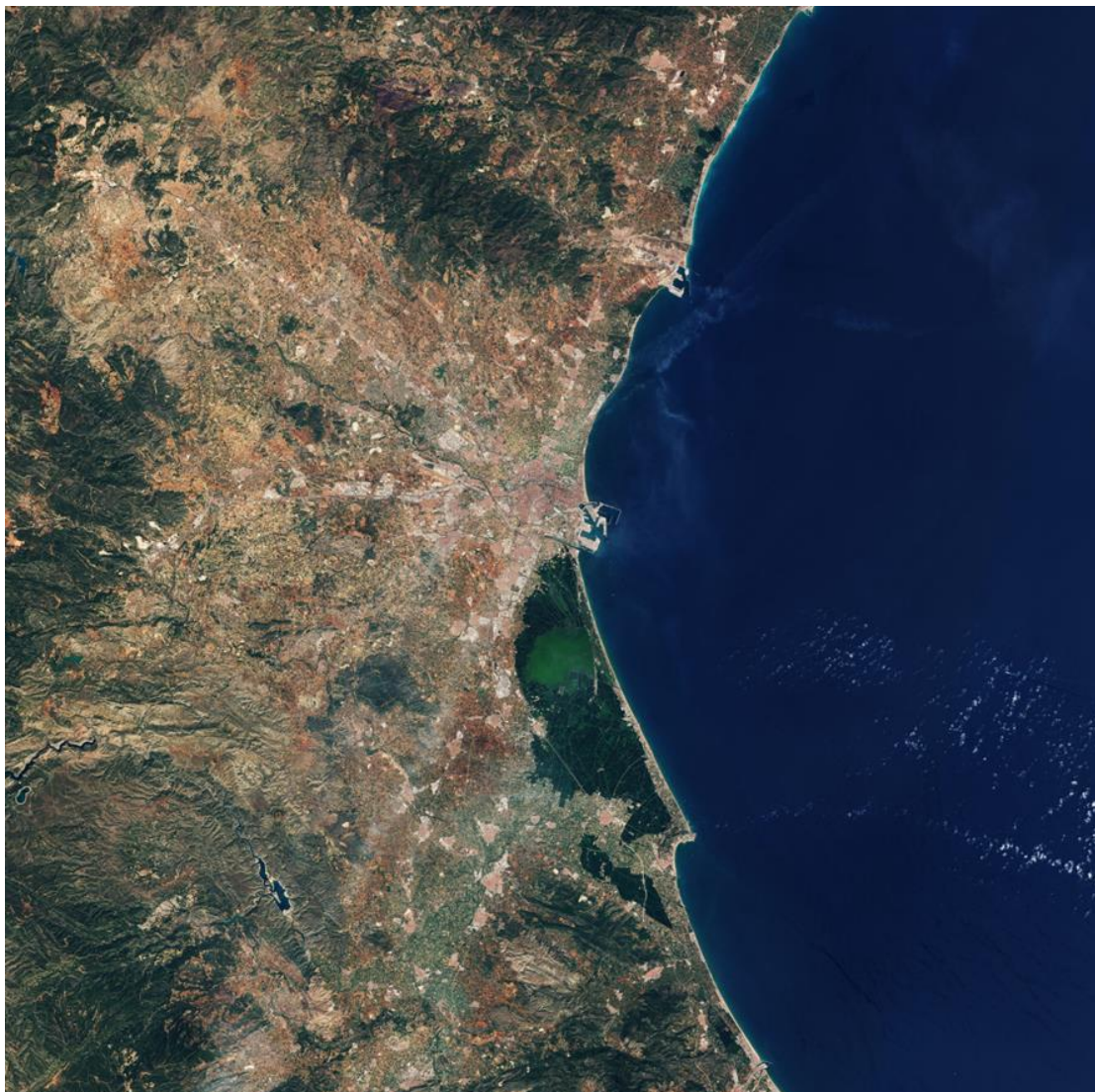


Figura 3. Mosaico de imágenes de Sentinel-2 sobre la provincia de Valencia.

Gracias a su alta resolución temporal, Sentinel-2 permite seguir la evolución de la superficie terrestre, haciendo posible el cálculo de índices de vegetación como el NDVI. Esto es fundamental para evaluar el vigor y la salud de los cultivos, detectar estrés hídrico o nutricional y realizar estudios fenológicos que ayuden a entender el ciclo de crecimiento de las plantas.

En el ámbito de la gestión forestal, la alta resolución espacial de Sentinel-2 es clave para identificar cambios en la cobertura forestal, detectar áreas de deforestación o degradación y apoyar la elaboración de inventarios y planes de manejo sostenible. Esta información es esencial para preservar los recursos naturales y promover prácticas de manejo responsable.

En resumen, las capacidades técnicas avanzadas de Sentinel-2, que incluyen una alta calidad radiométrica y productos procesados en niveles 1C y 2A, lo convierten en una herramienta indispensable para la investigación y la toma de decisiones en ámbitos tan diversos como la agricultura de precisión, la gestión forestal, la planificación territorial y la respuesta a desastres. Su contribución dentro del programa Copernicus refuerza el liderazgo en observación de la Tierra y el acceso abierto a datos geospaciales de alta calidad.

3. IFN4

El Inventario Forestal Nacional (IFN), según lo define el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), es un proyecto destinado a recopilar la máxima información posible sobre los montes españoles. Su finalidad es conocer la situación, propiedad, protección, estado legal, evolución probable y capacidad productiva de los recursos forestales.

Este inventario se basa en un ciclo de actualización continua, con mediciones que se repiten cada 10 años a nivel provincial. Gracias a esta periodicidad, se garantiza un seguimiento detallado de la evolución de las masas forestales en todo el territorio nacional, lo que lo convierte en la base de datos de referencia en España en materia forestal.

Además de proporcionar información detallada sobre las zonas forestales, el IFN es la fuente principal para la elaboración de los Mapas Forestales de España (MFE), que representan gráficamente la superficie forestal del país.

Hasta la fecha, se han desarrollado las siguientes bases de datos e inventarios completos:

Inventarios Forestales Nacionales (IFN):

- IFN1 (1965-1974)
- IFN2 (1986-1996)
- IFN3 (1997-2007)
- IFN4 (2008 - en proceso en algunas provincias)

Mapas Forestales de España (MFE):

- MFE400 (1962-1966)
- MFE200 (1986-1997)

- MFE50 (1997-2006)
- MFE25 (2007 - en proceso en algunas provincias)

Aunque el IFN sigue un proceso de actualización, la Comunitat Valenciana (Castellón, Valencia y Alicante) ya dispone del IFN4. No obstante, en otras provincias aun no es posible consultar esta información, lo que sugiere que en el futuro estos datos estarán disponibles también para la región.

El IFN4 se enmarca en la necesidad de proporcionar datos actualizados que respalden la toma de decisiones en materia de política forestal y medioambiental. Sus principales objetivos incluyen:

- Evaluar la evolución estructural y funcional de los bosques, considerando tanto aspectos económicos como ecológicos.
- Facilitar el seguimiento de indicadores clave, tales como la biodiversidad, la calidad de la madera y la fijación de carbono.
- Asegurar la comparabilidad de datos a lo largo de los ciclos del inventario, respondiendo a las exigencias de organismos internacionales y a la normativa vigente en materia forestal.

Una de las principales innovaciones del IFN4 es la incorporación del Mapa Forestal de España a escala 1:25.000 (MFE25), que mejora significativamente la precisión geométrica y temática en comparación con la versión anterior (MFE50). Este avance se ha complementado mediante la utilización de ortofotografías de alta resolución del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y la integración con el Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), lo que posibilita la identificación detallada de los distintos usos del suelo y la delimitación precisa de las masas forestales. También con la recopilación de datos mediante el muestreo en más de 4.000 parcelas, donde se han medido parámetros fundamentales como el número de pies mayores, el volumen maderable (volumen con corteza) y los pies menores

Los datos recogidos en el IFN se procesan a lo largo de un periodo extendido, permitiendo la elaboración de estadísticas evolutivas que comparan los resultados del IFN4 con los ciclos anteriores. Esto facilita la identificación de tendencias, tanto en la dinámica de la masa forestal como en los cambios en la estructura y biodiversidad del bosque.

Recopilación de datos forestales y de satélite actualizados para distintas regiones de la Comunitat Valenciana

El Inventario Forestal Nacional IFN4 está disponible en la pagina web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en la que se volcará toda la información recopilada en la realización de este complejo proyecto, tanto las bases de datos de campo, como las ya procesadas, tablas derivadas de dichos procesos, manuales, publicaciones en formato pdf, resúmenes con principales datos provinciales y autonómicos, cartografía temática.

- Bases de datos Sig

En esta base de datos se encuentran una serie de tablas:

- Tablas dedicadas a la agrupación de especies (como CambioEspecie), que registran el código del proceso, el código de la especie original y la especie modificada, así como el número de ejemplares medidos.
- Tablas que identifican la especie dominante o la formación arbolada (como EspDominante), donde se detalla el identificador y el código asociado a las especies o formaciones presentes en una determinada provincia o comunidad.
- Tablas orientadas a agrupar la información por estratos (como Estratos y Estratos_exs), en las que se registran datos de la composición de la vegetación, estado de masa, fracción de cabida cubierta, y parámetros dendrométricos como el volumen, la biomasa y la fijación de carbono.
- Tablas que recogen la información a nivel de pie (Mayores_exs) y a nivel de parcela (Parcelas_exs), facilitando la comparación entre inventarios anteriores y el IFN4, y permitiendo calcular existencias y otros indicadores forestales.
- Tablas geográficas (como Parcpoly) que relacionan las parcelas con las teselas y estratos del MFE (Mapa Forestal de España), incorporando además atributos fisiográficos (por ejemplo, altitud, pendiente, orientación) derivados de modelos digitales del terreno.
- La tabla TarifasIFN4 recoge las ecuaciones y parámetros estadísticos (coeficientes, R^2 , entre otros) utilizados para la cubicación de los árboles, diferenciando entre árboles tipo y pies mayores, lo que resulta fundamental para el cálculo de existencias y producción forestal.

Tablas	Proceso	Provincia	POLYGON	Contenido	SUPERFICIE	TIPOESTR	RegBio	ForArb	SubFor	Estrato	N1	N2	N3	N5	N6	Esp1	O1	E1
CambioEspecie	46	46	5067621	5067621	1.072300097062	101	4	0	0 00	1	3	1		0	0	0	0	0
EspDominante	46	46	5067622	5067622	2.121181957763	101	4	0	0 00	1	3	1		0	0	0	0	0
Estratos	46	46	5067623	40038605	3.982344710632	11	4	24	2400 03	1	2	1	C	24	24		9	3
Estratos_exs	46	46	5067624	40038605	3.260720767862	11	4	24	2400 03	1	2	1	C	24	24		9	3
Mayores_exs	46	46	5067625	40038605	0.516763997197	11	4	24	2400 03	1	2	1	C	24	24		9	3
Parcelas_exs	46	46	5067626	5067626	42.97361999877	41	4	0	0 00	1	5	1		0	0	0	0	0
Parcpoly	46	46	5067627	5067627	3.420032515509	11	4	403	40390 06	1	2	1	M	403	24		6	4
	46	46	5067628	55000067	4.075613801921	11	4	24	2400 03	1	1	1	C	24	24		5	3
	46	46	5067629	5067629	2.153275962596	28	4	0	0 00	1	7	1		0	0	0	0	0
	46	46	5067630	36124487	1.513569962953	11	4	24	2400 02	1	1	1	C	24	24		8	4
	46	46	5067631	5067631	1.914655977405	28	4	0	0 00	1	7	1		0	0	0	0	0
	46	46	5067632	36119163	1.993815465289	23	4	0	0 00	1	4	1		0	0	0	0	0
	46	46	5067633	36119075	1.918886053544	11	4	24	2400 04	1	2	1	C	24	24		8	2
	46	46	5067634	36119071	0.904312269145	11	4	24	2400 04	1	1	1	C	24	24		8	2
	46	46	5067635	5067635	4.174645399729	432	4	0	0 00	1	5	2		0	0	0	0	0
	46	46	5067636	5067636	19.37644462037	432	4	0	0 00	1	5	2		0	0	0	0	0
	46	46	5071504	5071504	1.850580056621	11	4	24	2400 02	1	1	1	C	24	24		7	4
	46	46	5071505	5071505	51.40289441874	11	4	18	1800 11	1	1	1	F	18	45		6	2
	46	46	5071506	5071506	5.625546245637	11	4	18	1800 10	1	1	1	F	18	45		8	3
	46	46	5071507	5071507	2.446146324252	14	4	403	40311 06	1	1	5	M	403	24		5	4
	46	46	5071508	5071508	5.049585030359	11	4	24	2400 02	1	1	1	C	24	24		9	4
	46	46	5071509	5071509	36.01796312531	102	4	0	0 00	1	3	2		0	0	0	0	0
	46	46	5071510	5071510	2.938849060817	102	4	0	0 00	1	3	2		0	0	0	0	0
	46	46	5071511	5071511	71.13517556685	11	4	18	1800 11	1	1	1	F	18	45		7	2
	46	46	5071512	5071512	164.0178741774	11	4	393	39390 09	1	1	1	C	393	237		6	2

Figura 4. Extracto de la tabla poligon de la base de datos Sig del IFN4.

- Bases de datos de campo

Al igual que en la base de datos Sig, la información se encuentra agrupada en tablas, donde aparece:

- El nombre de cada campo, el tipo de dato que utiliza (por ejemplo, texto o numérico, indicando además su tamaño) y una descripción que aclara su función dentro del registro de información de campo.
- Observaciones que en ocasiones remiten a anexos, en los cuales se detalla la casuística, la clasificación y la codificación de parámetros específicos.

A su vez las bases de datos se encuentran distribuida en dos bloques. En el primero se recogen las tablas previas a los trabajos de campo, como la tabla PCDatosMap (que contiene información de gabinete y del Mapa Forestal de España) y la tabla PCEspMapa (donde se detallan las tres especies arbóreas principales presentes en la tesela asignada a la parcela). En el segundo bloque se agrupan las tablas derivadas directamente del apeo de las parcelas, entre las que se encuentran:

- PCEspParc, que resume datos de ocupación, estado de masa, origen y tipo de tratamiento de las especies en la parcela.
- PCMatorral, que recoge información sobre las especies de matorral, su fracción de cabida y altura media.
- PCMayores y PCMayores3, que contienen las características dendrométricas de los pies mayores (diámetro, altura, calidad, forma de cubicación, etc.).
- Otras tablas como PCNueEsp, PCParcelas, PCRegenera y PCAlcornoque, que amplían la información registrando nuevas especies detectadas, datos generales de la parcela (incluyendo información sobre el uso del suelo, texturas, pH, etc.), datos de regeneración y características específicas de alcornoques descorchados.

Provincia	Estad	Cla	Subclase	nArbol	Order	Order	Run	Distan	Espe	Dn1	Dn2	Ht	Calic	For	NPae
46	0001	A	1	1	001	001	240	2.5	026	221	218	7.7	2	2	
46	0001	A	1	2	002	002	278	8.7	026	235	243	6.1	2	2	
46	0001	A	1	3	000	003	291	12.9	026	236	242	7.6	2	2	
46	0001	A	1	4	003	004	380	22.3	026	481	430	8.6	2	5	
46	0002	A	1	1	001	001	103	4.4	045	122	112	4.9	2	5	
46	0002	A	1	2	000	002	107	4.6	045	82	82	3.7	2	5	
46	0002	A	1	3	002	003	111	3.6	045	134	137	4.9	2	5	
46	0002	A	1	4	003	004	115	4.4	045	104	107	4.3	2	5	
46	0002	A	1	5	004	005	270	9.7	026	240	248	6.2	2	2	
46	0002	A	1	6	005	006	355	8.1	026	304	302	6.6	2	2	
46	0003	A	1	1	000	001	1	12.3	026	243	225	7.4	2	2	
46	0003	A	1	2	001	002	23	2.8	045	126	138	4.6	2	5	
46	0003	A	1	3	002	003	24	3.2	045	100	98	5.2	3	5	
46	0003	A	1	4	003	004	30	2.9	045	108	100	4.7	2	5	
46	0003	A	1	5	000	005	31	3	045	108	94	4.6	2	5	
46	0003	A	1	6	004	006	44	2.3	045	109	102	4.7	2	5	
46	0003	A	1	7	005	007	48	2.2	045	103	108	4.8	3	5	
46	0003	A	1	8	000	008	49	6	026	159	166	5.2	2	3	
46	0003	A	1	9	006	009	49	3.4	045	114	116	5.4	3	5	
46	0003	A	1	10	000	010	59	3	045	90	83	3.8	3	5	
46	0003	A	1	11	007	011	175	9.4	026	244	256	5.9	2	2	
46	0003	A	1	12	000	012	200	13.6	026	271	271	7.5	2	2	

Figura 5. Extracto de la tabla PCMayores de la base de datos de campo del IFN4.

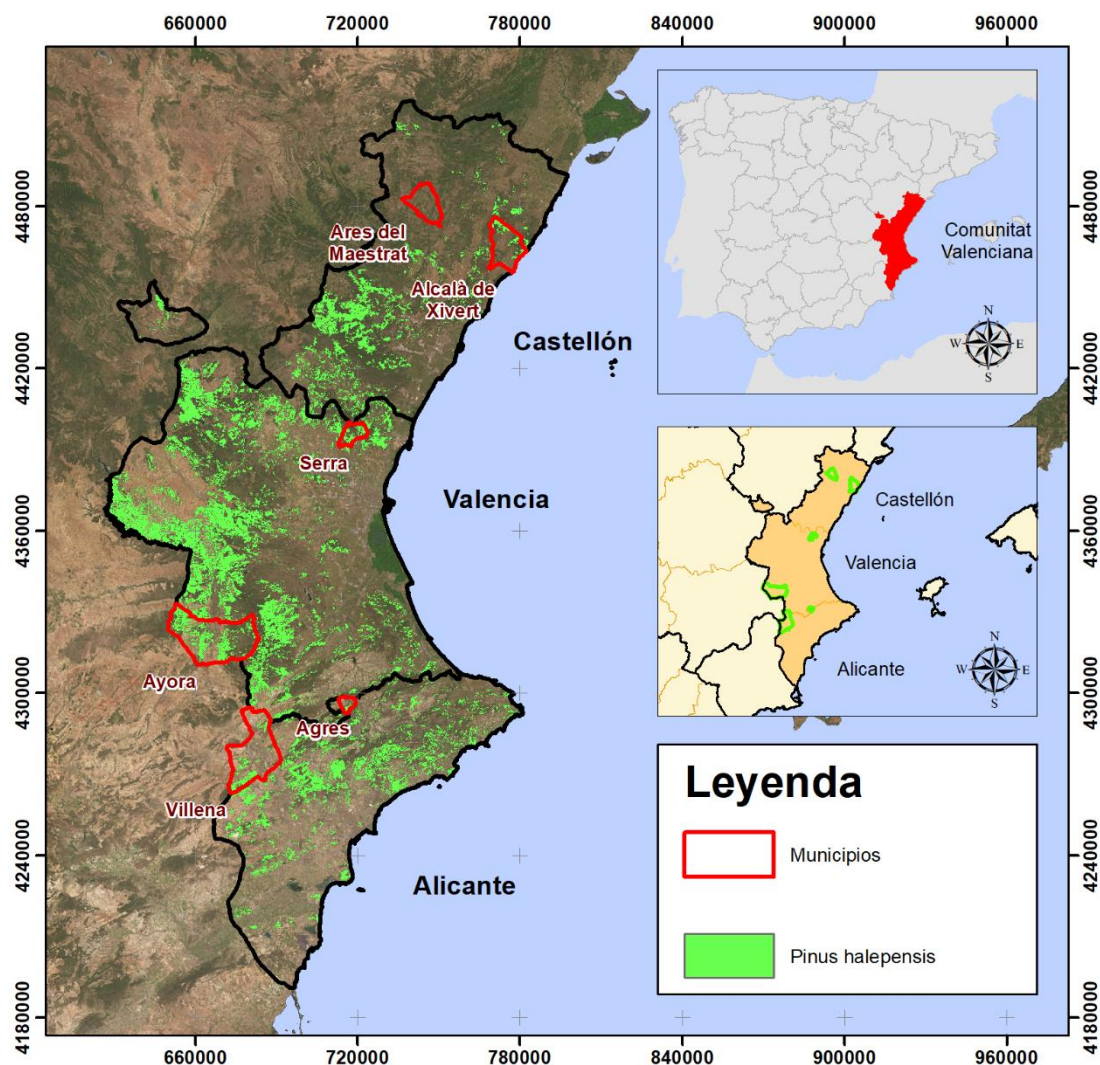
Análisis previos de los datos y parámetros recogidos en la base de datos que sirvan para la modelización

El análisis de los datos consiste en la comparación de los datos que constituyen la base de datos del IFN4 con los datos de la base de datos generada de los proyectos WOODFOREST SATELLITE y WOODBYSAT, concretamente la variable de Volumen con corteza (VCC). En la base de datos del IFN4 otra variable comparable es la fracción de cabida cubierta arbolada (FCC arb), que describe un porcentaje de cubierta forestal respecto a suelo despejado de las parcelas que conforman el IFN4 (figura 7).

La base de datos propia se generó a partir de la toma de datos en parcelas localizadas en 6 municipios de la Comunitat Valenciana y con el enfoque de analizar masas forestales de *Pinus halepensis*. Los municipios seleccionados fueron Agres, Alcalá de Xivert, Ares del Maestrat, Ayora, Serra y Villena (figura 6). En estos municipios se seleccionaron varias parcelas donde se realizaron toma de datos de inventario forestal. El resultado de estos proyectos fueron modelos de VCC, que nos permitirá analizar y compara los valores generados por el IFN4.

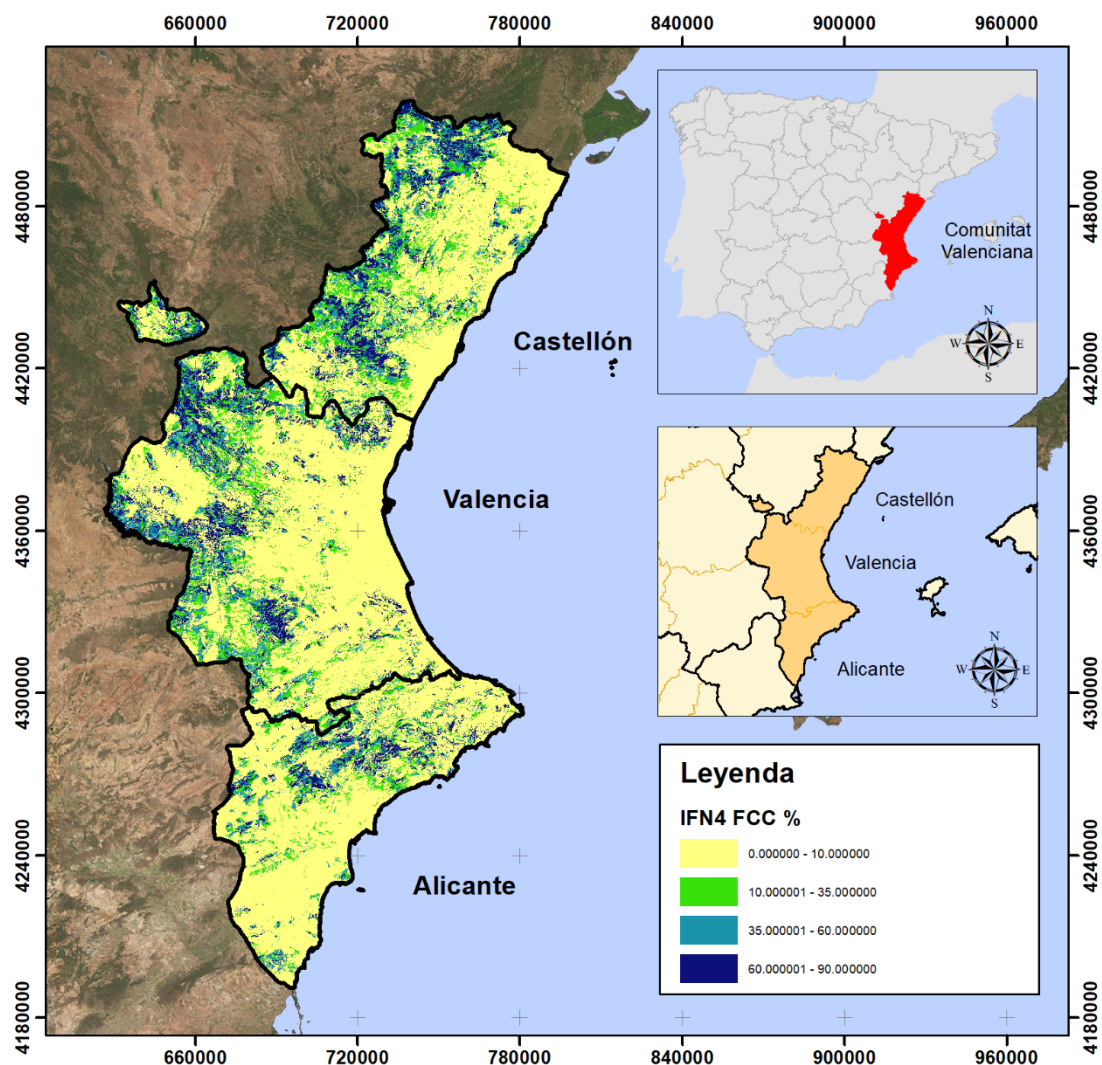
La base de datos del IFN4 tiene disponible la siguiente información:

Nº de polígono	POLIGON	Número asignado automáticamente, que identifica a cada una de las teselas del Mapa Forestal en todo el territorio nacional. Puede aparecer repetido en una misma provincia (o en provincias colindantes) en teselas contiguas divididas por el límite provincial, límite de hoja, etc. Es el nexo de unión con la Base de Datos en una relación de 1 a M.
Nº de contenido	CONTENIDO	El contenido es un número asignado automáticamente por un campo autonómico de la base de datos que identifica a cada una de las teselas del Mapa Forestal en función de los atributos que le han sido asignados. (Un mismo número de código en diferentes polígonos supone tener los mismos atributos).
Tipos estructurales	TIPESTR	El Tipo estructural identificar los distintos usos del suelo que pueden aparecer, y dentro del uso forestal, las distintas estructuras de vegetación que lo pueden ocupar, atendiendo, más que a la densidad vegetal, a la estructura de la vegetación que lo ocupa. La presencia de más de un uso en la tesela se reflejará con la asignación del porcentaje de ocupación correspondiente, siempre que supere el 5% y su presencia dentro de la tesela sea significativa.
Fracción de cabida arbórea	FCCARB	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 10 y 100%) del conjunto de las especies del estrato arbóreo, como porcentaje de suelo cubierto por la proyección de todas las copas. En nada influirá en su cálculo el hecho de tratarse de masas monoespecíficas o pluriespecíficas, o el de encontrarse en distinto Estado de Masa las distintas especies.
Formación arbolada	FORARB	La formación arbolada representa la comunidad vegetal arbórea de orden superior con fisiología y biología homogénea. Se han definido según la especie o mezcla de especies dominantes o por la especial singularidad de la estructura de su vegetación.. Se caracterizan según agrupaciones de especies definidas en la hoja Agrupación Especies MFE25 de este documento.
Subformación	SUBFOR	Segundo nivel de descripción de las formaciones arboladas en mezcla.
Distribución	DISTRIB	Refleja las distintas formas en las que puede aparecer agrupada la vegetación arbórea. Está más referido a la distribución espacial visual de la mancha vegetal, que a su composición específica o la relación entre especies.
Código de especie	SPX	En este apartado se reflejan los códigos de hasta tres especies arbóreas presentes en la tesela. Si existen más de tres especies, figurarán las tres principales ordenadas por ocupación e importancia
Ocupación	OX	Indica la ocupación para cada una de las especies descritas. Los valores que adopta informan del grado de presencia en porcentaje de las especies arbóreas existentes, siendo tanto mayor, cuanto mayor representatividad posee la especie en cuestión, en comparación con las otras especies arbóreas presentes en la tesela. Adopta valores de 1 a 10 pudiendo reservar hasta dos unidades de ocupación para otras especies arbóreas presentes en la tesela.
Estado	EX	Especifica el grado de desarrollo de cada una de las especies descritas en la tesela.
Fracción de cabida cubierta arbustiva	FCCMAT	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) del conjunto de las especies del estrato arbustivo, que no se encuentran bajo cubierta arbórea, como porcentaje de suelo cubierto por la proyección de todas las copas.
Formación arbustiva	FORMAT	Representa la comunidad vegetal arbustiva de orden superior con fisionomía y biología homogénea. En las teselas en las que existan dos formaciones arbustivas claramente representadas, se asignarán los dos códigos correspondientes ordenados por orden de ocupación. Siempre se asignará un código de nivel 3 excepto en los casos en los que no sea posible.
Segunda formación arbustiva	FORMAT2	Indica una segunda formación de matorral en caso de que existiese.
Fracción de cabida cubierta herbácea	FCCHER	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) del conjunto de las especies de la formación herbácea, como porcentaje de suelo cubierto.
Formación herbácea	FORHER	Representa la comunidad vegetal herbácea de orden superior con fisionomía y biología homogénea.
Tipo Estructural del MFE50	TIPESTR50	Indica el tipo estructural según la codificación del MFE50
Fracción de cabida cubierta arbórea del mosaico del MFE50	FCCARB50	Fracción de cabida cubierta arbolada en mosaicos según los criterios del MFE50. Representa la FCC del arbolado respecto a la superficie forestal del mosaico.
Altura	HMMAT	Altura media del matorral en decímetros
Atributos	ATRIBUTO	Indica la característica asignada al territorio, de opcional cumplimentación. A veces corresponden a características propias de
Fracción de cabida cubierta de la superficie forestal con vegetación	FCCTOT	Representa la fracción de cabida cubierta (entre 5 y 100%) de la suma de las fracciones de cabida cubierta de arbolado, matorral y herbazal (superficie vegetal con vegetación), como porcentaje de suelo cubierto.
Ocupación Otros Usos	SumaOtrUso	Indica la suma de los porcentajes de ocupación de otros usos (distintos de arbolado, matorral y herbazal) presentes en la tesela (Escasa o nula vegetación, Superficies Húmedas, Superficies de Aguas, Agrícola y/o artificial).
Modelo de combustible	MODCOMB	Campo en el que se recoge el modelo de combustible mayoritario de la tesela siguiendo el modelo establecido por R. C. Rothermel y adaptado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Clasificación IFN	CLAIFN	Indica el uso del suelo mediante la clasificación según el tercer nivel del Inventario Forestal Nacional
Clasificación MFE	CLAMFE	Indica en uso general mediante una pasarela entre el Tipo Estructural y la clasificación por niveles del IFN
Tipo de Bosque	TIPOBOSQUE	Indica la tipología de bosque predominante
Estrato*	ESTRATOIFN	Corresponde al estrato del IFN4
Región Biogeográfica	REGBIO	Indica la pertenencia a alguna de las cuatro grandes regiones biogeográficas existentes en España.
Estado de la tesela	ETES	Especifica el grado de desarrollo de todas las especies descritas en la tesela
Clase LULUCF	LULUCF	Indica el uso según la clasificación descrita por LULUCF; obtenida mediante una pasarela a partir de Tipo Estructural, la Clase IFN, Clase MFE y el Tipo de Bosque



AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Municipios seleccionados en los proyectos WoodForest y WoodBySat para colocacion de parcelas y toma de datos.	
MODELMA		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 	03060120 Kilometers 		Escala 1:2 000 000
	Sistema de referencia ETRS89	Proyección UTM	Huso 30

Figura 6. Mapa de localización de los municipios y la distribución de las masas de *Pinus halepensis*.



AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Mapa de FCC arbolado disponible en el IFN4 en la Comunitat Valenciana.	
MODELMA D		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 	03060120 Kilometers 		Escala 1:2 000 000
	Sistema de referencia ETRS89	Proyección UTM	Huso 30

Figura 7. Mapa de FCC arbolada del IFN4 de la Comunitat Valenciana.

3 Resultados obtenidos

A lo largo de la anualidad se han desarrollado las siguientes actividades:

- En lo referido a la revisión y recopilación de información para la base de datos, se ha realizado una revisión de toda la información disponible en la web, tanto aquella que tenga que ver con satélites como con el mundo forestal. En los últimos meses están apareciendo actualizaciones de bases de datos como el IFN.
- Respecto a la creación de una nueva base de datos, se ha recopilado en una base de datos la información relativa al IFN.

De la base de datos de IFN4 se han seleccionado algunas parcelas coincidentes con las seleccionadas en los proyectos anteriores y de esta forma poder realizar una comparativa directa entre ambos conjuntos de datos. Se han descargado los datos del IFN4 de para tres provincias de la Comunitat Valenciana y se han seleccionado las parcelas correspondientes a los municipios nombrados anteriormente y que se encuentren lo más próximas a las parcelas marcadas en el proyecto WOODFOREST y WOODBYSAT.

Se ha incorporado a la nueva base de datos todas aquellas variables que nos permitan generar un modelado de las masas forestales y sus características, principalmente las masas de *Pinus halepensis*. A esta nueva base de datos se le incorporará la información tomada en las parcelas WOODFOREST y WOODBYSAT (primera base de datos) y los datos del IFN4 (figura 8).

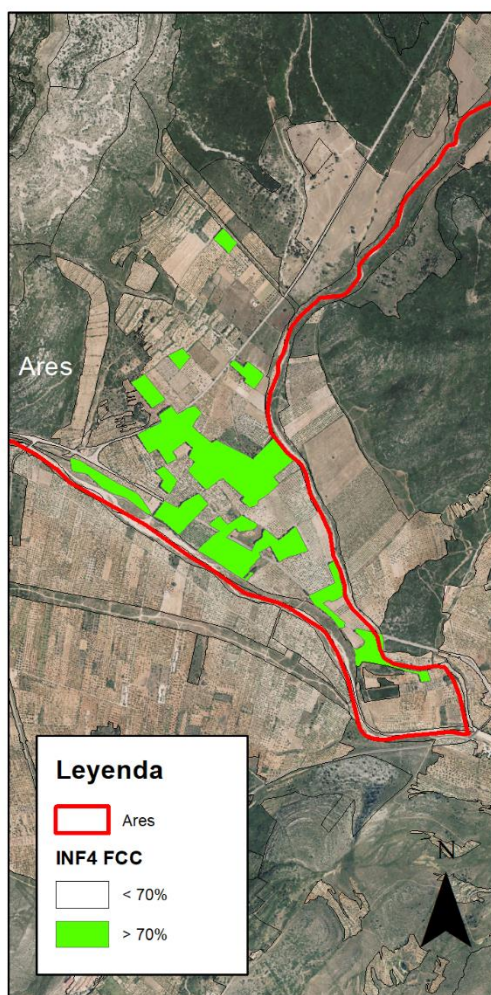
Proceso	Provincia	Municipio	Estadil	Cl	Esj	C	NPies	ABas	VCC	VSC	IAVC	VLE
46	46 03	1876	A	1	024	10	127.324062	0.931225	2.0319929445	1.5159959724	0.156952817	0.244015909
46	46 03	1876	A	1	024	20	63.6620310	1.76388125	5.6826599408	4.0415608679	0.269671242	0.576455532
46	46 03	1876	A	1	024	25	70.7355900	3.665925	14.159382607	10.637373507	0.516970284	1.329292538
46	46 03	1876	A	1	024	45	5.09296248	0.732736	3.4836959591	2.7666678403	0.081948031	0.314481897
46	46 07	1878	A	1	024	15	63.6620310	0.81600625	2.2756883684	1.6033397986	0.133171161	0.234646498

Figura 8. Extracto de IFN4 referente a la tabla de parcelas

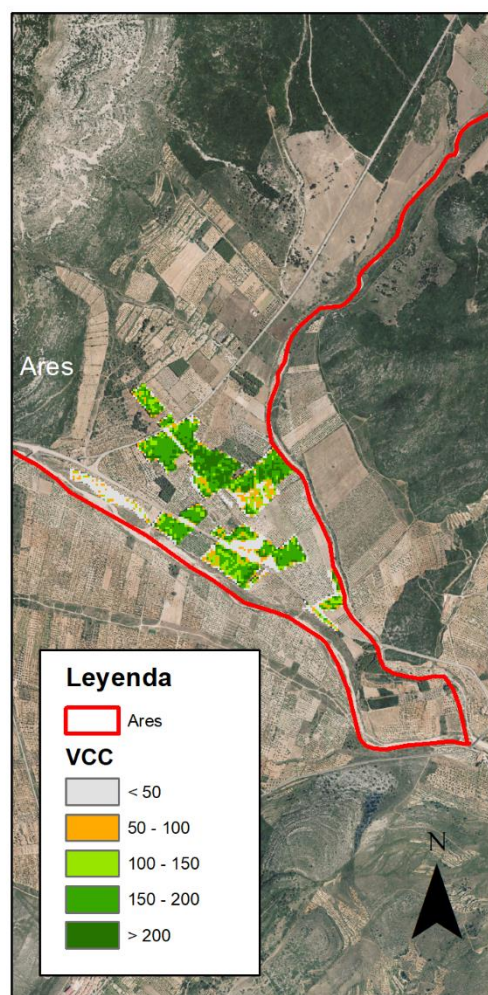
- Se ha realizado un análisis previo de los datos contenidos en IFN elaborados en la base de datos anterior.

En un primer lugar se han plasmado los datos del IFN4 y el MFE25 mediante una herramienta SIG, sobre la Comunitat Valenciana y se ha decidido seleccionar aquellas parcelas que presenten un valor de FCC arbolado superior a 70%. Una vez seleccionadas se han comparado con los valores de VCC del modelo propio, y analizado la distribución de las masas forestales y valores de volumen en los municipios control de toma de datos.

Mapa de FCC arbolada del INF4



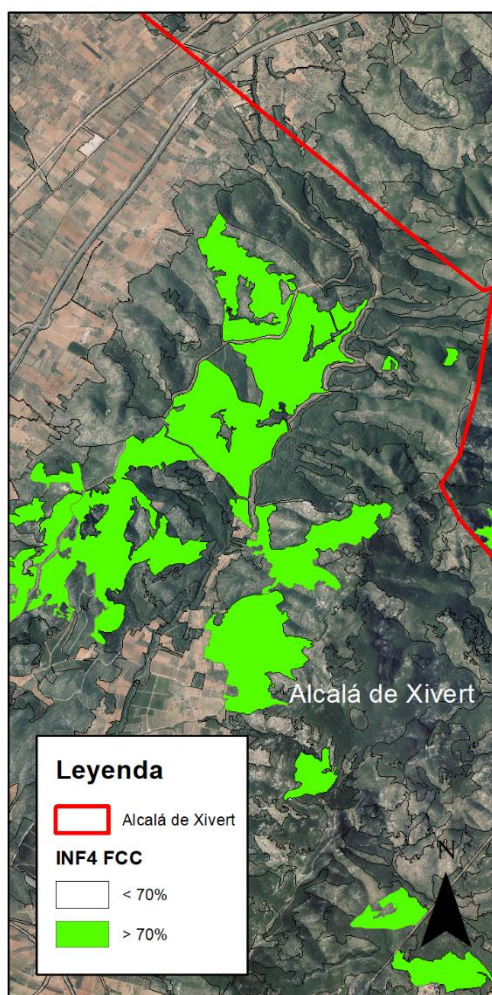
Mapa de VCC del modelo WoodBySat



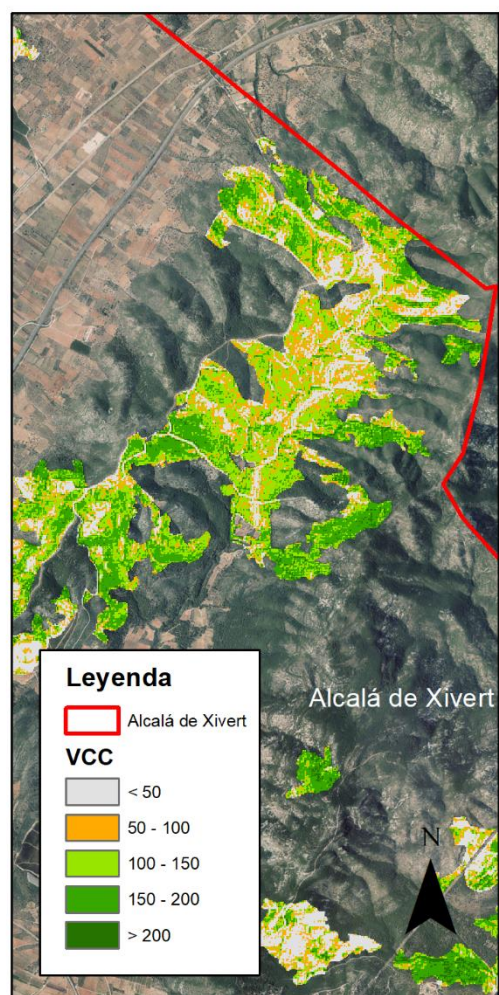
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de castellón, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.3750.751.5 Kilometers  Escala 1:25 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30
		Nº Mapa 2 \ 7	

Figura 9. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Ares

Mapa de FCC arbolada del INF4



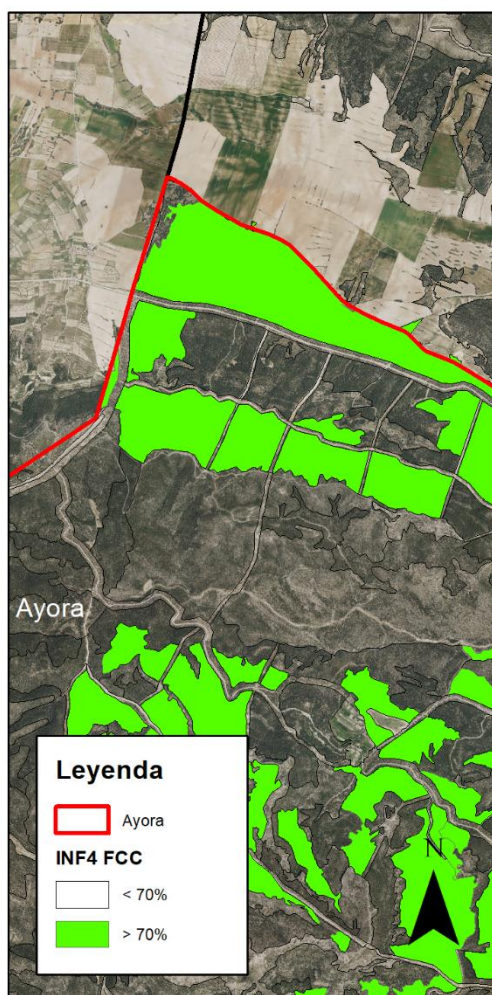
Mapa de VCC del modelo WoodBySat



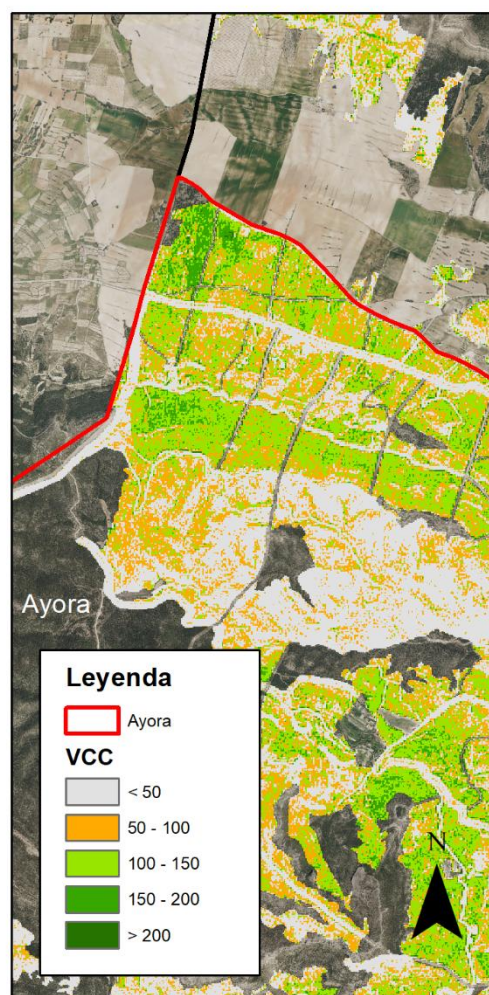
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de castellón, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.751.53 Kilometers  Escala 1:25 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30
		Nº Mapa 3 \ 7	

Figura 10. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Alcalá

Mapa de FCC arbolada del INF4



Mapa de VCC del modelo WoodBySat



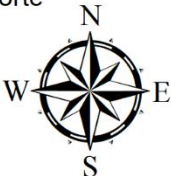
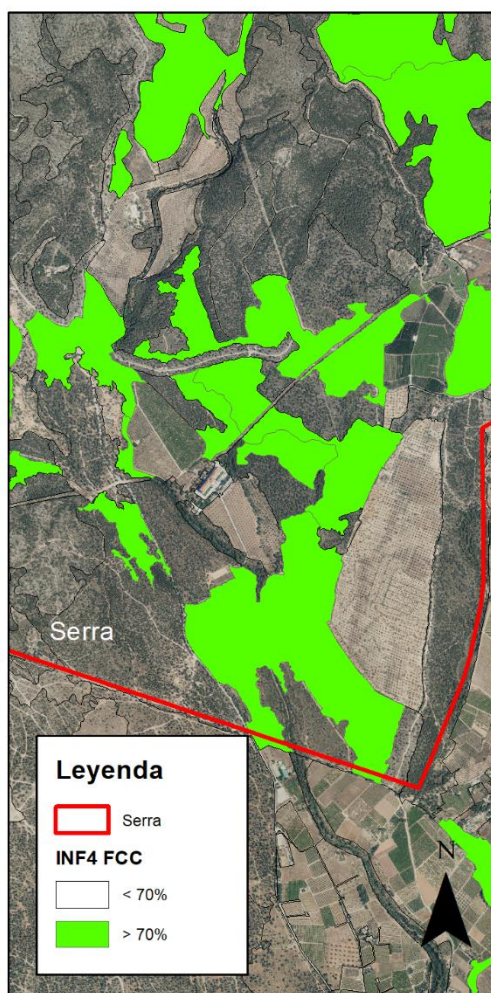
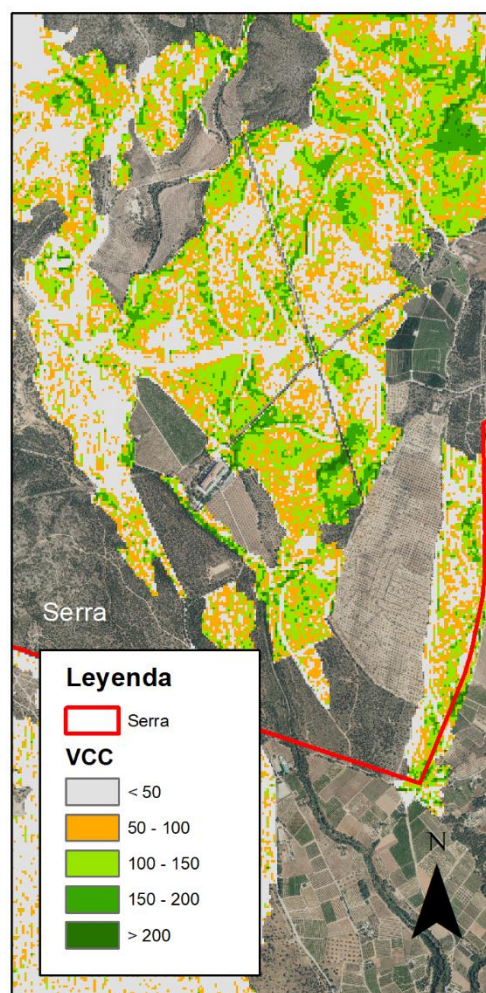
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de valencia, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.751.53 Kilometers  Escala 1:50 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30
		Nº Mapa 5 \ 7	

Figura 11. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Ayora

Mapa de FCC arbolada del INF4



Mapa de VCC del modelo WoodBySat



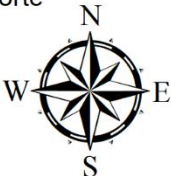
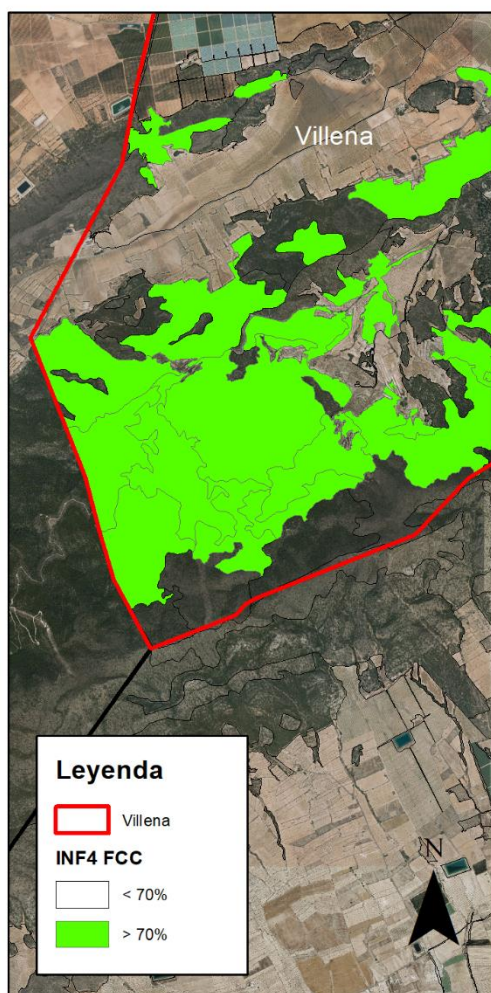
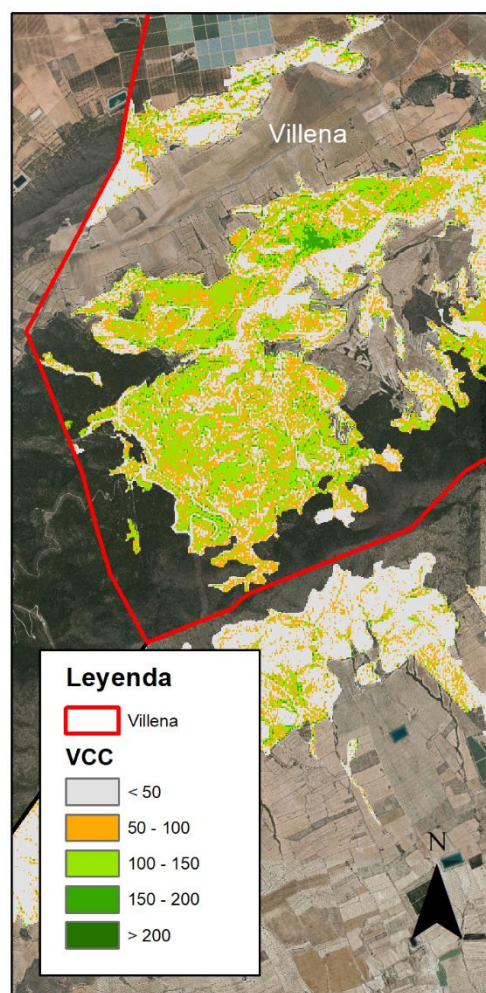
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de valencia, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.3750.751.5 Kilometers  Escala 1:25 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30 Nº Mapa 4 \ 7

Figura 12. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Serra

Mapa de FCC arbolada del INF4



Mapa de VCC del modelo WoodBySat



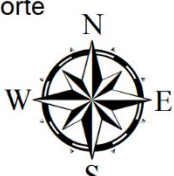
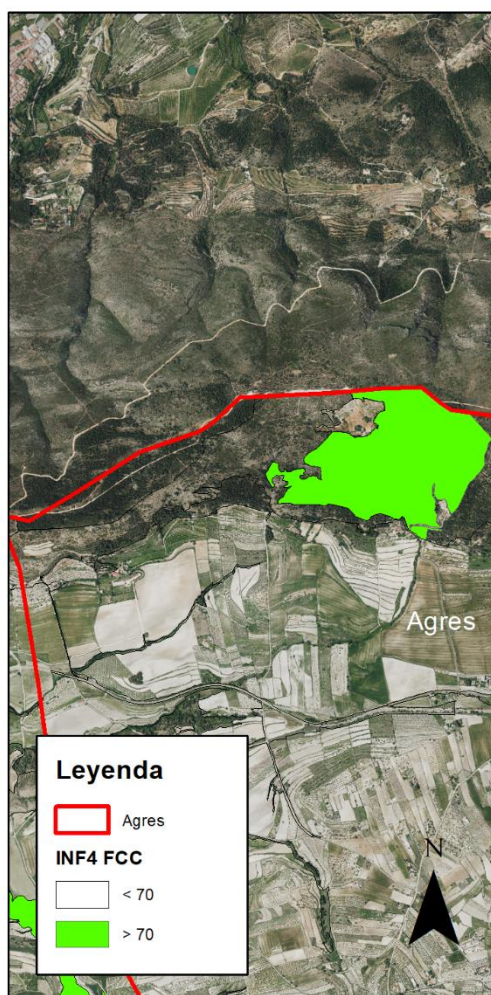
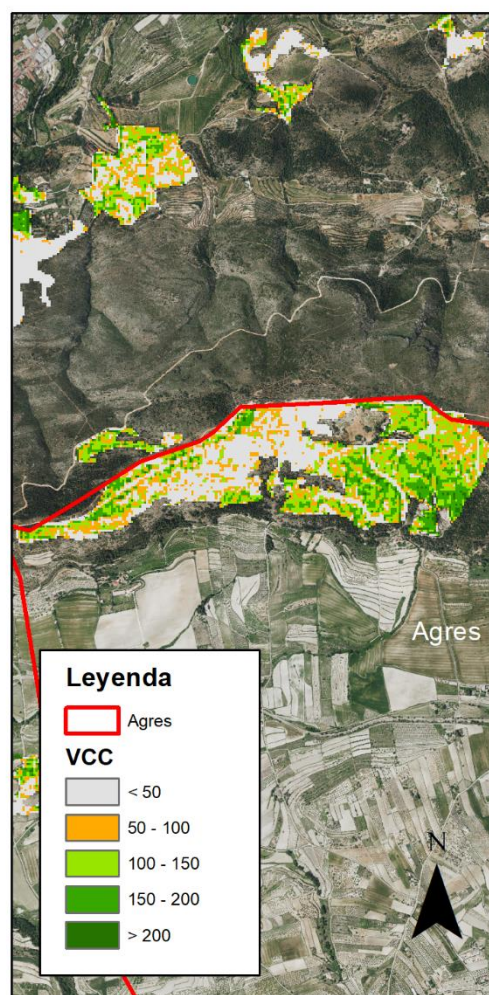
AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de alicante, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.751.53 Kilometers  Escala 1:50 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30 Nº Mapa 6 \ 7

Figura 13. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Villena

Mapa de FCC arbolada del INF4



Mapa de VCC del modelo WoodBySat



AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Comparación, en la provincia de alicante, de los datos de FCC contenidos en el IFN4 frente a los valores de VCC obtenidos a partir de los modelos desarrollados.	
MODELAD		Modelización de explotaciones forestales de madera a partir de teledetección e implementación en zonas rurales de la Comunitat Valenciana	
Norte 		00.3750.751.5 Kilometers  Escala 1:25 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30 Nº Mapa 7 \ 7

Figura 14. Mapa comparativo VCC frente FCC en el municipio de Agres.

En las figuras del 9 al 14 se han comparado ambas variables (FCC vs VCC) con el objetivo de validar la distribución de las masas forestales. El modelo de VCC tiene un formato ráster con una resolución espacial de 10 metros/pixel, lo que nos permite detectar variaciones de volumen a una resolución superior a las teselas del IFN4. En estos mpas se está comprando el porcentaje de FCC en parcelas de varias hectáreas frente a una malla.

Un gran porcentaje de las parcelas con un valor de FCC superior a 70 coincide con valores de VCC superiores a 100 m³/ha. Las principales diferencias en estos modelos es la resolución o el área de cálculo, es decir, debido a el tamaño de las parcelas de actuación el calculo de FCC al abarcar una mayor superficie, puede estar indicando que una zona tiene un porcentaje de FCC inferior al 70% pero en su interior nuestro modelo detecta zonas de masas forestales con niveles de VCC como se puede observar en la figura 12.

- Para empezar a validar el modelo se han seleccionado de forma previa algunas parcelas del IFN. Se validarán en un futuro los resultados de las distintas variables de interés incorporadas al modelo.

Como se ha comentado anteriormente se ha seleccionado algunas de las parcelas disponibles en el IFN4 con el objetivo de validar el modelo. Hay que tener en cuenta que la información del IFN4 viene agrupada en diferentes tablas según el tipo de agrupación, por estratos (figura 15), parcelas (figura 16) o pies mayores (figura 17).

Proceso	Estrat	Especie	CD	NPies	ABas	VCC	VSC	IAVC	VLE	BA	BR	CA	CR
03	09	024	25	0,8321834	0,034650735	0,142265898	0,105793083	0,005057976	0,012110963	0,0753153312	0,0346331981	0,0376576656	0,0173165991
03	09	024	30	0,8321834	0,053931781	0,305844588	0,235043065	0,007358982	0,020283196	0,1860426795	0,0539044855	0,0930213397	0,0269522427
03	09	024	45	0,2995860	0,048291824	0,325219227	0,262457201	0,00523986	0,021139466	0,2454250155	0,0482673824	0,1227125078	0,0241336912
03	09	024	50	0,5991721	0,114076059	0,828755666	0,679298655	0,011653380	0,051293572	0,6496000024	0,1140183234	0,3248000012	0,0570091617
03	09	024	55	0,1497930	0,032798118	0,205161578	0,167845085	0,003156939	0,015090474	0,1570784308	0,0327815181	0,0785392154	0,0163907590

Figura 15. Extracto de los variables del IFN4 de 5 estratos de la provincia de alicante.

Pro	Pr	Et	Esta	Cl	Es	NPies	ABas	VCC	VSC	IAVC	VLE	BA	BR	CA	CR	
03	03	09	0009	A	1 067	15	31,8310155	0,697225	1,4292546	1,126288455	0,016094805	0,423943983	3,1165222764	2,9739128912	1,5582611382	1,4869564456
03	03	09	0009	A	1 067	25	14,1471180	0,645344444	1,4213402648	1,1815783827	0,011631043	0,317913728	2,7611409605	2,7526238483	1,3805704803	1,3763119241
03	03	02	0011	A	1 024	10	127,324062	0,855625	2,1682295198	1,3997025010	0,144576788	0,221083810	1,8535817445	0,8551919569	0,9267908723	0,4275959785
03	03	02	0011	A	1 024	15	95,4930465	1,69520625	4,6545742031	3,4019562051	0,269634163	0,515829682	2,9776880300	1,6943482838	1,4888440150	0,8471741419
03	03	02	0011	A	1 024	20	95,4930465	3,4692875	10,526717840	7,8631024332	0,515078143	1,185800235	6,2459104970	3,467531648	3,1229552485	1,733765824

Figura 16. Extracto de los variables del IFN4 de 5 parcelas de la provincia de alicante.

P	Pr	Estadil	Cl	Orden	Or	Rt	Dis	Especi	Esq	Esj	Dr	Dr	Ht			N	C	V	Ag			I	C	G	VCC	VSC		
03	03	0009	A	1	3	001	000	138	14,1	067	067	067	266	216	7,4	3	5	39	49	1	421	1	9	09	25	0,045616672	100,468538155	83,52078370331
03	03	0009	A	1	8	002	000	310	6,9	067	067	067	160	174	5,7	3	5	39	49	2	421	1	4	09	15	0,021903951	44,9013195869	35,38336547778
03	03	0011	A	1	1	001	000	36	13	024	024	024	259	261	8,4	2	2	30	41	22	100			02	25	0,053092871	195,980533793	146,7253118184
03	03	0011	A	1	2	002	001	65	8,3	024	024	024	259	272	8,8	2			41	100			02	25	0,055362866	211,008528364	158,5220452727	
03	03	0011	A	1	3	003	002	91	9,3	024	024	024	206	208	8,1	3	5			316	1	9	02	20	0,033653497	96,7701862712	73,13958975268	

Figura 17. Extracto de las variables del IFN4 de 5 mayores de la provincia de alicante.

Las principales variables que componen la base de datos del IFN4 y que vamos a emplear para la validación del modelo son:

- ABas: Área basimétrica por parcela, especie y clase diamétrica. En metros cuadrados por hectárea.
- VCC: Volumen con corteza por parcela, especie y clase diamétrica. En metros cúbicos por hectárea.
- VSC: Volumen sin corteza por parcela, especie y clase diamétrica. En metros cúbicos por hectárea.
- IAVC: Incremento anual de volumen con corteza por parcela, especie y clase diamétrica. En metros cúbicos por hectárea.

4 Resumen y conclusiones

- En lo referido a la revisión y recopilación de información para la base de datos, se ha realizado una revisión de toda la información disponible en la web, tanto aquella que tenga que ver con satélites como con el mundo forestal. En los últimos meses están apareciendo actualizaciones de bases de datos como el IFN 4.
- Respecto a la creación de una nueva base de datos, se ha recopilado en una base de datos la información relativa al IFN4.
- Se ha realizado un análisis previo de los datos contenidos en IFN elaborados en la base de datos anterior.
- Y, para empezar a validar el modelo se han seleccionado de forma previa algunas parcelas del IFN. Se validarán en un futuro los resultados de las distintas variables de interés incorporadas al modelo.

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es