

Clasificación supervisada de cubiertas naturales en Castilla y León

Seminario

Cartografía de los Hábitats españoles

16-17
noviembre
2017



Clasificación supervisada de cubiertas naturales en Castilla y León

Colaboración D.G. Medio Natural – Instituto Tecnológico Agrario Cyl

Categorías consideradas: 145

74-85 en medio natural + 58-67 en medio agro + artificial + agua

Resultado: cartografía ráster con cada pixel clasificado individualmente:
20x20 m (2011-2016) y 10x10 m (2017)



Técnicas de clasificación asistida
Machine learning - supervised methods

Variables clasificatorias: teledetección, Lidar y otras

Material de entrenamiento: arbolado y desarbolado natural y seminatural.

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Ejemplos:

1:250.000

1:25.000

1:10.000

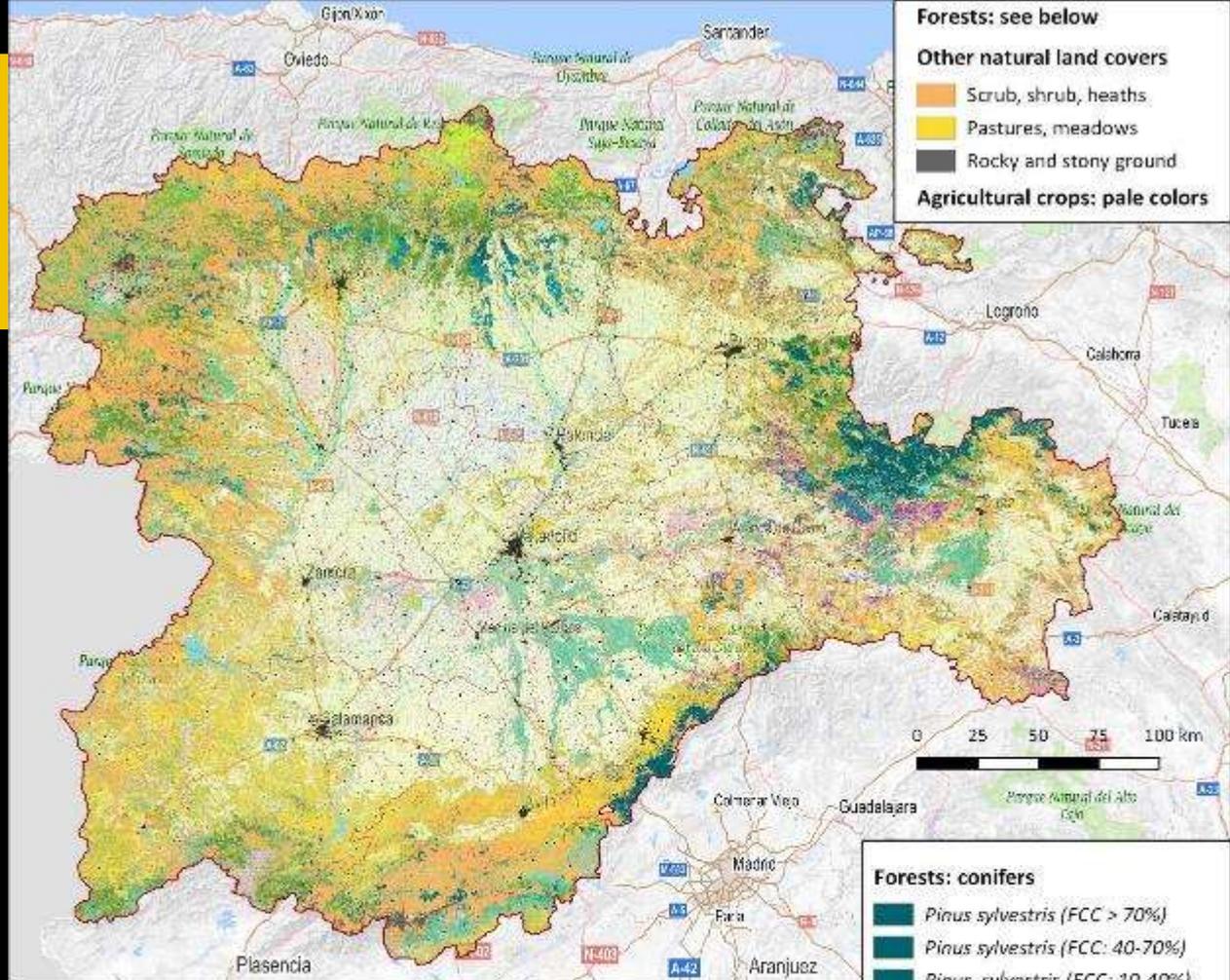
Superficies

Metodología

Categorías

HIC

% Acierto



Forests: see below

Other natural land covers

- Scrub, shrub, heaths
- Pastures, meadows
- Rocky and stony ground

Agricultural crops: pale colors

Forests: Quercus

- Quercus robur (FCC > 70%)
- Quercus robur (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

Forests: other broadleaved

- Fagus sylvatica (FCC > 70%)
- Castanea sativa (FCC > 70%)
- Castanea sativa (FCC: 40-70%)
- Populus spp. (FCC > 70%)
- Populus spp. (FCC: 40-70%)
- Populus spp. (FCC: 10-40%)
- Eucalyptus spp (FCC > 70%)

Other

- Artificial
- Water

Forests: conifers

- Pinus sylvestris (FCC > 70%)
- Pinus sylvestris (FCC: 40-70%)
- Pinus sylvestris (FCC: 10-40%)
- Pinus nigra (FCC > 70%)
- Pinus nigra (FCC: 40-70%)
- PinuspPinaster (FCC > 70%)
- Pinus pinaster (FCC: 40-70%)
- Pinus pinaster (FCC: 10-40%)
- Pinus pinea (FCC > 70%)
- Pinus pinea (FCC: 40-70%)
- Pinus halepensis (FCC > 40%)
- Pinus radiata (FCC > 70%)
- Pinus radiata (FCC: 40-70%)
- Juniperus thurifera (FCC > 40%)
- Juniperus thurifera (FCC: 10-40%)

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Ejemplos:

1:250.000

1:25.000

1:10.000

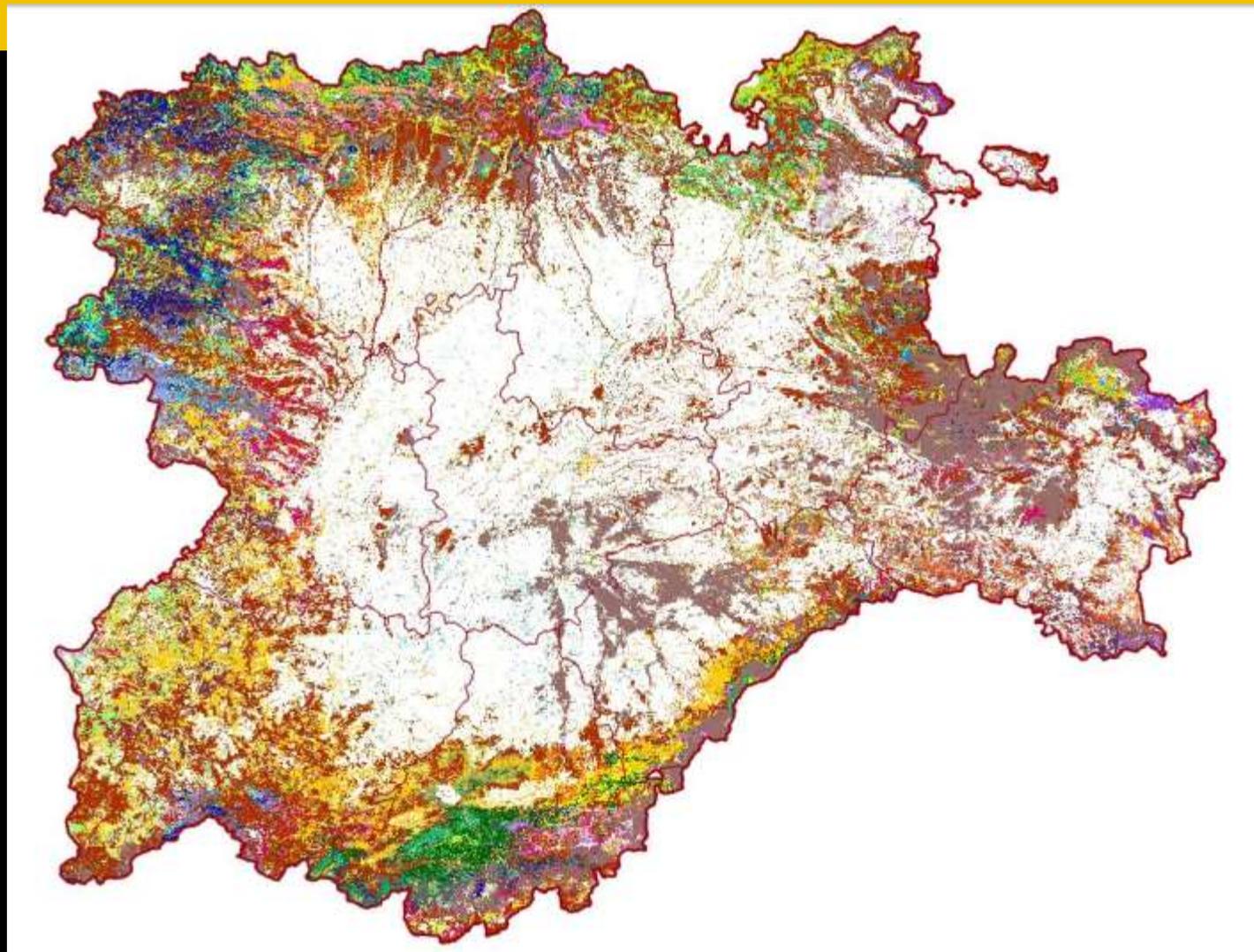
Superficies

Metodología

Categorías

HIC

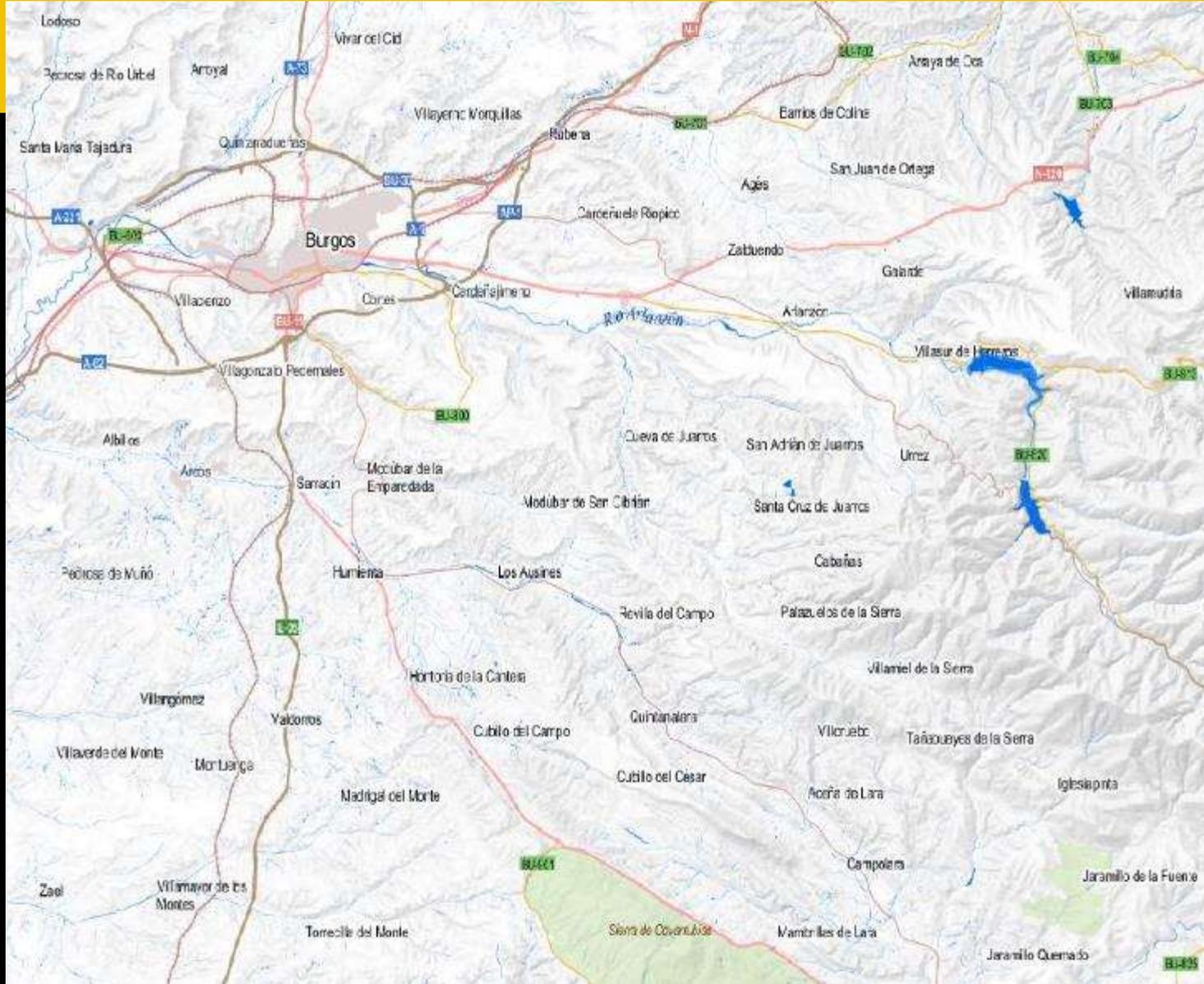
% Acierto



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver

1:250.000



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

[Volver](#)

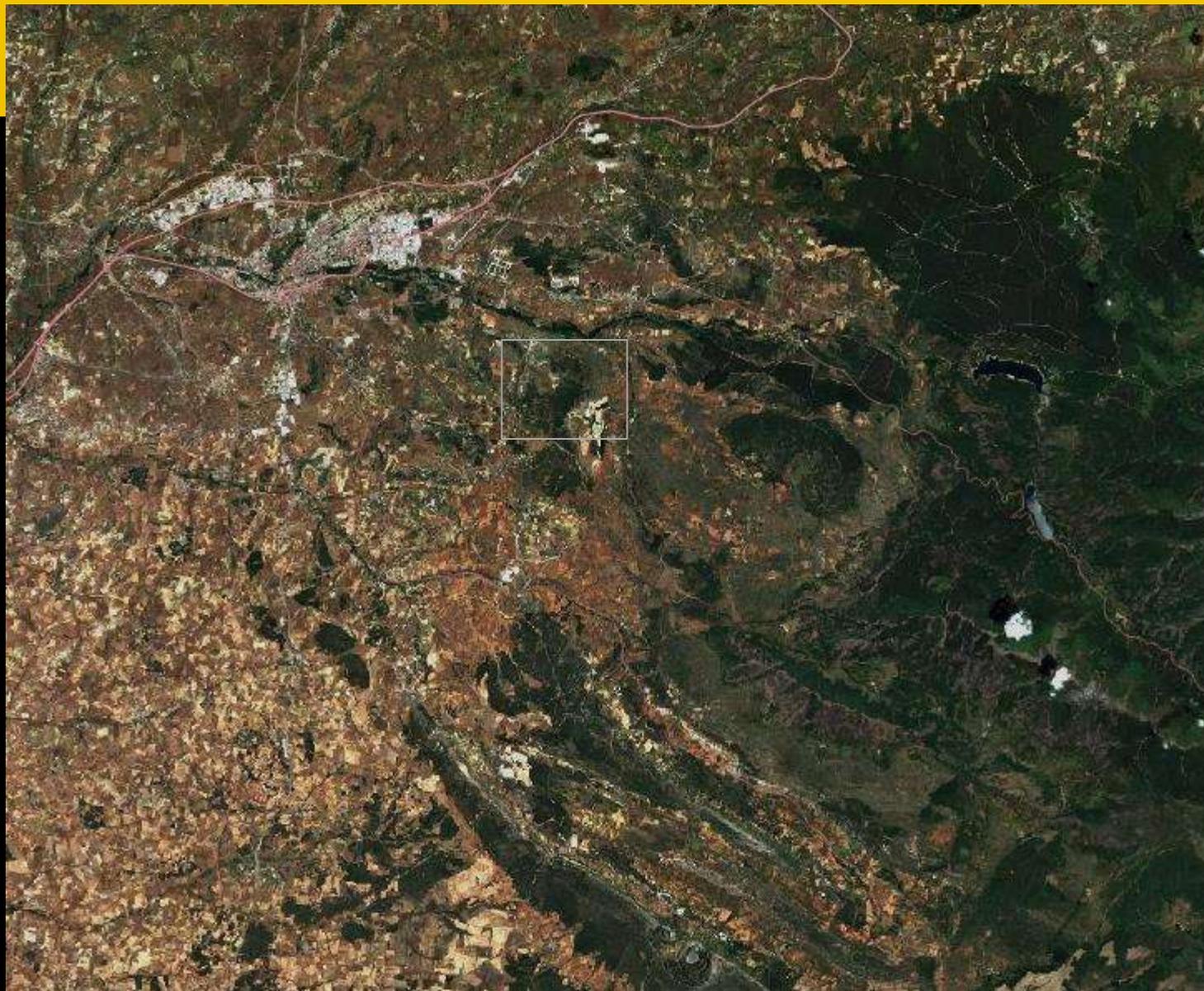
1:250.000



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

[Volver](#)

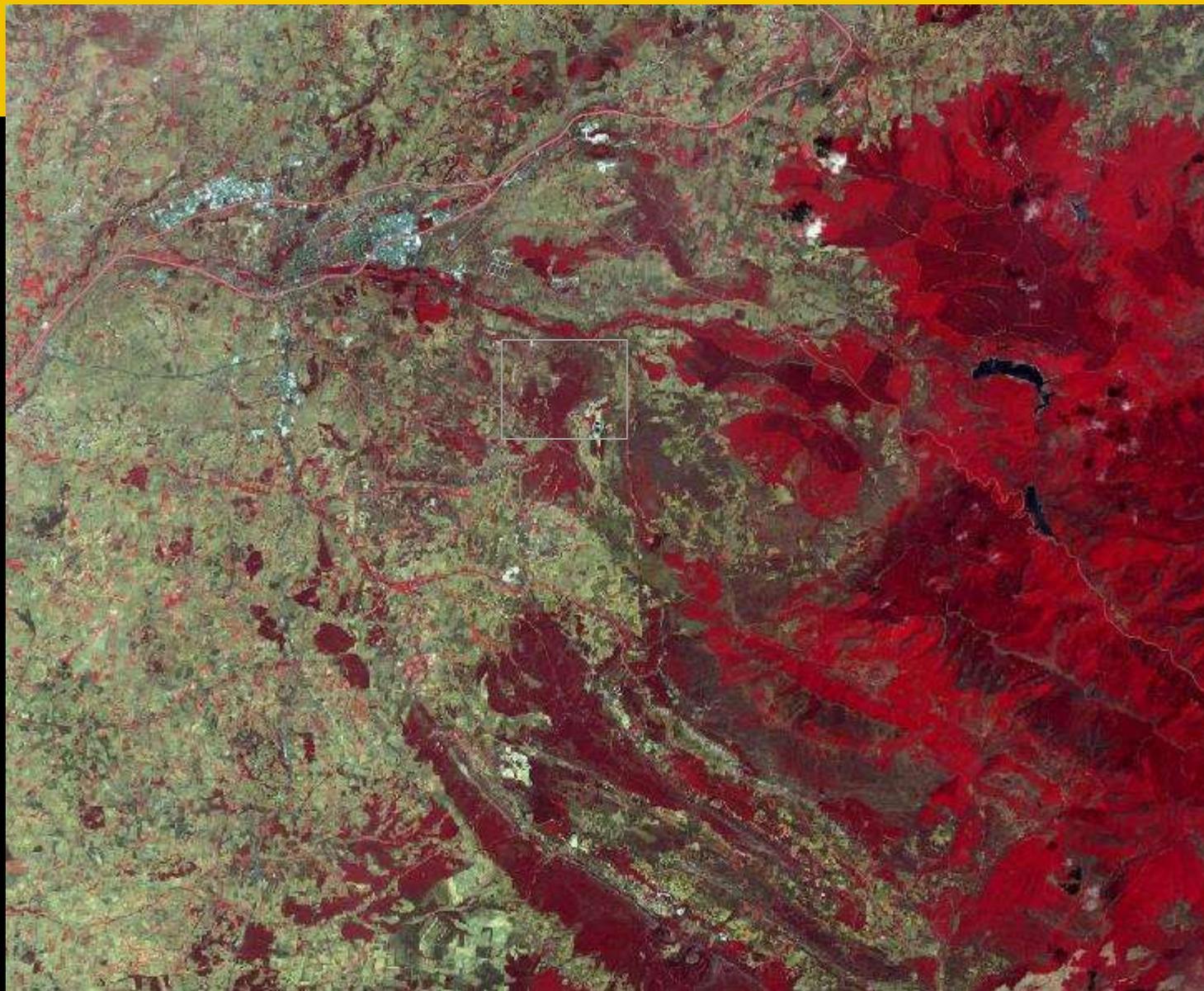
1:250.000



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

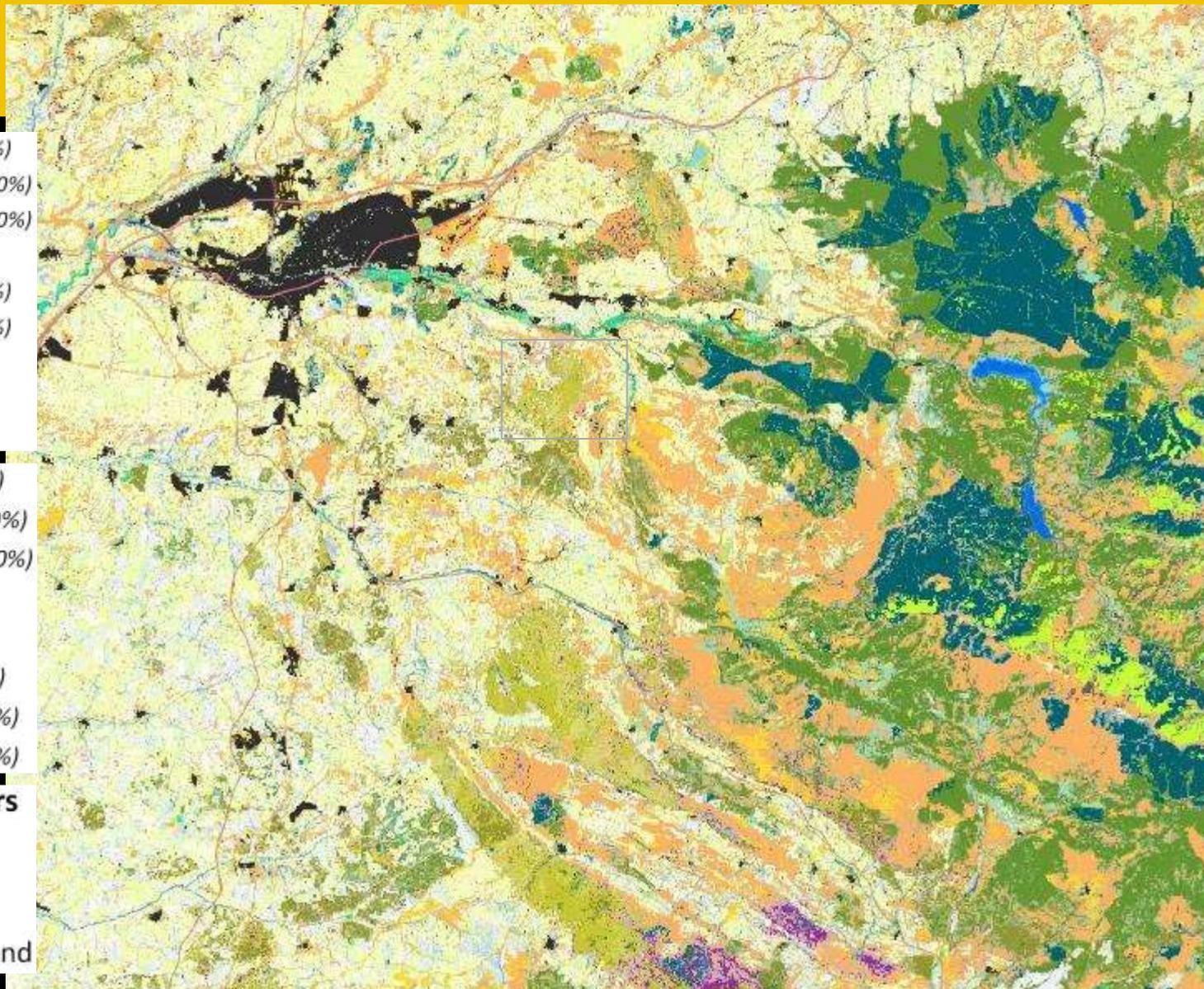
[Volver](#)

1:250.000



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver



- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

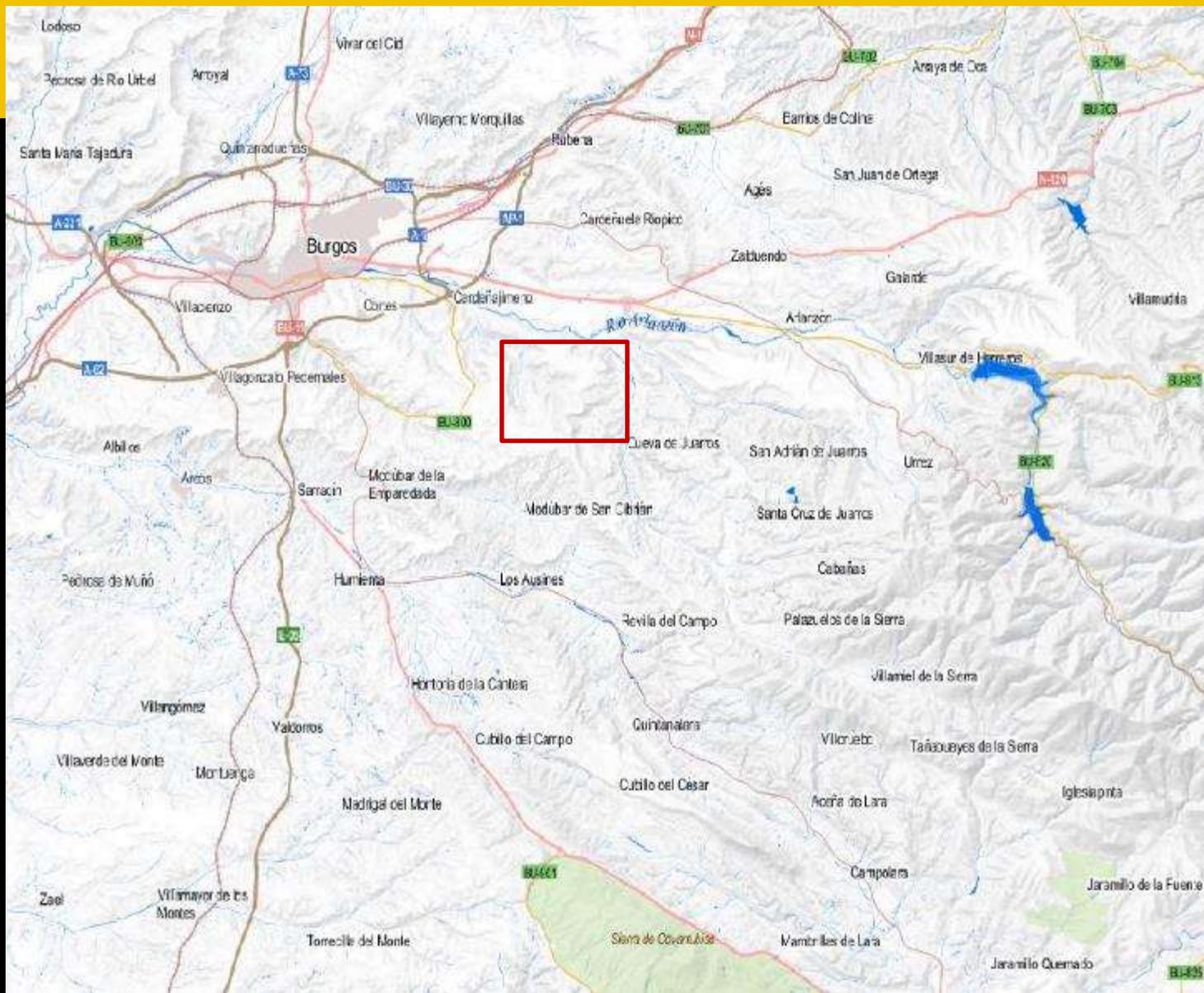
- Pinus sylvestris (FCC > 70%)
- Pinus sylvestris (FCC: 40-70%)
- Pinus sylvestris (FCC: 10-40%)
- Pinus nigra (FCC > 70%)
- Pinus nigra (FCC: 40-70%)
- PinuspPinaster (FCC > 70%)
- Pinus pinaster (FCC: 40-70%)
- Pinus pinaster (FCC: 10-40%)

- Other natural land covers**
- Scrub, shrub, heaths
 - Pastures, meadows
 - Rocky and stony ground

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver

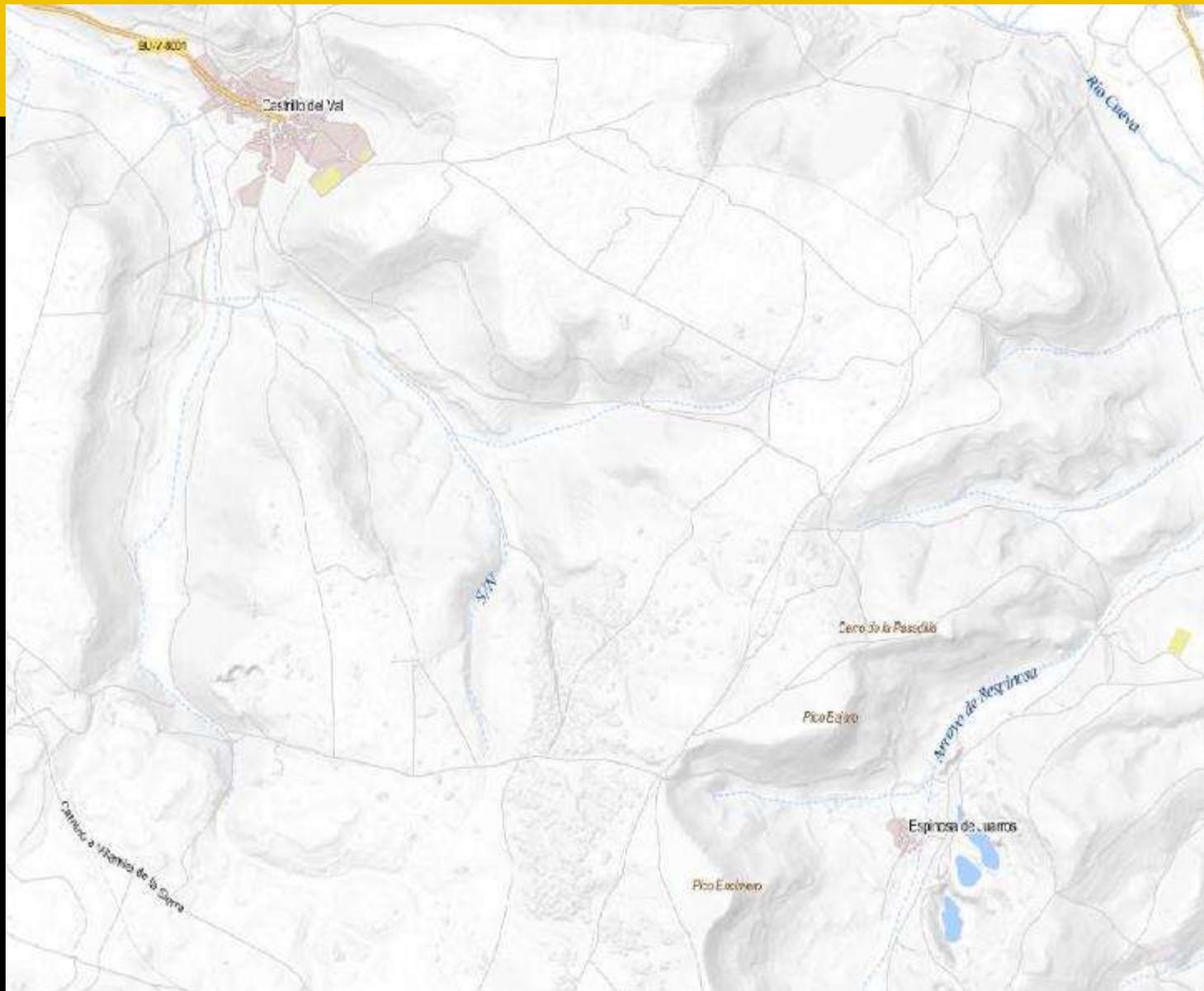
1:250.000



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

1:25.000

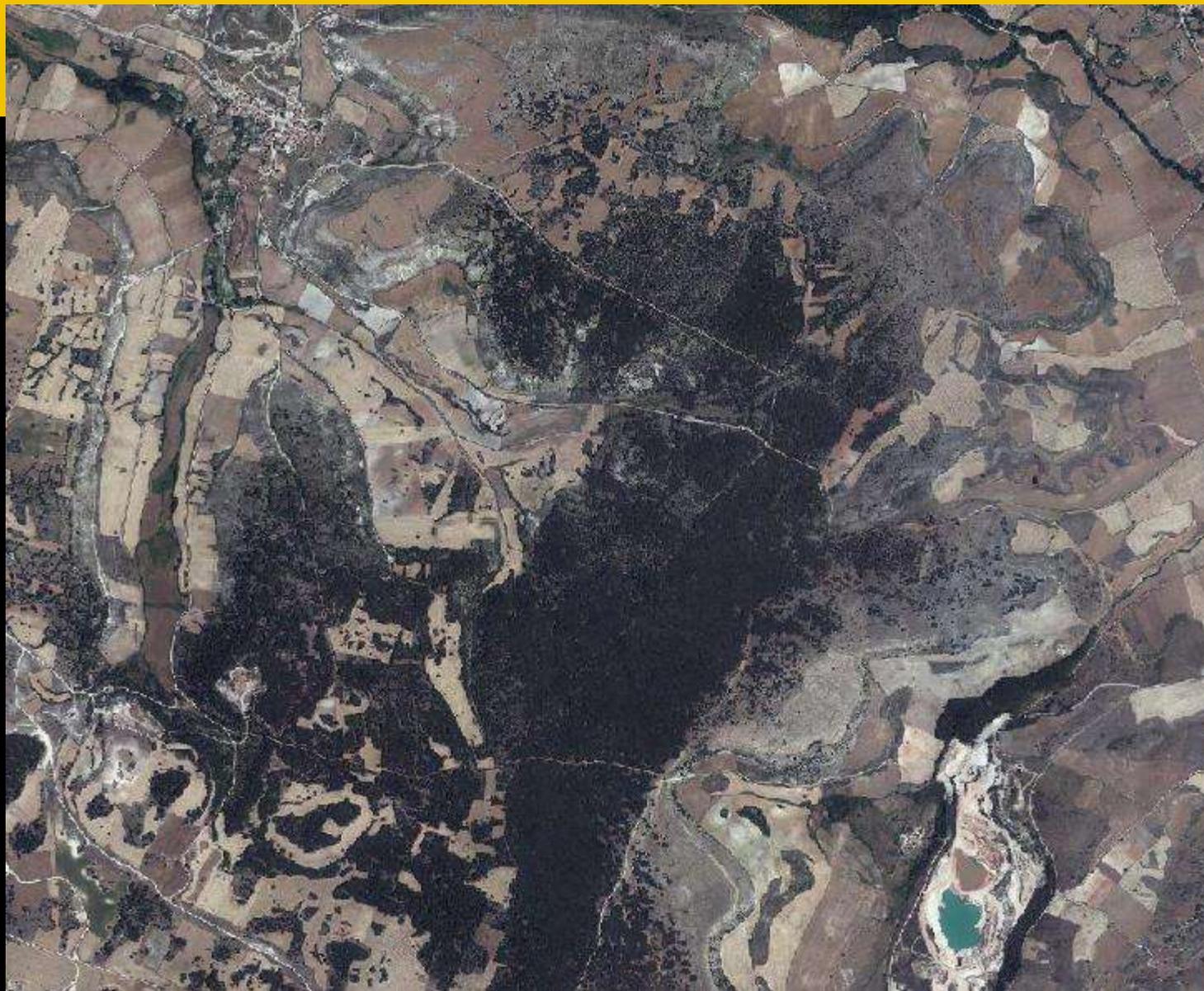
[Volver](#)



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver

1:25.000

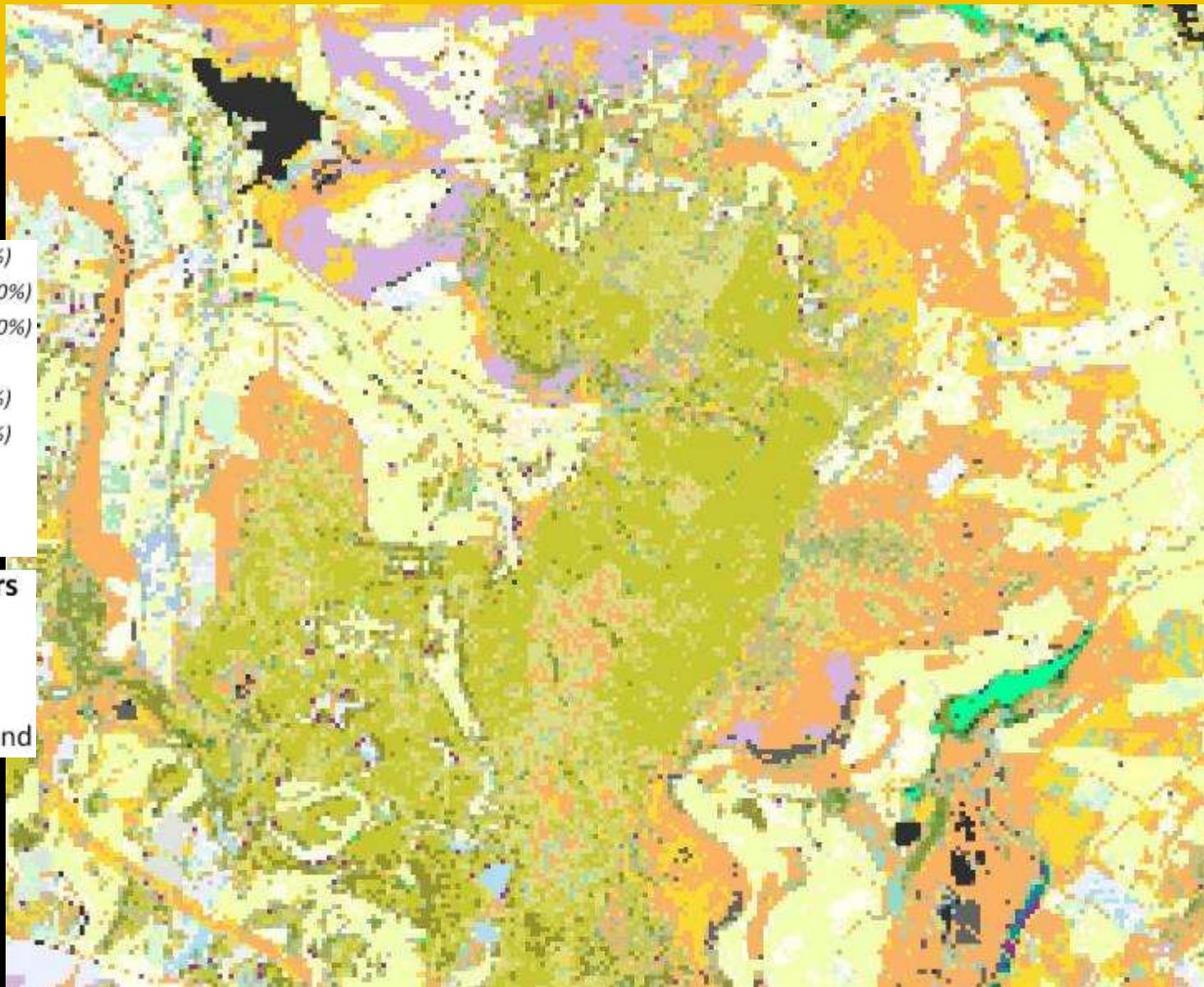


Clasificación supervisada de cubiertas naturales

1:25.000

- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

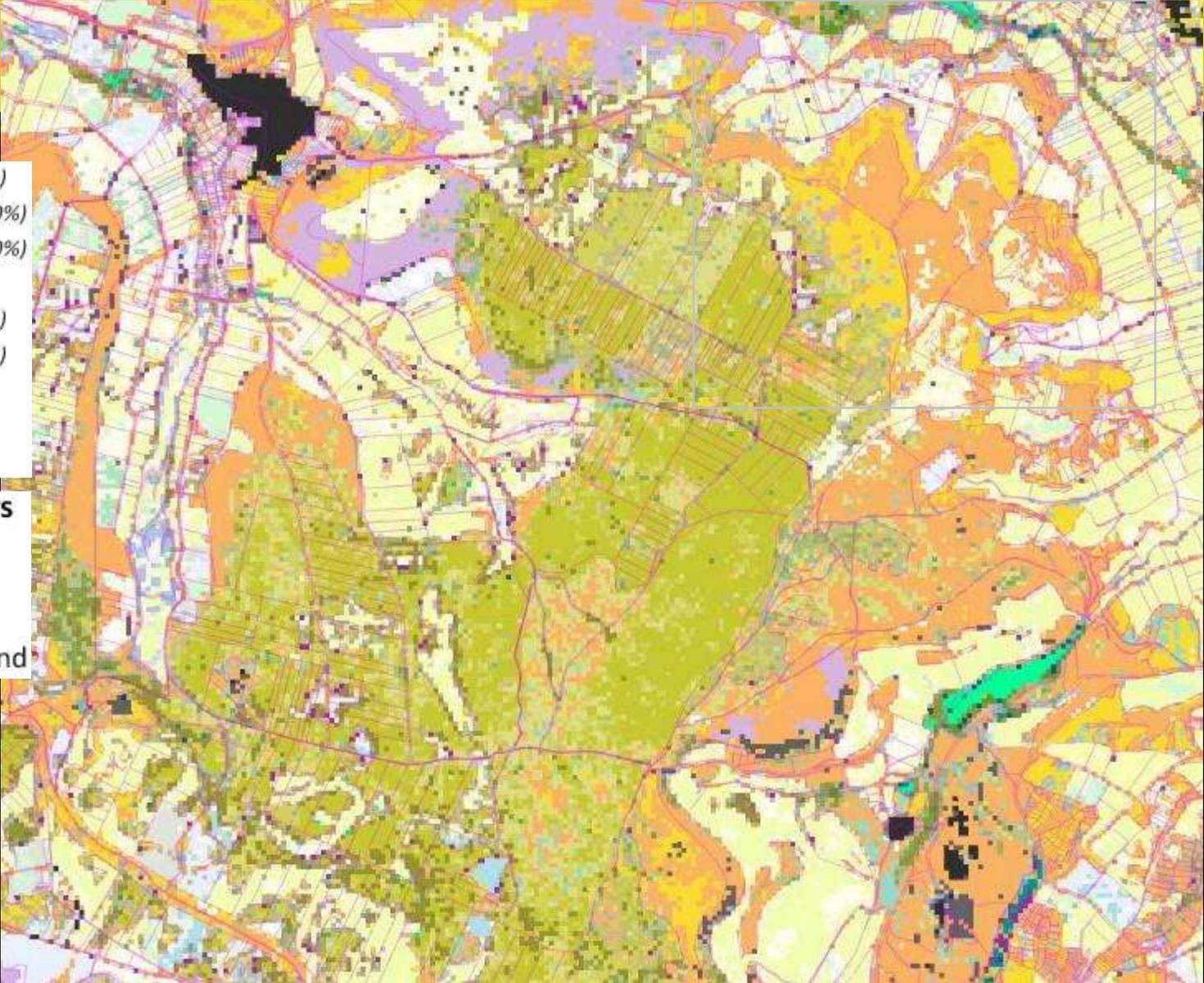
- Other natural land covers**
- Scrub, shrub, heaths
 - Pastures, meadows
 - Rocky and stony ground



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

- Other natural land covers**
- Scrub, shrub, heaths
 - Pastures, meadows
 - Rocky and stony ground



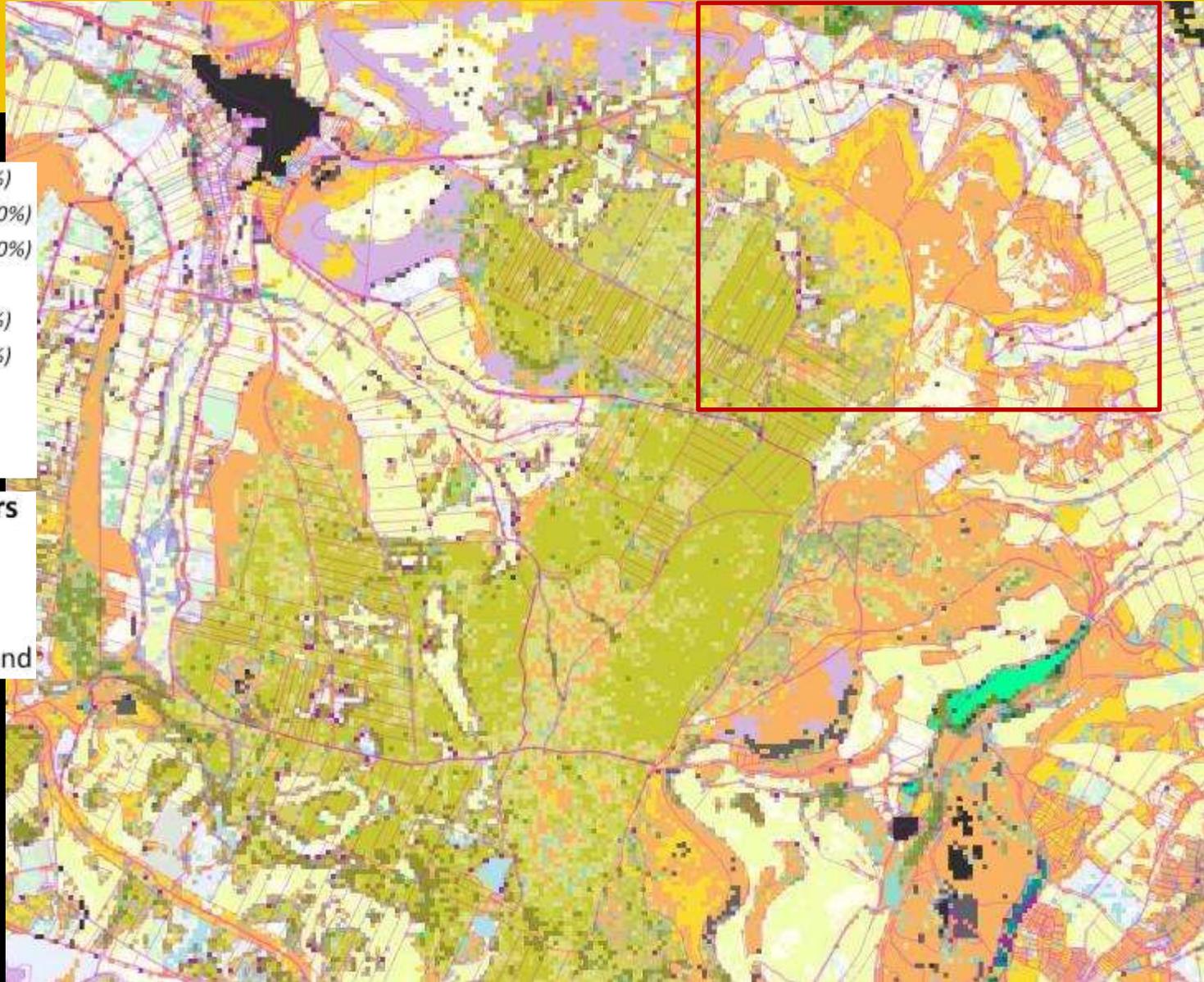
Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver

- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

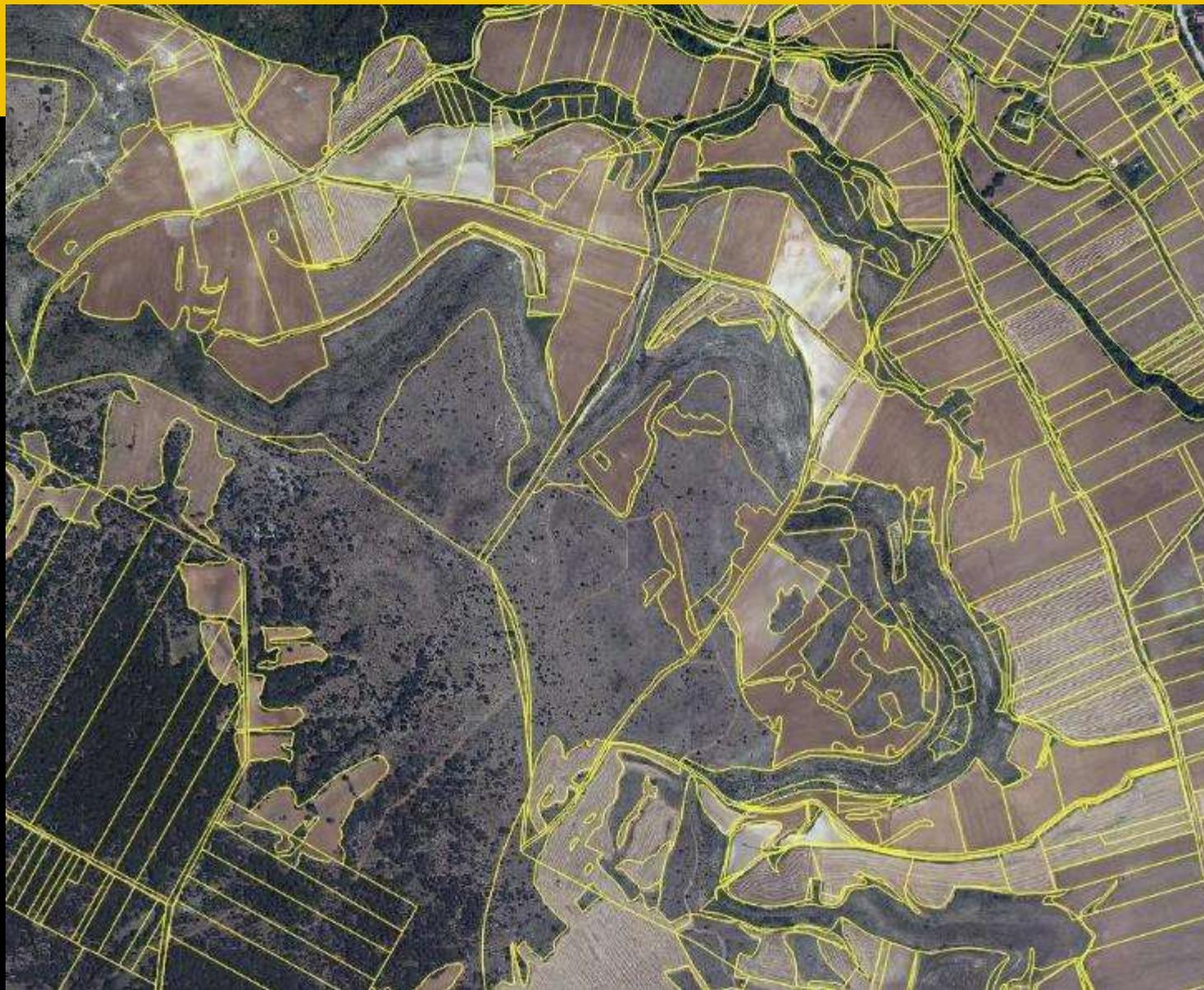
Other natural land covers

- Scrub, shrub, heaths
- Pastures, meadows
- Rocky and stony ground



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

[Volver](#)



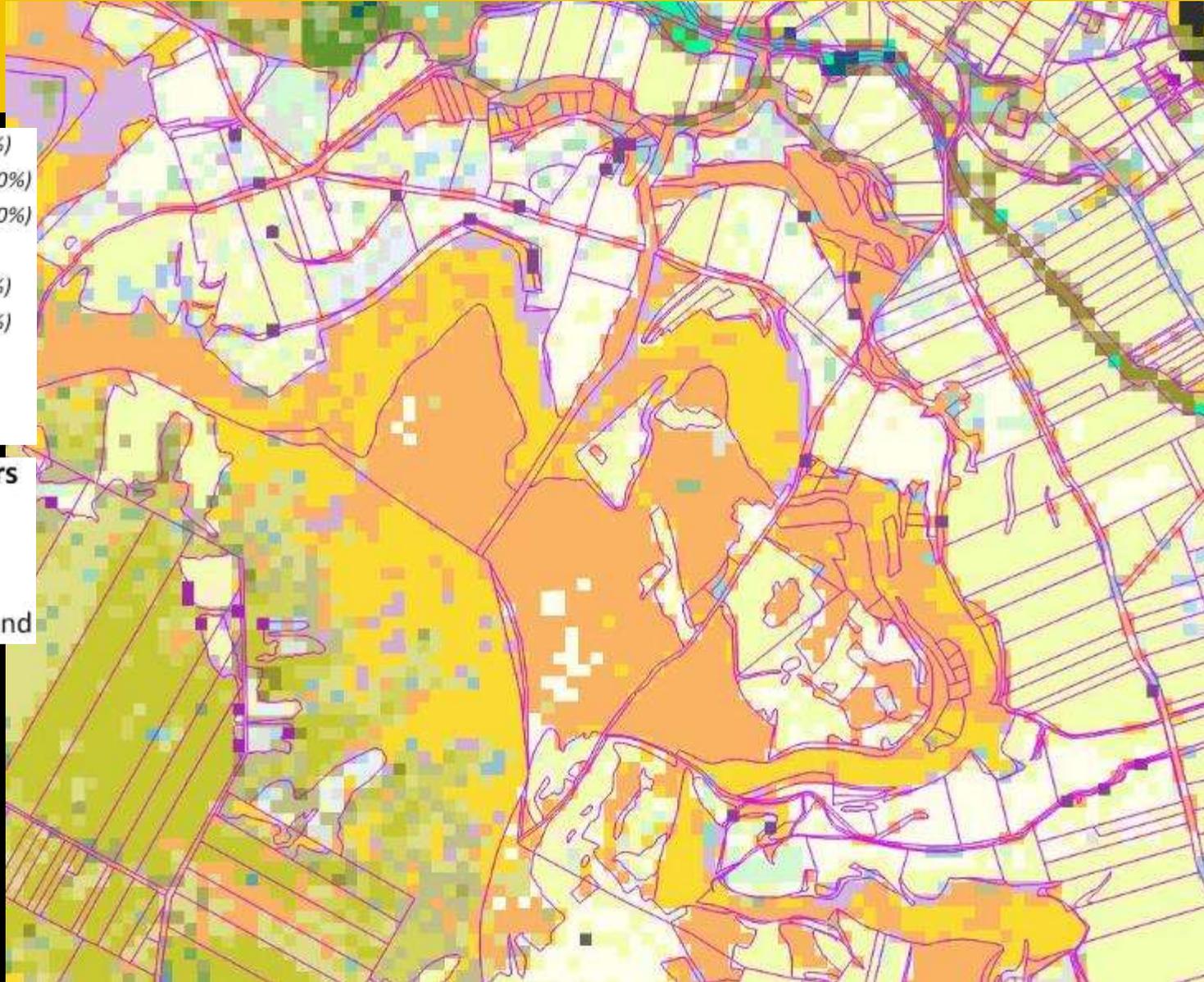
Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Volver

- Quercus pyrenaica (FCC > 70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 40-70%)
- Quercus pyrenaica (FCC: 10-40%)
- Quercus faginea (FCC > 70%)
- Quercus faginea (FCC: 40-70%)
- Quercus faginea (FCC: 10-40%)
- Quercus ilex (FCC > 70%)
- Quercus ilex (FCC: 40-70%)
- Quercus ilex (FCC: 10-40%)

Other natural land covers

- Scrub, shrub, heaths
- Pastures, meadows
- Rocky and stony ground



Superficies en Castilla y León

FCC	Hectáreas
>70%	1.162.086
40-70%	640.445
10-40%	874.999
>40%*	67.803



Grupo arbolado	Hectáreas	Grupo desarb	Hectáreas
Pt	347.967	Arbustedos	160.868
Ps	315.106	Junip. rastreros	54.845
Jt	118.611	Brezales et al	365.428
Pp	96.051	Jarales et al	159.465
Pn	80.571	Escobonales	195.080
Pr	16.632	Piornales et al	177.385
Ph	15.085	Tojares	35.333
Coníferas	990.023	Erizales et al	168.477
Qp	656.285	Aliagares et al	141.580
Qi	586.971	Tomillares et al	228.032
Qf	245.038	Esplegares et al	59.515
Lx	81.139	Romerales	35.570
Qr	61.868	Matorral	1.781.576
Fs	61.255	Pastos montaña	91.876
Cs	54.124	Pasto mesófilos	262.656
Ec	8.171	Otros pastos	621.887
Eg	459	Pastizal	976.420
Fronzosas	1.755.309	Otros	28.536
Masas mixtas no contabilizadas		Roquedos	100.545
Arbolado	2.745.332	Desarbolado	2.858.541
Total medio natural: 5.603.874			

Clasificación supervisada de cubiertas naturales en Castilla y León

Grupo arbolado	Hectáreas	Grupo desarb	Hectáreas
Pt	347.967	Arbustados	160.868
Ps	315.106	Junip. rastros	54.845
Jt	118.611	Brezales et al	
Pp	96.051	Jarales et al	
Pn	80.571	Escobonales	
Pr	16.632	Piornales et al	
Ph	15.085	Tojares	
Coníferas	990.023	Erizales et al	
Qp	656.285	Aliagares et al	
Qi	586.971	Tomillares et al	
Qf	245.038	Esplegares et al	
Lx	81.139	Romerales	
Qr	61.868	Matorral	
Fs	61.255	Pastos montaña	
Cs	54.124	Pasto mesófilos	
Ec	8.171	Otros pastos	
Eg	459	Pastizal	
Frondosas	1.755.309	Otros	
Masas mixtas no contabilizadas		Roquedos	100.545
Arbolado	2.745.332	Desarbolado	2.858.541
Total medio natural: 5.603.874			

Superficies arboladas de Castilla y León (x1.000 ha)
Masas puras y mixtas, clasificadas por la especie dominante o principal
CONÍFERAS

Especie dominante	Masas Naturales			Replantaciones			TOTAL
	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	
Pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)	0,06	0,18	0,24	1	4	5	5
Pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>)	138	24	162	126	65	191	353
Pino pudio (<i>Pinus nigra</i>)	14	3	17	45	30	75	92
Pino negral (<i>Pinus pinaster</i>)	212	67	279	59	22	81	360
Pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)	60	15	74	5	21	26	100
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)				11	13	24	24
Pino radiata (<i>Pinus radiata</i>)				6	6	12	12
Enebro (<i>Juniperus thurifera</i>)	41	61	102	0,00	0,12	0,12	102
Total coníferas	464	171	635	253	160	413	1.048



Superficies arboladas de Castilla y León (x1.000 ha)
Masas puras y mixtas, clasificadas por la especie dominante o principal
TOTALES

Especie dominante	Masas Naturales			Replantaciones			TOTAL
	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	
Coníferas	464	171	635	253	160	413	1.048
Frondosas	959	862	1.821	53	28	81	1.902
Otros terrenos arbolados	11	31	42	0	0	0	42
TOTAL	1.434	1.064	2.498	306	188	494	2.992

Clasificación supervisada de cubiertas naturales en Castilla y León

Grupo arbolado	Hectáreas	Grupo desarb	Hectáreas
Pt	347.967	Arbustados	160.868
Ps	315.106	Junip. rastros	
Jt	118.611	Brezales et al	
Pp	96.051	Jarales et al	
Pn	80.571	Escobonales	
Pr	16.632	Piornales et al	
Ph	15.085	Tojares	
Coníferas	990.023	Erizales et al	
Qp	656.285	Aliagares et al	
Qi	586.971	Tomillares et al	
Qf	245.038	Esplegares et al	
Lx	81.139	Romerales	
Qr	61.868	Matorral	
Fs	61.255	Pastos montaña	
Cs	54.124	Pasto mesófilos	
Ec	8.171	Otros pastos	
Eg	459	Pastizal	
Frondosas	1.755.309	Otros	
Masas mixtas no contabilizadas		Roquedos	100.545
Arbolado	2.745.332	Desarbolado	2.858.541
Total medio natural: 5.603.874			

Superficies arboladas de Castilla y León (x1.000 ha)
Masas puras y mixtas, clasificadas por la especie dominante o principal
FRONDOSAS

Especie dominante	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL
Encina (<i>Quercus ilex</i>)	343	447	790
Rebollo (<i>Quercus pyrenaica</i>)	393	308	701
Quejigo (<i>Quercus faginea</i>)	77	69	146
Alcornoque (<i>Quercus suber</i>)	2	5	7
Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)	60	3	63
Roble (<i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i>)	23	5	28
Castaño (<i>Castanea sativa</i>)	15	9	24
Abedul (<i>Betula alba</i> , <i>B. pendula</i>)	6	3	9
Riberas naturales (<i>Populus sp</i> , <i>Alnus sp</i> , <i>Salix sp</i> , <i>Fraxinus sp</i> , etc.)	40	13	53
Repoblaciones de frondosas (excepto choperas de producción)	7	11	18
Choperas de producción (<i>Populus x euramericana</i> , <i>P. x interamericana</i>)	46	17	63
Total frondosas	1.012	890	1.902

Superficies arboladas de Castilla y León (x1.000 ha)
Masas puras y mixtas, clasificadas por la especie dominante o principal

TOTALES

Especie dominante	Masas Naturales			Repoblaciones			TOTAL
	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	FCC>50%	FCC<50%	TOTAL	
Coníferas	464	171	635	253	160	413	1.048
Frondosas	959	862	1.821	53	28	81	1.902
Otros terrenos arbolados	11	31	42	0	0	0	42
TOTAL	1.434	1.064	2.498	306	188	494	2.992



Grupo arbolado	Hectáreas	Grupo desarb	Hectáreas
Pt	347.967	Arbustados	160.868
Ps	315.106	Junip. rastreros	54.845
Jt	118.611	Brezales et al	365.428
Pp	96.051	Jarales et al	159.465
Pn	80.571	Escobonales	195.080
Pr	16.632	Piornales et al	177.385
Ph	15.085	Tojares	35.333
Coníferas	990.023	Erizales et al	168.477
Qp	656.285	Aliagares et al	141.580
Qi	586.971	Tomillares et al	228.032
Qf	245.038	Esplegares et al	59.515
Lx	81.139	Romerales	35.570
Qr	61.868	Matorral	1.781.576
Fs	61.255	Pastos montaña	91.876
Cs	54.124	Pasto mesófilos	262.656
Ec	8.171	Otros pastos	621.887
Eg	459	Pastizal	976.420
Frondosas	1.755.309	Otros	28.536
Masas mixtas no contabilizadas		Roquedos	100.545
Arbolado	2.745.332	Desarbolado	2.858.541
Total medio natural: 5.603.874			

Superficies SIOSE

Coníferas: 930,083 ha
 Frondosas: 1.842.769 ha
 Mixtas: 144,455 ha

Cerrado	Arbolado cerrado de coníferas	ArbCerradoConifer	597.615	1.503.186	2.917.307		
	Arbolado cerrado de frondosas perennifolias	ArbCerradoFronDF	259.907				
	Arbolado cerrado de frondosas caducifolias	ArbCerradoFronDC	575.832				
	Arbolado cerrado de masas mixtas	ArbCerradoMasaMi	69.833				
Abierto	Arbolado abierto de coníferas	ArbAbiertoConifer	332.467	1.414.121		5.151.583	
	Arbolado abierto de frondosas perennifolias	ArbAbiertoFronDP	473.387				
	Arbolado abierto de frondosas caducifolias	ArbAbiertoFronDC	533.644				
	Arbolado abierto de masas mixtas	ArbAbiertoMasaMi	74.623				
Pastizal	Pastizales con árboles dispersos (FCC 5-10%)	PastizalConArbDis	199.303	1.388.190			2.234.276
	Pastizales con matorral (>10%)	PastoMatorral	861.028				
	Pastizales herbáceos, sin matorral ni árboles dispersos (FCC <5%)	PastizalHerbaceo	327.859				
Matorral	Matorrales con árboles dispersos (FCC 5-10%)	MatorralConArbDis	112.740	778.139			
	Matorrales sin árboles dispersos (FCC <5%)	Matorral	665.399				
Sin Vegetación	Arenales	PlayaDunaArenal	43	67.079			
	Ramblas	Rambla	-				
	Roquedos	Roquedo	-				
	Acantillados	Acantillado	-				
	Afloramientos rocosos	AfloramientoRocos	27.893				
	Coladas lávicas	ColadasLavicas	-				
	Canchales	Canchales	1.419				
	Zonas recientemente quemadas	ZonasQuemadas	9.119				
	Nieves permanentes	NievesPermanente	-				
	Suelo labrado para plantación	SueloParaPlantaci	964				
	Suelo desnudo	SueloDesnudo	27.641				
	Zonas pantanosas	ZonaPantanosas	860				
Humedales	Turberas	Turbera	8	867			
	Salinas continentales	SalinaContinental	-				
	Marismas	Marisma	-				
	Salinas marinas	SalinaMarina	-				

TERRENOS NATURALES DESARROLADOS
 Terrenos naturales y seminaturales con menos del 10% de cobertura de especies arbóreas
 2.234.276 ha

NatDesArbolado (DESA)

Terrenos naturales y seminaturales sin vegetación
 67.079 ha

Sin Vegetación

Humedales
 867 ha

Humedal

Metodología – info de satélite: Firma espectral, espacial y temporal

Clasificación a partir de teledetección:

- Firma espectral y temporal. Firma espacial.

Clasificación supervisada mediante algoritmos de *machine learning*

- Decision trees – minimizando entropía en cada dicotomía

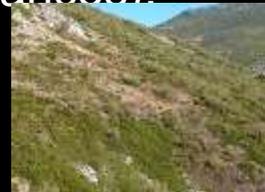
Variables clasificatorias:

- Teledetección (Sentinel, Deymos, Landsat) + Variables aux.

Categorías de cobertura (ad-hoc):

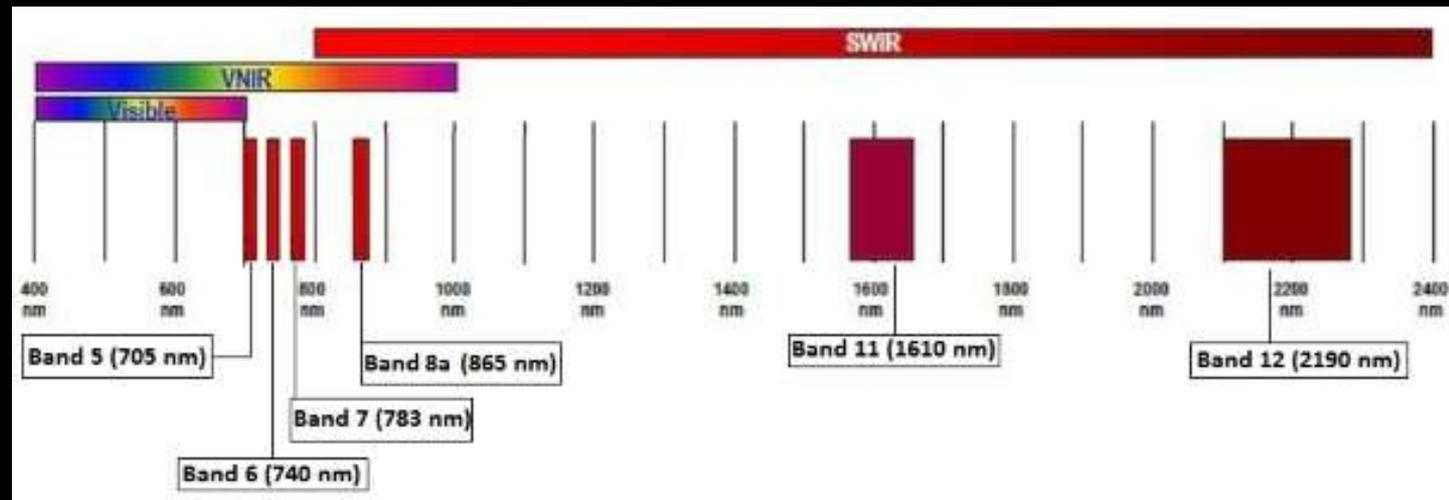
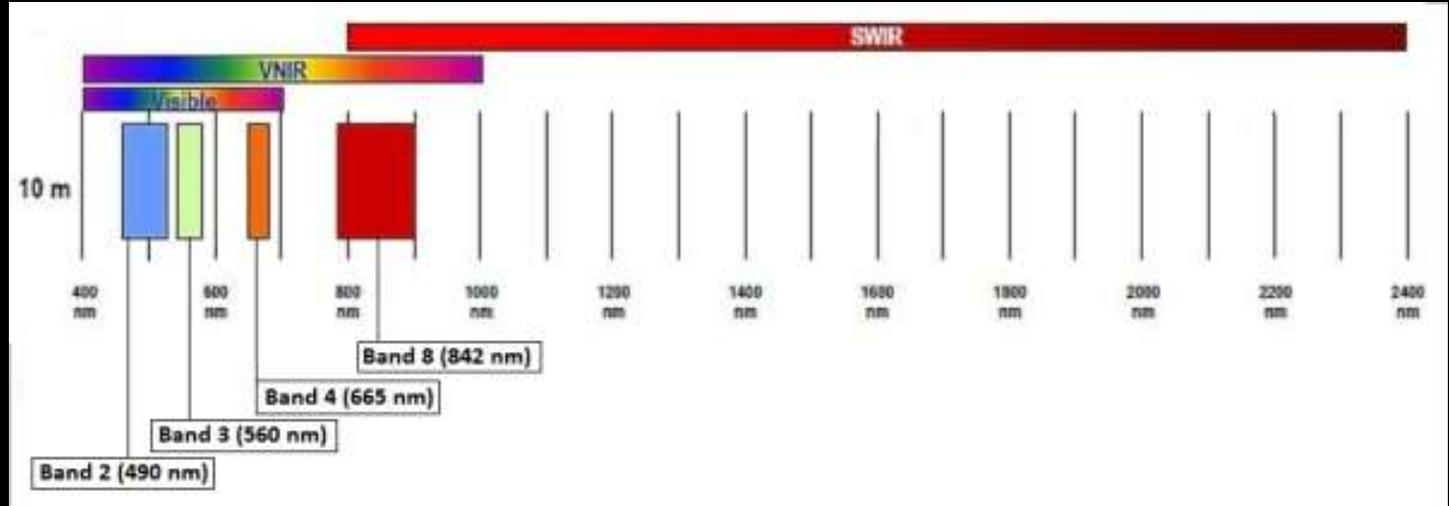
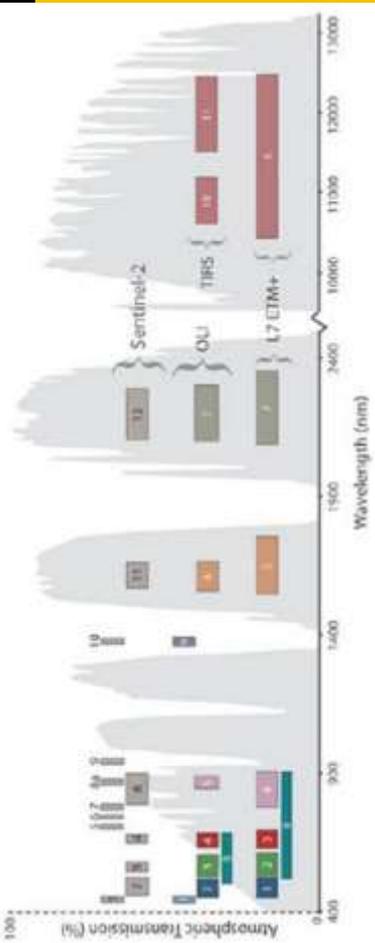
- Criterios específicos y estructurales (+ previsión resp. espectr.)
- Dificultades:
 - Comunidades variables (artificialidad de los cajones estancos):
mezclas, transiciones, mosaicos, etc.

Resolución: 20x20 m → 10x10 m



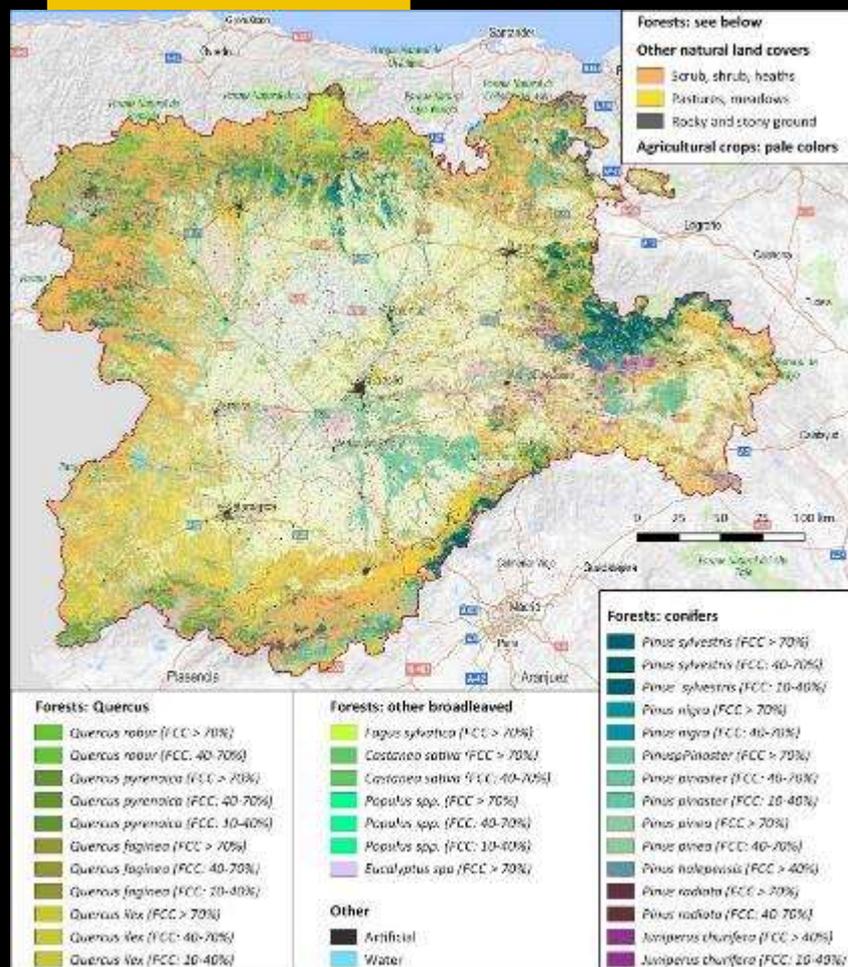
Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Sentinel



Clasificación supervisada de cubiertas naturales

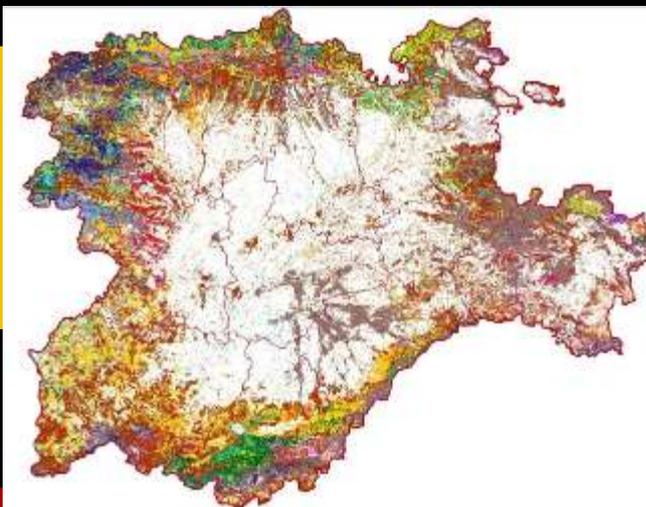
Categorías arboladas



Categorías arboladas			
Dominant species	FCC intervals		
<i>Pinus sylvestris</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Pinus nigra</i>		40-70%	≥70%
<i>Pinus pinaster</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Pinus pinea</i>		40-70%	≥70%
<i>Pinus halepensis</i>		≥40%	
<i>Pinus radiata</i>		40-70%	≥70%
<i>Juniperus thurifera</i>	10-40%	≥40%	
<i>Quercus ilex</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Quercus faginea</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Quercus pirenaica</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Quercus robur</i>		40-70%	≥70%
<i>Castanea sativa</i>		40-70%	≥70%
<i>Fagus sylvatica</i>			≥70%
<i>Populus plantations</i>	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Eucalyptus globulus</i>			≥70%
<i>E. camaldulensis</i>		40-70%	≥70%

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

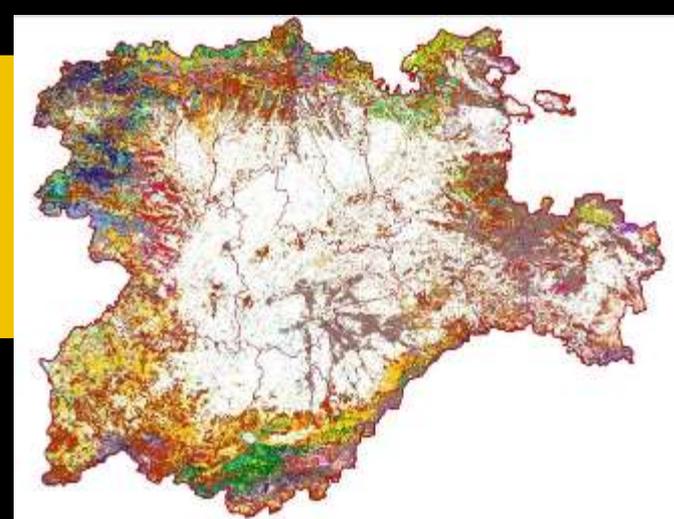
Categorías desarboladas



Categorías no arboladas

Aulagar	Cervunales y otros past. no criotur. de alta mont.	Jaral de jara pringosa	Juncales
Brezal alto denso	Espinar caducifolio	Matorral gipsófilo	Romeral
Brezal bajo claro	Enebral arbustivo	Olaguinar	Roquedos y pedreras
Brezal bajo denso	Matorral silicícola con enebros rastreros	Pastizales de alta montaña crioturbados	Arbustedo con Sabina mora
Brezal hidrófilo	Erizonal	Pastizales basófilos mesófilos	Enebral y/o sabinar rastrero basófilo
Brezal-jaral (Cistus ladanifer)	Escobonal blanco y afines	Pastizales basófilos xero-mesófilos	Tojar
Cambronal	Formaciones abiertas con Cytisus scoparius	Piornal alto de montaña	Tomillar mixto
Cantuesar	Gayubar	Piornal serrano	Tomillar-pradera
Cárcavas	Herbazales rudero-arvenses	Pastizal leñoso mixto	Vallicares y majadales
Cervunales de media montaña	Jaral de estepa	Prados	

Categorías desarboladas



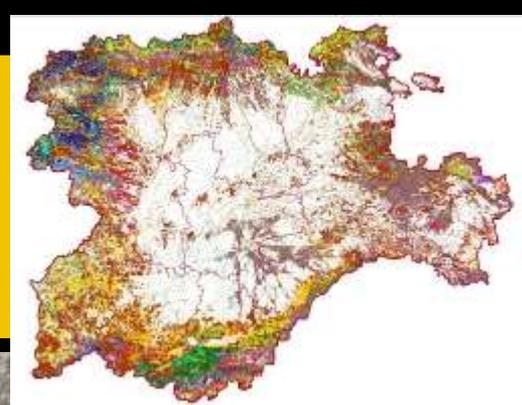
Se quedaron en el tintero

Riberas varias	Otros jarales
Avellanares	Matorrales de <i>Genista hirsuta</i>
Bojedas	Matorral pulvinular de labiadas
Coscojares	Jaguarzales
Laureles y afines	Matorrales halófilos
Orlas mediterraneas	Otros matorrales calcícolas
Maquias y madroñales	Helechares
Retamares	Pastos terofíticos sobre suelos arenosos
Codesares	Pastos silicícolas dominados por <i>Festuca elegans</i> (cerrillares)
Carqueixales	Otros pastos silicícolas

Volver

Clasificación
supervisada
de cubiertas
naturales

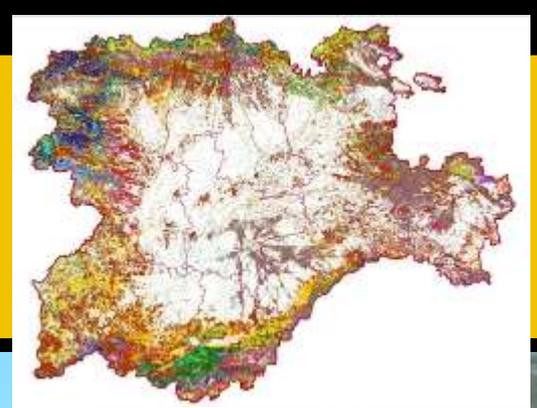
Categorías desarboladas



Volver

Clasificación
supervisada
de cubiertas
naturales

Categorías desarboladas



Metodología

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Correspondencia con hábitats arbolados

Faltan criterios:

- Estructura
- Composición (funciones)

91. Bosques de la Europa templada
- 9120. Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de *Ilex* y a veces de *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* o *Ilici-Fagenion*)
 - 9150. Hayedos calcícolas medioeuropeas del *Cephalanthero-Fagion*
 - 9160. Robledales pedunculados o albares subatlánticos y medioeuropeos del *Carpinion betuli*
 - 91B0. Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*
 - 91E0.* Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)
92. Bosques mediterráneos caducifolios
- 9230. Robledales galaico-portugueses con *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*
 - 9240. Robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*
 - 9260. Bosques de *Castanea sativa*
 - 92A0. Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*
 - 92D0. Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*)
93. Bosques esclerófilos mediterráneos
- 9330. Alcornocales de *Quercus suber*
 - 9340. Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*
 - 9380. Bosques de *Ilex aquifolium*
94. Bosques de coníferas de montañas templadas
- 9430.* Bosques montanos y subalpinos de *Pinus uncinata* (* en sustratos yesoso o calcáreo)
95. Bosques de coníferas de montañas mediterráneas y macaronésicas
- 9530.* Pinares (sud-)mediterráneos de pinos negros endémicos
 - 9540. Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos
 - 9560.* Bosques endémicos de *Juniperus* spp.
 - 9580.* Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*

4. BREZALES Y MATORRALES DE ZONA TEMPLADA

- 4020.* Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*
- 4030. Brezales secos europeos
- 4060. Brezales alpinos y boreales
- 4090. Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga

5. MATORRALES ESCLERÓFILOS

- 51. Matorrales submediterráneos y de zona templada
 - 5110. Formaciones (...) de *Buxus sempervirens* (...)
 - 5120. Formaciones montanas de *Cytisus purgans*
- 52. Matorrales arborescentes mediterráneos
 - 5210. Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.
- 53. Matorrales termomediterráneos y pre-estepicos
 - 5330. Matorrales termomediterráneos y pre-estepicos

6. FORMACIONES HERBOSAS NATURALES Y SEMINATURALES**61. Prados naturales**

6110.* Prados calcáreos cársticos o basófilos del Alysso-Sedion albi

6140. Prados pirenaicos silíceos de Festuca eskia

6160. Prados ibéricos silíceos de Festuca indigesta

6170. Prados alpinos y subalpinos calcáreos

62. Formaciones herbosas secas seminaturales y facies de matorral

6210.* Prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (Festuco-Brometalia) (*parajes con notables orquídeas)

6220.* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea

6230.* Formaciones herbosas con Nardus, con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de zonas submontañosas de la Europa continental)

63. Bosques esclerófilos de pastoreo (dehesas)

6310. Dehesas perennifolias de Quercus spp.

64. Prados húmedos seminaturales de hierbas altas

6410. Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos (Molinion caeruleae)

6420. Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinio-Holoschoenion

6430. Megaforbios eutrofos higrófilos de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino

65. Prados mesófilos

6510. Prados pobres de siega de baja altitud (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Acierto en categorías arboladas: 86%

Complementario del error de omisión (media ponderada)
 Muestra de contraste (independiente del entrenamiento)
 Pre-sieve

Matriz de confusión: 145 x 145

Dominant species	Accuracy					
	Contrast dataset			Available training dataset		
	10-40%	40-70%	≥70%	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Pinus sylvestris</i>	67%	79%	82%	100%	98%	90%
<i>Pinus nigra</i>		30%	66%		100%	96%
<i>Pinus pinaster</i>	74%	75%	76%	93%	88%	85%
<i>Pinus pinea</i>		86%	91%		99%	97%
<i>Pinus halepensis</i>			87%			
<i>Pinus radiata</i>		91%	97%		100%	100%
<i>Juniperus thurifera</i>	87%		76%			98%
<i>Quercus ilex</i>	66%	75%	76%	85%	89%	94%
<i>Quercus faginea</i>	59%	46%	67%	100%	100%	99%
<i>Quercus pirenaica</i>	66%	76%	79%	92%	92%	90%
<i>Quercus robur</i>		98%	91%		99%	98%
<i>Castanea sativa</i>		92%	93%		99%	98%
<i>Fagus sylvatica</i>			82%			99%
<i>Populus spp</i> de producción	97%	96%	97%	99%	99%	99%

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Error de comisión

Matriz de confusión: 145 x 145

Dominant species	Accuracy					
	Contrast dataset			Available training dataset		
	10-40%	40-70%	≥70%	10-40%	40-70%	≥70%
<i>Pinus sylvestris</i>	56%	63%	89%	85%	88%	95%
<i>Pinus nigra</i>		34%	43%		84%	75%
<i>Pinus pinaster</i>	72%	86%	87%	92%	97%	96%
<i>Pinus pinea</i>		52%	62%		83%	79%
<i>Pinus halepensis</i>			53%			87%
<i>Pinus radiata</i>		81%	95%		94%	97%
<i>Juniperus thurifera</i>	62%		60%	90%		84%
<i>Quercus ilex</i>	85%	89%	79%	98%	98%	88%
<i>Quercus faginea</i>	46%	31%	28%	81%	79%	72%
<i>Quercus pirenaica</i>	68%	77%	77%	90%	93%	90%
<i>Quercus robur</i>		78%	96%		99%	99%
<i>Castanea sativa</i>		94%	97%		98%	99%
<i>Fagus sylvatica</i>			56%			84%
<i>Populus spp</i> de producción	96%	99%	100%	100%	100%	100%
<i>Eucaliptus globulus</i>						98%

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Principales errores

Muestra de contraste (independiente del entrenamiento)
Pre-sieve

Matriz de confusión: 145 x 145

Omission errors from Pinus to others			Omission errors from Quercus to others		
True	Classified	%	True	Classified	%
Pn(A)	Ps(A)	22%	Qf(A)	Qp(A)	22%
Pn(A)	Jt(CA)	22%	Qf(A)	Qi(A)	20%
Pn(C)	Ps(C)	13%	Qf(D)	Qi(D)	19%
Pn(C)	Pt(C)	12%	Qf(C)	Qi(C)	13%
Pt(A)	Pp(A)	11%	Qf(D)	Qp(D)	12%
Ps(D)	Qp(D)	11%			

Commission errors – pixels classified as Pinus			Commission errors – pixels classified as others		
Classified	True	%	Classified	True	%
Pp(A)	Pt(A)	37%	Qf(A)	Qi(A)	38%
Pn(A)	Pt(A)	36%	Ec(C)	Pt(C)	35%
Pn(C)	Ps(C)	29%	Fs(C)	Qr(C)	33%
Pp(C)	Pt(C)	29%	Qf(D)	Qi(D)	30%
Pn(C)	Pt(C)	22%	Qf(C)	Qp(C)	25%
Ps(D)	Qp(D)	21%	Jt(D)	Qi(D)	21%

Clasificación supervisada de cubiertas naturales

Conclusiones

- 1) Machine learning techniques make possible to classify and map land cover based on remote sensing (with ancillary variables) in broad areas (regional and national level) considering more than a hundred classes with sufficient accuracy in many of them.
- 2) Results obtained with forests yield good percentage of success: 86% average accuracy for 35 forests classes in a broad area (9.4 million hectares).
- 3) Crisp decision trees on a pixel basis can provide good results for many classes, being most of forests and agricultural crops suitable for this methodology.
- 4) Considerations about mixed forests are very scale-dependent.
- 5) Results obtained with open forest are better than expected but are still improbable.
- 6) Success in supervised classification of natural and seminatural landscapes depends on many factors from which we underline the number and definition of categories, the amount and quality of training material, the dates of satellite imagery (connected to phenology), the ancillary classifier variables (Lidar-based and others), the treatment of mixed categories and the data process techniques.
- 7) Other areas of research and improvement are: reduction of overtraining, selection of classification variables, measure the influence of pixel size on mixed land covers, characterization of internal heterogeneity in mixed land covers and segmentation supplementary to SIGPAC.