

# Estimación de combustibles forestales a partir de datos LiDAR en Extremadura

García Cimarras A.\*, Manzanera J.A., Valbuena R., García Abril, A.

Grupo de investigación SILVANET, ETSI Montes, UPM

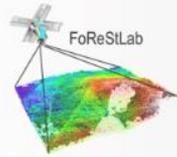
\*alba.gcimarras@upm.es



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management

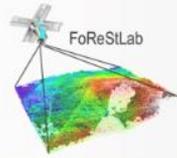


# Objetivos



Generar cartografía de tipos de combustibles forestales a partir de datos LiDAR

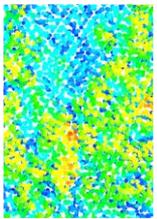




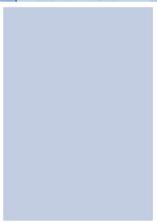
# Objetivos

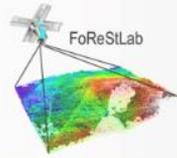


Generar cartografía de tipos de combustibles forestales a partir de datos LiDAR



Analizar el efecto de la densidad de puntos en la clasificación según los tipos de combustible

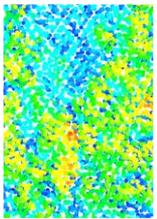




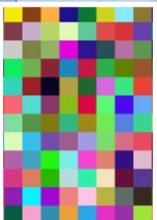
# Objetivos



Generar cartografía de tipos de combustibles forestales a partir de datos LiDAR



Analizar el efecto de la densidad de puntos en la clasificación según los tipos de combustible



Analizar el efecto del tamaño de píxel en la clasificación según los tipos de combustible

# Interés

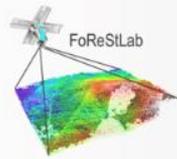
- Datos públicos, gratis y fácil acceso
- Método sencillo
- Estimar los combustibles forestales y crear un mapa de tipos de combustible
- Aplicable a grandes extensiones de terreno



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



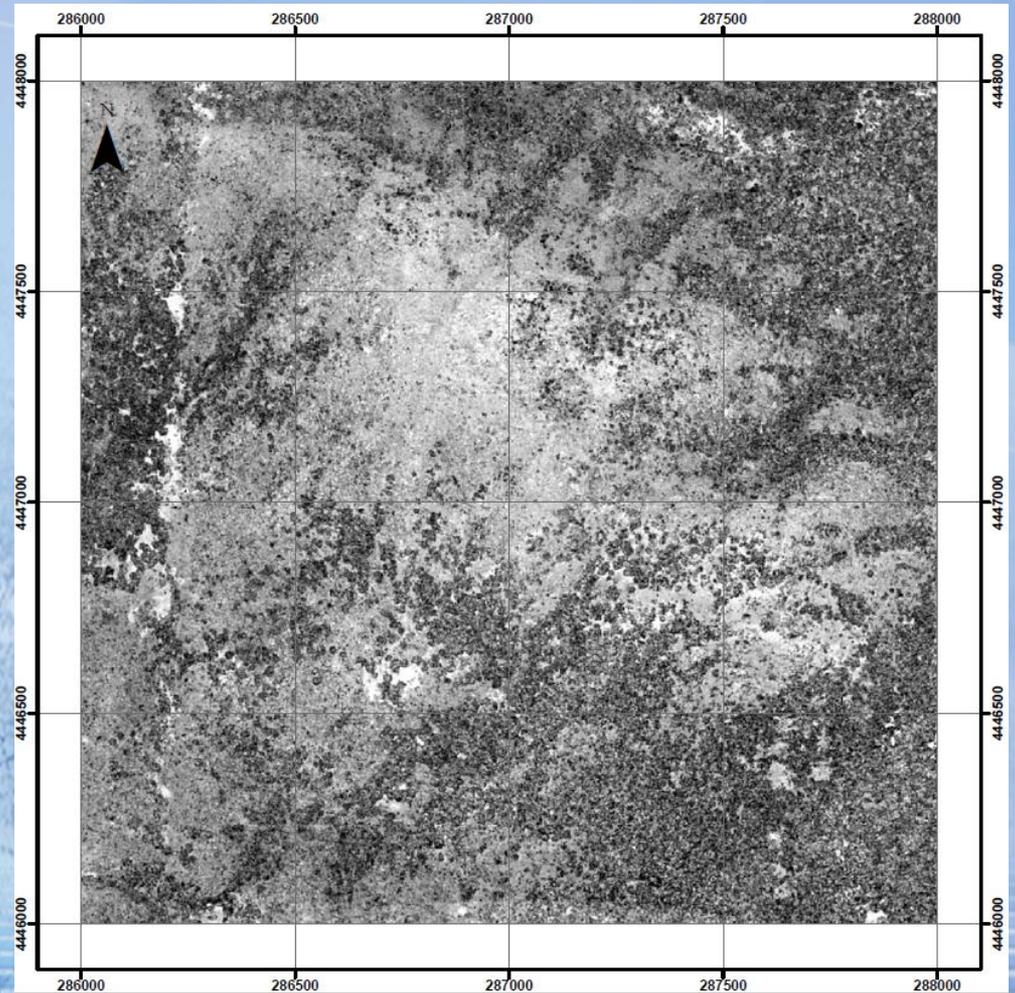
Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Zona de estudio



Extremadura

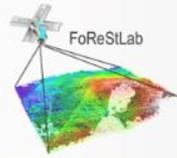




POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



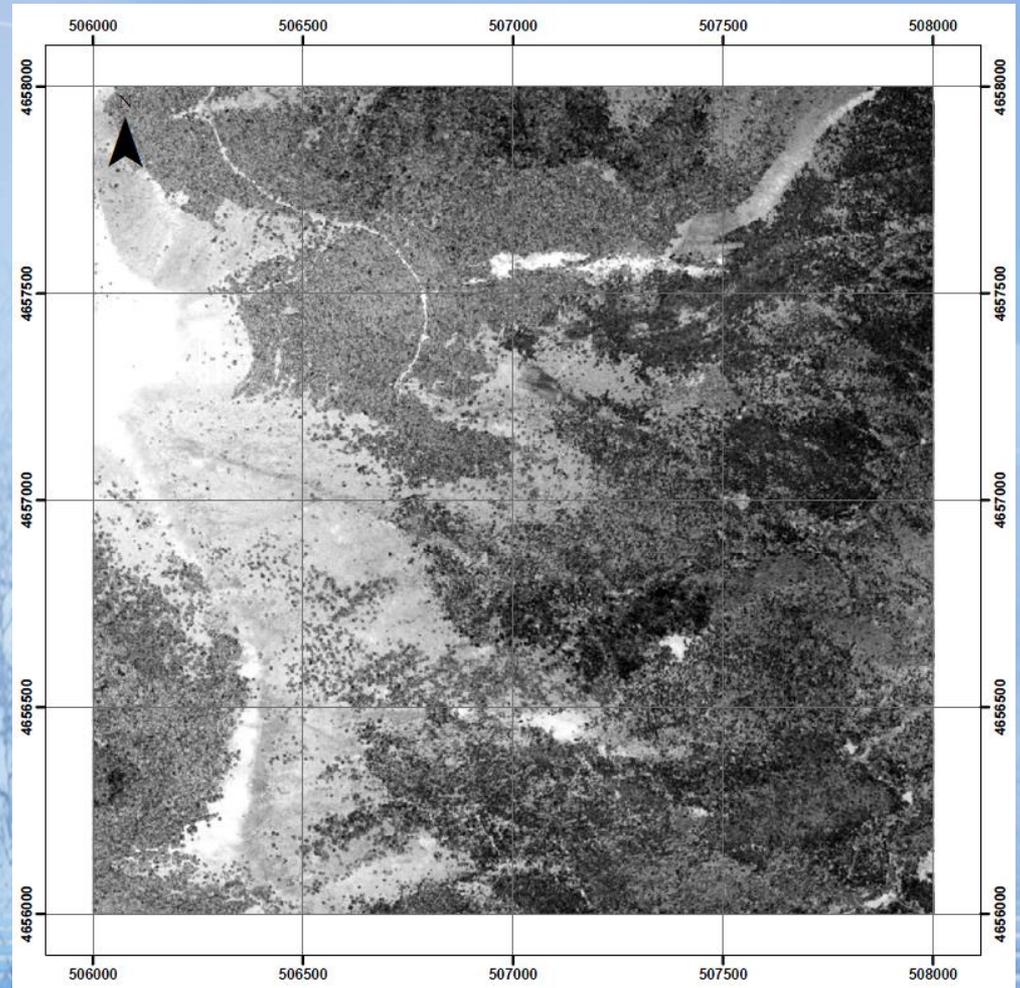
Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Zona de estudio



La Rioja



# Comparaciones

Zona	Tamaño píxel (m)	Densidad puntos (punto/m <sup>2</sup> )
La Rioja	40	> 1
Extremadura	40	0.5
Extremadura	20	0.5

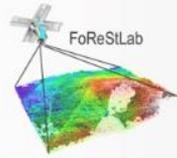
Efecto de la densidad de puntos en la clasificación



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Comparaciones

Zona	Tamaño píxel (m)	Densidad puntos (punto/m <sup>2</sup> )
La Rioja	40	> 1
Extremadura	40	0.5
Extremadura	20	0.5

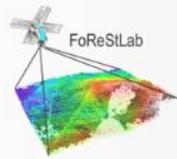
Efecto del tamaño de píxel en la clasificación



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

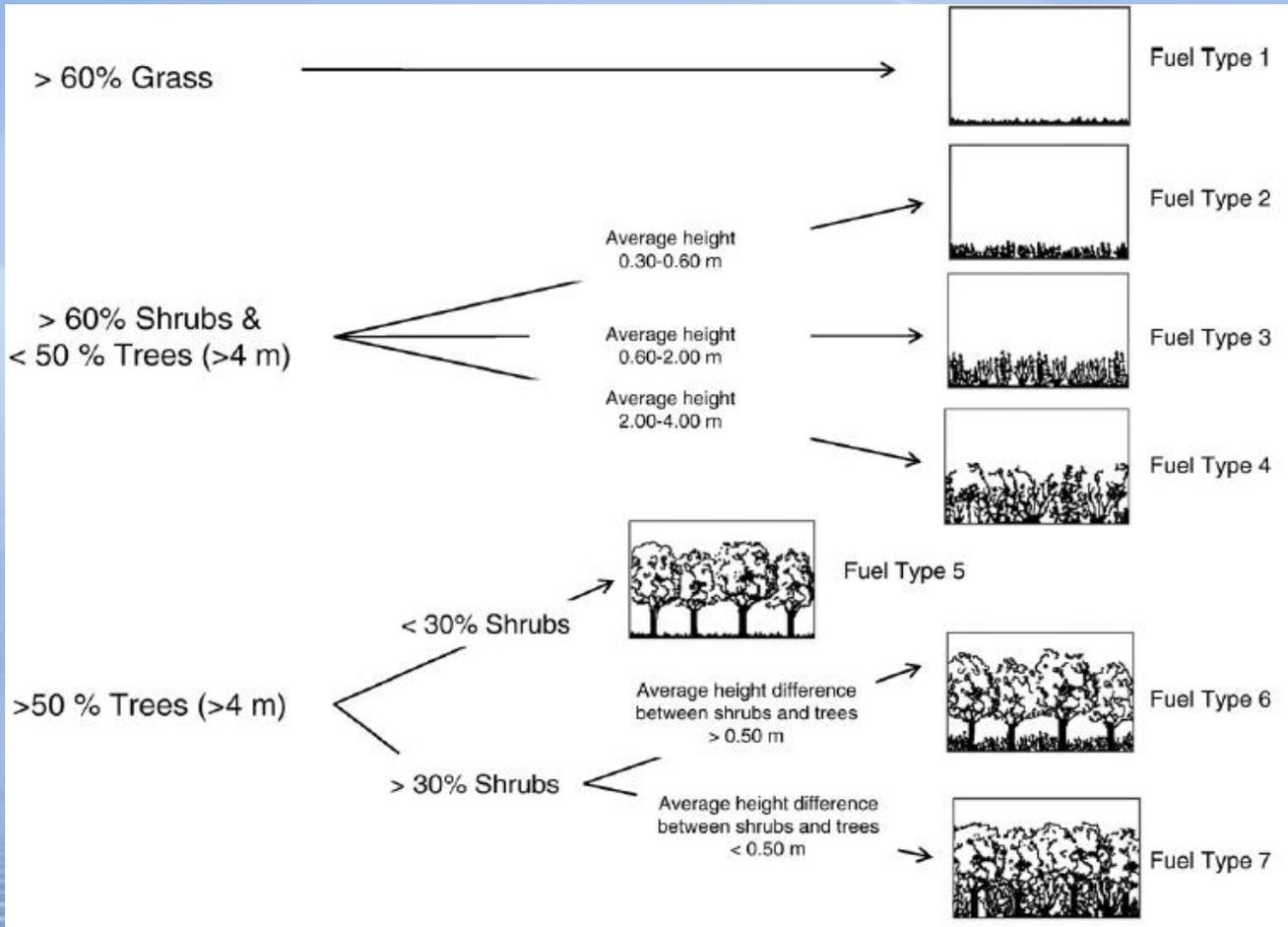
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Metodología



## Sistema Prometheus

(García et al., 2011)

# Metodología

LiDAR PNOA → Métricas LiDAR → Clasificación Prometheus

FCC < 40%	→	TC 1
1 <sup>er</sup> Máx	2 <sup>o</sup> Máx	Tipo Combustible
0.1 – 0.3 m	→	TC 1
0.3 – 0.6 m	→	TC 2
0.6 – 2.0 m	→	TC 3
2.0 – 4.0 m	→	TC 4
	0.1 – 0.3 m	TC 5
	0.3 – 0.6 m	TC 6
	0.6 – 2.0 m	TC 6
	2.0 – 4.0 m	TC 7
> 4.0 m		



TC 1



TC 5



TC 2



TC 6



TC 3



TC 7



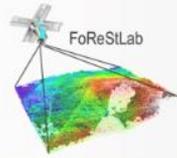
TC 4

(García et al., 2011)



**POLITÉCNICA**  
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
**E.T.S. de Ingenieros de Montes**  
Research Group for Sustainable Management



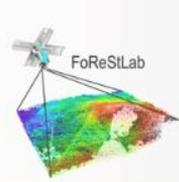
# Resultados

## Efecto de la densidad de puntos sobre la clasificación



POLITÉCNICA  
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



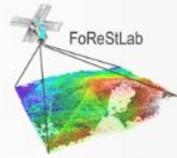
La Rioja  
Tamaño pixel 40 m  
>1 punto/m<sup>2</sup>



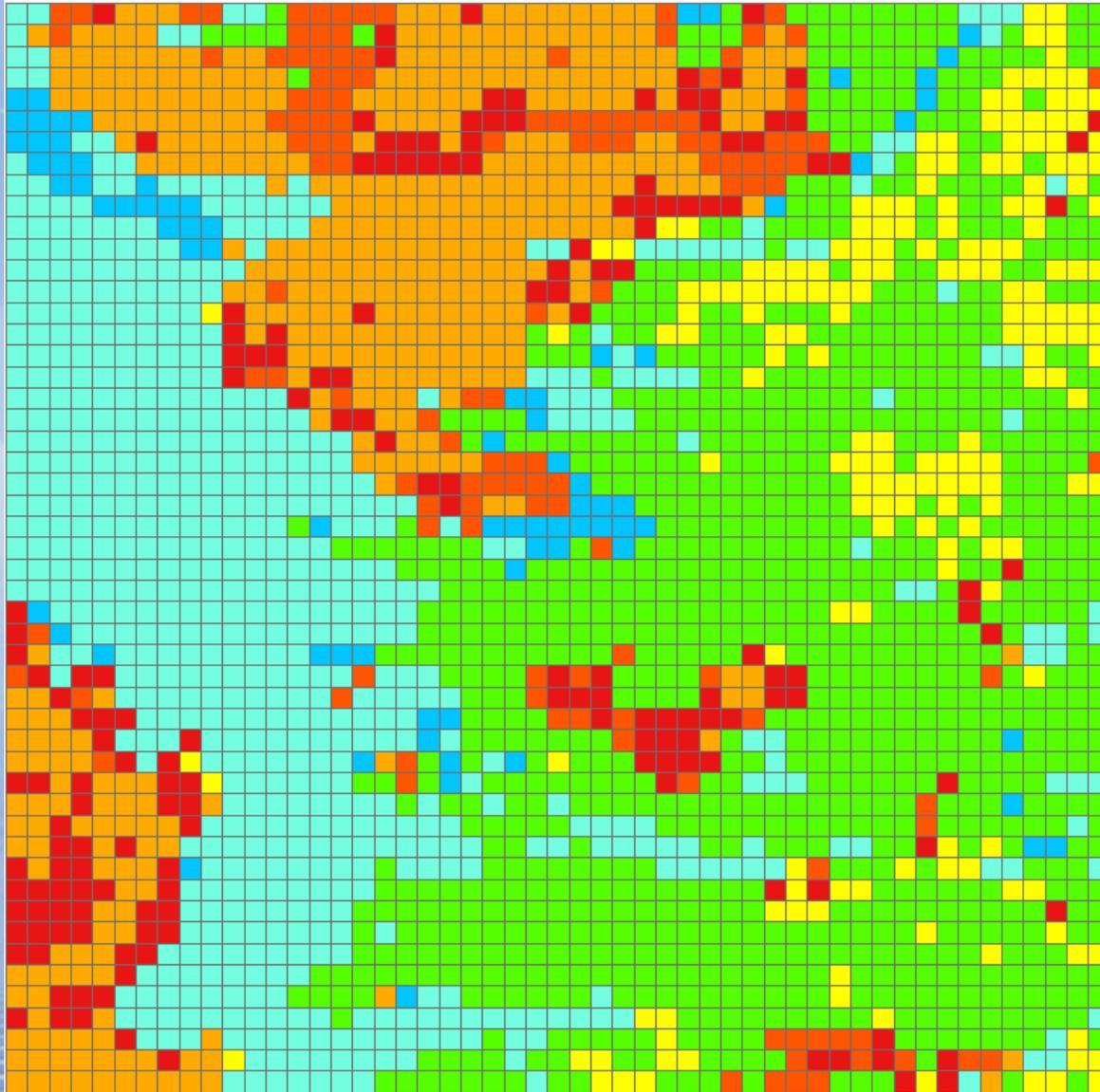
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



La Rioja  
Tamaño pixel 40 m  
>1 punto/m<sup>2</sup>

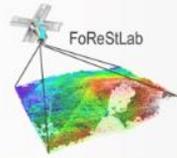
-  TC 1
-  TC 2
-  TC 3
-  TC 4
-  TC 5
-  TC 6
-  TC 7



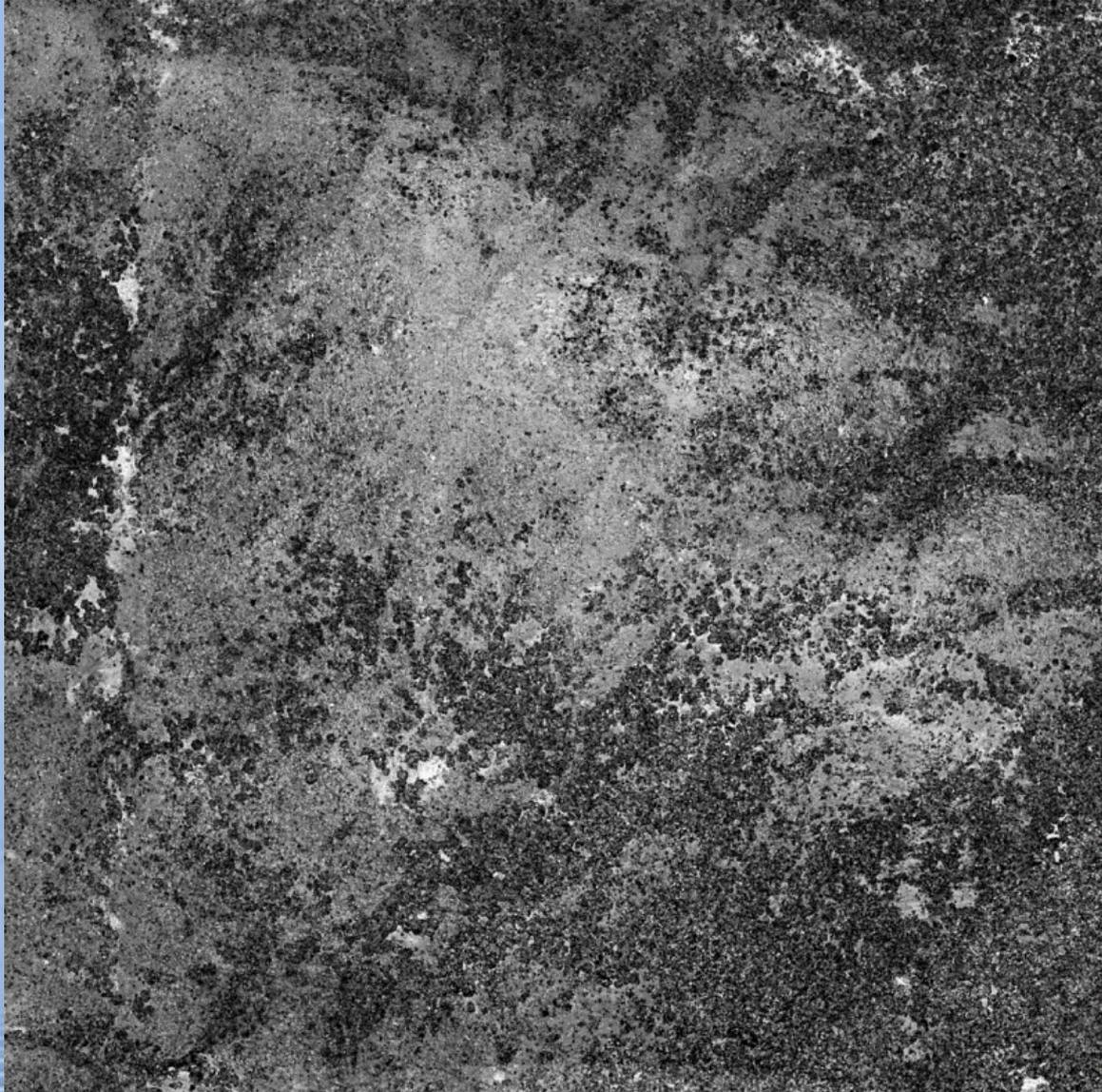
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



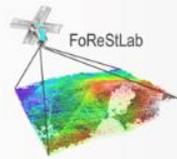
Extremadura  
Tamaño pixel 40 m  
0.5 punto/m<sup>2</sup>



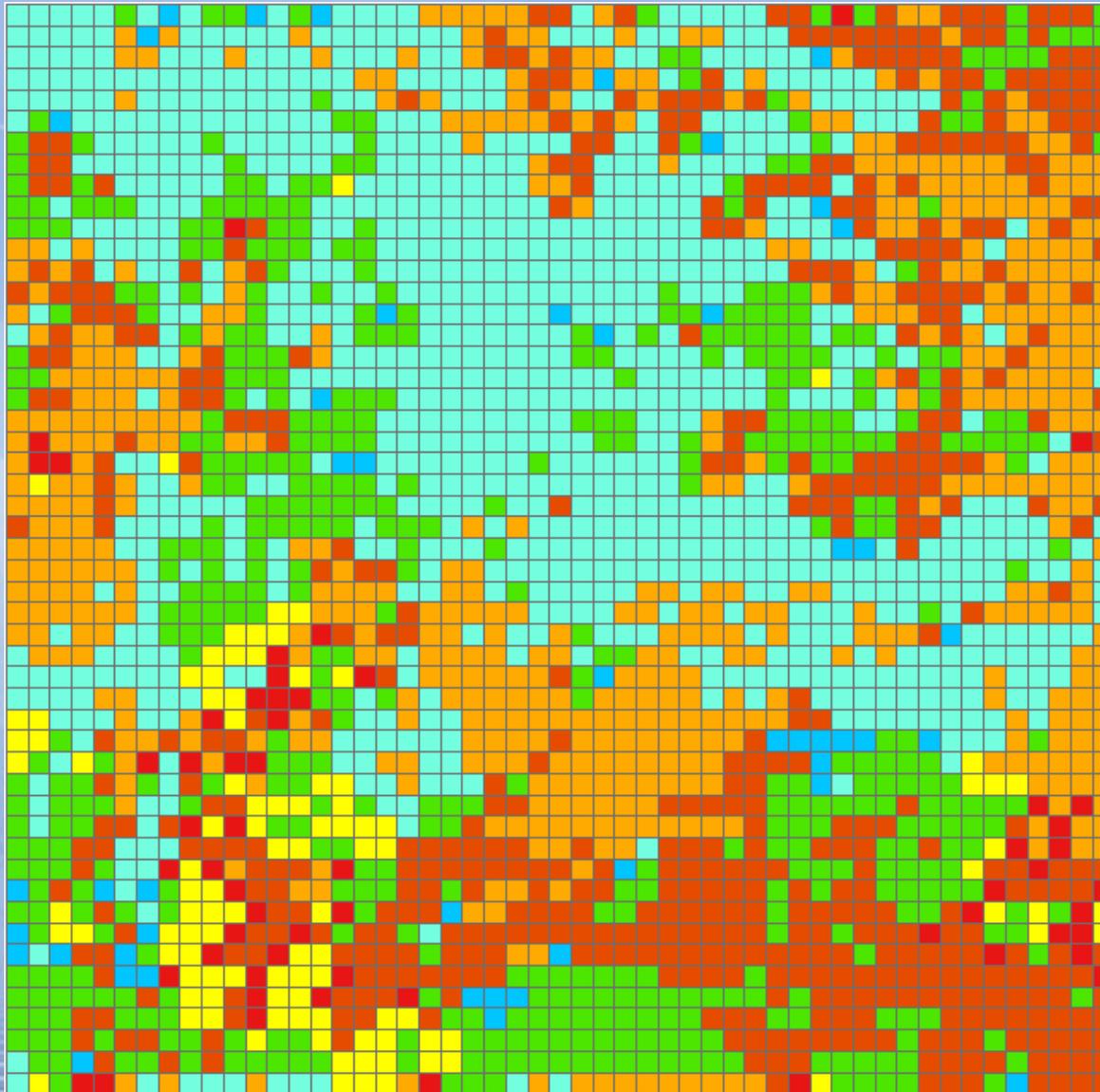
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



Extremadura  
Tamaño pixel 40 m  
 $0.5 \text{ punto/m}^2$

-  TC 1
-  TC 2
-  TC 3
-  TC 4
-  TC 5
-  TC 6
-  TC 7

# Matrices de confusión

Classified Data	Reference Data							Total	User's accuracy
	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7		
FT 1	14	1						15	93%
FT 2		14	1					15	93%
FT 3			15					15	100%
FT 4	1			13			1	15	87%
FT 5	5				9		1	15	60%
FT 6			2			7	6	15	47%
FT 7				1		7	7	15	47%
Sum	20	15	18	14	9	14	15	105	
Producer's accuracy	70%	93%	83%	93%	100%	50%	47%		

La Rioja  
Densidad >1 punto/m<sup>2</sup>  
Tamaño píxel 40 m  
Fiabilidad Global 75%  
Estadístico Kappa 71%

Classified Data	Reference Data							Total	User's accuracy
	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7		
FT 1	13	1	1					15	87%
FT 2		12	4					16	75%
FT 3			10	3			3	16	63%
FT 4	1			12			1	14	86%
FT 5	6	1			6	2		15	40%
FT 6			2			10	2	14	71%
FT 7				6			9	15	60%
Sum	20	14	17	21	6	12	15	105	
Producer's accuracy	65%	86%	59%	57%	100%	83%	60%		

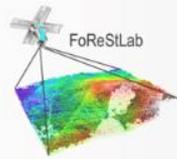
Extremadura  
Densidad 0.5 punto/m<sup>2</sup>  
Tamaño píxel 40 m  
Fiabilidad Global 68%  
Estadístico Kappa 63%



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management

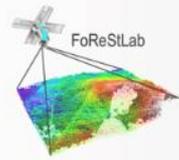


# Efecto del tamaño de píxel sobre la clasificación

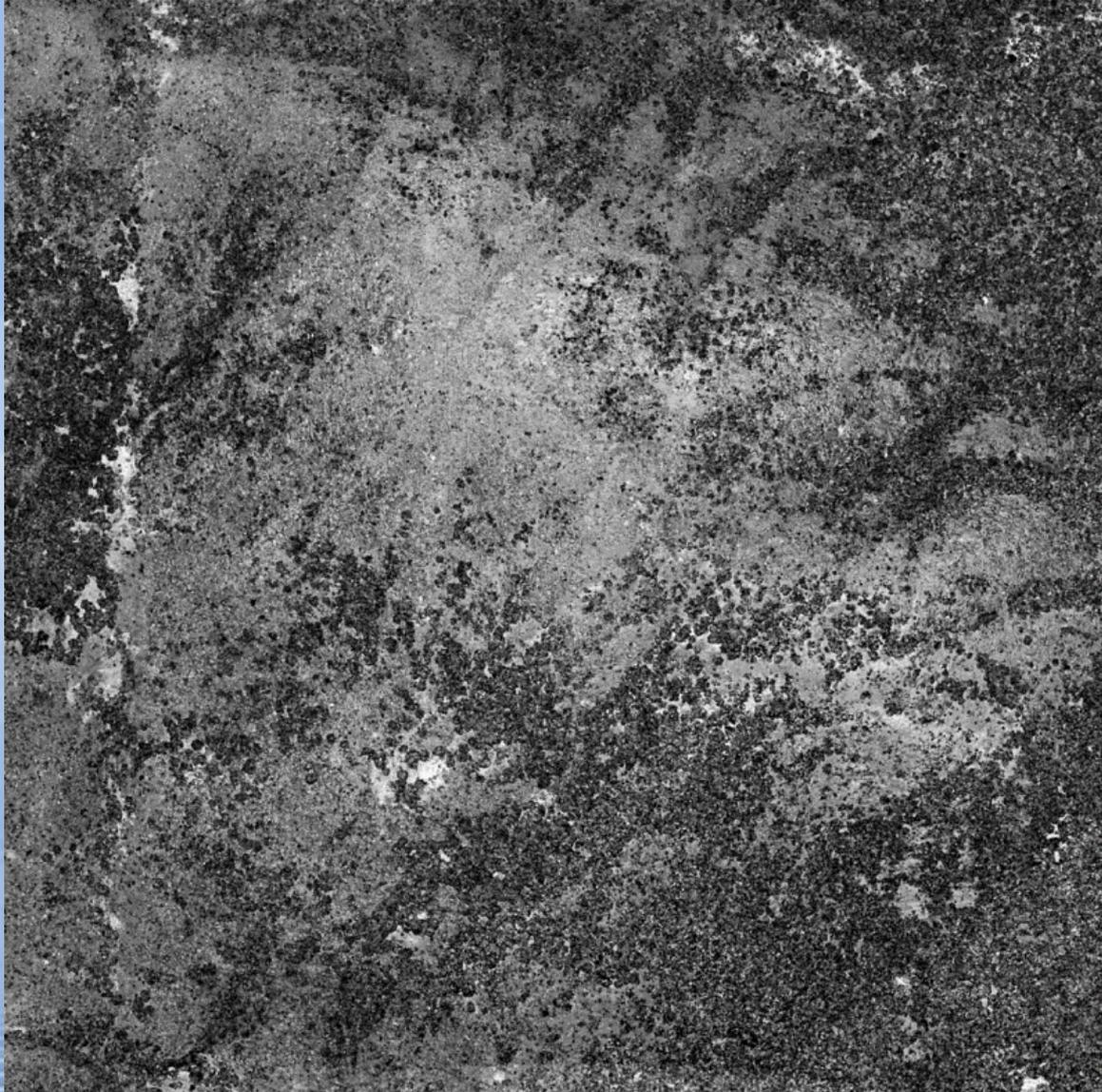


POLITÉCNICA  
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



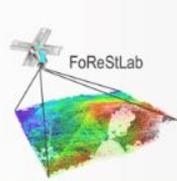
Extremadura  
Tamaño pixel 40 m  
0.5 punto/m<sup>2</sup>



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

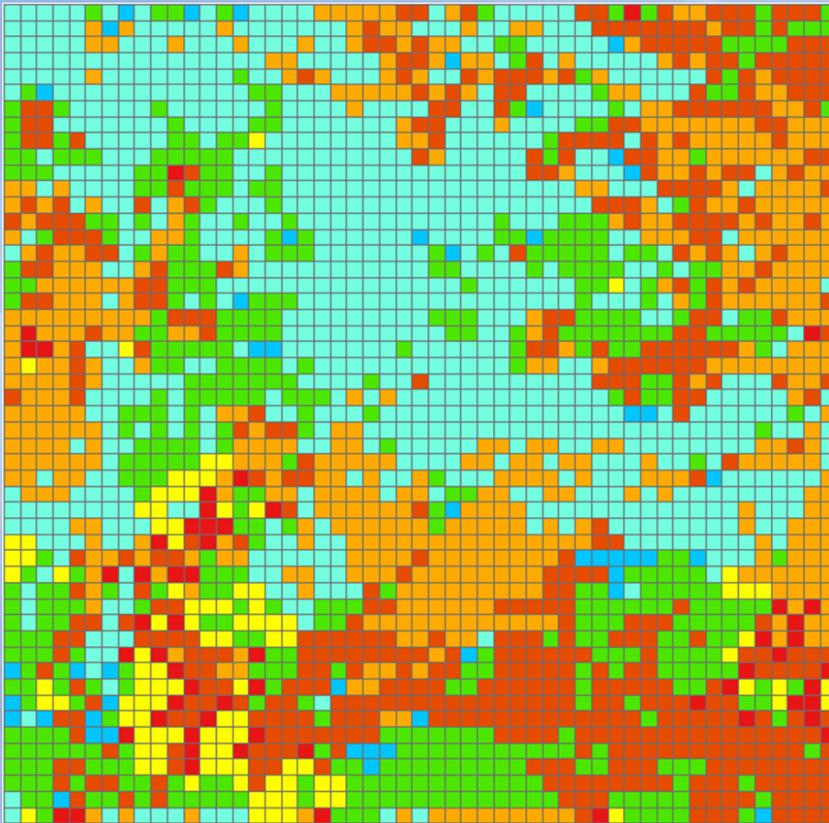
CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



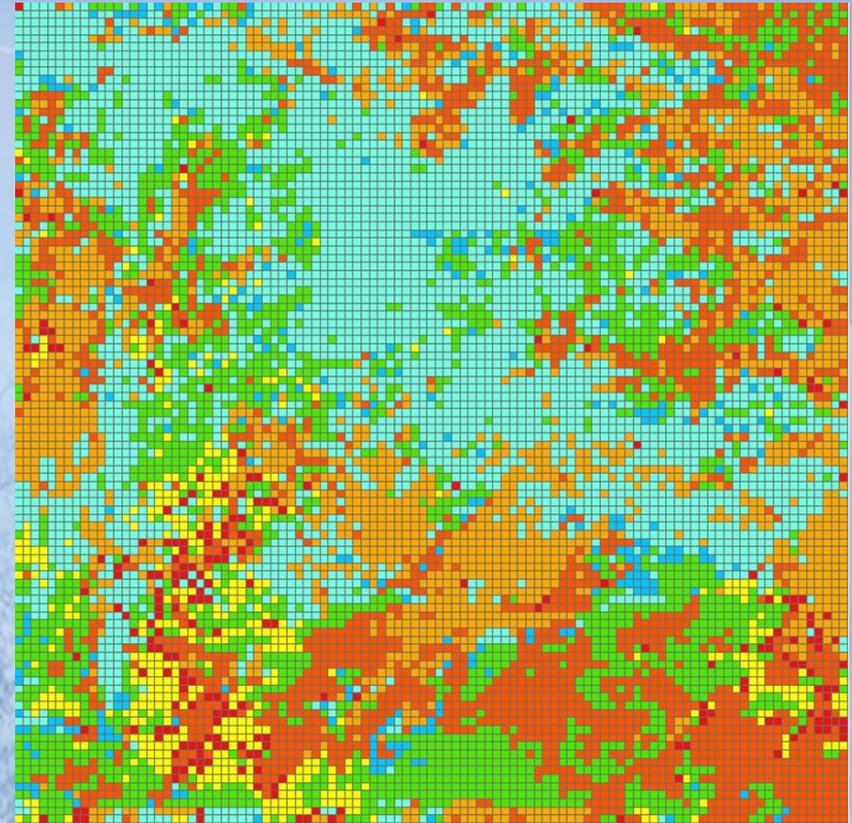
Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Comparación



Tamaño píxel 40 m



Tamaño píxel 20 m



# Matrices de confusión

Classified Data	Reference Data							Total	User's accuracy
	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7		
FT 1	13	1	1					15	87%
FT 2		12	4					16	75%
FT 3			10	3			3	16	63%
FT 4	1			12			1	14	86%
FT 5	6	1			6	2		15	40%
FT 6			2			10	2	14	71%
FT 7				6			9	15	60%
Sum	20	14	17	21	6	12	15	105	
Producer's accuracy	65%	86%	59%	57%	100%	83%	60%		

Extremadura  
Tamaño píxel 40m  
Densidad 0.5 punto/m<sup>2</sup>  
Fiabilidad Global 68%  
Estadístico Kappa 63%

Classified Data	Reference Data							Total	User's accuracy
	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6	FT 7		
FT 1	15							15	87%
FT 2		15						15	100%
FT 3			14	1				15	93%
FT 4		1	2	12				15	80%
FT 5	5				10			15	67%
FT 6			2			7	6	15	47%
FT 7			1		1	2	11	15	73%
Sum	20	16	19	13	11	9	17	105	
Producer's accuracy	75%	94%	74%	92%	91%	78%	65%		

Extremadura  
Tamaño píxel 20m  
Densidad 0.5 punto/m<sup>2</sup>  
Fiabilidad Global 80%  
Estadístico Kappa 76%

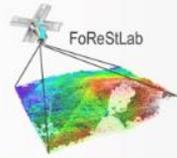
# Resumen

Zona	Densidad (punto/m <sup>2</sup> )	Tamaño píxel (m)	Fiabilidad Global	Estadístico Kappa
Extremadura	0.5	40	68%	63%
Extremadura	0.5	20	80%	76%
La Rioja	> 1	40	75%	71%



**POLITÉCNICA**  
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
**E.T.S. de Ingenieros de Montes**  
Research Group for Sustainable Management



# Discusión

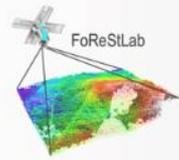
- Problemas para distinguir entre TC 6 y TC 7 según sea la altura del estrato arbóreo.



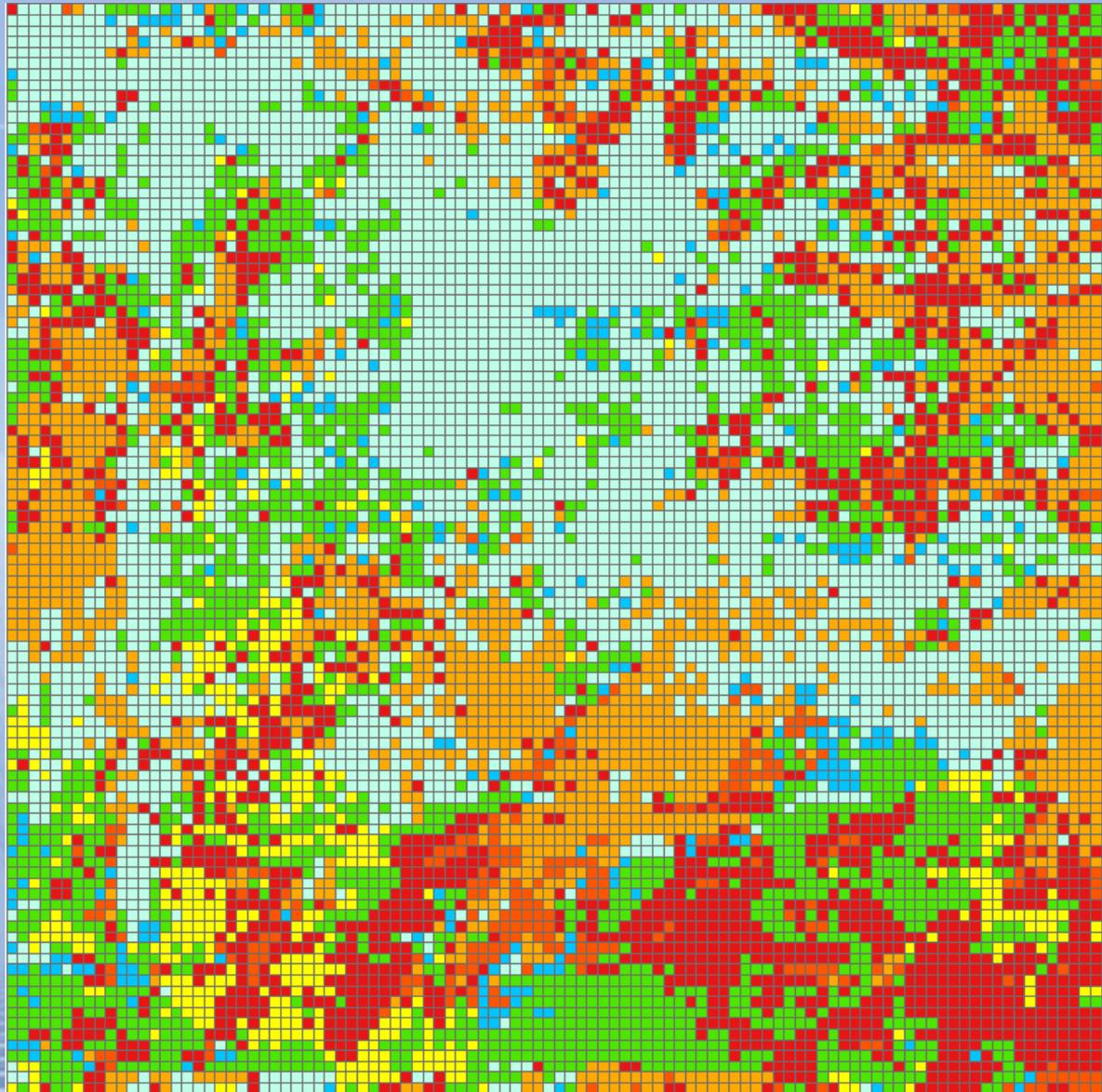
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

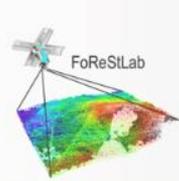
CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



-  TC 1
-  TC 2
-  TC 3
-  TC 4
-  TC 5
-  TC 6
-  TC 7



# Discusión

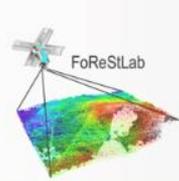
- Problemas para distinguir entre TC 6 y TC 7 según sea la altura del estrato arbóreo.
- Los errores generalmente se deben a una falta de FCC del estrato arbóreo.



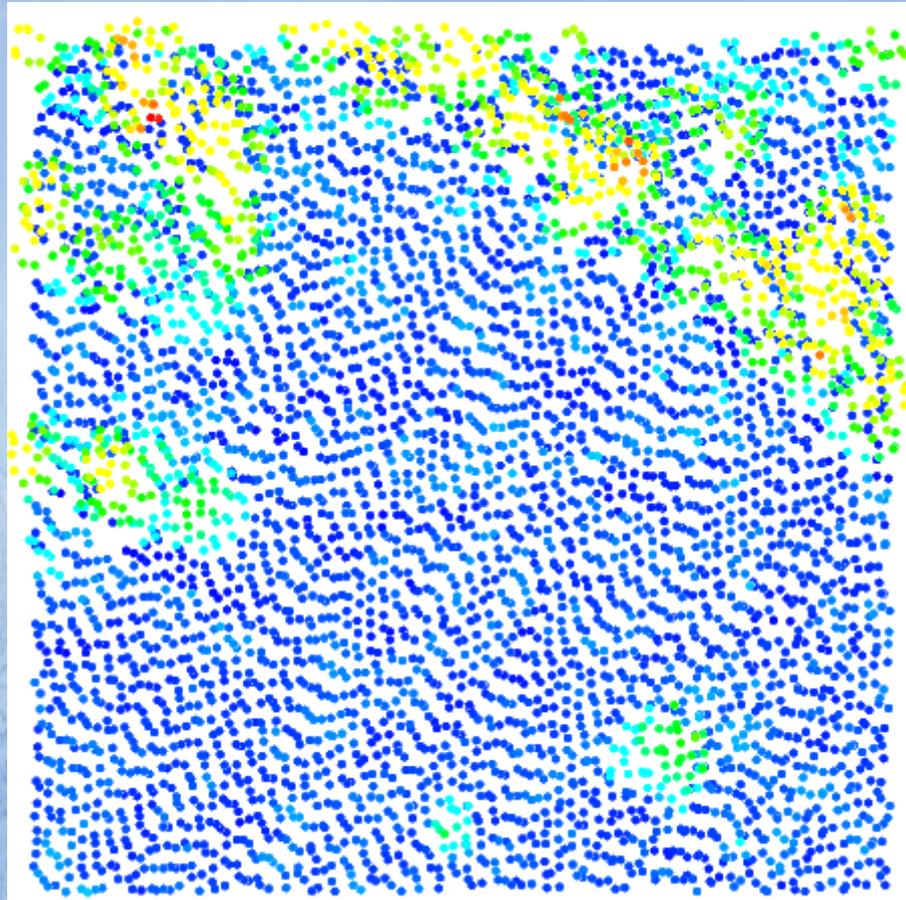
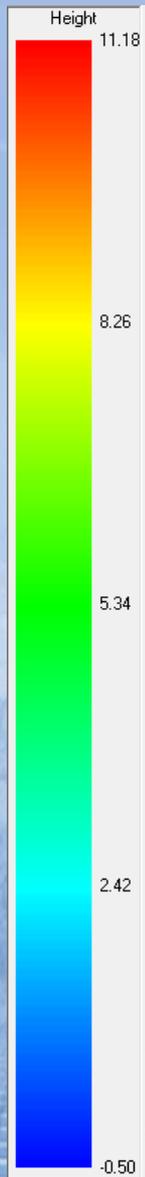
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Discusión

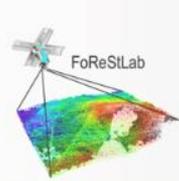
- Problemas para distinguir entre TC 6 y TC 7 según sea la altura del estrato arbóreo.
- Los errores generalmente se deben a una falta de FCC del estrato arbóreo .
- Con densidad  $>1$  punto/m<sup>2</sup> y bosque tupido, se pierde información del estrato arbustivo.



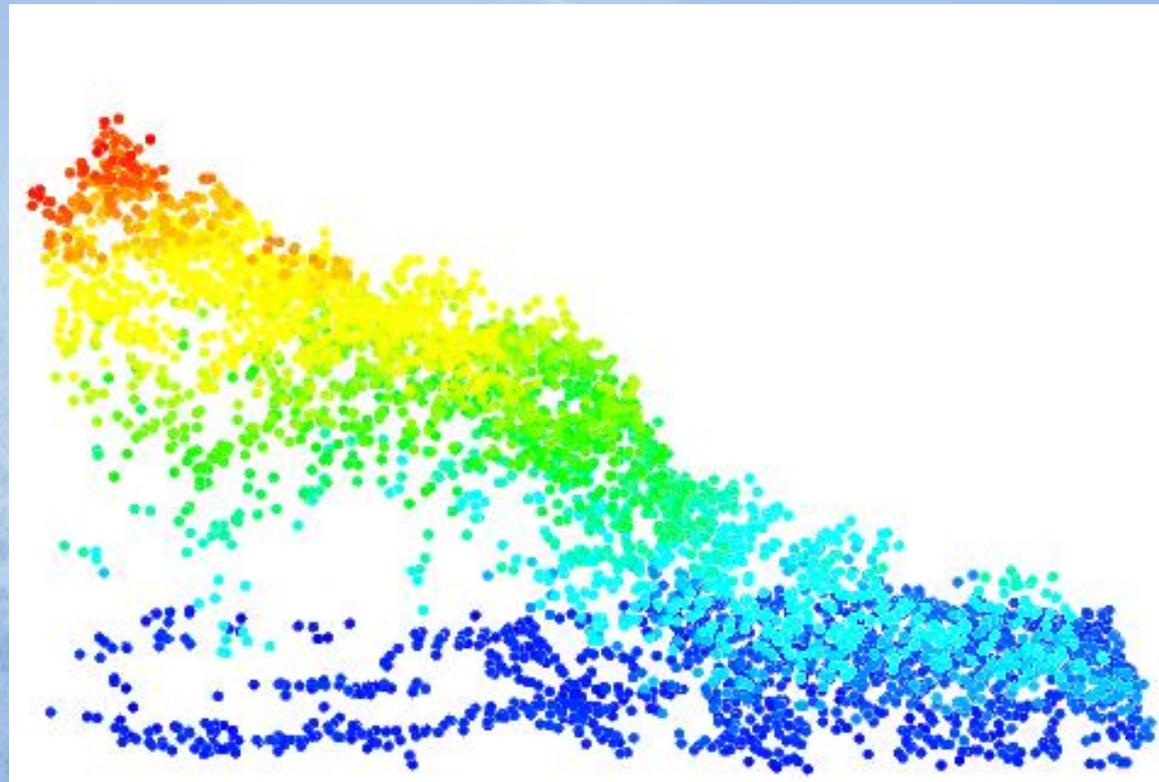
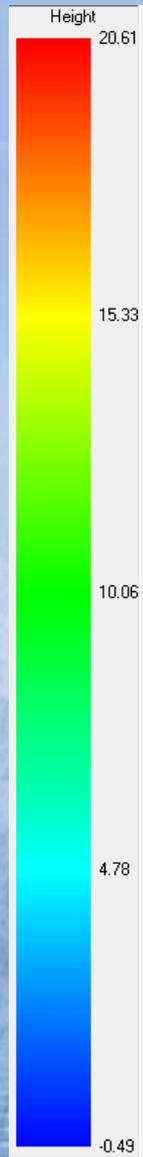
POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Discusión

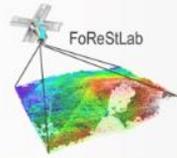
- Problemas para distinguir entre TC 6 y TC 7 según sea la altura del estrato arbóreo.
- Los errores generalmente se deben a una falta de FCC del estrato arbóreo .
- Con densidad  $>1$  punto/m<sup>2</sup> y bosque tupido, se pierde información del estrato arbustivo.
- Resultados comparables a Arroyo et al. (2006) (81.5% fiabilidad global y 78 %, Estadístico Kappa).



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

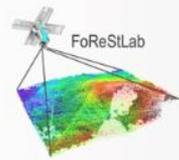


Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



# Conclusiones

- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.

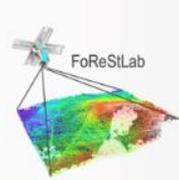


# Conclusiones

- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.
- Disminuyendo el tamaño de píxel de 40 a 20 m se observa una mejora del 12% en la fiabilidad global.

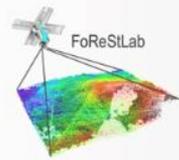
# Conclusiones

- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.
- Disminuyendo el tamaño de píxel de 40 a 20 m se observa una mejora del 12% en la fiabilidad global.
- **Mejorable: criterio de clasificación, combinar fuentes de información o validación en campo.**



# Conclusiones

- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.
- Disminuyendo el tamaño de píxel de 40 a 20 m se observa una mejora del 12% en la fiabilidad global.
- Mejorable: criterio de clasificación, combinar fuentes de información o validación en campo.
- Método sencillo y útil para la prevención de incendios.



# Conclusiones

- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.
- Disminuyendo el tamaño de píxel de 40 a 20 m se observa una mejora del 12% en la fiabilidad global.
- Mejorable: criterio de clasificación, combinar fuentes de información o validación en campo.
- Método **sencillo** y útil para la prevención de incendios
- **Localizar zonas de riesgo.**

# Conclusiones

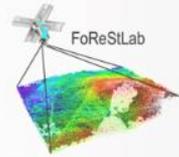
- Mejora del 7% en la fiabilidad global aumentando la densidad de puntos LiDAR entre 0.5 y  $>1$  puntos/m<sup>2</sup>.
- Disminuyendo el tamaño de píxel de 40 a 20 m se observa una mejora del 12% en la fiabilidad global.
- Mejorable: criterio de clasificación, combinar fuentes de información o validación en campo.
- Método **sencillo** y útil para la prevención de incendios
- Localizar zonas de riesgo.
- **Resultados extrapolables a nivel nacional.**



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid  
E.T.S. de Ingenieros de Montes  
Research Group for Sustainable Management



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

[alba.gcimarras@upm.es](mailto:alba.gcimarras@upm.es)