



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

## Predicción de recursos forestales a escala nacional con el IFN: el caso noruego

Clara Antón Fernández

Rasmus Astrup

Norwegian Institute of Bioeconomy Research



NIBIO

Fecha y lugar (Frankling Gothic Medium, 8 normal)



# NORUEGA

---



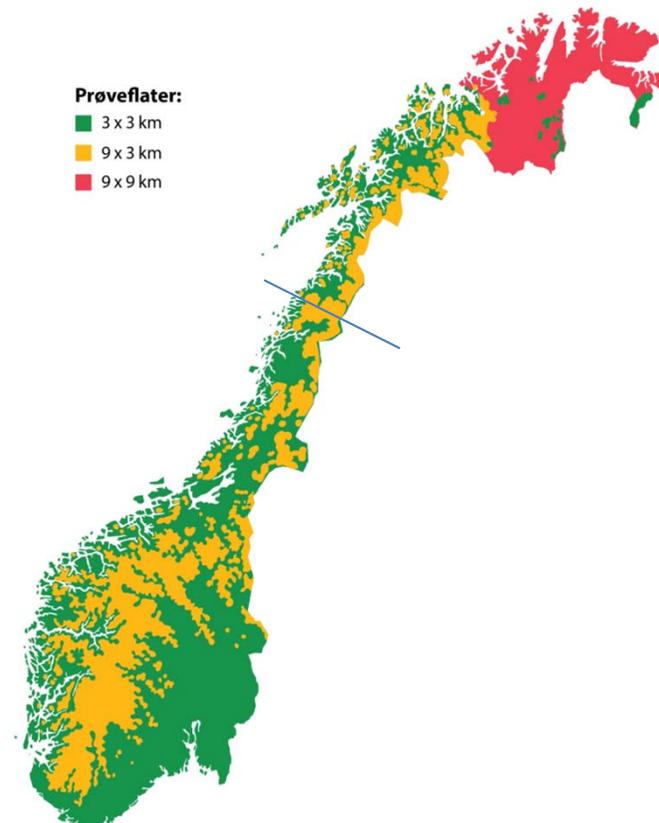
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Tamaño

385,000 km<sup>2</sup>

3/4 el tamaño de España

Latitudes 57° - 81°



# EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL NORUEGO

---



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Historia

1919-1930

1986-1993 parcelas permanentes

1994 inventario continuo - ciclos de 5 años

2005 Finnmark

10th (2010-2014)

11th (2015-2019)



NIBIO

## EL IFNN: DISEÑO



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

### Prøveflater:

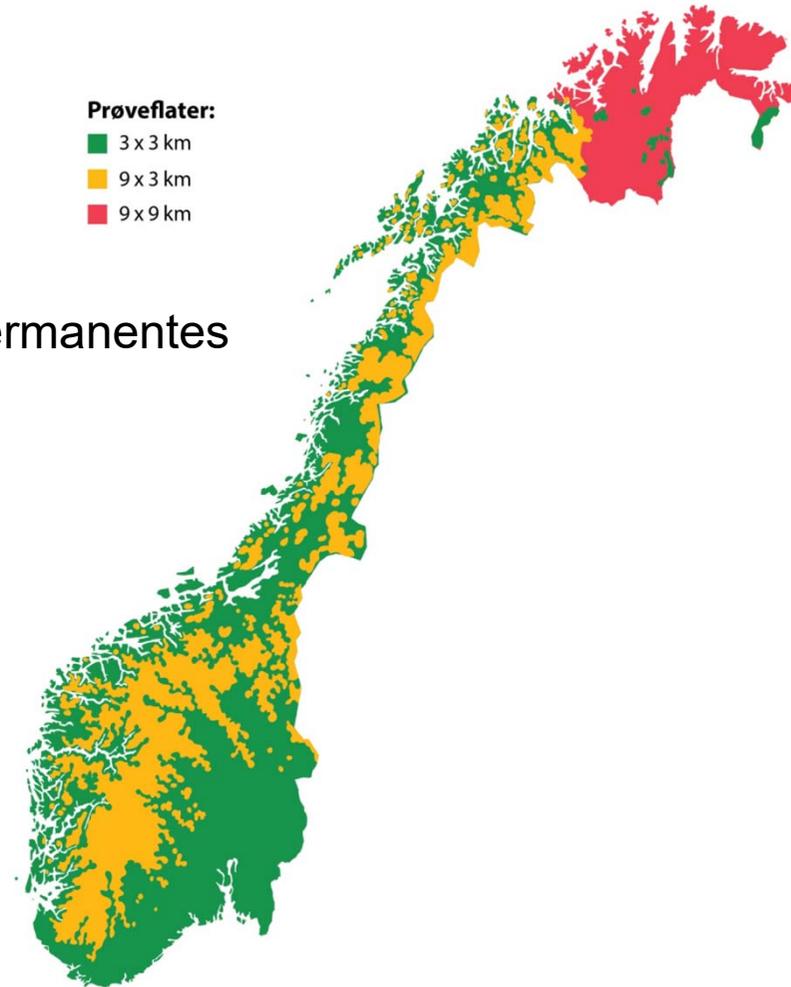
■ 3 x 3 km

■ 9 x 3 km

■ 9 x 9 km

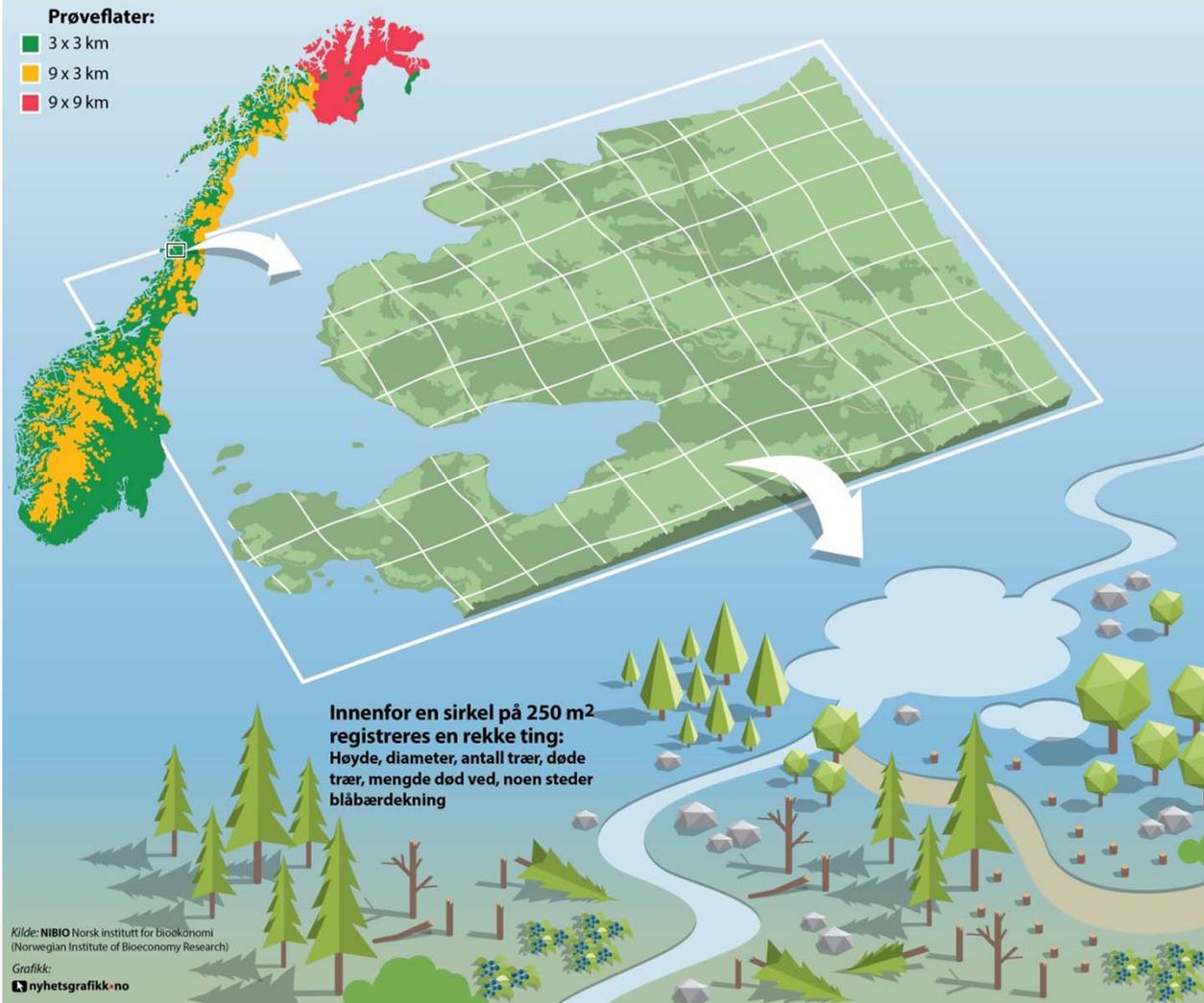
22,000 (12,000) parcelas permanentes

*Picea abies*  
*Pinus sylvestris*  
*Betula spp.*



NIBIO

## Landsdekkende nett av prøveflater



### IFNN variables que medimos:

- Diámetro (> 5cm)
- Altura (10 árboles)
- Árboles muertos
- Madera
- Biodiversidad
- Gestión



### **Ejemplos de usos del el IFNN:**

- Estimaciones tradicionales
  - estado de las masas forestales
  - volumen
  - uso
  - cambios de uso de suelo
  - biodiversidad
- Informes de carbono
- Modelos de crecimiento

### **Ejemplos de proyecciones con el IFN:**

- Carbono
- Impacto de medidas legislativas
- Recomendaciones de manejo
  - Buenas prácticas



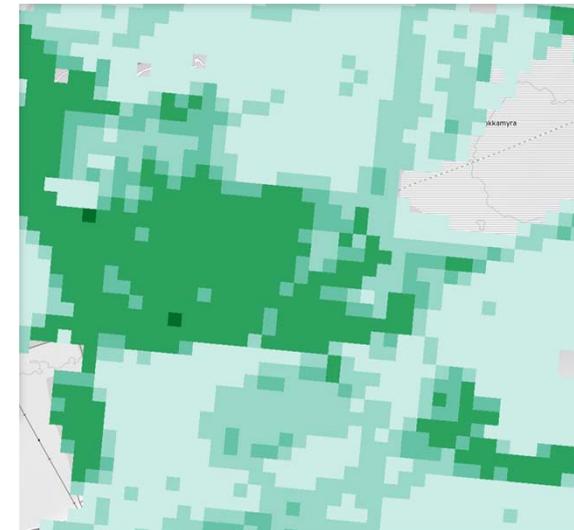
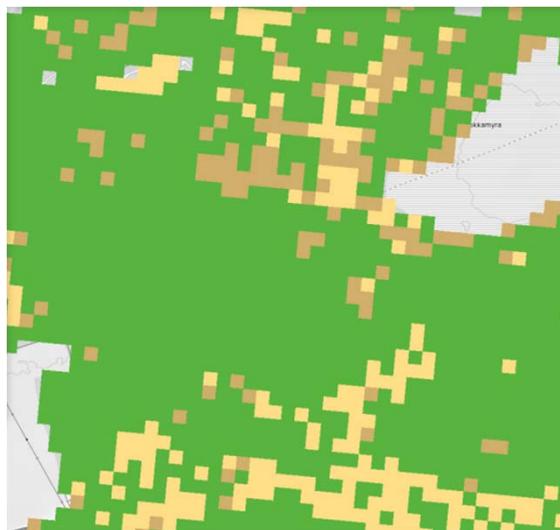
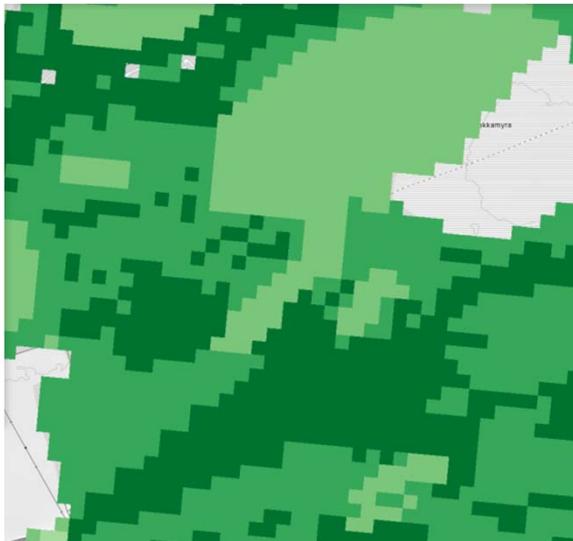
### Datos y más datos:

- IFNN (discontinuos, información a nivel regional)
- Teledetección
  - SATSKOG (landsat 30x30m, sentinel 10x10m)
    - KNN
    - No es suficiente para inventarios para la ordenación de montes
  - SR16 (fotogrametría aérea 3D- nubes de puntos)
    - Regresión, KNN
    - Campaña nacional de láser

## COMBINANDO LO MEJOR: SR16

---

- SR16
  - Imágenes aéreas
  - MTD
  - NNFI

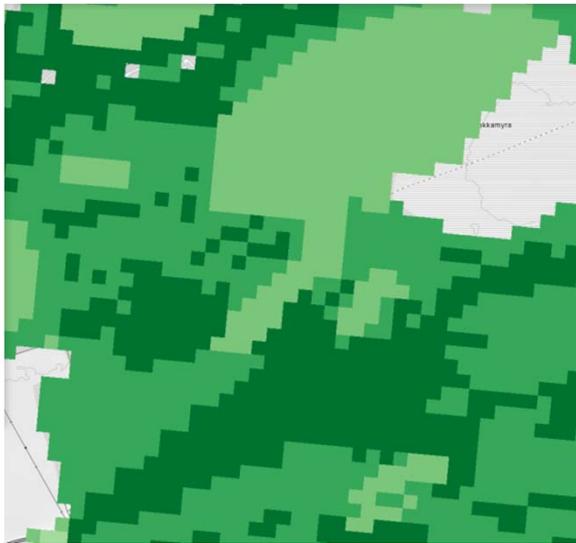


NIBIO

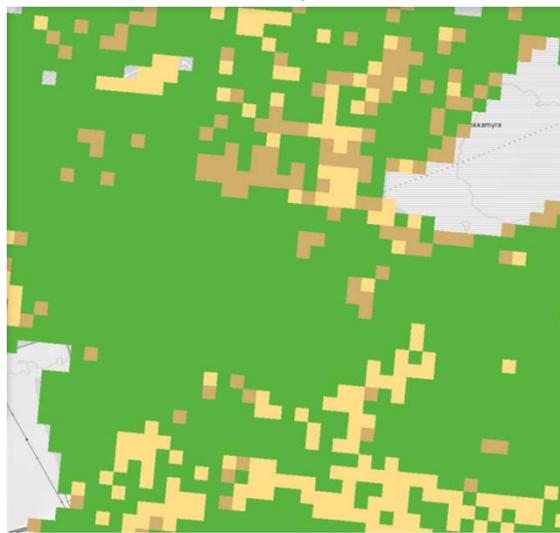
# COMBINANDO LO MEJOR: SR16

- SR16  
Imágenes aéreas  
MTD  
NNFI

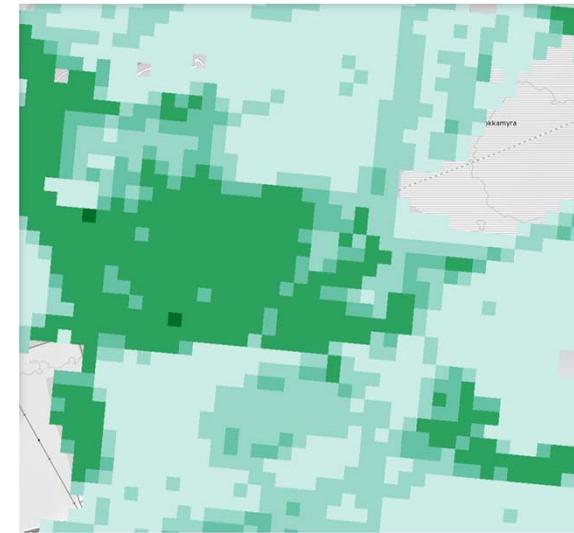
Regresión paramétrica



 Índice de sitio Abies  
NIBIO



especie dominante



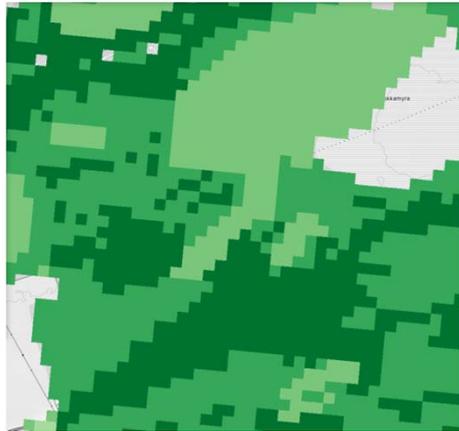
volumen

Imágenes cedidas por Johannes Rahlf

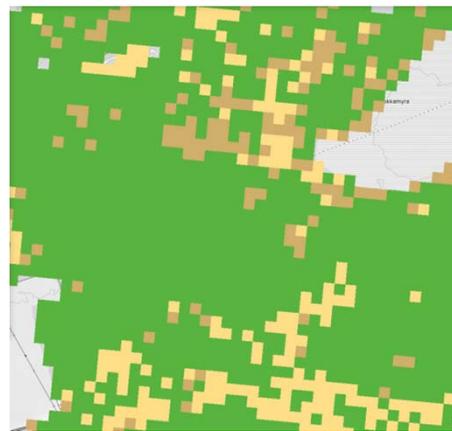
## COMBINANDO LO MEJOR: SR16



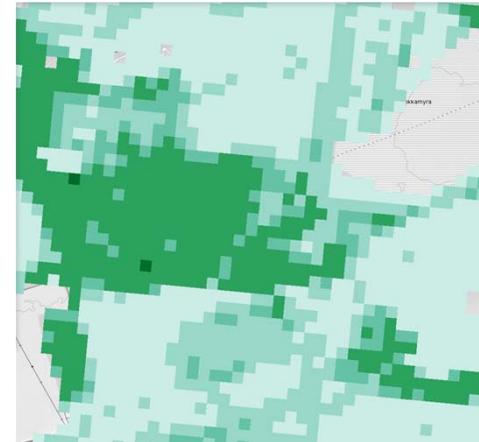
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



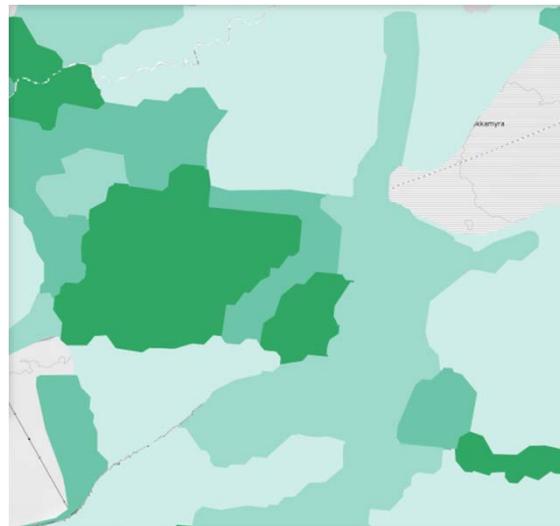
Índice de sitio



especie dominante



volumen



segmentación

## ¿ POR QUE PROYECTAR SR16 ?

---

### **Proyecciones con el IFNN:**

- Carbono
- Impacto de medidas legislativas
- Recomendaciones de manejo

## ¿ POR QUÉ PROYECTAR SR16 ?

---



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

- Clima (albedo)
- Estudios hidrológicos
- Políticas forestales
- Riesgos (viento, nieve, plagas)



## CÓMO PROYECTAR SR16

---



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

- Clima (albedo)
- Estudios hidrológicos
- Políticas forestales
- Riesgos (viento, nieve, plagas)



### **Reto:**

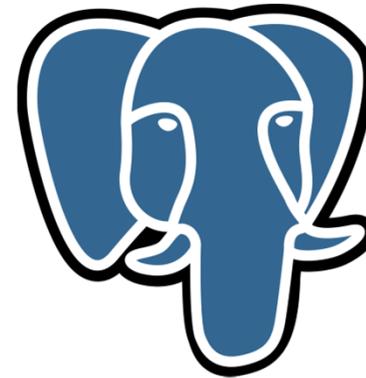
---

- Variabilidad
- Predicción y retrospección
- Consistencia
- Cambio climático



### OPEN SOURCE:

- PostgreSQL
- Python
- R



- Proyectamos NNFI (árboles individuales – sitree)
- Calculamos las variables de interés
- Calculamos incrementos
- KNN (clima, especies, volumen, calidad de sitio, estructura del rodal)

# MODELO de CRECIMIENTO

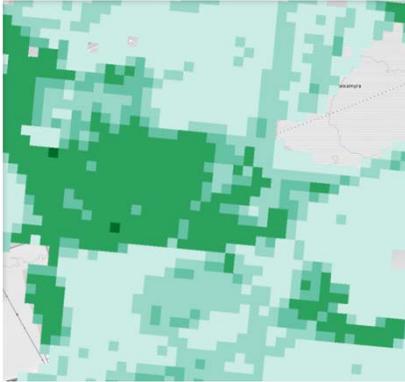


SI	SI spp	age	temp	pp	vol spruce	vol pine	vol harw	soil carbon	vol spruce	vol pine	vol harw	bio spru	bio pine	bio harw
6	1	0	2	25	0	0	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5545	350	1189
6	1	0	2	25	0	0	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	0	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2056
6	1	0	2	25	0	0	450	-3,77	0,79	0,81	2,52	1363	655	3096
6	1	0	2	25	0	150	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5542	350	1189
6	1	0	2	25	0	150	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	150	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2057
6	1	0	2	25	0	150	450	-3,77	0,79	0,81	2,53	1363	656	3097
6	1	0	2	25	0	300	0	-3,02	3,62	3,24	0,95	4794	1874	1269
6	1	0	2	25	0	300	150	-3,02	3,61	3,25	0,95	4784	1878	1270
6	1	0	2	25	0	300	300	-3,02	3,61	3,25	0,95	4779	1878	1272
6	1	0	2	25	0	300	450	-3,42	1,17	3,65	1,94	1652	2175	2308
6	1	0	2	25	0	450	0	-3,01	3,59	3,34	0,94	4765	1927	1259
6	1	0	2	25	0	450	150	-3,01	3,59	3,34	0,94	4760	1924	1261



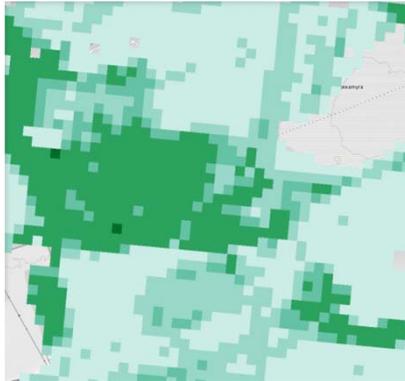
## MODELO de CRECIMIENTO

---

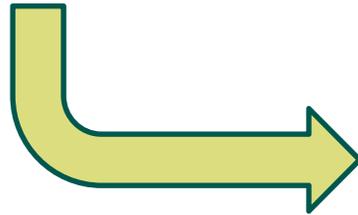


Volumen inicial

# MODELO de CRECIMIENTO



Volumen inicial

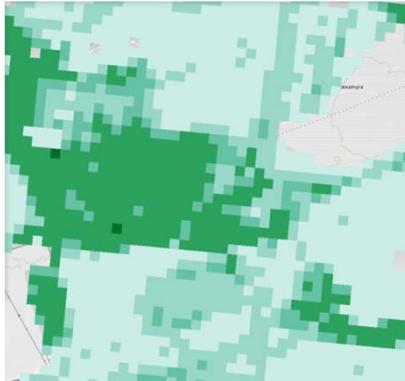


SI	SI spp	age	temp	pp	vol spruce	vol pine	vol harw	soil carbon	vol spruce	vol pine	vol harw	bio spru	bio pine	bio harw
6	1	0	2	25	0	0	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5545	350	1189
6	1	0	2	25	0	0	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	0	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2056
6	1	0	2	25	0	0	450	-3,77	0,79	0,81	2,52	1363	655	3096
6	1	0	2	25	0	150	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5542	350	1189
6	1	0	2	25	0	150	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	150	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2057
6	1	0	2	25	0	150	450	-3,77	0,79	0,81	2,53	1363	656	3097
6	1	0	2	25	0	300	0	-3,02	3,62	3,24	0,95	4794	1874	1269
6	1	0	2	25	0	300	150	-3,02	3,61	3,25	0,95	4784	1878	1270
6	1	0	2	25	0	300	300	-3,02	3,61	3,25	0,95	4779	1878	1272
6	1	0	2	25	0	300	450	-3,42	1,17	3,65	1,94	1652	2175	2308
6	1	0	2	25	0	450	0	-3,01	3,59	3,34	0,94	4765	1927	1259
6	1	0	2	25	0	450	150	-3,01	3,59	3,34	0,94	4760	1924	1261



Incremento o  
disminución de  
volumen

# MODELO de CRECIMIENTO

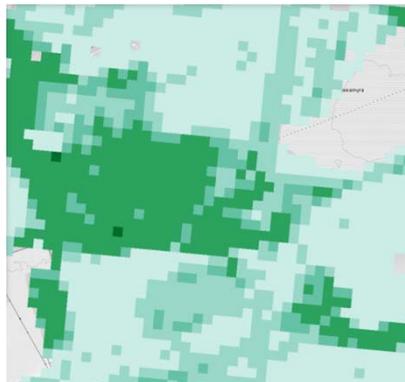


Volumen inicial

SI	SI spp	age	temp	pp	vol spruce	vol pine	vol harw	soil carbon	vol spruce	vol pine	vol harw	bio spru	bio pine	bio harw
6	1	0	2	25	0	0	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5545	350	1189
6	1	0	2	25	0	0	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	0	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2056
6	1	0	2	25	0	0	450	-3,77	0,79	0,81	2,52	1363	655	3096
6	1	0	2	25	0	150	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5542	350	1189
6	1	0	2	25	0	150	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	150	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2057
6	1	0	2	25	0	150	450	-3,77	0,79	0,81	2,53	1363	656	3097
6	1	0	2	25	0	300	0	-3,02	3,62	3,24	0,95	4794	1874	1269
6	1	0	2	25	0	300	150	-3,02	3,61	3,25	0,95	4784	1878	1270
6	1	0	2	25	0	300	300	-3,02	3,61	3,25	0,95	4779	1878	1272
6	1	0	2	25	0	300	450	-3,42	1,17	3,65	1,94	1652	2175	2308
6	1	0	2	25	0	450	0	-3,01	3,59	3,34	0,94	4765	1927	1259
6	1	0	2	25	0	450	150	-3,01	3,59	3,34	0,94	4760	1924	1261



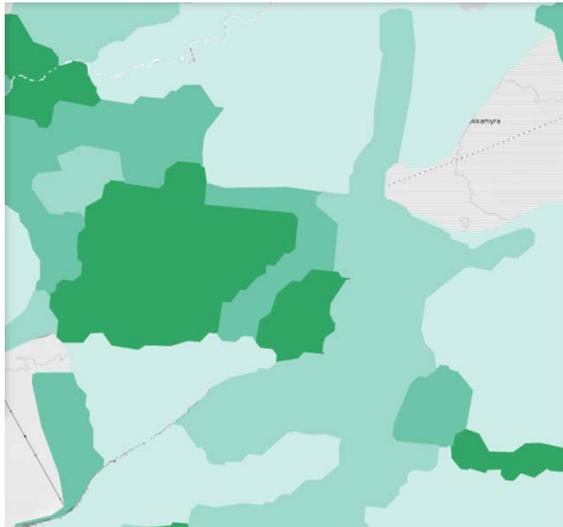
Incremento o  
disminución de  
volumen



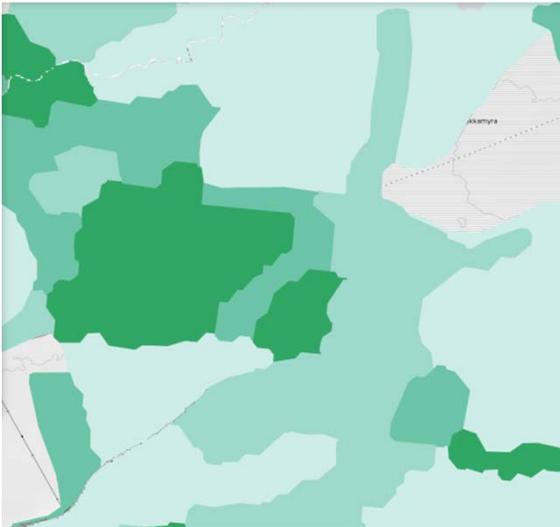
Volumen +5 años



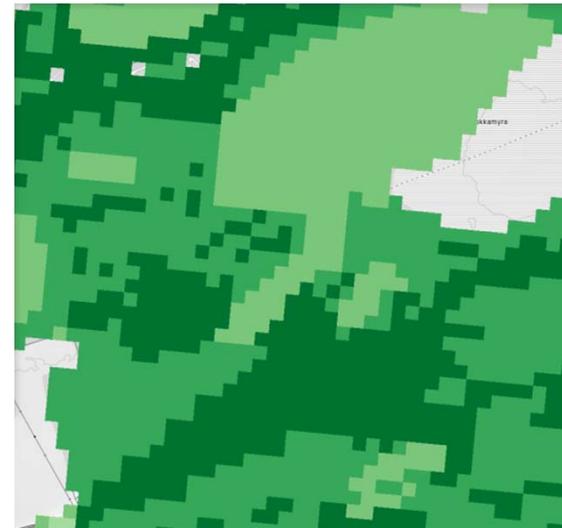
### Decisiones a nivel de rodal



Decisiones a nivel de rodal

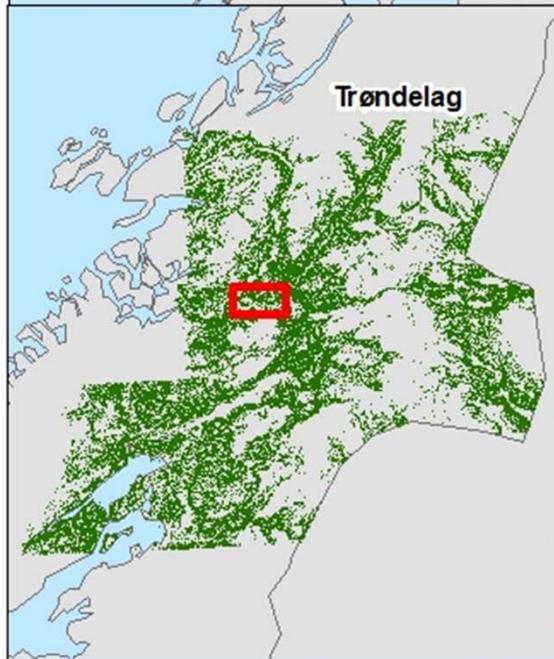
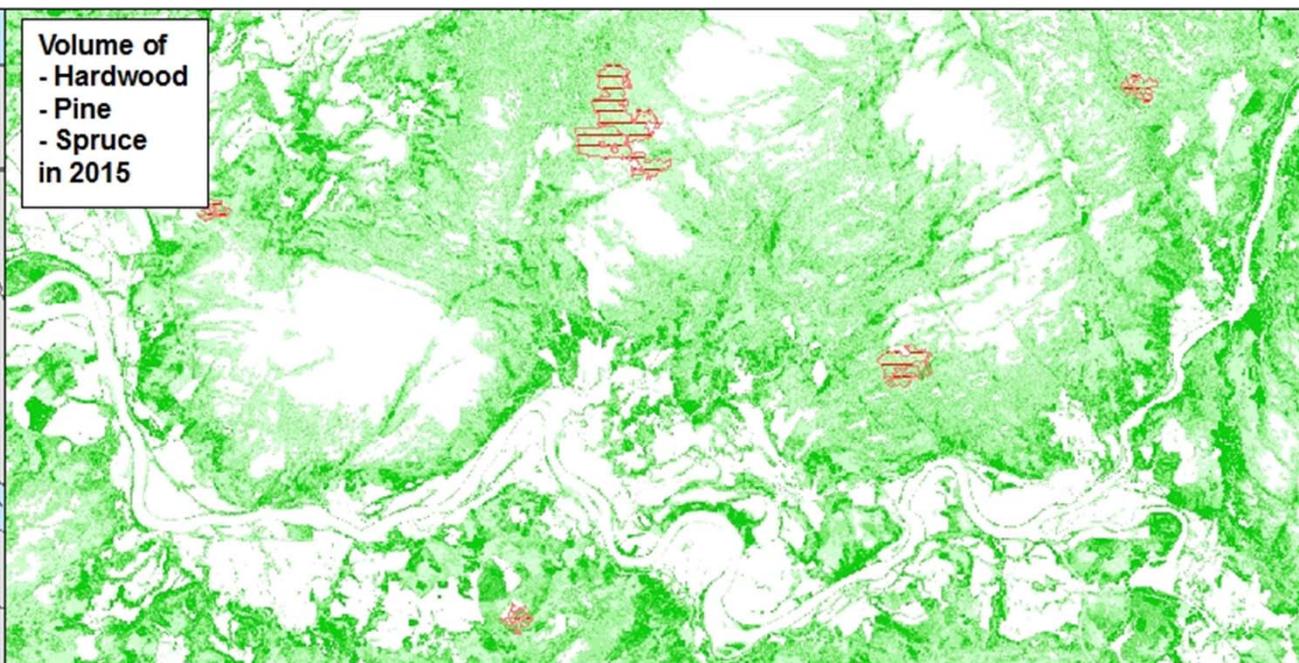


Aplicación a nivel de parcela

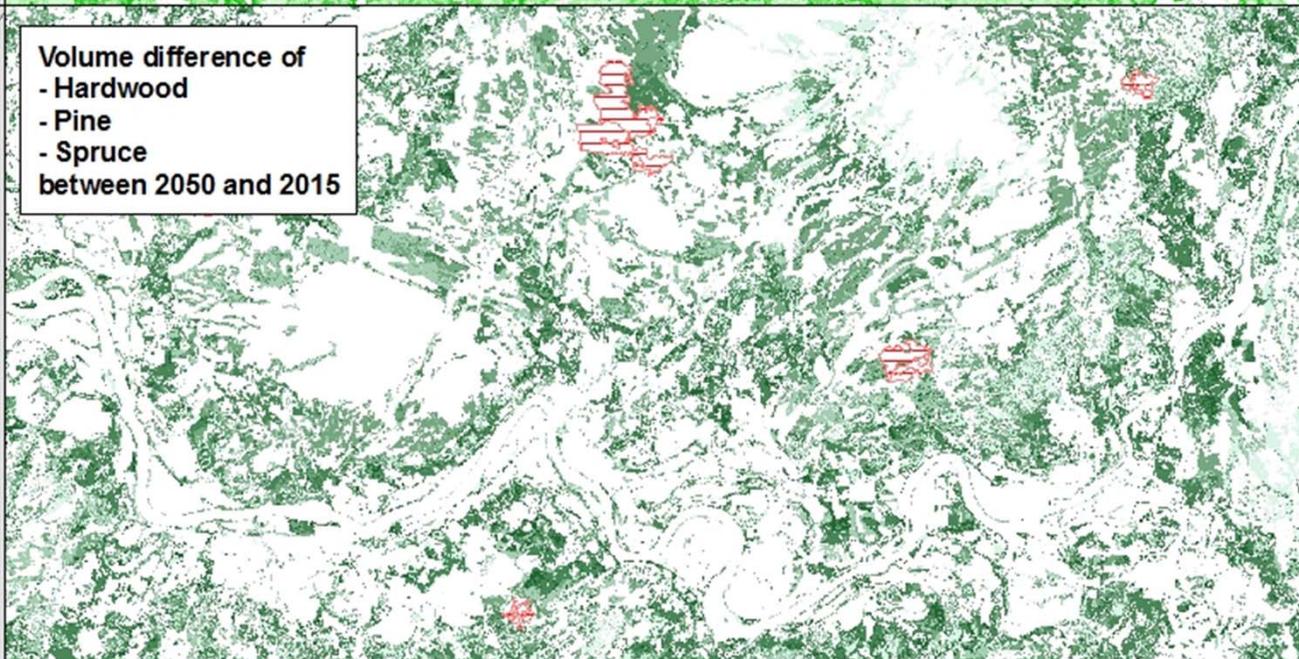




Volume of  
- Hardwood  
- Pine  
- Spruce  
in 2015



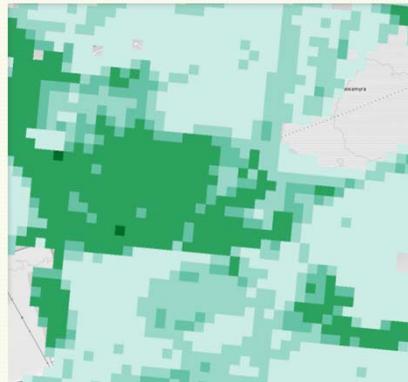
Volume difference of  
- Hardwood  
- Pine  
- Spruce  
between 2050 and 2015



# RETROSPECCIÓN



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

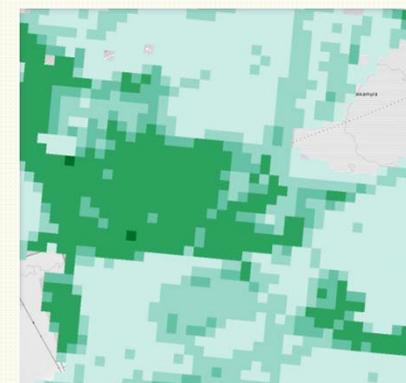


Volumen inicial

SI	SI spp	age	temp	pp	vol spruce	vol pine	vol harw	soil carbon	vol spruce	vol pine	vol harw	bio spru	bio pine	bio harw
6	1	0	2	25	0	0	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5545	350	1189
6	1	0	2	25	0	0	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	0	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2056
6	1	0	2	25	0	0	450	-3,77	0,79	0,81	2,52	1363	655	3096
6	1	0	2	25	0	150	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5542	350	1189
6	1	0	2	25	0	150	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	150	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2057
6	1	0	2	25	0	150	450	-3,77	0,79	0,81	2,53	1363	656	3097
6	1	0	2	25	0	300	0	-3,02	3,62	3,24	0,95	4794	1874	1269
6	1	0	2	25	0	300	150	-3,02	3,61	3,25	0,95	4784	1878	1270
6	1	0	2	25	0	300	300	-3,02	3,61	3,25	0,95	4779	1878	1272
6	1	0	2	25	0	300	450	-3,42	1,17	3,65	1,94	1652	2175	2308
6	1	0	2	25	0	450	0	-3,01	3,59	3,34	0,94	4765	1927	1259
6	1	0	2	25	0	450	150	-3,01	3,59	3,34	0,94	4760	1924	1261



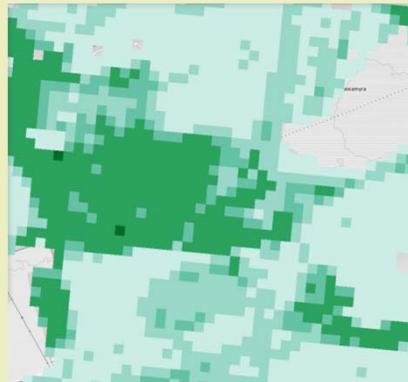
Validación con datos regionales y nacionales del NNFI



Incremento o disminución de volumen

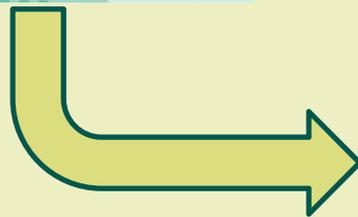
Volumen -5 años

# RETROSPECCIÓN



Volumen inicial

SI	SI spp	age	temp	pp	vol spruce	vol pine	vol harw	soil carbon	vol spruce	vol pine	vol harw	bio spruce	bio pine	bio harw
6	1	0	2	25	0	0	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5545	350	1189
6	1	0	2	25	0	0	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	0	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2056
6	1	0	2	25	0	0	450	-3,77	0,79	0,81	2,52	1363	655	3096
6	1	0	2	25	0	150	0	-3,15	4,08	0,40	0,87	5542	350	1189
6	1	0	2	25	0	150	150	-3,15	4,07	0,40	0,87	5529	351	1192
6	1	0	2	25	0	150	300	-3,38	3,25	0,40	1,53	4506	351	2057
6	1	0	2	25	0	150	450	-3,77	0,79	0,81	2,53	1363	656	3097
6	1	0	2	25	0	300	0	-3,02	3,62	3,24	0,95	4794	1874	1269
6	1	0	2	25	0	300	150	-3,02	3,61	3,25	0,95	4784	1878	1270
6	1	0	2	25	0	300	300	-3,02	3,61	3,25	0,95	4779	1878	1272
6	1	0	2	25	0	300	450	-3,42	1,17	3,65	1,94	1652	2175	2308
6	1	0	2	25	0	450	0	-3,01	3,59	3,34	0,94	4765	1927	1259
6	1	0	2	25	0	450	150	-3,01	3,59	3,34	0,94	4760	1924	1261



Validación con datos regionales y nacionales del NNFI



Escalar los resultados

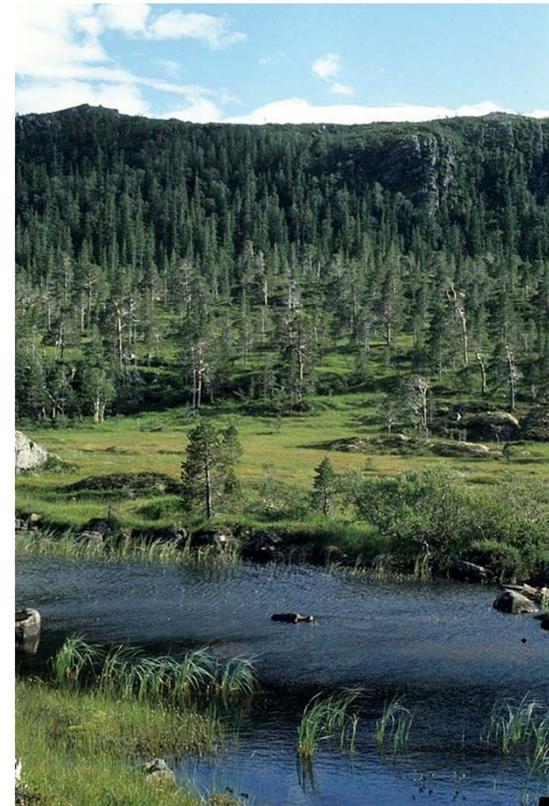


Incremento o disminución de volumen

Volumen -5 años

## ¿Cuál es la mejor manera de incrementar el volumen anual de corta en 5 millones de m<sup>3</sup> ?

- Indicadores de biodiversidad
- Distribución por especies
- Distribución espacial
- Protección paisaje
- Optimización económica



**¿Cuál es el efecto en  
el caudal de ríos ?  
los niveles de almacenamiento de carbono ?  
albedo?**



AGRADECIMIENTOS  
NIBIO

Clara Antón Fernández  
caf@nibio.no



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía**



26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura



NIBIO



[www.congresoforestal.es](http://www.congresoforestal.es)