

Seminario de seguimiento a largo plazo en la Red de Parques Nacionales



**Balance del seguimiento de aguas y ecosistemas
asociados en la Red de Parques Nacionales**

Francisco J. Peñas

9-11 Octubre 2023



GRUPO DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES

Investigamos **los principales mecanismos biofísicos** que confieren resiliencia a los ecosistemas de agua dulce y terrestres adyacentes, permitiéndoles mantener su biodiversidad y funcionamiento frente a perturbaciones naturales o antropogénicas.

El principal objetivo del grupo es **mejorar nuestra capacidad de mapear y modelizar la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas** tanto acuáticos como terrestres adyacentes.



15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

EXPERIENCIA EN SEGUIMIENTO DE ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE

1) Proyectos basados en diseños experimentales propios (Riverlands, Hydra, Dryver, Riffle...):

› Efectos de factores naturales y/o factores antrópicos (cambios usos del suelo, cambio climático, presas y alteración hidrológica) sobre la biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas fluviales.

› Seguimientos a corto plazo → Duración del proyecto (3 años máximo)

2) Proyectos basados en bases de datos de programas de seguimiento públicas (MARCE, EuroFLOW, GANGES):

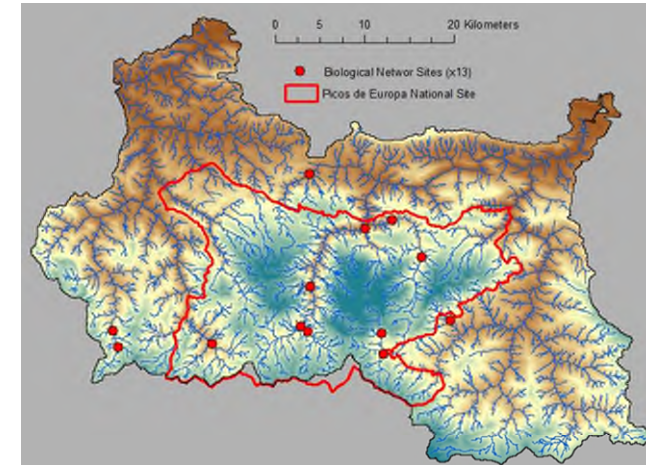
› Principales factores que afectan a la distribución de comunidades biológicas, calidad del agua o procesos funcionales a gran escala espacial.

› BBDD no aptas para observar tendencias a largo plazo

EXPERIENCIA EN SEGUIMIENTO DE ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE

- Proyecto “*Optimización de las redes de seguimiento del estado de conservación en ríos de alta montaña*” – RECORAM (Ayudas a la investigación en PPNN - OAPN).

- Seguimiento ambiental en continuo (instrumental instalado en campo)
- Seguimiento biológico: Peces, invertebrados y productores primarios
- Seguimiento funcionamiento: Metabolismo
- Distintas fuentes de financiación para continuar con el seguimiento una vez finalizado el proyecto:
 - ✓ Proyectos Plan Nacional I+D (Riverlands, Waterlands)
 - ✓ Proyectos Fundación Biodiversidad (Centinela, BioGlob, Script)
 - ✓ Proyecto programa EU LIFE (Life Divaqua)
 - ✓ Financiación Consorcio Interautonómico del PN Picos de Europa



15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

Presentación y contexto



15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Constitución de la **Plataforma LTSER Picos de Europa** dentro de eLTER

El principal objetivo es mejorar nuestro conocimiento sobre los **efectos del cambio global en socio-ecosistemas de montaña**, para:

1. Identificar dinámicas y patrones socio-ecológicos de montaña a gran escala temporal y a diferentes escalas espaciales.
2. Identificar los principales factores del cambio global que gobiernan dichas dinámicas y patrones.
3. Predecir y modelar la respuesta futura de los elementos estudiados bajo diferentes escenarios de cambio global.



IHCantabria

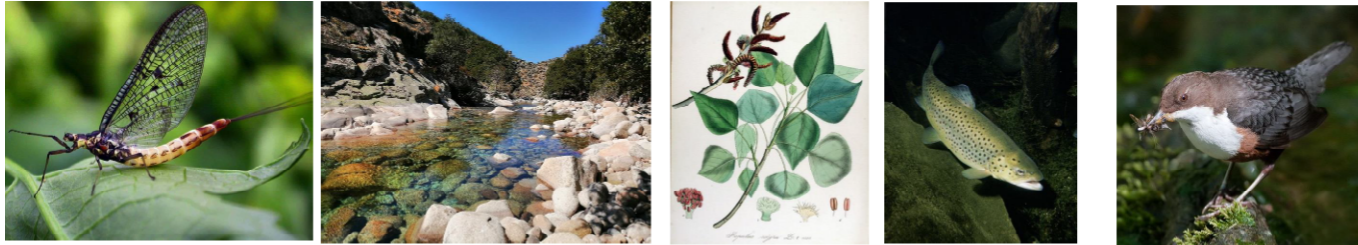
Pangea – Universidad de Valladolid

IMIB – Universidad de Oviedo/CSIC

Gobiernos Regionales del Consorcio Interautonómico PNPE

15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

Presentación y contexto



The Iberian River Observatory (IberRios)

A collaborative project to explore global change impacts on Iberian river biodiversity and ecosystem functions



Cayetano Gutiérrez-Cánovas + 69 co-authors



Programa Juan de la Cierva - Incorporación



100 investigadores y 20 centros de investigación

6 áreas de estudio

54 sitios de muestreo

Impactos relacionados con cambio global

Biodiversidad de diferentes grupos biológicos

Funcionamiento ecosistémico

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Balance del seguimiento de aguas y ecosistemas asociados en la Red de Parques Nacionales

1

Programas de seguimiento DGA en PPNN

2

Evaluación de programas de seguimiento en PPNN de montaña

3

Como avanzar hacia un seguimiento de ecosistemas de agua dulce en RED

Balance del seguimiento de aguas y ecosistemas asociados en la Red de Parques Nacionales

1

Programas de seguimiento DGA en PPNN

2

Evaluación de programas de seguimiento en PPNN de montaña

3

Como avanzar hacia un seguimiento de ecosistemas de agua dulce en RED

CANTIDAD DE AGUA:

- › Red oficial de estaciones de Aforo (**ROEA**)

CALIDAD DEL AGUA:






- › Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (**SAICA**)

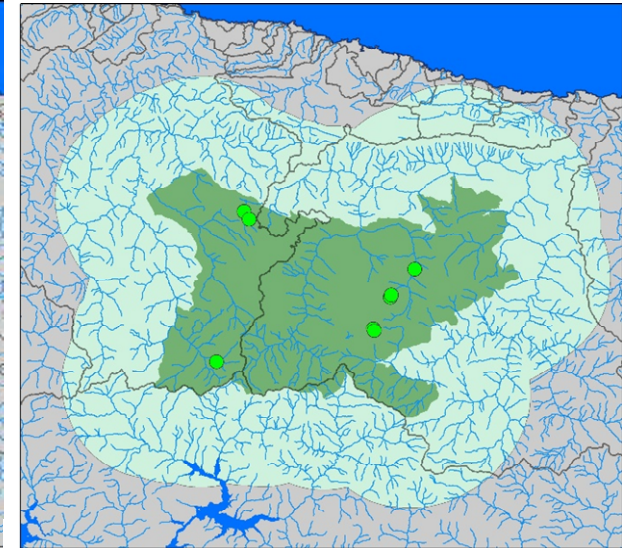
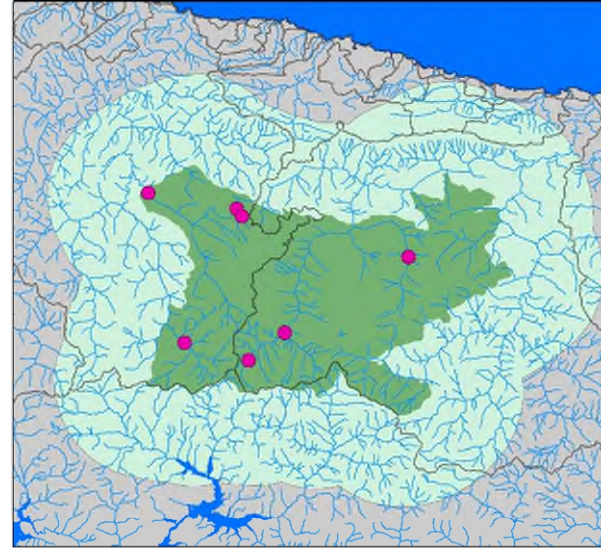
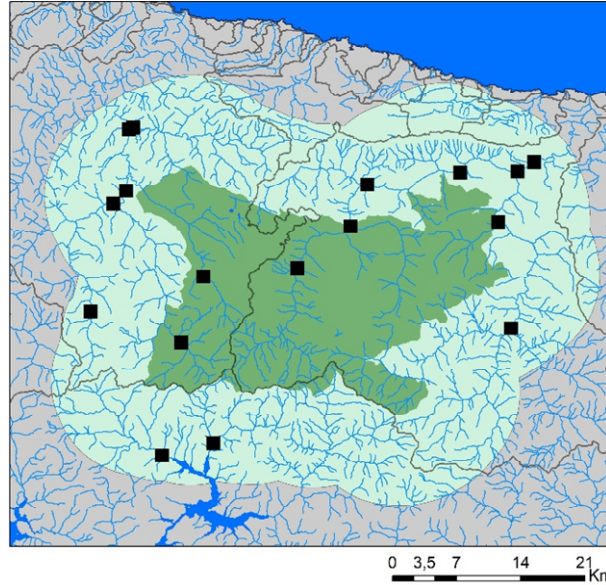
COMUNIDADES BIOLÓGICAS:

- › Red de seguimiento de calidad estado ecológico en aguas superficiales (**NABIA**)
- › Servicio para la vigilancia de las estaciones de referencia (**REFCON**)

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN PICOS DE EUROPA

-  Límite PN
-  Zona Buffer 10 Km PN
-  NABIA
-  REFCON
-  ROEA

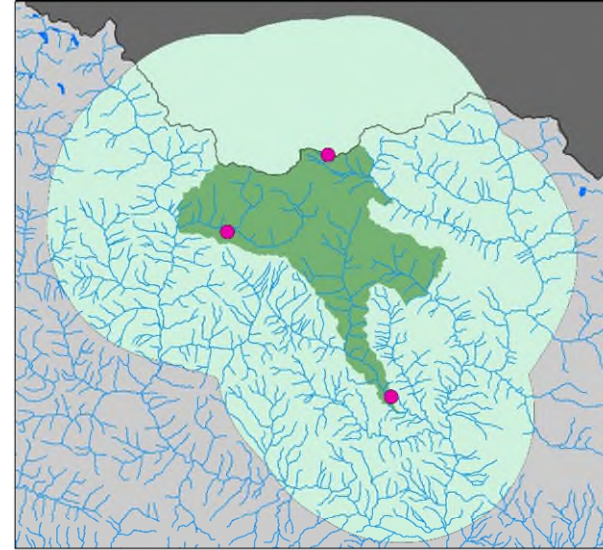
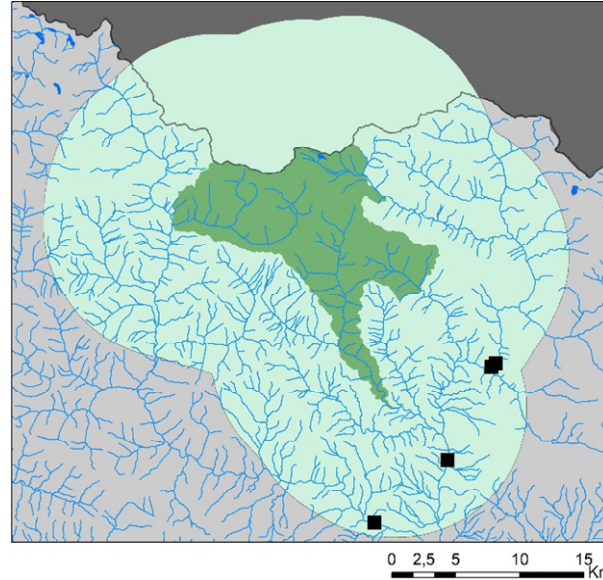


Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	muestreos por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	5	2009	2020	2,2
NABIA	Rio	diatomeas	5	2009	2020	2,2
NABIA	Rio	macrofitos	5	2009	2020	1,9
NABIA	Rio	peces	5	2009	2020	1
NABIA	Lago	macroinvertebrados	2	2020	2020	1
NABIA	Lago	macrofitos	2	2020	2020	1
NABIA	Lago	fitoplancton				
REFCON	Rio	macroinvertebrados	2	2019	2022	2
REFCON	Rio	diatomeas	2	2019	2022	2
REFCON	Rio	macrofitos	2	2019	2022	2
REFCON	Rio	peces	2	2019	2022	1,5
REFCON	Lago	macroinvertebrados	5	2019	2021	1
REFCON	Lago	macrofitos	5	2019	2021	1
REFCON	Lago	fitoplancton	5	2019	2021	1,2

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN ORDESA Y MONTE PERDIDO



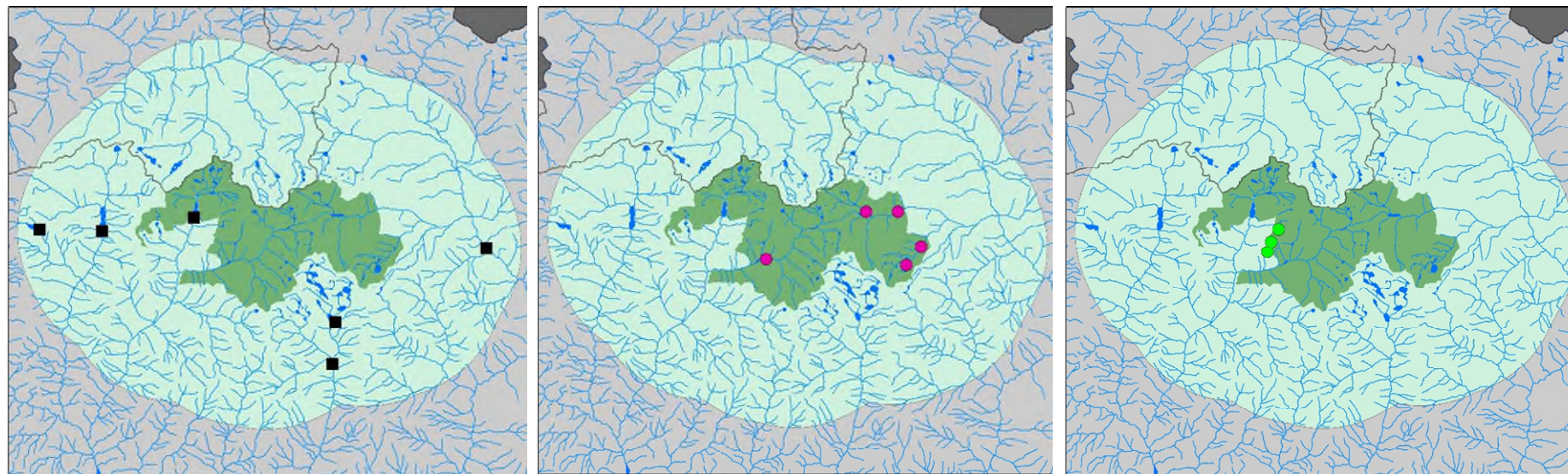
- Límite PN
- Zona Buffer 10 Km PN
- NABIA
- REFCON
- ROEA

Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estación
NABIA	Rio	macroinvertebrados	2	2011	2019	4,5
NABIA	Rio	diatomeas	2	2011	2019	4,5
NABIA	Rio	macrofitos	2	2011	2019	3,5
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados	1	2017	2017	1
NABIA	Lago	macrofitos				
NABIA	Lago	fitoplancton	1	2017	2017	1
REFCON	Rio	macroinvertebrados	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	diatomeas	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	macrofitos	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	peces	1	2019	2022	2
REFCON	Lago	macroinvertebrados				
REFCON	Lago	macrofitos				
REFCON	Lago	fitoplancton				

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI



■ Límite PN

■ Zona Buffer 10 Km PN

● NABIA

● REFCON

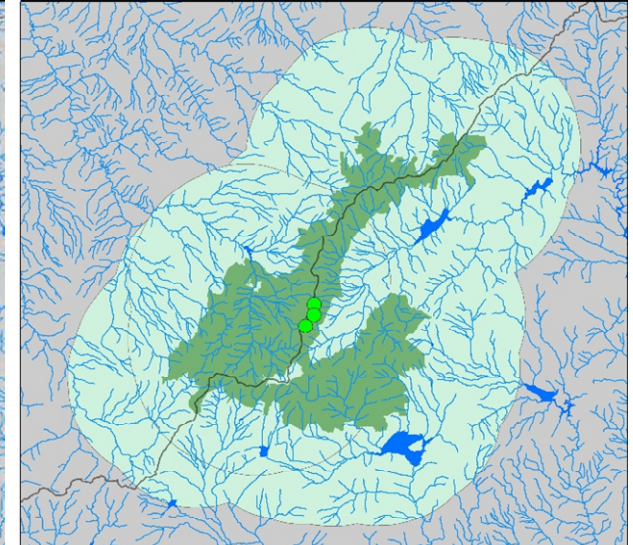
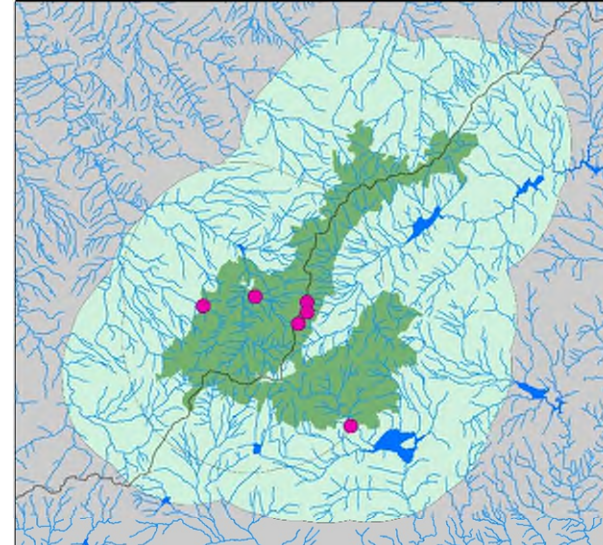
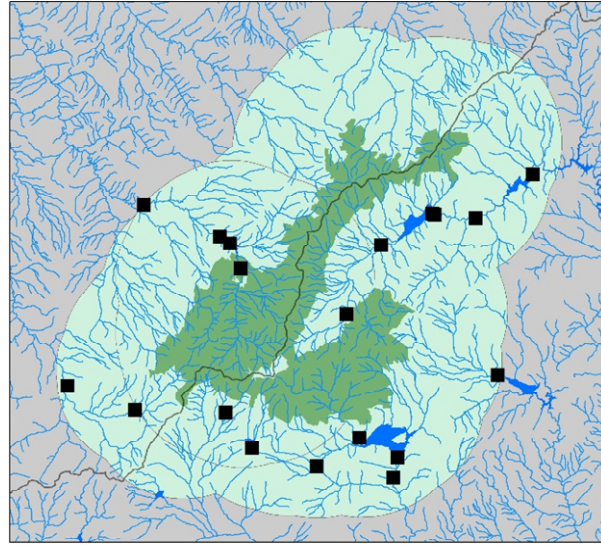
■ ROEA

Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	2	2009	2019	2
NABIA	Rio	diatomeas	2	2009	2019	2
NABIA	Rio	macrofitos	2	2009	2019	2
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados	1	2016	2016	1
NABIA	Lago	macrofitos				
NABIA	Lago	fitoplancton	2	2016	2016	1
REFCON	Rio	macroinvertebrados				
REFCON	Rio	diatomeas				
REFCON	Rio	macrofitos				
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados	3	2019	2022	2
REFCON	Lago	macrofitos	3	2019	2022	1,7
REFCON	Lago	fitoplancton	3	2019	2022	2

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN SIERRA DE GUADARRAMA



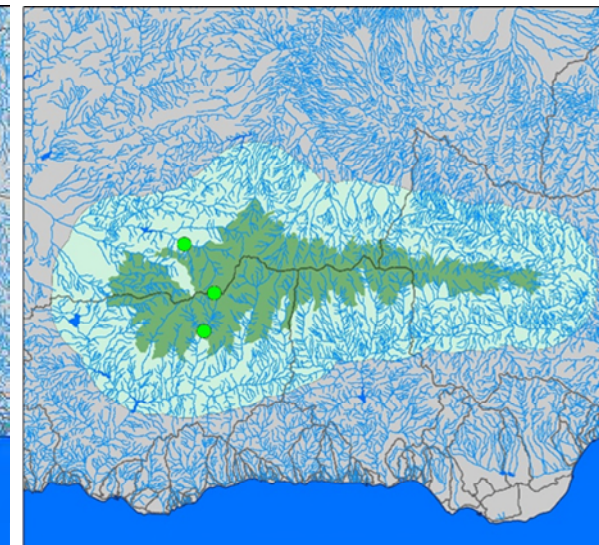
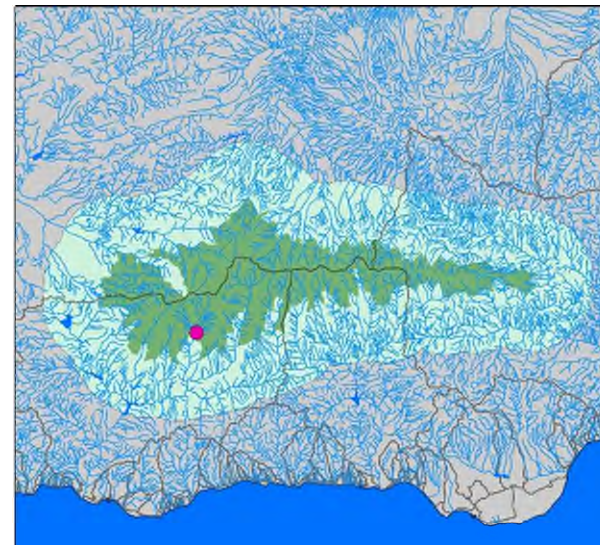
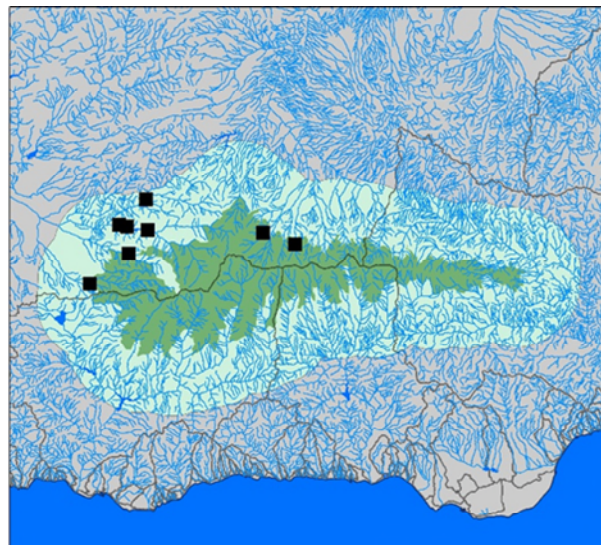
- Límite PN
- Zona Buffer 10 Km PN
- NABIA
- REFCON
- ROEA

Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	3	2010	2020	5,7
NABIA	Rio	diatomeas	3	2010	2020	5,7
NABIA	Rio	macrofitos	3	2010	2020	3
NABIA	Rio	peces	1	2019	2019	1
NABIA	Lago	macroinvertebrados	3	2009	2019	6
NABIA	Lago	macrofitos	1	2013	2013	1
NABIA	Lago	fitoplancton	3	2009	2019	6
REFCON	Rio	macroinvertebrados				
REFCON	Rio	diatomeas				
REFCON	Rio	macrofitos				
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados	3	2019	2022	2
REFCON	Lago	macrofitos	3	2019	2022	2
REFCON	Lago	fitoplancton	3	2019	2022	2

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN SIERRA NEVADA








- Límite PN
- Zona Buffer 10 Km PN
- NABIA
- REFCON
- ROEA

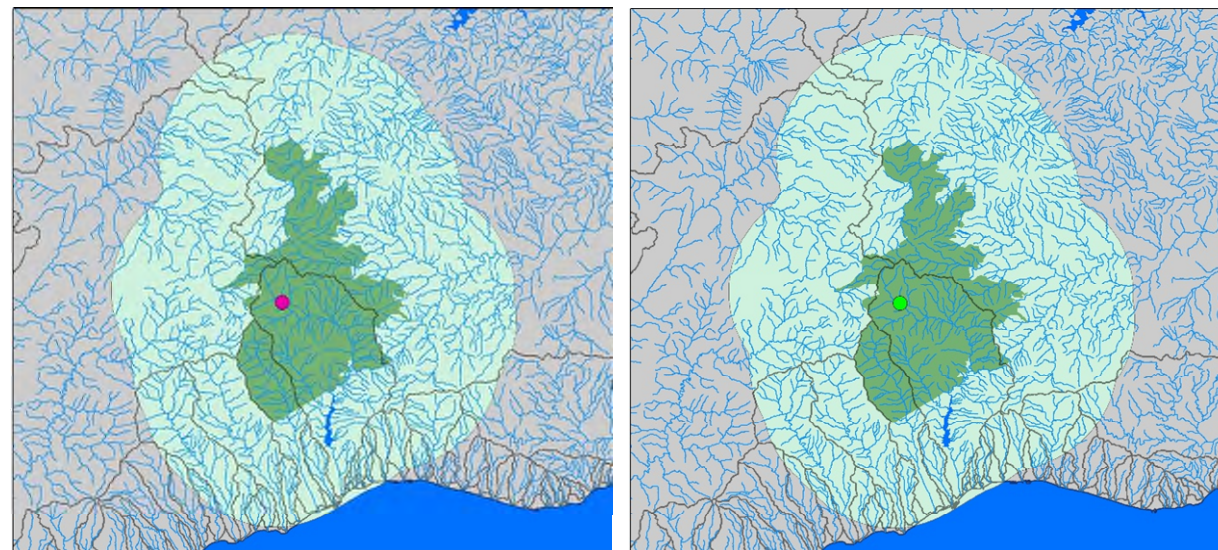
Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	1	2014	2015	2
NABIA	Rio	diatomeas	1	2014	2015	2
NABIA	Rio	macrofitos	1	2014	2015	2
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados				
NABIA	Lago	macrofitos				
NABIA	Lago	fitoplancton				
REFCON	Rio	macroinvertebrados	2	2019	2022	2,5
REFCON	Rio	diatomeas	2	2019	2022	2,5
REFCON	Rio	macrofitos	2	2019	2022	2,5
REFCON	Rio	peces	2	2019	2022	3,5
REFCON	Lago	macroinvertebrados	1	2019	2022	3
REFCON	Lago	macrofitos				
REFCON	Lago	fitoplancton	1	2019	2022	4

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN SIERRA DE LAS NIEVES

-  Límite PN
-  Zona Buffer 10 Km PN
-  NABIA
-  REFCON
-  ROEA





Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	1	2009	2015	6
NABIA	Rio	diatomeas	1	2010	2015	4
NABIA	Rio	macrofitos		2010	2014	3
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados				
NABIA	Lago	macrofitos				
NABIA	Lago	fitoplancton				
REFCON	Rio	macroinvertebrados	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	diatomeas	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	macrofitos	1	2019	2022	4
REFCON	Rio	peces	1	2019	2022	4
REFCON	Lago	macroinvertebrados				
REFCON	Lago	macrofitos				
REFCON	Lago	fitoplancton				

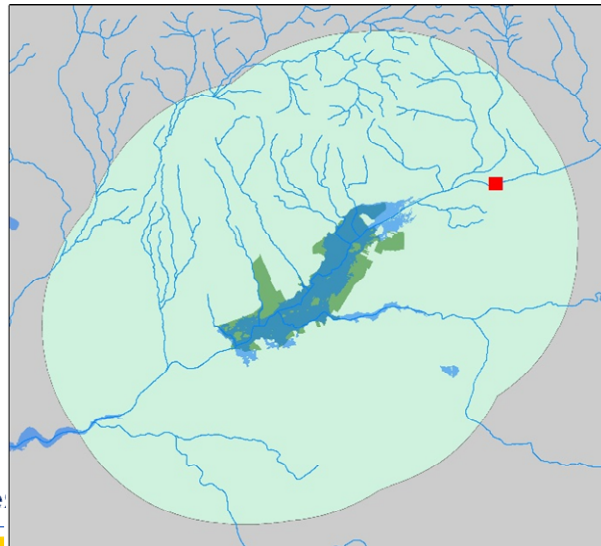
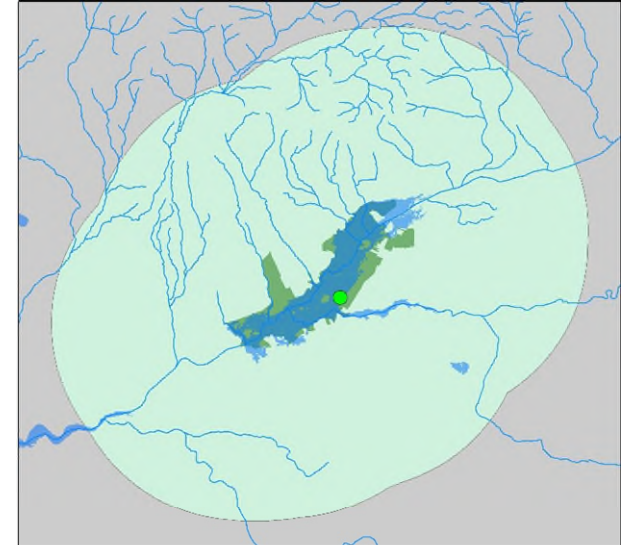
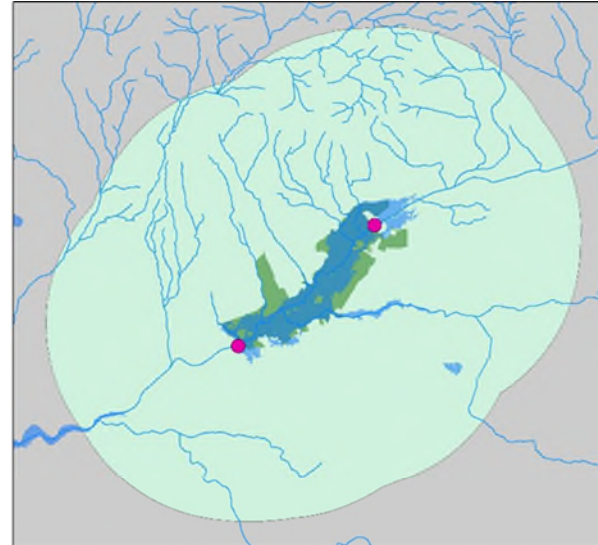
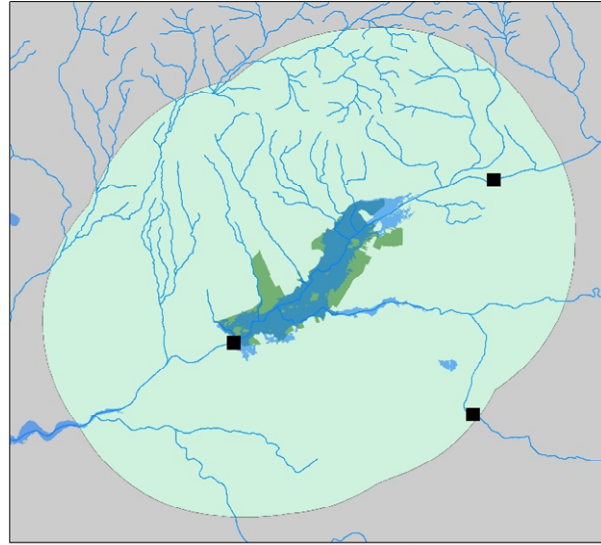
15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN TABLAS DE DAIMIEL

 Límite PN
 Zona Buffer 10 Km PN

 NABIA
 REFCON
 ROEA
 SAICA





Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estación
NABIA	Rio	macroinvertebrados				
NABIA	Rio	diatomeas				
NABIA	Rio	macrofitos				
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados	2	2019	2019	2
NABIA	Lago	macrofitos				
NABIA	Lago	fitoplancton				
REFCON	Rio	macroinvertebrados				
REFCON	Rio	diatomeas				
REFCON	Rio	macrofitos				
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados	1	2021	2021	1
REFCON	Lago	macrofitos	1	2021	2021	1
REFCON	Lago	fitoplancton	1	2021	2022	2

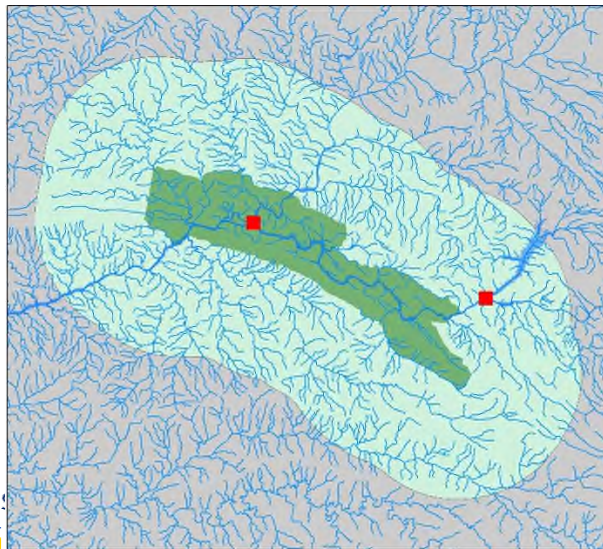
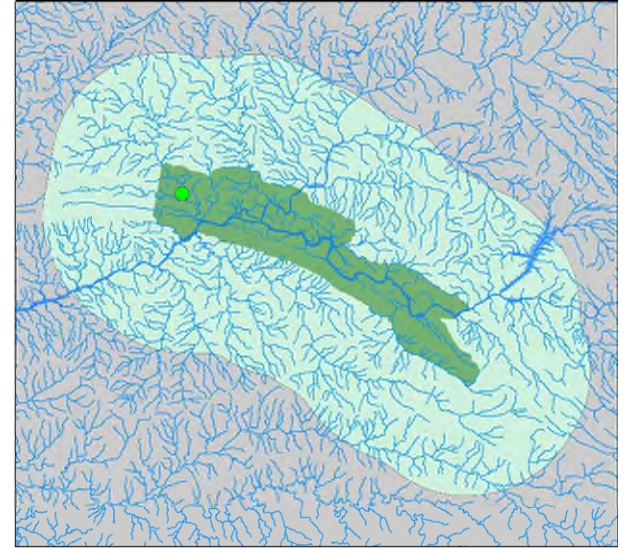
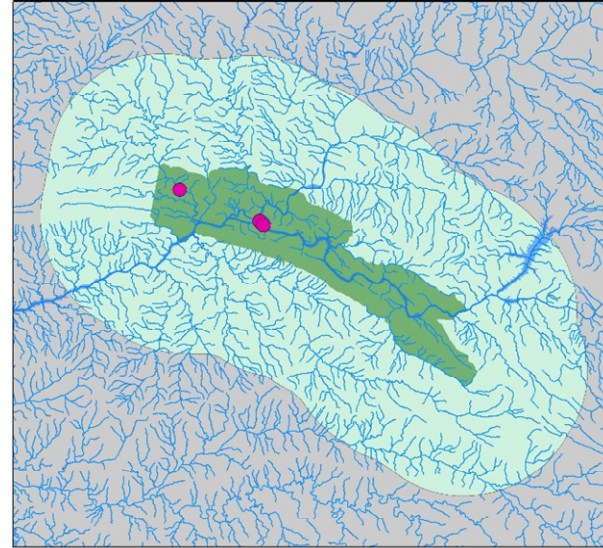
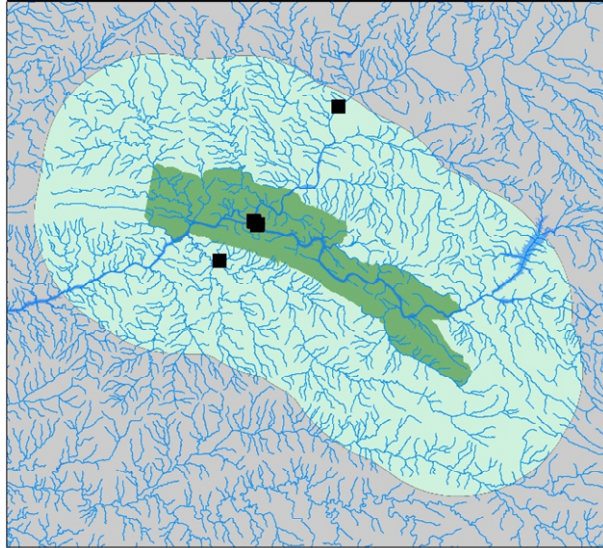
15 años de I+D+i para un de

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN MONFRAGÜE

 Límite PN
 Zona Buffer 10 Km PN

 NABIA
 REFCON
 ROEA
 SAICA

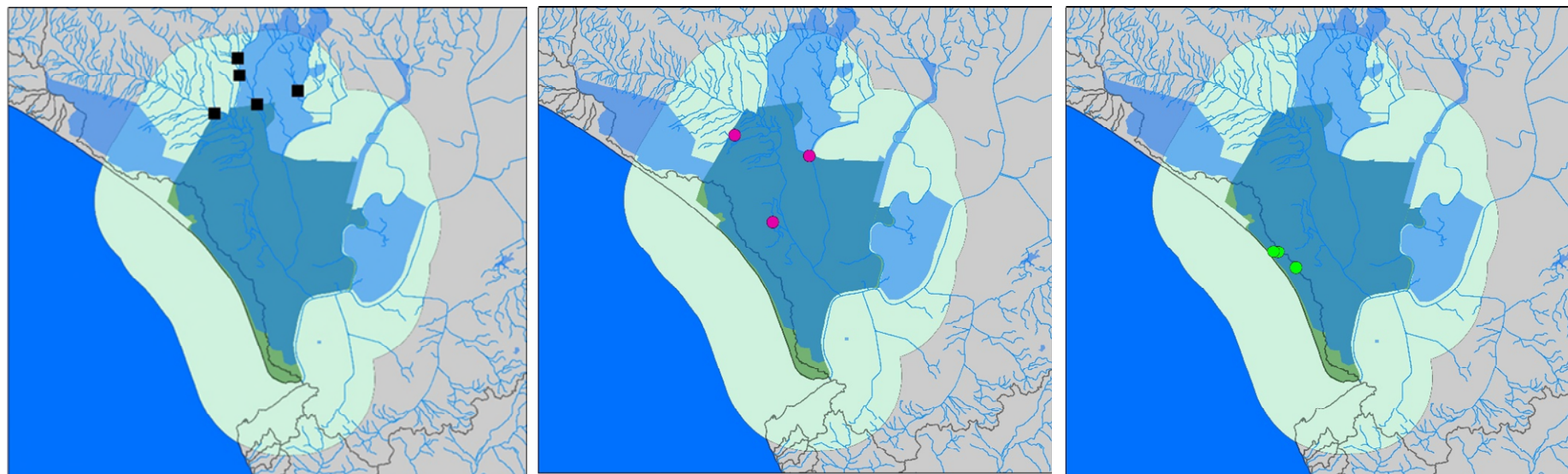




Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	1	2010	2019	7
NABIA	Rio	diatomeas	1	2010	2019	7
NABIA	Rio	macrofitos	1	2010	2019	6
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago/Emb	macroinvertebrados				
NABIA	Lago/Emb	macrofitos				
NABIA	Lago/Emb	fitoplancton	2	2019	2019	10
REFCON	Rio	macroinvertebrados	1	2020	2022	3
REFCON	Rio	diatomeas	1	2020	2022	3
REFCON	Rio	macrofitos	1	2020	2022	3
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados				
REFCON	Lago	macrofitos				
REFCON	Lago	fitoplancton				

15 años de I+D+i para un de

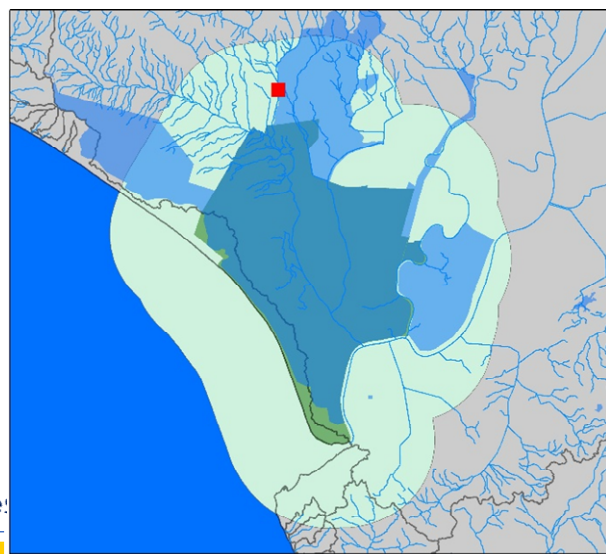
Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN DOÑANA



 Límite PN
 Zona Buffer 10 Km PN

 NABIA
 REFCON
 ROEA
 SAICA

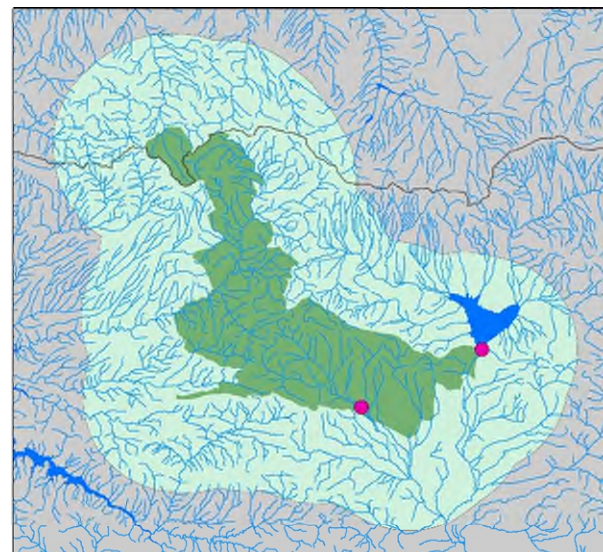
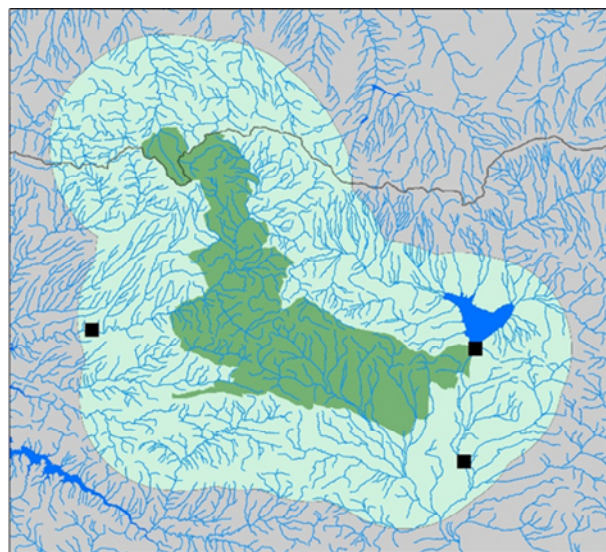


Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados				
NABIA	Rio	diatomeas				
NABIA	Rio	macrofitos				
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados	3	2009	2020	2,3
NABIA	Lago	macrofitos	3	2016	2020	2
NABIA	Lago	fitoplancton	2	2020	2020	1
REFCON	Rio	macroinvertebrados				
REFCON	Rio	diatomeas				
REFCON	Rio	macrofitos				
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados	3	2019	2022	1,3
REFCON	Lago	macrofitos	3	2019	2022	1,3
REFCON	Lago	fitoplancton	3	2019	2022	1,3

15 años de I+D+i para un de

Análisis de programas de seguimiento de DGA en PPNN

PN CABAÑEROS



- Límite PN
- Zona Buffer 10 Km PN
- NABIA
- ROEA

Origen	Sistema	Comunidad	Estaciones	Inicio serie	Final Serie	Muestras por estacion
NABIA	Rio	macroinvertebrados	1	2010	2010	1
NABIA	Rio	diatomeas				
NABIA	Rio	macrofitos				
NABIA	Rio	peces				
NABIA	Lago	macroinvertebrados				
NABIA	Lago	peces	1	2009	2009	1
NABIA	Lago/Emb	fitoplancton	1	2009	2019	3
REFCON	Rio	macroinvertebrados				
REFCON	Rio	diatomeas				
REFCON	Rio	macrofitos				
REFCON	Rio	peces				
REFCON	Lago	macroinvertebrados				
REFCON	Lago	macrofitos				
REFCON	Lago	fitoplancton				

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

CONCLUSIONES

- › La cobertura de ROEA podría ser adecuada para complementar otros diseños de seguimiento más específicos de hidrología en PPNN. Hay que analizar la cobertura temporal.
- › Ausencia de series largas y continuas.
- › Datos poco útiles para el seguimiento del cambio global (largo plazo), aunque puede servir como información complementaria a otros seguimientos más específicos o como información base para definir el diseño espacial de un programa de seguimiento.
- › Estos sistemas de seguimiento biológicos están diseñados para establecer el estado ecológico en masas de agua a escala nacional y muchos tramos fluviales y lagos en PPNN no cumplen los requisitos para ser considerados masa de agua.

Balance del seguimiento de aguas y ecosistemas asociados en la Red de Parques Nacionales

1

Programas de seguimiento DGA en PPNN

2

Evaluación de programas de seguimiento en PPNN de montaña

3

Como avanzar hacia un seguimiento de ecosistemas de agua dulce en RED

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

Biodiversity and Conservation
<https://doi.org/10.1007/s10531-022-02466-x>

ORIGINAL PAPER



An evaluation of freshwater monitoring programs in ILTER nodes and mountain national parks: identifying key variables to monitor global change effects

Francisco J. Peñas¹ · Mario Álvarez-Cabria¹ · Marta Sáinz-Bariáin² ·
María Pilar Mata-Campo³ · Aaron Pérez-Haase⁴ · Marc Ventura⁵ ·
María José Polo-Gómez⁶ · Carlos Alonso⁷ · Ignacio Granados⁸ · Mario Morellón⁹ ·
Carmen Pérez-Martínez¹⁰ · Ángel Rubio-Romero⁸ · Presentación Carrillo¹⁰ ·
Carmen Zamora-Muñoz¹¹ · María Valladolid-Martín¹² · Lluís Camarero⁵ ·
Esperança Gacia⁵ · Mariàngels Puig⁵ · Teresa Buchaca⁵ · José Barquín¹

Received: 30 December 2021 / Revised: 22 July 2022 / Accepted: 5 August 2022
© The Author(s) 2022

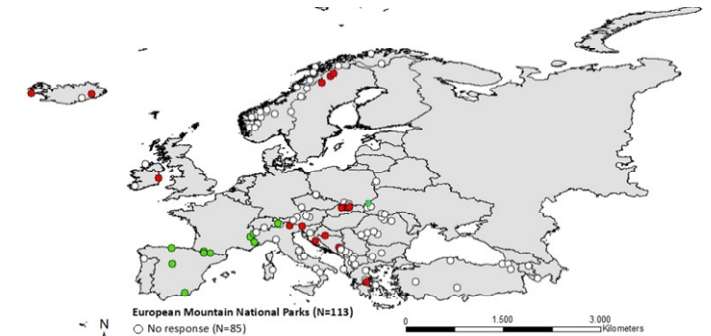
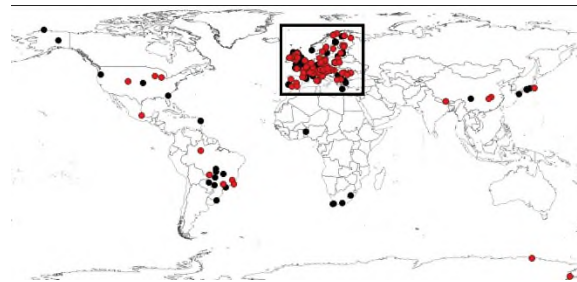
IHCantabria
Instituto geológico y Minero de España
Universidad de Barcelona
Centro de estudios avanzados de Blanes
Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía
Universidad Politécnica de Madrid
Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del PN Sierra de Guadarrama
Universidad Complutense de Madrid
Instituto Universitario de Investigación del Agua
Universidad de Granada
Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC
Centro Oceanográfico de Santander-CSIC

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

OBJETIVO

Revisar y evaluar la calidad y robustez de los programas de seguimiento que se están llevando a cabo para evaluar el impacto del cambio global sobre ecosistemas acuáticos de montaña.

Tres escalas de trabajo:



Programas de seguimiento en PPNN de montaña

METODOLOGIA



› Programas de seguimiento activos o recientes en los 5 PPNN de Montaña.

› Rios, lagos y humedales

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

METODOLOGIA



BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

- › Artículos e informes científicos y técnicos
- › Periodo 2000-2017
- › Repositorio OAPN
- › 20 proyectos y programas de seguimiento
- › 22 IPs y 12 Instituciones

15/3/2019 Síntesis del seguimiento del cambio global en ecosistemas acuáticos de parques nacionales de montaña

21/32

15/3/2019 Síntesis del seguimiento del cambio global en ecosistemas acuáticos de parques nacionales de montaña

Presencia/ausencia

	Estacional	Mensual	Diario	Puntual	Varios (indicar en comentarios)
Macroinvertebrados	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anfibios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peces	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diatomeas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vegetación sumergida (algas y macrofitos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bosque de ribera (estructuras)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros (indicar en comentarios)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Periodo de estudio
Indicar desde dd/mm/aa hasta dd/mm/aa
Desde 2005

Comentarios

- Macroinvertebrados en primavera y verano
- Índice OBR en primavera y verano
- Vegetación sumergida: un muestreo puntual en 2007 (índice IM)

15/3/2019 Síntesis del seguimiento del cambio global en ecosistemas acuáticos de parques nacionales de montaña

Parque Nacional

- Picos de Europa
- Ordesa y Monte Perdido
- Aigüestortes i Estany de Sant Maurici
- Sierra Nevada
- Guadarrama

Hidrología y morfología

Hidrología

	Estacional	Mensual	Diario	Puntual	Varios (indicar en comentarios)
Caudal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nivel freático y acuíferos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cobertura y fusión de nieve	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evapotranspiración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros (indicar en comentarios)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Periodo de estudio
Indicar desde dd/mm/aa hasta dd/mm/aa
- Caudal: Diario desde dic-2001 hasta actualidad (estación de afloros). Medida ocasional en las estaciones de la red de seguimiento ecológico de ríos del PNSG



WORKSHOP

- › Síntesis del seguimiento del cambio global en ecosistemas acuáticos de Parques Nacionales de montaña
- › Diciembre 2017
- › 21 asistentes
- › 12 presentaciones y mesas redondas

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

METODOLOGIA

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
FÍSICO-QUÍMICA																			
ALCALINIDAD	Guadarrama					ESTACIONAL													
	Sierra Nevada																		
	Ordesa																		
	Picos de Europa																		
DUREZA	Guadarrama					ESTACIONAL													
	Sierra Nevada								ESTACIONAL										
	Ordesa																		
	Picos de Europa																		
MATERIA ORGÁNICA DISUELTA	Guadarrama																		
	Sierra Nevada								ESTACIONAL										
	Ordesa																		
	Picos de Europa												ESTACIONAL (VERANO)						
NUTRIENTES	Guadarrama					ESTACIONAL													
	Sierra Nevada								ESTACIONAL										
	Ordesa																		
	Picos de Europa												ESTACIONAL (VERANO)						
DIVERSIDAD																			
PRESENCIA/AUSENCIA INVERTEBRADOS	Guadarrama					ESTACIONAL (primavera y verano)													
	Sierra Nevada							EST	EST/MEN										
	Ordesa												EST		EST				
	Picos de Europa												VERANO (otñ. 2012; prim. y otñ. 2014 y2015)						
PRESENCIA/AUSENCIA PECES	Guadarrama																		
	Sierra Nevada																		
	Ordesa																		
	Picos de Europa												ESTACIONAL						

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

METODOLOGIA

Table 1 Variables and type of variables identified as key indicators of global change in monitoring programs of the five SMNP. We indicated the domains/types of ecosystems in which they can be potentially used; (X) is used to indicate groundwater dependence

TYPE	VARIABLES	Hydro-meteorology	Rivers	Lakes	Mires
Climate and Hydrology	Air temperature, pressure and humidity	X			
	Precipitation	X			
	Solar radiation	X			
	Wind speed and direction	X			
	Soil temperature and humidity	X			X
	Nivology/snowfall	X			
	Permafrost	X			
	Discharge and water level	X	X	X	X
	Water table height	X	(X)	(X)	(X)
	Sediment Budget	X	X	X	X
Water physico-chemistry	Temperature		X	X	X
	pH		X	X	X
	Conductivity		X	X	X
	Suspended Solids		X	X	
	Gas Concentration (O ₂ , CO ₂)		X	X	X
	Nutrients		X	X	X
	Dissolved Organic Mater		X	X	X
Physical Habitat	Hydraulic Characteristics		X	X	X
	Substrate Composition		X	X	X
	Characterization protocols		X		
	Morphology		X	X	X
	Water Level		X	X	X
	Duration of ice cover			X	
Community composition	Ice melt time			X	
	Microbiota and Fungi		X	X	X
	Algae and macrophytes		X	X	X
	Micro- and macroinvertebrates		X	X	X
	Fish		X	X	
Community structure	Other vertebrates		X	X	X
	Riparian Plants and Tress		X	X	X
	Microbiota and Fungi		X	X	X
	Algae and macrophytes		X	X	X
	Micro- and macroinvertebrates		X	X	X
	Fish		X	X	
Ecosystem functions	Other vertebrates		X	X	X
	Riparian Plants and Trees		X	X	X
	Primary Production		X	X	X
	Secondary production		X	X	X
	Fish production		X	X	
	OM decomposition		X	X	X

Identificación de 40 variables que pueden ser potencialmente indicadoras del cambio global en ecosistemas agua dulce de montaña considerando:

- › 6 tipos de variables
- › 3 tipos de ecosistemas: Rios, lagos y humedales + hidrometeorológica

Evaluación para cada programa de seguimiento en cada uno de los ecosistemas/dominios considerados y por tipo de variable

	0	1	2	3	4
Cartografía	Sin datos	Mapas no digitalizados	Mapas Digitalizados	GIS	GIS + Información Ambiental Asociada
Diseño seguimiento	Sin datos	Sin Diseño	Condiciones de referencia	Antes-Despues o Control-Impacto	Antes-Despues-Control-Impacto
Registro histórico	Sin datos	Medidas puntuales	< 5 años	5-10 años	> 10 años
Frecuencia de medida	Sin datos	Medidas puntuales	< 1 campaña/año	1 campaña/año	> 1 campaña/año
% Variables incluidas	0	1-24,9 %	25-49,9 %	50-74,9 %	75-100 %

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

RESULTADOS

Table 4 Assessment of the duration (D) of the historical records, frequency (F) of the measurements, percentage of variables reported and design of programs to monitor the effects of global change in rivers in five mountainous Spanish National Parks (Picos de Europa, PE; Ordesa y Monte Perdido, OMP; Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, AESM; Sierra de Guadarrama, SG; and Sierra Nevada, SN). In the case of the evaluation of the duration and frequency the assessment of all the variables within each type while a unique value is reported for the percentage of variables reported and de design of the program. (Values meaning indicated in Table 2)

TYPE	ELEMENT	VARIABLE	PE		OMP		AESM		SG		SN	
			D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
Water physico-chemistry	Duration and Frequency	Temperature	3	4	1	1	4	4	4	4	2	4
		pH	3	3	1	1	4	4	4	4	2	4
	Average assessment of duration and frequency	Conductivity	3	3	1	1	2	4	4	4	2	4
		Suspended Solids	3	1			2	4				
		Gas Concentration (O ₂ , CO ₂)	3	3	1	1	4	4	4	4	2	4
		Nutrients	3	3			4	4	4	4	2	4
		Dissolved Organic Mater	3	3			4	4			2	4
		% vars. reported	4 (100%)	3,1	3 (57%)	1	3,4	4 (100%)	3 (71%)	4 (86%)		
	Design	3		2		2		2		2		
	Physical Habitat	Duration and Frequency	Hydraulic Properties	2	3	1	1	4	4	4	4	2
Substrate Composition			2	3	1	1	3	4			2	4
Average assessment of duration and frequency		Characterization protocols (RHS, IHF)	1	1			3	4	4	3	2	4
		% vars. reported	1,7	2,3	1	1	3,3	4	4	3,5	2	4
Design		4 (100%)		3 (67%)		4 (100%)		3 (67%)		4 (100%)		
Community composition	2		1		2		2		2			
Community composition	Duration and Frequency	Microbiota and Fungi	2	3					1	1	2	4
		Algae and macrophytes	2	3								
	Average assessment of duration and frequency	Macroinvertebrates	3	3	1	3	4	4	4	4	2	4
		Fish	3	3								
		Other vertebrates										
	Riparian Plants and Tress (QBR)							4	4	2	4	
	% vars. reported	2,5	3	1	3	4	4	3	3	2	4	
Design	3 (67%)		1 (17%)		1 (17%)		3 (50%)		3 (50%)			
Community structure	3		1		2		3		2			
Community structure	Duration and Frequency	Microbiota and Fungi	2	3								
		Algae and macrophytes	2	3								
	Average assessment of duration and frequency	Macroinvertebrates	2	3			4	4	2	4	2	4
		Fish	2	3								
		Other vertebrates										
	Riparian Plants and Tress (QBR)							4	4	2	4	
	% vars. reported	2	3	0	0	4	4	3	4	2	4	
Design	3 (67%)		0		1 (17%)		2 (33%)		2 (33%)			
Ecosystem functions	3		0		2		3		2			
Ecosystem functions	Duration and Frequency	Primary Production	2	3								
		Secondary production	2	3								
	Average assessment of duration and frequency	Fish production	2	3								
		OM decomposition	2	3								
	% vars. reported	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
Design	4 (100%)		0		0		0		0			
	3		0		0		0		0			

15 años de I+D+i para un desarrollo

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

RESULTADOS

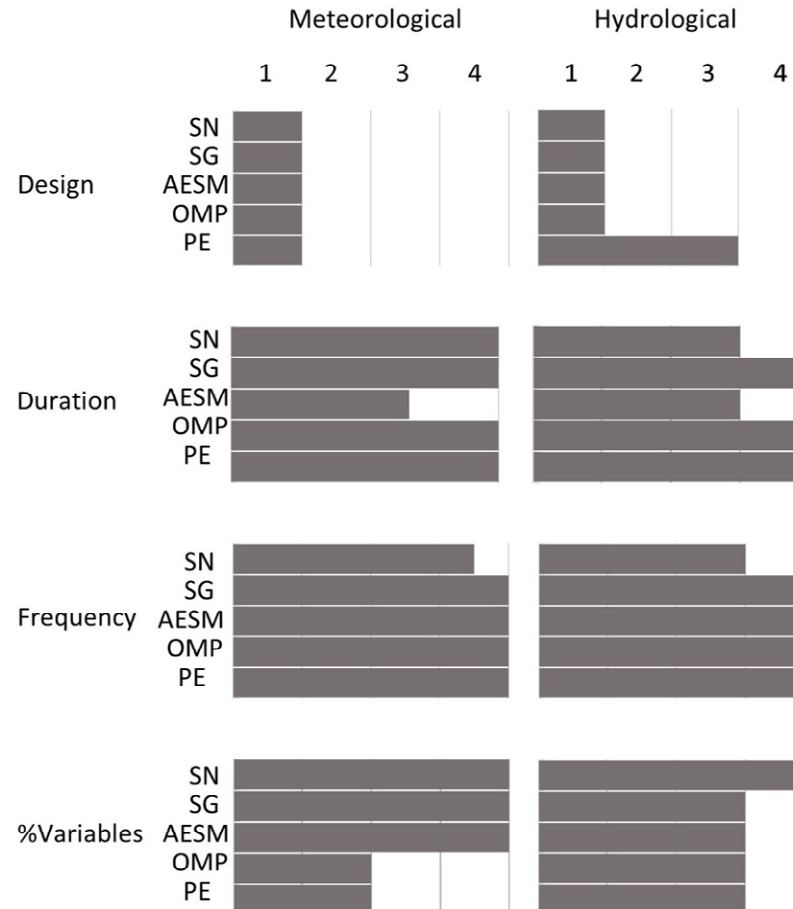
SEGUIMIENTO HIDROMETEOROLOGIA

› Similitud en la extensión y calidad de los programas entre los diferentes PPNN

› Series diarias de temperatura, precipitación y presión atmosférica con más de 10 años

› En SN, SG y AESM se considera todo el conjunto de variables

› Series diarias de nivel de agua y caudal con más de 5 años de duración



15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

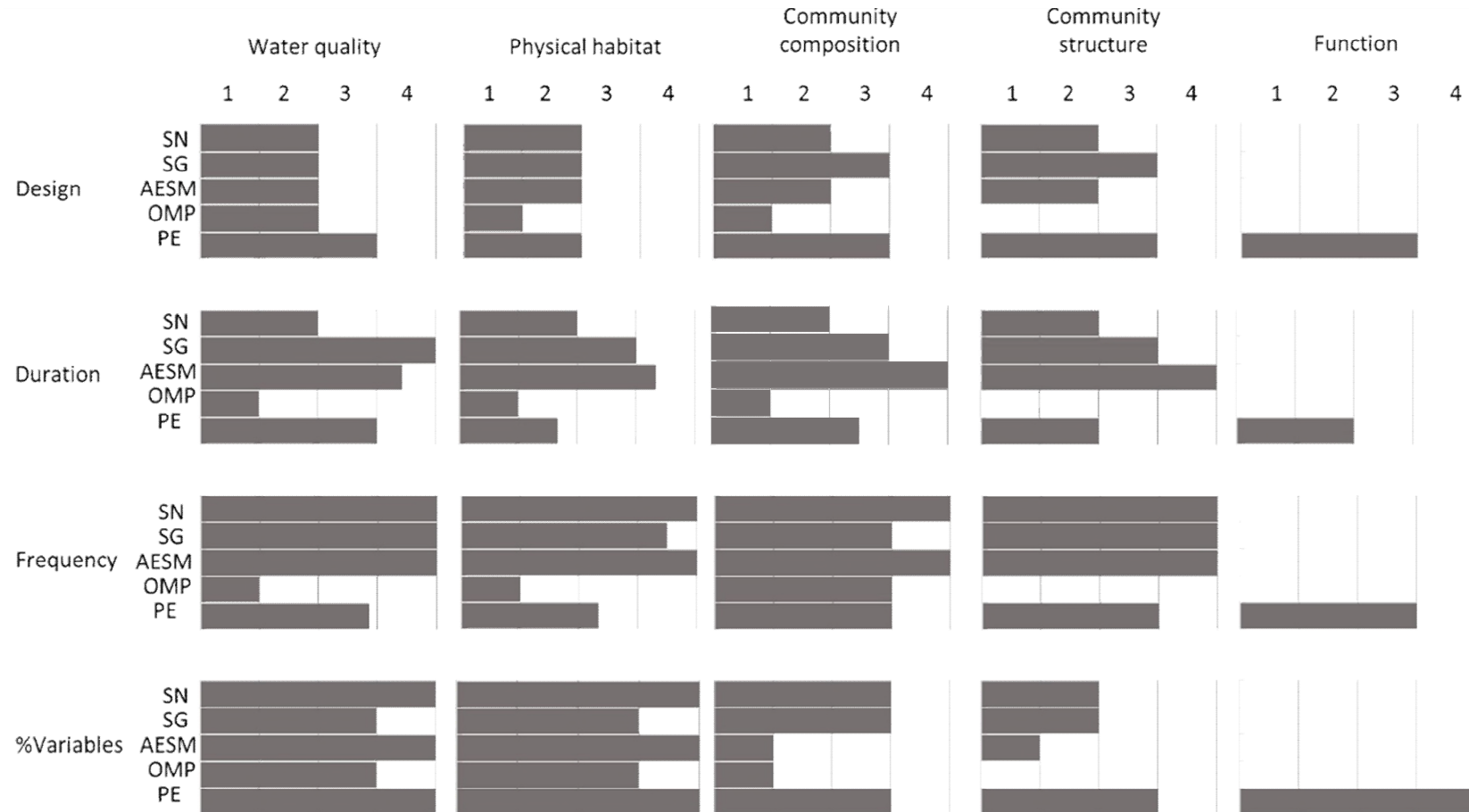
RESULTADOS

SEGUIMIENTO EN RÍOS

- › Seguimientos más intensos que en lagos y humedales
- › Todos los PPNN realizan seguimientos de algunas de las variables calidad de agua, hábitat físico y composición de las comunidades biológicas
- › Diseños basados, normalmente, en aproximación de condiciones de referencia
- › Series entre 5-10 años con una frecuencia de muestreo anual
- › Menor esfuerzo en el seguimiento de la estructura de la comunidad y el funcionamiento

CARTOGRAFIA DE RÍOS

- › Bases de datos GIS que representan la red fluvial con cierta información ambiental asociada



15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

RESULTADOS

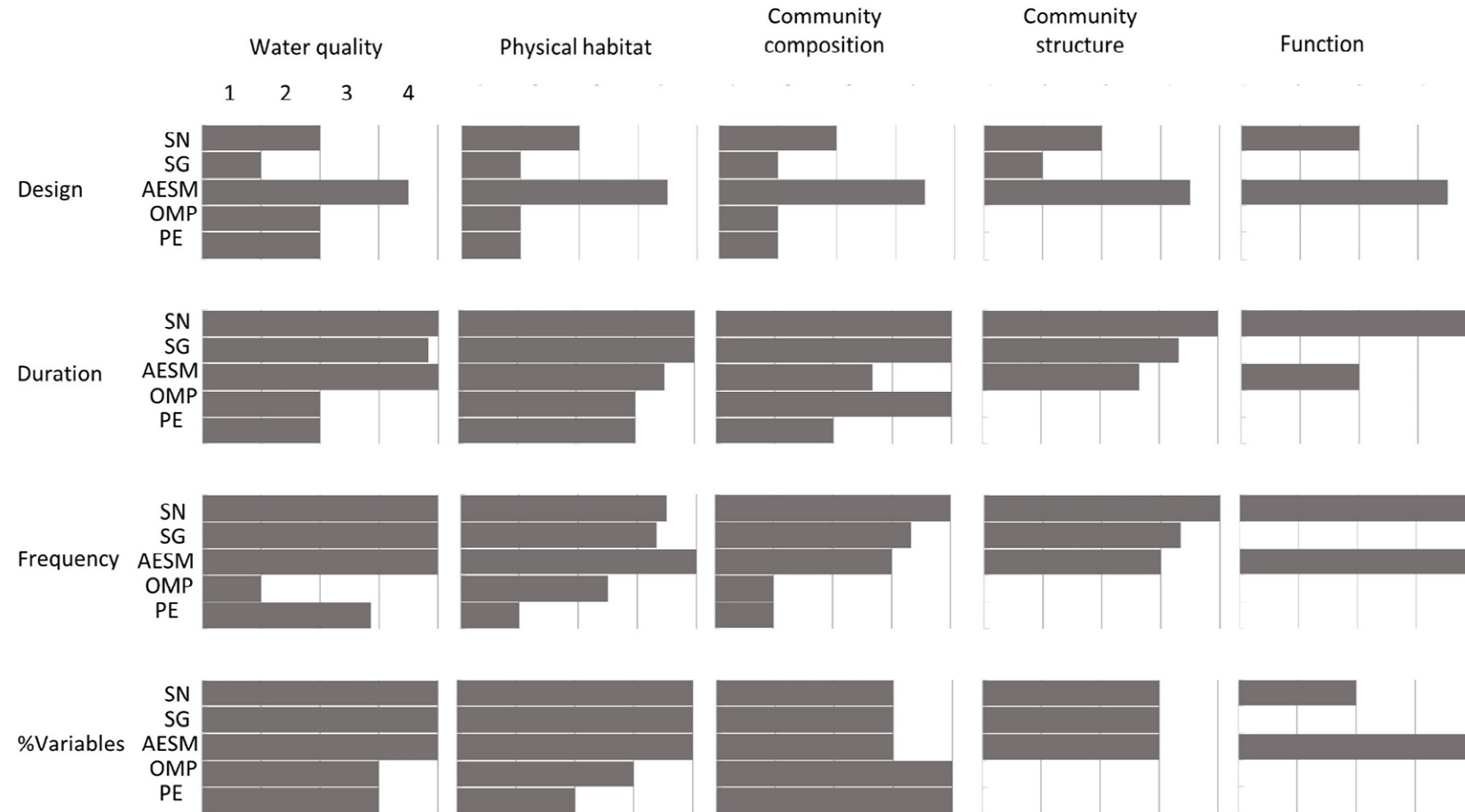
SEGUIMIENTO EN LAGOS

› Seguimientos más intensos en SN y AESM donde se monitorizan todos los tipos de variables

› > 50% de las variables consideradas en cada tipo

› Frecuencia anual y duración de >10 años

› Diseño espacial no especificado en la mayor parte de los programas de seguimiento



CARTOGRAFIA DE LAGOS

› Bases de datos GIS que representan la localización y forma de los lagos

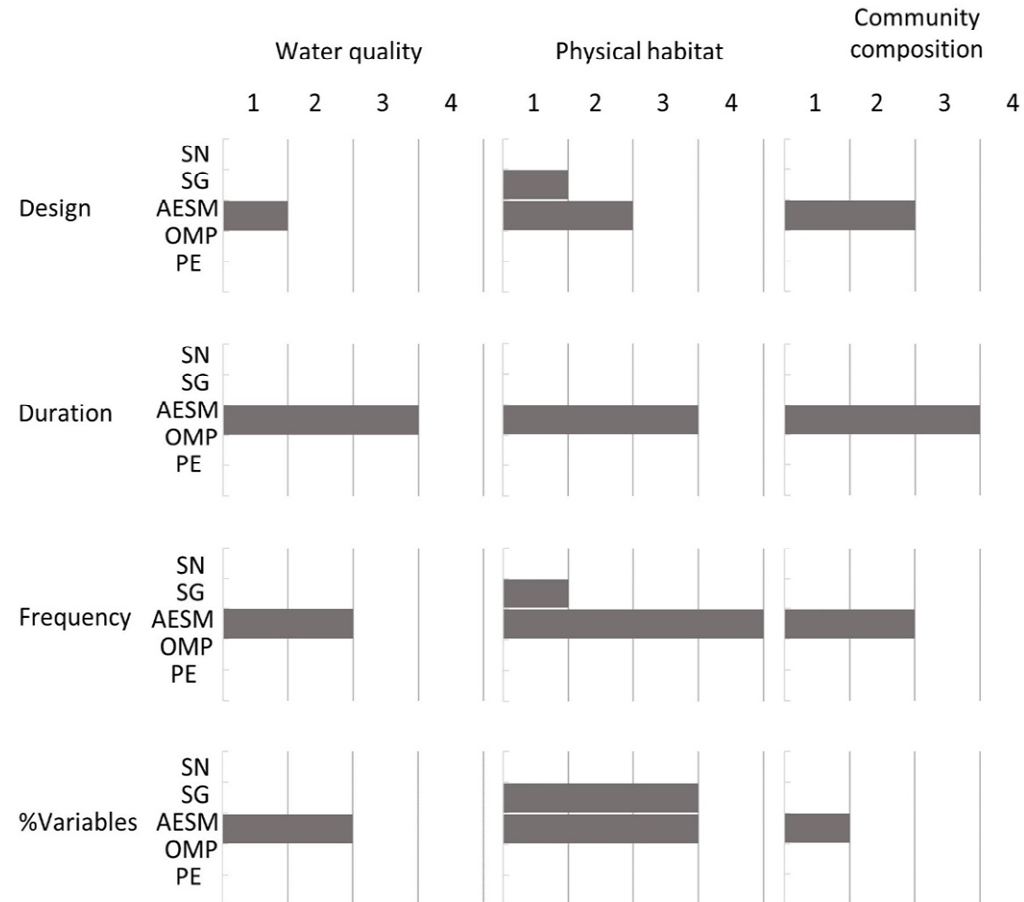
15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Programas de seguimiento en PPNN de montaña

RESULTADOS

SEGUIMIENTO EN HUMEDALES

- › Solo se realiza algún tipo de seguimiento de humedales en AESM y OMP
- › El programa más completo en AESM con 3 tipos de variables muestreadas
- › Principalmente seguimiento de calidad del agua y hábitat físico
- › Diseños espaciales no especificados o basados en condiciones de referencia
- › Series <10 años y en la mayoría de los casos menos de 1 muestra/año



CARTOGRAFIA DE HUMEDALES

- › Mapas digitalizados indicando la localización de los humedales.

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

CONCLUSIONES

- › **Ausencia de una estrategia y metodologías comunes** a nivel de red de PPNN para monitorear los impactos a largo plazo asociados al cambio global en ríos, lagos y humedales de montaña.
- › **Dificultad para generar conclusiones robustas** en comparación con un programa más homogéneo y sincronizados en los diferentes PPNN.
- › **Falta de diseños espacio-temporales adecuados**, necesarios para discernir estadísticamente cambios que puedan atribuirse al cambio global, la variabilidad natural u otros factores.
- › **Ausencia de series largas** de datos en la mayoría de las variables.

CONCLUSIONES

- › **Escaso seguimiento de los regímenes nivales**, siendo claves en los ecosistemas de montaña
- › **Baja representación de datos de estructura de comunidades** que pueden ser mejores indicadores que la composición para detectar cambios progresivos en los ecosistemas acuáticos.
- › **Ausencia de seguimiento de variable funcionales**, las cuales pueden ser muy útiles ya que cambios en las tasas de estas variables funcionales se relacionan de manera directa con cambios de otras variables ambientales.
- › Diferencias importantes en la **intensidad de los programas de seguimiento entre diferentes tipos de ecosistemas**. Mucho más esfuerzo en ríos y lagos.

Balance del seguimiento de aguas y ecosistemas asociados en la Red de Parques Nacionales

1

Programas de seguimiento DGA en PPNN

2

Evaluación de programas de seguimiento en PPNN de montaña

3

Como avanzar hacia un seguimiento de ecosistemas de agua dulce en RED

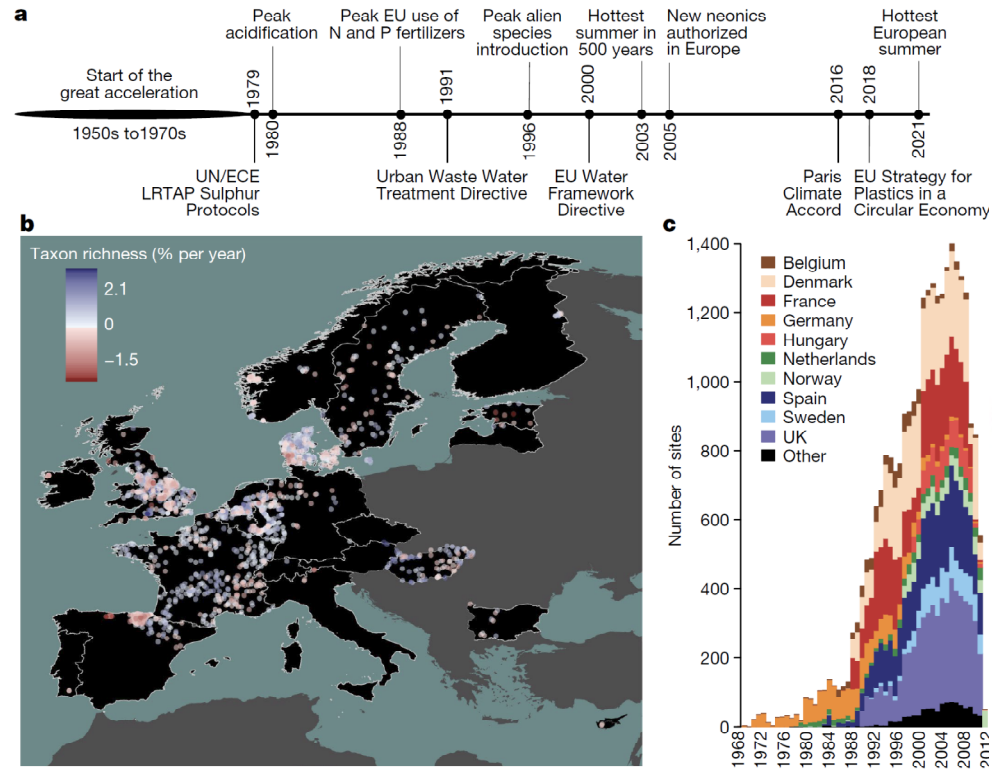
NECESIDADES DETECTADAS Y OBJETIVO

- › Es evidente que los programas de seguimiento actuales promovidos por diferentes iniciativas científicas son insuficientes para entender los efectos del cambio global a largo plazo de forma globaly, además, no está asegurado su mantenimiento en el tiempo.
- › Es necesario tener un programa de seguimiento coordinado para aumentar nuestra comprensión de los efectos del cambio global y generar evidencias mas solidas sobre las tendencias y direcciones del cambio actuales y a futuro.

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

Cambios en la biodiversidad

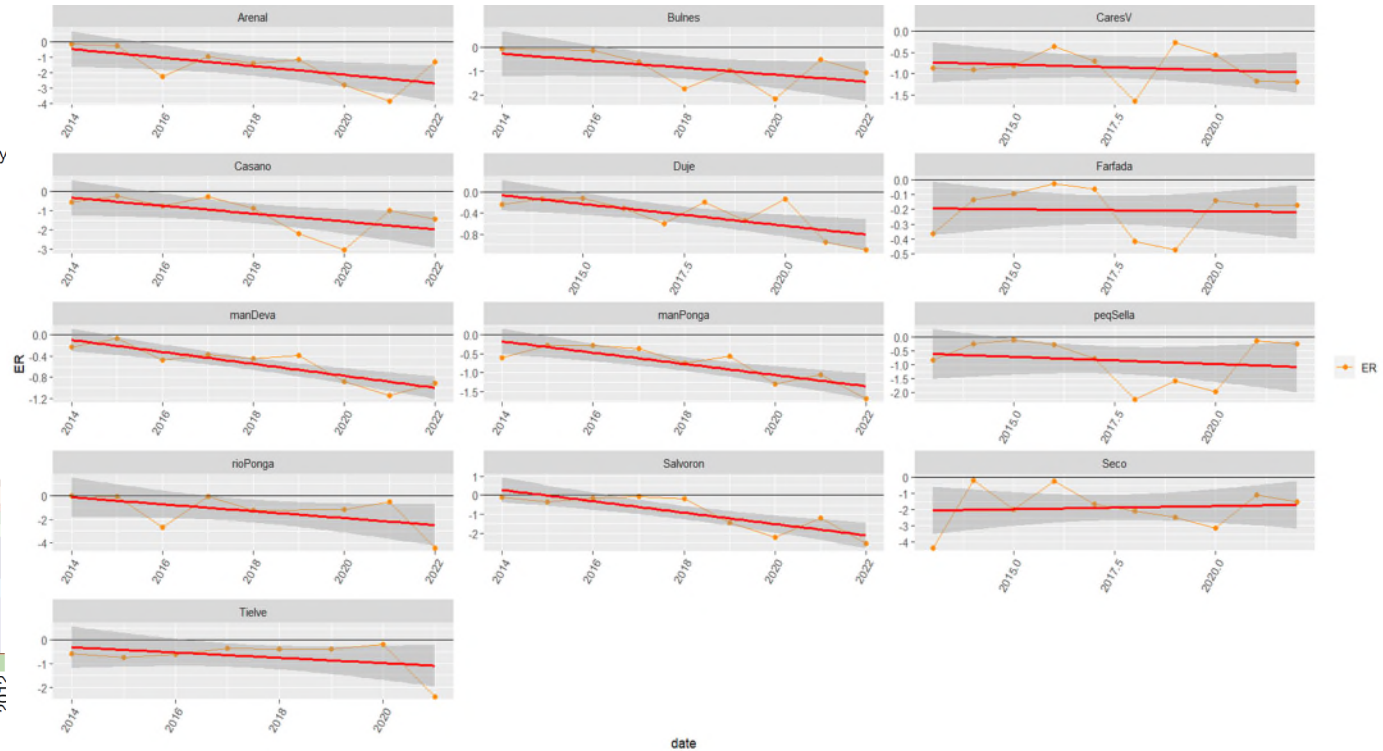


Article

The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt

Hasse et al., 2023 Nature

Cambios en el funcionamiento



15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

NECESIDADES DETECTADAS Y OBJETIVO

- › Es evidente que los programas de seguimiento actuales promovidos por diferentes iniciativas científicas son insuficientes para entender los efectos del cambio global a largo plazo a escala nacional y, además, no está asegurado su pervivencia en el tiempo.
- › Es necesario tener un programa de seguimiento coordinado para aumentar nuestra comprensión de los efectos del cambio global y generar evidencias mas solidas sobre las tendencias y direcciones del cambio actuales y a futuro.
- › Esta evidencia es esencial para informar a los órganos gestores sobre la evolución del estado de conservación de estos ecosistemas para que puedan diseñar políticas y concentrar esfuerzos para mitigar/adaptarse a esos cambios.

15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

NECESIDADES DETECTADAS Y OBJETIVO

- › Es evidente que los programas de seguimiento actuales promovidos por diferentes iniciativas científicas son insuficientes para entender los efectos del cambio global a largo plazo a escala nacional y, además, no está asegurado su pervivencia en el tiempo.
- › Es necesario tener un programa de seguimiento coordinado para aumentar nuestra comprensión de los efectos del cambio global y generar evidencias mas solidas sobre las tendencias y direcciones del cambio actuales y a futuro.
- › Esta evidencia es esencial para informar a los órganos gestores sobre la evolución del estado de conservación de estos ecosistemas para que puedan diseñar políticas y concentrar esfuerzos para mitigar/adaptarse a esos cambios.

Establecer las bases y los requerimientos mínimos para diseñar y poner en marcha un programa común de seguimiento a largo plazo en los ecosistemas de agua dulce en la red de PPNN.

15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

PASO 1: DEFINICIÓN DE VARIABLES CLAVE: ¿QUÉ MEDIR?



PASO 2: DEFINICIÓN DE METODOLOGÍAS COMUNES: ¿COMO MEDIR?



PASO 3: DEFINICIÓN DEL DISEÑO: ¿DÓNDE Y CUÁNDO MEDIR?



PASO 4: GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN: ¿CÓMO GESTIONAR LOS DATOS?

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

PASO 1: DEFINICIÓN DE VARIABLES CLAVE: ¿QUÉ MEDIR?

Table 1 Variables and type of variables identified as key indicators of global change in monitoring programs of the five SMNP. We indicated the domains/types of ecosystems in which they can be potentially used; (X) is used to indicate groundwater dependence

TYPE	VARIABLES	Hydro-meteorology	Rivers	Lakes	Mires
Climate and Hydrology	Air temperature, pressure and humidity	X			
	Precipitation	X			
	Solar radiation	X			
	Wind speed and direction	X			
	Soil temperature and humidity	X			X
	Nivology/snowfall	X			
	Permafrost	X			
	Discharge and water level	X	X	X	X
	Water table height	X	(X)	(X)	(X)
	Sediment Budget	X	X	X	X
Water physico-chemistry	Temperature	X	X	X	
	pH	X	X	X	
	Conductivity	X	X	X	
	Suspended Solids	X	X		
	Gas Concentration (O ₂ , CO ₂)	X	X	X	
	Nutrients	X	X	X	
	Dissolved Organic Mater	X	X	X	
Physical Habitat	Hydraulic Characteristics	X	X	X	
	Substrate Composition	X	X	X	
	Characterization protocols	X			
	Morphology	X	X	X	
	Water Level	X	X	X	
	Duration of ice cover	X			
	Ice melt time	X			
Community composition	Microbiota and Fungi	X	X	X	
	Algae and macrophytes	X	X	X	
	Micro- and macroinvertebrates	X	X	X	
	Fish	X	X		
	Other vertebrates	X	X	X	
	Riparian Plants and Trees	X	X	X	
Community structure	Microbiota and Fungi	X	X	X	
	Algae and macrophytes	X	X	X	
	Micro- and macroinvertebrates	X	X	X	
	Fish	X	X		
	Other vertebrates	X	X	X	
	Riparian Plants and Trees	X	X	X	
Ecosystem functions	Primary Production	X	X	X	
	Secondary production	X	X	X	
	Fish production	X	X		
	OM decomposition	X	X	X	

› Consenso sobre de conjunto de variables fundamentales para ser efectivos en la comprensión de los efectos del cambio global en los ecosistemas de agua dulce.

› Puntos de partida: Standard Observations LTER Europe; Essential Biodiversity Variables (EBVs) framework; Análisis previos.

› Grupos biológicos representativos de la estructura trófica del ecosistema.

› Indicadores que nos permitan capturar cambios progresivos del ecosistemas más que cambios abruptos:

- Estructura de las comunidades biológicas
- Funciones del ecosistema

› Variables auxiliares: Evolución de los principales drivers de cambio de los ecosistemas acuáticos relacionados con el cambio global:

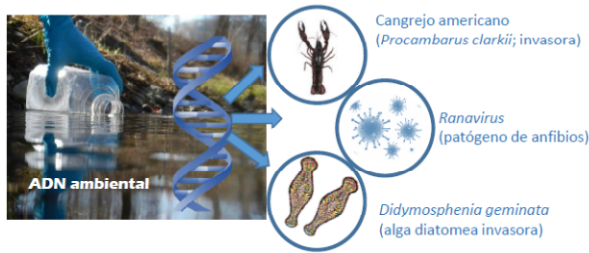
- Hidro-climatología
- Cambios en temperatura y físico-química del agua
- Grado y evolución espacio-temporal de la conectividad en la red hidrogáfica

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

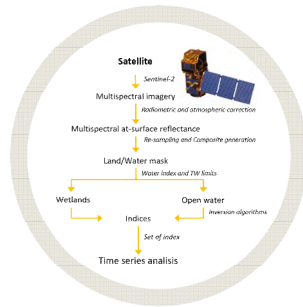
PASO 2: DEFINICIÓN DE METODOLOGÍAS COMUNES: ¿CÓMO MEDIR?

› Consenso en protocolos de **técnicas tradicionales** en la caracterización de comunidades biológicas y funciones.



› Técnicas de **biología molecular** (metabarcoding) en la caracterización de comunidades biológicas.

› **Instrumentalización** de cuencas: Instalación de sondas y sensores (Cuencas inteligentes)



› Aplicación de técnicas de **sensores remota** para la caracterización de procesos a gran escala espacial y temporal.

› **Ciencia ciudadana** (información adicional)



15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

PASO 3: DEFINICIÓN DEL DISEÑO: ¿DONDE Y CUANDO MEDIR?

› Importancia de contar con una **cartografía base** con atributos ambientales que nos permitan definir la localización de sites (Cuencas virtuales)

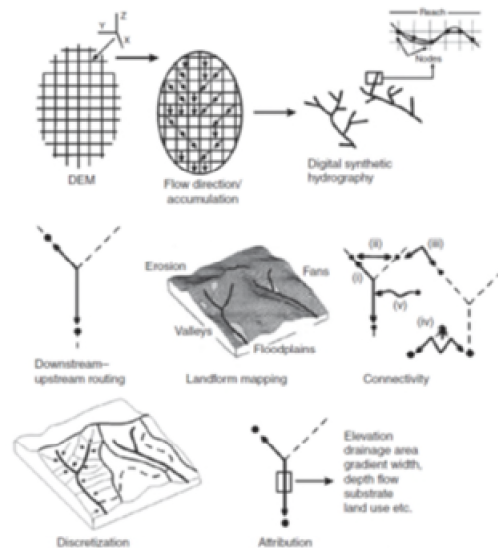
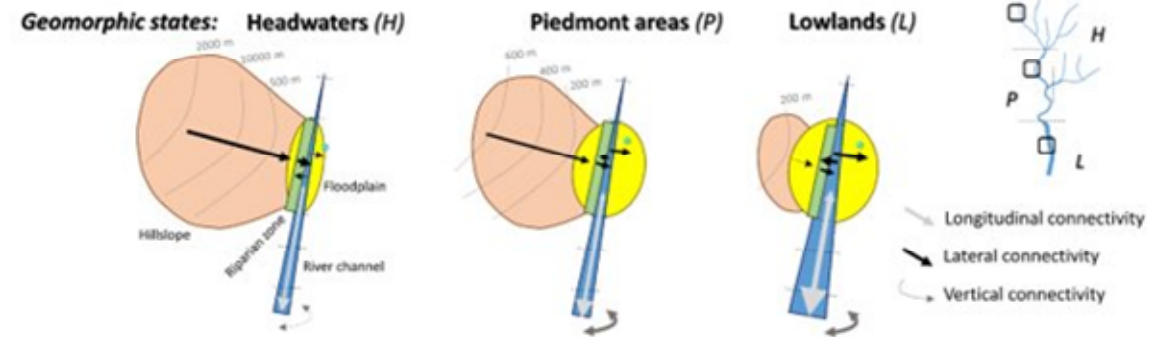


FIGURE 3 | The coupling of the digital elevation model (DEM) with synthetic hydrography contains a numerical data structure that support five types of analytical capabilities (Box 1). Multiple connectivity pathways include (i) river connected, (ii) Euclidean distance, (iii) slope distance, (iv) gravity-driven flow paths, and (v) modified slope distance. These components comprise a virtual watershed. (Reprinted with permission from Ref 18. Copyright 2014)

Barquín et al., 2015. Wires Water

a) Functional units, their hydrological connectivity and relative importance along the river network



Las cuencas virtuales permiten:

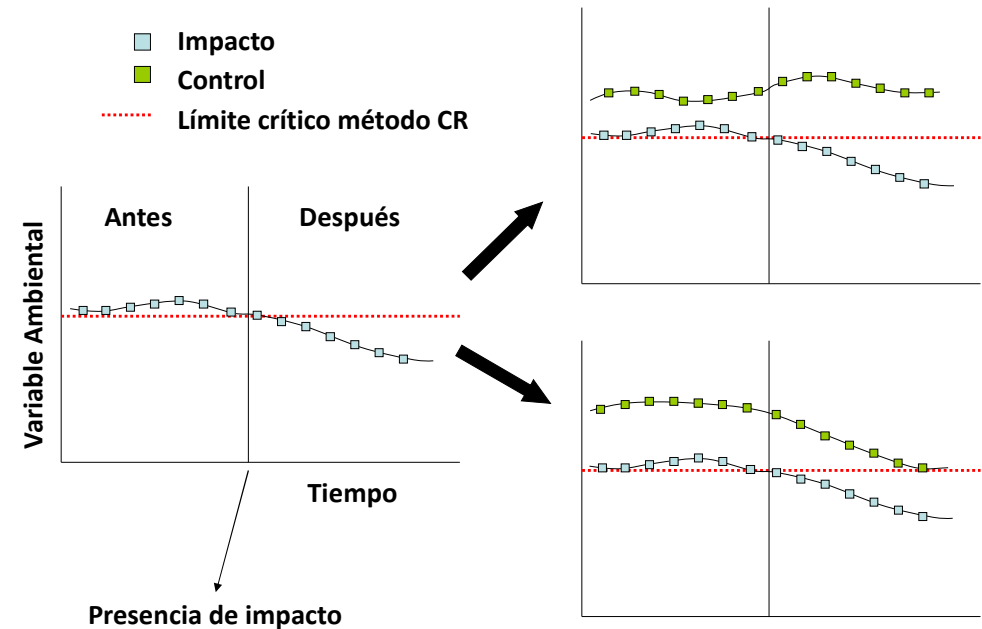
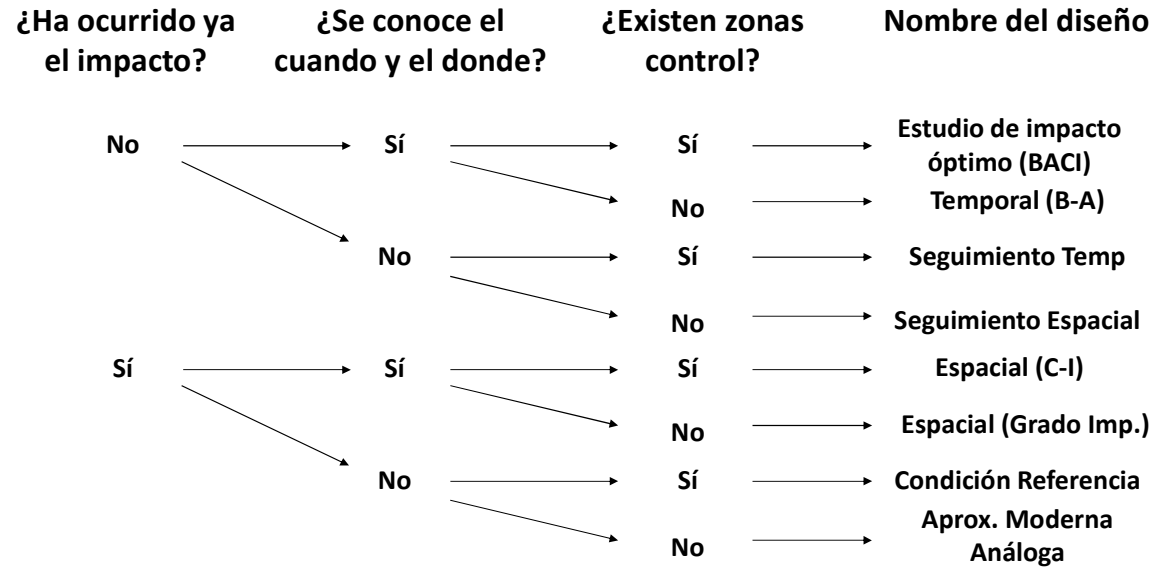
- › Integrar diferentes fuentes de información (satelitales o datos in situ) dentro de una única BD digital
- › Tiene en cuenta la estructura de red jerarquizada y la conectividad de los ecosistemas acuáticos y adyacentes y como la importancia de las unidades funcionales cambia a lo largo de la red
- › Sirve como plataforma de modelado para cualquier proceso biofísico en el sistema

15 años de **I+D+i** para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

PASO 3: DEFINICIÓN DEL DISEÑO: ¿DÓNDE Y CUÁNDO MEDIR?

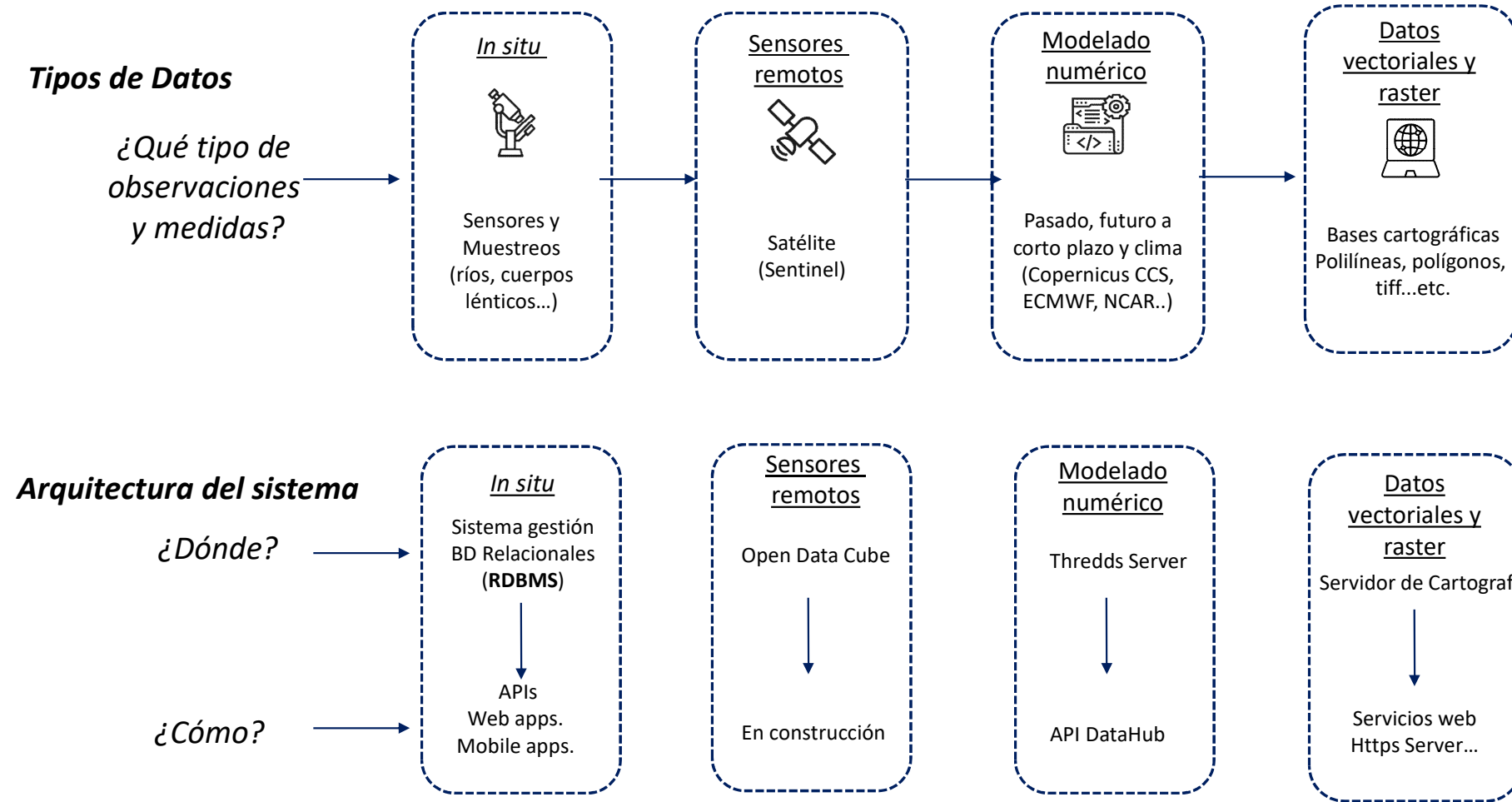
› Importancia de contar con un **diseño estadístico** apropiado que nos permita discriminar si hay una cambio significativo en la variable objetivo y a que se debe.



15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

PASO 4: GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN: ¿CÓMO GESTIONAR LOS DATOS?

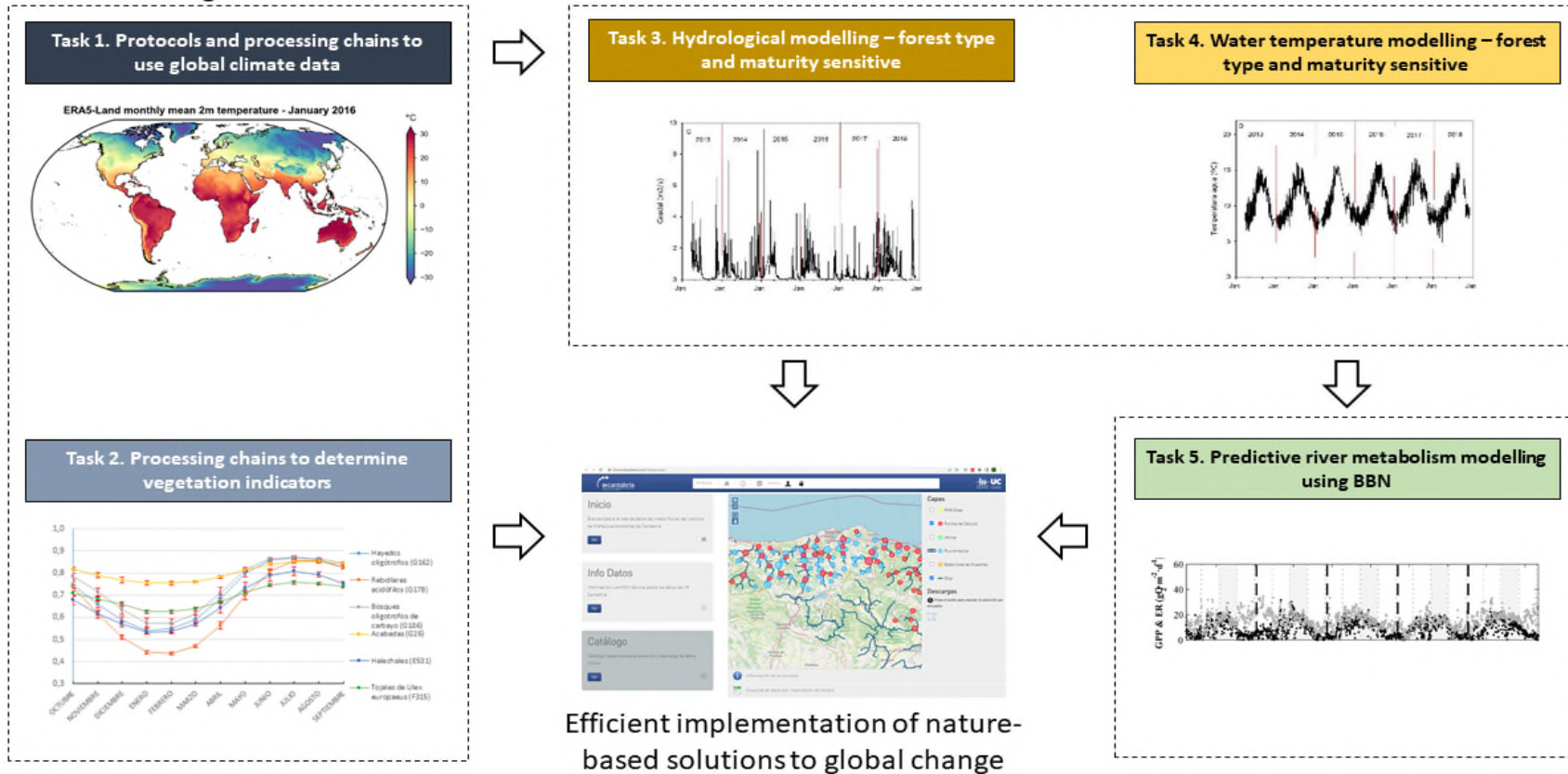


15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

Hacia un seguimiento ecosistemas de agua dulce en red

ANÁLISIS DE DATOS Y PREDCCIONES A FUTURO: INFRAESTRUCTURA DE GEMELOS DIGITALES EN LA RED DE PPNN

Drivers of change



› Representación digital de un elemento del mundo real permite analizar, simular y optimizar su funcionamiento.

› Permite tomar decisiones informadas.

15 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN



ihcantabria.com



[Twitter.com/IHCantabria](https://twitter.com/IHCantabria)



penasfj@unican.es