



Efectos del cambio climático a la vegetación de Espacios Naturales Protegidos. 25 años del Proyecto GLORIA

**#Aragón
Climate
Week
2025**

Dr. José Luis BENITO ALONSO, Biólogo
Consultor Botánico y Editor. Jaca
www.jolube.es



Jornada IAAP. Torla, 23 de octubre de 2025



EACC 2030
Estrategia Aragonesa
de Cambio Climático
HORIZONTE 2030

ORDESA Y
MONTE PERDIDO
PARQUE NACIONAL



¿Qué pasa con las plantas alpinas cuando aumenta la temperatura?



¿Sabías que en el Pirineo las plantas están se mueven?



Qué es *GLORIA*



*Global Observation Research
Initiative in Alpine environments*

Iniciativa para la investigación y el
Seguimiento global de los ambientes
alpinos

Una contribución al Sistema Terrestre
de Observación Global - GTOS

www.gloria.ac.at

Origen del proyecto *GLORIA*

Antecedentes

- A lo largo del siglo XX, se observaron **cambios en la flora alpina de los Alpes**. Esto alertó a la comunidad científica sobre el impacto del clima en las cumbres.

Objetivos del Proyecto **GLORIA**

1. **Evaluar** cómo el calentamiento global afecta a la flora de alta montaña.
2. **Calibrar** el riesgo de pérdida de biodiversidad (especies y comunidades).



Establecer un sistema de seguimiento a largo plazo, con muestreos repetidos **cada 7 años** (2001, 2008, 2015, 2022...).

¿Por qué los ecosistemas alpinos?

1. Son globales

→ Están presentes en todas las cordilleras del mundo.

→ Son perfectos para comparar cambios entre continentes.



¿Por qué los ecosistemas alpinos?

2. Biodiversidad única

- Alta concentración de especies **endémicas**
- En el Pirineo: **12% de endemismo en cimas** frente a 5% general.

Saxifraga oppositifolia



Androsace ciliata



***Saxifraga pubescens* subsp.
*iratiana***



Geranium cinereum

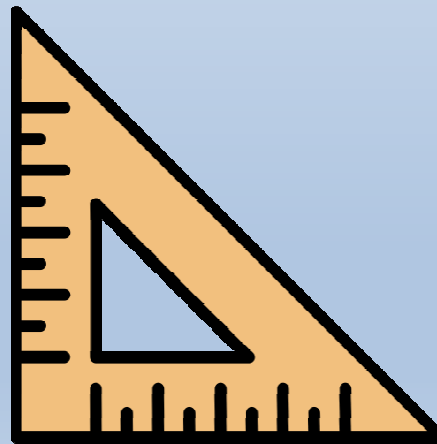


¿Por qué esta metodología?

3. Método universal

→ El mismo protocolo funciona en cualquier montaña.

→ Permite comparaciones científicas fiables a escala global.



¿Cuál es la originalidad de *GLORIA* ?

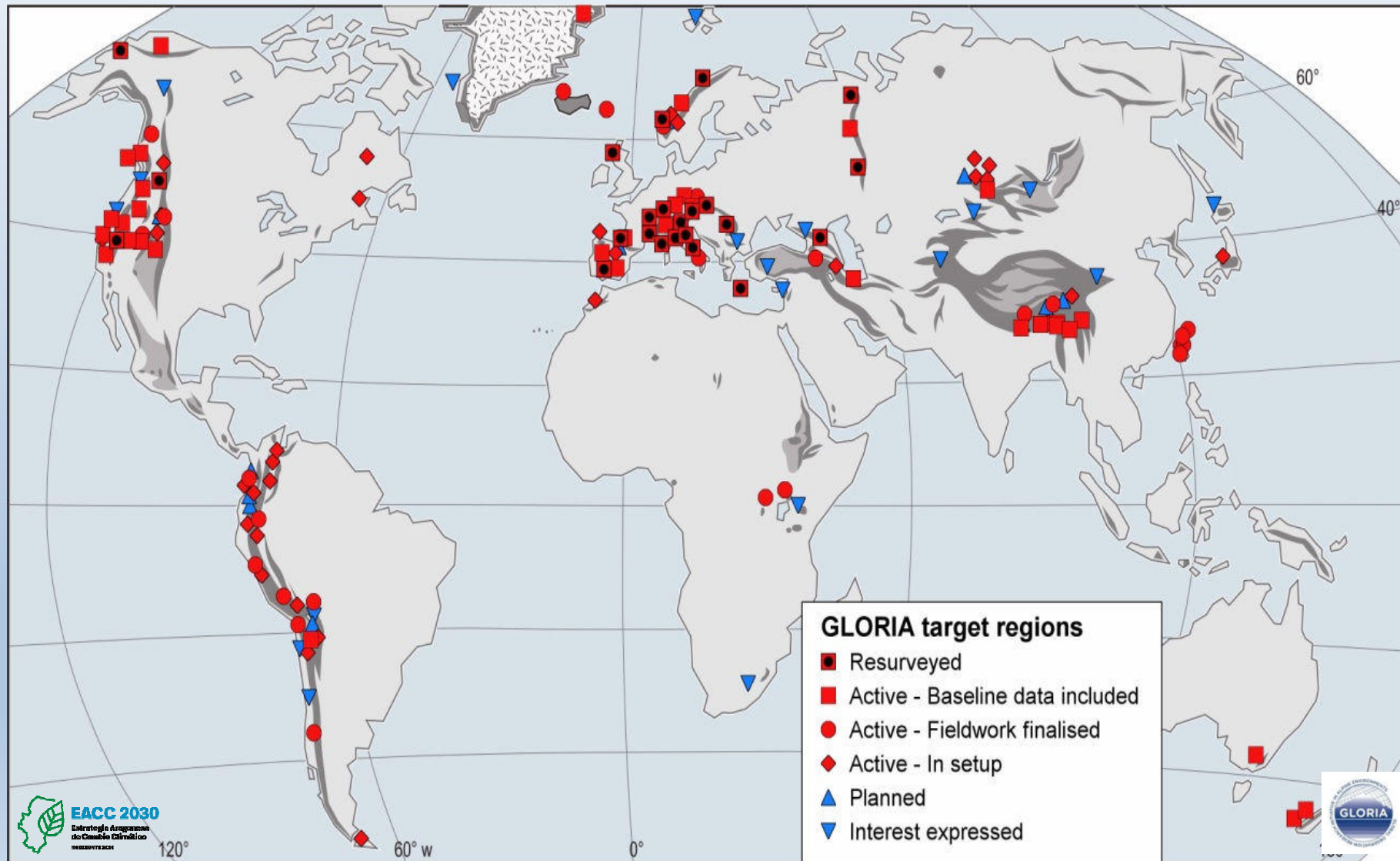
✓ Método único y global

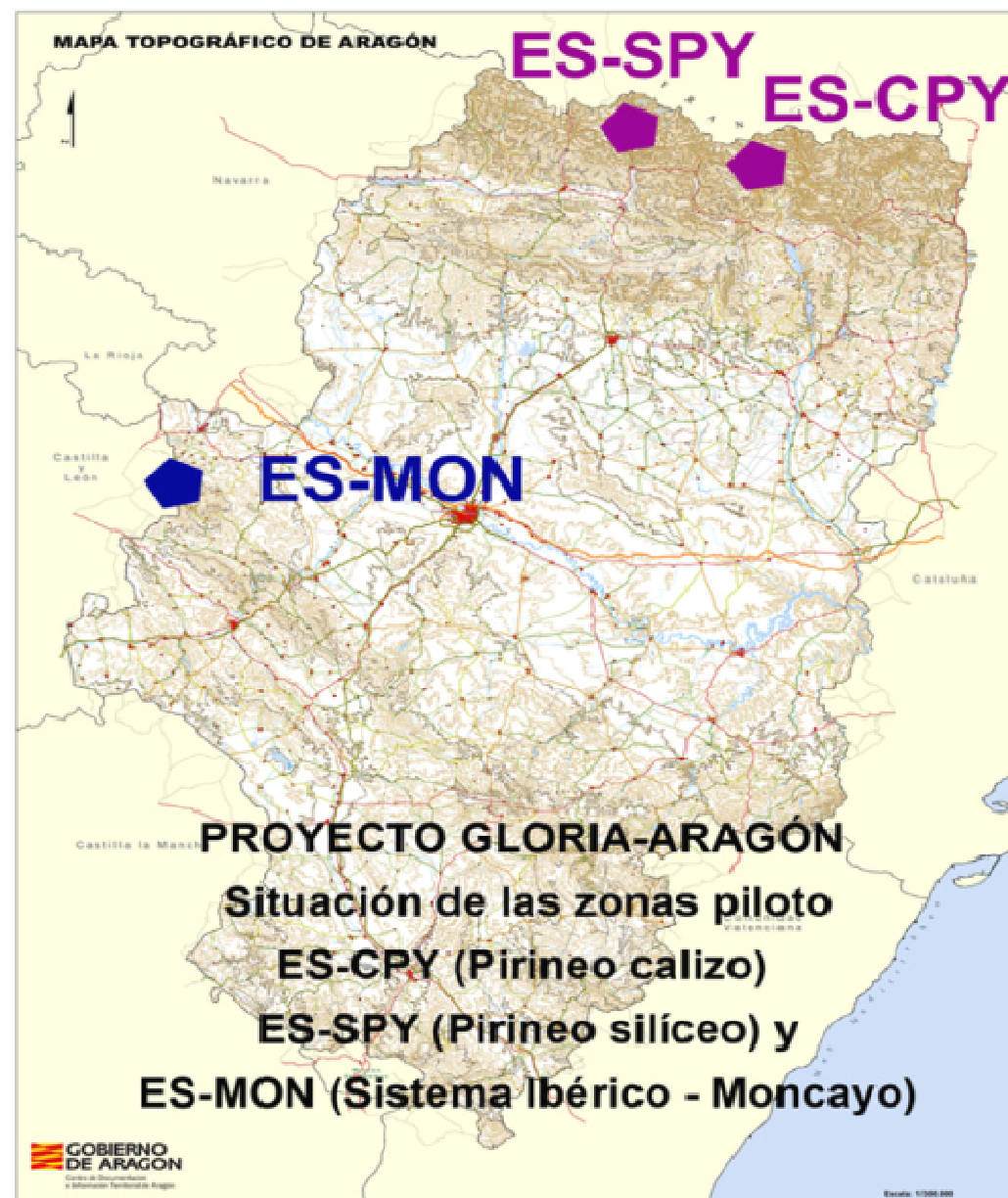
→ Estudiamos el impacto del calentamiento global **con el mismo protocolo** en montañas de todo el mundo.

→ Primero en **18 macizos** de Europa (desde 2001) y ahora en toda la Tierra.



El Proyecto *GLORIA* en 2025





Metodología: selección de las cimas

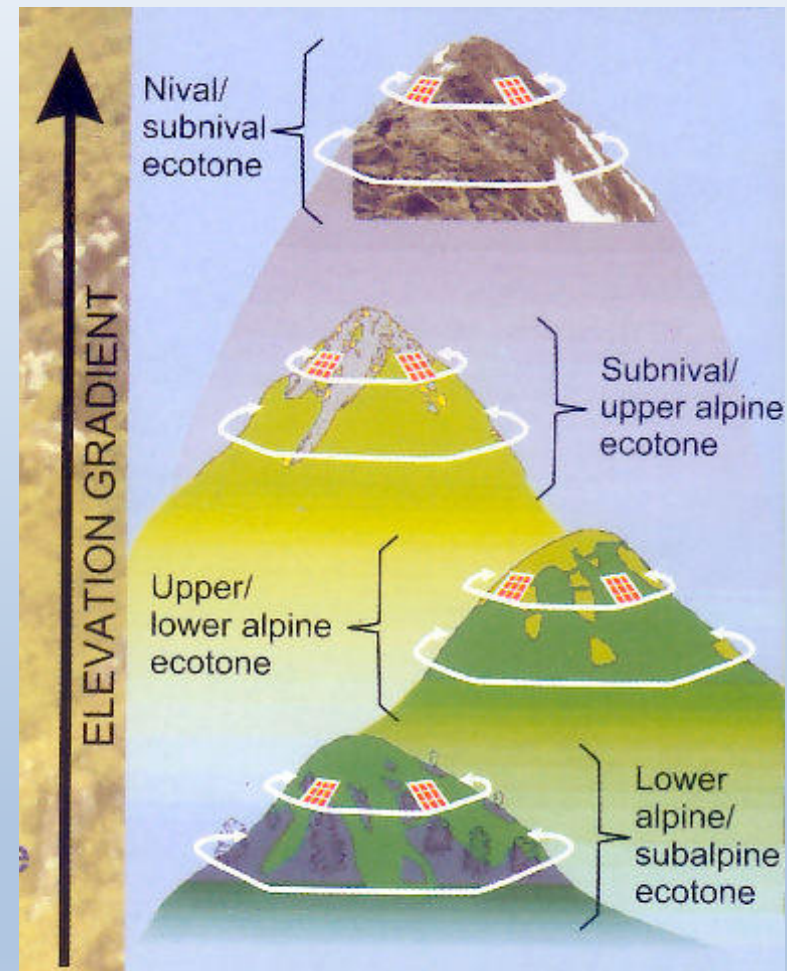
En cada área piloto se eligen:

✓ 4 cimas geológicamente similares y climáticamente homogéneas

¿Qué representan?

→ Los diferentes niveles de vegetación **por encima del bosque:**

- Desde el **piso alpino inferior** (límite superior del bosque)
- Hasta el **subnival o nival** (las zonas más altas y frías).



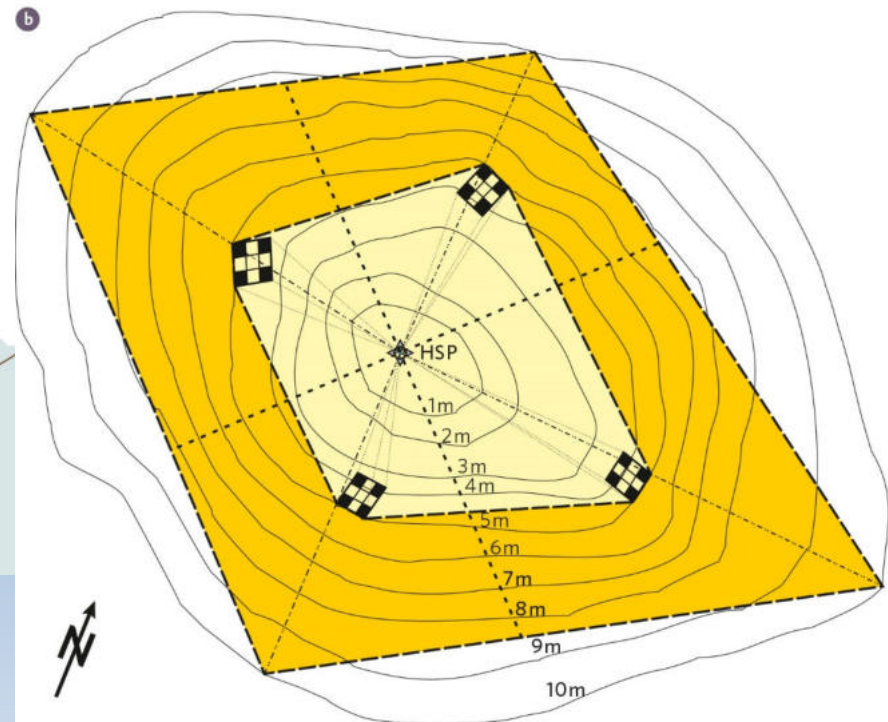
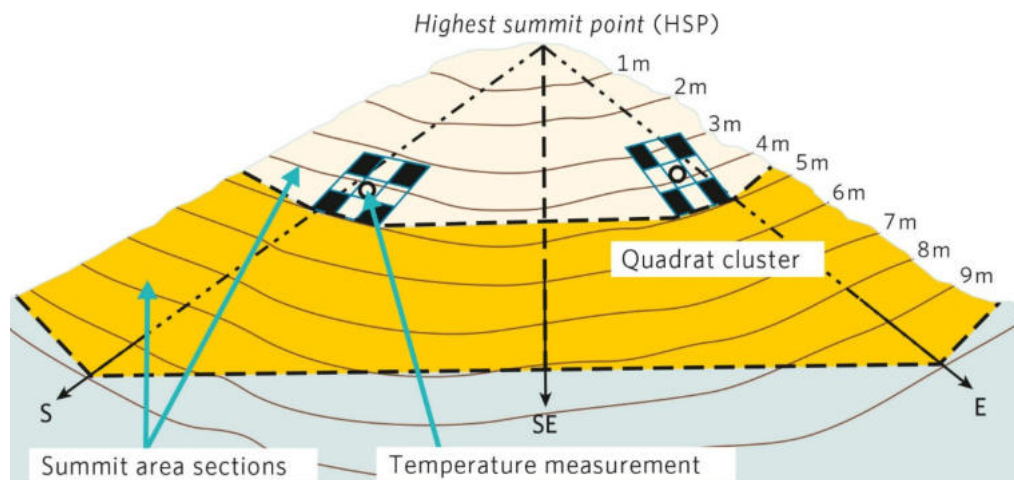
Metodología



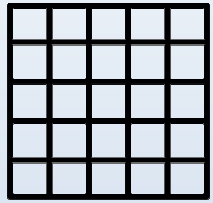
Cuatro parcelas de 1 x 1 m:

❖ a 5 m por debajo de la cumbre

❖ en exposición N, S, E y O.



Metodología



✓ Se muestrea la flora *point-quadrat*, 100 puntos por parcela, 400 puntos por orientación, 1600 puntos por cima).



✓ Registro completo de la flora en -5 m y -10 m de la cima.

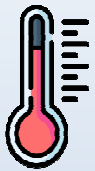








Metodología: temperatura



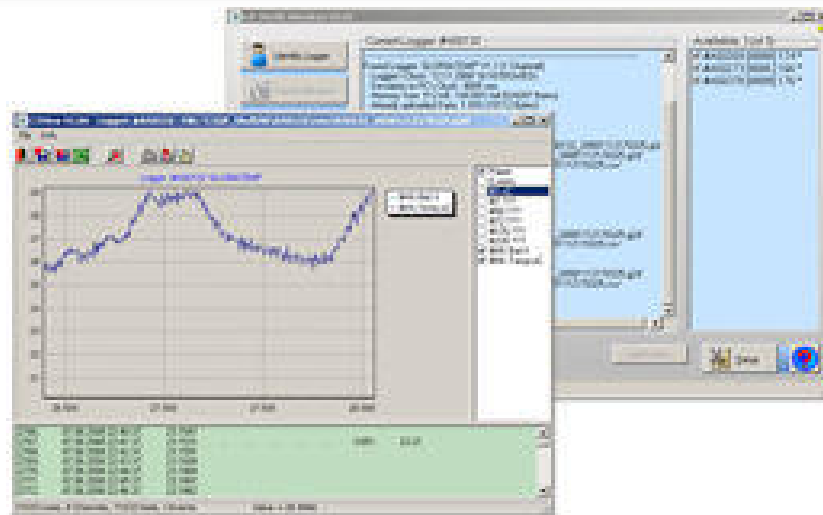
En cada parcela se instala:

- ✓ **1 termómetro automático → 4 por cima**
→ Enterrado a **10 cm** de profundidad.



¿Qué registra?

- ✓ Temperatura del **suelo cada hora**, durante **todo el año**.
- ✓ Datos recogidos **por señal de radio** → sin necesidad de visitas frecuentes.



Metodología: temperatura

¿Para qué sirve?

→ Monitoreo de la “**temperatura biológica**”: lo que realmente notan las plantas para su desarrollo.

→ Detecta cambios climáticos a **medio y largo plazo** (estaciones, años, décadas).



Manual metodológico GLORIA

Disponible en 4 idiomas:



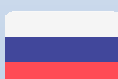
Inglés



Español



Chino

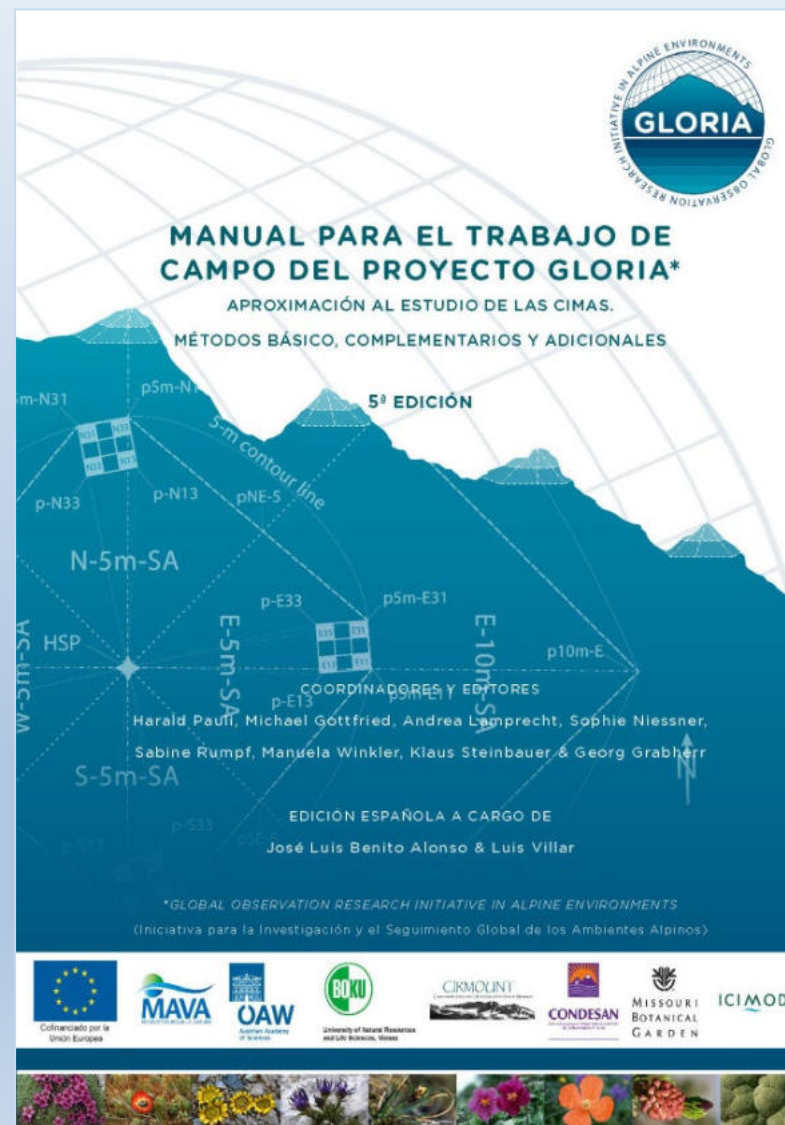


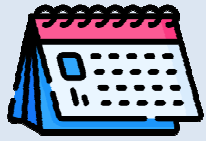
Ruso

→ Válido para **todas las montañas del mundo.**

¿Dónde descargarlo?

-  www.gloria.ac.at





Desarrollo del Proyecto GLORIA: Cronología clave



2000: Financiación UE → búsqueda de cimas



2001: 1ª zona piloto (Monte Perdido)



2008: 1ª repetición → primeros resultados



2011-2012: Expansión a Pirineo silíceo y Moncayo

Desarrollo del proyecto *GLORIA*



2013: Presentación en el Seminario OPCC (Toulouse).

2015:



- ✓ Segunda repetición en Ordesa
- ✓ Presentación detallada en Andorra ante instituciones de la OPCC

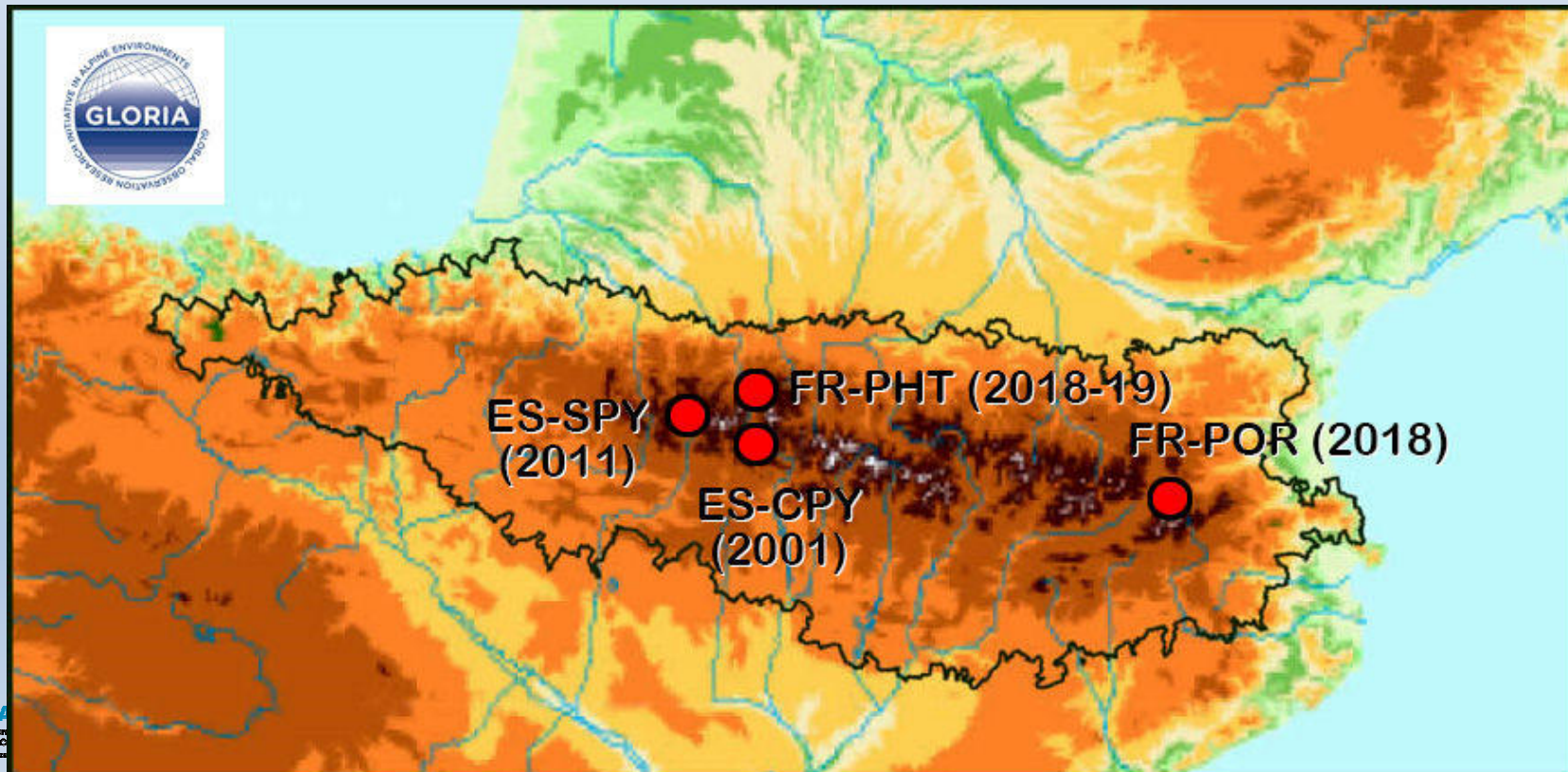
2018: Primera repetición en Pirineo Silíceo

2019: Primera repetición en Moncayo

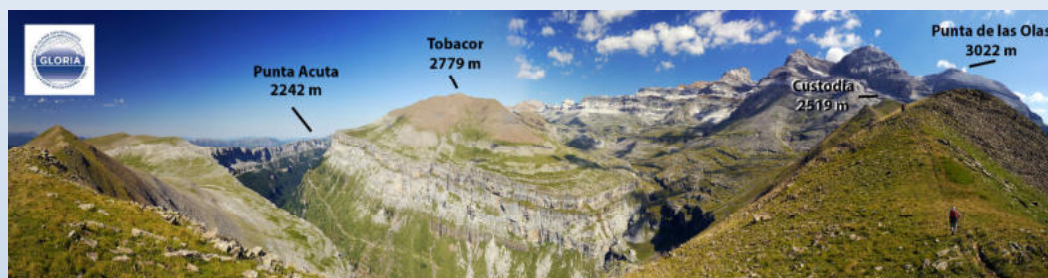
2022: Tercera repetición en Ordesa (serie temporal: 2001–2022)

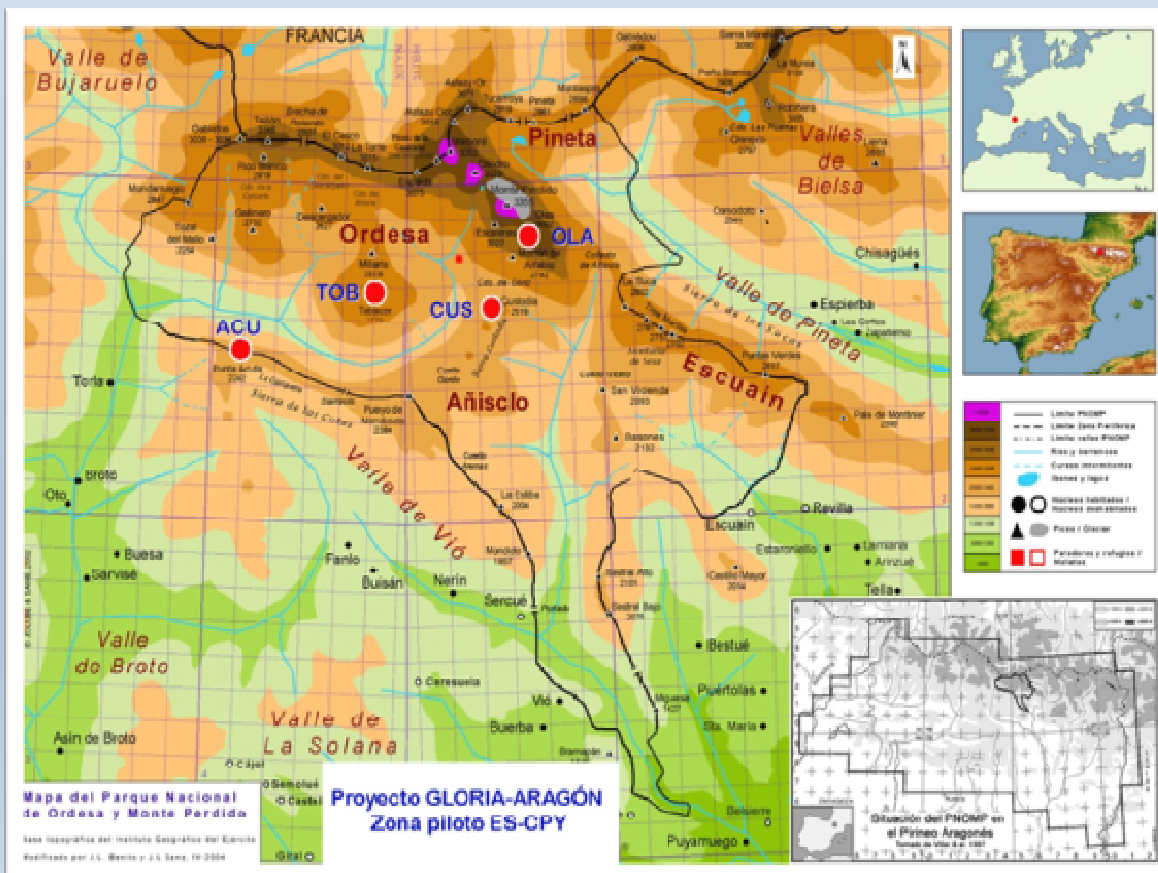
Cuatro zonas *GLORIA* en el Pirineo

- **ES-CPY:** Pirineo Central Sur calizo (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido)
- **ES-SPY:** Pirineo Centro-occidental Sur silíceo (Valle de Tena, sobre todo)
- **FR-PHT:** Pirineo Central Norte (Hautes Pyrénées - Gavarnie)
- **FR-POR:** Pirineo Oriental Norte (Pyrénées Orientales - Valée d'Eyne)



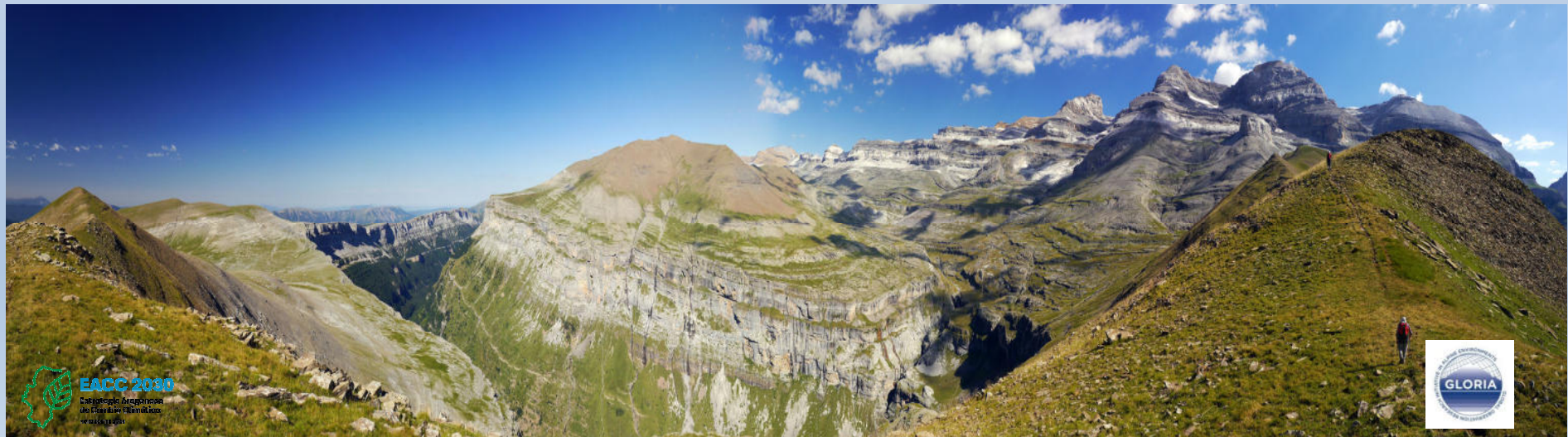
Aragón es la región europea con mayor número de zonas GLORIA





Área piloto ES-CPY: Pirineo central calizo. Inicio 2001

Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

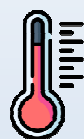


Área piloto ES-CPY: Pirineo central calizo. Inicio 2001

Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido



Resultados en Punta Acuta (2242 m) 2002-2022



T media: **5,18 °C** → **6,33 °C**



Periodo Vegetativo:

175 días → **204 días** (dif. 1 mes)



Sur: 199 días (6,6 meses)

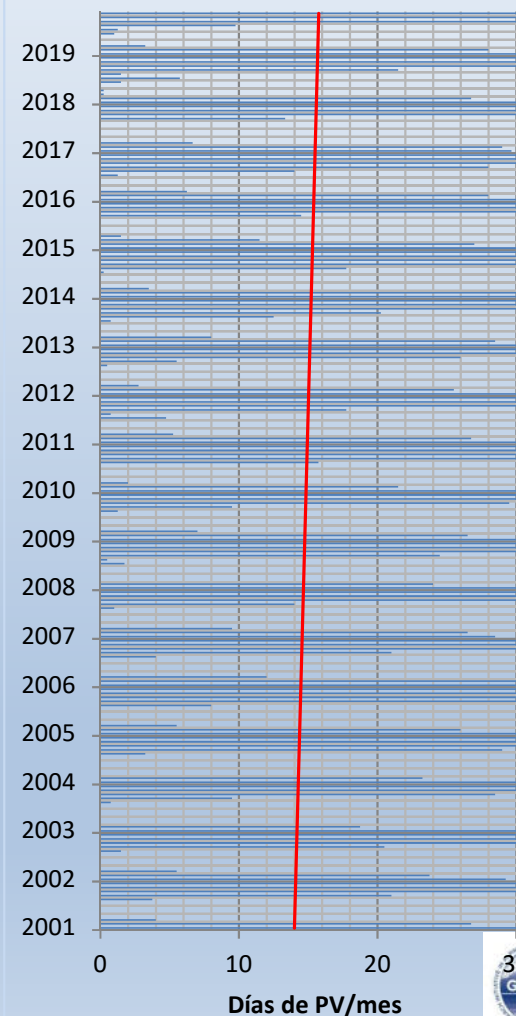


Norte: 159,8 días (5,3 meses)

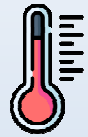


Diferencia N-S: **39,1 días**
(más de un mes)

Evolución y tendencia (línea roja)
del Periodo Vegetativo medio
en Punta Acuta 2242 m, 2001-20



Resultados en Punta de las Olas (3022 m)



T media: **0,6 °C → 2,1 °C**



Periodo Vegetativo:

83 días → 125 días (c. 1,5 meses)



Sur: 113 días = 3,5 meses

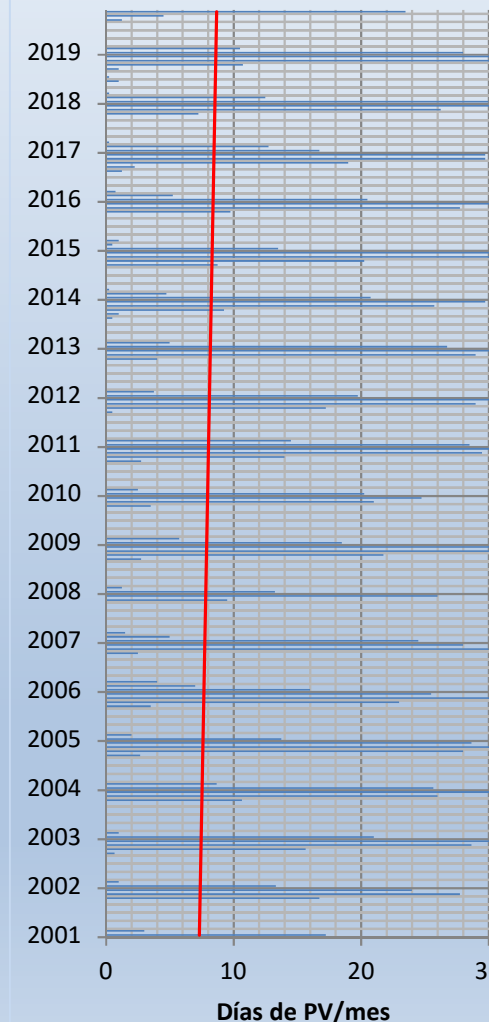


Norte: 86,8 días = 2,9 meses

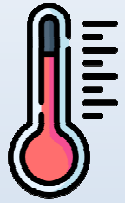


Diferencia N-S: 26,2 días

Evolución y tendencia (línea roja)
del Periodo Vegetativo medio,
en Punta de las Olas 3022 m, 2001-20



Resultados generales



✓ Gradiente T del suelo

0,56 °C / 100 m de altitud

1,7 °C / 300 m de altitud



✓ PV gradiente altitudinal

PV desciende en **9,1 días/100 metros** de altitud

Casi un mes /300 m

¿Qué está pasando en las cimas de Europa?

(2001 y 2008)

“TERMOFILIZACIÓN” DE LAS MONTAÑAS

- ✓ **Colonización por especies termófilas:** plantas amantes del calor están ascendiendo hacia las cimas alpinas



¿Qué está pasando en las cimas de Europa?

(2001 y 2008)

“TERMOFILIZACIÓN” DE LAS MONTAÑAS

- ✓ **Ascenso promedio de las especies: +2,7 metros por década**
- ✓ **Cambios térmicos:**
 - T media diaria de las mínimas en junio: + 1,6 °C
en el Pirineo y Sierra Nevada
 - T media montañas Europa: +0,7 °C

¿Qué está pasando en las cimas de Europa?

(2001 y 2008)

✓ **Diferencias montañas por regiones:**

- **Boreo-templadas** (Alpes, Cárpatos): ↑ número de especies en las cimas.
- **Mediterráneas** (Sierra Nevada): ↓ biodiversidad en las cimas.

✓ **Consecuencia a medio-largo plazo**

Las especies de zonas más cálidas podrían desplazar a las especies adaptadas al frío.

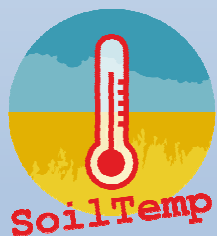
Proyectos en los que interviene GLORIA



✓ **LTER** (Long Term Ecological Research)

Red de científicos y gestores comprometidos con la investigación socio-ecológica a largo plazo vinculada a un espacio natural

<https://lternet.edu/> <https://lter-spain.csic.es/>



✓ **Soil Temp**

Base de datos global de series microclimáticas.

www.soiltempproject.com

Proyectos en los que interviene GLORIA



✓ Grass Plot

base de datos sobre la diversidad vegetal a múltiples escalas en los pastos paleárticos

<https://edgg.org/databases/GrassPlot>



✓ Tea Composition initiative

Estudio global sobre la descomposición de los restos orgánicos.

<https://www.teacomposition.org/>

Proyectos en los que interviene GLORIA



✓ Biotrend

Registro de indicadores de tendencias de biodiversidad y el impacto del calentamiento global

<https://biotrend.es/>

Perspectivas

- La repetición de los muestreos en 2015 y 2022 (Ordesa) nos confirman que la tendencia observada se mantiene
- Comparar estos resultados con los de otras áreas piloto instaladas con posterioridad a 2001 en otros territorios
- En 2026 se repetirá el muestreo en Moncayo y 2029 en Ordesa.
- Nuevos artículos en preparación.





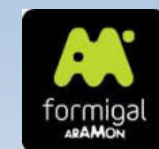
“Con monitoreo continuo, podemos proteger estos ecosistemas únicos”.



www.gloria.ac.at



Con la inestimable colaboración de:



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

