

# Riunione annuale progetto PNC

## Clima co-benefici

### 21-22 maggio 2025, Palermo



CLIMA  
CO-BENEFICI  
DI SALUTE  
ED EQUITÀ  
A SUPPORTO DEI PIANI DI RISPOSTA AI  
CAMBIAMENTI CLIMATICI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE



LIFE  
COURSE  
RESEARCH

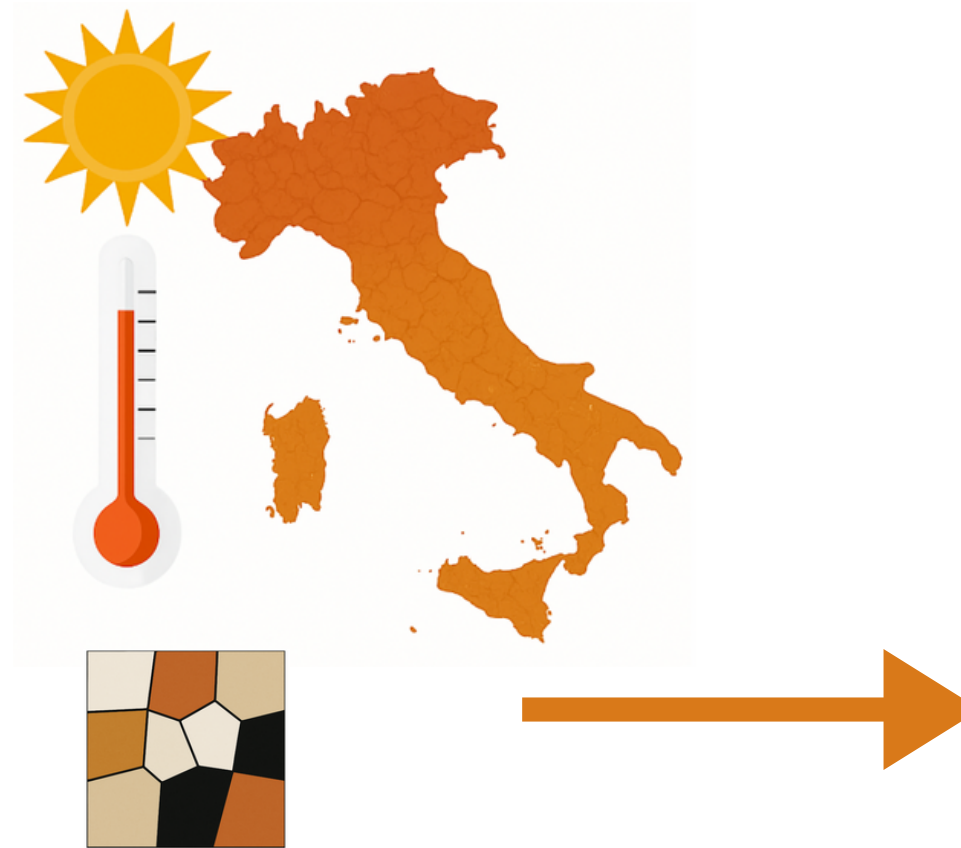
## Disuguaglianze spaziali nella mortalità legata al caldo tra i comuni in Italia e il ruolo della biodiversità

Barbara Sodano, Garyfallos Konstantinoudis, Marta Blangiardo, Paolo Vineis



# Introduzione

- Gli eventi estremi legati alle **alte temperature** sono sempre più frequenti e intensi. Estate 2022: In Italia si sono registrati oltre 18.000 decessi in eccesso durante l'estate, attribuibili alle elevate temperature
- L'impatto sul territorio italiano **non è omogeneo**: gli effetti del caldo sulla mortalità variano significativamente tra le diverse regioni, province e comuni, generando **disuguaglianze spaziali** negli effetti
- **Ruolo della biodiversità**: riconosciuta come un contributo positivo per la salute e il benessere umano; l'abbondanza di vegetazione e la composizione delle specie, sono **elementi che possono influenzare l'effetto delle temperature** sulla mortalità



# Obiettivi

- Analizzare le **disparità geografiche nella relazione tra temperatura e mortalità** in **7.895 comuni** italiani per cogliere le differenze in piccole aree e individuare le aree più vulnerabili
- Analizzare il ruolo della **biodiversità** all'interno della relazione tra mortalità e temperatura nei comuni italiani



# Dati

**Periodo temporale:** 13 anni, 2011-2023; mesi estivi (Giugno-Agosto) , **Unità temporale:** dati giornalieri, **N. comuni:** 7895

**Popolazione per comune:**  
popolazione residente per  
comune, fonte ISTAT

**Mortalità generale per  
comune:** mortalità  
giornaliera per comune,  
fonte ISTAT

**Età:** 65+



**Temperature giornaliere  
medie per comune:** ERA-5  
Copernicus



**Dati sulla biodiversità  
MSA Index complessivo e  
le sue componenti  
(presenza di  
impollinatori, copertura  
vegetativa...):** 3Bee



## Metodi (1)

### Modello spaziale Bayesiano con lag non-lineari (SB-DLNM)

# di decessi per qualsiasi causa, per il giorno d-esimo dell'anno t-esimo e per il comune m-esimo

$$Y_{dtm} \sim \text{Poisson}(E[Y_{dtm}])$$

$$\log(E[Y_{dtm}]) = \log(P_{dtm}) + \beta_0 + \beta_m \cdot X_{dtm} + \gamma \cdot Z_{dtm} + \nu \cdot RH_{dtm} + \omega_d + \delta_t + b_m$$

Popolazione per il  
giorno d-esimo, l'anno t-  
esimo e il comune m-  
esimo

Funzione non lineare  
della temperatura media  
giornaliera sui lag 0-3

Set di confondenti categorici  
spaziotemporali (festività, giorno  
della settimana)

Umidità  
relativa media

Giorno  
dell'anno

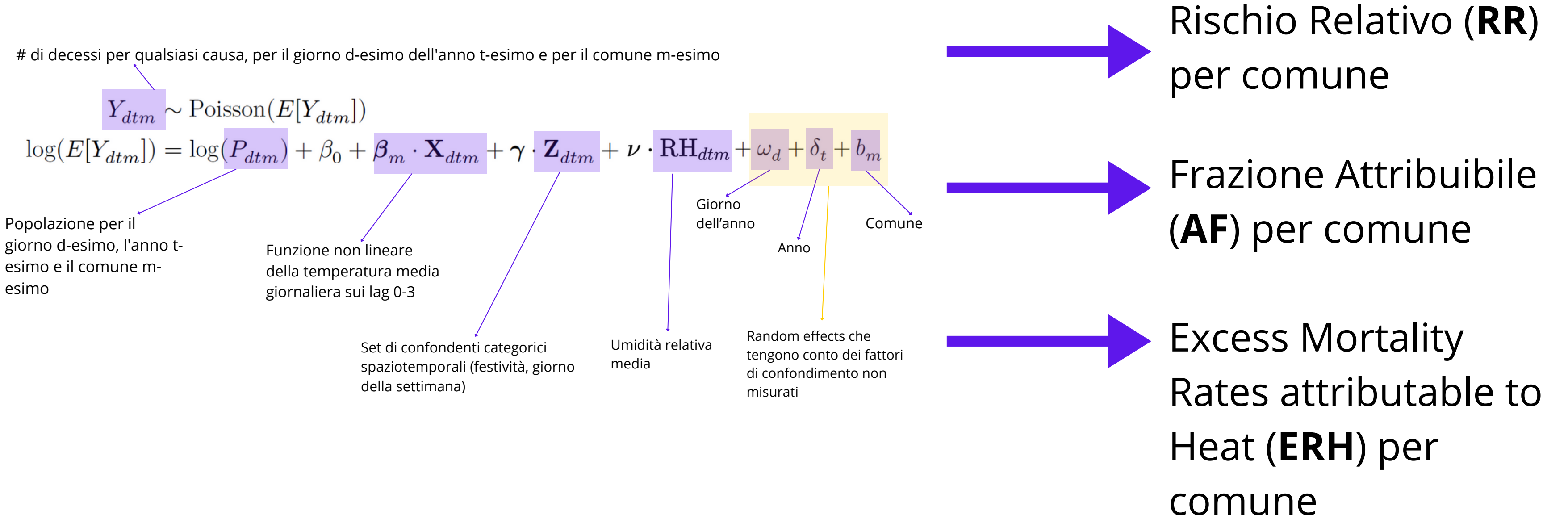
Anno

Comune

Random effects che  
tengono conto dei fattori  
di confondimento non  
misurati

Metodi (1)

Modello spaziale Bayesiano con lag non-lineari (SB-DLNM)



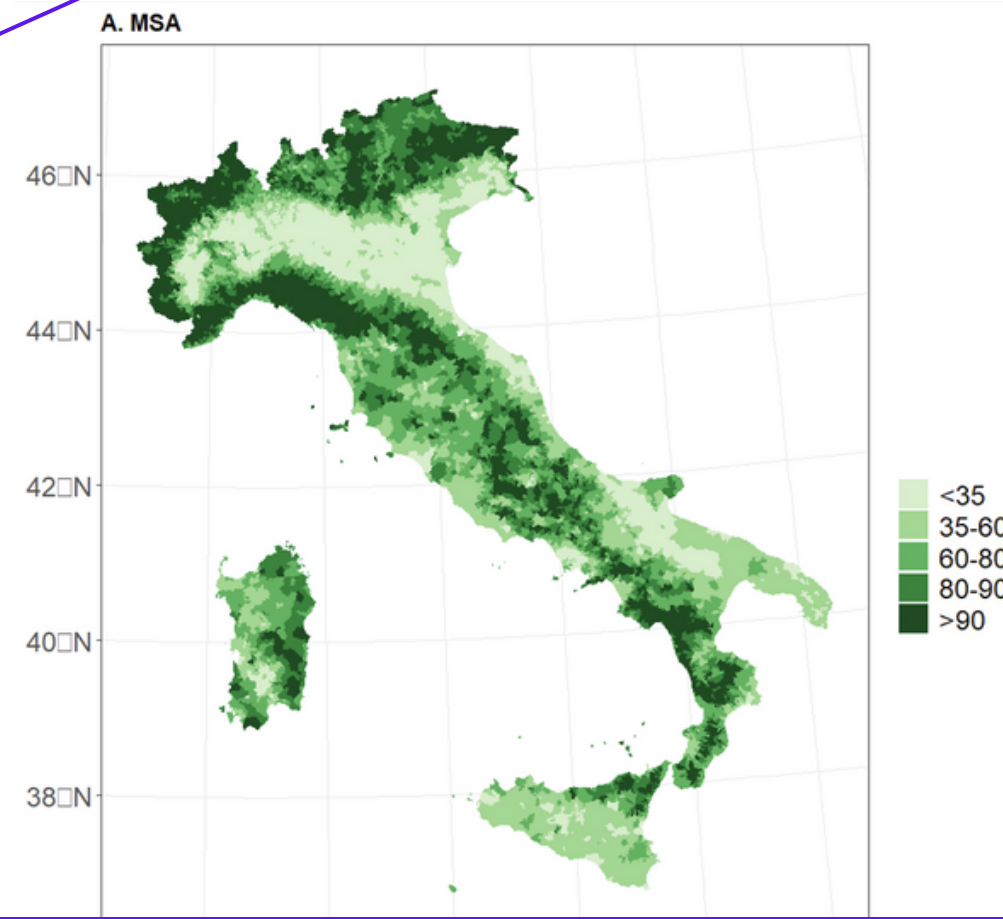
## Metodi (2): Modificatori d'effetto spaziali - Biodiversità

A partire dal modello precedente, viene quantificato l'**ERH (Excess Mortality Rates attributable to Heat)**, utilizzato come outcome nel secondo modello

$$\text{ERH}_m \sim \text{Normal}(\mu_m, \sigma_{\text{ERH}}^2)$$

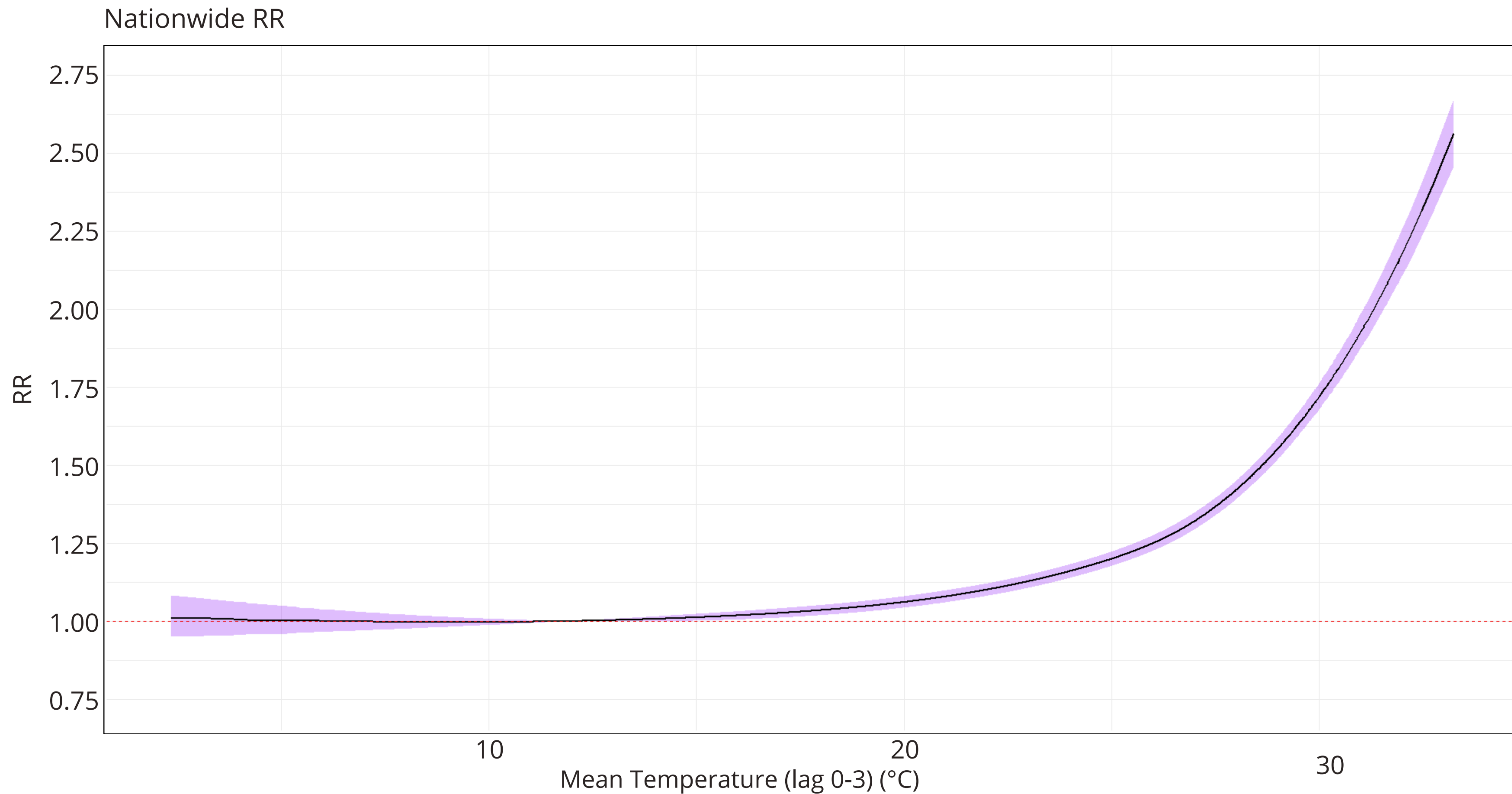
$$\mu_m = \alpha_0 + \alpha \cdot \mathbf{H}_m + \xi_m + \text{Confondenti della relazione tra elementi di biodiversità e ERH}$$

Vettore dei modificatori d'effetto per comune  $m$ , indicatori di **biodiversità**, es. MSA

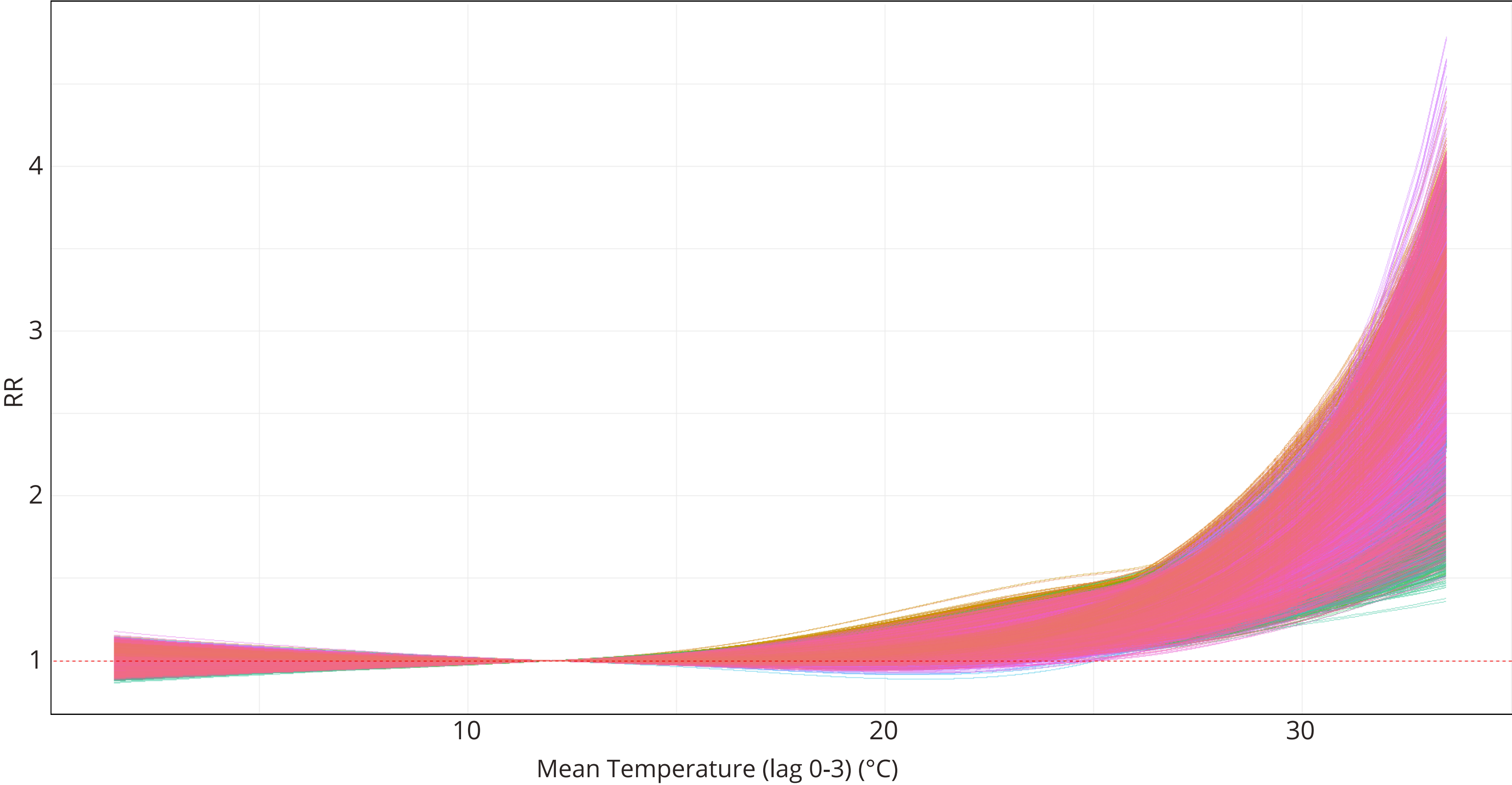


Cattura i residui spaziali tra i comuni  $m$

## Risultati: RR nazionale

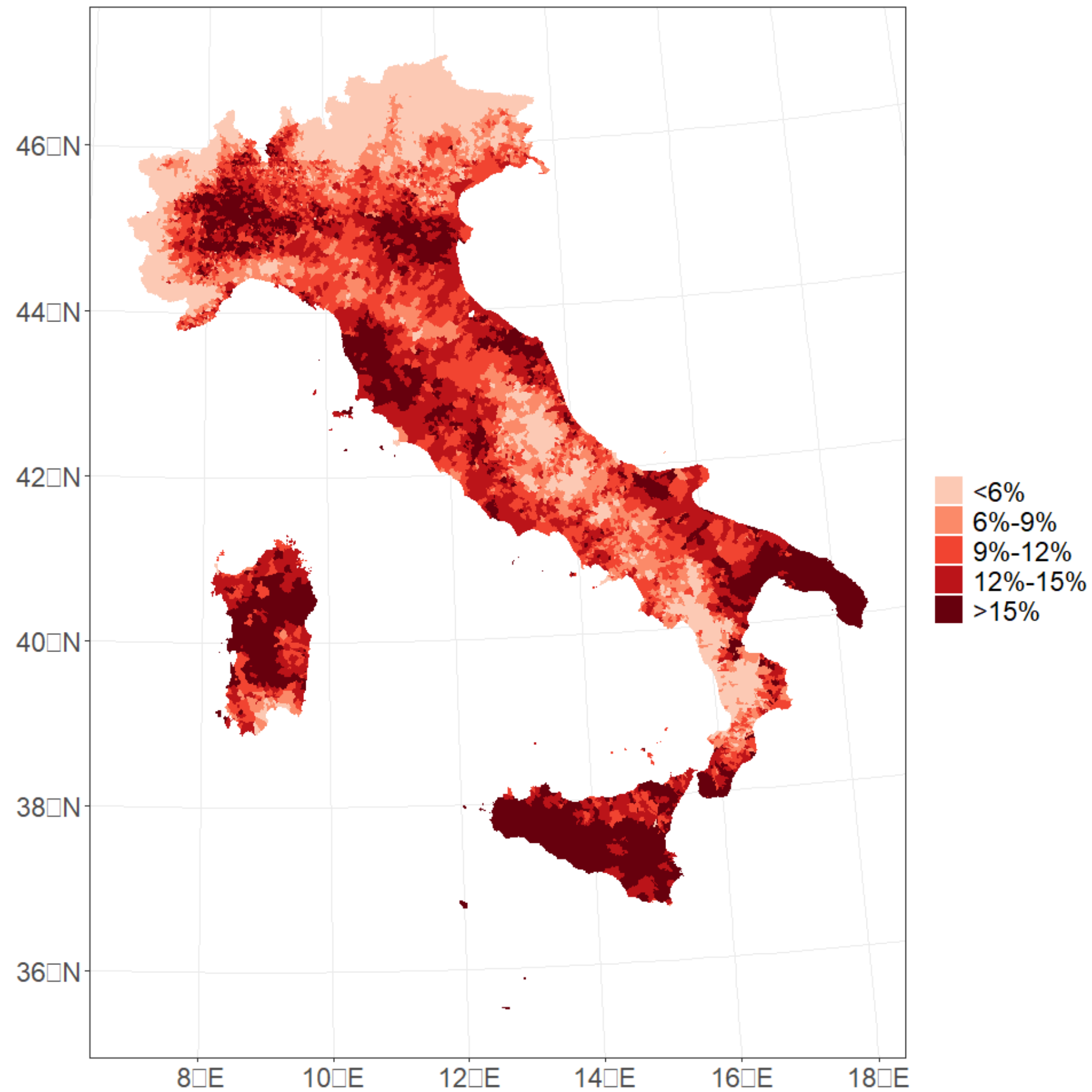


# Risultati: RR per comune

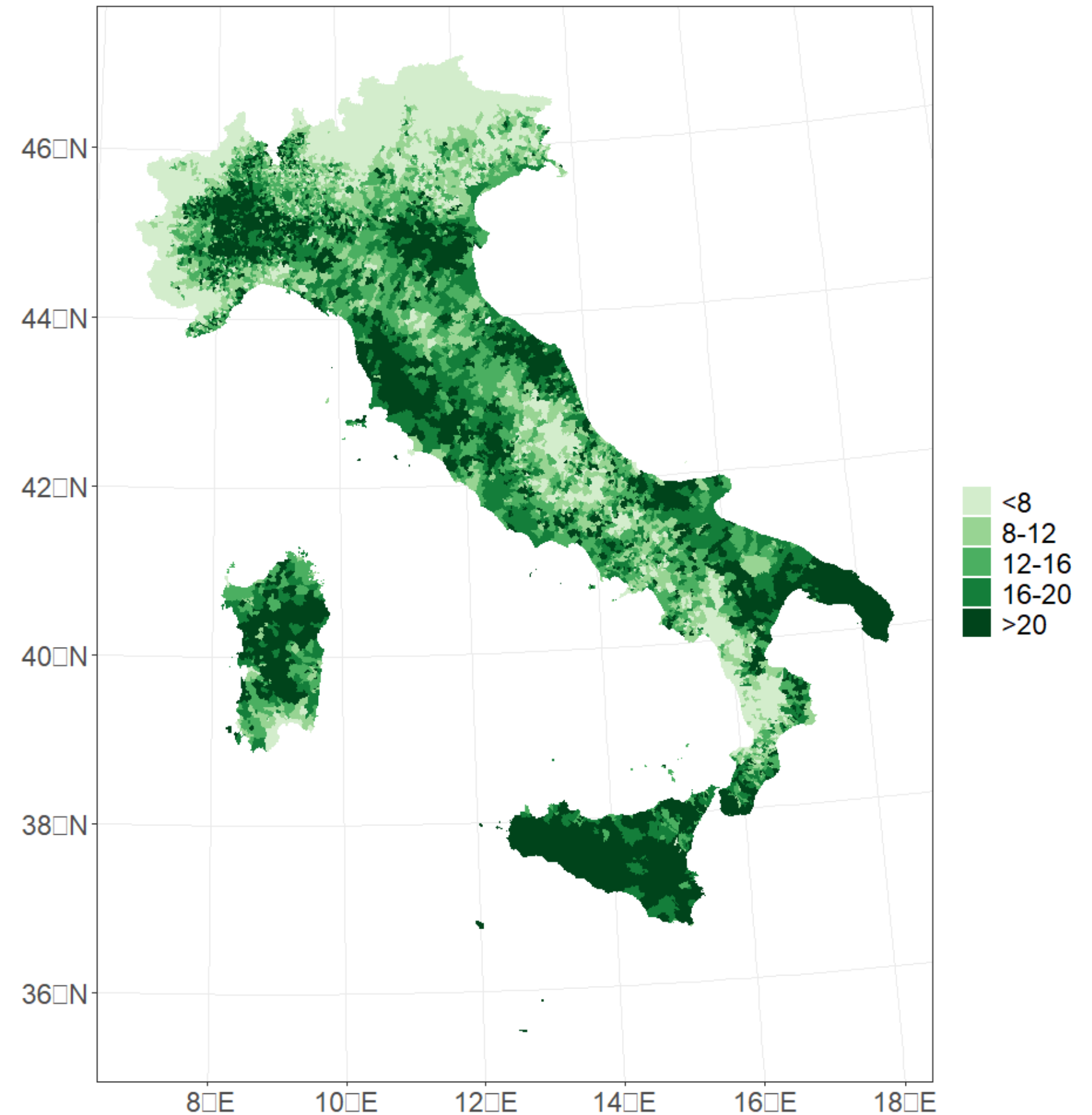


## Risultati: AF e ERH nei comuni italiani

A. Attributable fraction of heat

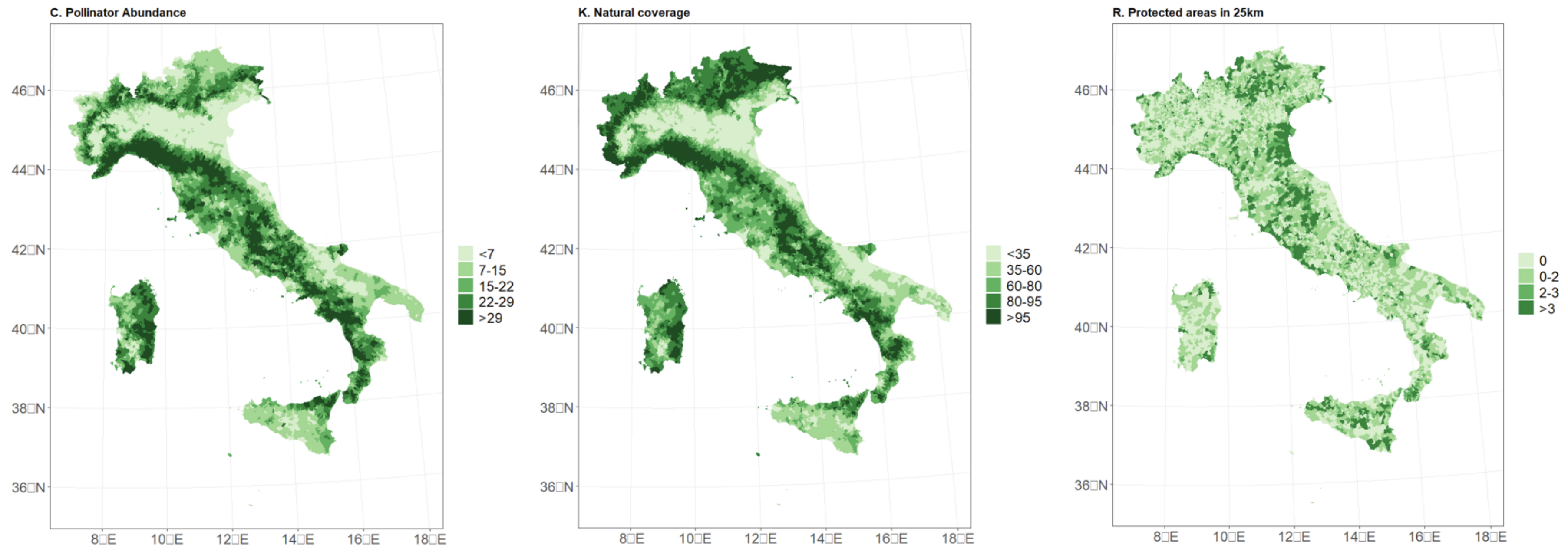


B. ERH (per thousand population)



# Next step: implementare il secondo modello

- Quali variabili di biodiversità usare? Es:



+ Infrastructure, nesting site, aridity, trees density, flood risk, artificial coverage, land surface temperature, aridity, floral abundance... o MSA (indicatore composito costruito a partire da tutti questi singoli indicatori)

- Quali variabili inserire nel modello che potrebbero essere confondenti della relazione?

# Riunione annuale progetto PNC Clima co-benefici 21-22 maggio 2025, Palermo



CLIMA  
CO-BENEFICI  
DI SALUTE  
ED EQUITÀ

A SUPPORTO DEI PIANI DI RISPOSTA AI  
CAMBIAMENTI CLIMATICI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE



LIFE  
COURSE  
RESEARCH

## Grazie per l'attenzione!

[barbara.sodano@unito.it](mailto:barbara.sodano@unito.it)

