

# TAMAÑO EFECTIVO DE MALLA, GEOMETRÍAS DE FRAGMENTACIÓN Y ESCALAS ESPACIALES

**Luis Francisco Madriñán**

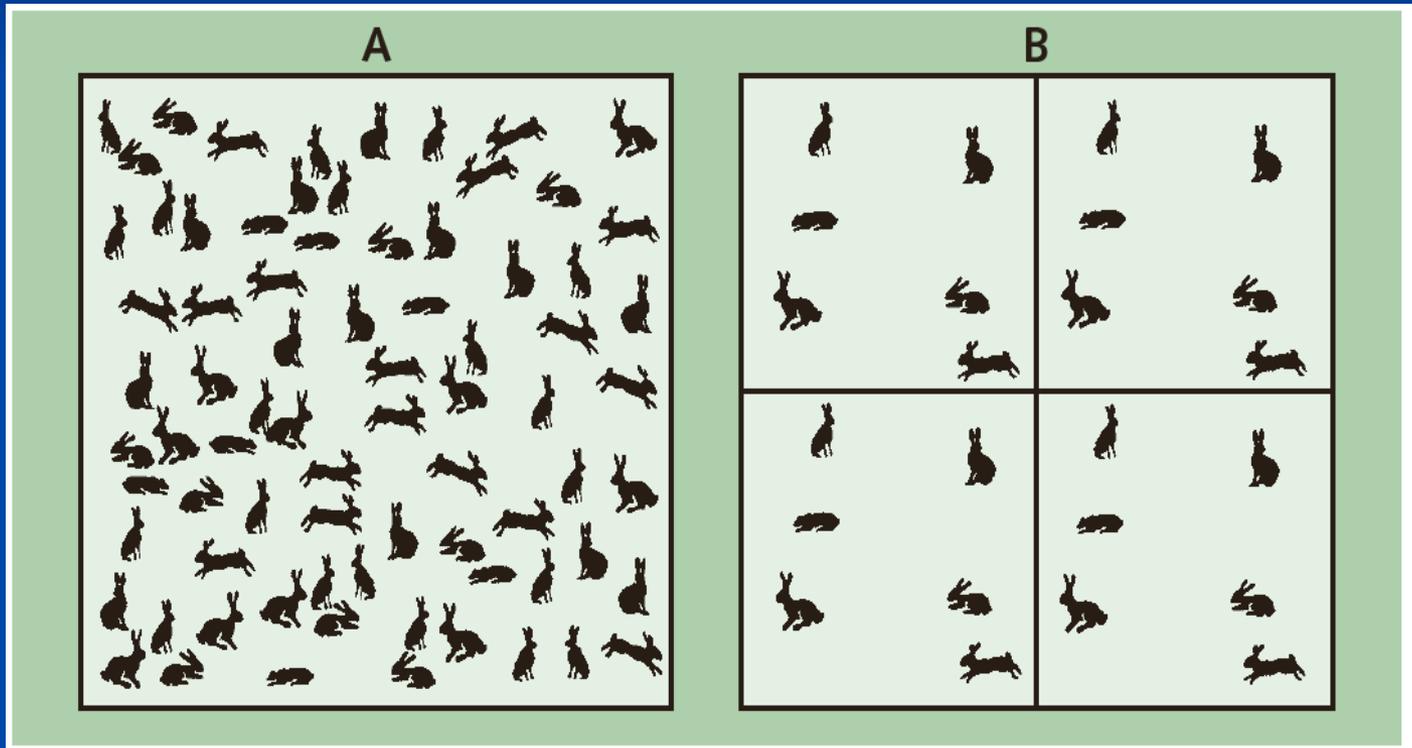
Coordinador de conservación de la biodiversidad y  
valoración de servicios ecosistémicos

Bogotá D.C., Mayo 7 y 8 de 2015



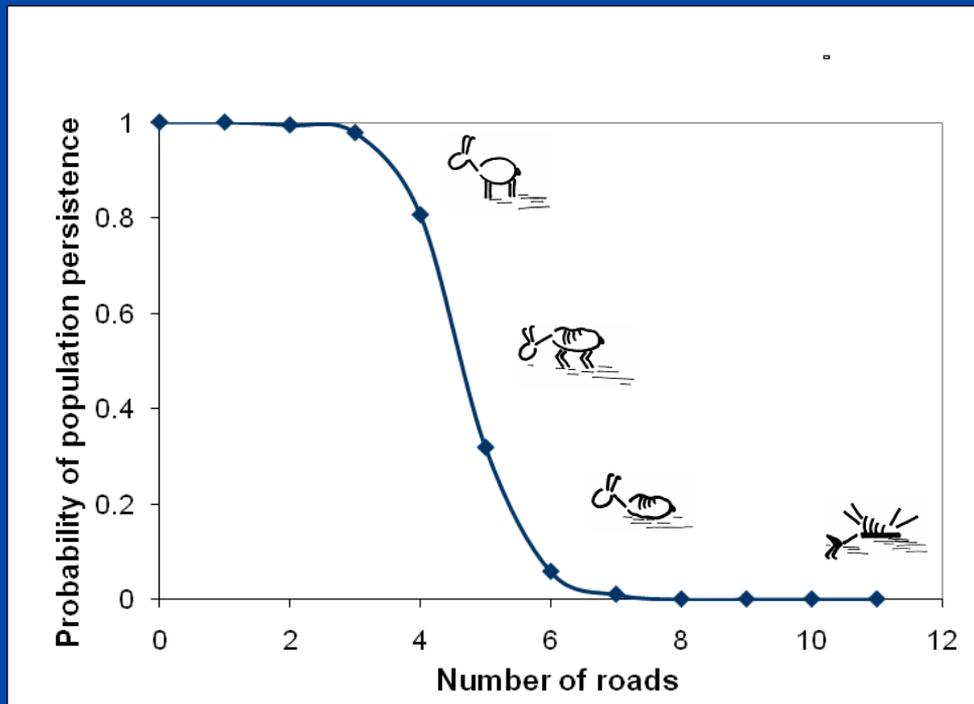
# Introducción

- Qué es Fragmentación del paisaje?



# Introducción

- Carreteras son uno de los principales motores de fragmentación del paisaje
- Interacción entre factores ecológicos y socioeconómicos



# Hipótesis de fragmentación

- Una región tiende a ser más fragmentada si:
  - Tiene paisajes más planos
  - Es una isla pequeña
  - Tiene mayores ingresos del PIB
  - Tiene mayor densidad poblacional
  - Tiene un mayor nivel de educación
  - Su población gasta mas en temas ambientales
  - Hay menor desempleo
  - Tiene mayor volume de transporte de carga

# Comparación con otros métodos

- Índice de disección del paisaje (Bowen y Burgess 1981):

$$LDI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{2 \sqrt{\pi A_t \sum_{i=1}^n A_i}},$$

- El LDI es intensivo, se mantiene constante cuando un patrón en el paisaje es multiplicado
- Sin embargo no es proporcionalmente aditivo al tamaño del área con respecto al área total

# Comparación con otros métodos

- Índice de partición relativa (Degauu et al., 1992):

$$SIDI = 1 - \sum_{k=1}^l p_k^2,$$

- La suma no se da por tipos de fragmentos, sino por número total de fragmentos
- Solo distingue dos tipos de áreas: aptas y no aptas (no es un buen índice para cultivos o elementos con cierta permeabilidad)

# Comparación con otros métodos

- Índice de División (Degauu et al., 1992):

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}$$

- Es un método que busca entender la homogeneidad del paisaje más que el valor de fragmentación, se utiliza de manera extensiva para paisajes muy grandes pero no muy útil a escalas detalladas

# Comparación con otros métodos

- Métodos de proximidad y contagio (Mcgarigal y Marks 1995; Gustafson 1998)
- Incluyen dimensiones fractales y “nearest neighbors”
- Se enfocan más en heterogeniedad espacial que en fragmentación (textura del paisaje), los resultados están muy afectados por el grano de la imagen y solo pueden ser utilizados en altas resoluciones 1:25,000 o mayores

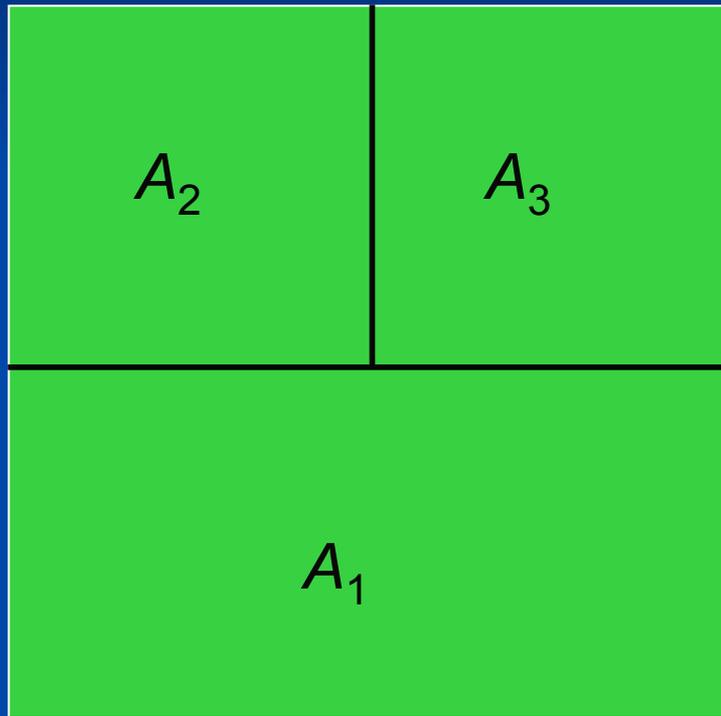


# Effective Mesh Size ( $m_{\text{eff}}$ )

- Interpretación: La posibilidad que dos individuos se puedan encontrar sin la presencia de una barrera
- La multiplicación con el  $A_{\text{total}}$  lo convierte en una probabilidad de área (= Tamaño efectivo de malla) (Jaeger 2000)

$$m_{\text{eff}} = \frac{1}{A_{\text{total}}} \left( A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_i^2 + \dots + A_n^2 \right)$$

# Un ejemplo



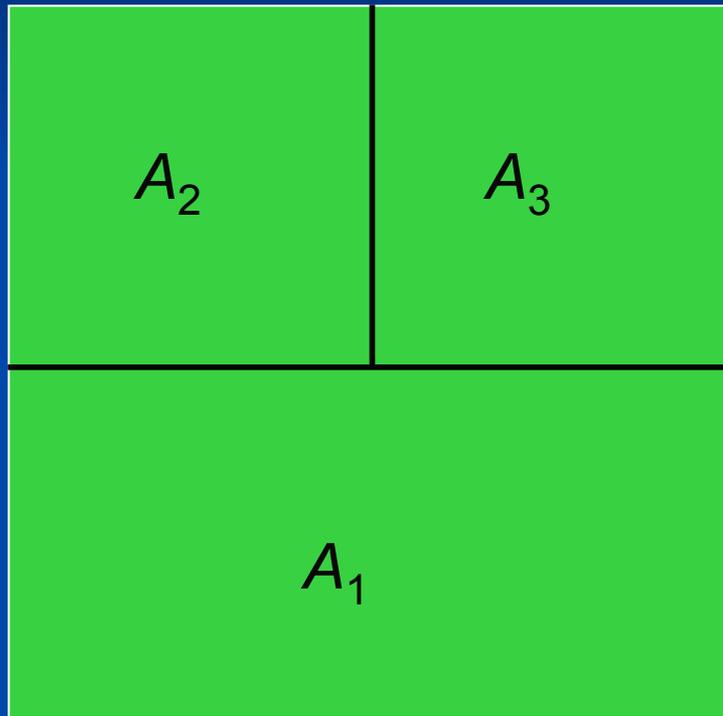
$$A_{\text{total}} = 4 \text{ km}^2$$

Un paisaje con dos  
carreteras (tres parches)

$$A_1 = 2 \text{ km}^2,$$

$A_2$  y  $A_3$  son de  $1 \text{ km}^2$ .

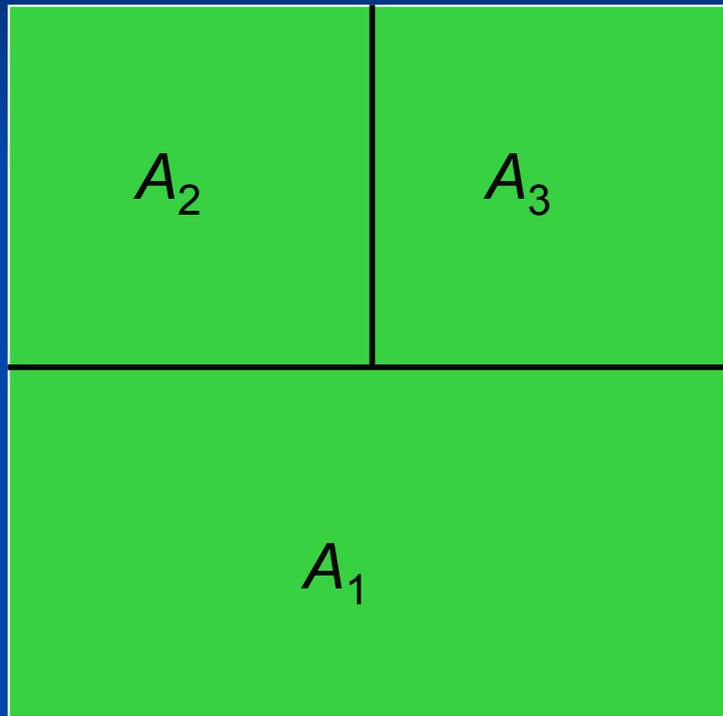
# Un ejemplo



$$A_{\text{total}} = 4 \text{ km}^2$$

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \left( \frac{A_1}{A_{\text{total}}} \right)^2$$

# Un ejemplo

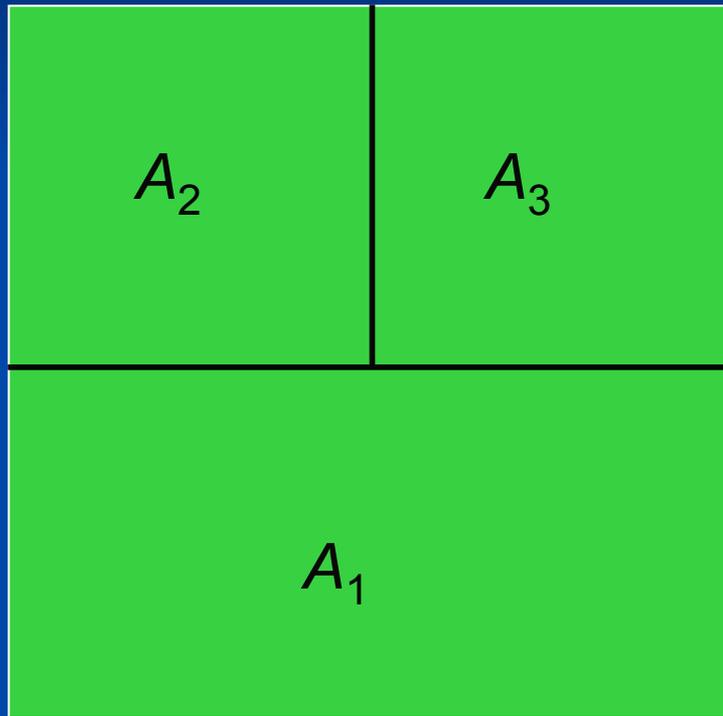


$$A_{\text{total}} = 4 \text{ km}^2$$

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \left( \frac{A_1}{A_{\text{total}}} \right)^2$$

$$p_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16} = p_3$$

# Un ejemplo



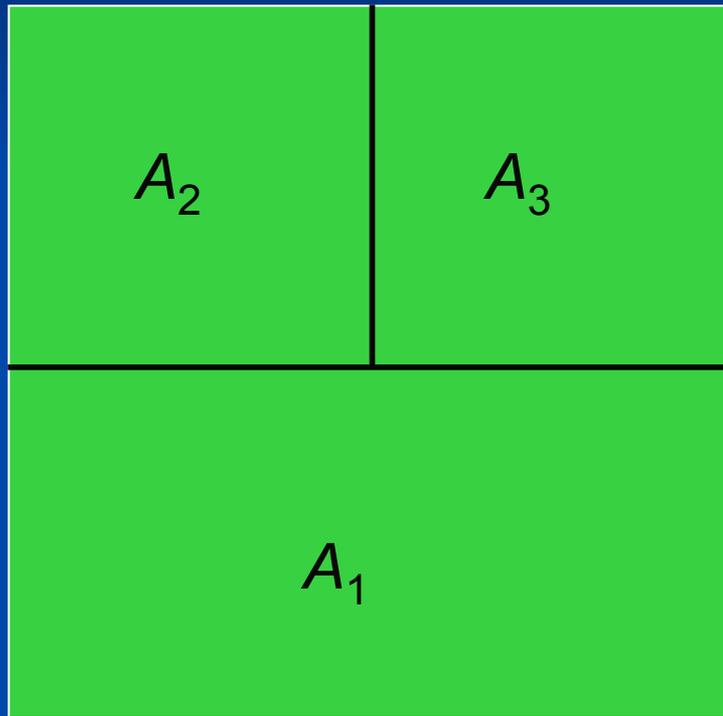
$$A_{\text{total}} = 4 \text{ km}^2$$

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \left( \frac{A_1}{A_{\text{total}}} \right)^2$$

$$p_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16} = p_3$$

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = \frac{3}{8} = 0.375$$

# Un ejemplo



$$A_{\text{total}} = 4 \text{ km}^2$$

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \left( \frac{A_1}{A_{\text{total}}} \right)^2$$

$$p_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16} = p_3$$

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = \frac{3}{8} = 0.375$$

$$m_{\text{eff}} = A_{\text{total}} * p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i^2}{A_{\text{total}}} = 1.5 \text{ km}^2$$

# Implicaciones

- Si el paisaje se vuelve más fragmentado → Encontrar la probabilidad  $p$  es menor & el tamaño efectivo de malla es menor
- Fragmentar grandes parches tiene un mayor efecto que fragmentar pequeños parches
- Fragmentar pequeños parches también tiene un efecto en el tamaño efectivo de malla, pero se le da menos peso en la región
- Es ideal para hacer mediciones de AVC 2 (Altos valores de conservación tipo 2)

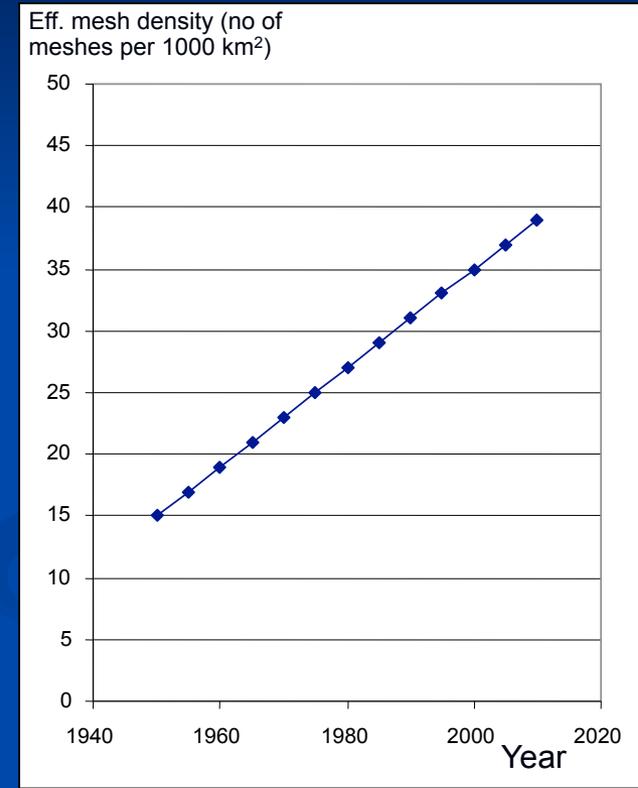
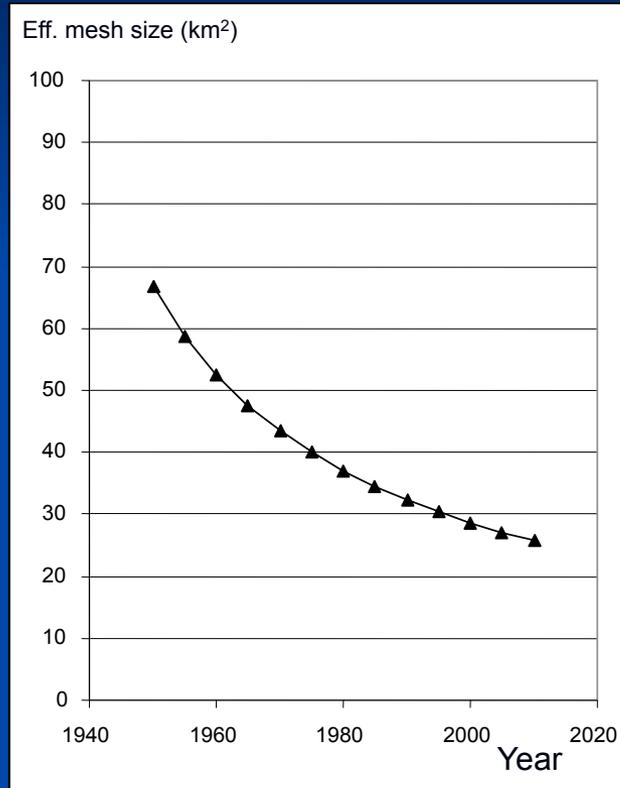


# Effective Mesh Density ( $s_{\text{eff}}$ )

$$s_{\text{eff}} = 1/m_{\text{eff}}$$



# Effective mesh density $s_{\text{eff}} = 1/m_{\text{eff}}$



**Landscape connectivity**  
= „the degree to which a landscape facilitates or impedes animal movement“ (Taylor et al 1997)

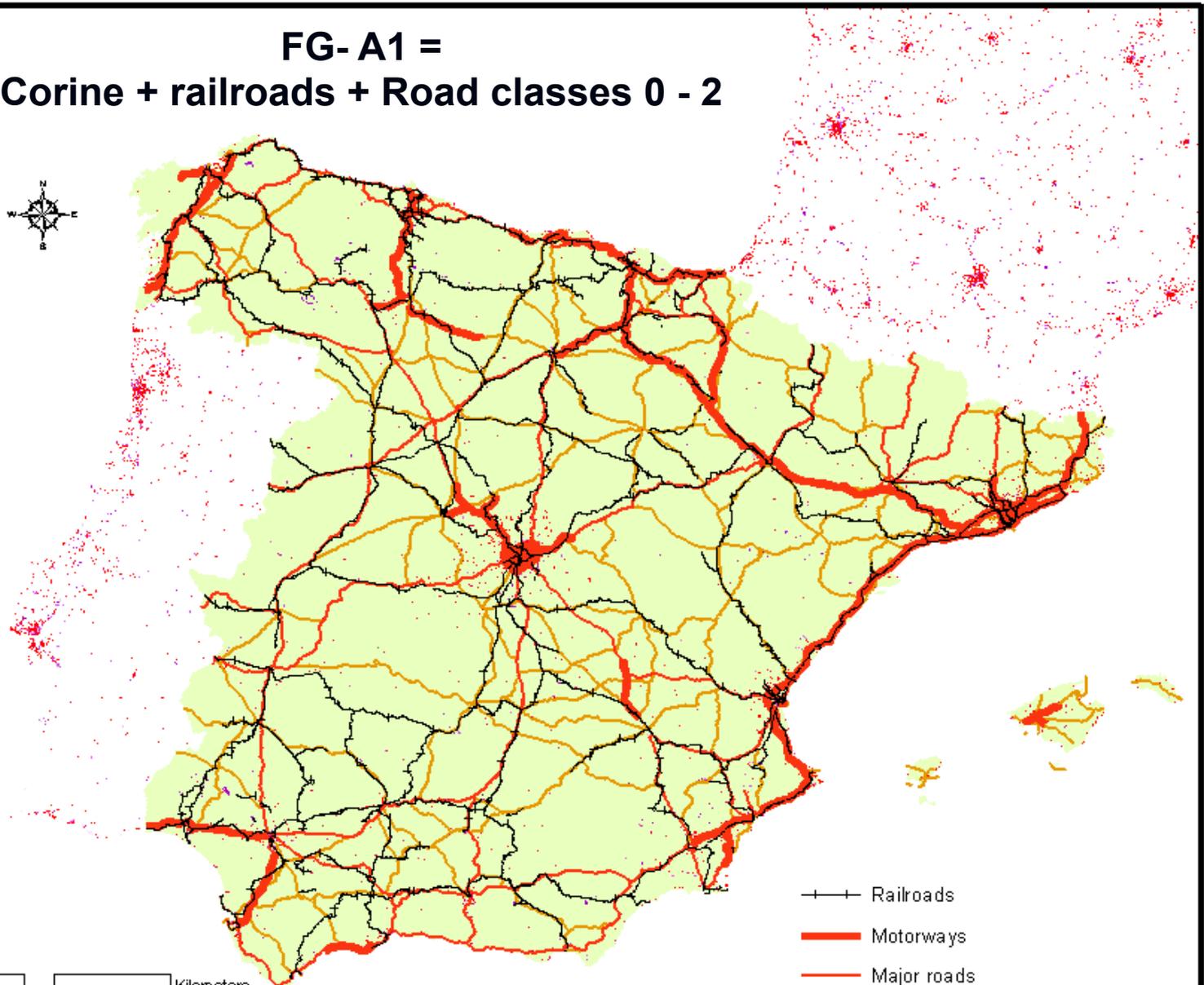
**Landscape fragmentation**

# Geometrías de fragmentación

- Qué elementos deben ser considerados como factores fragmentadores de un paisaje?
- Con que especies deben ser utilizados y en que contexto?
- La necesidad de utilizar al menos tres geometrías de fragmentación



# FG- A1 = Corine + railroads + Road classes 0 - 2

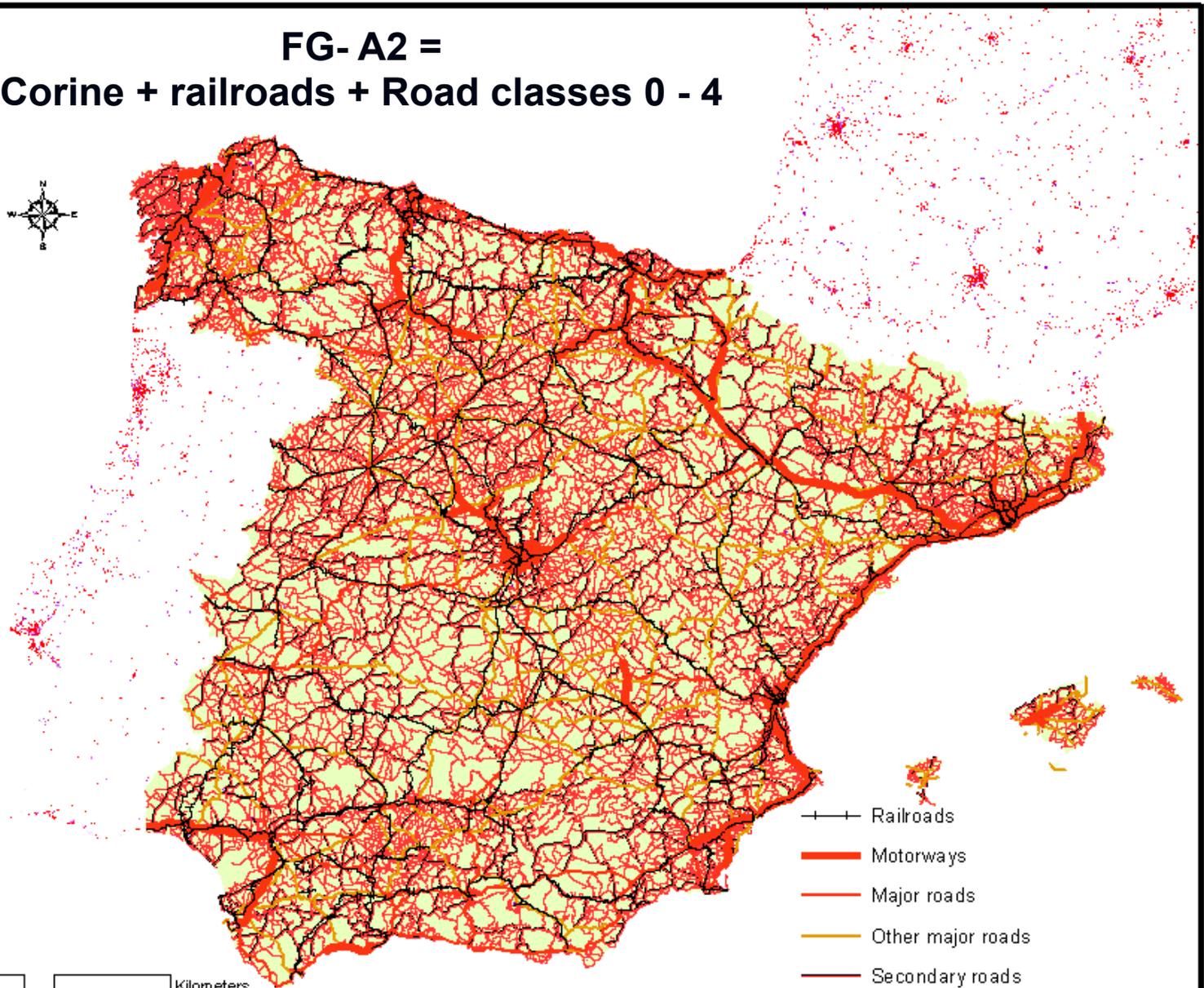


0 60 120 240 Kilometers

- +— Railroads
- Motorways
- Major roads
- Other major roads



# FG- A2 = Corine + railroads + Road classes 0 - 4

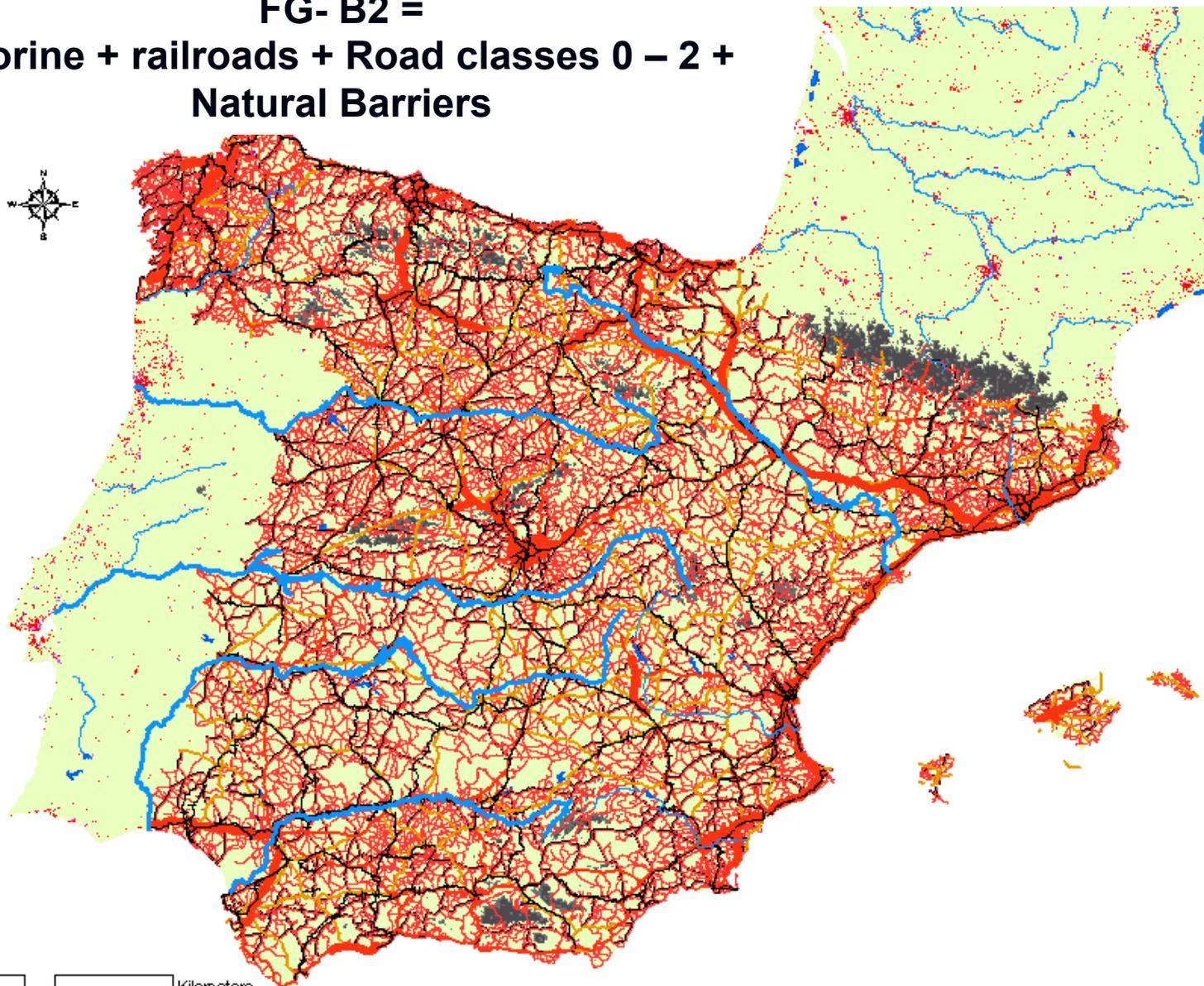


0 60 120 240 Kilometers

- +— Railroads
- Motorways
- Major roads
- Other major roads
- Secondary roads
- Local connecting roads



**FG- B2 =  
Corine + railroads + Road classes 0 – 2 +  
Natural Barriers**





# Variables Socioeconómicas y físicas a considerar

- PD = Densidad de población (# habitantes / km<sup>2</sup>)
- GDPc = Producto interno bruto per cápita (GDP per capita) \*
- VF = Volumen de transporte de carga (Ton \* km)
- VP= Volumen de transporte de pasajeros (# de pasajeros\*km)
- EEc = Gasto ambiental (% of GDPc )
- UR = tasa de desempleo (% de población activa)
- Ed = educación (% del GDP)
- Is = Tamaño de isla
- MtSI = % de Montañas y % de pendiente de la región



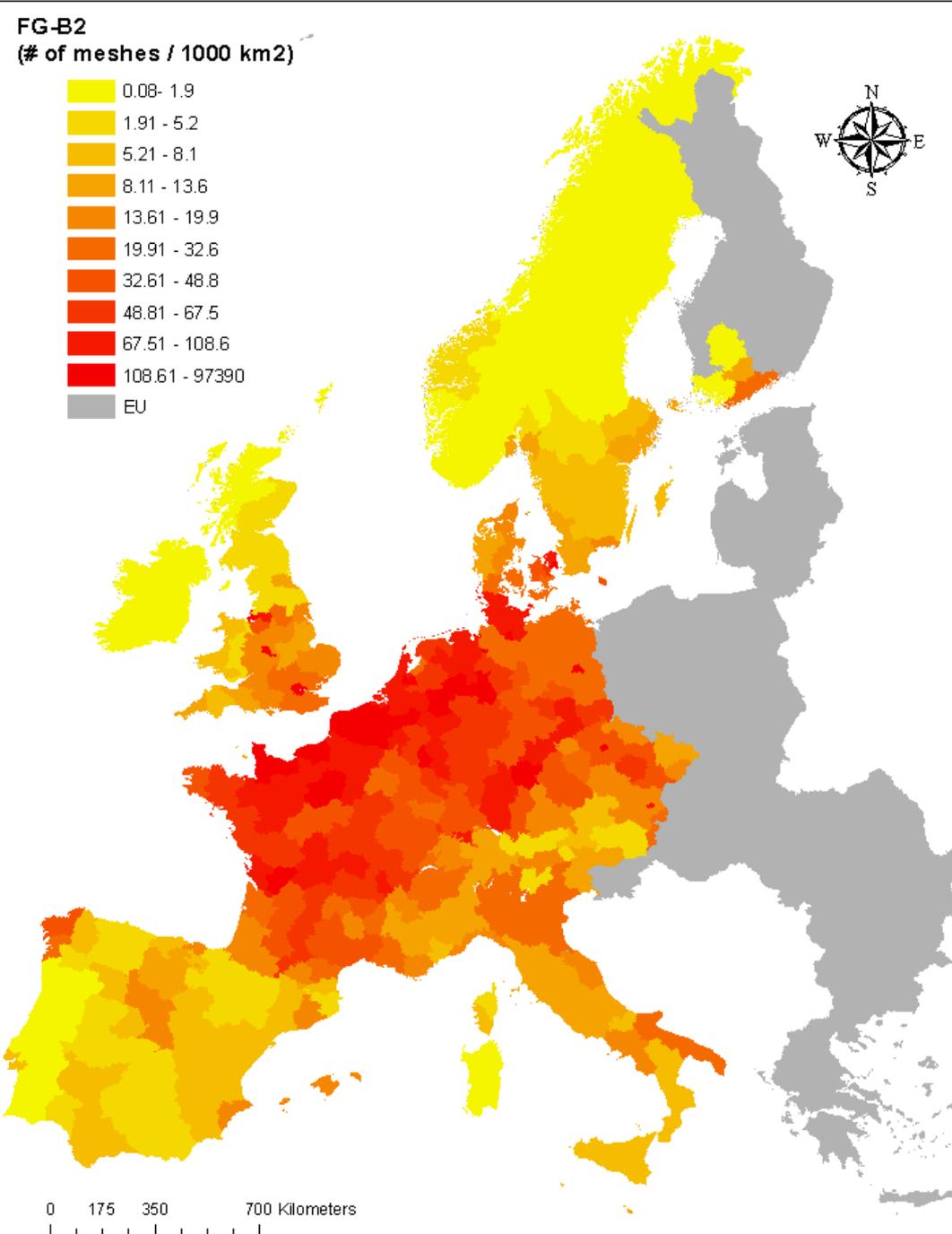
# Autocorrelación espacial, GLMs y AIC

- Hacer un tests de correlación espacial utilizando Global Moran's I y Gi - Hot-Spot análisis
- Modelos generalizados lineares(GLMs) utilizando una distribución Gaussiana con máxima probabilidad para evitar autocorrelación espacial (Cullis and Gleeson 1991; Grondona and Cressie 1991)
- AIC (Akaike Information Criterion) para ranquear los modelos

# Resultados de un ejemplo en la union Europea



Densidad efectiva de malla ( $S_{eff}$ )



- **Regiones más fragmentadas**
  - North Atlantic
  - Central France
  - Germany
- **Menos fragmentadas**
  - Iberian peninsula
  - Scotland - Ireland
  - Norway
- **Altamente heterogeneas**
  - Austria
  - Switzerland
  - England



# Socio-económicos



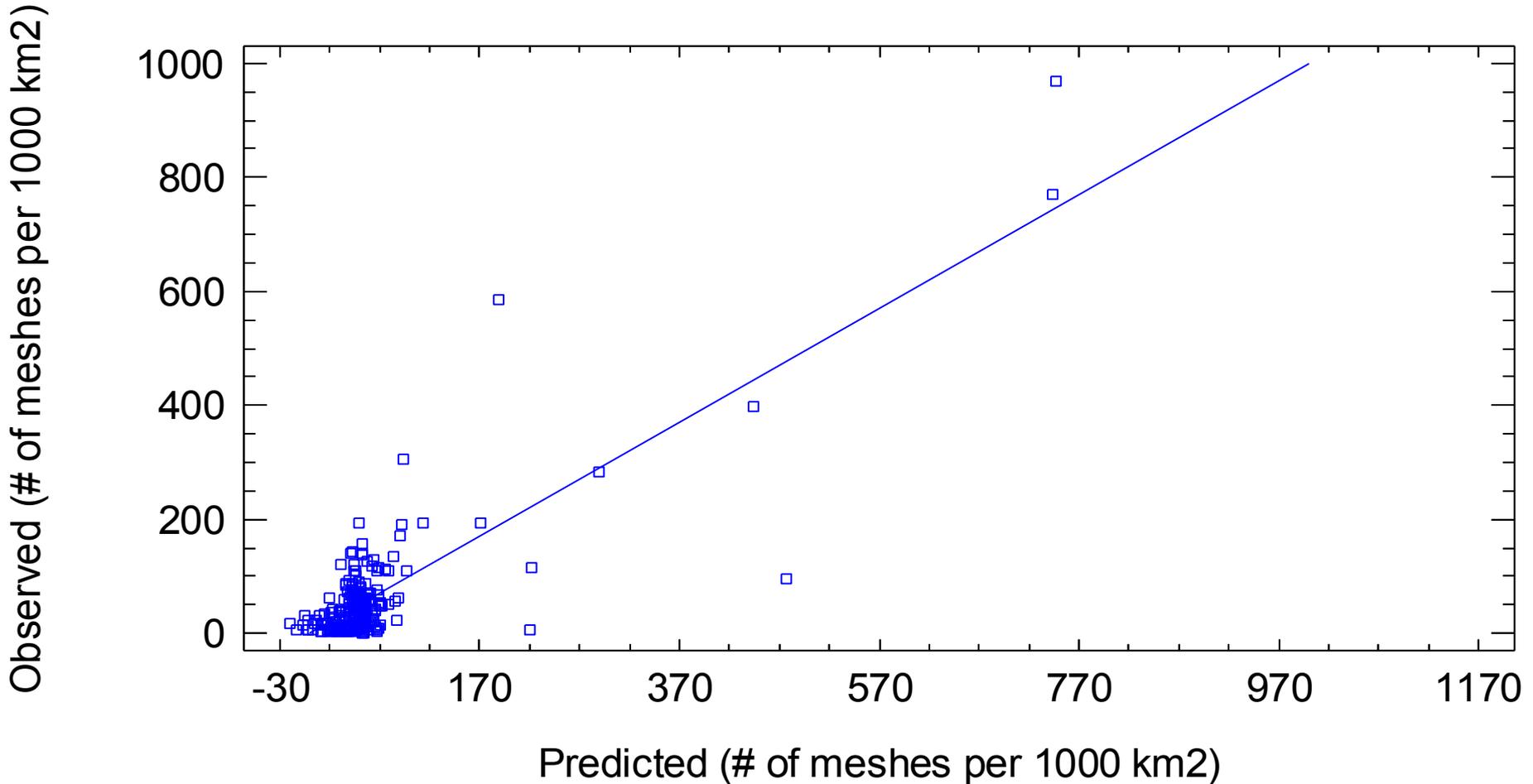
# Modelos por valor de AIC

SEFF FG-B2~	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	AIC	Evi. Ratio
GLOBAL MODEL	67.82	66.47	2797.84	5.22E+34
PD+GDPc+EE+Ed+UR+VF+VP	66.74	65.67	2957.721	7.04E+46
PD+GDPc+VF+EEc	63.75	63.14	3173.462	2.022835
PD+GDPc+VF+EE+UR	63.85	63.09	3174.871	1.102411
PD+GDPc+EE+VF+VP	64.11	63.36	3175.066	2.003709
PD+GDPc+EE+UR+VF+VP	64.23	63.32	3176.456	11851915
PD+GDPc+VF	61.46	61.01	3209.032	3.2E+133
PD+GDPc+EE	58.54	58.13	3823.872	1.439794
PD+GDPc+EE+UR+VP	58.86	58.26	3824.601	1.842273
PD+GDPc+Vp+EE	58.84	58.13	3825.823	4.66E+23

PD = Population density, GDPc = GDP per capita, EEc = Environmental expenditure in % of GDP, Ed = Education, UR = Unemployment rate, VF = Volume of freight transport, VP = Volume of passenger transport, IS = Island size, MtSl = Mountain % and slope %

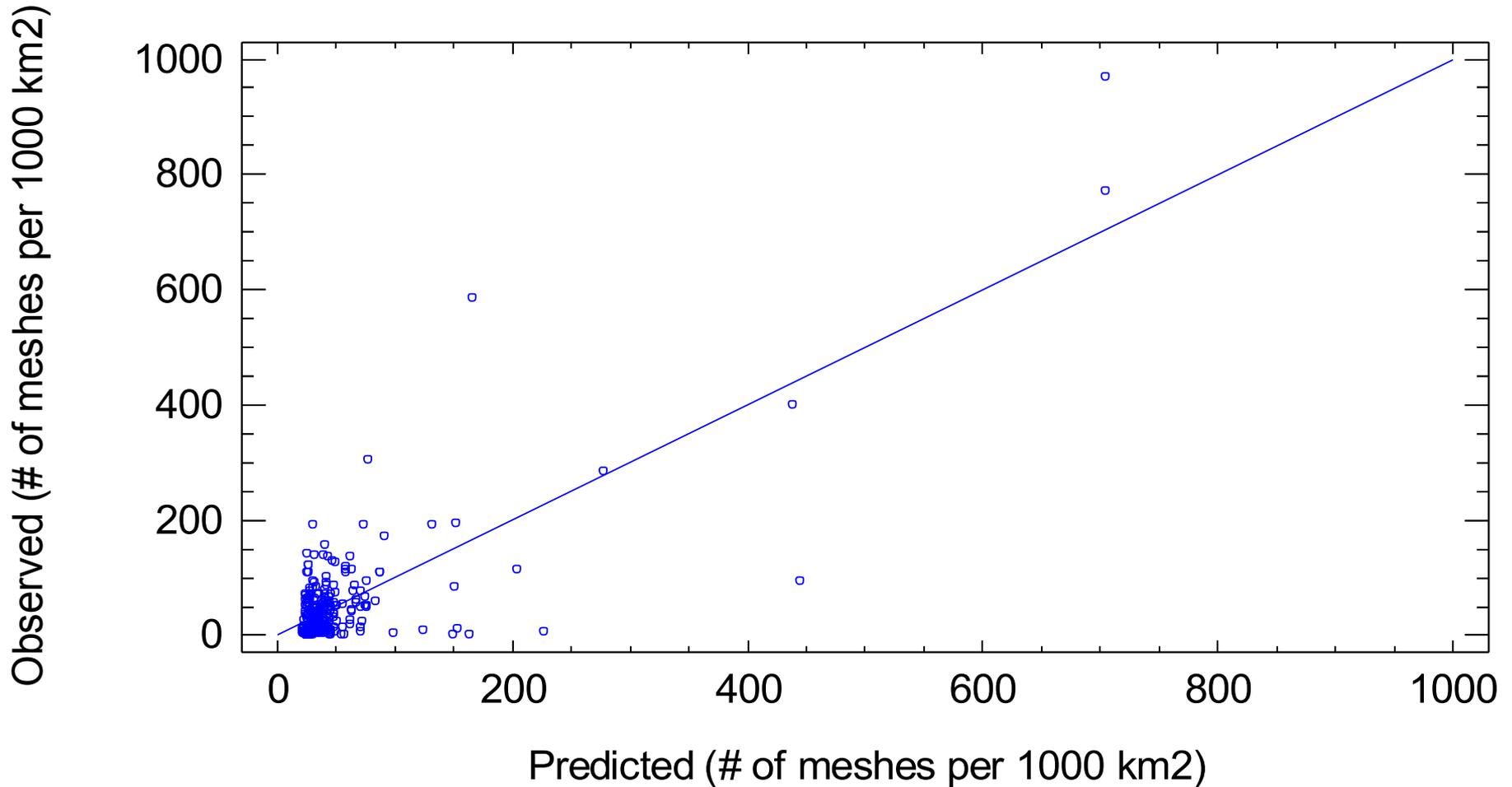
**$R^2 = 67.8\%$ , P value = 0.0001**

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↓ ↑ ↔ ↓  
PD + GDP<sub>c</sub> + VF + VP + UR + EEc + Ed + IS + MtSI

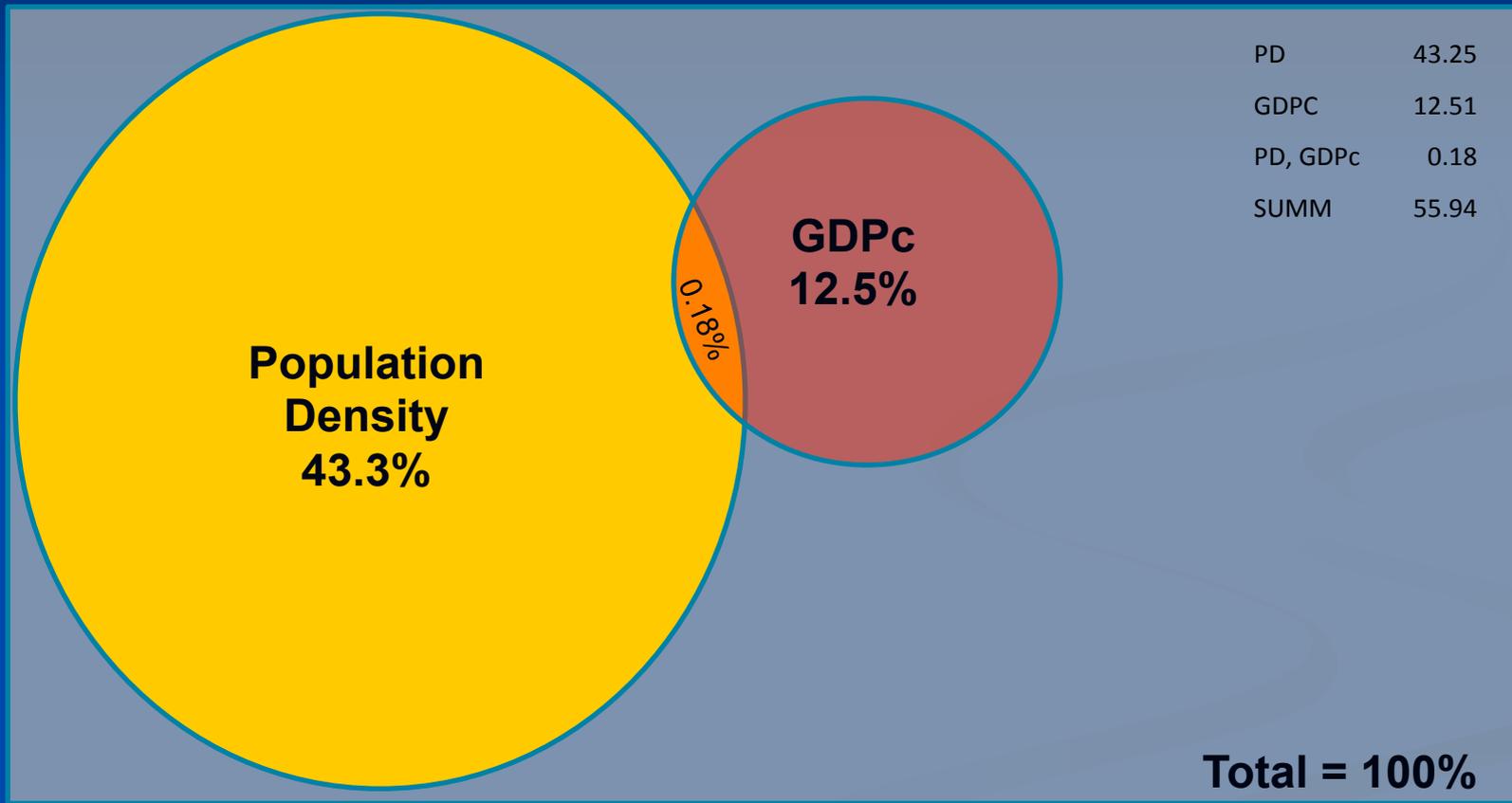


$R^2 = 61.4\%$ , P value = 0.0003

↑ ↑ ↑  
PD + GDP<sub>C</sub> + VF

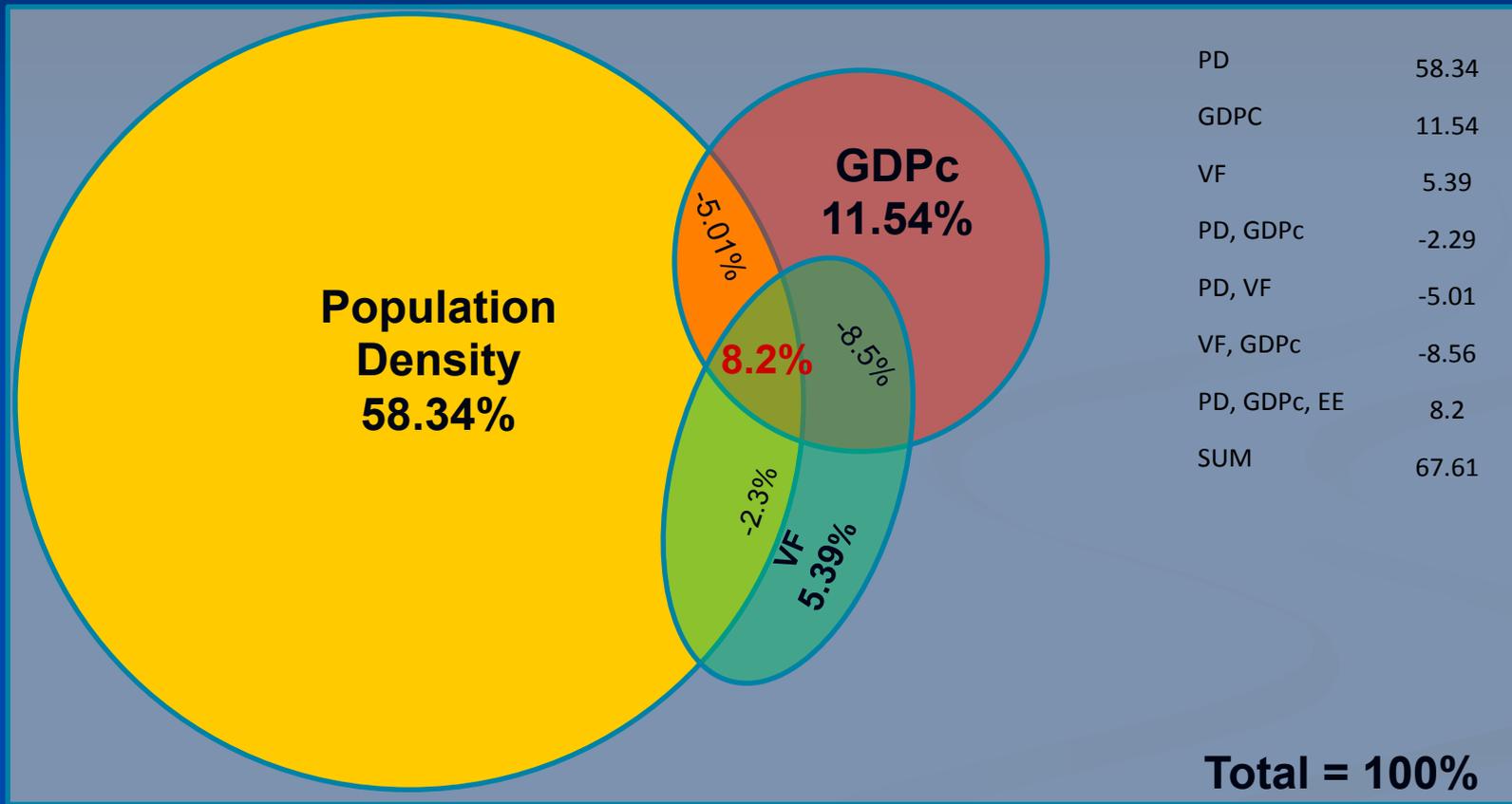


# Diagrama de Venn ( $R^2$ ) para modelo más sencillo



SEFF FG3  
 $R^2$  Partitioning =% 55.94

# Diagrama de Venn ( $R^2$ ) (PD + GDPc + VF)



SEFF FG3  
 $R^2$  Partitioning = 67.61%

# PREGUNTAS POR RESPONDER

## ■ Fragmentación:

1. Como se debe medir y a que escalas
2. Qué métodos son más útiles dependiendo de la escala de planeación.
3. Como podemos medir un hábitat mínimo en un fragmento dependiendo del tipo de ecosistema?
4. Cuales son los principales obstáculos para medir "fragmentación" de paisaje en Colombia.

# PREGUNTAS POR RESPONDER

## ■ Conectividad:

1. Qué debemos conectar y por qué?
2. Como medir el efecto de sabanas y bosques naturales?
3. Qué tipos de corredores deben ser implementados?
4. Qué grupos taxonómicos deben ser monitoreados para medir la efectividad de conectividad?

# PREGUNTAS POR RESPONDER

## ■ Permeabilidad:

1. No toda matriz es impermeable, como medimos permeabilidad a través de matrices agrícolas o semi-naturales? ?
2. Como pasar de conectividad y fragmentación a permeabilidad??
3. A que escala se debe trabajar el tema de permeabilidad y que grupos taxonómicos se deben incluir?

# GRACIAS

