

Enrico Maiero

## La demografia nella modellistica climatica

## Demography in climate models

### 1. Introduzione

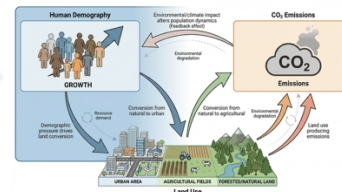
### 1. Introduction

Nei modelli climatici sono ormai incorporati atmosfera, oceani, idrografia, ghiacci, vegetazione, eruzioni vulcaniche, perfino in parte l'economia. La grande assente è la demografia umana: siamo noi oggi i principali responsabili del riscaldamento globale.

Climate models now incorporate the atmosphere, oceans, hydrography, ice, vegetation, volcanic eruptions, and even aspects of the economy. The notable omission is human demography: we are currently the primary contributors to global warming.

**Obiettivo:** Sviluppare un modello di demografia umana per classi di età e reddito, da spazializzare e accoppiare con i modelli climatici in un secondo momento.

**Objective:** Develop a human demographic model categorized by age and income classes, to be spatially distributed and integrated with climate models at a later stage.

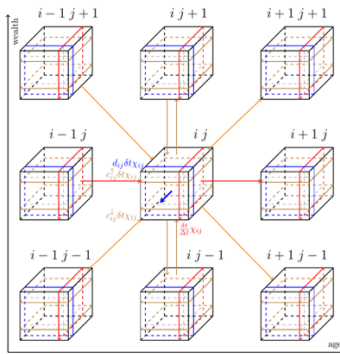


### 2. Metodologia

### 2. Methodology

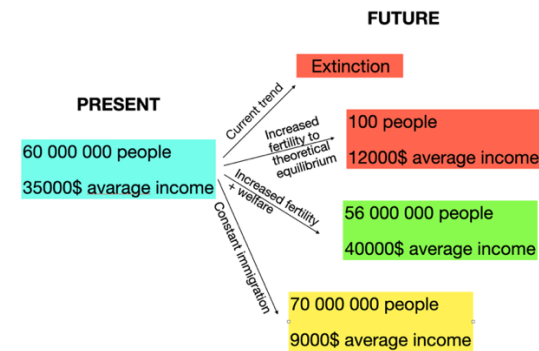
Il modello divide la popolazione in classi di età e reddito e descrive le transizioni tramite operatori separati per invecchiamento, mortalità e mobilità socioeconomica. Le transizioni tra le classi di reddito avvengono solo tra classi adiacenti, preservando un'interpretazione fisica dei flussi (Fig. 1). Abbiamo provato ad applicare il modello ad un ideale stato occidentale di 60 milioni di abitanti.

The model divides the population into age and income classes and describes transitions using separate operators for aging, mortality, and socioeconomic mobility. Transitions between income classes occur only between neighboring classes, preserving the physical interpretation of population fluxes (Fig. 1). We applied the model to an idealized Western nation with 60 million people.



**Fig. 1** Per ogni classe di età  $i$  e di ricchezza (o reddito)  $j$  si calcolano i flussi di popolazione in entrata ed in uscita, dovuti a invecchiamento, arricchimento o impoverimento, morte o nascita.

**Fig. 1** For each age class  $i$  and for each wealth (or income) class  $j$  incoming and outgoing population fluxes are accounted for, due to aging, enrichment or impoverishment, death or birth.



**Fig. 2** Sintesi dei risultati ottenuti per diverse possibili evoluzioni di un paese occidentale contemporaneo.

**Fig. 2** Summary of model results for the possible evolutions of a modern Western country.

### 3. Risultati

### 3. Results

Il modello predice correttamente il declino demografico. Politiche che combinano welfare e aumento della fertilità o immigrazione moderata possono stabilizzare la popolazione, mentre intervenire sulla sola natalità risulta inefficace (Fig. 2).

The model correctly predicts demographic decline. Policies that combine welfare with increased fertility or moderate immigration can stabilize the population, while intervening only in the birth rate is ineffective (Fig. 2).

### 4. Discussione

### 4. Discussion

Pur nella sua estrema semplicità, il modello dimostra la possibilità di esplorare dinamiche demografiche complesse e testare politiche pubbliche, anche in vista di una futura integrazione con modelli climatici. Miglioramenti futuri: distinzione per genere, validazione con dati reali, estensione a modelli spazializzati e integrazione con sistemi economici e climatici.

Despite its extreme simplicity, the model shows potential for exploring complex demographic dynamics and testing public policies, with the goal of future integration into climate models. Future improvements: gender distinction, validation with real data, extension to spatialized models, and integration with economic and climate systems.

### 5. Conclusioni

### 5. Conclusions

Abbiamo appurato la possibilità di riprodurre dinamiche demografiche note tramite un semplice modello fondato sulla separazione della popolazione in classi di età e reddito. Una volta spazializzato, questo modello potrà essere agevolmente accoppiato ai modelli climatici.

We have shown that it is feasible to reproduce known demographic dynamics using a simple model that divides the population into age and income groups. Once spatialized, this model can be easily integrated with climate models.

## Bibliografia essenziale \ Essential Bibliography