XXXVIII CONFERENZA SCIENTIFICA AISRe
20-22 Settembre 2017

INNOVAZIONE, SISTEMI URBANI
E CRESCITA REGIONALE
NUOVI PERCORSI DI SVILUPPO OLTRE LA CRISI
Campus Universitario "Mario Aresu", Via San Giorgio 12, Cagliari (CA)

Associazione italiana di scienze regionali

# LA RESILIENZA ENERGETICA NEGLI SPAZI URBANI
# ENERGY RESILIENCE IN URBAN SPACES

Guglielmina Mutani, Valeria Todeschi
Dipartimento Energia, Politecnico di Torino

*Energy Security* *Energy Efficiency*

*Urban Scale* *Energy Consumption* *Energy Supply System*

# OBIETTIVO DEL LAVORO

le principali tematiche sviluppate

- ✓ Metodologia per l'analisi dei rischi energetici e per la valutazione della resilienza
- ✓ Valutazione del sistema energetico esistente: caratteristiche e impatti
- ✓ Identificazione di rischi energetici, vulnerabilità e opportunità energetiche per il settore residenziale e terziario di Torino: come soddisfare l'elevata domanda energetica in un contesto urbano con scarsa disponibilità di fonti energetiche rinnovabili

# LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA

si basa su tre dimensioni: Energy Trilemma

## SICUREZZA ENERGETICA - *energy security*

Efficace gestione dell'approvvigionamento energetico attraverso infrastrutture energetiche affidabili con l'obiettivo di soddisfare la domanda energetica attuale e futura

*The effective management of energy supply with reliable energy infrastructures to meet current and future energy demand*

## SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE - *environmental sustainability*

Raggiungimento efficiente della domanda di energetica: riduzione dei consumi, approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili e diminuzione di emissioni inquinanti

*Encompasses the achievement of supply and demand-side energy efficiencies and the development of energy supply from renewable and low-carbon sources*

## EQUITÀ ENERGETICA - *energy equity**

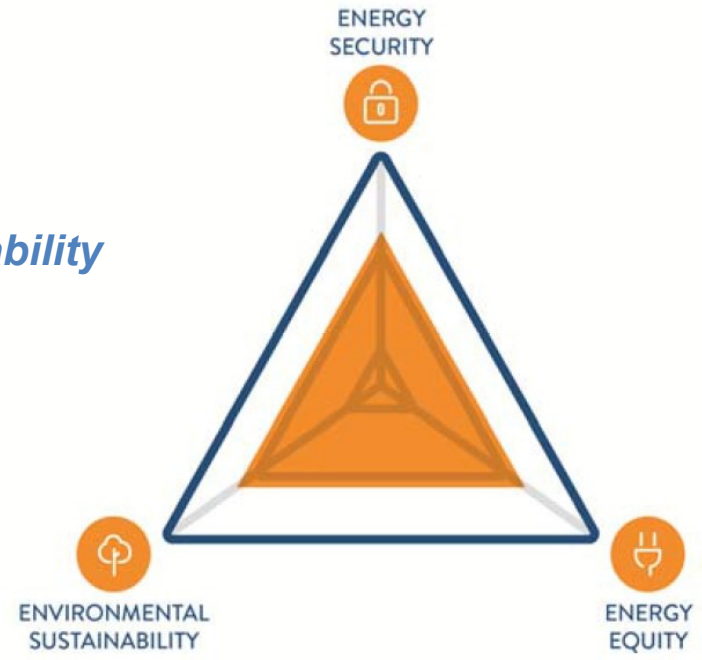
Accessibilità anche economica dell'energia per tutta la popolazione

*Accessibility and affordability of energy supply across all population (energy costs)*

**Energia ed equità (o Elogio della bicicletta) saggio di Ivan Illich del 1973*

**TRILEMMA ENERGETICO**

***Energy Trilemma***



# CONCETTO DI RESILIENZA ENERGETICA

è la nostra capacità di rispondere all'Energy Trilemma con:

1

## CITTÀ SOSTENIBILI
***sustainable cities***

da un punto di vista ambientale, economico, di benessere sociale e resiliente
*environmentally, economically, and socially healthy and resilient cities*

2

## EFFICIENZA ENERGETICA
***energy efficiency***

impianti efficienti e misure per il risparmio energetico
*energy efficient systems and energy saving measures*

3

## ENERGIE RINNOVABILI
***renewable energy***

utilizzo di fonti energetiche rinnovabili con basse emissioni inquinanti
*exploiting the available renewable energy sources with low greenhouse gas emissions*

4

## RETI INTELLIGENTI
***smart grid***

modelli innovativi per la gestione della domanda energetica
*innovative models for demand-supply management*

# SISTEMA ENERGETICO RESILIENTE

dovrebbe essere in grado di garantire

**DISPONIBILITÀ**
***availability***

**ACCESSIBILITÀ**
***accessibility***

**ACCESSIBILITÀ ECONOMICA**
***affordability***

**ACCETTABILITÀ**
***acceptability***

Questi obiettivi comportano complessi legami tra attori pubblici e privati, governi e pianificatori, fattori economici e sociali, risorse nazionali, preoccupazioni ambientali e comportamenti individuali:

- ***Resources***: energy; water-energy nexus; food-water-energy nexus
- ***Land use, urban geometry and morphology:*** land use; urban morphology; urban design
- ***Infrastructure***: supply, transmission, distribution; backup and storage; green and blue infrastructures; transportation; innovation
- ***Governance***: management, monitoring, and planning; standards and laws; incentives; fuel price
- ***Socio-demographic aspects and human behavior:*** demographics, health and equity; behavioral aspects

in condizioni diverse, migliorando la capacità di pianificare/preparare e assorbire gli effetti, con un rapido recupero del servizio energetico con costi minimi

# SISTEMA ENERGETICO RESILIENTE

relazioni tra Componenti & Temi

| AVAIBILITY | ACCESSIBILITY | AFFORDABILITY | ACCEPTABILITY |
|---|---|---|---|

**1. URBAN INFRASTRUCTURE**

- Supply, transmission, distribution
- Backup and storage
- Green infrastructure
- Blue infrastructure
- Buildings and neighborhoods
- Transportation
- Innovation

**2. RESOURCES**

- Energy
- Water–energy nexus
- Food–water–energy nexus

**3. LAND USE, URBAN, MORPHOLOGY**

- Land use
- Urban morphology
- Urban geometry
- Passive design

**4. URBAN GOVERNANCE**

- Monitoring and assessment
- Planning and management
- Regulatory basis / law enforcement
- Pricing
- Local government / incentives

**5. SOCIO ASPECTS, HUMAN BEHAVIOR**

- Demographics, health and equity
- Behavioral aspects

# METODOLOGIA DEL LAVORO

valutazione della Resilienza Energetica per la Città di Torino

1

## ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

- **Electricity and thermal energy consumptions for the years 2000-2013**
- **Thermal consumption:**
  - non-renewable sources (natural gas, district heating, fuel oil diesel/gas oil, LGP, gas oil)
  - renewable sources (solar, biomass, biofuels)
- **Trends analysis of each energy resources:**
  - types of users (residential, tertiary, transport and agricultural)
  - Heating Degree Days (five weather stations in Turin)
  - per capita earning and income
  - $CO_2$ emissions

2

## ANALISI DEGLI SCENARI

- **Trend of District Heating** (starting from the potential expansion) **and roof-integrated Solar Thermal collectors**
- **Future scenarios** on evolution of TLR and solar thermal collectors in **medium term** (2030)
- Future scenarios on evolution of TLR and solar thermal collectors in **long term** (2050)

3

## INDICE DI SICUREZZA ENERGETICA

- Selection of **Energy Resilience indicators**
- Application of weights with the **aggregation method**
- Calculation of the **energy security index** for the city of Turin

# INDICE DI SICUREZZA ENERGETICA

passaggi per la creazione dell'indice di sicurezza energetica

1. *energy security and environmental sustainability definition*
2. *selection the appropriate indicators and collection the requisite/available data*
3. *normalization the indicators: min-max method*
4. *weight the normalized indicators: equal weights method*
5. *aggregation of the normalized indicators*

## 2 SELEZIONE DI 4 INDICATORI

### ENERGY SECURITY

- The importance of energy to individuals measured by **energy consumption per capita** (or per dwelling) – 1
- The importance of energy to economic growth measured by **primary energy per GDP** – 2

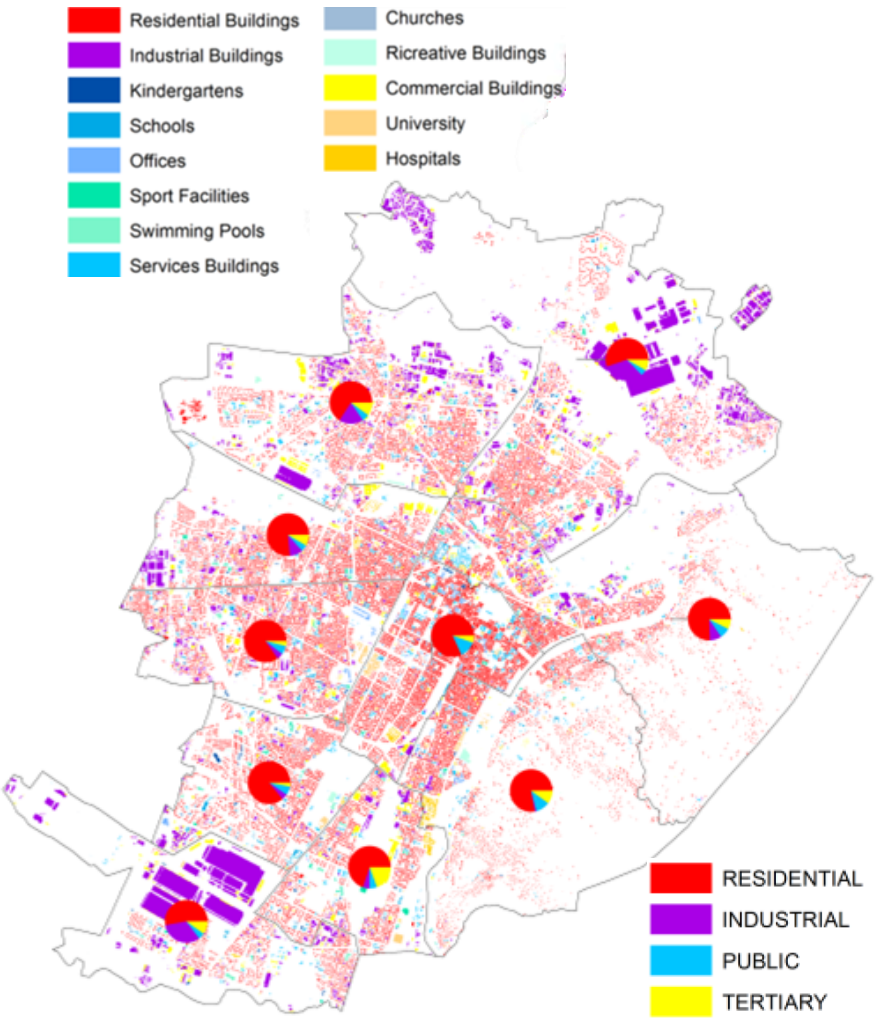
### ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

- The importance of policies and economy on greenhouse gas emissions measured by **$CO_2$ emissions annual trend** – 3
- The join effect of consumption per capita and carbon intensity measured by **$CO_2$ emissions per capita (or per dwelling)** – 4

# CASO STUDIO: TORINO

caratteristiche del patrimonio edilizio

*Types of building users (residential, industrial, public and tertiary) analyzed for the districts*




**EDIFICI RISCALDATI**

- 60 thousand heated buildings equal to 232 $Mm^3$
- residential sector:
  45 thousand buildings equal to 164 $Mm^3$
- non-residential buildings: 14 thousand equal to 68 $Mm^3$

**SETTORE RESIDENZIALE**

- Principally big and compact condominiums with surface to volume ratio S/V ≤ 0.45

**EDPOCA DI COSTRUZIONE**

- 57% of the buildings built before 1960
- 80% of the buildings built before 1970
- Residential buildings built in 1970-2000 are about the 15% and after 2006 only 2%

**ABITANTI**

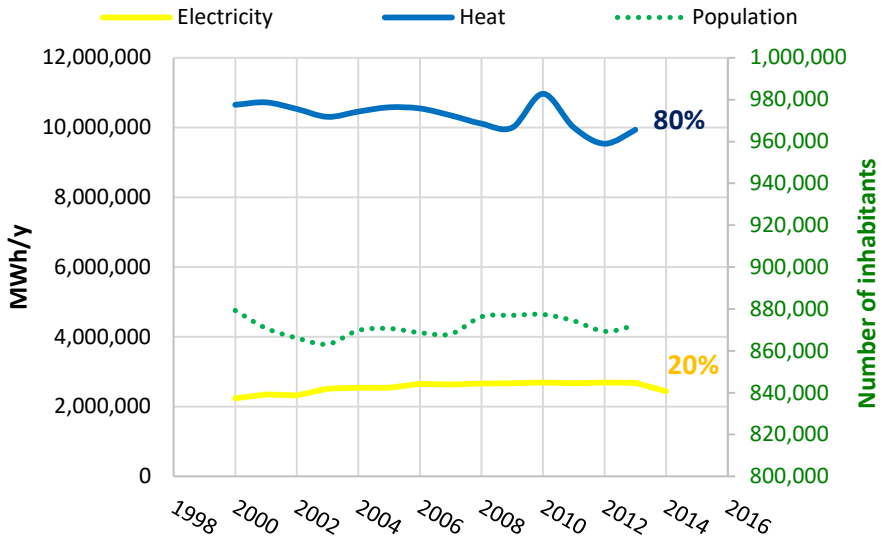
- population resident in 1991 equal to 979,839
- historical minimum in 2002 with 866,134
- in the last 10 years the population is approximately constant (± 1%)
- population resident in 1991 equal to 872,091

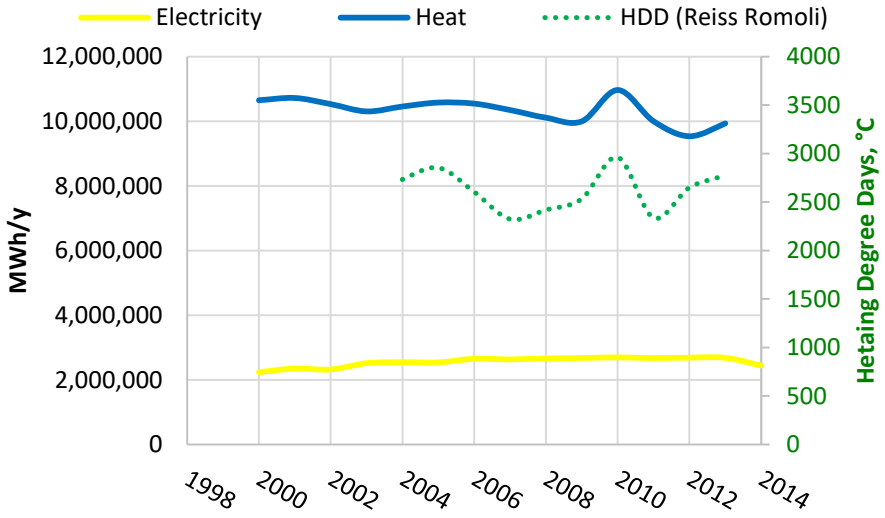
**REDDITO PRO-CAPITE**

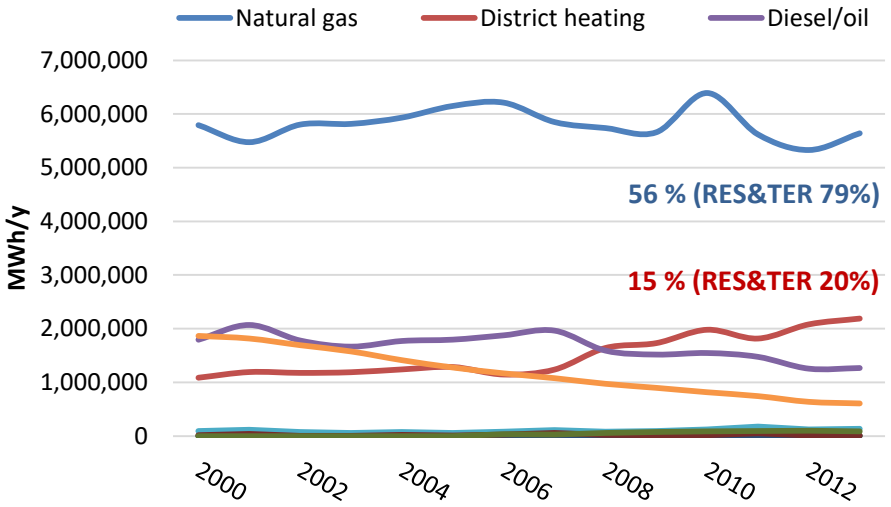
- grows from 2000 to 2007/2008
- decreases slightly after 2008 due to the economic crisis

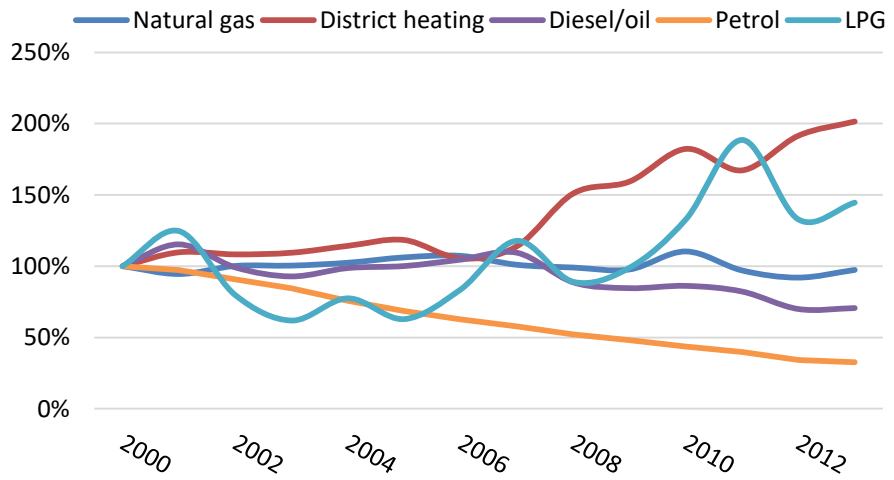
# CASO STUDIO: TORINO

consumi energetici & risorse energetiche



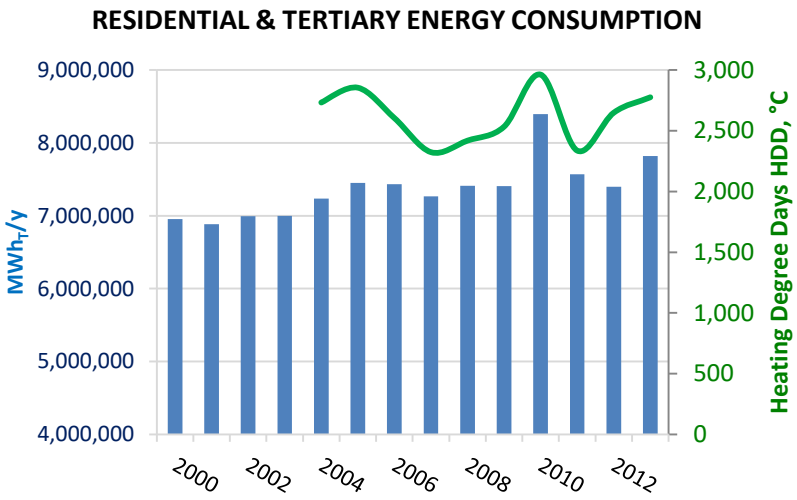



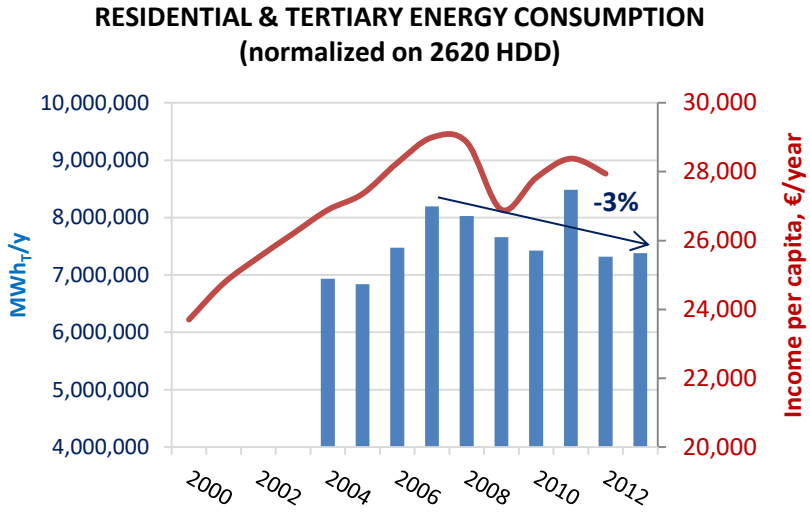



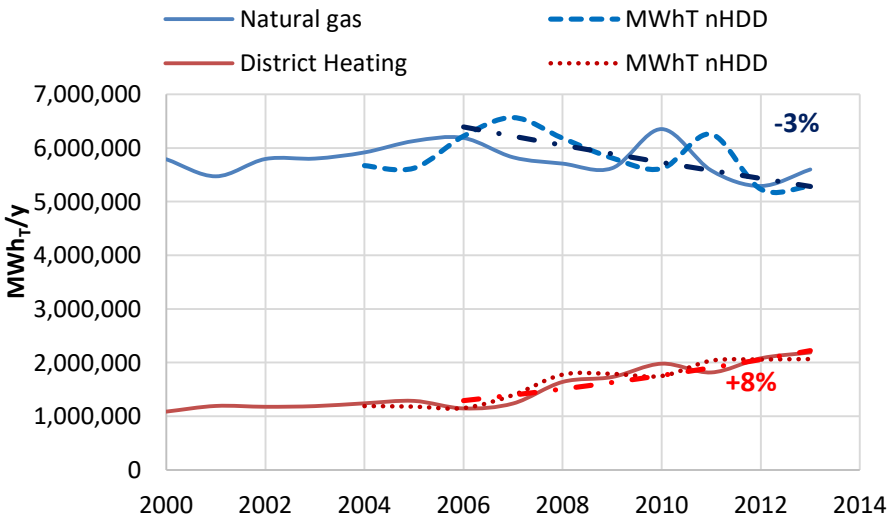



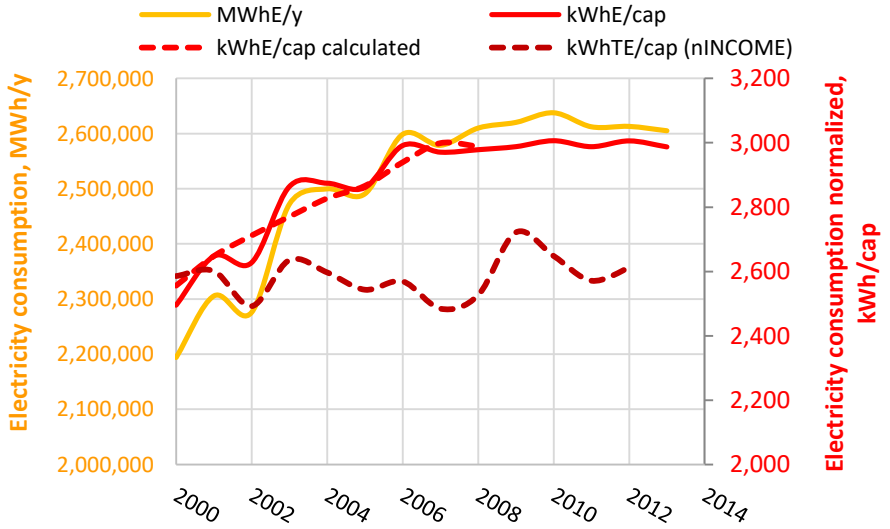
# CONSUMI ENERGETICI

andamento dei consumi termici ed elettrici dal 2000 al 2013



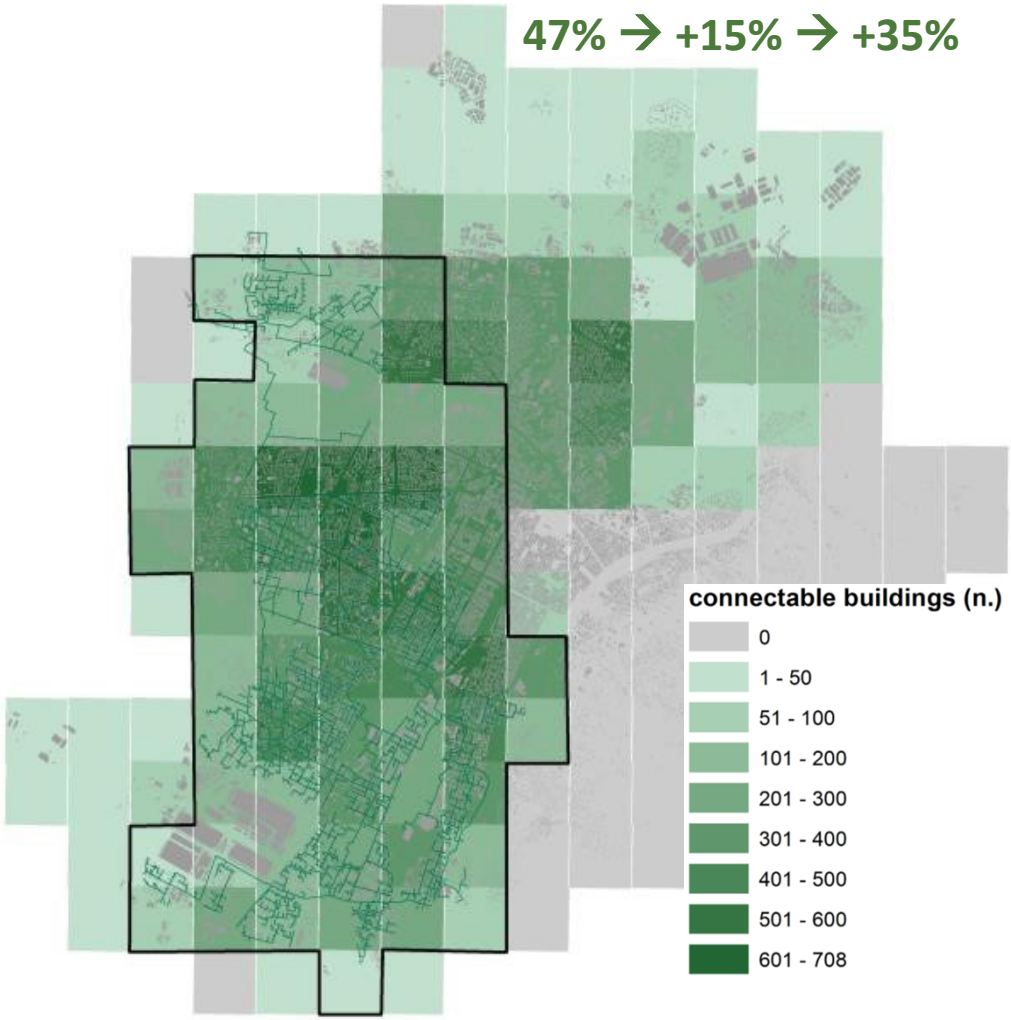



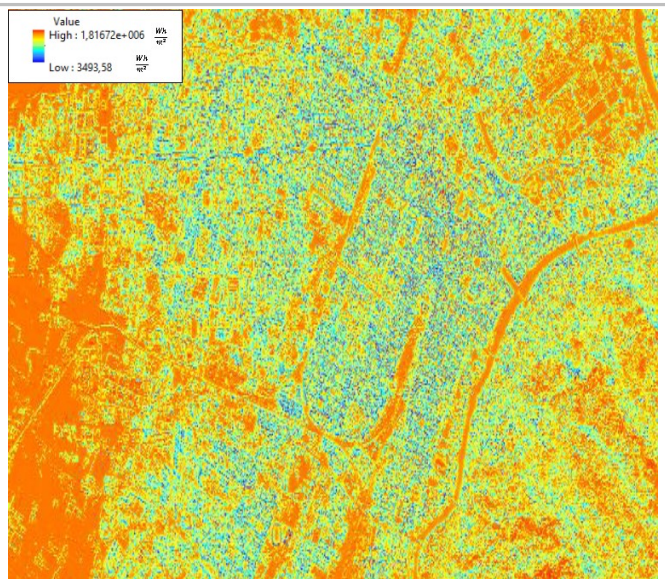
# ANALISI DEGLI SCENARI FUTURI

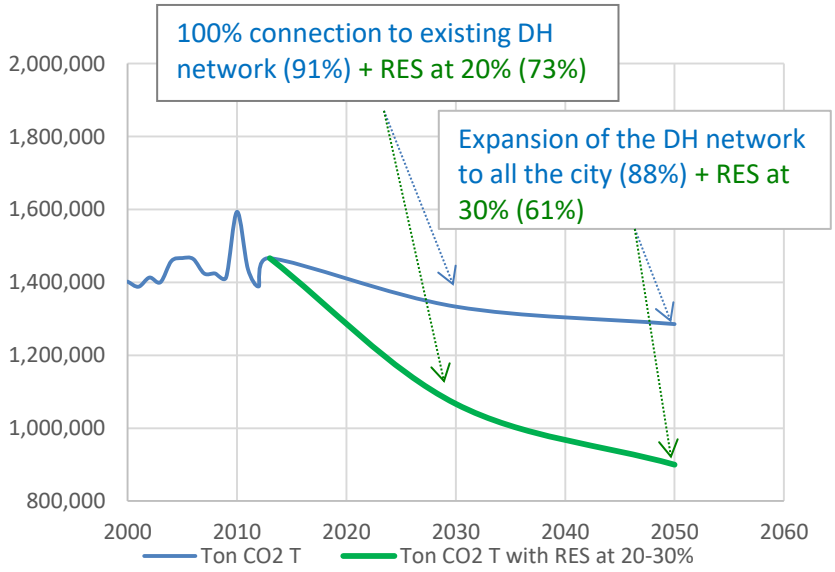
considerando le potenzialità di espansione del TLR, il solare e le emissioni

*Expansion of the DH network starting from the existing network and the future expansion in the medium-term (marked with black outline) and long-term*

**47% → +15% → +35%**



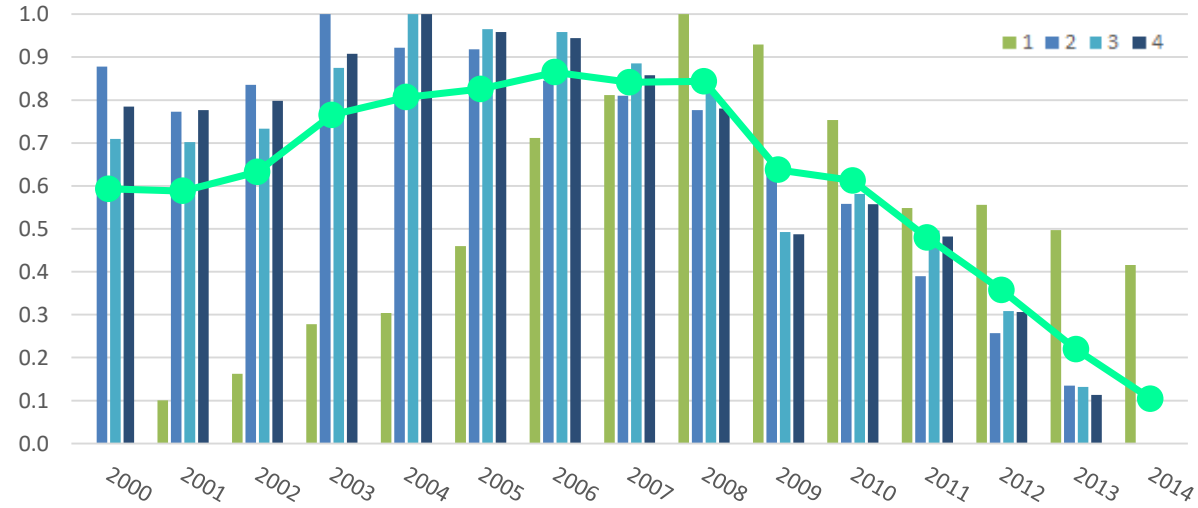



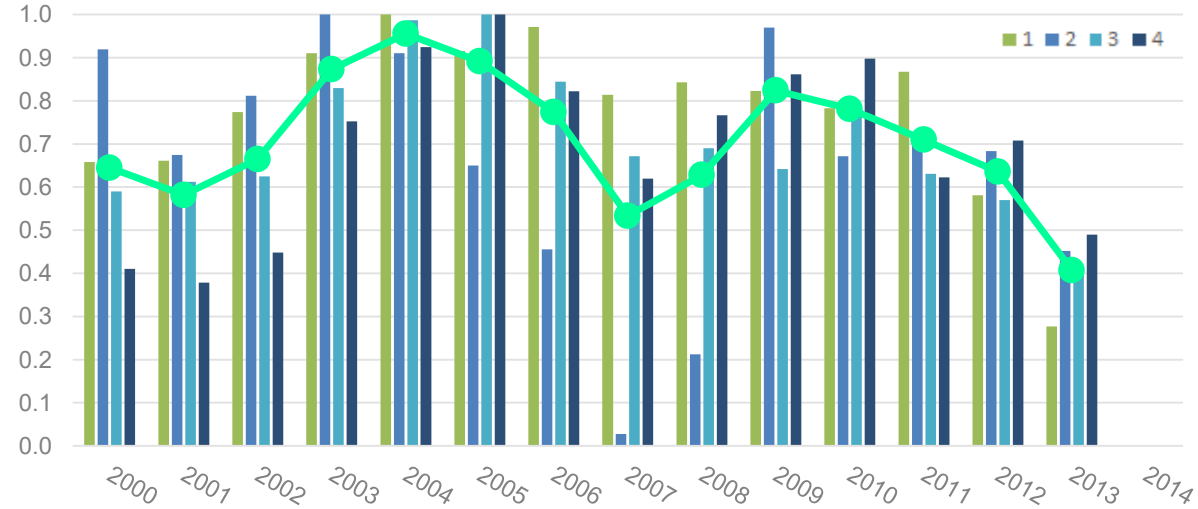
# INDICE DI SICUREZZA ENERGETICA

indicatori di sicurezza energetica e di sostenibilità ambientale

**SETTORE RESIDENZIALE E TERZIARIO**




**SETTORE RESIDENZIALE**




**Energy security**

1– energy consumption per capita (or per dwelling)

2–primary energy per GDP

**Energy sustainability**

3–GHG emissions measured by $CO_2$ emissions annual trend

4–GHG emissions intensity measured by $CO_2$ per capita (or per dwelling)

The Energy Security Index is decreasing, for both the analyses, mainly because all energy consumptions and the GHG emissions are decreasing, also due to the economic crisis.

This trend was confirmed by analyses on other OECD countries with an increase of the Energy Security Index up to 2008 and then a decrease.

# CONSIDERAZIONI FINALI

- ✓ La metodologia sviluppata propone una rappresentazione della resilienza energetica per la città di Torino e può essere applicata ad altri contesti urbani
- ✓ Questo studio permette di identificare indicatori calcolabili per migliorare la sostenibilità energetica e ambientale nei contesti urbani
- ✓ Gli indicatori utilizzati sono uno strumento chiave per la valutazione delle caratteristiche energetiche urbane (*energy security index*)
- ✓ Studiare l'Energy Trilemma è essenziale anche per ridurre la povertà energetica e gli effetti dei cambiamenti climatici