



# **Nuove energie per nuovi territori**

## **Edoardo Croci**

**GreenLife - CaffèScienza**

Milano 23 febbraio 2010





## Costi di mitigazione e adattamento

### Rapporto Stern (2006), “The Economics of Climate Change”

Scenario BAU: riduzione del consumo globale pro-capite di almeno 5% per anno.

Stabilizzazione delle emissioni nel range 500-550 ppmCO<sub>2</sub>: costi pari all'1% del PIL mondiale.



# **Estermalità ambientali**

**Costi sociali = costi privati + costi esterni**

## **COSTI ESTERNI (DANNI)**

**Mortalità**

**Morbilità**

**Edifici**

**Raccolta agricola**

**Cambiamento climatico**

**Usi ricreativi**

**Ecosistemi**



## External costs for electricity production in the EU (in EUR-cent per kWh\*\*)

## Fonte Externie

| Country | Coal & lignite | Peat | Oil  | Gas | Nuclear | Biomass | Hydro | PV  | Wind   |
|---------|----------------|------|------|-----|---------|---------|-------|-----|--------|
| AUT     |                |      |      | 1-3 |         | 2-3     | 0.1   |     |        |
| BE      | 4-15           |      |      | 1-2 | 0.5     |         |       |     |        |
| DE      | 3-6            |      | 5-8  | 1-2 | 0.2     | 3       |       | 0.6 | 0.05   |
| DK      | 4-7            |      |      | 2-3 |         | 1       |       |     | 0.1    |
| ES      | 5-8            |      |      | 1-2 |         | 3-5*    |       |     | 0.2    |
| FI      | 2-4            | 2-5  |      |     |         | 1       |       |     |        |
| FR      | 7-10           |      | 8-11 | 2-4 | 0.3     | 1       | 1     |     |        |
| GR      | 5-8            |      | 3-5  | 1   |         | 0-0.8   | 1     |     | 0.25   |
| IE      | 6-8            | 3-4  |      |     |         |         |       |     |        |
| IT      |                |      | 3-6  | 2-3 |         |         | 0.3   |     |        |
| NL      | 3-4            |      |      | 1-2 | 0.7     | 0.5     |       |     |        |
| NO      |                |      |      | 1-2 |         | 0.2     | 0.2   |     | 0-0.25 |
| PT      | 4-7            |      |      | 1-2 |         | 1-2     | 0.03  |     |        |
| SE      | 2-4            |      |      |     |         | 0.3     | 0-0.7 |     |        |
| UK      | 4-7            |      | 3-5  | 1-2 | 0.25    | 1       |       |     | 0.15   |

\* : biomass co-fired with lignites  
 \*\* : sub-total of quantifiable externalities  
 (such as global warming, public health, occupational health, material damage)



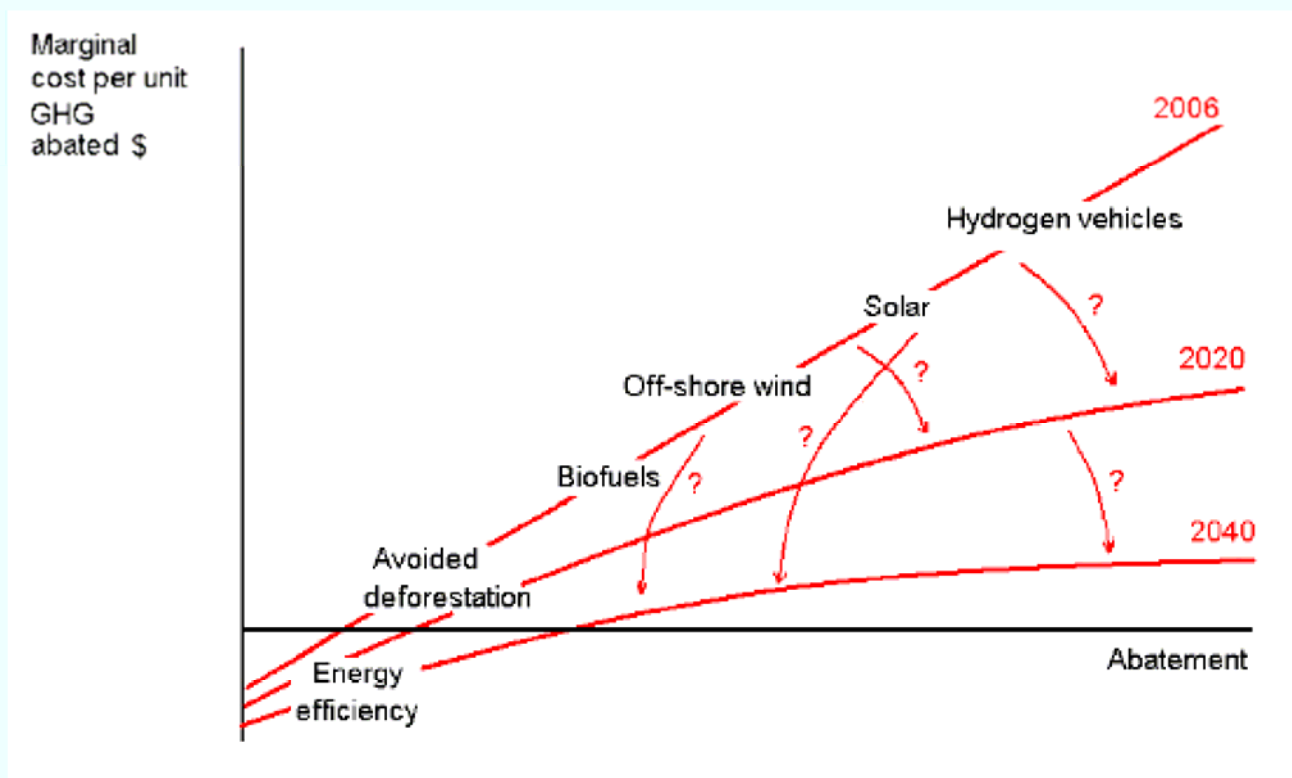
## Sussidi alle FER

- Le FER nella maggior parte dei casi non sono ancora competitive (vi sono però importanti differenziazioni dipendenti da fonti, dimensioni impianti, territori, ecc.)
- Le FER (come il nucleare) sono caratterizzate da esternalità molto piccole, rispetto alle fonti fossili
- Le FER hanno elevate potenzialità di riduzione dei costi in quanto sono, in molti casi, agli stadi iniziali delle curve di apprendimento o delle economie di scala globali
- Una politica di incentivi alle FER è giustificabile in termini di efficienza allocativa



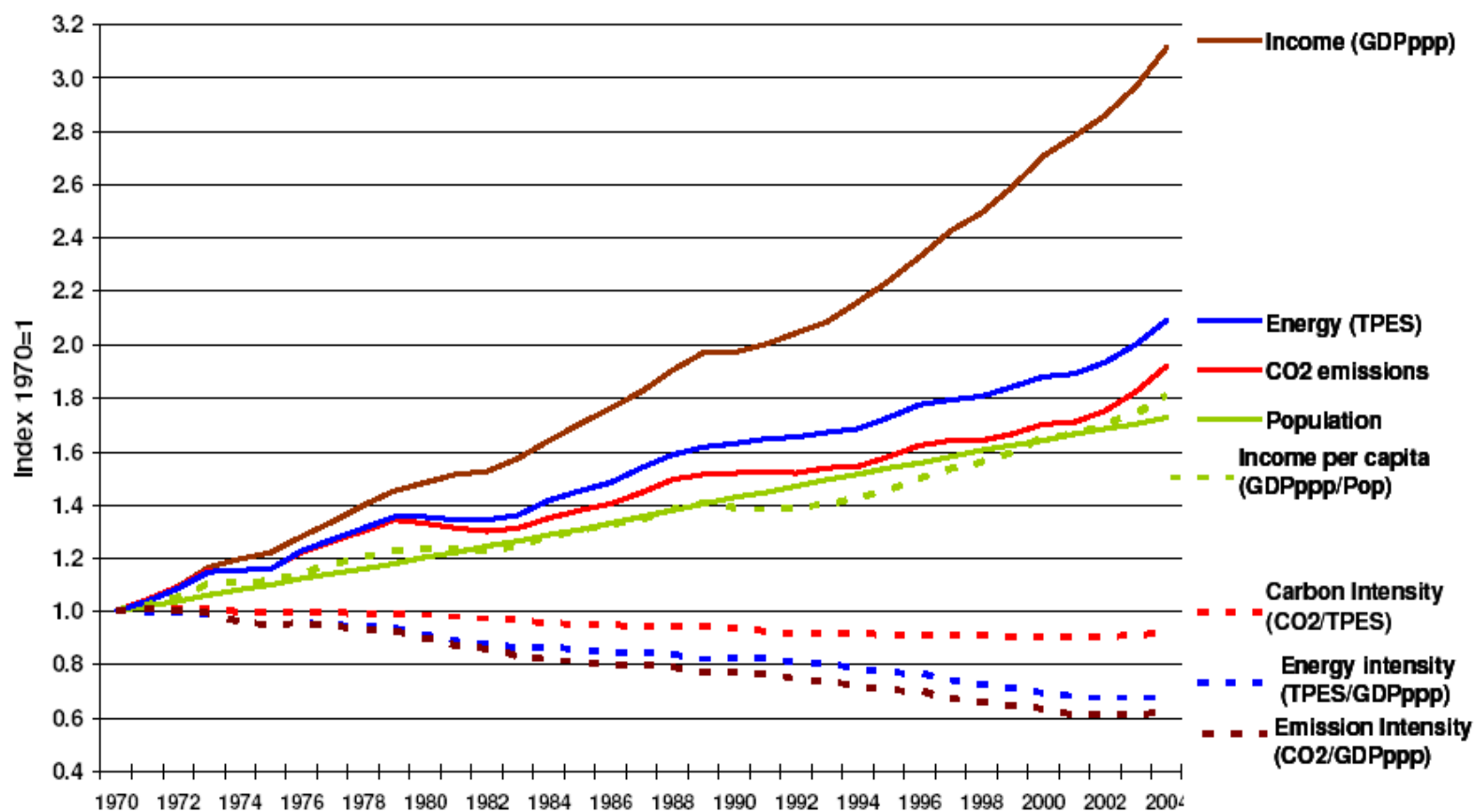
## Il Rapporto Stern: “The Economics of Climate Change”, 2006

Figure 9.1 Illustrative marginal abatement option cost curve





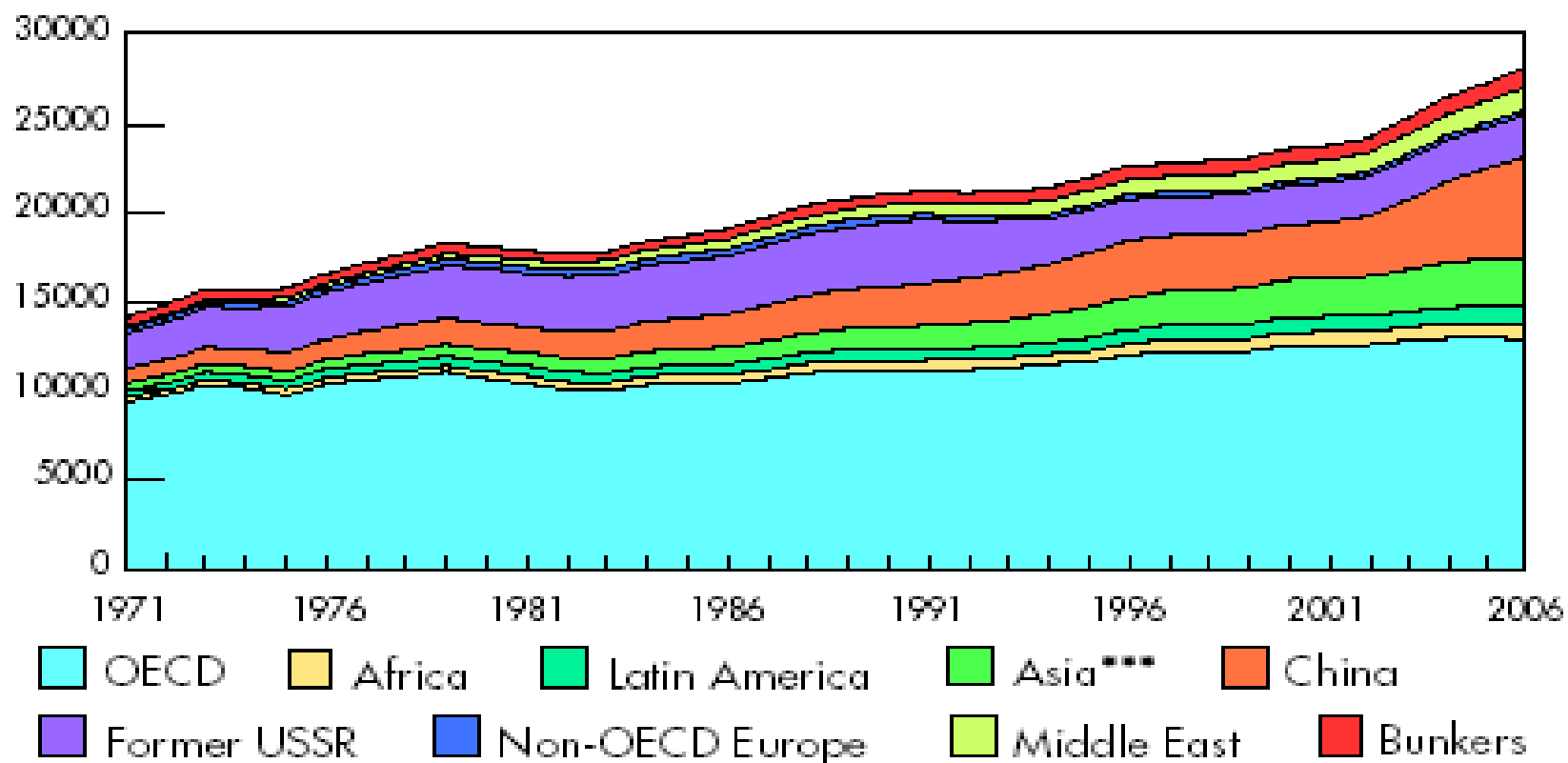
## Indicatori di disaccoppiamento Paesi industrializzati (IPCC, 2007)



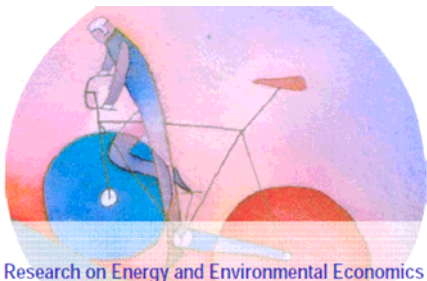


## Emissioni di CO<sub>2</sub> per regione (fonte IEA, 2008)

Evolution from 1971 to 2006 of world\* CO<sub>2</sub> emissions\*\*  
by region (Mt of CO<sub>2</sub>)

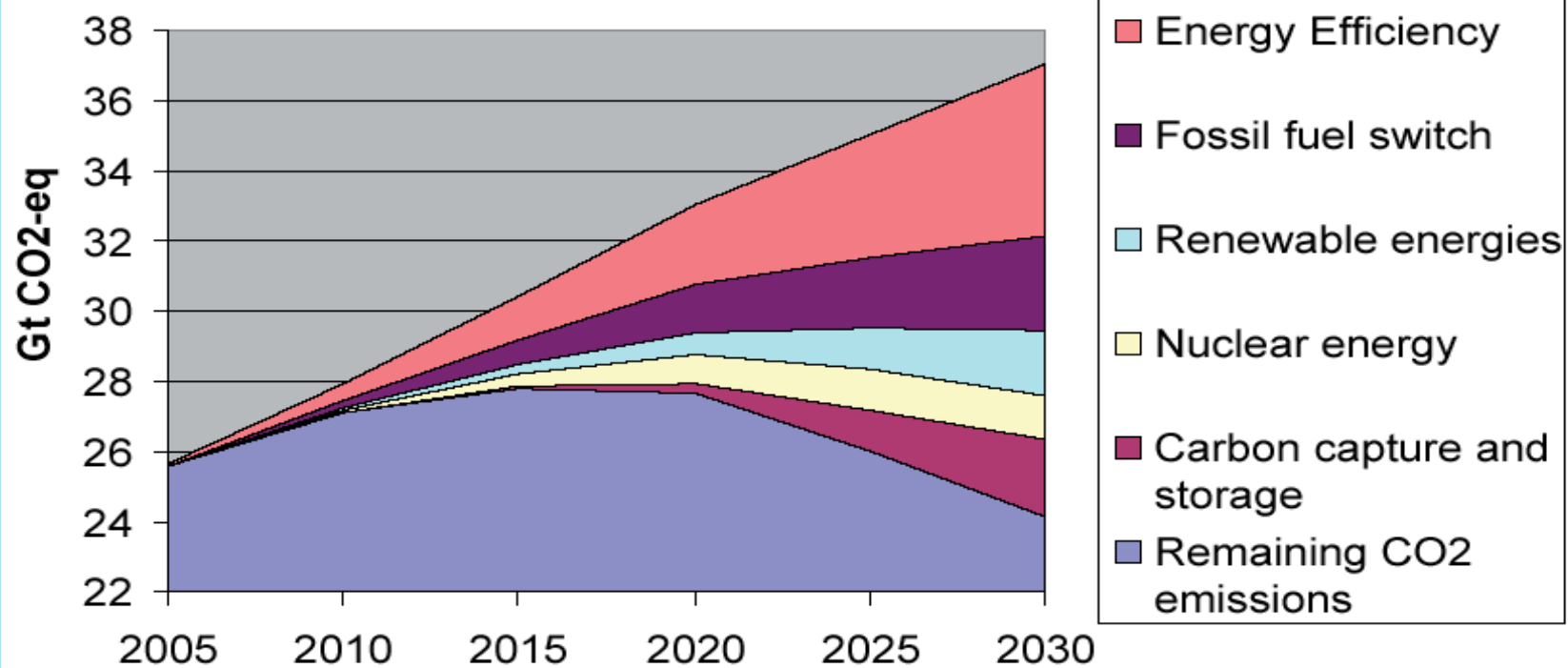


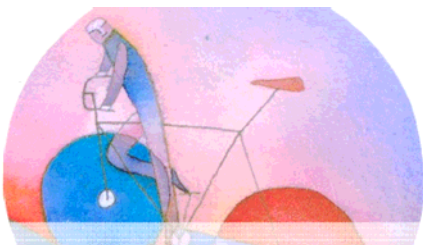




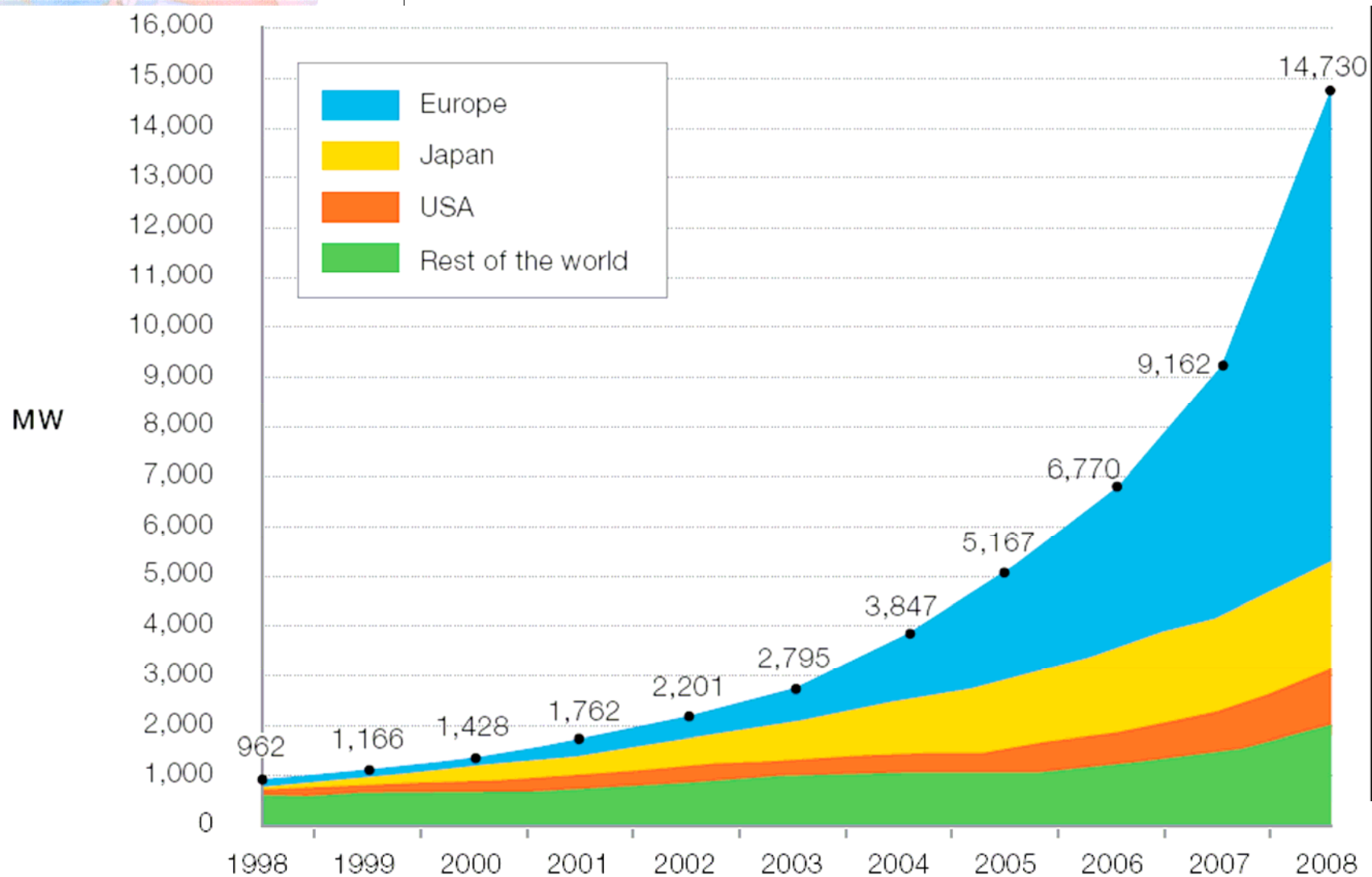
## Scenari di riduzione potenziale delle emissioni (fonte IEA)

Technologies that could reduce global CO<sub>2</sub> emissions from energy combustion





## Crescita del fotovoltaico (fonte EPIA)





## Bozza decreto Conto Energia 2011: impianti a terra

| Potenza nominale<br>[kWp] | Entrata in esercizio<br><31/12/2010<br>[€/kWh] | Entrata in esercizio<br>1/1/2011 --> 30/4/2011<br>[€/kWh] | Entrata in esercizio<br>1/5/2011 --> 31/8/2011<br>[€/kWh] | Entrata in esercizio<br>1/9/2011 --> 31/12/2011<br>[€/kWh] | Entrata in esercizio<br>1/1/2012 --> 31/12/2012<br>[€/kWh] |
|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <3                        | 0,384                                          | 0,358<br>-6,8%                                            | 0,345<br>-10,2%                                           | 0,333<br>-13,3%                                            | 0,313<br>-18,5%                                            |
| 3 --> 20                  | 0,365                                          | 0,334<br>-8,4%                                            | 0,319<br>-12,6%                                           | 0,304<br>-16,7%                                            | 0,286<br>-21,7%                                            |
| 20 --> 200                | 0,346                                          | 0,315<br>-8,9%                                            | 0,300<br>-13,2%                                           | 0,285<br>-17,5%                                            | 0,268<br>-22,5%                                            |
| 200 --> 1000              | 0,346                                          | 0,304<br>-12,0%                                           | 0,285<br>-17,5%                                           | 0,266<br>-23,0%                                            | 0,250<br>-27,7%                                            |
| >1000                     | 0,346                                          | 0,298<br>-13,8%                                           | 0,277<br>-19,8%                                           | 0,257<br>-25,6%                                            | 0,242<br>-30,1%                                            |



# Bozza decreto Conto Energia 2011: impianti su edifici

| Potenza nominale<br>[kWp] | Entrata in esercizio<br><31/12/2010 |                                | Entrata in esercizio<br>1/1/2011 --> 30/4/2011 | Entrata in esercizio<br>1/5/2011 --> 31/8/2011 | Entrata in esercizio<br>1/9/2011 --> 31/12/2011 | Entrata in esercizio<br>1/1/2012 --> 31/12/2012 |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                           | parziale integrazione<br>[€/kWh]    | totale integrazione<br>[€/kWh] | [€/kWh]                                        | [€/kWh]                                        | [€/kWh]                                         | [€/kWh]                                         |
| <3                        | 0,422                               | 0,470                          | 0,401<br>-5,1%                                 | 0,390<br>-7,7%                                 | 0,380<br>-10,0%                                 | 0,357<br>-15,4%                                 |
| 3 --> 20                  | 0,403                               | 0,442                          | 0,372<br>-7,7%                                 | 0,357<br>-11,5%                                | 0,342<br>-15,2%                                 | 0,321<br>-20,3%                                 |
| 20 --> 200                | 0,384                               | 0,422                          | 0,353<br>-8,1%                                 | 0,338<br>-12,0%                                | 0,323<br>-15,9%                                 | 0,304<br>-20,9%                                 |
| 200 --> 1000              | 0,384                               | 0,422                          | 0,348<br>-9,4%                                 | 0,331<br>-13,8%                                | 0,314<br>-18,2%                                 | 0,295<br>-23,1%                                 |
| >1000                     | 0,384                               | 0,422                          | 0,337<br>-12,2%                                | 0,316<br>-17,7%                                | 0,295<br>-23,2%                                 | 0,277<br>-27,8%                                 |



## Pacchetto UE energia e clima (2007)

La politica dell'UE per il clima e l'energia si propone per il 2020 i seguenti obiettivi (20/20/20):

- **ridurre i gas ad effetto serra** di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990 (del 30% se gli altri paesi sviluppati assumeranno impegni analoghi);
- **incrementare l'uso delle energie rinnovabili** giungendo al 20% della produzione totale di energia;
- **diminuire il consumo di energia** del 20% rispetto ai livelli previsti per il 2020 grazie ad una migliore efficienza energetica.



## RES (direttiva 2009/28/CE)

Obiettivi al 2020:

- 20% energie rinnovabili nel consumo finale lordo di energia nell'UE-27 (burden sharing: Italia 17%)
- 10% biocarburanti nel consumo di carburante per trasporti su strada e rotaia (unico per ogni Stato Membro)



## ETS UE (direttiva 2009/29/CE)

Obiettivi 2013-2020:

- I settori regolati dall'ETS dovranno ridurre le emissioni del 21% al 2020 rispetto al 2005 secondo una progressione lineare partendo dal livello intermedio 2008-2012 (1,74% annuo per intera UE).
- I settori non regolati dall'ETS dovranno ridurre le emissioni di GHG del 10% nell'UE-27 (burden sharing: Italia 13%) rispetto al 2005. All'interno di questi settori, i trasporti devono ridurre le emissioni del 10%.

Congiuntamente le emissioni GHG dell'UE 27 dovranno ridursi del 20% rispetto al livello del 1990



## Proposte di riduzione al 2020: Italia

Per i settori ETS sarà uno strumento di mercato a permettere di ottenere gli obiettivi di riduzione di gas serra; quindi, sarebbe inutile un trasferimento di obiettivi alle Regioni. A livello europeo, vi potrà essere una assegnazione delle quote a livello centrale e non più nazionale.

Per i settori non compresi dalla direttiva ETS, come il settore dei trasporti e quello dei consumi civili, la regionalizzazione degli obiettivi può rivelarsi una politica utile al raggiungimento degli obiettivi nazionali di contenimento delle emissioni.

Un “burden sharing regionale” permetterebbe di coinvolgere livelli inferiori di sussidiarietà (Regioni, Province e Comuni) in una concreta azione nelle politiche per il clima, mobilitando risorse e facilitando le procedure amministrative.

La legge Finanziaria 2008 ha indicato che entro marzo 2008 si sarebbe dovuto arrivare ad una ripartizione degli obiettivi per le sole fonti rinnovabili del settore elettrico.

Inoltre, il DPEF 2008-2011 indica la necessità di introdurre un sistema di scambio di quote di emissione tra le Regioni per i settori trasporti e consumi civili.





## Politiche regionali/locali per il clima

Il Protocollo di Kyoto richiede “piani regionali” (possibilmente) per:

- 1) dati, modelli ed inventari,
- 2) misure di mitigazione e adattamento.

Le politiche regionali e locali che hanno effetti sulle emissioni di GHG:

- Produzione e distribuzione di energia,
- Efficienza energetica,
- Housing,
- Mobilità e trasporti,
- Gestione e smaltimento rifiuti,
- Agricoltura,
- Foreste (sinks),
- Misure interne alla P.A.



## Emission values and main emission indicators of 5 cities

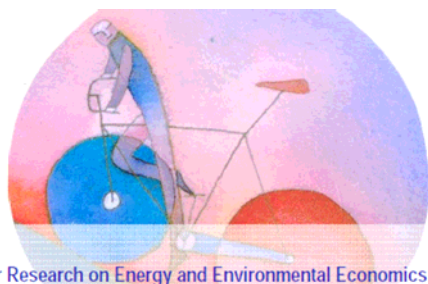
(fonte Croci, Melandri, Molteni, IEFE – Università Bocconi, 2009)

|                                                                     | <b>London</b> | <b>NewYork</b> | <b>Milan</b> | <b>Mex.City</b> | <b>Bangkok</b> |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|
| Base year of emission values                                        | 2006          | 2005           | 2005         | 2000            | 2005           |
| Total emissions (MtCO <sub>2</sub> e) (a)                           | 44,2          | 63,1           | 7,2          | 33,5            | 42,8           |
| Emissions per capita (tCO <sub>2</sub> e per capita) (a)            | 5,9           | 7,7            | 5,5          | 3,9             | 7,1            |
| Energy consumption per capita (MWh per capita) (b)                  | 21,3          | n.a.           | 21,7         | 10,9            | 27,8           |
| Electricity consumption per capita (MWh per capita) (c)             | 5,3           | 6,7            | 5,3          | 1,7             | 4,8            |
| Carbon intensity of energy consumption (tCO <sub>2</sub> e/GWh) (d) | 276           | n.a.           | 248          | 317             | 216            |
| Energy intensity of GDP (kWh/\$) (b) (e)                            | 0,46          | n.a            | 0,61         | 0,76            | 3,54           |
| GDP_ppp (purchasing power parity) (\$ per capita) (e)               | 46.200        | 52.800         | 35.600       | 14.300          | 7.845          |



## Reduction targets, base years and target years in the case studies

|                                                                    | <b>London</b>                               | <b>NYC</b>                                           | <b>Milan</b>                                 | <b>Mex.City</b>                                                                          | <b>Bangkok</b>                                      |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Targeted GHGs                                                      | CO <sub>2</sub>                             | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub>                              | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O                                     | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>                   |
| Reduction target and target year                                   | - 20% (2016)<br>- 60 % (2025)               | - 30% (2030)                                         | - 20% (2020)                                 | 7 MtCO <sub>2</sub> e to be reduced in the period 2008-2012                              | - 15% (2012)                                        |
| Base year GHG level                                                | 1990:<br>45,1 MtCO <sub>2</sub>             | 2005:<br>63,1 MtCO <sub>2</sub> e                    | 2005:<br>7,19 MtCO <sub>2</sub>              | 2000:<br>33,5 MtCO <sub>2</sub> e<br>2006:<br>36,2 MtCO <sub>2</sub> e                   | 2005:<br>42,65 MtCO <sub>2</sub> e                  |
| Estimated GHG level for target year (BAU scenario)                 | 2025 BAU:<br>51 MtCO <sub>2</sub><br>(+15%) | 2030 BAU:<br>80,1 MtCO <sub>2</sub> e<br>(+27%)      | 2020 BAU:<br>7,78 MtCO <sub>2</sub><br>(+8%) | 2012 BAU:<br>35 – 49 MtCO <sub>2</sub> e<br>(+11% low)<br>(+ 25% medium)<br>(+ 35% high) | 2012 BAU:<br>48,69 MtCO <sub>2</sub> e<br>(~ + 14%) |
| Emission reductions to be achieved, calculated for the target year | 33 MtCO <sub>2</sub>                        | 36 MtCO <sub>2</sub> e                               | 2 MtCO <sub>2</sub>                          | 7 MtCO <sub>2</sub> e to be reduced in the period 2008-2012                              | 7 MtCO <sub>2</sub> e                               |
| Annual reductions over the plan time frame (as % of the base year) | 2,1 %                                       | 2,3 %                                                | 1,8 %                                        | 4,1 %                                                                                    | 2,13 %                                              |



# Classification of mitigation measures (1)

| Gov. modes               | Energy                                                                       | Lon. | NYC | Mil. | Mex. C. | Bangk.           |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|---------|------------------|
| <b>Self governing</b>    | Energy efficiency schemes and use of CHP within municipal buildings          | < 1  |     | 2    | 2       | < 1              |
|                          | Procurement of energy-efficient appliances                                   |      |     |      |         |                  |
|                          | Purchasing of green energy                                                   |      |     |      |         |                  |
|                          | Eco-house and renewable energy demonstration projects                        |      |     |      | < 1     |                  |
| <b>Enabling</b>          | Campaigns for energy efficiency                                              | 37   |     | 5    | 7       | 28 <sup>53</sup> |
|                          | Advice on energy efficiency to businesses and citizens                       |      |     |      |         |                  |
|                          | Promotion of the use of renewable energy                                     |      |     |      |         |                  |
| <b>Provision</b>         | Minor carbon intensity in the main energy supplier                           | 17   |     | 30   | < 1     |                  |
|                          | Decentralized energy supply (CHP, waste-to-energy)                           | 19   |     | 22   |         |                  |
|                          | Network upgrading to improve energy savings                                  |      |     |      | < 1     |                  |
|                          | Energy service companies                                                     |      |     |      |         |                  |
|                          | Provision of incentives and grants for energy-efficiency measures            |      |     | 6    | < 1     |                  |
|                          | Provision of incentives and grants for renewable energy in private buildings |      |     | 2    |         |                  |
| <b>Authority</b>         | Strategic energy planning to enhance energy conservation                     |      |     |      |         |                  |
|                          | Mandatory use of renewable energy in the new build sector                    |      |     |      | < 1     |                  |
|                          | Energy efficiency standards in the new build sector                          | 4    |     |      |         |                  |
| <b>Subtotal – Energy</b> |                                                                              | 78   |     | 67   | 14      | 29               |



## Classification of mitigation measures (2)

| Governin<br>g modes         | Transport                                                                          | Lon. | NYC | Mil. | Mex. C. | Bangk. |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|---------|--------|
| Self<br>governing           | Mobility management for employees                                                  | < 1  |     |      |         |        |
|                             | Green fleet                                                                        |      |     |      | 2       |        |
| Enabling                    | Education campaigns                                                                | 6    |     |      |         |        |
|                             | Green travel plans                                                                 |      |     |      |         |        |
|                             | Quality partnerships with public transport providers                               | 11   |     |      | 37      |        |
| Provision                   | Public transport service provision                                                 |      |     | 7    |         | 39     |
|                             | Provision of infrastructure for alternative forms of transport                     | 4    |     | 3    |         |        |
|                             | Upgrading of road network to increase traffic efficiency                           |      |     |      |         | 17     |
|                             | Logistic centres for goods transport and freight management                        |      |     | < 1  | 2       |        |
|                             | Incentives to purchase low-emission cars                                           |      |     | 17   |         |        |
| Authority                   | Transport planning to limit car use and provide walking and cycling infrastructure |      |     |      |         |        |
|                             | Workplace levies and road-user charging                                            |      |     | < 1  |         | study  |
| Subtotal – Transport sector |                                                                                    | 22   |     | 29   | 42      | 56     |



## Classification of mitigation measures (3)

| Gov. modes                              | Waste                                                                    | Lon. | NYC | Mil. | Mex. C. | Bangk. |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|---------|--------|
| Self governing                          | Waste prevention, recycling, and reuse within the local authority        |      |     |      |         |        |
|                                         | Procurement of recycled goods                                            |      |     |      |         |        |
| Enabling                                | Campaigns for reducing, reusing and recycling waste                      |      |     |      |         | 3      |
|                                         | Promotion of the use of recycled products                                |      |     |      |         |        |
| Provision                               | Waste service/wastewater treatment provision                             |      |     |      | 9       | < 1    |
|                                         | Installations for recycling, composting and 'waste to energy' facilities |      |     |      | 4       | study  |
|                                         | Recycling, composting and reuse schemes                                  |      |     |      |         | 1      |
|                                         | Methane capturing from landfills (energy production)                     |      |     |      | 31      |        |
| Authority                               | Regulations on methane combustion from landfill sites                    |      |     |      |         |        |
| Subtotal – Waste sector (if applicable) |                                                                          |      |     |      | 44      | 5      |



## Classification of mitigation measures (4)

| Gov. Modes                                                    | Urban Planning and use                                                     | Lon. | NYC | Mil. | Mex. C. | Bangk. |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|---------|--------|
| Self governing                                                | High energy-efficiency standards and use of CHP in new public buildings    |      |     |      |         |        |
|                                                               | Demonstration projects – house or neighbourhood scale.                     |      |     |      |         |        |
| Enabling                                                      | Guidance for architects and developers on energy efficiency and renewables |      |     |      |         |        |
|                                                               | Promotion of tree planting                                                 |      |     |      |         | 3      |
| Authority                                                     | Strategic land use planning to enhance en. efficiency and renewables       |      |     |      |         |        |
|                                                               | Planning of sites for renewable installations                              |      |     |      |         |        |
|                                                               | Strategic land-use planning to enhance public transport                    |      |     |      |         |        |
|                                                               | Urban forestation                                                          |      |     | 4    |         | 7      |
| Subtotal – Urban forestry and land use sector (if applicable) |                                                                            |      |     | 4    |         | 10     |



## Co-benefici delle politiche locali di mitigazione (Hallegatte, 2008)

| Settore                                                                                                  | Obiettivi e benefici della politica climatica locale                                                                                                                                            | Co – benefici locali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produzione di elettricità                                                                                | Convertire parte della produzione di elettricità a fonti con minore o nullo contenuto di carbonio (CHP, fonti rinnovabili) per ridurre le emissioni di CO <sub>2</sub>                          | Per la società: <ul style="list-style-type: none"> <li>- miglioramento della qualità dell'aria nell'area urbana</li> <li>- riduzione dei livelli regionali di inquinamento da SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub></li> <li>- mantenimento della qualità delle acque</li> <li>- aumento della sicurezza energetica</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Consumi energetici nel settore residenziale e commerciale (edifici, apparecchiature ed elettrodomestici) | Diminuire il fabbisogno energetico degli alloggi e delle attività domestiche e lavorative, ridurre emissioni di CO <sub>2</sub>                                                                 | Per i fornitori di energia: <ul style="list-style-type: none"> <li>- minori costi di investimento</li> <li>- possibile smorzamento dei picchi di domanda</li> </ul> Per le aziende (terziarie, commerciali) e consumatori: <ul style="list-style-type: none"> <li>- minori costi di esercizio</li> </ul> Per la società: <ul style="list-style-type: none"> <li>- riduzione dei livelli regionali di inquinamento dell'aria attribuibile alle emissioni evitate attraverso il risparmio energetico (eliminazione degli sprechi di elettricità e calore);</li> <li>- miglioramento del comfort</li> <li>- potenziali risparmi economici</li> <li>- aumento della sicurezza energetica</li> </ul> |
| Trasporti                                                                                                | Aumentare l'efficienza e le performance dei veicoli in termini di emissioni e gestire la domanda di mobilità, ridurre le emissioni di CO <sub>2</sub> e possibilmente le emissioni di altri GHG | Per la società: <ul style="list-style-type: none"> <li>- minore congestione nelle aree urbane e conseguente riduzione dei danni alla salute provocati dall'inquinamento locale dell'aria</li> <li>- minore dipendenza dalle importazioni di petrolio e maggiore sicurezza energetica</li> </ul> Potenenziali co-costi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- rischi per la salute legati ad un incremento dei veicoli alimentati a diesel (producono minori emissioni di CO<sub>2</sub>, ma maggiori quantità di particolato; le marmitte catalitiche consentono di diminuire le emissioni di NO<sub>x</sub> ma aumentano quelle di N<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>)</li> </ul>              |





## Il piano clima del Comune di Milano

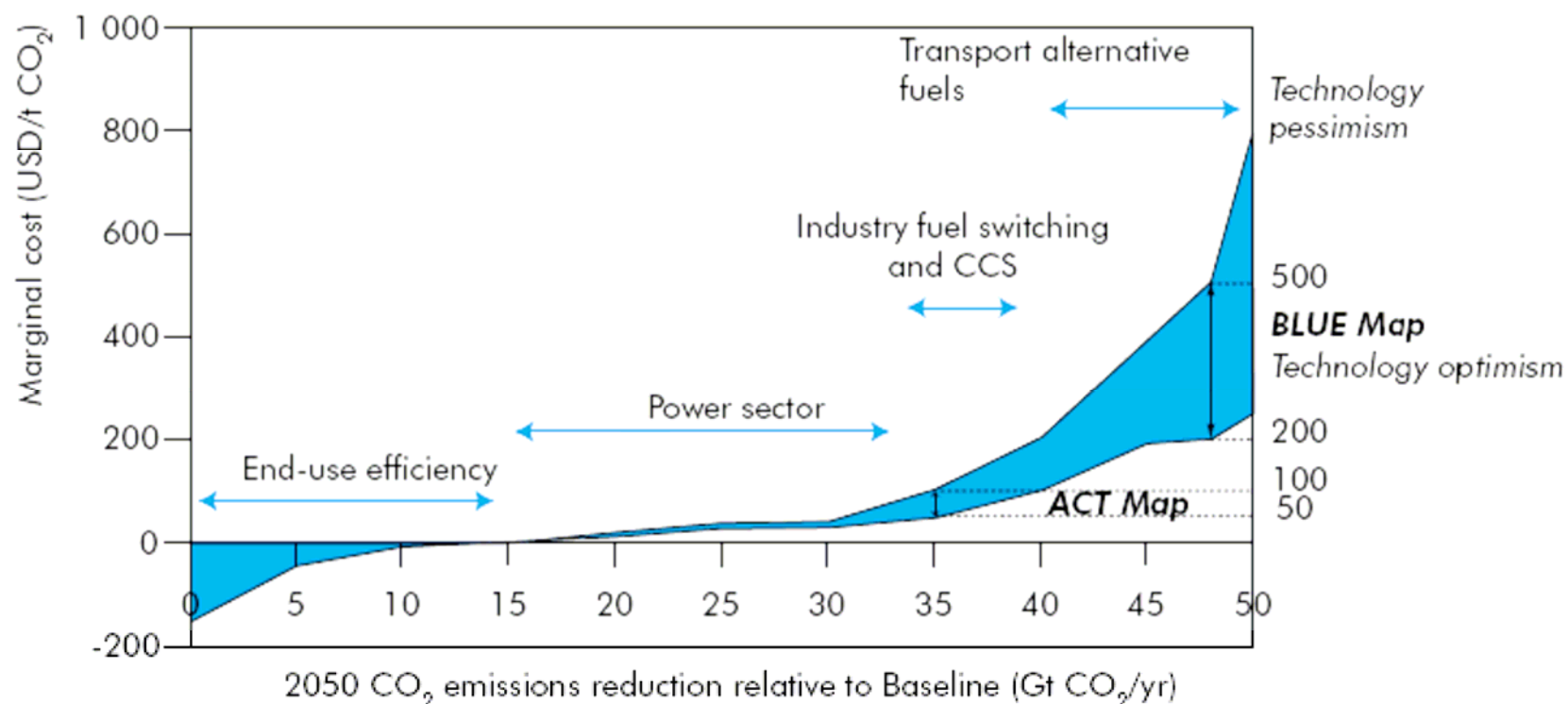
Il Comune di Milano si è posto un obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> relative al territorio comunale del **20% entro il 2020** rispetto al livello emissivo del **2005**.

Il piano è coerente con il “covenant of Mayors promosso dalla Commissione europea.



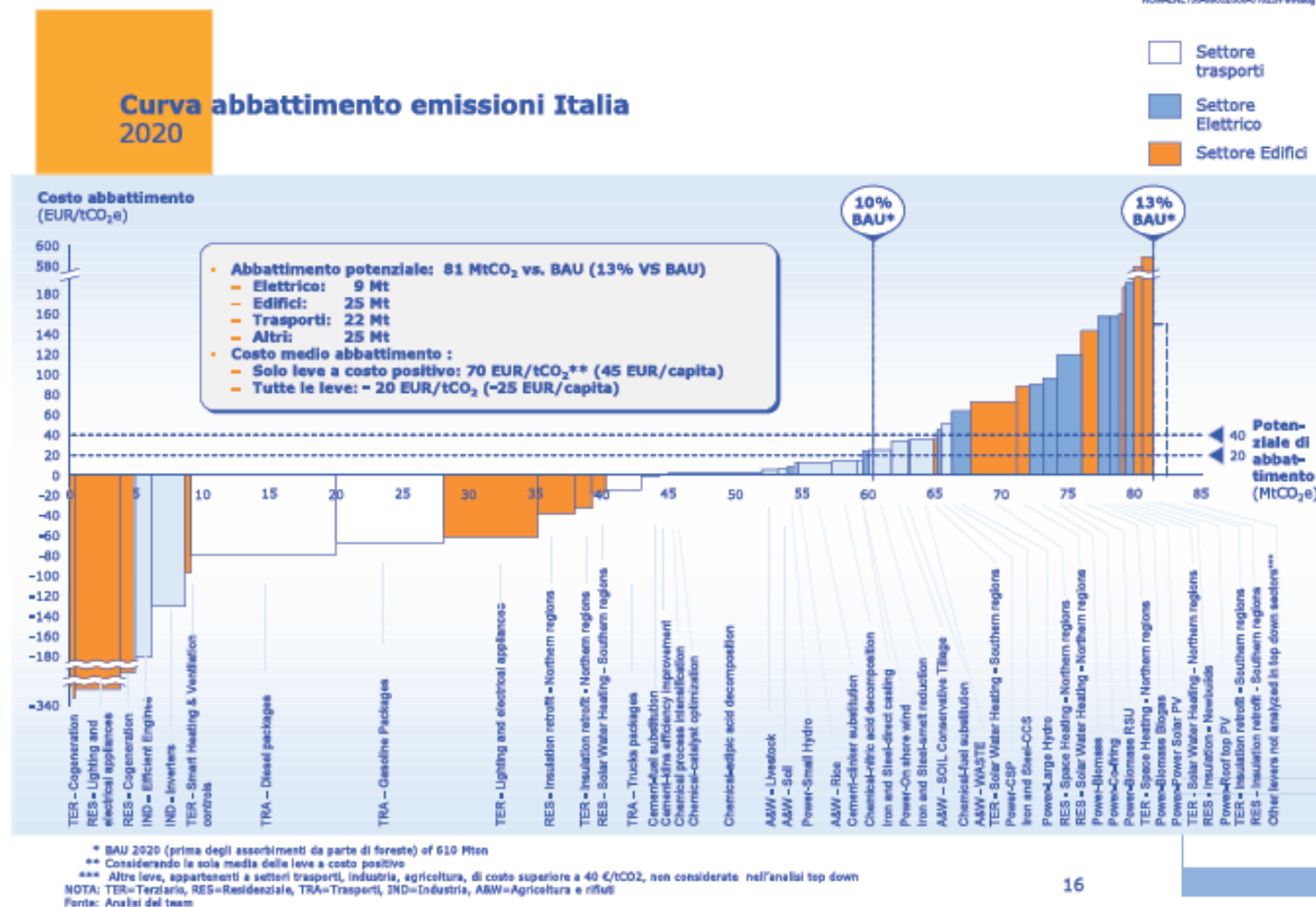
## Curva dei costi di abbattimento globale

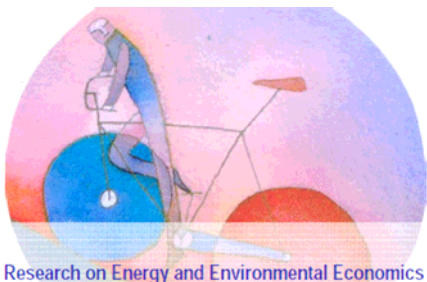
**Figure ES.1** ► Marginal emission reduction costs for the global energy system, 2050





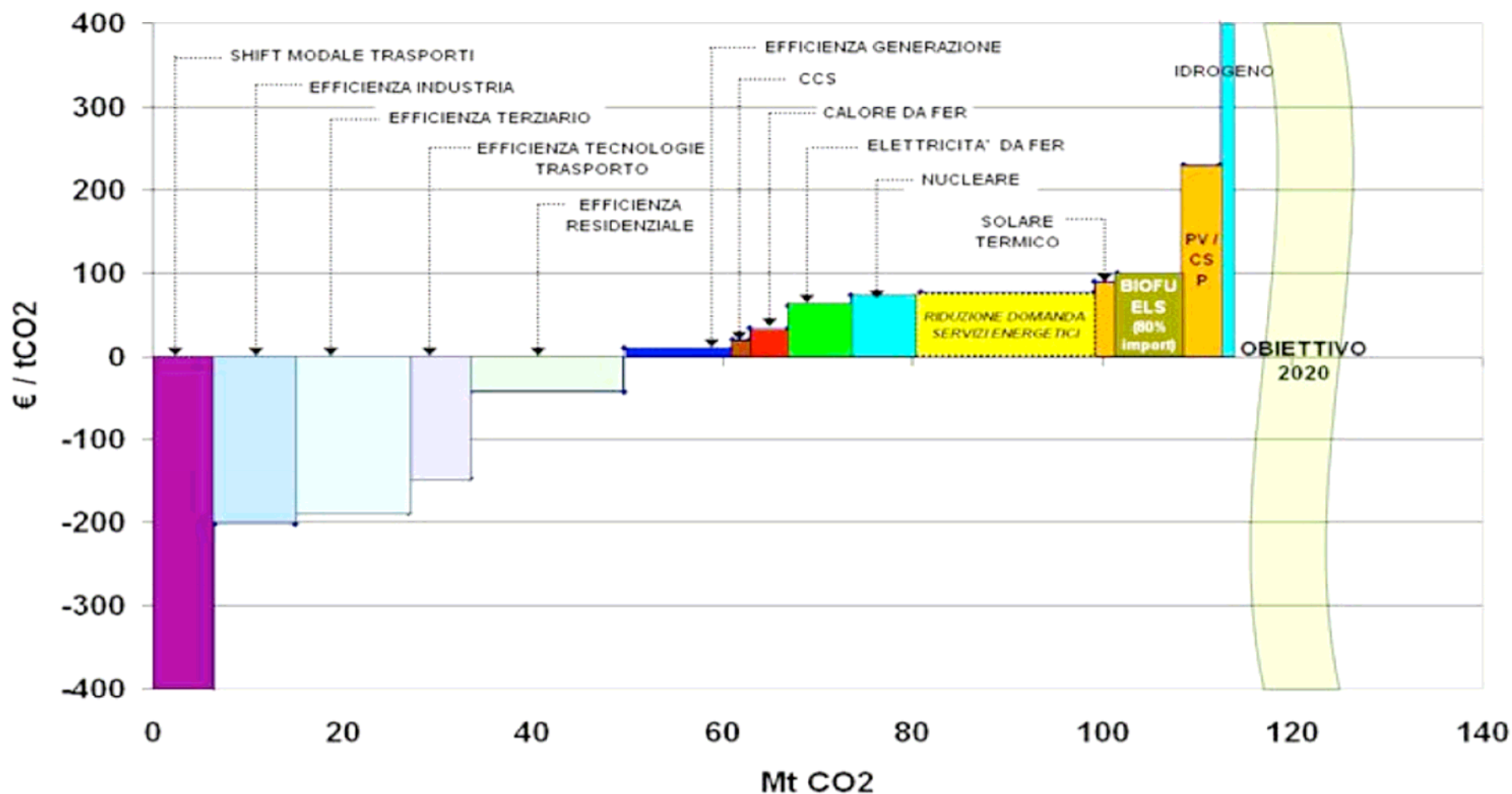
# Curva dei costi di abbattimento Italia (McKinsey ENEL)





## Curva dei costi di abbattimento Italia (ENEA)

Potenziale economico di mitigazione per gruppi di tecnologie (2020)





**THE END**

**THANK YOU**

**[edoardo.croci@unibocconi.it](mailto:edoardo.croci@unibocconi.it)**