

**19 ottobre 2015**  
**Giornate della Sostenibilità**

***I CAMBIAMENTI CLIMATICI:  
DAGLI SCENARI GLOBALI ALL'AULA DEL POLITECNICO***

***Scenari ambiziosi di riduzione delle emissioni di gas serra***

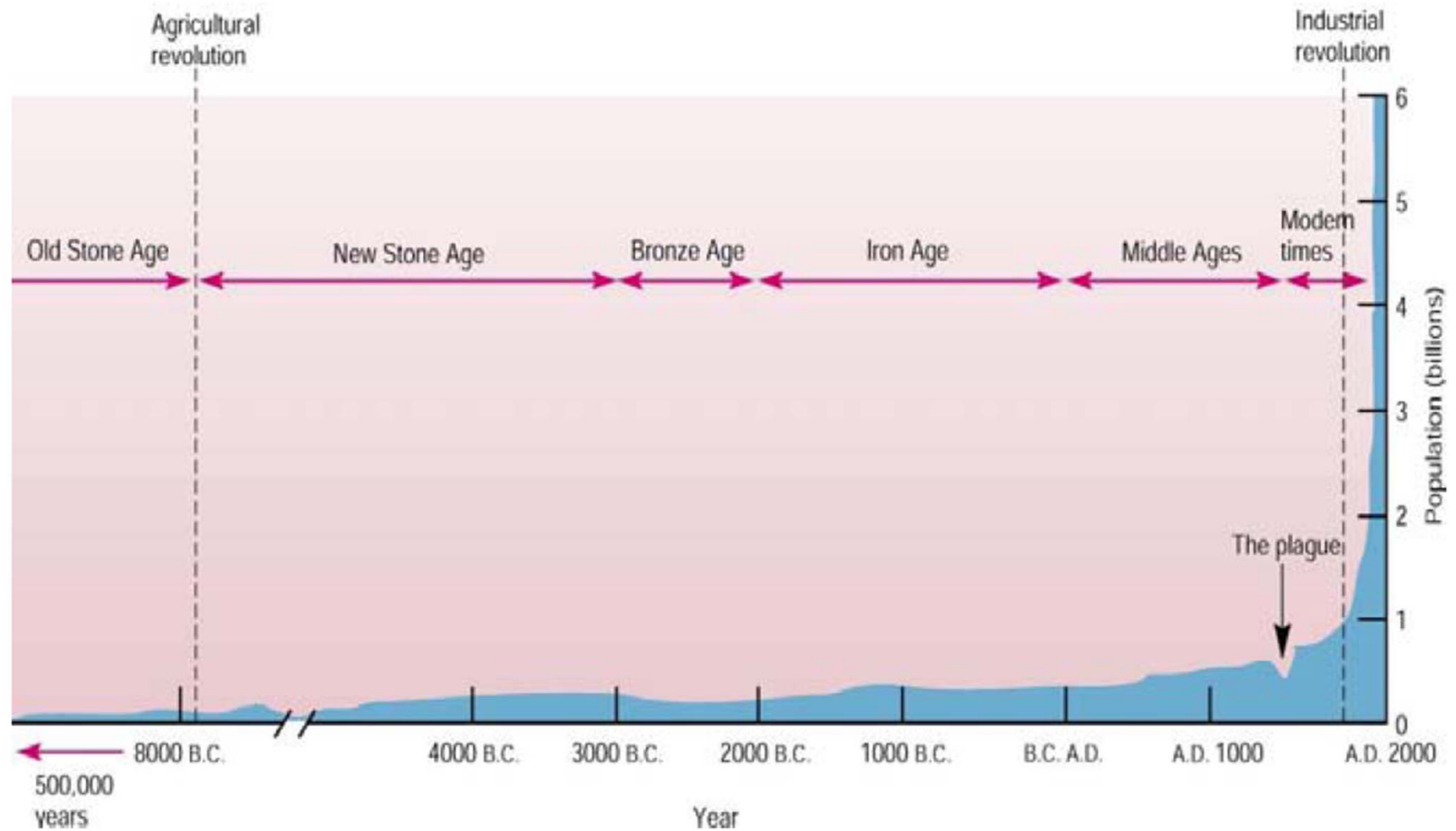
***Arturo Lorenzoni***

***Università degli Studi di Padova e IEFE, Università Bocconi***



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

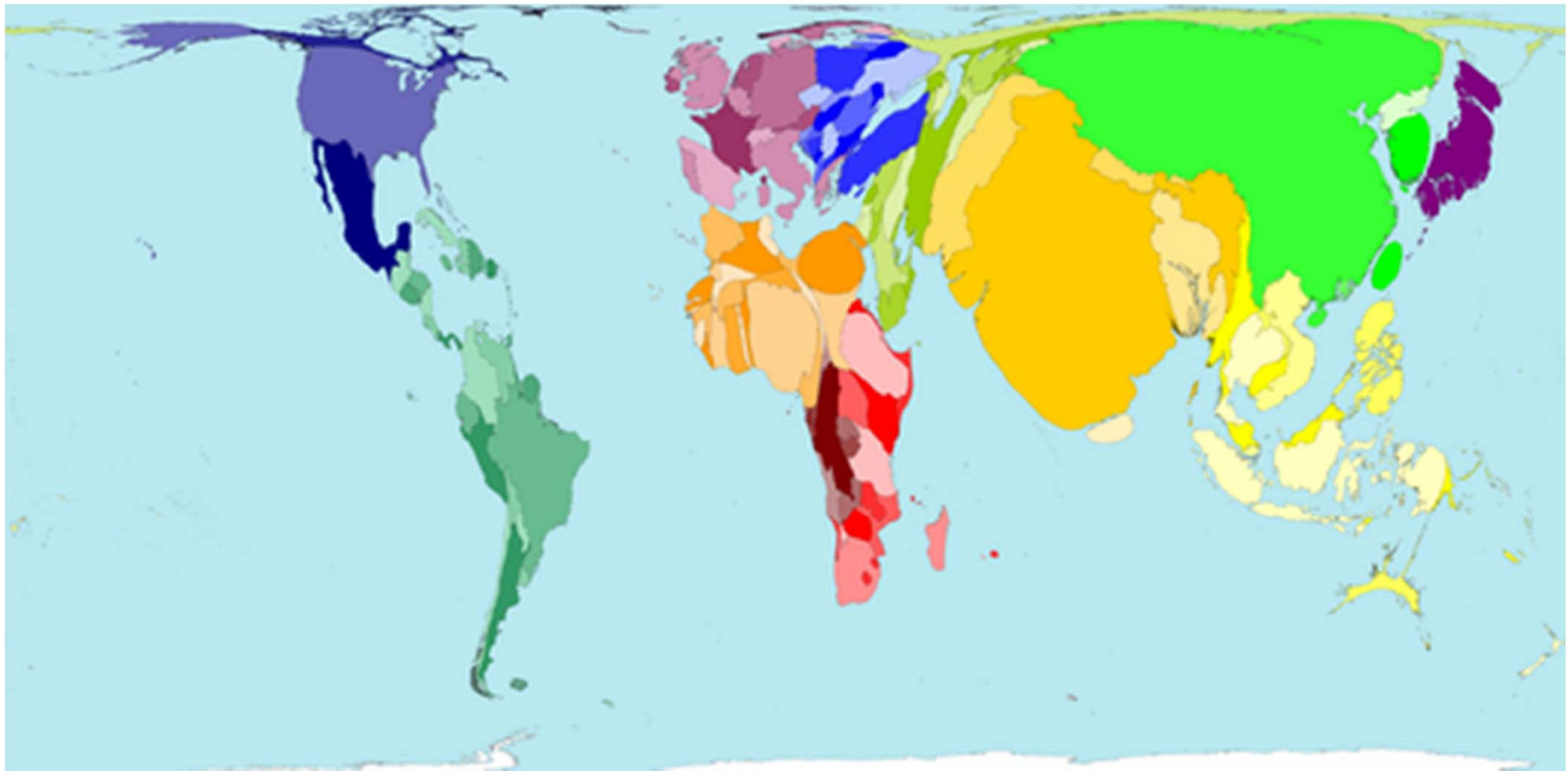
# La crescita della popolazione





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

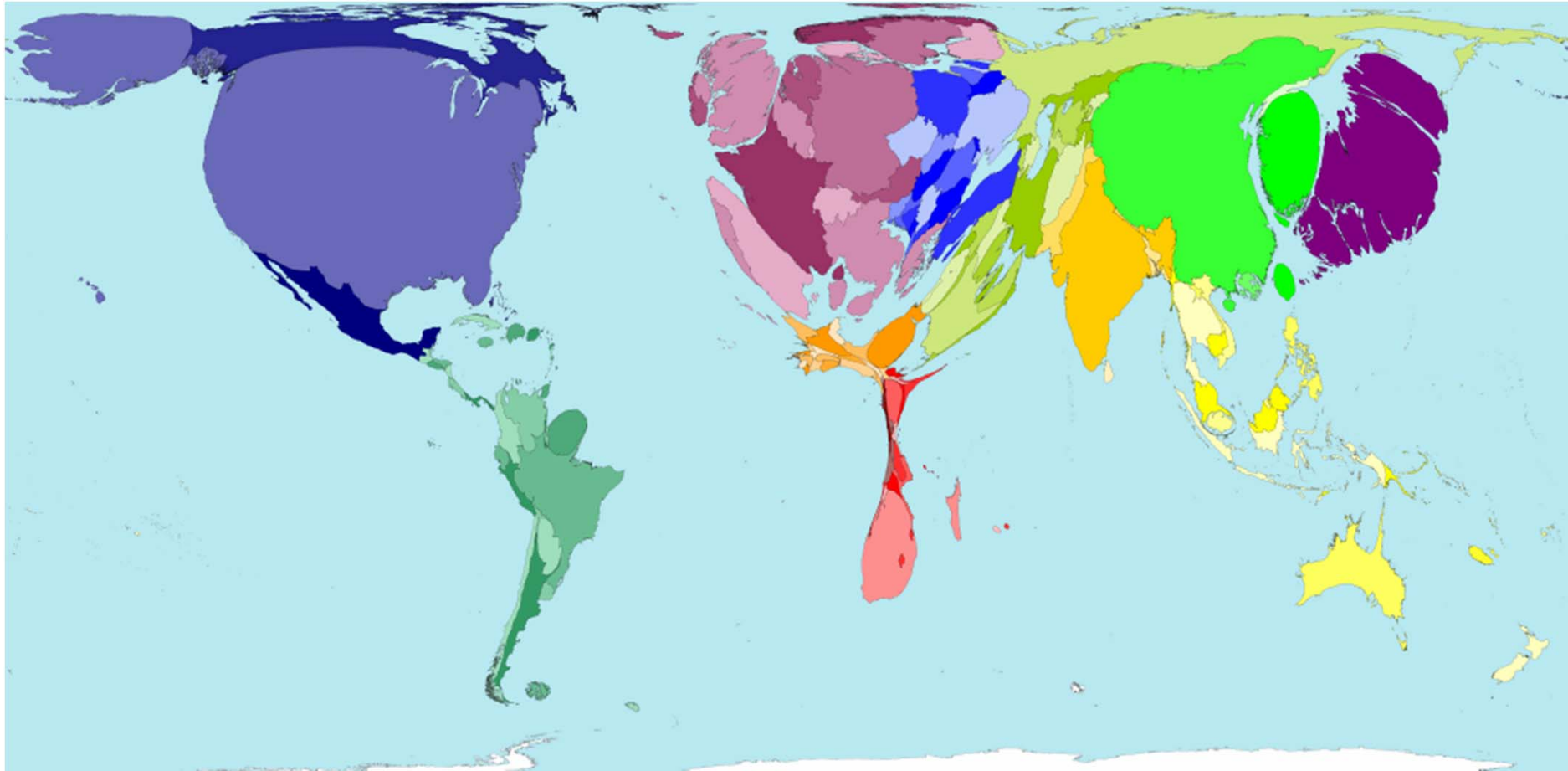
# La distribuzione della popolazione





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

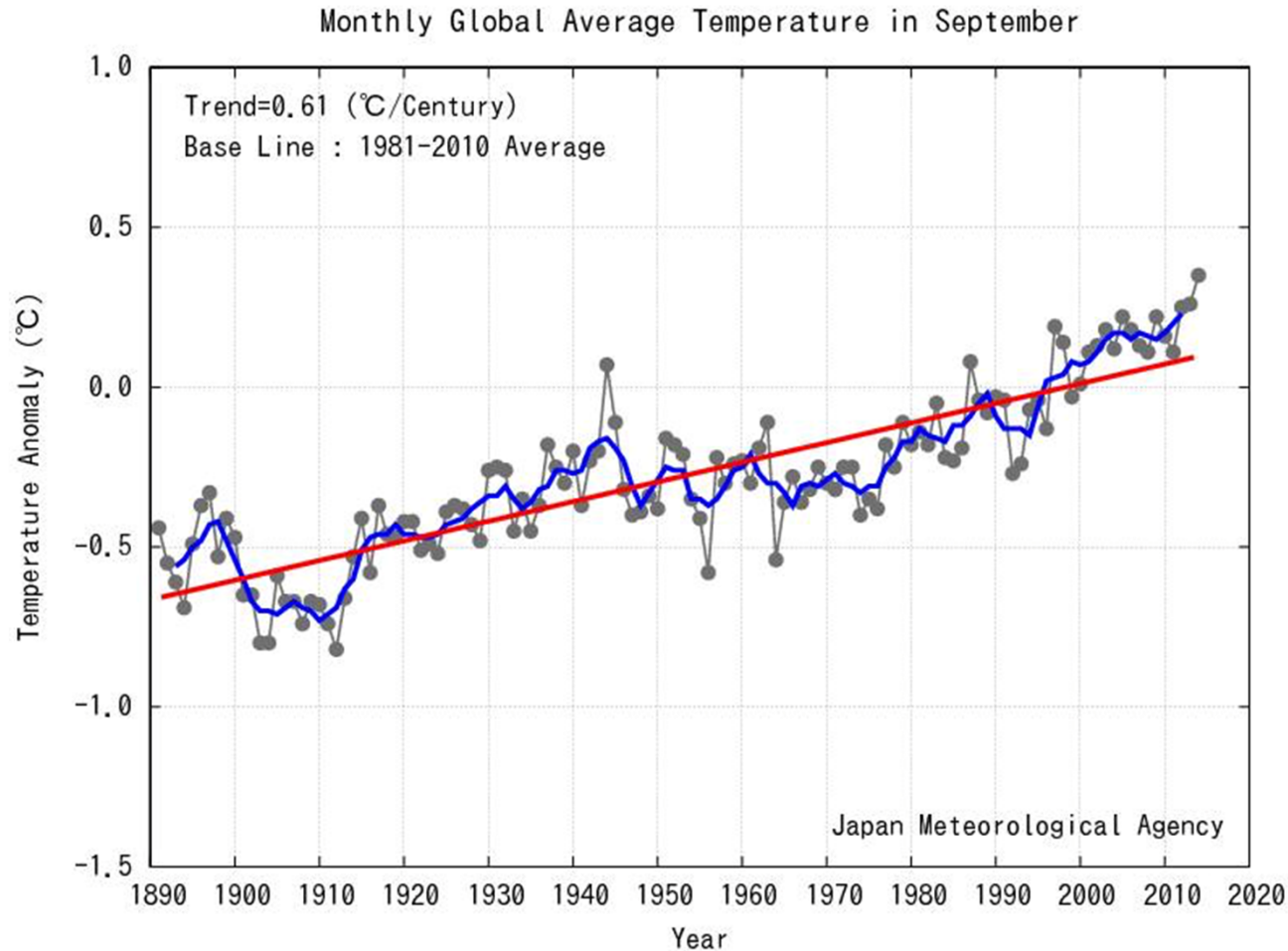
# e la distribuzione dei consumi elettrici





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Il clima: solo il dato della temperatura di settembre...



Anomalies are deviation from baseline (1981–2010 Average).  
The black thin line indicates surface temperature anomaly of each year.  
The blue line indicates their 5-year running mean.  
The red line indicates the long-term linear trend.



# Due vincoli prioritari: l'iniqua distribuzione delle risorse e il clima

La prima sfida che il mondo deve affrontare è la scelta di tecnologie per l'energia che diano risposte efficaci alla **redistribuzione delle risorse**. Non è sostenibile uno sbilanciamento dell'accesso alle risorse energetiche come quello attuale, troppo costoso sul piano sociale

Contestualmente, è indispensabile avviare il superamento del modello basato sui combustibili fossili, per non compromettere l'**equilibrio climatico**

Il consumo di energia oggi non può prescindere da questi due vincoli.

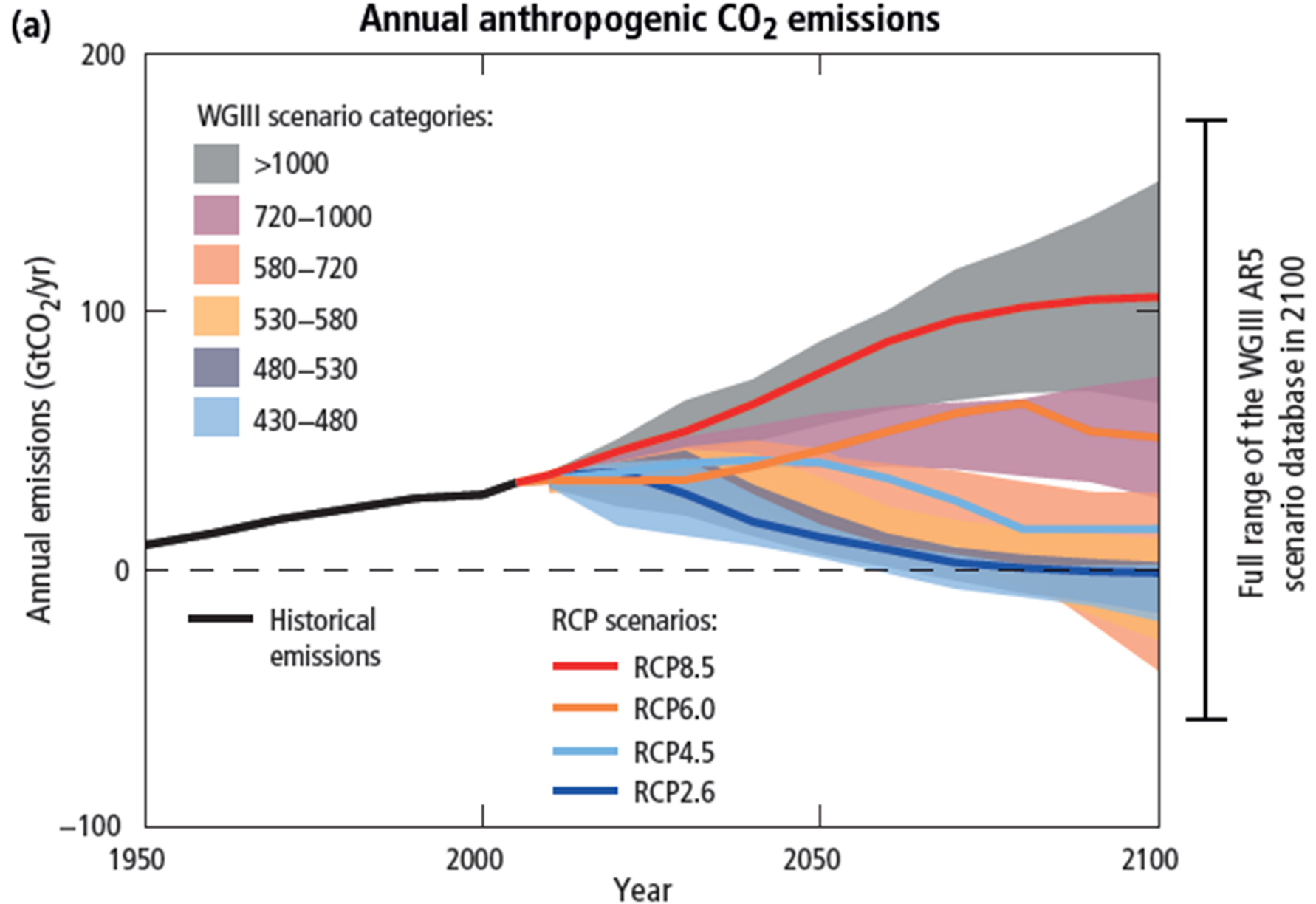
Ed infatti tutto sta cambiando...





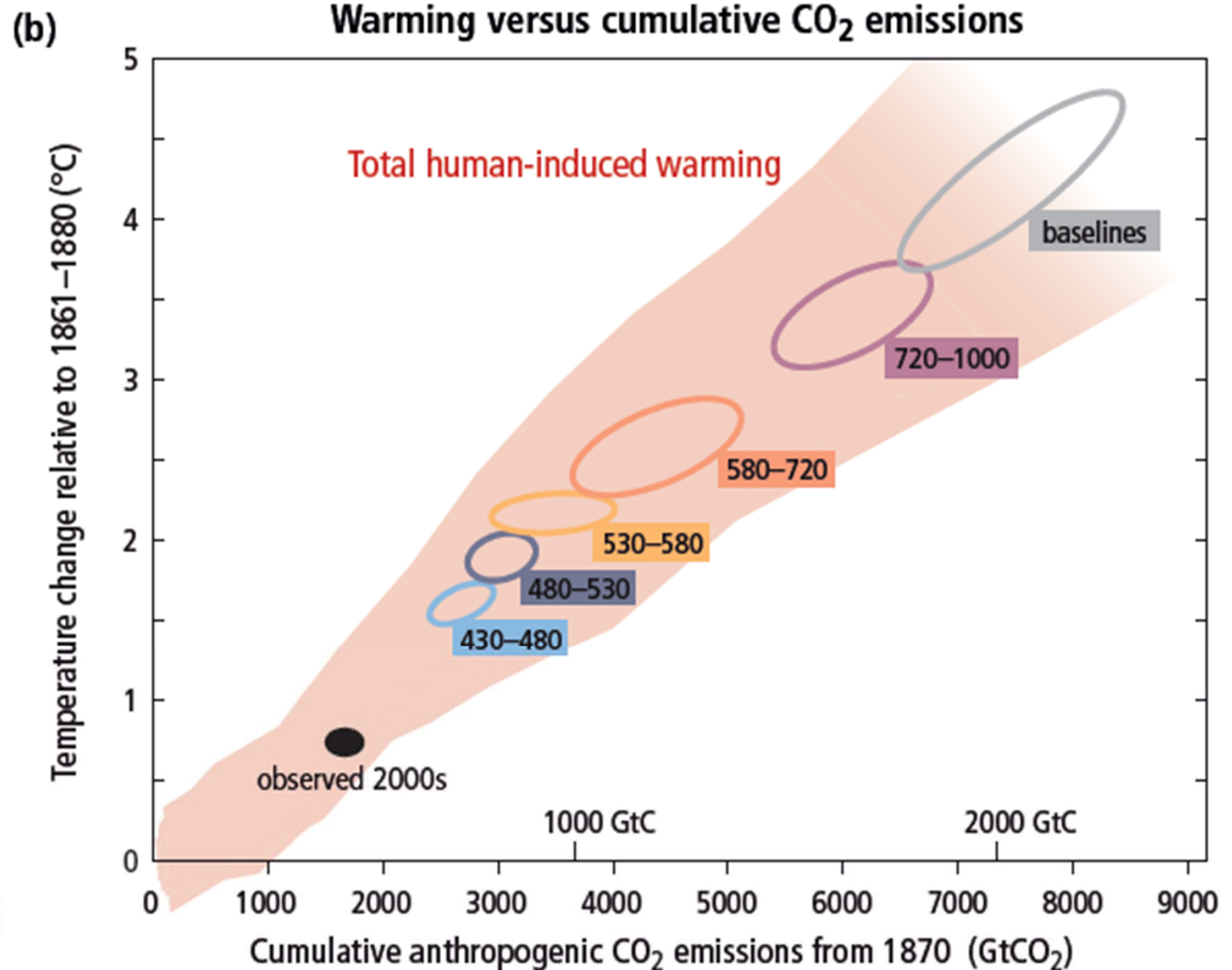


# Gli scenari di emissione IPCC, AR5





# Che ci aspetta nel prossimo secolo?





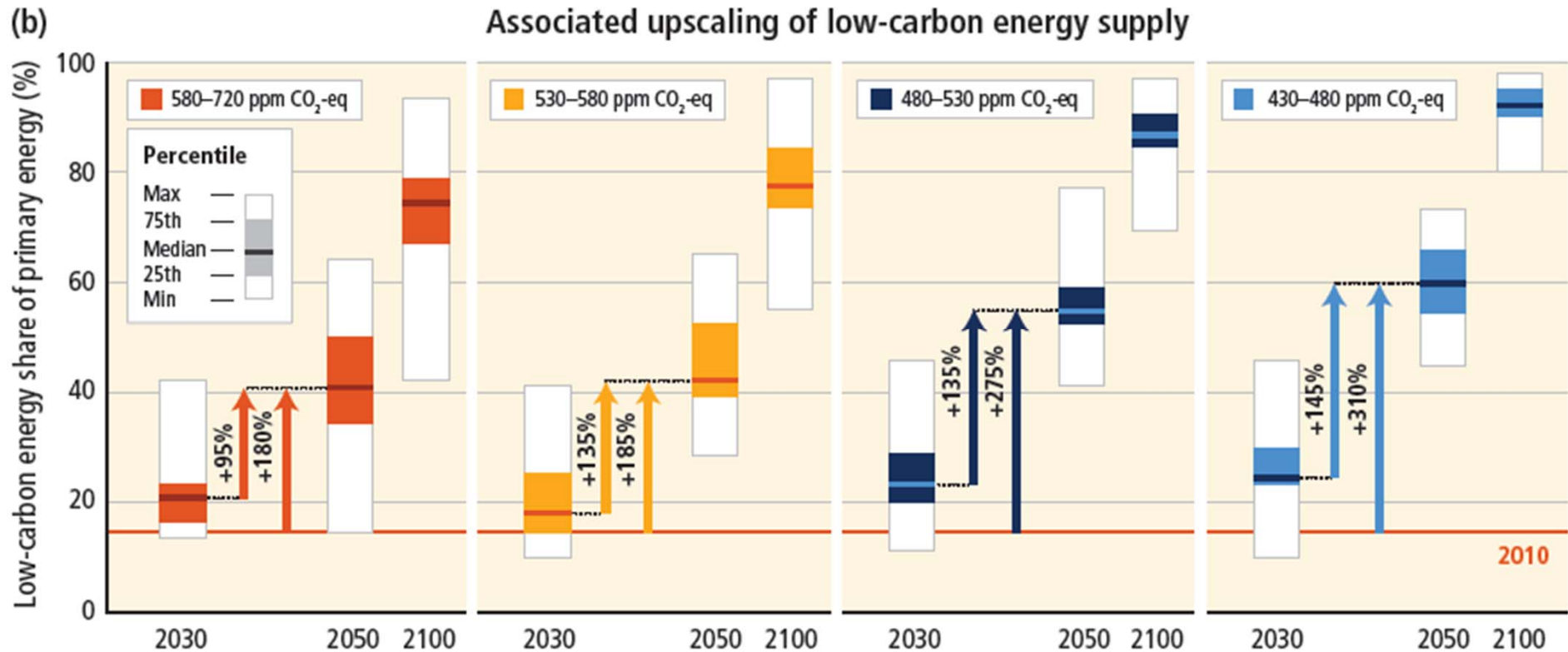


# Le riduzioni delle emissioni negli scenari IPCC

CO <sub>2</sub> -eq Concentrations in 2100 (ppm CO <sub>2</sub> -eq) <sup>f</sup> Category label (conc. range)	Subcategories	Relative position of the RCPs <sup>d</sup>	Change in CO <sub>2</sub> -eq emissions compared to 2010 (in %) <sup>c</sup>		Likelihood of staying below a specific temperature level over the 21st century (relative to 1850–1900) <sup>d,e</sup>			
			2050	2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C
<430	Only a limited number of individual model studies have explored levels below 430 ppm CO <sub>2</sub> -eq <sup>i</sup>							
450 (430 to 480)	Total range <sup>a,g</sup>	RCP2.6	-72 to -41	-118 to -78	More unlikely than likely	Likely	Likely	Likely
500 (480 to 530)	No overshoot of 530 ppm CO <sub>2</sub> -eq		-57 to -42	-107 to -73	Unlikely	More likely than not		
	Overshoot of 530 ppm CO <sub>2</sub> -eq		-55 to -25	-114 to -90		About as likely as not		
550 (530 to 580)	No overshoot of 580 ppm CO <sub>2</sub> -eq		-47 to -19	-81 to -59		More unlikely than likely <sup>i</sup>		
	Overshoot of 580 ppm CO <sub>2</sub> -eq		-16 to 7	-183 to -86				
(580 to 650)	Total range	RCP4.5	-38 to 24	-134 to -50	Unlikely	More likely than not		
(650 to 720)	Total range		-11 to 17	-54 to -21				
(720 to 1000) <sup>b</sup>	Total range	RCP6.0	18 to 54	-7 to 72	Unlikely <sup>h</sup>	More unlikely than likely		
>1000 <sup>b</sup>	Total range	RCP8.5	52 to 95	74 to 178		Unlikely <sup>h</sup>	Unlikely	More unlikely than likely



# Lo scenario per l'energia a basso contenuto di carbonio

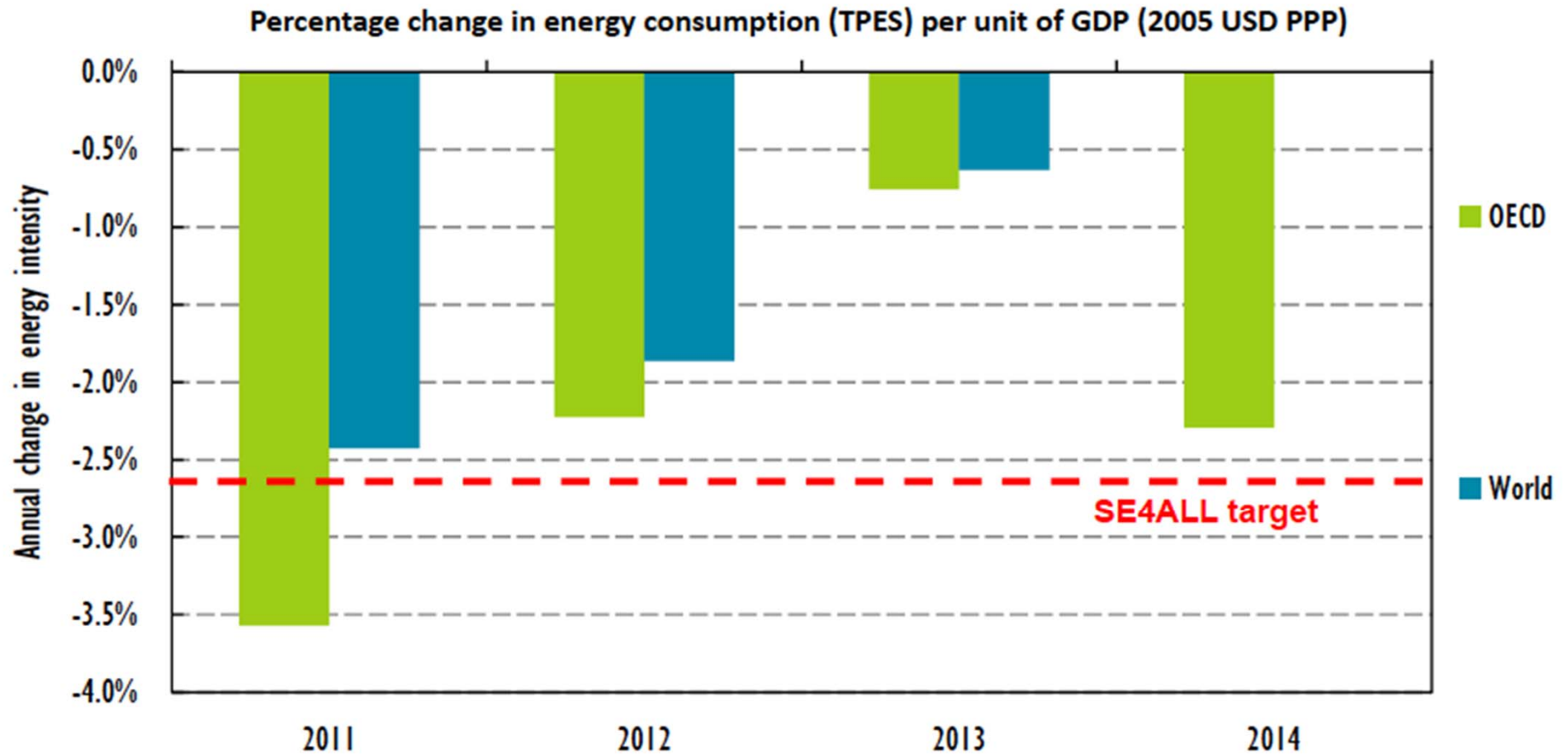


Fonte: IPCC 5 Synthesis Report



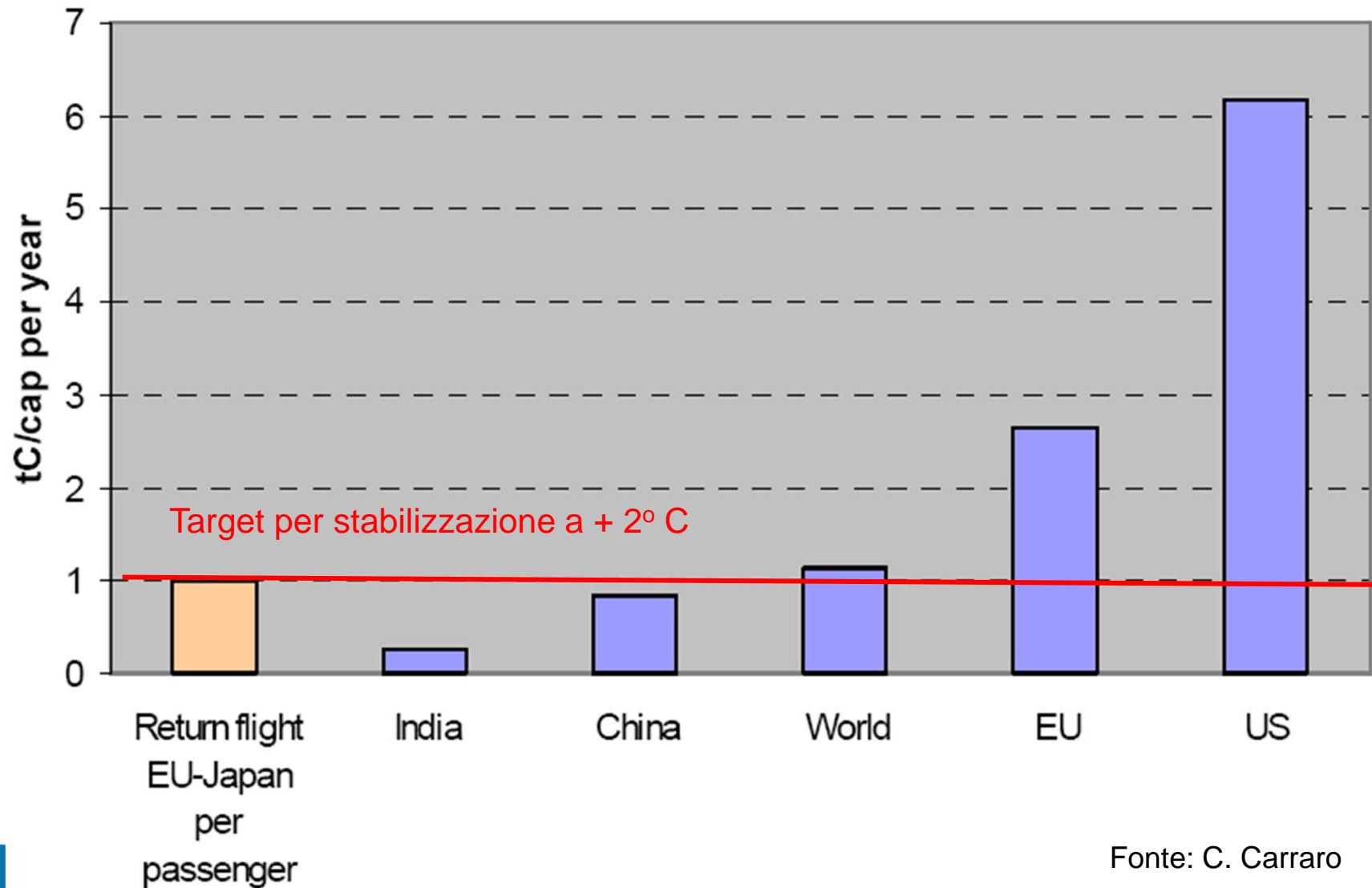


# Il cambio di direzione è già avvenuto: L'intensità energetica cala



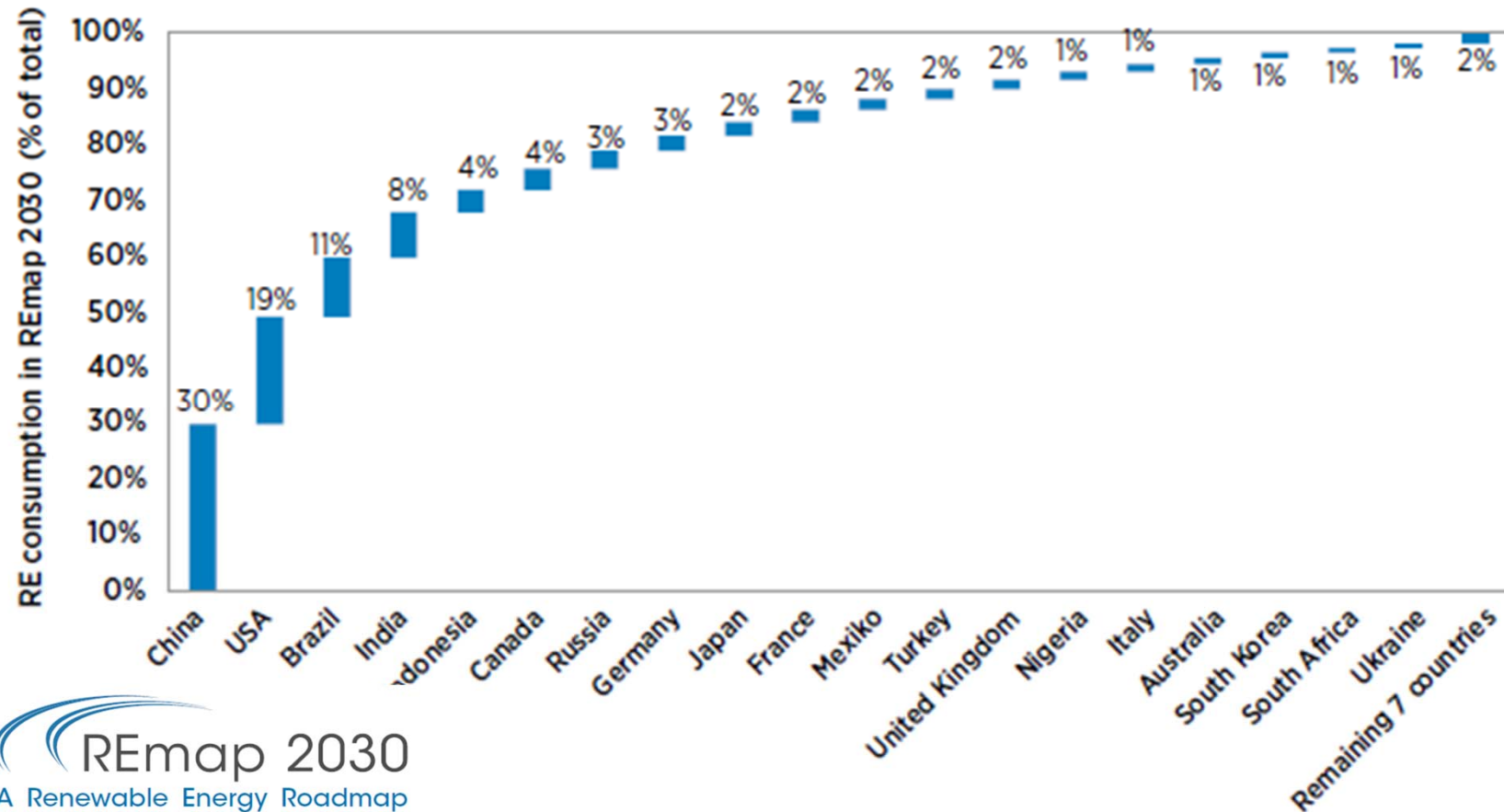


# Vincoli ambientali: le emissioni medie pro capite nel 2005 e il target





# Il contributo dei Paesi al conseguimento del target di REmap 2030



 **REmap 2030**  
A Renewable Energy Roadmap

All countries with a total share below 1% are grouped together as "remaining 7 countries"

**Six countries account for more than half of total global renewable energy use and three-quarters of the estimated renewable energy scale-up by 2030**



# EU Roadmap 2050: la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>

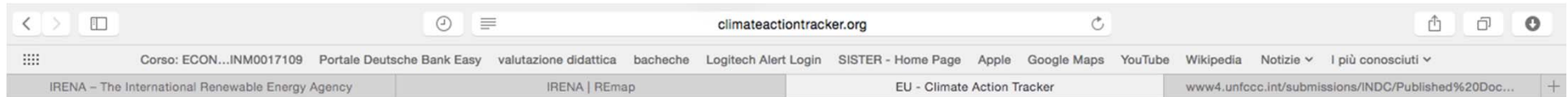
GHG reductions compared to 1990	2005	2030	2050
Total	-7%	-40 to -44%	<b>-79 to -82%</b>
Sectors			
Power (CO <sub>2</sub> )	-7%	-54 to -68%	-93 to -99%
Industry (CO <sub>2</sub> )	-20%	-34 to -40%	-83 to -87%
Transport (incl. CO <sub>2</sub> aviation, excl. maritime)	30%	+20 to -9%	-54 to -67%
Residential and services (CO <sub>2</sub> )	-12%	-37 to -53%	-88 to -91%
Agriculture (Non-CO <sub>2</sub> )	-20%	-36 to -37%	-42 to -49%
Other Non-CO <sub>2</sub> emissions	-30%	-72 to -73%	-70 to -78%



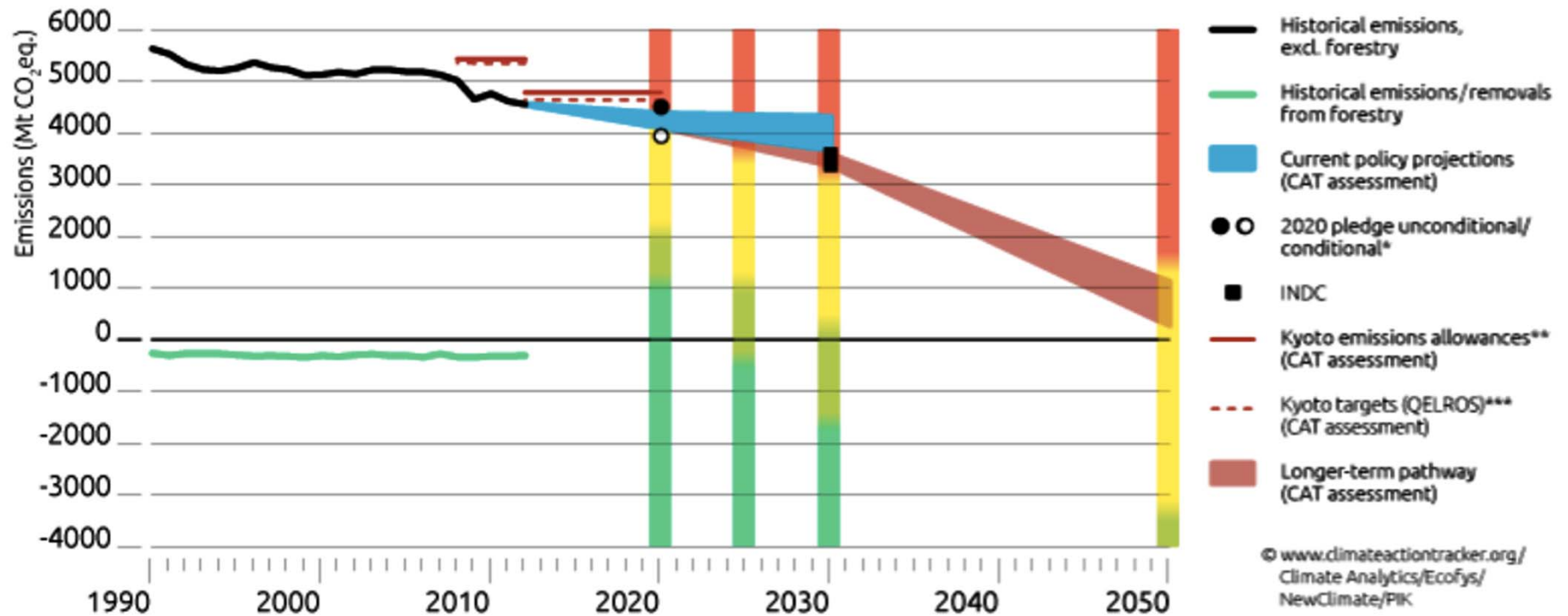




# Il target EU e il percorso di lungo termine



Basic view + Pledges + Kyoto accounting



Note: Hover over the coloured bars for a pop-up with the fair emissions range per effort sharing category. More information [here](#).

\* Emissions level in 2020 resulting from conditional/unconditional pledge. This differs from the Kyoto pathways as it depicts final 2020 levels whereas the Kyoto emissions allowances consider the average level of emissions over the second commitment period (2013-2020).

\*\* Incl. LULUCF credits and debits, incl. LULUCF base year emissions accounting rules and application of historical threshold on emissions allowances in 2020 under the Doha decision.



# L'impegno USA

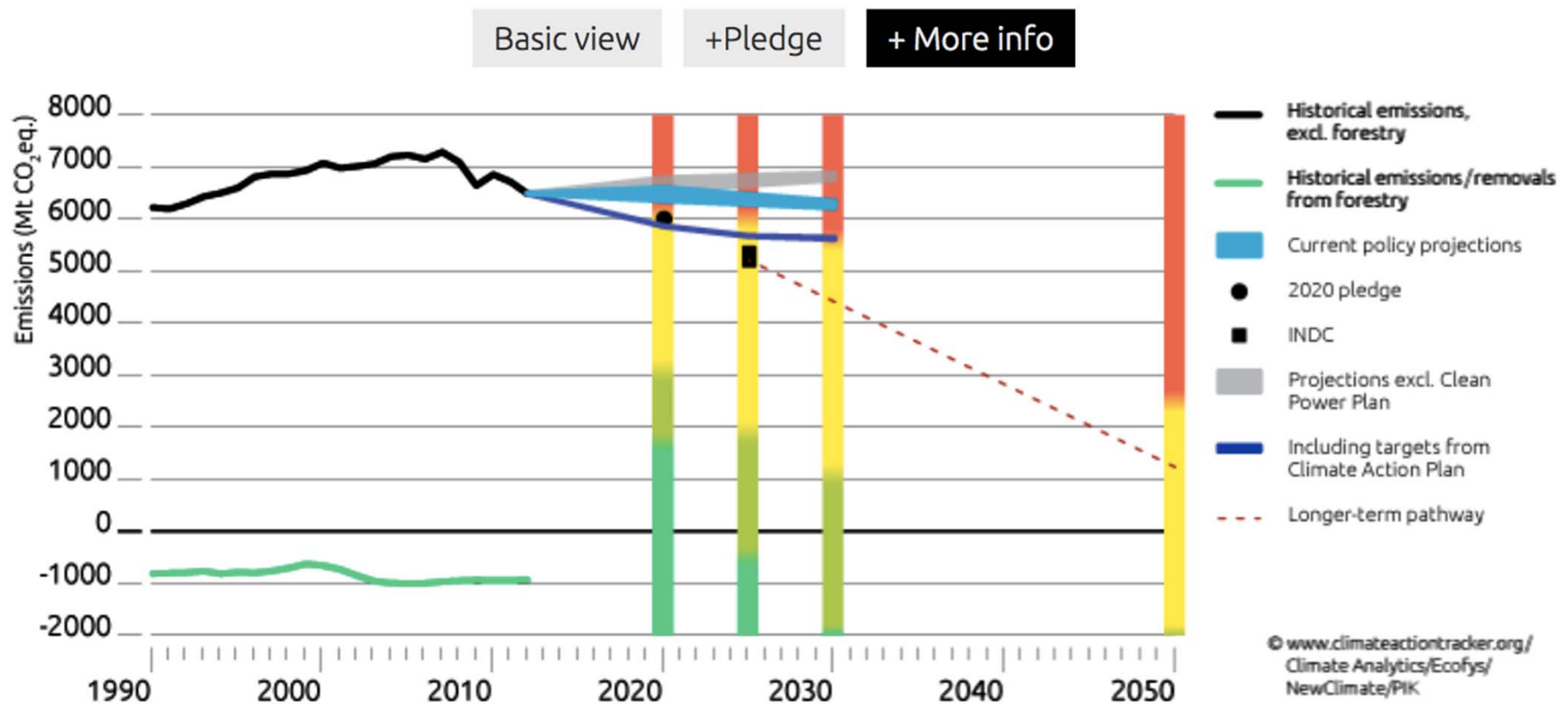
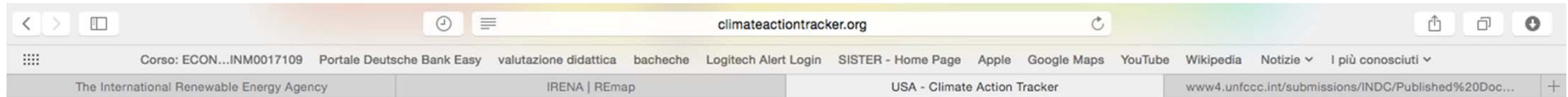
In marzo 2015 l'amministrazione USA ha comunicato l'obiettivo di ridurre al 2025 le emissioni GHG del 26 – 28% rispetto ai livelli 2005 (equivalente a meno 12% – 19% rispetto al 1990).

In agosto 2015 è stato annunciato il “Clean Power Plan” che punta a ridurre le emissioni del 32% nel 2030 rispetto al 2005, con target specifici per ciascuno Stato dell'Unione.





# Il target USA e quello necessario nel lungo termine



Note: Hover over the coloured bars for a pop-up with the fair emissions range per effort sharing category. More information [here](#).



# Il target cinese di riduzione delle emissioni

I risultati raggiunti al 2014:

- Le emissioni di CO<sub>2</sub> per unità di GDP (intensità carbonica) calate del 33,8% rispetto al 2005;
- La quota di fonti non fossili salita all'11,2% del consumo di energia primaria;
- L'area forestale è cresciuta di 21,6 milioni di ettari e il volume di legno di 2,19 miliardi di metri cubi rispetto al 2005;;
- La capacità idroelettrica è salita a 300 GW (2,57 volte quella del 2005);
- La capacità eolica connessa alla rete è pari a 95,8 GW, 90 volte quella del 2005;

Gli obiettivi al 2020:

- La Cina punta ad avere 200 GW eolici e 100 GW solari (28 GW al 2015). Aumenterà pure l'uso del gas naturale ad una quota superiore al 10% del consumo di energia primaria;
- Ridurre l'intensità carbonica dell'economia del 60 – 65% rispetto ai valori 2005
- Portare la quota di energia primaria non fossile sopra il 20%
- Iniziare la riduzione delle emissioni a partire dal 2030





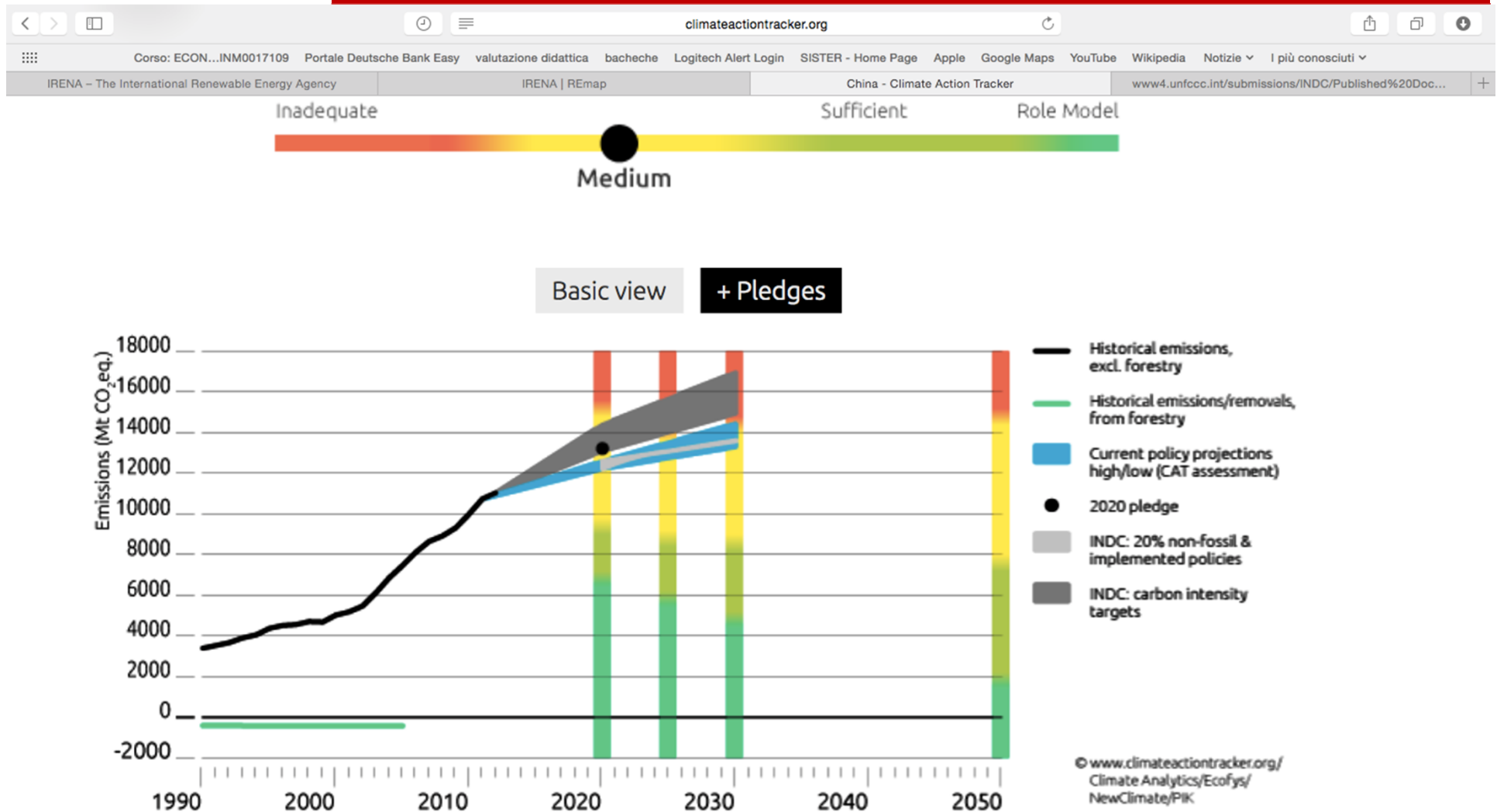
# I programmi rinnovabili della Cina

- La Cina ha deciso di aumentare del 30% il proprio target di potenza solare installata nel 2015, da 17,8 a 21,3 GW (+5,3 GW).  
L'Amministrazione Nazionale per l'Energia (NEA) ha spinto per accelerare la connessione alla rete dei nuovi impianti
- La Banca Centrale cinese stima che il Paese debba investire tra 315 e 630 miliardi di dollari ogni anno nei prossimi 5 per sviluppare l'energia rinnovabile





# Il percorso delle emissioni cinesi



Note: Hover over the coloured bars for a pop-up with the fair emissions range per effort sharing category. More information [here](#).





# I programmi solari dell'India

- Il governo indiano nel giugno 2015 ha comunicato il target di 100 GW solari al 2022, rispetto al precedente obiettivo di 20 GW
- Il target prevede 40 GW installati sui tetti e 60 GW in progetti di media e grande taglia a terra
- Il Governo indiano ha stanziato un piano di sussidi in conto capitale per i piccoli impianti
- L'India punta esplicitamente a divenire uno dei Paesi con maggior contributo da parte del solare



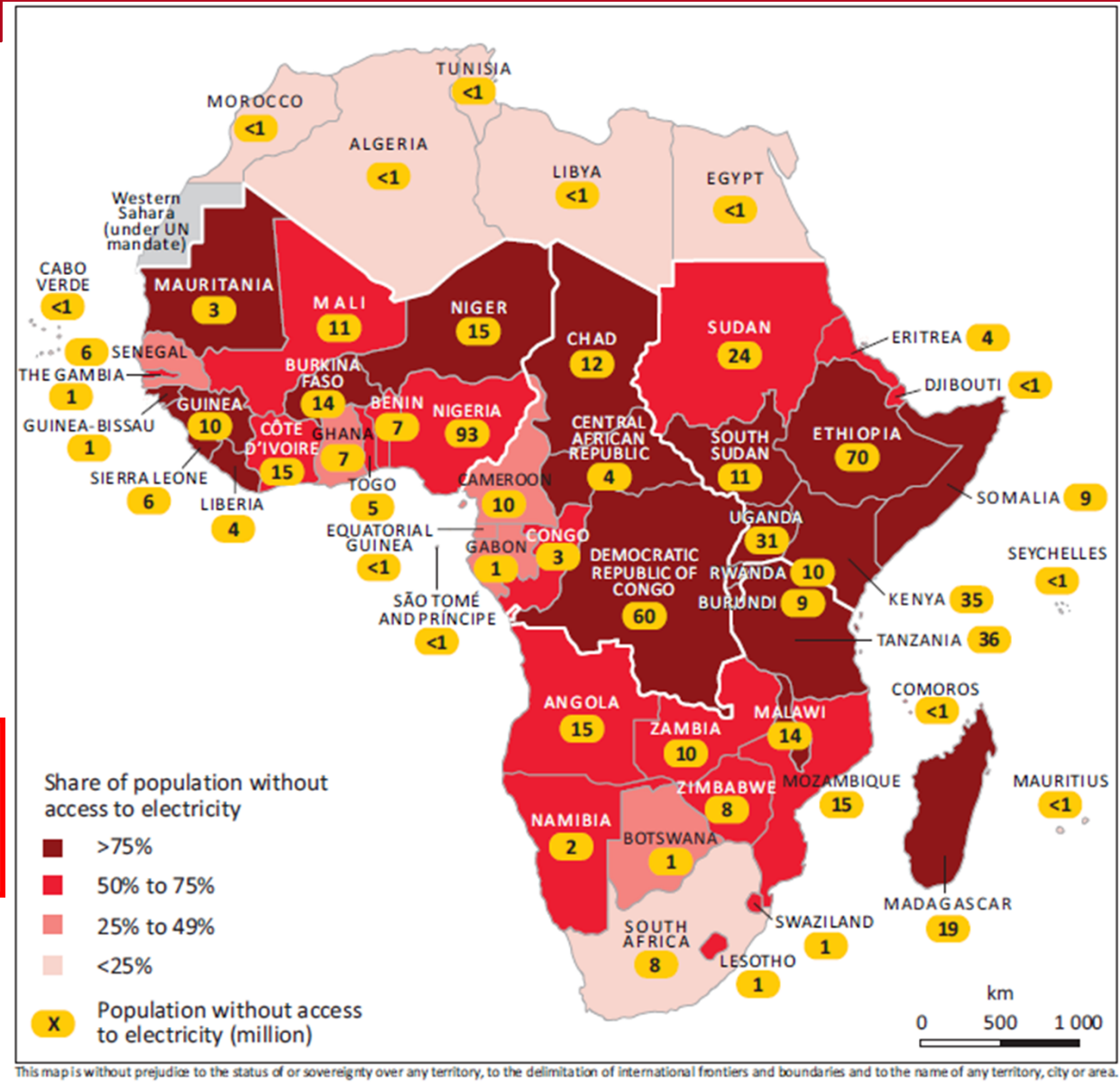


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# L'accesso all'energia elettrica dell'Africa sub-sahariana

- ✓ 620 Milioni di persone in Africa sono senza energia elettrica
- ✓ 2/3 della popolazione non connessa alla rete
- ✓ Nell'Africa sub Sahariana solo 5 paesi hanno un tasso di elettrificazione >50 %

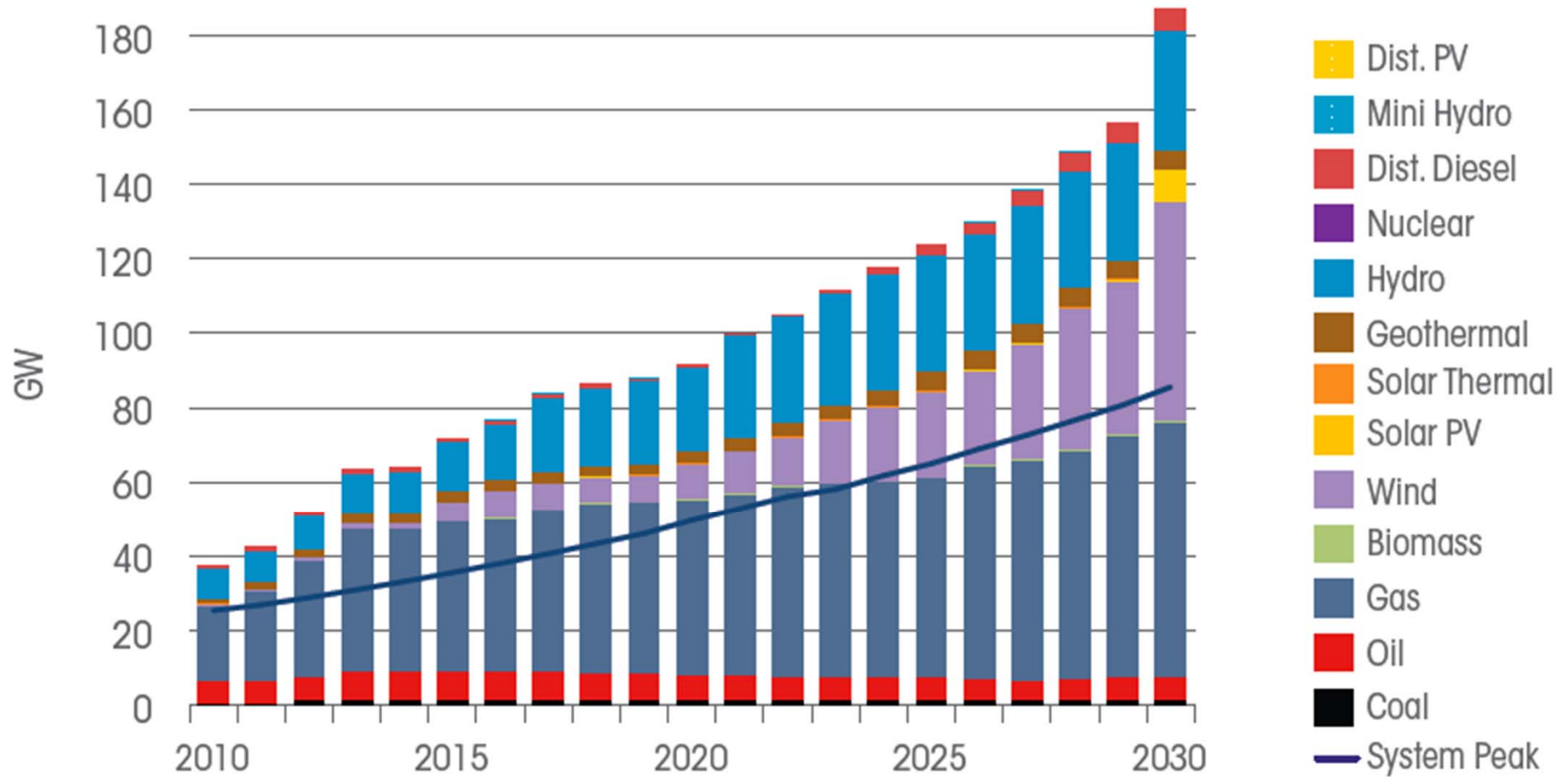
L'Africa inizia ora la crescita della domanda di energia.  
Quale modello di sviluppo?





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Uno scenario tecnologico per l'Africa orientale





## Grandi centrali vs investimenti distribuiti: due modelli di crescita distinti

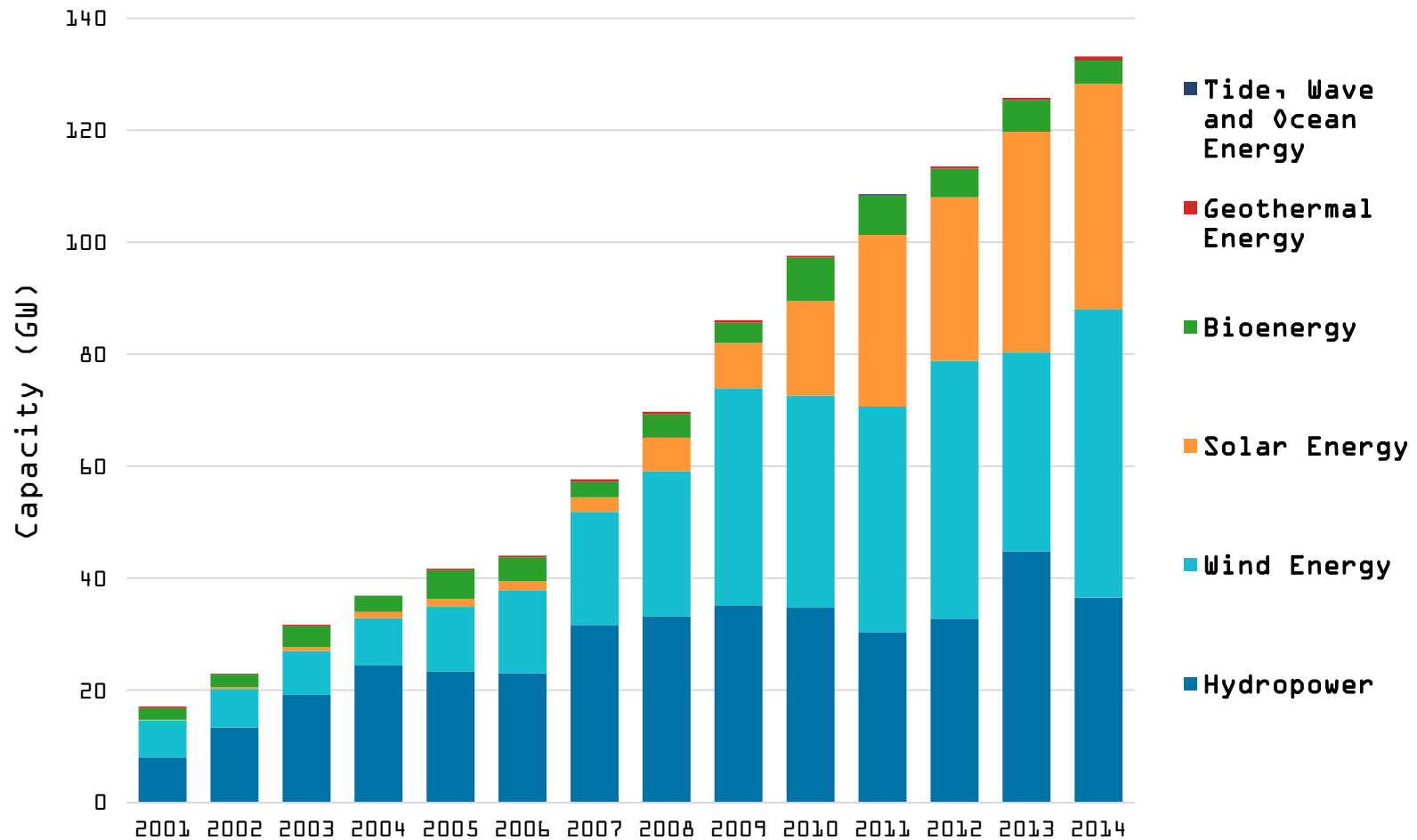
- Il modello di crescita del settore elettrico è centrato in modo crescente su risorse distribuite di piccola scala, sia in Europa che nel resto del mondo.
- Le economie di scala ormai esili, il basso costo dei controlli digitali, la crescente competitività delle fonti rinnovabili rendono la generazione distribuita la prima opzione, sul piano economico.
- Il FV può assumere un ruolo primario nell'elettrificazione di gran parte del mondo
- I grandi impianti e le reti di alta tensione hanno ora un ruolo differente (ove ce l'hanno!)





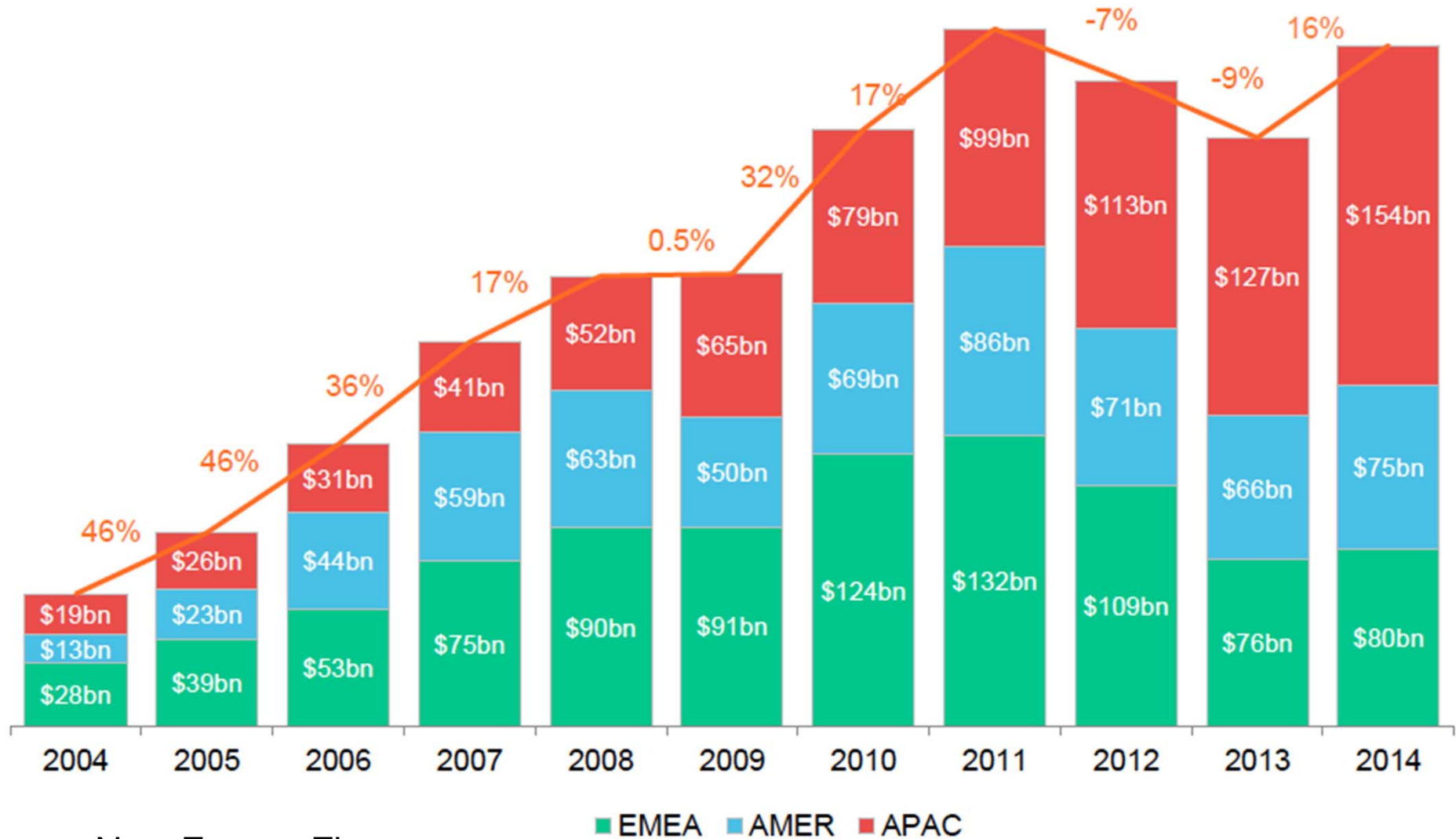
# IRENA: la nuova capacità da fonti rinnovabili nel mondo

2014 was a record year for the renewable power sector with 133 GW of net additions. More than 100 GW of new renewable power capacity have been added every year since 2011





# Gli investimenti in energia “pulita”: l’andamento globale

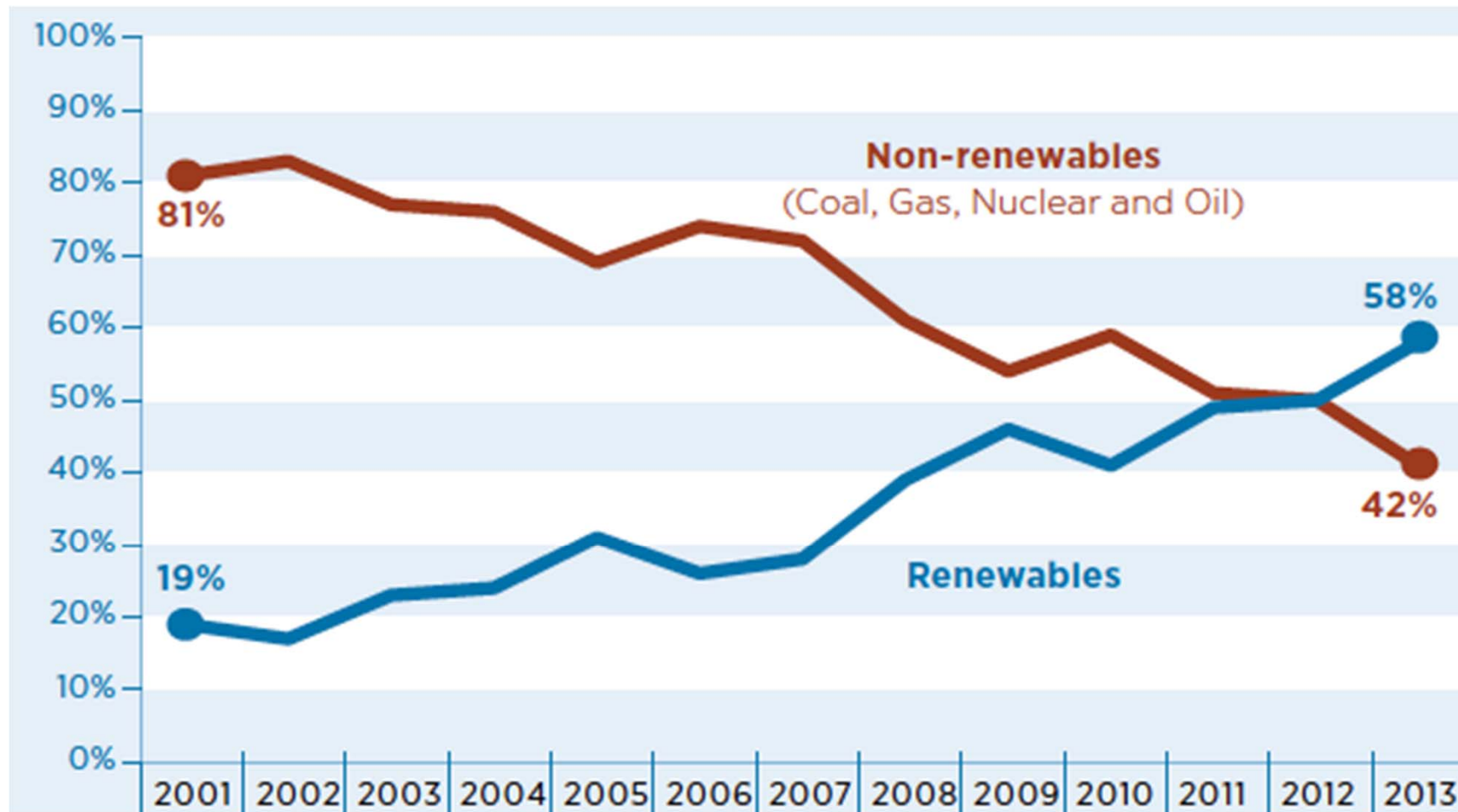


Fonte: New Energy Finance



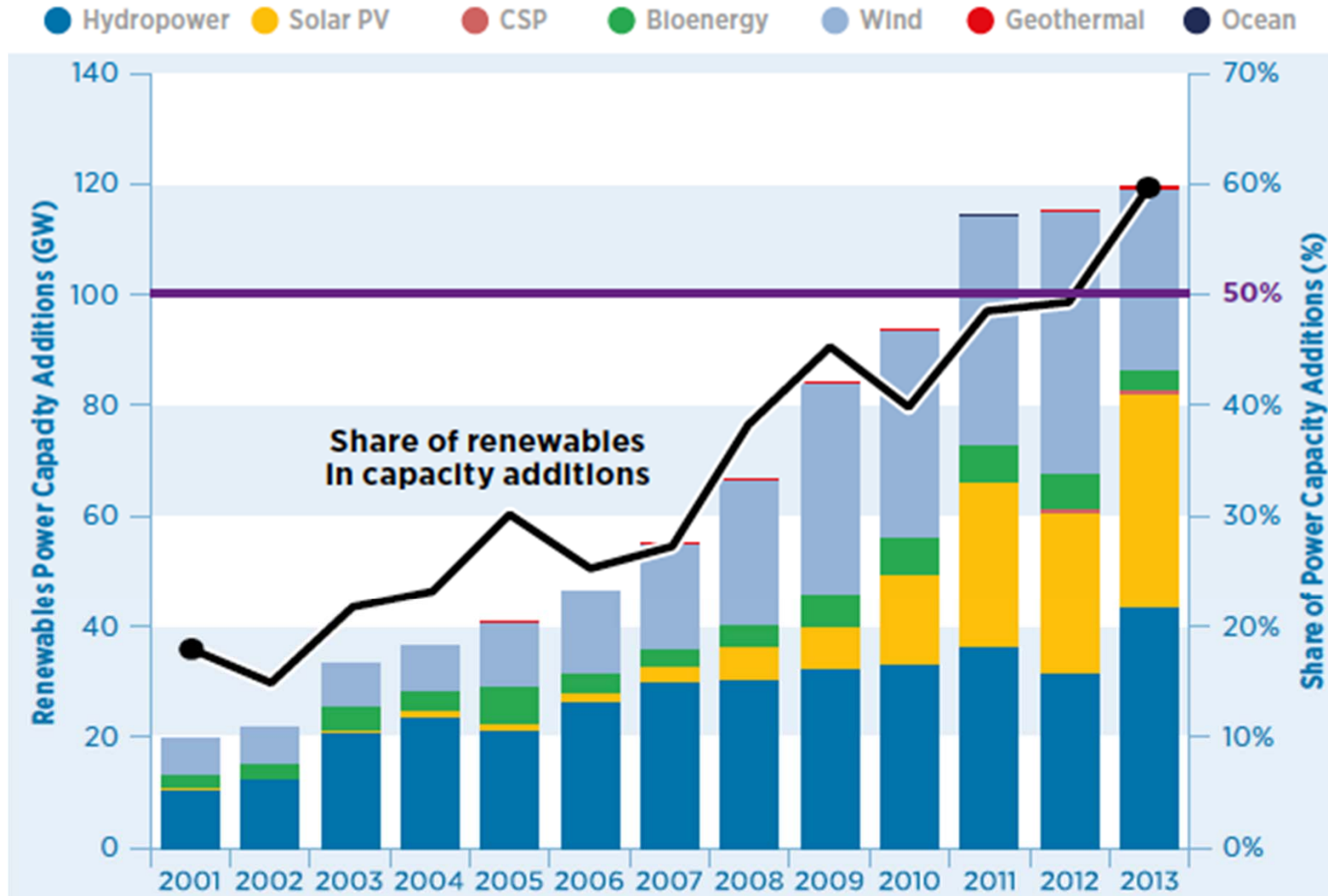


# Quota della nuova potenza elettrica installata





# Le nuove fonti rinnovabili





# Le proiezioni al 2030

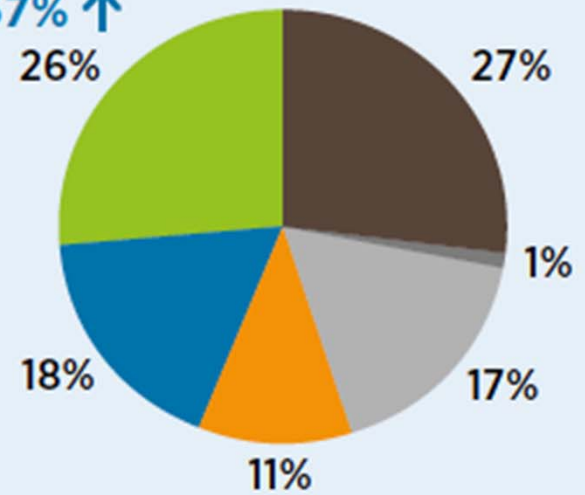
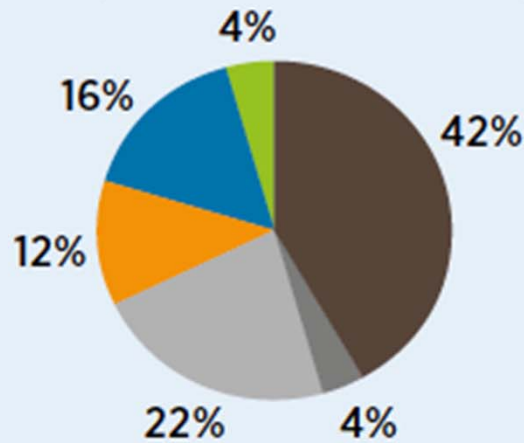
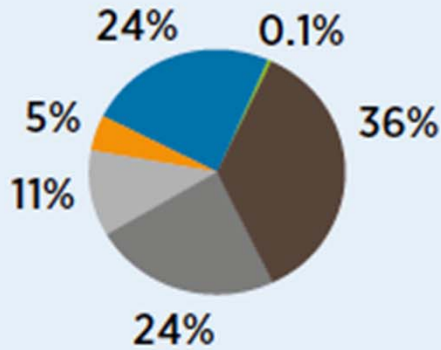
1974

2011

2030

Electricity 250% ↑

Electricity 67% ↑



Population 75% ↑

Population 17% ↑

● Coal
● Oil
● Natural Gas
● Nuclear
● Hydropower
● Other Renewables

1974

2011

2030

**4.0**  
**6,200**

**7.0**  
**22,126**

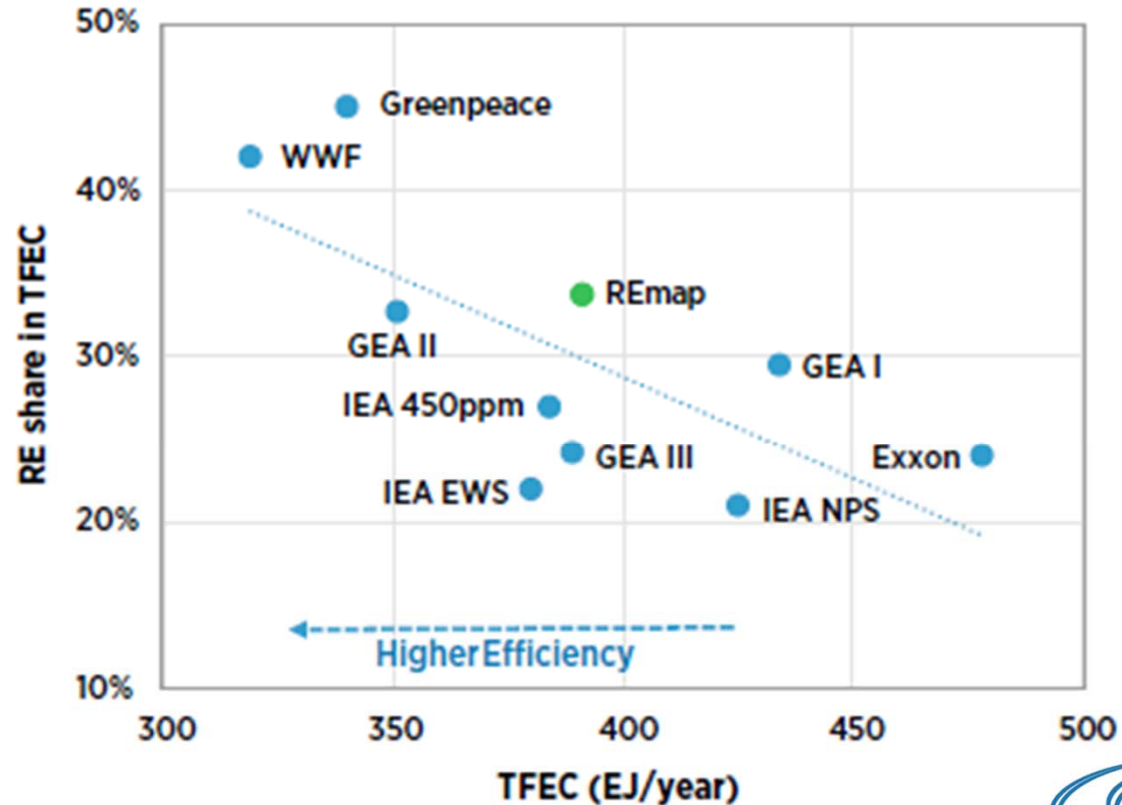
**8.2**  
**37,000**

billion people TWh electricity

Fonte: IRENA



# Rinnovabili ed efficienza negli scenari globali al 2030



Projections for the share of renewable energy in TFEC in 2030 (IRENA, 2013a) are based on WWF/Ecofys/OMA (2011); BP (2012); ExxonMobil (2012); GEA (2012); Greenpeace/EREC/GWEC (2012); and IEA (2012b). EWS is the "Efficient World Scenario" and NPS is the "New Policies Scenario" of IEA (2012d). The sum of REmap Options would be placed in the middle of the field in terms of the expected level of energy consumption by 2030 (at around 390 EJ per year) but towards the top of the field in terms of the share of renewable energy.

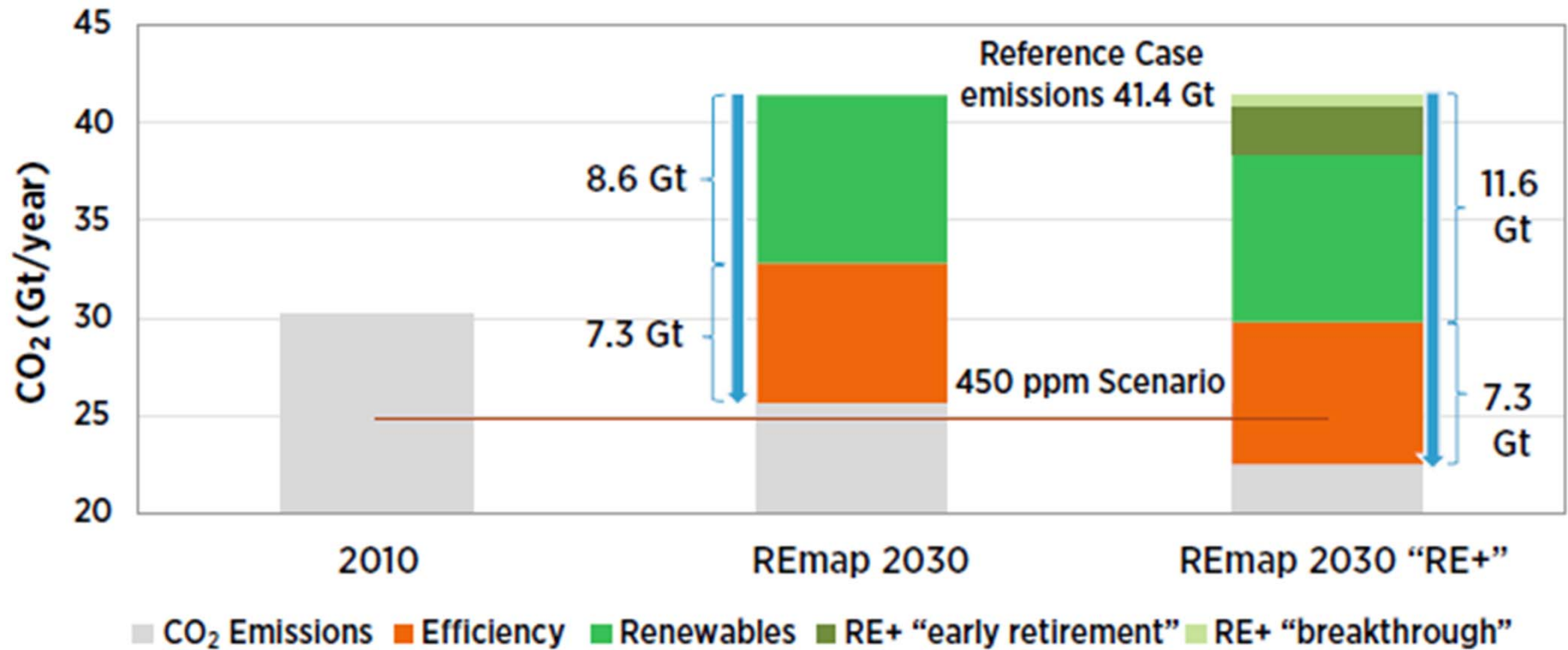
 REmap 2030  
A Renewable Energy Roadmap

[www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)  IRENA  
International Renewable Energy Agency

*The less energy we consume, the greater the renewable energy share can be*



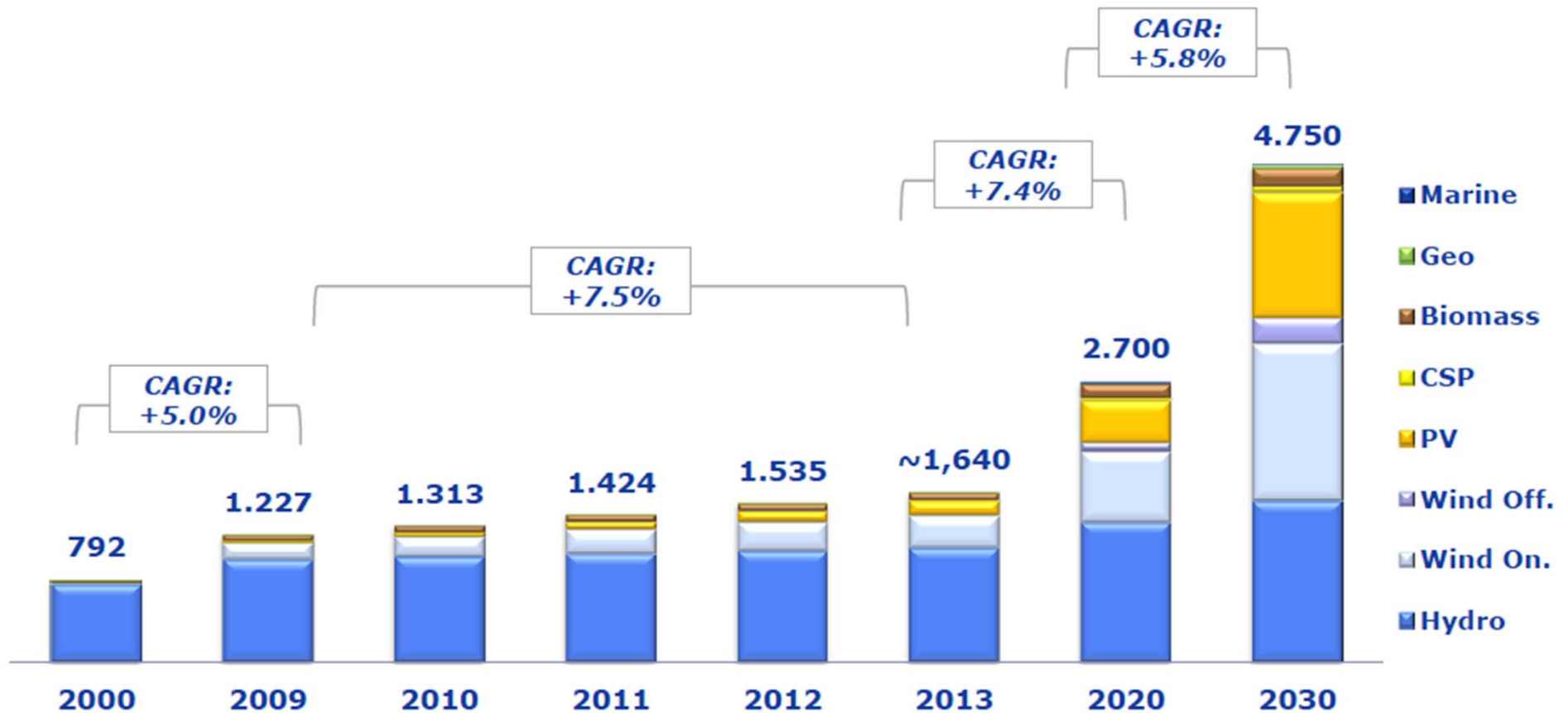
# Risparmi di emissioni di CO<sub>2</sub> dalle opzioni Remap 2030



*Potential CO<sub>2</sub> reductions from renewable energy are on par with those from better energy efficiency*



# Le attese di crescita del mercato di Enel Green Power



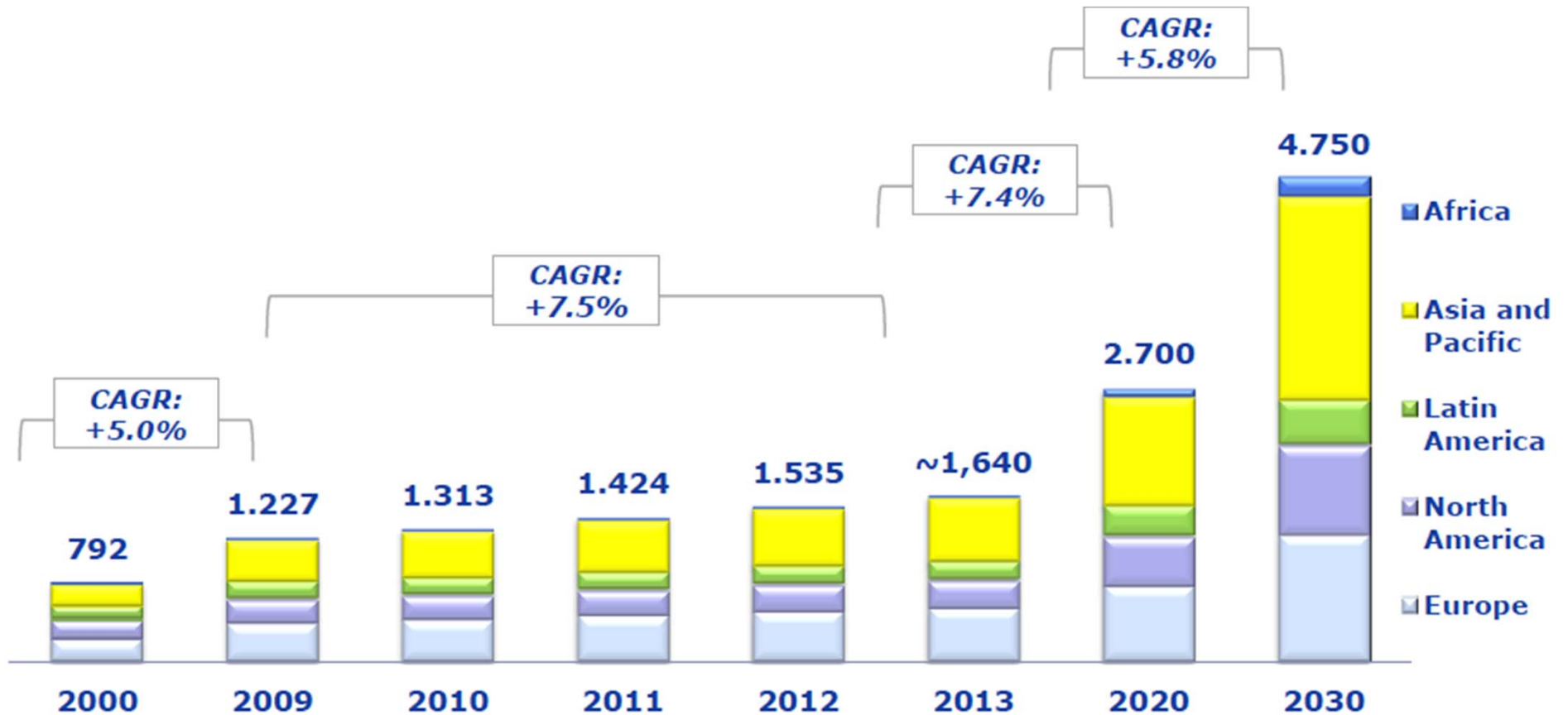
Fonte: Enel Green Power 2014







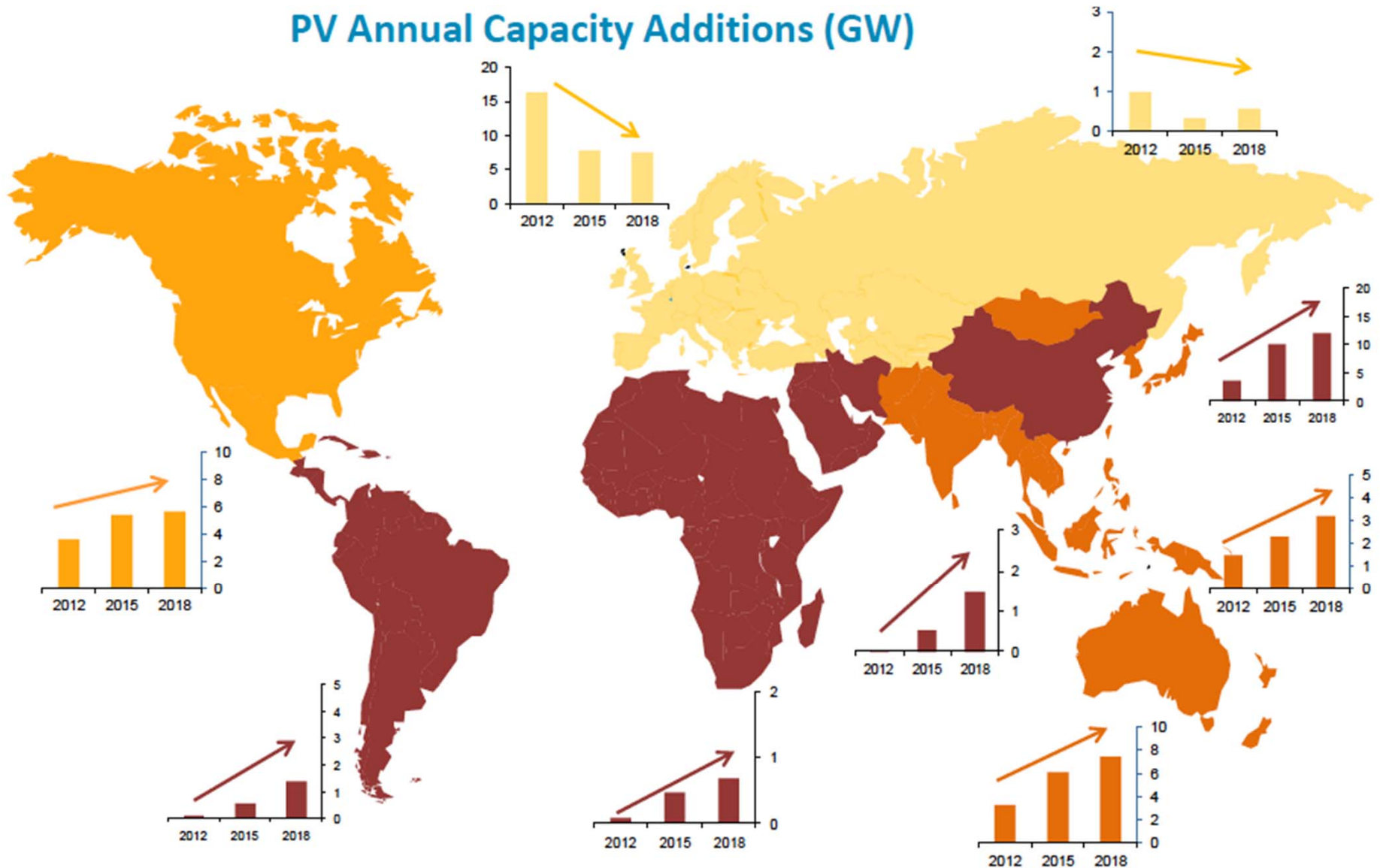
# Le aree di attività di EGP





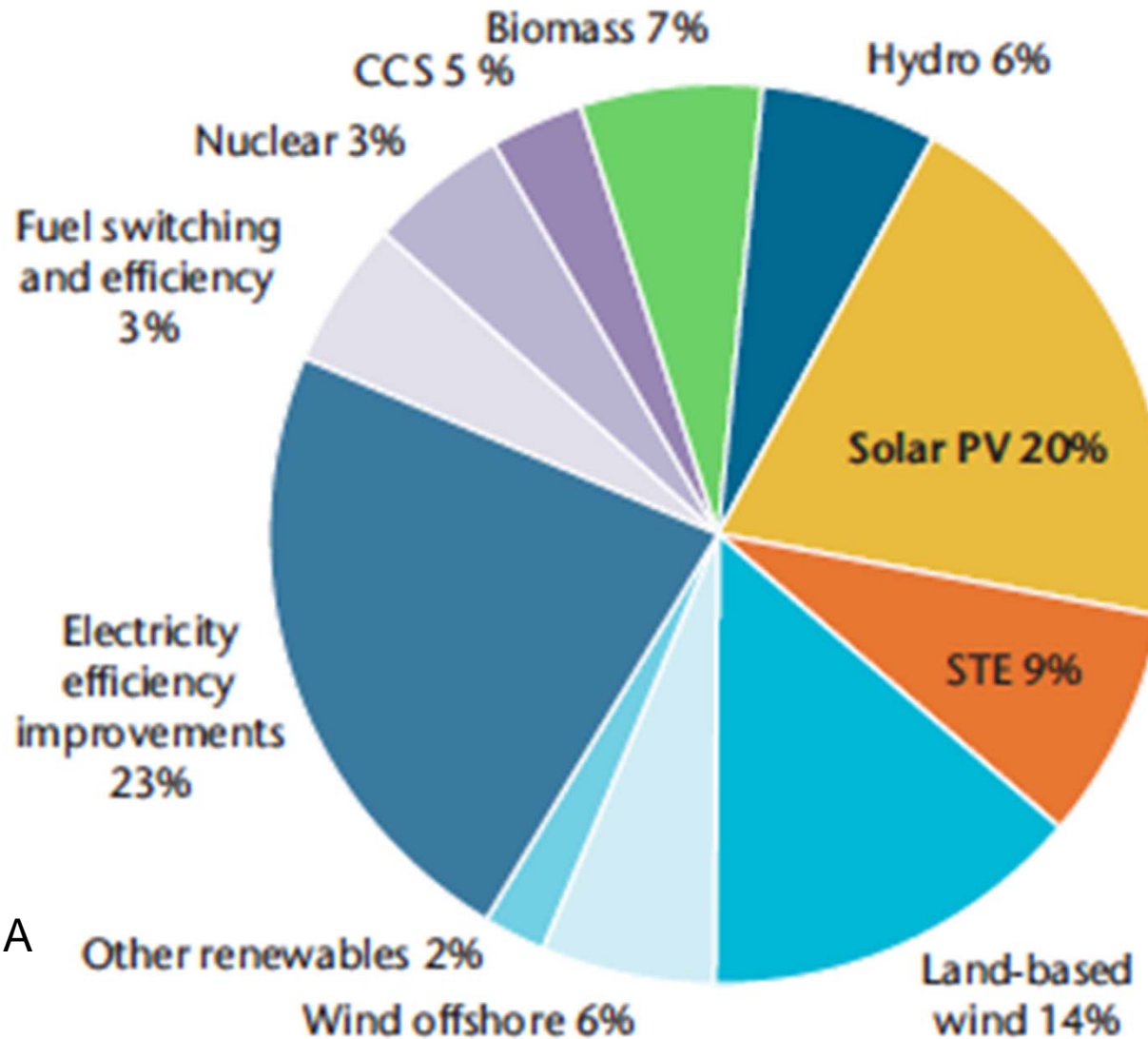
# Le previsioni sul FV della IEA (2013)

## PV Annual Capacity Additions (GW)





# Il contributo atteso alla riduzione delle emissioni di gas serra nel settore elettrico al 2050



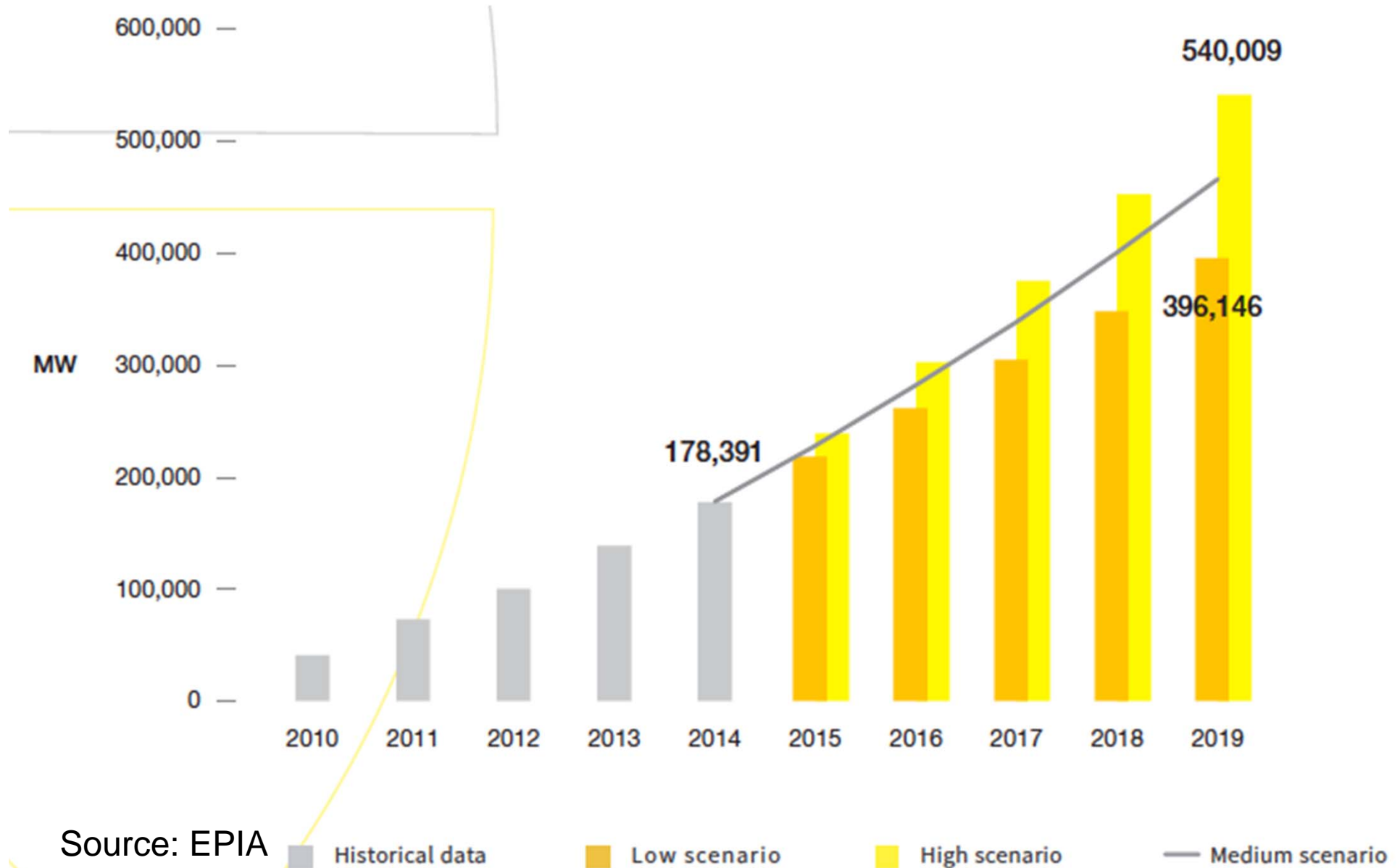
Fonte IRENA





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

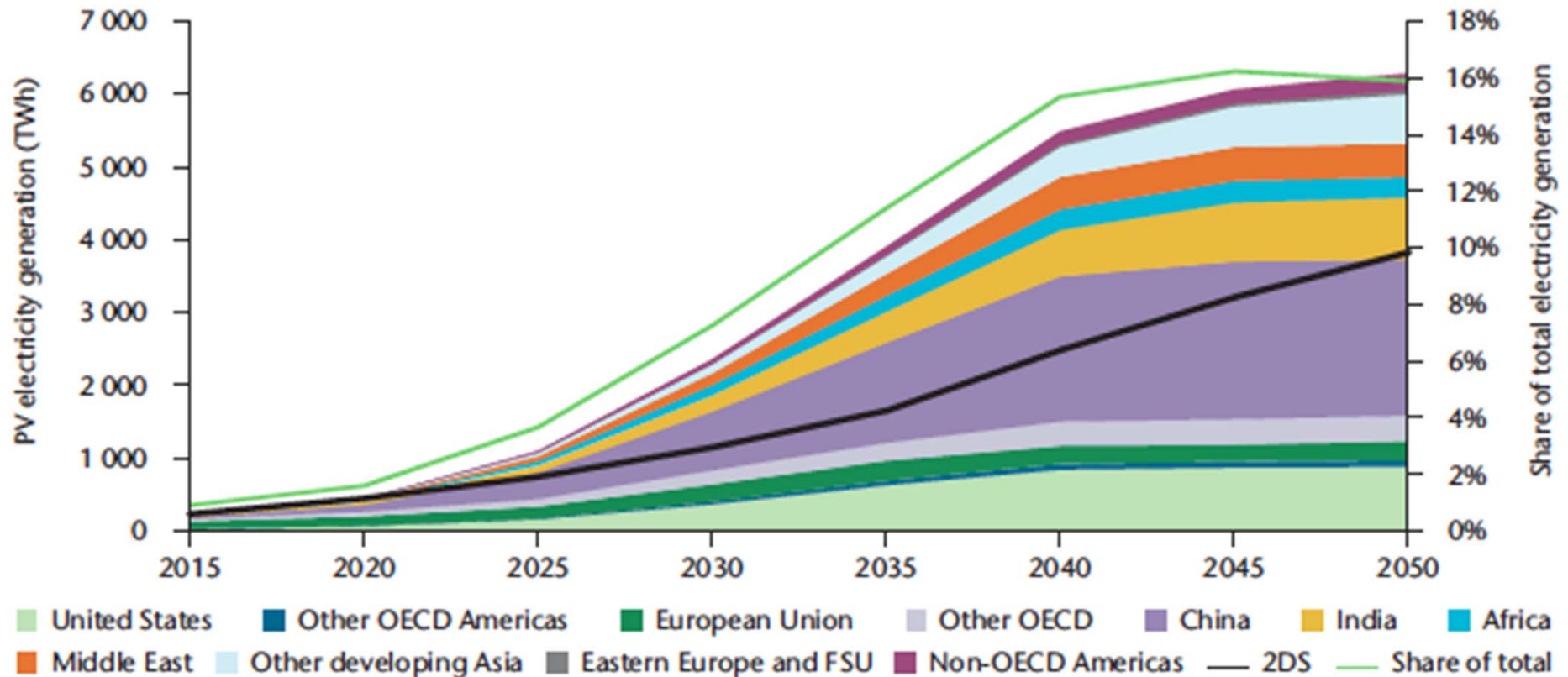
# La crescita attesa dell'industria FV mondiale





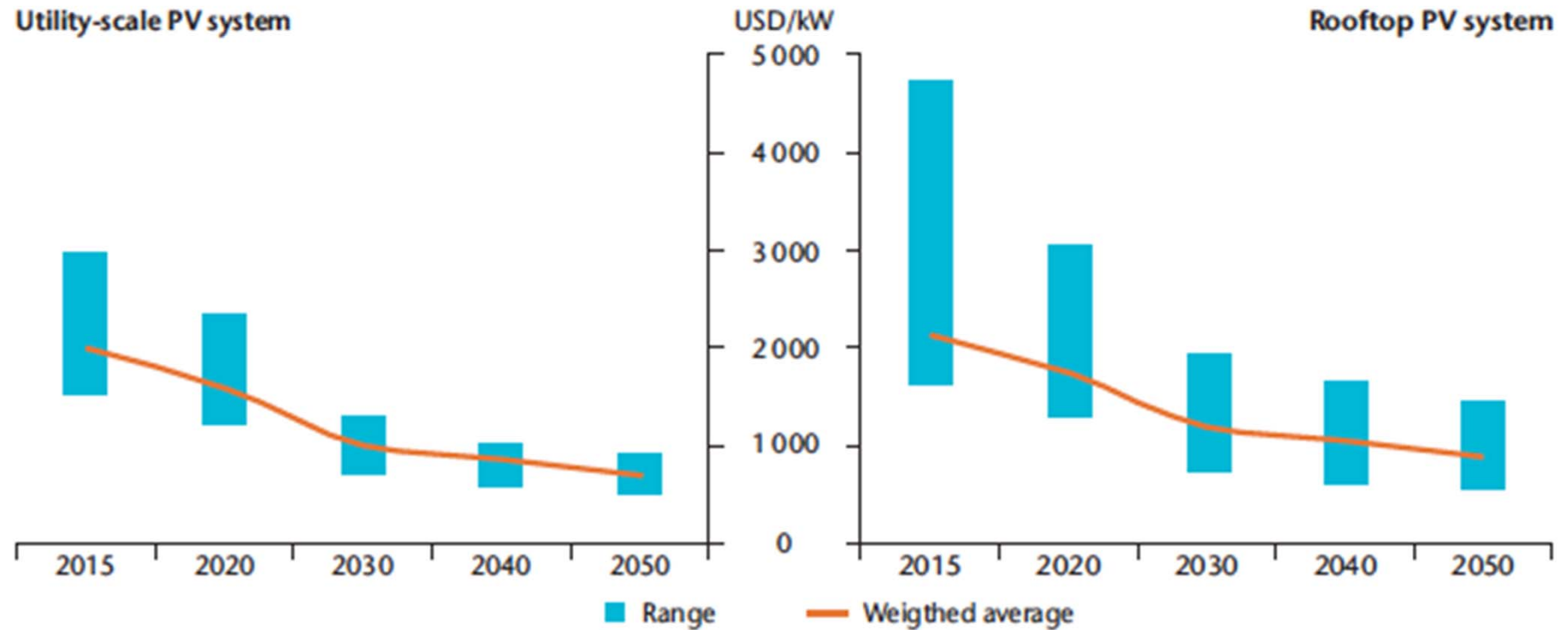
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Il contributo atteso del FV (fonte IEA)





# Le proiezioni del costo del FV



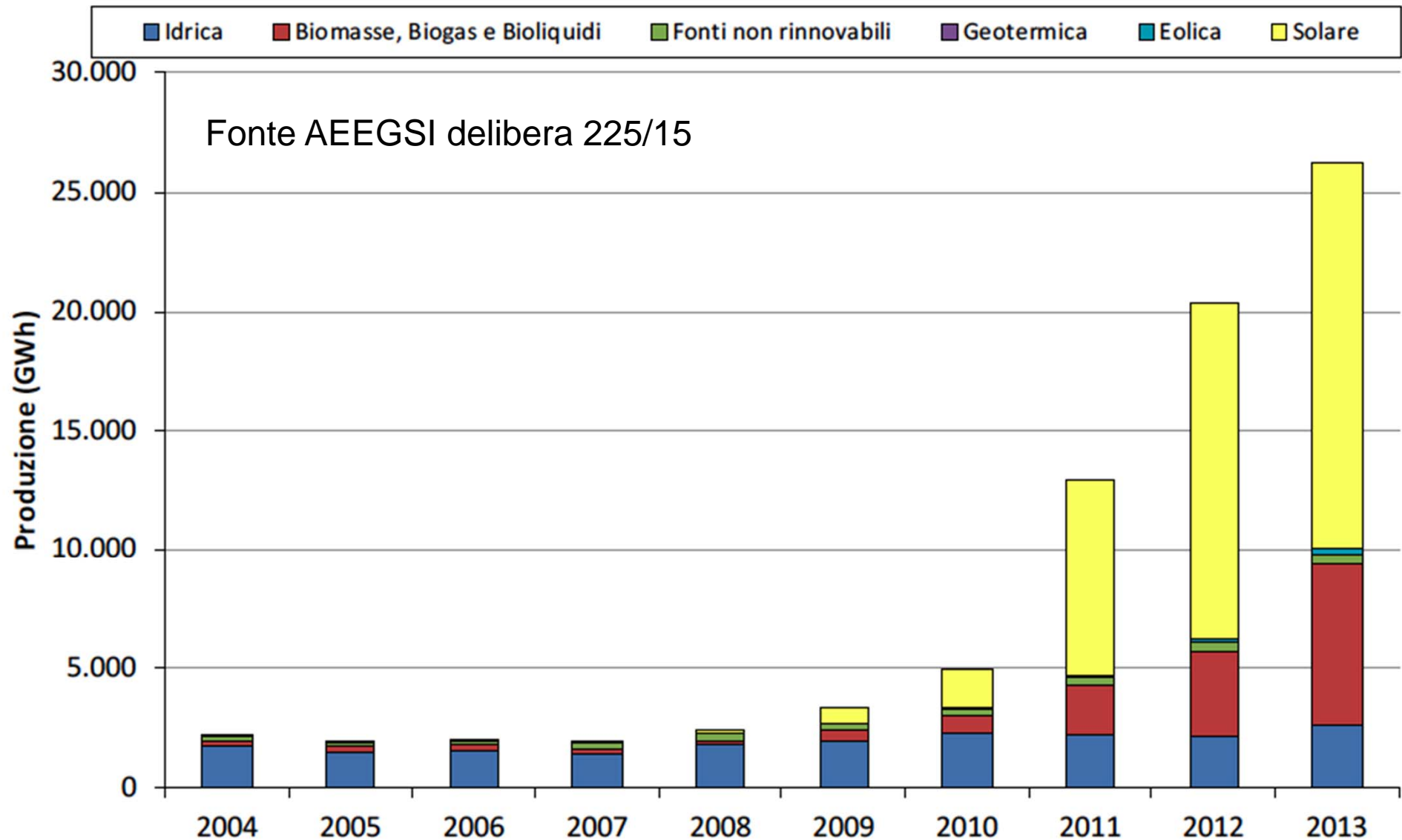
Fonte IEA







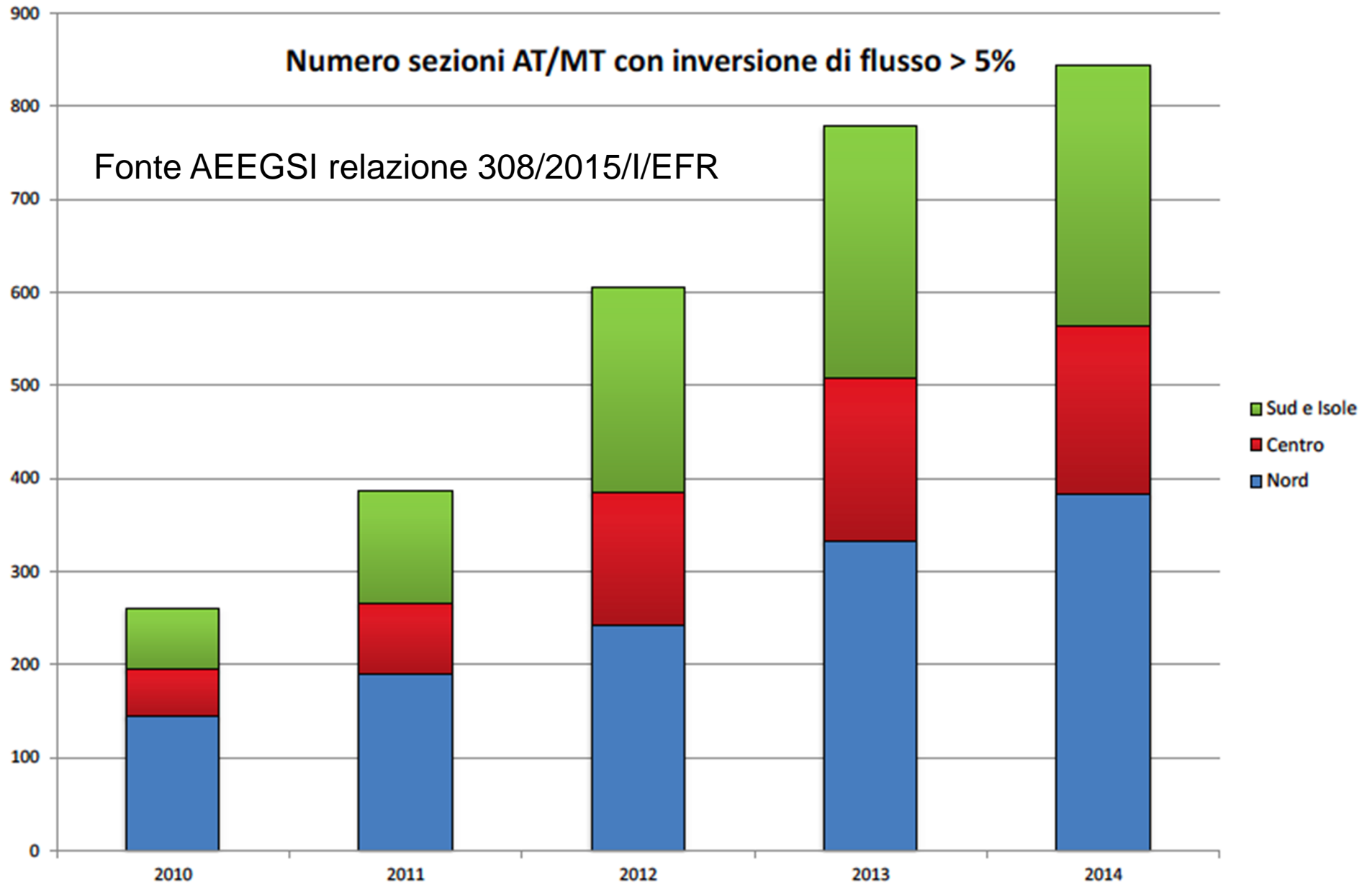
# La piccola generazione ( $< 1\text{MW}$ )







# Cambia l'architettura di controllo delle reti





# Le rinnovabili stimolano il cambio di paradigma tecnologico

- In tutto il mondo il mondo dell'energia guarda a modelli di sviluppo radicalmente diversi da quelli tradizionali
- La forte crescita della produzione distribuita e delle fonti rinnovabili ha reso **obsoleta l'architettura delle reti**
- La definizione di **nuove regole per il dispacciamento**, più consone al mix produttivo e all'utilizzo della tecnologia ora disponibile, è urgente
- I ruoli e i servizi sono in evoluzione ed è necessario non limitare la possibile adozione di soluzioni innovative, ma generatrici di valore per i consumatori (micro reti, aggregatori, dispacciamento distribuito, domanda attiva, ...)
- Gli investimenti richiesti non sono oneri, se saranno guidati dal mercato e si saprà **trasferire il valore creato sui consumatori**





# Conclusioni

- La preservazione del clima comporta una decarbonizzazione rapida e integrale del sistema energetico
- Le soluzioni tecnologiche per alimentare l'economia mondiale senza ricorrere ai combustibili fossili vi sono
- Il paradigma tecnologico è già cambiato, ma serve un'accelerata decisa, vantaggiosa sul fronte climatico, economico, della sostenibilità in senso lato



**19 ottobre 2015**  
**Giornate della Sostenibilità**

***I CAMBIAMENTI CLIMATICI:  
DAGLI SCENARI GLOBALI ALL'AULA DEL POLITECNICO***

***Scenari ambiziosi di riduzione delle emissioni di gas serra***

***Arturo Lorenzoni***

***Università degli Studi di Padova e IEFE, Università Bocconi***