

# La sfida della sostenibilità per il trasporto su strada: i problemi e le prospettive possibili

---

**Prof. Ennio Cascetta**

Presidente cluster tecnologico nazionale trasporti  
Coordinatore Osservatorio sulla decarbonizzazione del  
trasporto stradale SUNRISE del MOST

**9 giugno 2025**



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



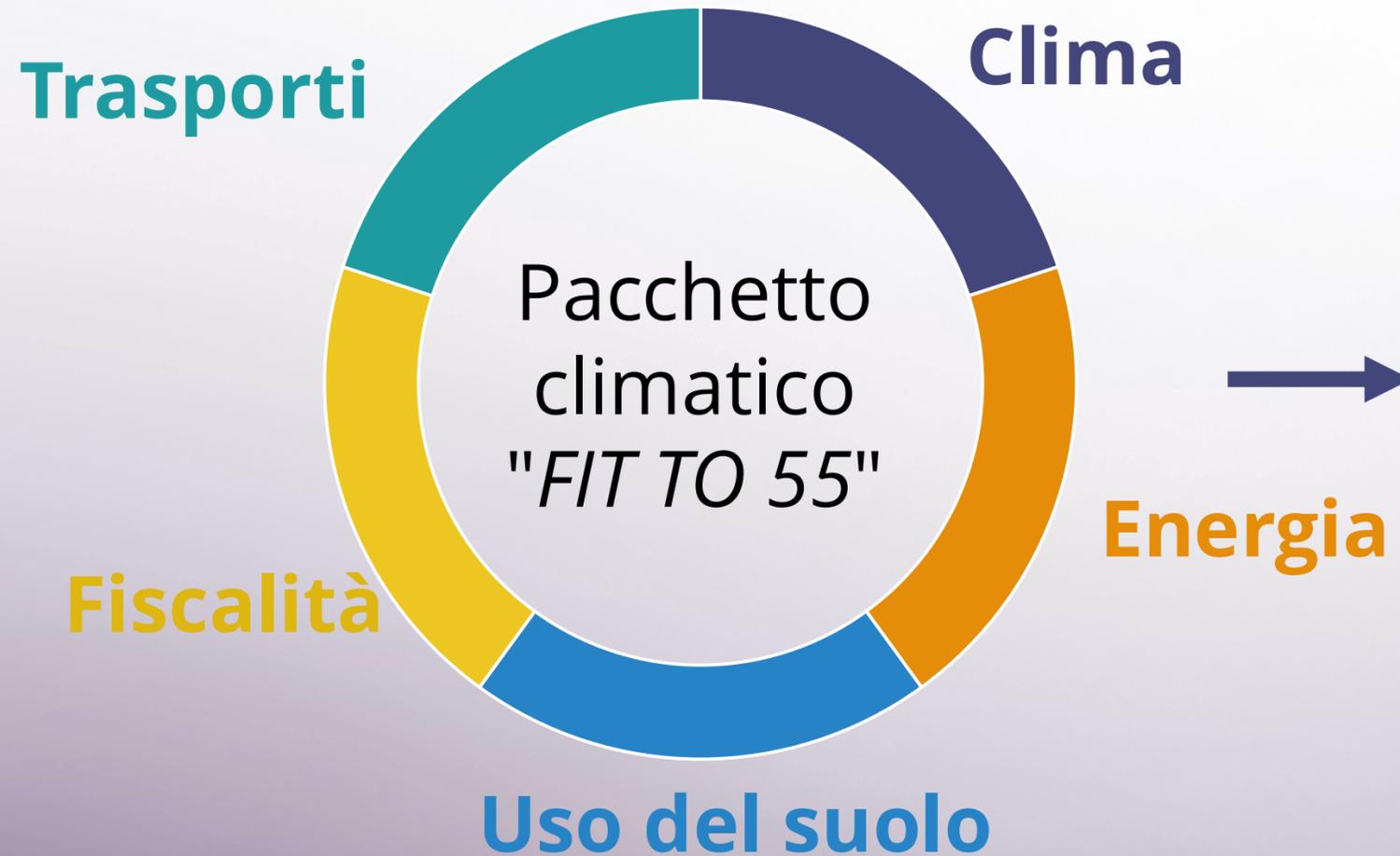
Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



**Italiadomani**  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

Sapienza Università  
di Roma

## Pacchetto climatico EU



## OBIETTIVI

- Entro il 2030 emissioni di gas a effetto serra -55% rispetto al 1990
- Entro il 2050 «carbon neutrality»

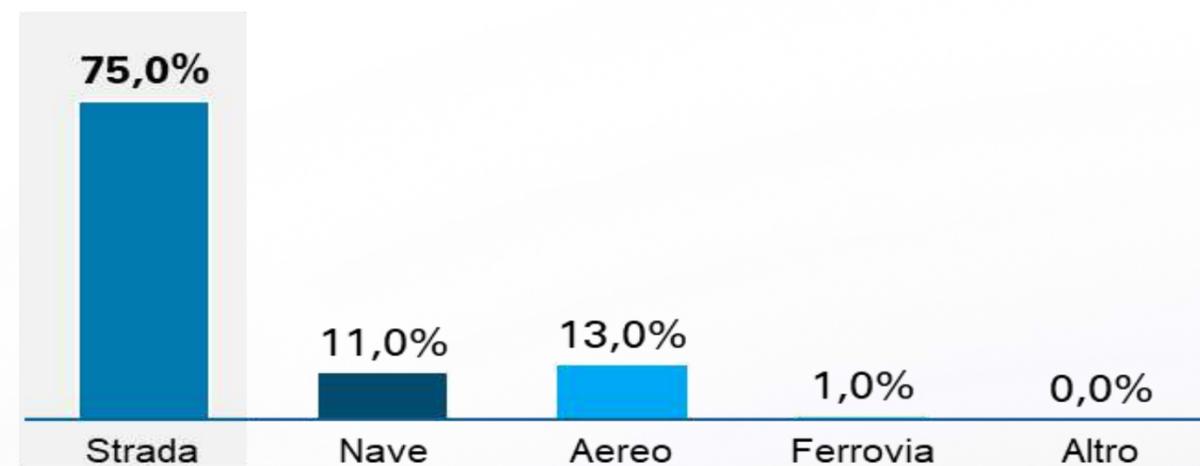
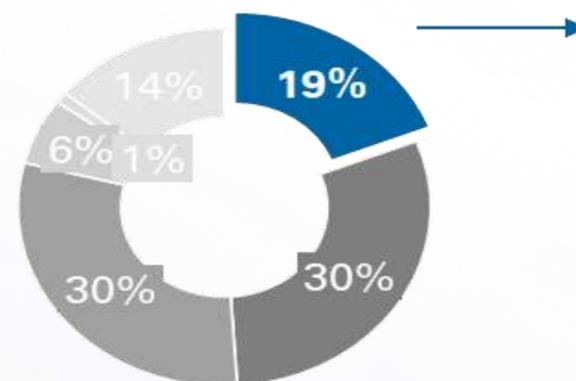
**Regolamento (UE) 2023/857** (aprile 2023): stabilito obiettivi specifici per ciascuno Stato membro  
Per l'Italia **-43,7% entro il 2030 rispetto** ai livelli del **2005**

# Quota % di emissioni per settore

Dati 2019

## Mondo<sup>1</sup>

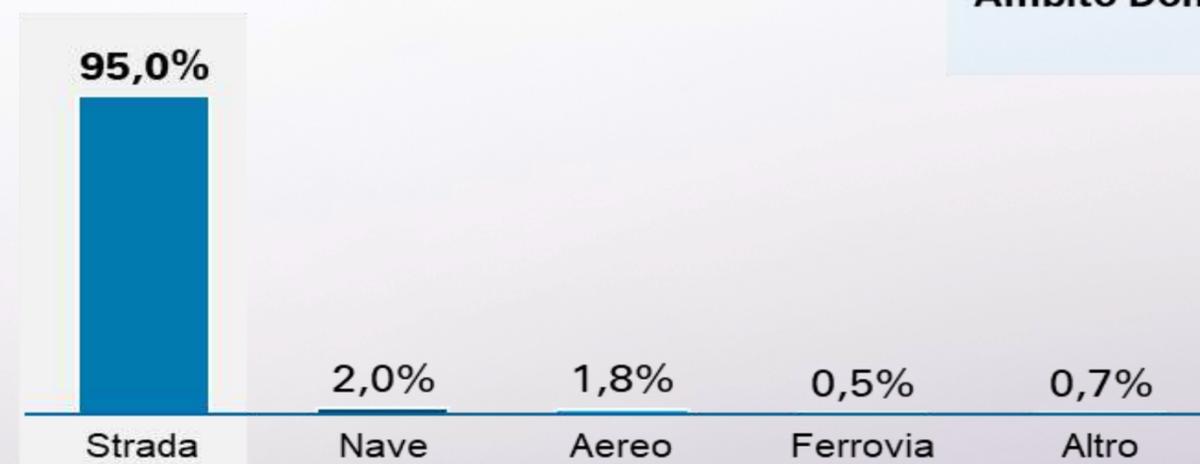
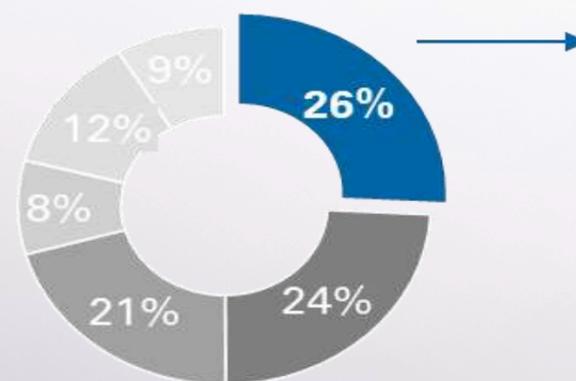
- Trasporto
- Energia
- Industria energetica
- Edifici
- Agricoltura
- Silvicoltura



Ambito Domestico

## Europa<sup>2</sup> – EU 27

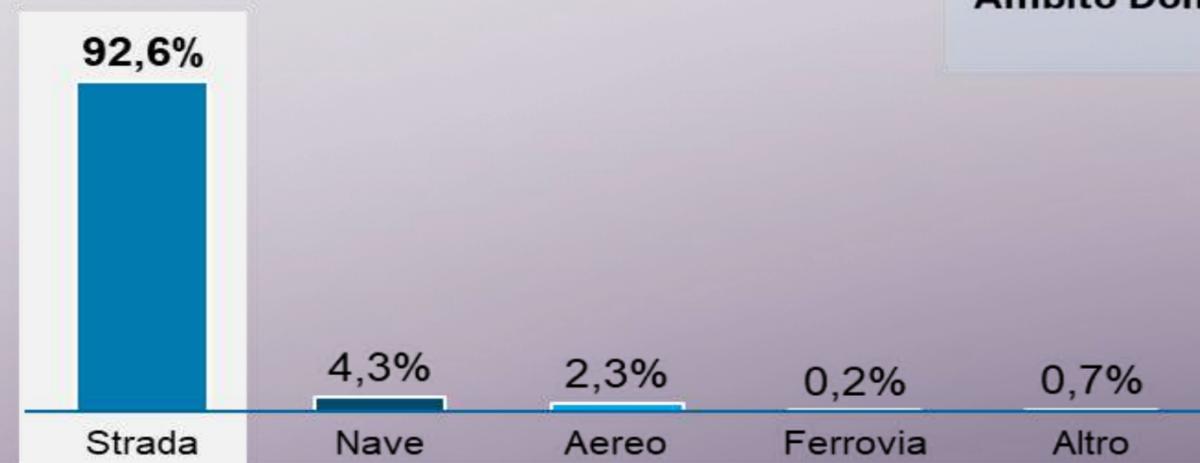
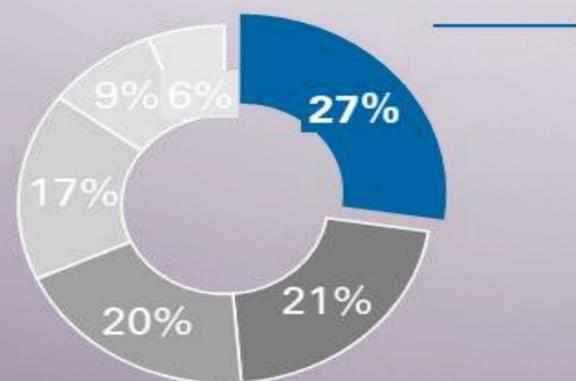
- Trasporto
- Industria energetica
- Industria
- Residenziale
- Agricoltura, selvicoltura e pesca
- Altro



Ambito Domestico

## Italia<sup>2</sup>

- Trasporto
- Industria energetica
- Industria
- Residenziale
- Agricoltura, selvicoltura e pesca
- Altro



Ambito Domestico

<sup>1</sup>Fonte dati: Report The net-zero transition. What it would cost, what it could bring – McKinsey & Company (2022)

<sup>2</sup>Fonte dati: EU Transport in figures – Statistical Pocketbook (2022 – Focus settore trasporti:

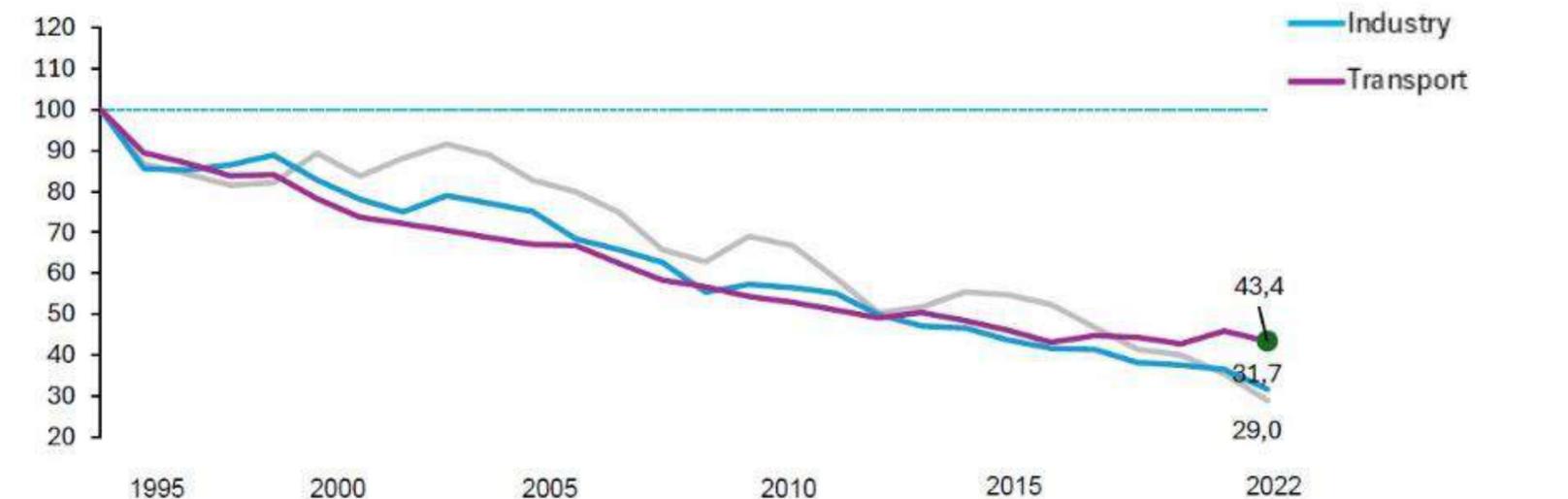
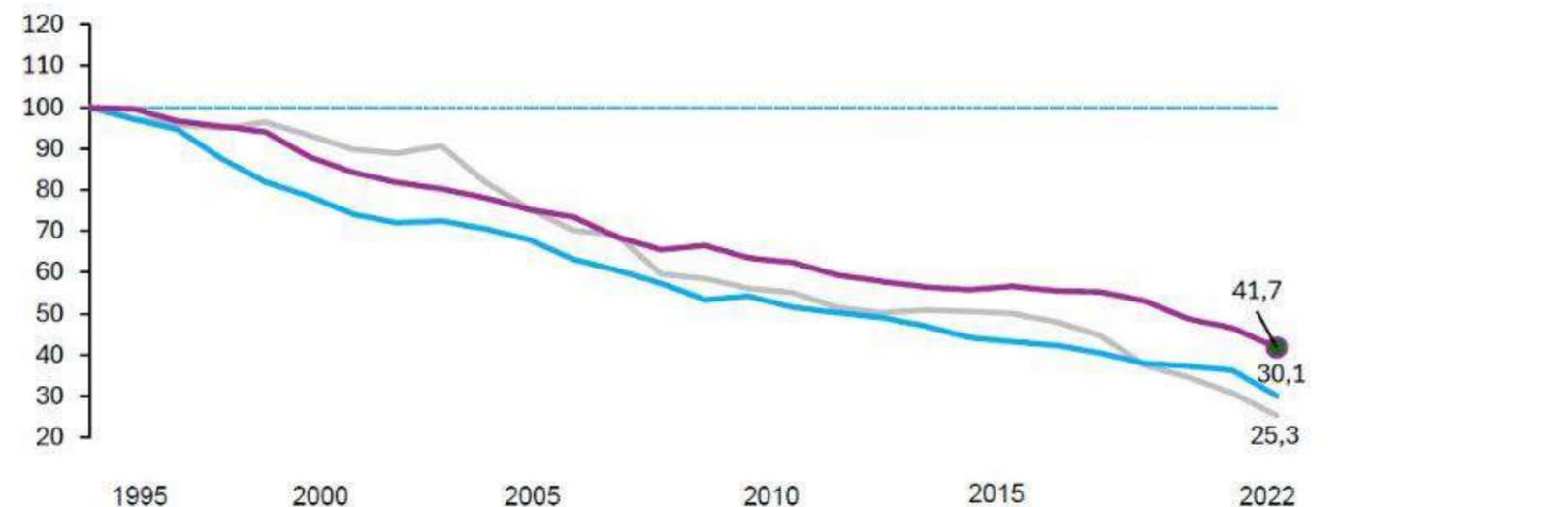
**Ambito Domestico** non include International bunkers per il settore Aereo e Nave)

# Il settore dei trasporti si decarbonizza più lentamente

## Focus andamento 1995-2022 emissioni gas serra/valore aggiunto top 3 settori emissivi

Millioni tonCO<sub>2</sub> equivalente / VA Mln € correnti; valore 1995=100

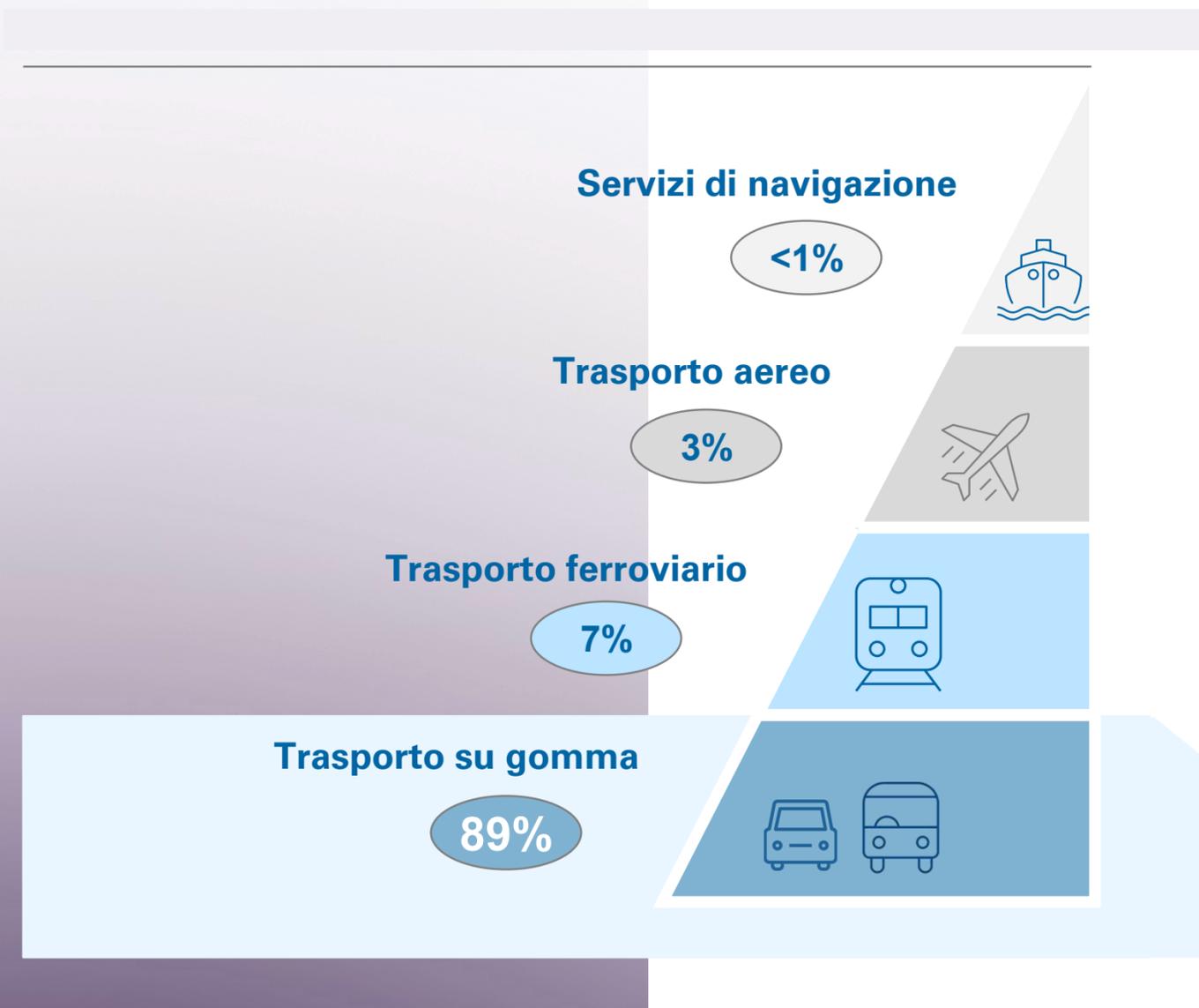
- Emissioni di CO<sub>2</sub> rapportate al valore aggiunto generato: trasporti sono in calo sia a livello EU che in Italia dal 1995
- I trasporti:
  - tra i settori economici a maggiore impronta di carbonio
  - quello che decresce più lentamente



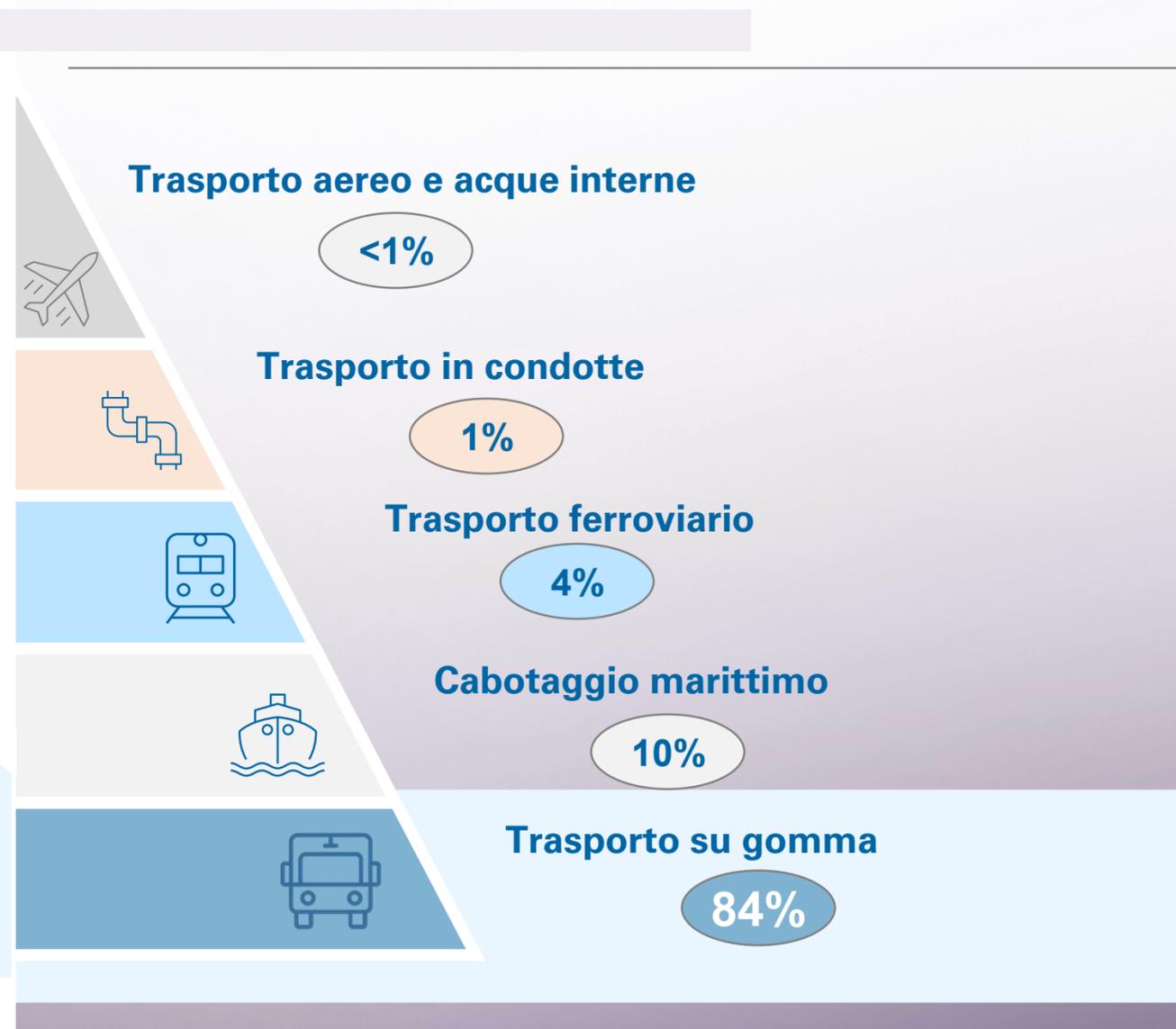
# Il traffico passeggeri e merci in Italia

 Quota relativa

## Traffico passeggeri



## Trasporto merci



Fonte: Elaborazione dati su CNT (Conto nazionale trasporti), Cluster Trasporti, ASPI



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



**Italiadomani**  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

# Il settore dei trasporti si decarbonizza più lentamente

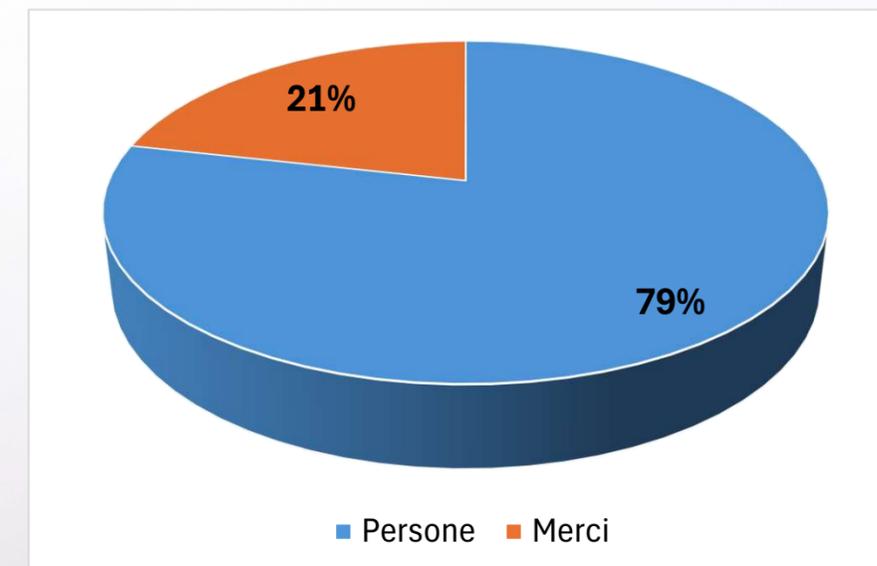
Totale 534.551 Mln veicoli\*km

mln veicoli*km - 2023				
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
auto	81.998	231.765	78.340	<b>392.103</b>
motocicli	14.802	9.720	339	<b>24.861</b>
bus	861	1.183	622	<b>2.666</b>
<b>Totale</b>	<b>97.661</b>	<b>242.668</b>	<b>79.301</b>	<b>419.631</b>

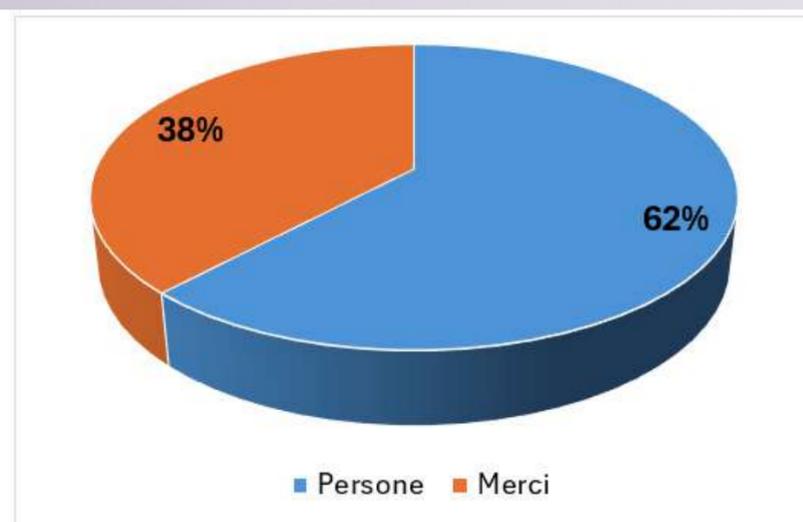
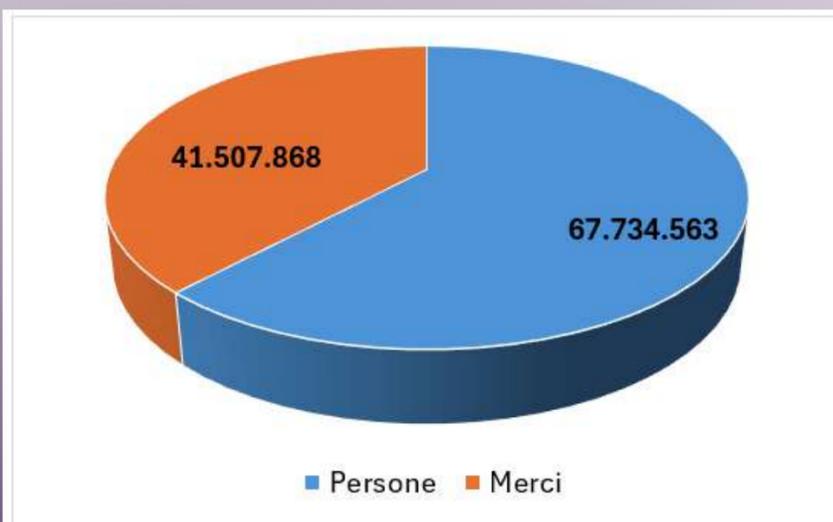
incidenza veicoli*km - 2023				
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
auto	19,5%	55,2%	18,7%	<b>93,4%</b>
motocicli	3,5%	2,3%	0,1%	<b>5,9%</b>
bus	0,2%	0,3%	0,1%	<b>0,6%</b>
<b>Totale</b>	<b>23,3%</b>	<b>57,8%</b>	<b>18,9%</b>	<b>100,0%</b>

mln veicoli*km - 2023				
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
merci pesanti	3.769	21.918	12.306	<b>37.993</b>
merci leggeri	18.421	50.499	8.008	<b>76.928</b>
<b>Totale</b>	<b>22.190</b>	<b>72.417</b>	<b>20.314</b>	<b>114.920</b>

mln veicoli*km - 2023				
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
merci pesanti	3,3%	19,1%	10,7%	<b>33,1%</b>
merci leggeri	16,0%	43,9%	7,0%	<b>66,9%</b>
<b>Totale</b>	<b>19,3%</b>	<b>63,0%</b>	<b>17,7%</b>	<b>100,0%</b>



## Emissioni TTW



- La mobilità delle persone a fronte del 79% dei veicoli\*km totali emette il 62% dei gas serra totali
- nell'ambito extraurbano si emettono la maggiore parte dei gas serra (52%, di cui il 30% del totale imputabile alle auto ed il 21% ai veicoli merci), seguito dall'urbano (29%) e quindi dalle autostradale (19%)

# Decarbonizzare il settore dei trasporti

La transizione verso un sistema di trasporti più sostenibile è una delle sfide più urgenti dell'agenda climatica globale

Non è possibile LA DECARBONIZZAZIONE DEI TRASPORTI senza la decarbonizzazione del TRASPORTO SU STRADA



*Quali sono i  
possibili  
percorsi?*



# Molti studi su scala europea e non solo , nessuna analisi sistematica e continuativa

## L'approccio ASI(S) quello maggiormente utilizzato



**AVOID:** si traduce in politiche volte alla riduzione del numero di veicoli\*km (meno viaggi, meno km, maggior riempimento)



**SHIFT:** si traduce in politiche (push e/o pull) di diversione modale vs modalità di trasporto più efficienti (es. modifiche comportamenti utenti)



**IMPROVE:** si traduce in politiche di incentivazione/promozione dello sviluppo tecnologico e del rinnovo del parco veicolare circolante (es. veicoli a basso impatto ambientale)

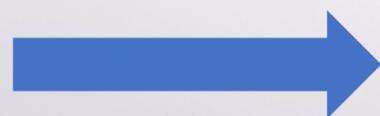
# «AVOID»

Incoraggiare soluzioni di **smart working** e **e-services** ( svolgere attività senza spostamento fisico )



# «SHIFT»

Promuovere lo shift dal trasporto private verso **modalità di trasporto più spstenibili** come il TPL, mobilità dolce, ferrovia



## Differenti vettori energetici:

Per una comprensione dei vettori energetici e dei loro impatti, ai fini di sottolineare il loro contributo alla **decarbonizzazione**, occorre focalizzare l'analisi e il confronto su **tre dimensioni** lungo il ciclo dal «pozzo alla ruota» (Well To Wheel):



**Livello di  
industrializzazione  
e costi**

*Misura la complessità di diffusione su larga scala di un vettore energetico, sia lato infrastruttura che lato veicolo*



**Efficienza  
energetica**

*Valuta la convenienza, da un punto di vista del consumo energetico, di utilizzo di un determinato vettore*



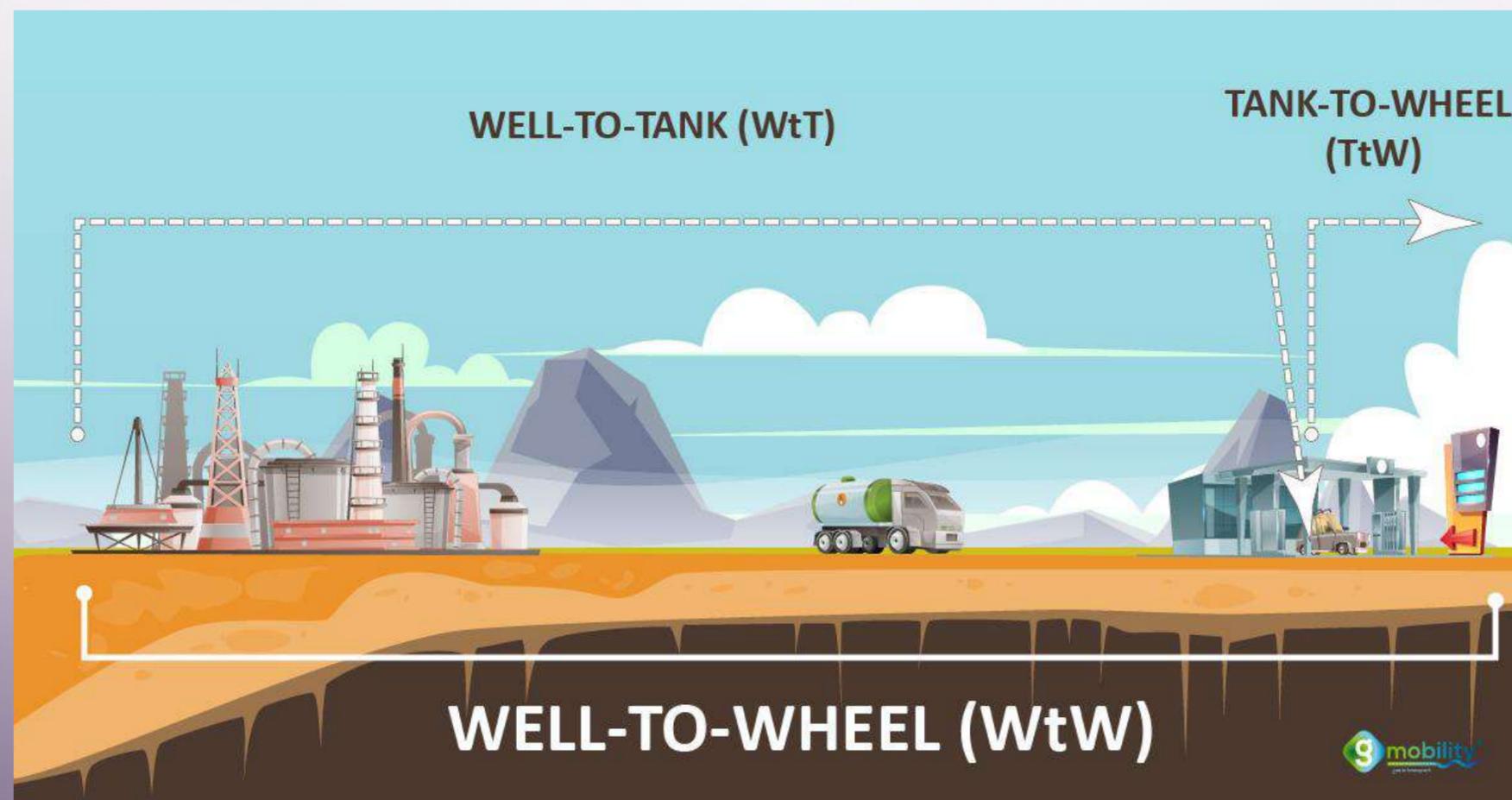
**Emissioni di  
CO<sub>2</sub>eq**

*Misura dell'impatto sul riscaldamento globale dovuto all'utilizzo di un determinato vettore energetico*

## La catena di trasformazione e le emissioni GHG:

L'approccio **Well to Wheel** è certamente più completo per valutare compiutamente:

- gli effetti delle politiche e delle iniziative per la decarbonizzazione
- le reali emissioni prodotte
- i maggiori costi e potenziamenti dell'infrastruttura per garantirne la diffusione



# «IMPROVE»

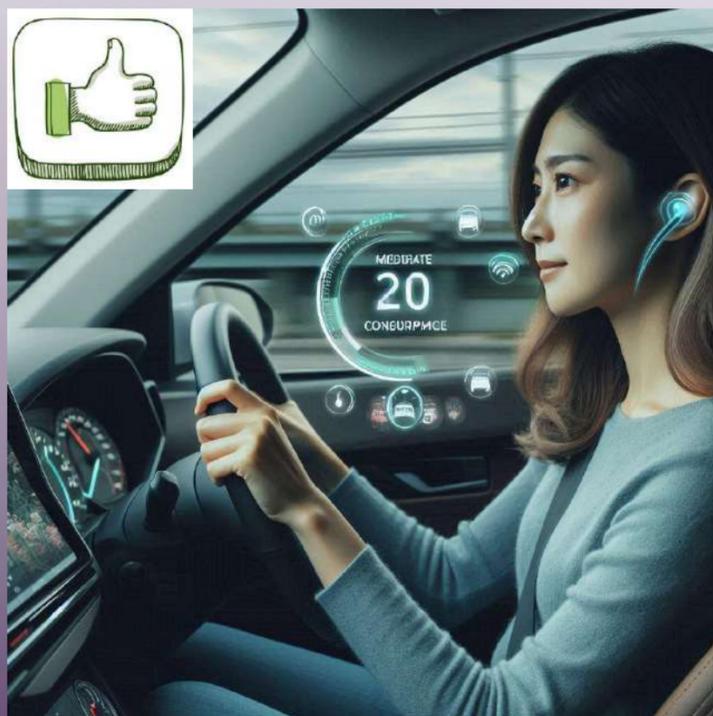
## Rendimenti ed emissioni dei vettori

Fonte Primaria	Combinazione vettore-veicolo	Rendimento energetico WTW	Rapporto rendimenti	Emissioni (gCO <sub>2eq</sub> /kWh)		
				WTT	TTW	WTW
Petrolio	Diesel – ICE	27%	0,71	68	264	332
	Elettrico – BEV*	38%	1	356	0	356
Gas Naturale	Metano - ICE	28%	0,74	54	202	256
	Idrogeno grigio - FCEV	20%	0,53	367	0	367
Biomasse	HVO - ICE	16%	0,89	-178	254	76**
	Bio metano - ICE	18%	1	-172	202	30
Mix produzione elettrica Italia	Elettrico – BEV* ~40% da rinnovabili(2021)	34%	0,89	267	0	267
	Elettrico – BEV* 55% da rinnovabili(al 2030)	38%	1	140	0	140
Fonti Energia Rinnovabile	Elettrico – BEV* tendenziale post 2050	62%	1	0	0	0
	Idrogeno verde – FCEV* tendenziale post 2050	18%	0,29	0	0	0

# L'approccio proposto: ASIS

"Save"

**Promuovere comportamenti e tecnologie** che riducono il consumo di carburante e di emission. Esempi: eco-driving incentivi, manutenzione dei veicoli, e uso di energy-efficient technologies. **smart mobility solutions**, come il car pooling per i passeggeri direct flocking (o flock delivery) per il trasporto merci, per ottimizzare il consumo di energia



## Esempi di traiettorie di decarbonizzazione

**Libro Verde (2023):** *Possibili traiettorie del trasporto su strada per il raggiungimento degli obiettivi del pacchetto climatico EU "Fit for 55", studio redatto da Autostrade per l'Italia, in collaborazione con: Cdp, Consiglio Nazionale delle Ricerche STEMS, Enea, Eni, Politecnico di Milano, RSE, Snam, Università "Federico II", Università "Vanvitelli", nel Dicembre 2023*

Finalità dello studio:

- 1) **Ricostruzione della domanda di mobilità su strada** di passeggeri e merci (veicoli\*km) al 2019 e stima delle emissioni di gas serra (CO<sub>2</sub>equiv.) e dei consumi energetici (TWh) imputabili alla mobilità stradale in Italia al 2019, secondo un approccio combinato Bottom-Up e Top-Down
- 2) Stima degli effetti di possibili **scenari** di mobilità al 2030 per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU "Fit for 55"



<https://libroverde.autostrade.it/>



# Il percorso di decarbonizzazione del trasporto su strada in Italia

## La metodologia applicata

**Lo stato di profonda incertezza** (“deep uncertainty”) **che** oggi **caratterizza** tutte **le variabili, impone la definizione di due scenari limite** con **effetti diversi** sulle **modalità di trasporto al 2030:**



**Scenario tendenziale di massima decarbonizzazione:** risulta dall'insieme di tutte le ipotesi più favorevoli alla riduzione del footprint del settore stradale (per es. circa **6,3 mln auto BEV**)



**Scenario tendenziale di decarbonizzazione moderata:** in ragione di ipotesi meno favorevoli ad una riduzione della CO<sub>2</sub> emessa (per es. circa **2,9 mln auto BEV**)

i due scenari individuati **consentono di definire una forchetta** sufficientemente **ampia di possibilità future e permettono**, quindi, **di misurare il peso delle diverse ipotesi fatte** sui risultati finali **in termini di contributo al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione per il settore dei trasporti su strada.**

# Il percorso di decarbonizzazione del trasporto su strada in Italia. Per mobilità passeggeri

	1) <i>evoluzione della domanda</i>	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
<b>PRUDENZIALE</b>	Crescita domanda con <b>tassi annui paragonabili a quelli ottimistici osservati dagli anni '90 (1,1% anno)</b>	<b>Riduzione dello smart working</b> con impatti sulla domanda al 2030 <b>pari al 50%</b> rispetto a quanto ipotizzato nello Scen. Ottimistico	<b>Diversione modale trasporto privato a quello collettivo e crescita della sharing mobility</b> nelle città con <b>tassi di penetrazione prudenziali</b> rispetto a quanto ipotizzato nello Scen. Ottimistico ( <b>70%</b> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione uguali a quelli osservati</b> nell'ultimo decennio</li> <li>• <b>Nuove immatricolazioni:</b> <i>auto BEV</i> secondo tassi di nuove immatricolazioni pari all'85% di quanto ipotizzato nello Scen. Ottimistico; <i>auto PHEV</i> secondo tassi di nuove immatricolazioni medi annui del 6,4% nel periodo 2024-2030; <i>auto HEV</i> secondo tassi di nuove immatricolazioni inferiori del 10% di quelli ipotizzati nello Scen. Ottimistico; <i>bus BEV/FCEV</i> nuove immatricolazioni 43% zero emissioni (BEV+FCEV)</li> </ul>
<b>OTTIMISTICO</b>	Crescita della domanda di circa il <b>50% inferiore</b> a quanto ipotizzato nello Scen. Prudenziale ( <b>0,55% anno</b> )	<b>Permanenza strutturale e crescita ulteriore dello smart working</b>	<b>Diversione modale dall'auto al trasporto collettivo (strada e ferrovia) e sharing mobility</b> in ragione degli investimenti ed azioni in atto (es. PNNR, PUMS, penetrazione sharing mobility)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi di sostituzione auto superiori del 15% rispetto a quanto osservato</b> nel periodo di massimo rinnovo del parco (2014-2017); tassi di sostituzione doppi per i bus urbani, tassi pari a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo per i motocicli e bus extraurbani</li> <li>• Nuove immatricolazioni: <b>auto 100% elettrico con tassi di crescita quadratica</b> analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 negli ultimi anni; <i>auto PHEV</i> secondo tassi di nuove immatricolazioni medi annui del 7,5% nel periodo 2024-2030; <i>auto full-hybrid (HEV)</i> con tassi di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021; <i>bus BEV/FCEV</i> nuove immatricolazioni 85% zero emissioni (BEV+FCEV); <i>motocicli BEV</i>, il 10% delle nuove immatricolazioni nel periodo 2024-2030 (1,5% all'anno).</li> </ul>

# Il percorso di decarbonizzazione del trasporto su strada in Italia. Per mobilità merci

	1) <i>evoluzione della domanda</i>	1) <i>"Avoid"</i>	2) <i>"shift" modale</i>	3) <i>"improve" tecnologico del parco circolante</i>
<b>PRUDENZIALE</b>	Crescita domanda con <b>tassi annui paragonabili a quelli ottimistici osservati dagli anni '90 (1,9% anno)</b>	Riduzione della domanda pari al 50% di quella ipotizzata nello Scen. Ottimistico	Nel 2030 si prevede siano ancora attivi gli incentivi <b>"marebonus"</b> e <b>"sconto traccia"</b> , oltre al <b>raggiungimento per il 70% degli obiettivi UE 30/30</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione costanti</b> a quelli stimati per il 2022</li> <li>• <b>Nuove immatricolazioni:</b> <i>veicoli merci leggeri BEV</i> secondo tassi il 30% inferiori rispetto alle auto nello scenario Prudenziale; <i>veicoli merci pesanti BEV, FCEV, HICE</i> secondo tassi pari al 50% rispetto allo scenario ottimistico.</li> </ul>
<b>OTTIMISTICO</b>	Crescita della domanda dell' <b>0,8% all' anno (50% del tasso</b> ipotizzato nello Scen. Prudenziale)	Riduzione della domanda a fronte di un <b>aumento del riempimento medio dei veicoli</b> tale da quasi annullare la crescita tendenziale (evoluzione) della domanda ipotizzata	Nel 2030 si prevede siano ancora attivi gli incentivi <b>"marebonus"</b> e <b>"sconto traccia"</b> . Inoltre, è stata ipotizzati il <b>pieno raggiungimento degli obiettivi UE 30/30</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi di sostituzione</b> comparabili a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo del parco degli ultimi decenni</li> <li>• <b>Nuove immatricolazioni:</b> <i>veicoli merci leggeri BEV</i> secondo tassi il 30% inferiori rispetto alle auto nello scenario Ottimistico; <i>veicoli merci pesanti BEV</i> con tassi tali da ottenere una quota di mercato al 2030 del 3,6% del parco circolante merci pesanti al 2030; <i>veicoli merci pesanti FCEV/HICE</i> secondo tassi di nuove immatricolazioni tali da ottenere una quota di mercato al 2030 dello 0,8% del parco circolante merci pesanti al 2030</li> </ul>

# Il percorso di decarbonizzazione del trasporto su strada in Italia

I due scenari tendenziali di Mod e Max decarbonizzazione **al 2030 fin qui rappresentati, come vedremo presentano risultati di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> eq insufficienti a raggiungere gli obiettivi europei fissati dal «Fit for 55»**

Per tale motivo, partendo da tali scenari tendenziali e rafforzando alcune ipotesi formulate alla base del modello, si sono **delineati 3 diversi scenari accelerati e combinati:**

## Scenari accelerati

-  **1** *2030 Tendenziale+ MaxBioFuel* ► scenario tendenziale con hp di diffusione incentivata per biofuel (HVO e biometano), sfruttando un'infrastruttura già capillare
-  **2** *2030 Tendenziale +Comportamenti Sostenibili* ► scenario tendenziale con hp di promozione di comportamenti sostenibili degli utenti della strada (es. riempimento dei veicoli, eco-driving, digitalizzazione)
-  **3** *2030 Tendenziale+ MaxBioFuel+ Comportamenti Sostenibili* ► scenario tendenziale che tiene conto di entrambe le azioni accelerate (la diffusione incentivata per biofuel e la promozione di comportamenti sostenibili degli utenti della strada)

# Il percorso di decarbonizzazione del trasporto su strada in Italia

2005\* Emissioni CO<sub>2</sub> eq TTW : ~120 mil ton

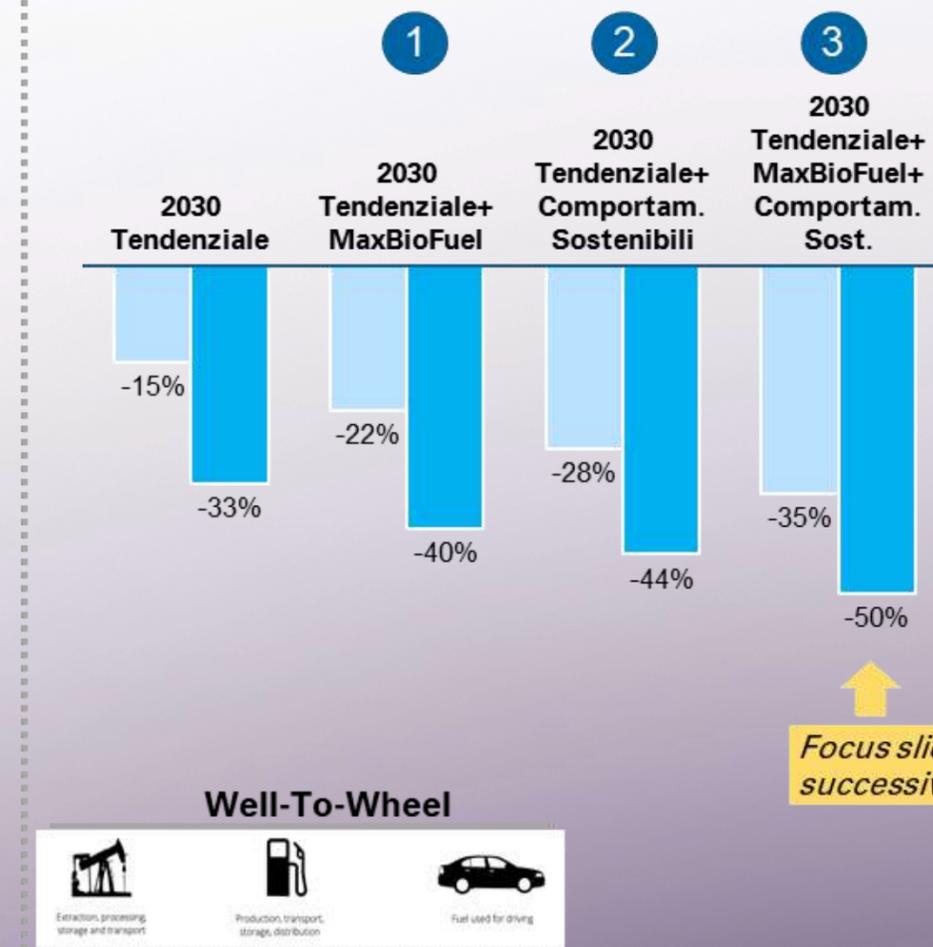
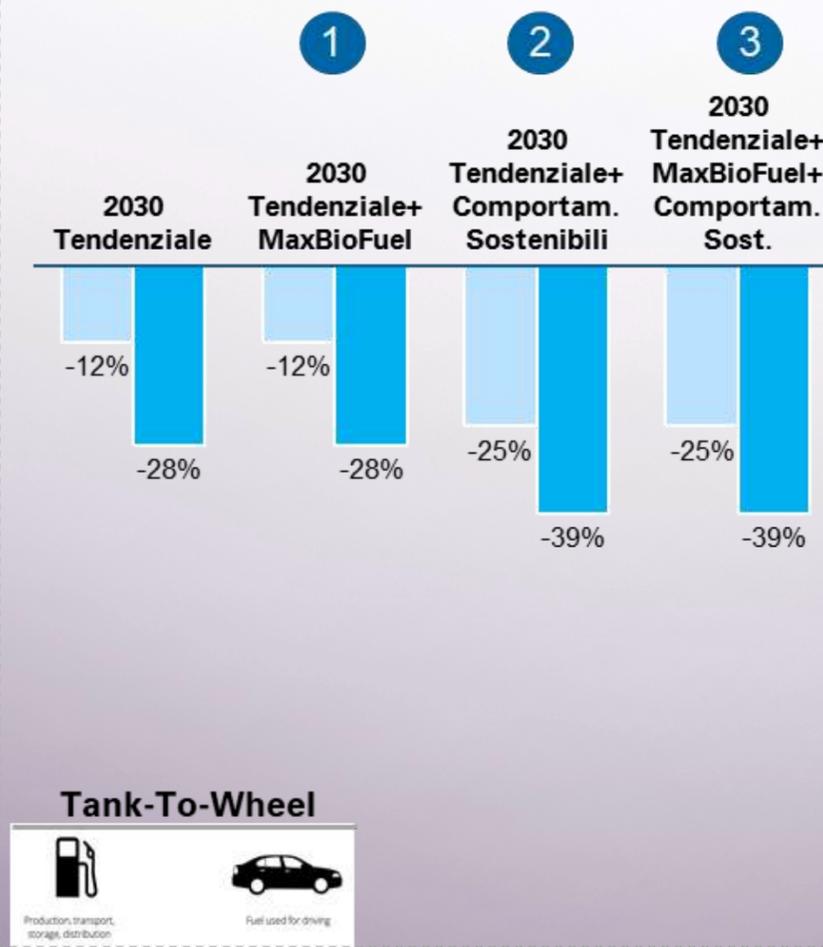
Emissioni CO<sub>2</sub> eq WTW : ~150 mil ton

■ Target EU  
■ Mod Dec.  
■ Max Dec.

**Impatti su Emissioni CO<sub>2</sub> eq TTW**  
Confronto tra scenari al 2030

Target EU - CO<sub>2</sub> eq TTW

**Impatti su Emissioni CO<sub>2</sub> eq WTW**  
Confronto tra scenari al 2030



2030 Target EU Emissioni CO<sub>2</sub> eq TTW : ~70 mil ton

Target EU Emissioni CO<sub>2</sub> eq WTW : ~90 mil ton

# Osservatorio SUNRISE

Nasce l'Osservatorio **SUNRISE** (**SU**stai**N**able **R**oad **I**nfra**S**tructure **E**volution) relativo al trasporto su gomma con l'obiettivo di monitorare l'evoluzione della mobilità stradale e la sua sostenibilità



# Osservatorio SUNRISE

Nasce l'Osservatorio **SUNRISE** (**SU**stai**N**able **R**oad **I**nfra**S**tructure **E**volution) relativo al trasporto su gomma con l'obiettivo di monitorare l'evoluzione della mobilità stradale e la sua sostenibilità

L'Osservatorio nasce dalla collaborazione di **6 soci**



Almaviva



cdp



autostrade  
per l'Italia



I V E C O • G R O U P



Fondazione **Filippo Caracciolo**



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



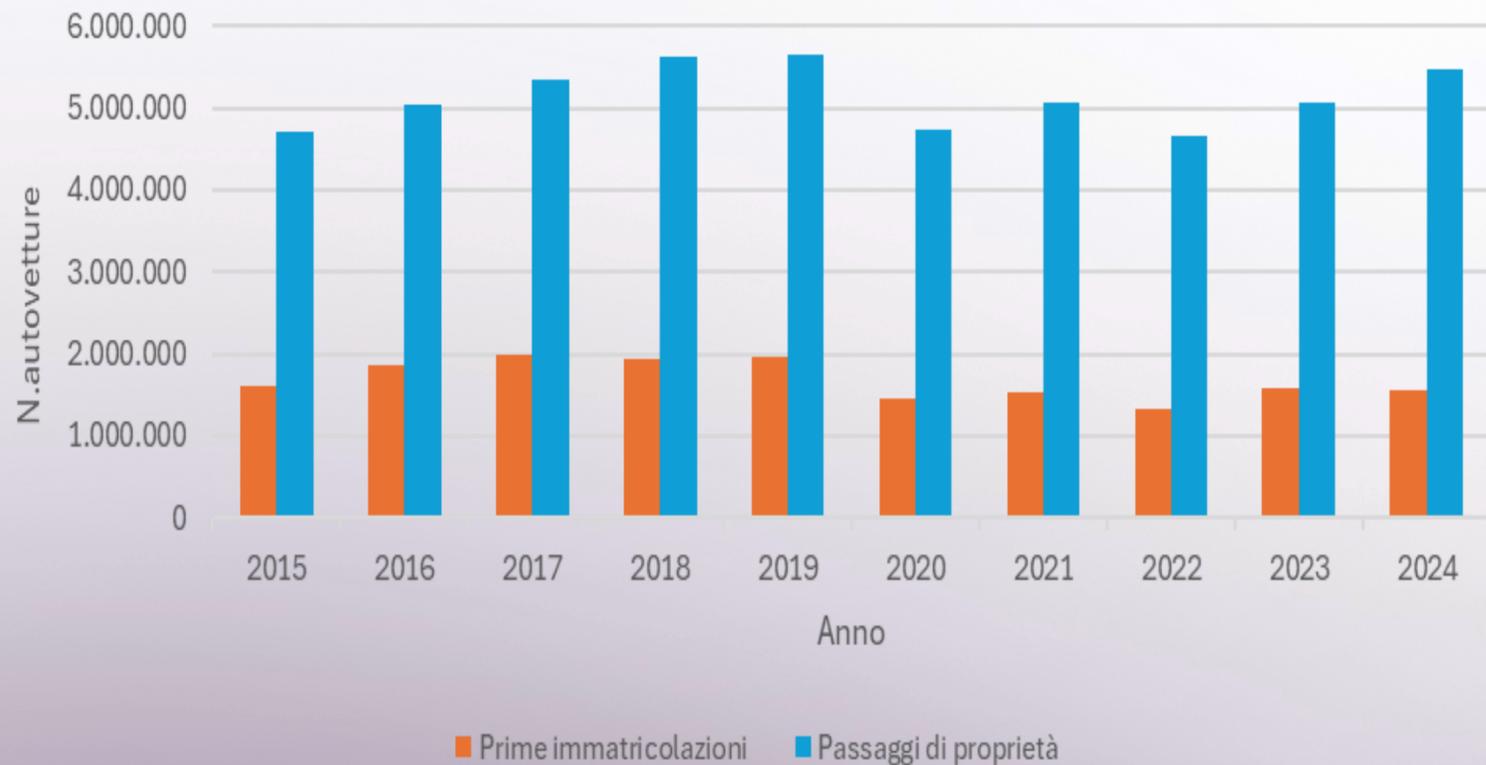
Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



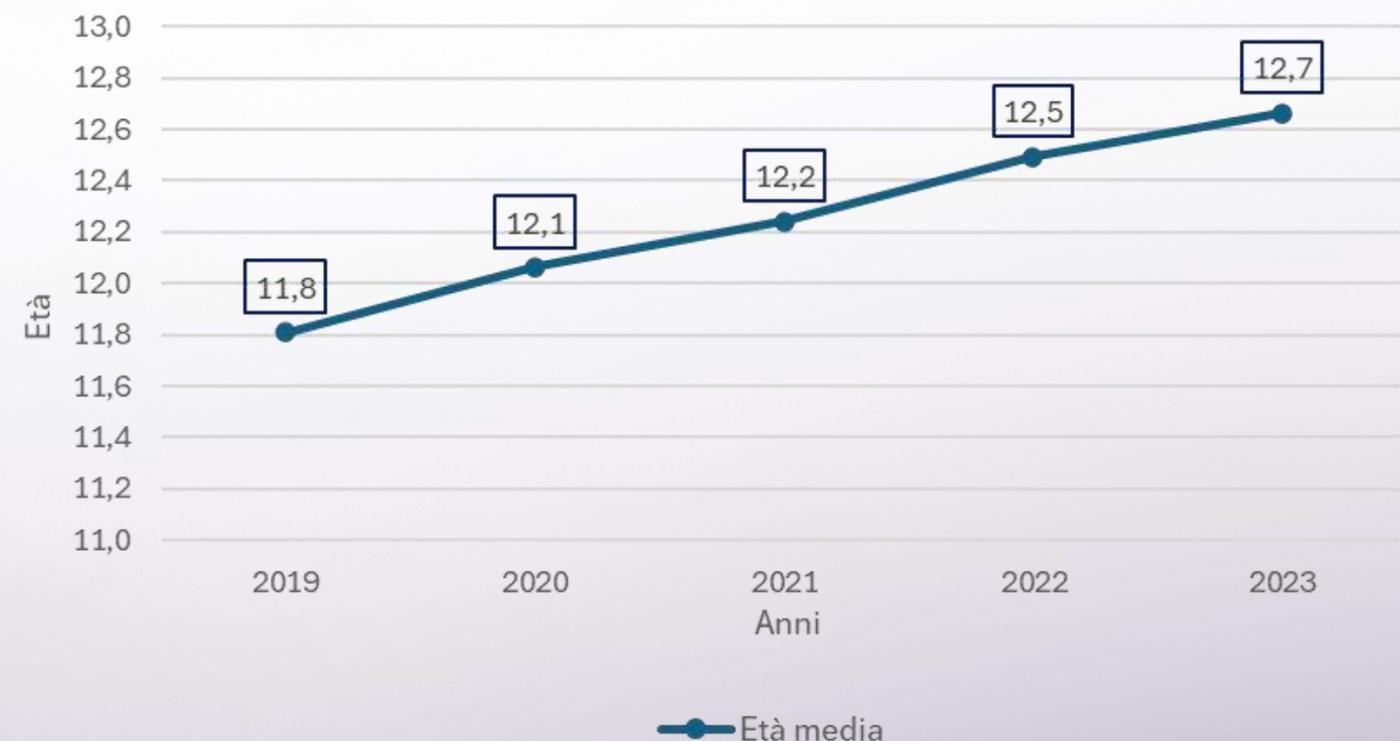
**Italiadomani**  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

# Le immatricolazioni in Italia

Andamento del mercato in Italia



Età media del parco autoveature



- **Riduzione degli immatricolati dal 2020 in poi (circa 480 mila auto immatricolate in meno all'anno)**
- **2019: 2 milioni di auto immatricolate - 2024: 610 milioni di euro di incentivi, 1,56 milioni di auto immatricolazioni, -0,5% rispetto all'anno precedente**
- **I veicoli usati venduti** negli ultimi anni sono oltre i **5 mln**
- Conseguenza aumenta l'età media del parco autoveature

# Mercato auto in Italia

## Gli aspetti principali

### 1. In crescita il prezzo medio delle auto vendute:

- 2019: 21 mila €
- 2023: 28,8 mila € (+37%)



Ma il reddito medio reale in Italia si è ridotto del 2,4% tra il 2019 e il 2023

### 2. In crescita il PTT (*Peso Totale a Terra*) medio delle auto immatricolate:

- 2019: 1,8 ton
- 2023 : 1,9 ton (+4%)

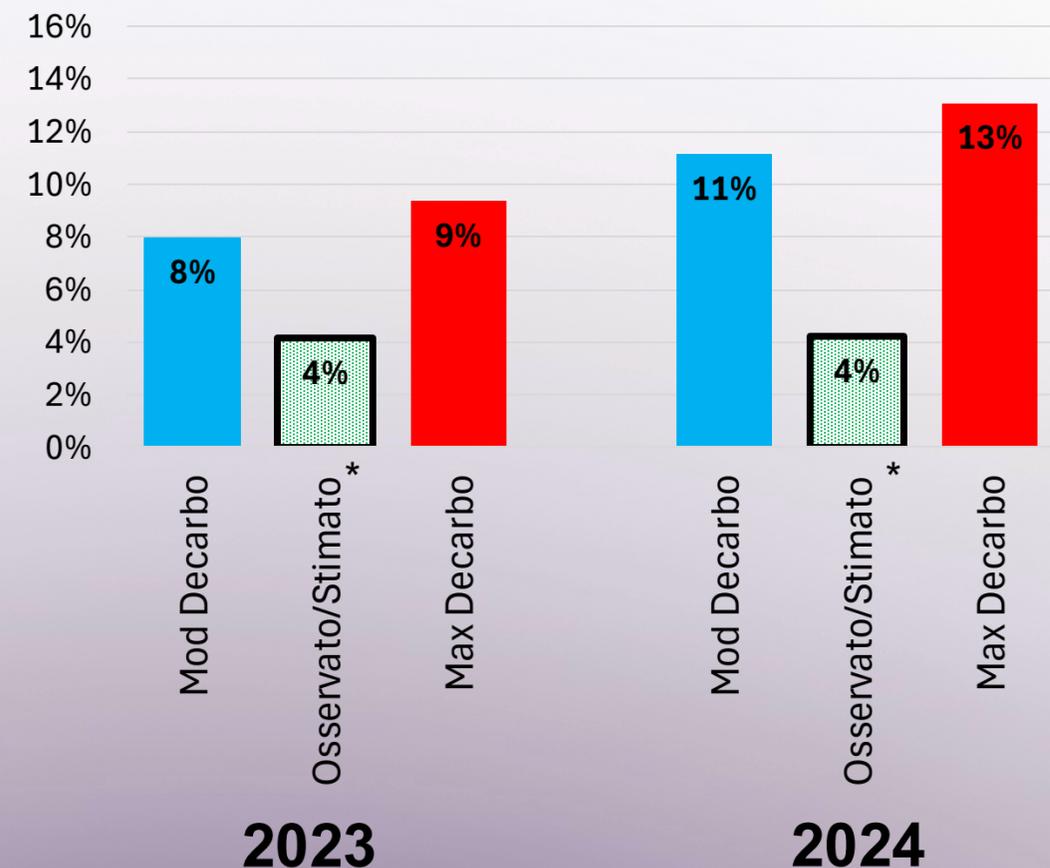


### 3. Lento cambiamento della composizione del parco veicolare:

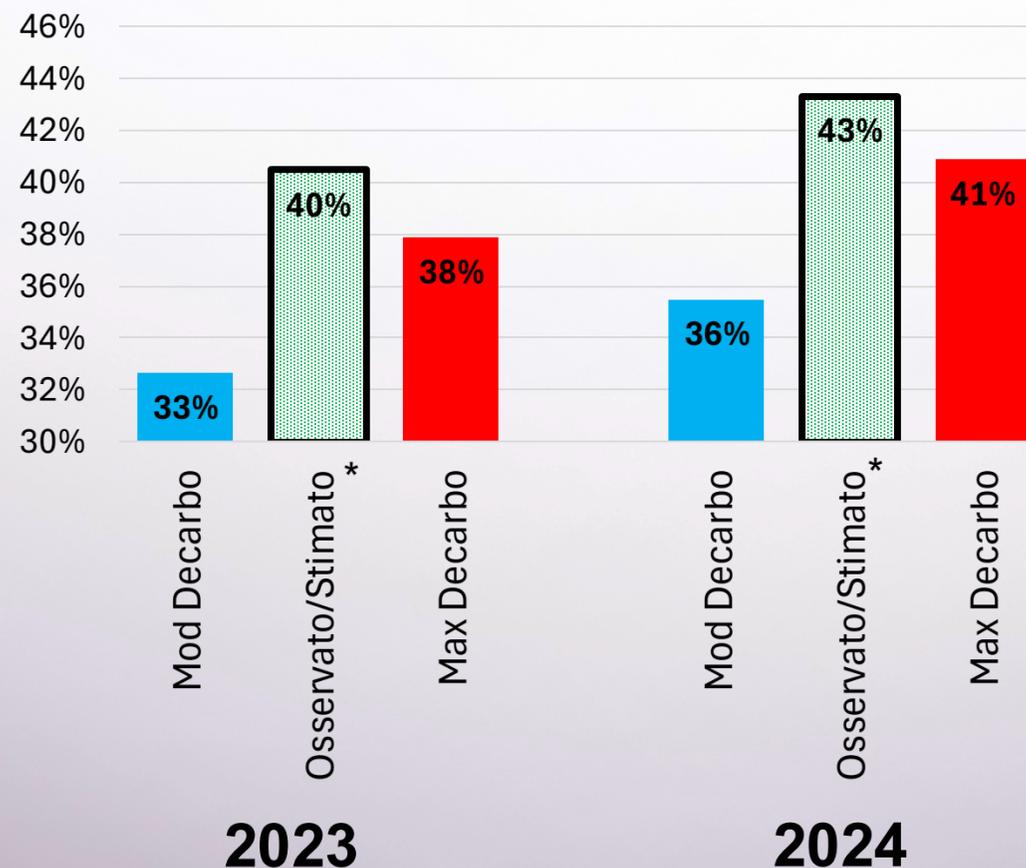
- *Ibridi*: +4,5 punti percentuali (da 0,85% nel 2019 a 5,41% nel 2023) ↑
- *Elettrici*: +0,5% punti percentuali (da 0,06% nel 2019 al 0,54% nel 2023) ↑

## La penetrazione dei veicoli elettrici

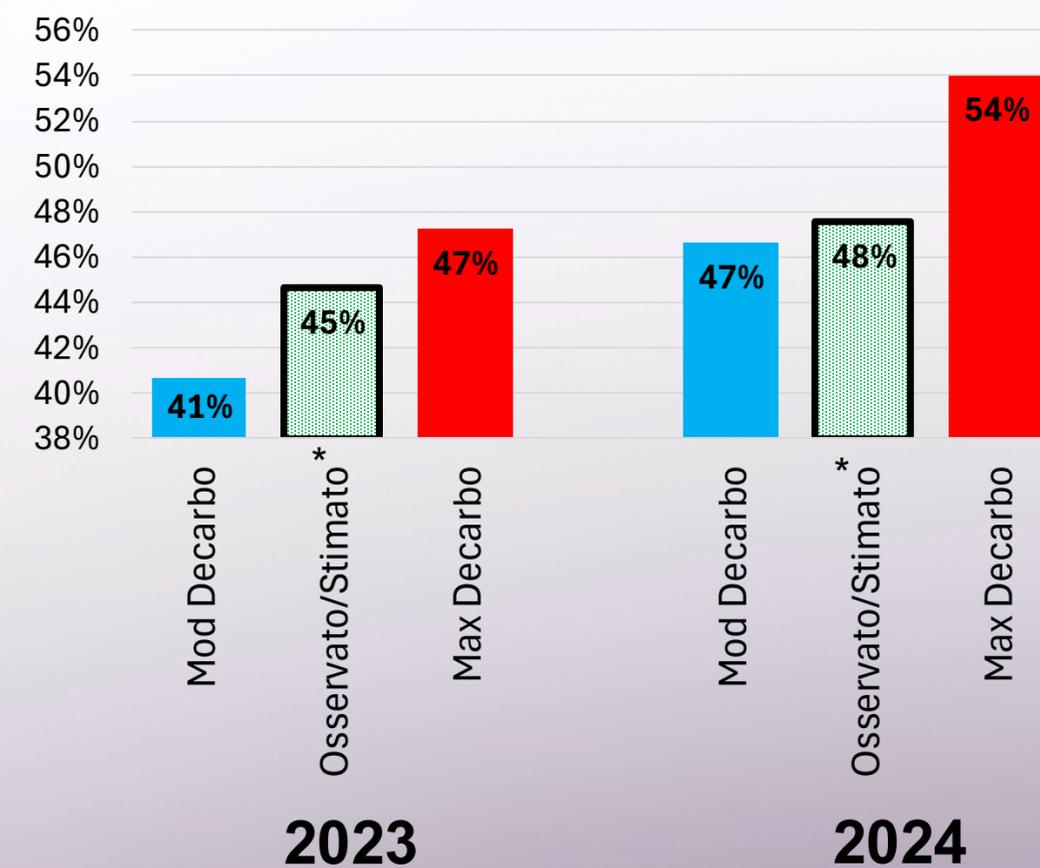
% Auto Immatricolate ELETTRICHE sul totale Immatricolate



% Auto Immatricolate IBRIDE sul totale Immatricolate



% Auto Immatricolate ELETTRICHE + IBRIDE sul totale Immatricolate



- Circa **377 mila** (210 mila) **auto elettriche in meno** nel parco veicolare **nel 2024** rispetto allo scenario **Max Decarbo** (Mod Decarbo)
- Le promesse e le aspettative dell'elettrico nel 2022 sono state disattese a favore dell'ibrido

\* fonte: ACI, il portale dell'automobilista

# Conclusioni

1. Obiettivi dell'Unione Europea difficilmente raggiungibili nel breve periodo, anche negli scenari evolutivi più ottimistici. La formula **più trasporto pubblico e più auto elettriche da sola non basta**
2. Possibilità di avvicinarsi agli obiettivi solo considerando **tutti i vettori energetici disponibili** e adottando una logica basata sulle **emissioni WTW (Well-to-Wheel)**
3. Biocombustibili e veicoli ibridi rappresentano leve concrete per ridurre significativamente le emissioni WTW **nel transitorio** pax e soprattutto merci
4. Politiche di **risparmio energetico ("SAVE")** fondamentali e da promuovere attivamente  
**La energia più sostenibile e' quella che non si consuma**
5. *Deep uncertainty*: sulla evoluzione di tutto il settore e delle variabili chiave: **Necessaria una costante attività di monitoraggio e simulazione nel tempo**

