



Università  
degli Studi  
della Campania  
*Luigi Vanvitelli*



Università  
Mercatorum



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili



KNOWLEDGE THAT INNOVATES

# PATHS TO 2030:

Possibili traiettorie del trasporto  
su strada per il raggiungimento  
degli obiettivi del pacchetto  
climatico

EU “*Fit for 55*”

*Prof Ennio Cascetta*

*Presidente del Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti*

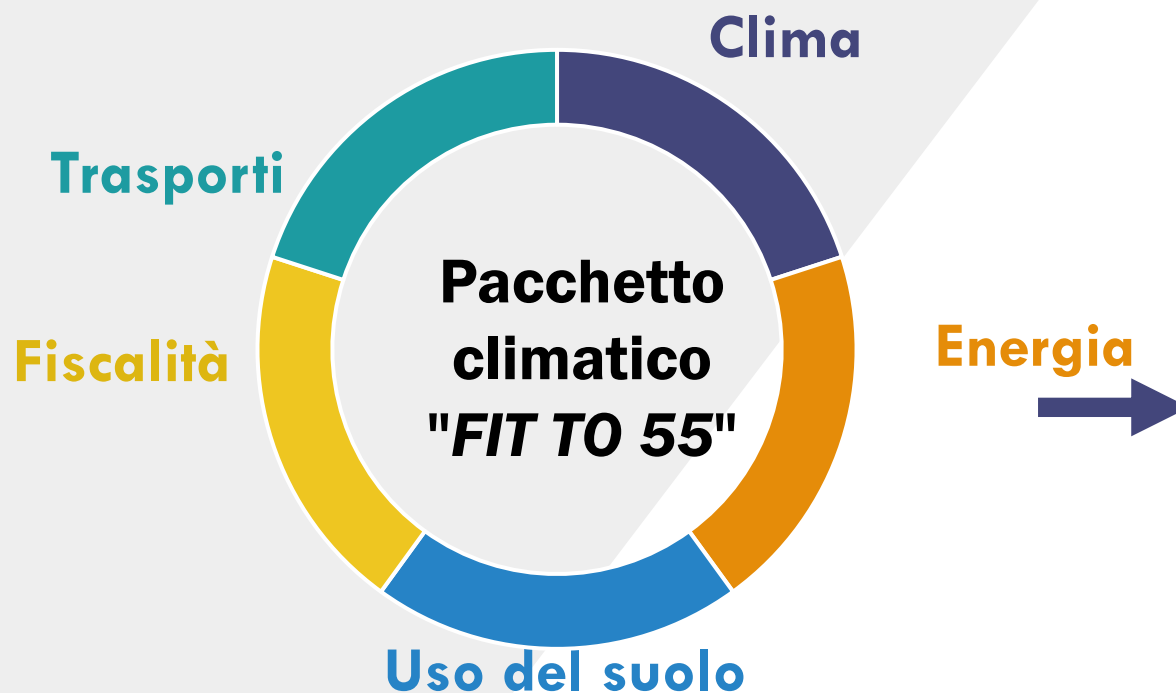


**Cluster Trasporti**

# IL GRUPPO DI LAVORO (GDL)

- **Ennio Cascetta** - *responsabile scientifico per conto del Cluster Trasporti*
- **Armando Cartenì** (*coordinatore GdL*) - Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Mariarosaria Picone** - Dipartimento di Ingegneria , Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Antonella Falanga** - Dipartimento di Ingegneria , Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Carlo Beatrice** (*coordinatore GdL*) - Istituto di Scienze e Tecnologie per l’Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS) CNR
- **Davide Di Domenico** - Istituto STEMS CNR / Università degli Studi Parthenope
- **Vittorio Marzano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Ilaria Henke** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Angela Romano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Daniela Tocchi** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Francesco Grasso** - Ingegnere libero professionista
- **Sergio Maria Patella** - Facoltà di Economia, Universitas Mercatorum
- **Roberto Zucchetti** - ptsclas S.p.A./Università Bocconi

# 14 LUGLIO 2021 "FIT FOR 55" PACCHETTO CLIMATICO EU IN DISCUSSIONE



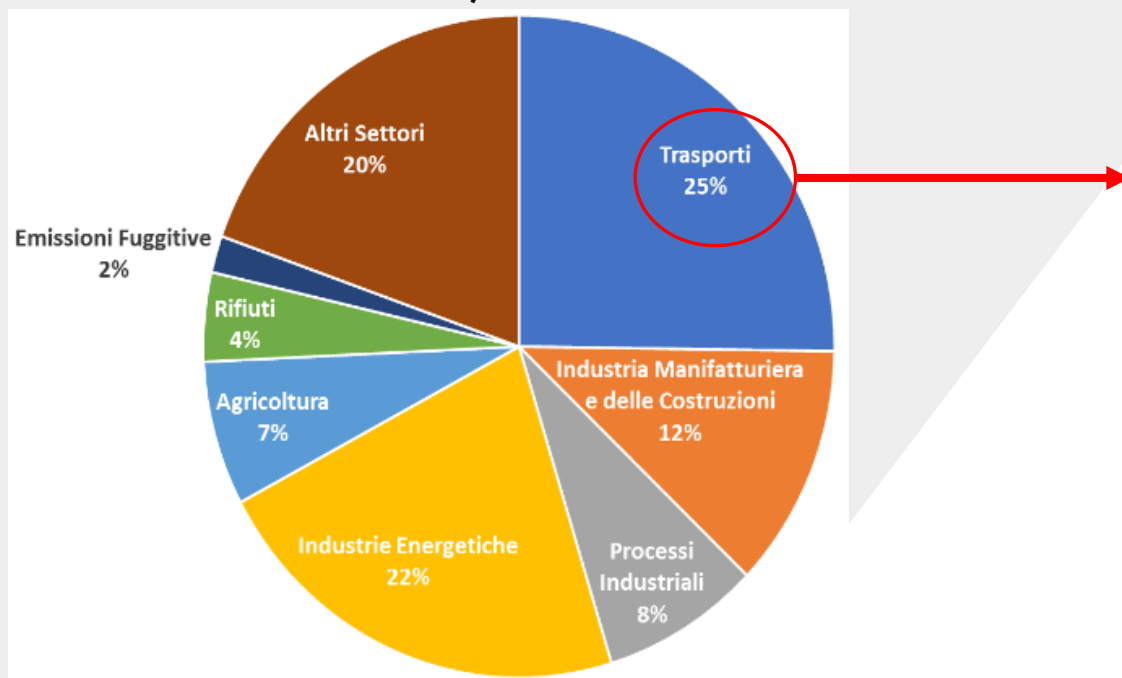
## OBIETTIVI

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

A giugno 2022 proposta della Commissione europea per settori non coperti dall'Emission Trading System (ETS) (es. trasporti) di un target di riduzione delle emissioni di gas serra del 43% al 2030 rispetto al 2005

# INCIDENZA DEI TRASPORTI SULLE EMISSIONI DI GAS SERRA

ITALIA, 2019



Confrontabile con altri Paesi :

- **25% EU28** (*Transport and the Green Deal. European Commission*).
- **27% UK** (*2019 UK Greenhouse Gas Emissions, Final Figures. National Statistics. Department for Business, Energy & Industrial Strategy*).
- **24% Germania** (*Summary of GHG Emissions for Germany. United Nations. Framework Convention on Climate Change*).
- **27% Stati Uniti** (*Sources of Greenhouse Gas Emissions. EPA. United States Environment Protection Agency*).

Incidenza più bassa si registra in:

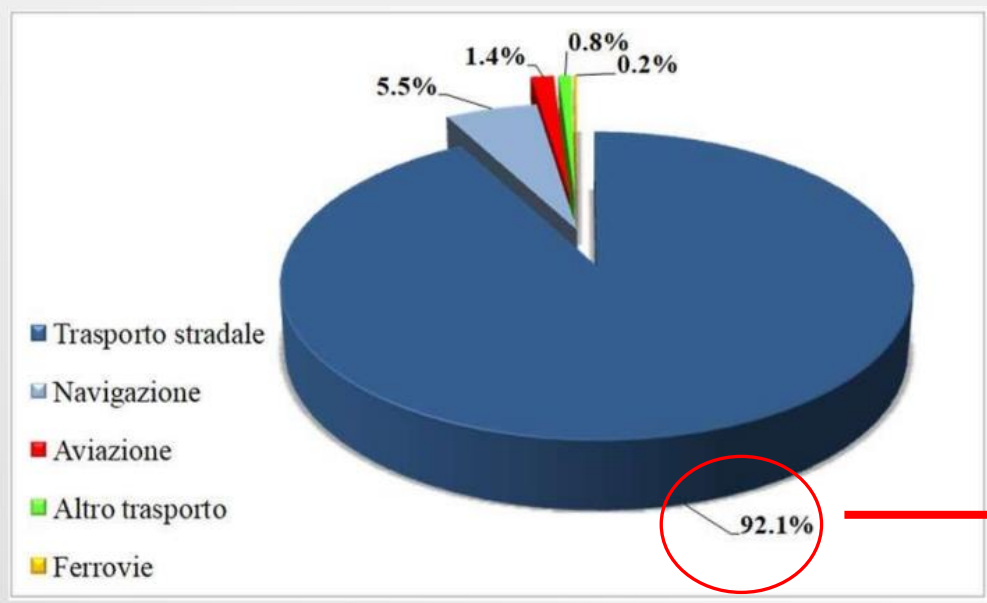
- **18% Giappone** (*Additional materials from the 2020 Annual Report on the Environment*).
- **10% Cina** (*China Automotive Industry Development Report, 2020*)

(Elaborazioni su dati Italian GHG Inventory 2019 ed ISPRA, 2021)

**Incidenza dei trasporti cresciuta di 5 punti percentuali dal 1990 a seguito di una razionalizzazione degli altri settori**

# INCIDENZA EMISSIONI DI GAS SERRA DEL TRASPORTO STRADALE RISPETTO ALLE ALTRE MODALITÀ DI TRASPORTO

ITALIA, 2019



Confronto con altri Paesi :

- 72% EU28 (*European Environment Agency*).
- 91% UK (*Transport and Environment Statistics 2021 Annual report. Department for transport*).
- 88% Stati Uniti (*Fast Facts on Transportation Greenhouse Gas Emissions. EPA. United States Environment Protection Agency*).
- 87% Cina (*CO<sub>2</sub> emissions distribution from transportation in China 2019, by mode. Statista Research Department*)

Dati ISPRA da Rapporto STEMI: decarbonizzare i trasporti (2022)

**Oltre il 92% imputabile al trasporto stradale**

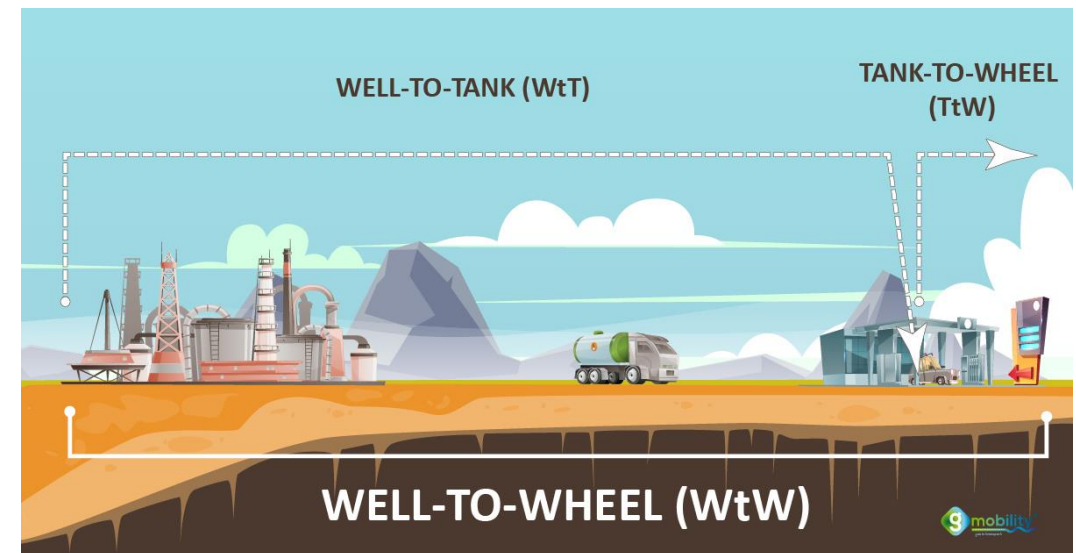
# OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico (veicoli\*km), dei gas serra ( $\text{CO}_{2\text{equiv}}$ , TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU "*Fit for 55*" e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici



# PERIMETRO DI ANALISI

- solo mobilità stradale (>90% del totale emissioni settore trasporti), per tipologia di veicolo (moto, auto, bus, veicoli merci leggeri e pesanti) ed ambito (urbano, extraurbano ed autostradale)
- le stime si riferiranno sia al ciclo dal "serbatoio alla ruota" (*Tank-To-Whell, TTW*) che dal "pozzo alla ruota" (*Well-To-Wheel, WTW*)
- scenari simulati:
  - 2019, dati consolidati
  - 2022, effetto COVID-19
  - 2005, anno di rif. "*Fit for 55*"



# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

- La tecnologia dei **veicoli 100% elettrici** sembra la soluzione più rapida ed efficace (matura) per il trasporto passeggeri e quello delle merci con veicoli leggeri
- i **biocombustibili**, che sfruttando scarti dell'agricoltura o coltivazioni ad hoc, sottraggono CO<sub>2</sub> dall'ambiente durante il loro ciclo vita ("bio credito") e potrebbero contribuire concretamente alla riduzione delle emissioni per i veicoli merci pesanti
- l'**approccio A-S-I** sembra quello più promettente per la definizione degli scenari di paths to 2030:
  - ✓ "**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 (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)



# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

**Incertezza della domanda** (*es. variabili socio-economiche legate alla domanda di viaggio, al comportamento degli utenti, ai livelli di traffico..*)

**Incertezza dell'offerta** (*es. prestazioni , tempi e costi di costruzione, innovazioni tecnologiche dirompenti..*)

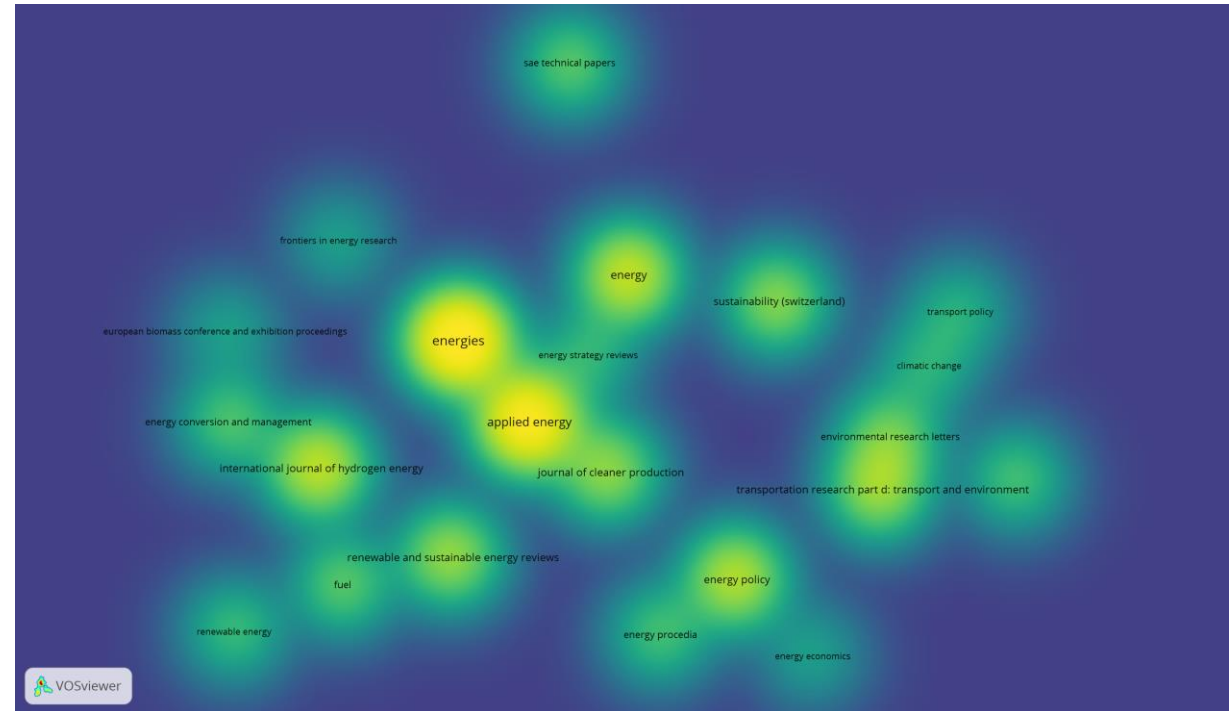
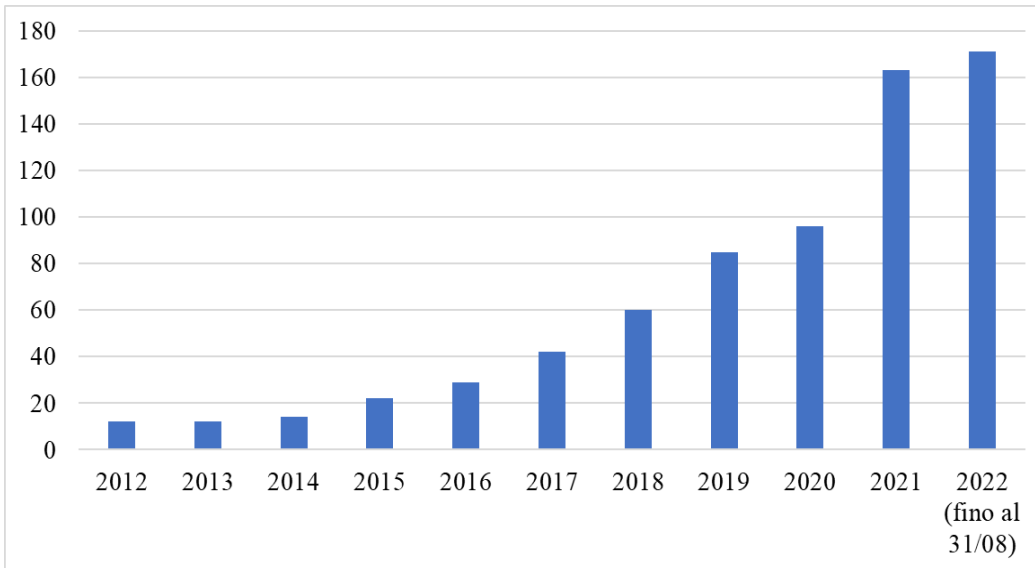
**Incertezza del contesto** (*es. ciclo politico, portatori di interesse, vincoli normative, pluralità di soggetti coinvolti*).



**LO STUDIO  
IN DETTAGLIO**

# ANALISI DI LETTERATURA SCIENTIFICA

Criterio di ricerca di pubblicazioni scientifiche: «Decarboniz\*» AND «Transport\* sector»



Articoli pubblicati su riviste internazionali dal 2012 al 2022: **crescente attenzione agli impatti dei trasporti sul riscaldamento globale**

Tema studiato principalmente da riviste del settore energetico: **dimensione improve prevalente**, mancano studi “trasportistici” (dimensioni *avoid* e *shift*)

# STUDI NAZIONALI COMPARABILI SU SCALA EUROPEA

Autori (anno), titolo, rivista	Contesto applicativo	Orizzonte temporale	Settore	Asse analizzato
<b>Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili (2022). Decarbonizzare i trasporti: Evidenze scientifiche e proposte di policy.</b>	Italia	2030/2050	Passeggeri e merci	I
<b>Anderl et al. (2019), Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2019</b>	Austria	2030/2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Dillman (2021), Decarbonization scenarios for Reykjavik's passenger transport: The combined effects of behavioural changes and technological developments. Sustainable Cities and Society</b>	Islanda	2050	Passeggeri	ASI
<b>European Environment Agency (2022), Decarbonising Road Transport – The Role of Vehicles, Fuels and Transport Demand</b>	UE	2030/2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Kany et al. (2022), Energy efficient decarbonisation strategy for the Danish transport sector by 2045. Smart Energy</b>	Danimarca	2045	Passeggeri	ASI
<b>Kramer et al. (2021), Future Fuels: FVV Fuels Study IV: The Transformation of Mobility to the GHG-neutral Post-fossil Age, Final report</b>	Germania	2030/2050	Passeggeri e merci	I
<b>Mattila e Antikainen (2011), Backcasting sustainable freight transport systems for Europe in 2050. Energy Policy</b>	UE	2050	Merci	SI
<b>Mock e Díaz (2021), Pathways to decarbonization: the European passenger car market in the years 2021–2035</b>	UE	2035	Passeggeri	I
<b>Ribeiro e Mendes (2022), Towards Zero CO2 Emissions from Public Transport: The Pathway to the Decarbonization of the Portuguese Urban Bus Fleet. Sustainability</b>	Portogallo	2034	Passeggeri	I
<b>Salvucci et al. (2019), The role of modal shift in decarbonising the Scandinavian transport sector: Applying substitution elasticities in TIMES-Nordic. Applied Energy</b>	Regioni scandinave	2030-2050	Passeggeri e merci	SI
<b>Soria-Lara e Banister (2017), Participatory visioning in transport backcasting studies: Methodological lessons from Andalusia (Spain). Journal of Transport Geography</b>	Spagna	2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Tsita e Pilavachi (2017), Decarbonizing the Greek road transport sector using alternative technologies and fuels. Thermal Science and Engineering Progress</b>	Grecia	2050	Passeggeri e merci	I

# STUDI SU SCALA EUROPEA ED INTERNAZIONALE

## I RISULTATI DI UN'ANALISI DESK

Principali indicazioni degli studi analizzati:

- l'approccio multidimensionale "ASI" (contenimento della domanda, politiche di diversione modale e miglioramento tecnologico) risulta essere il **più promettente** per il percorso di decarbonizzazione del settore dei trasporti
- la progressiva penetrazione dei **veicoli 100% elettrici** viene individuata **come soluzione tecnologica più rapida ed efficace** per il trasporto passeggeri
- la riduzione di impatti ambientali per il trasporto merci dipende maggiormente dal calo della domanda (maggiori ostacoli per lo shift modale e sviluppo tecnologico)

Principali limiti riscontrati:

- si ipotizzano **scenari poco realizzabili** con ipotesi eccessivamente ottimistiche
- il percorso verso il futuro "desiderabile" (scenari zero/low-emissions) non viene guidato ed organizzato in intervalli temporali progressivi
- non tutti gli studi concludono che i targets del "*Fit for 55*" potranno essere raggiunti dal settore dei trasporti

Per l'Italia vengono individuate alcune possibili soluzioni tecnologiche per perseguire la decarbonizzazione (**assenza di analisi quantitative sui possibili impatti e sui tempi a supporto**)

# PRINCIPALI ELEMENTI DI ORIGINALITÀ DELLO STUDIO PROPOSTO

## SCENARIO ATTUALE

- inventario originale della domanda di mobilità dei passeggeri e delle merci su gomma (veicoli\*km) per ambito a partire da un'analisi approfondita dei dati multi-fonte disponibili e dei traffici internazionali
- stima dell'inventario dei gas serra (CO<sub>2</sub> equiv.) e dei consumi energetici (TWh) imputabile al settore stradale dei trasporti in Italia secondo le metodologie di stima consolidate
- validazione incrociata dei risultati tramite applicazione congiunta di metodi bottom-up e top-down
- aggiornamento delle stime al periodo pandemico (2020-2022)

## SCENARI TENDENZIALI DI PATHS AL 2030

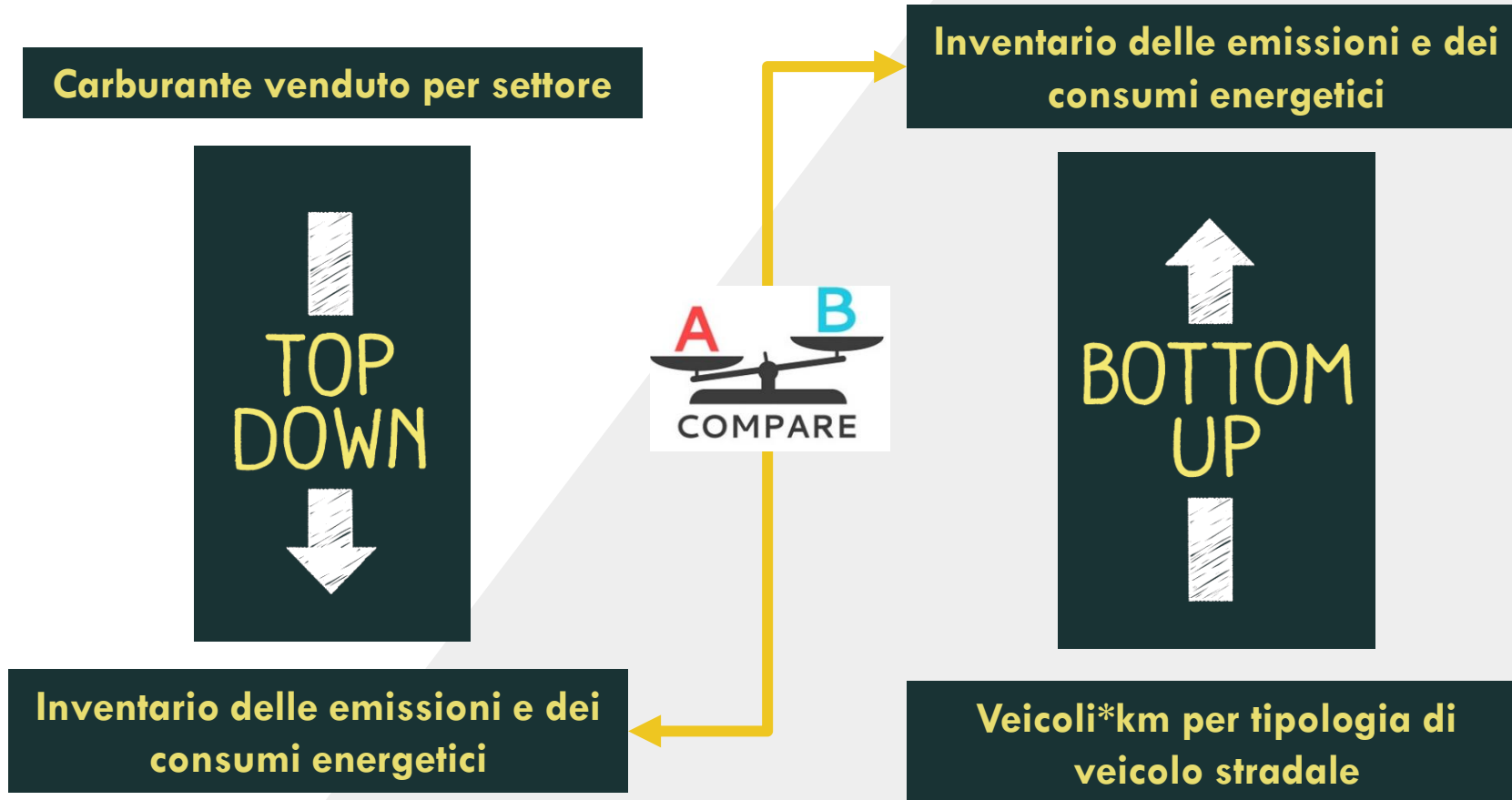
- riconoscimento della «profonda Incertezza» delle fase socio-economica con ipotesi ottimistiche e pessimistiche (rispetto all'obiettivo decarbonizzazione)
- stima quantitativa impatti prodotti da un mix verosimile (intervallo) di azioni/politiche/soluzioni tecnologiche secondo un approccio multidimensionale (paradigma "ASI") e grado di raggiungibilità

## SCENARI NON TENDENZIALI

- esplicita definizione di scenari non tendenziali «teorici» (es. rinnovo parco 100% a veicoli full-electric) e di «policy» al 2030 (es. biocarburanti per alimentazione veicoli diesel EURO 6)



# LA METODOLOGIA DI STIMA



## RISULTATI STIME VEICOLI\*KM

- per singola categoria veicolare
- ed ambito di percorrenza

# AMBITI E DEFINIZIONI

## CATEGORIE VEICOLARI ANALIZATE

- **Autovetture:** grande/SUV, media, piccola/mini
- **Motocicli:** due tempi, quattro tempi
- **Bus:** urbano medio ( $\leq 15$  t), urbano standard (15 - 18 t), urbano articolato ( $> 18$  t), coaches standard ( $\leq 18$  t), coaches articolato ( $> 18$  t)
- **Veicoli merci:** raggruppati per peso veicolo (tara) e carico medio pari a  $\leq 7,5$  t, 7,5 - 12 t, 12 - 14 t, 14-20 t, 20-26 t, 26 - 28 t, 28-34 t, 34-40 t, 40 - 50 t, 50 - 60 t.

## AMBITI DI PERCORRENZA PER TIPOLOGIA DI INFRASTRUTTURA STRADALE

- **AUTOSTRAD**E, ovvero le strade extraurbane/urbane a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, prive di intersezioni a raso e di accessi privati e con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione (tipo A all'Art. 2 del codice della strada)
- **STRADE URBANE**, ovvero le strade comunali, di proprietà o gestione di un Comune (tipo D, E ed F all'Art. 2 del codice della strada)
- **STRADE EXTRAURBANE**, ovvero le strade extraurbane non appartenenti alle categorie precedenti (tipo B e C all'Art. 2 del codice della strada)

# MOBILITÀ DELLE PERSONE

METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: le fonti DATI

Analisi incrociate considerando le principali fonti di riferimento nazionali:

- 1) **ISPRA (2022)**. Dati trasporto stradale 1990-2020 disponibili su <http://emissioni.sina.isprambiente.it>
- 2) **ISFORT (2020-2021)**, 17° e 18° Rapporto sulla mobilità degli italiani. Tra gestione del presente e strategie per il futuro
- 3) **Piani Urbani Mobilità Sostenibile (PUMS)** di diverse città italiane, tra cui, Milano, Roma capitale, Bologna
- 4) **ISTAT (2011)**, matrice del pendolarismo per motivi di lavoro o di studio riferita alla popolazione residente rilevata al 15° Censimento generale della popolazione
- 5) **Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili (MIMS)**, Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (Anni 2019 - 2020)
- 6) **Conteggi di traffico** per singola categoria veicolare disponibili su rete ANAS e Autostrade
- 7) **AISCAT (2019)**. Dati delle autostrade italiane in concessione disponibili su <https://www.aiscat.it/>
- 8) **Autostrade per l'Italia S.p.A. (2022)**, Libro bianco: rigenerazione, resilienza e sostenibilità delle autostrade italiane

# MOBILITÀ DELLE PERSONE

## METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE IPOTESI DI CALCOLO

	Urbano	Extraurbano	Autostrade
Auto	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1]) e validati da elaborazioni a partire da dati ISFORT (fonte: [2]) e di alcuni PUMS di città italiane (fonte: [3])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati su rete Aiscat per le classi di pedaggio A e B (fonte: [7]) e su autostrade Anas (fonte: [8])</li> <li>classe di pedaggio A considerata al 100%, mentre quella B per la sola quota parte della mobilità passeggeri (fonte: [8])</li> <li>suddivisione per classe di veicolo (auto, motocicli e bus) sulla base dei conteggi di traffico disponibili (fonte: [6])</li> </ul>
Motocicli	<ul style="list-style-type: none"> <li>suddivisione per classe veicolare (auto e motocicli) a partire dalla matrice del pendolarismo ISTAT (fonte: [4])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1])</li> </ul>	
Bus	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*km stimati come media dei dati ISPRA [1] e MIMS [5] che differiscono per circa il 30%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km (<math>Vk_{bus}</math>) stimati come:  <math display="block">Vk_{bus} = I_{bus} * \text{veicoli} * Km_{a+m}</math>                     con                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>veicoli * Km_{a+m}</math> è il totale dei veicoli*Km in ambito extraurbano relativi alle auto e motocicli (fonte: [1])</li> <li><math>I_{bus}</math> è l'incidenza dei veicoli*km in extraurbano per i bus rispetto al totale auto + motocicli, stimata tramite conteggi di traffico disponibili (fonte: [6])</li> </ul> </li> </ul>	

# MOBILITÀ DELLE MERCI

## METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE FONTI DATI

- 1) **Piani Urbani Mobilità Sostenibile (PUMS)** di diverse città italiane, tra cui, Milano, Roma Capitale, Bologna
- 2) **ANAS (2019)**; dati di traffico sistema PANAMA
- 3) **ISPRA (2022)**; dati trasporto stradale 1990-2020 disponibili su <http://emissioni.sina.isprambiente.it>
- 4) **Autostrade per l'Italia S.p.A. (2019)**; matrici casello-casello per classe di pedaggio
- 5) **Autostrade per l'Italia S.p.A. (2019)**; dati pese dinamiche
- 6) **AISCAT (2019-2021)**; dati delle autostrade italiane in concessione disponibili su <https://www.aiscat.it>
- 7) **Open Data Lombardia**: matrice veicoli commerciali e pesanti, anno 2016



# MOBILITÀ DELLE MERCI

## METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE IPOTESI DI CALCOLO

	Urbano	Extraurbano	Autostrade
Merci	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km (<math>Vk_{merci}</math>) stimati come:  <math>Vk_{merci} = I_{merci} * veicoli*Km_{persone}</math>                      con                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>veicoli*Km_{persone}</math> è il totale dei veicoli*Km stimati in ambito urbano relativi alla mobilità delle persone</li> <li><math>I_{merci}</math> è la percentuale di incidenza media dei veicoli*Km merci sul totale desunta da PUMS italiani (fonte: [1]) e studi internazionali di settore</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dati stimati a partire dalle serie storiche (fonte: [3] e [7]) aggiornate secondo due ipotesi di crescita:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>per la tipologia di veicoli Heavy Duty Trucks applicazione della crescita tendenziale riscontrata su <i>autostrade</i></li> <li>per la tipologia Light Commercial Vehicles applicazione della crescita tendenziale riscontrata sulla tipologia stradale <i>urbano</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km per classe di pedaggio (2÷5 assi) stimati da matrici casello-casello su rete Autostrade per l'Italia (ASPI) (fonte: [4]) (~42.5% totale estesa rete autostradale nazionale)</li> <li>veicoli*Km per tipologia di veicolo stimati su sistema PANAMA su rete ANAS (~18.5% totale estesa rete autostradale nazionale), (fonte: [2]), associando la lunghezza di una tratta di riferimento a ciascuna sezione monitorata</li> <li>armonizzazione dei dati ASPI (fonte: [4]) e ANAS (fonte: [2]) alla classificazione veicolare ISPRA (fonte: [3]) sulla base di dati di pese dinamiche sulla rete autostradale ASPI (fonte: [5])</li> <li>espansione all'intera rete autostradale nazionale sulla base di dati AISCAT (fonte: [6]).</li> </ul>

# RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA 2019

Totale 503.891 Mln veicoli\*km

Mobilità  
Delle  
persone

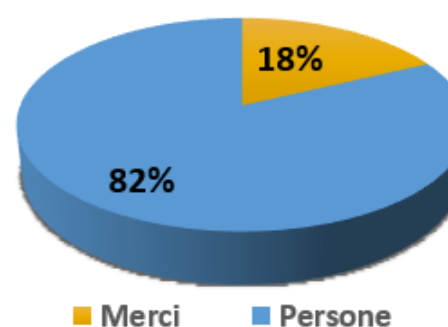
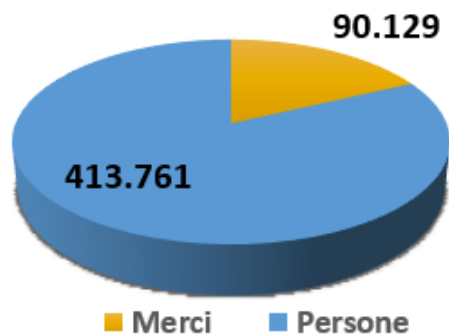
	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Auto	80.540	228.763	76.832	386.135
Motocicli	14.915	9.561	309	24.784
Bus	777	1.311	754	2.842
<b>Totale</b>	<b>96.232</b>	<b>239.635</b>	<b>77.894</b>	<b>413.761</b>

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Auto	19,5%	55,3%	18,6%	93,3%
Motocicli	3,6%	2,3%	0,1%	6,0%
Bus	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%
<b>Totale</b>	<b>23,3%</b>	<b>57,9%</b>	<b>18,8%</b>	<b>100,0%</b>

Mobilità  
Delle  
merci

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
HGV	5.463	15.374	15.577	36.414
LGV	14.653	30.946	8.116	53.715
<b>Totale</b>	<b>20.116</b>	<b>46.320</b>	<b>23.693</b>	<b>90.129</b>

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
HGV	6,1%	17,1%	17,3%	40,4%
LGV	16,3%	34,3%	9,0%	59,6%
<b>Totale</b>	<b>22,3%</b>	<b>51,4%</b>	<b>26,3%</b>	<b>100,0%</b>



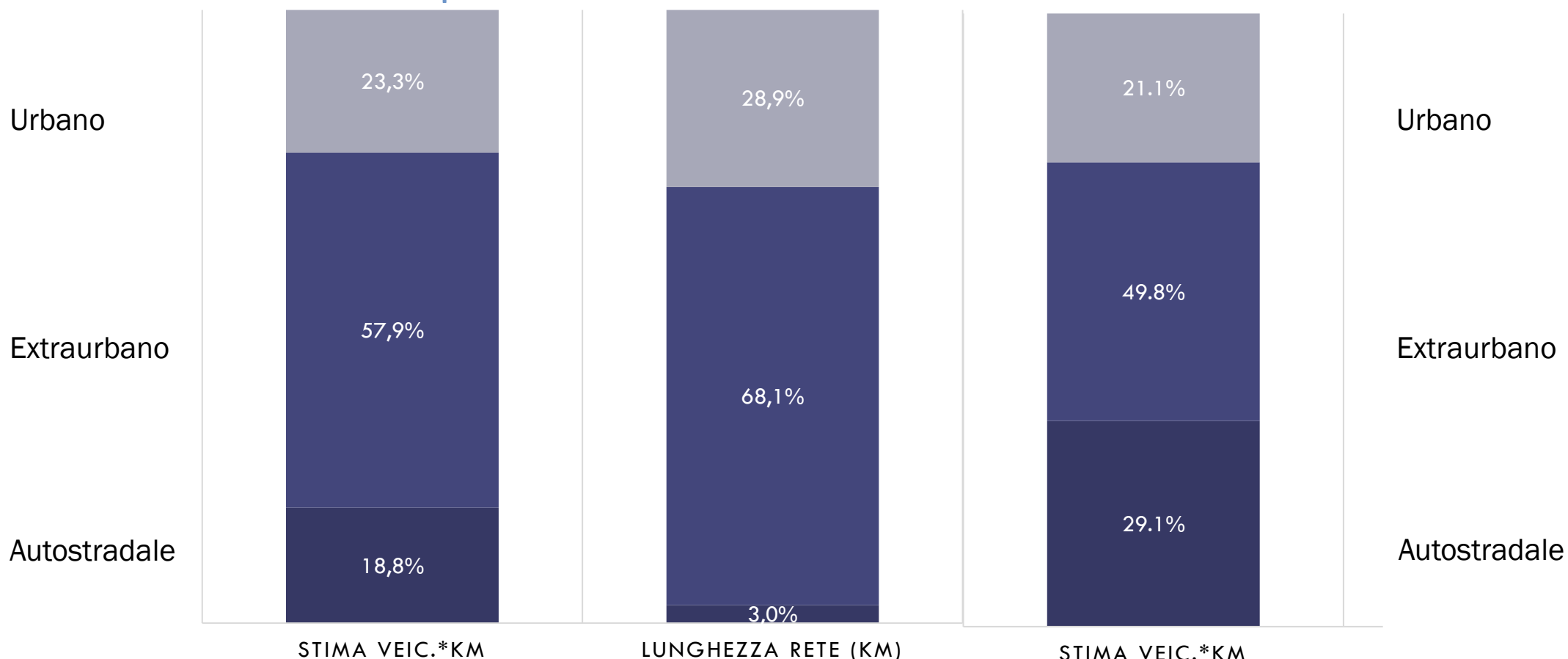
# RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA

## ALCUNI CONFRONTI

Confronto stima veicoli\*km totali vs. lunghezza rete stradale (2019)

Mobilità delle persone

Mobilità delle merci



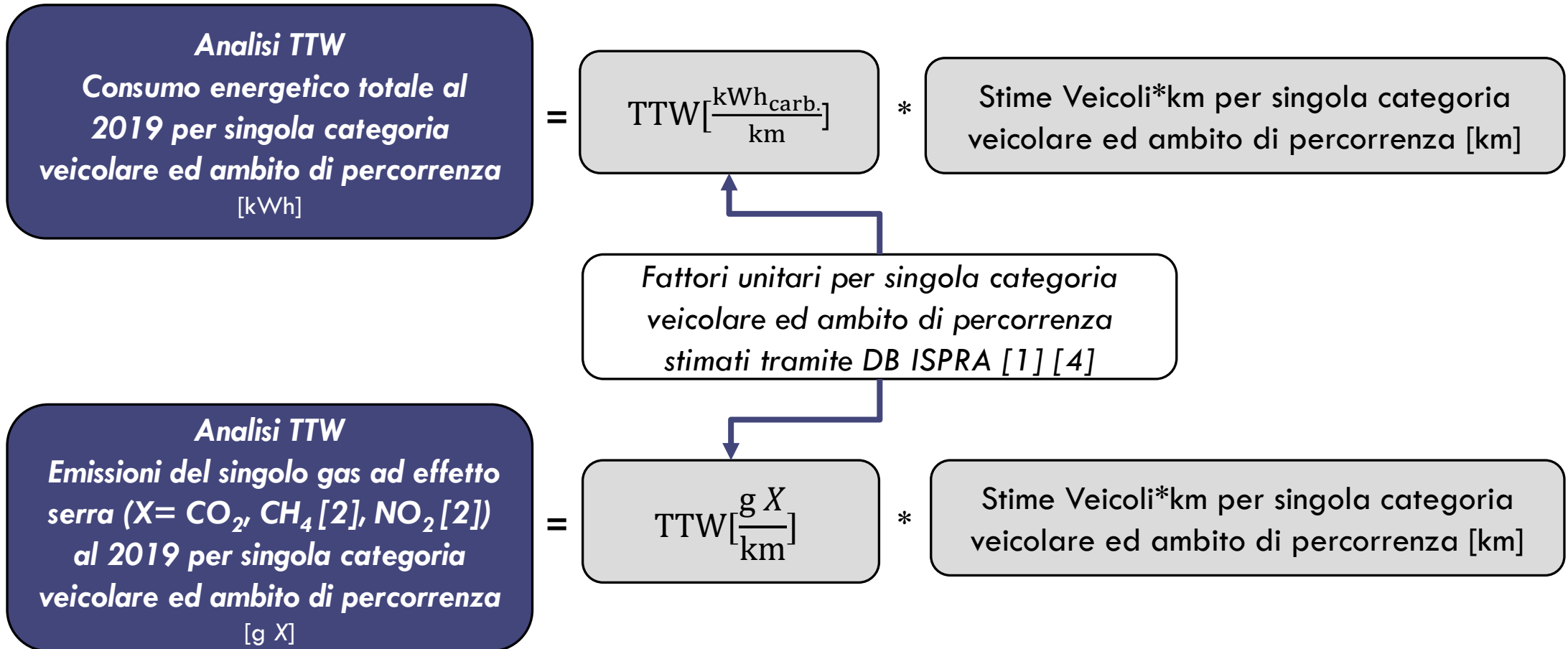
Uso più estensivo della rete autostradale (+16 punti percentuali) a discapito dell'extraurbano

Uso molto più estensivo della rete autostradale (+26 punti percentuali) a discapito dell'extraurbano

**RISULTATI  
STIME BOTTOM-UP  
E CONFRONTO CON  
STIME TOP-DOWN**

- consumi ed emissioni
- per singola categoria veicolare
- ed ambito di percorrenza

# METODO DI STIMA BOTTOM-UP DAL "SERBATOIO ALLA RUOTA" (TANK-TO-WHELL, TTW) EMISSIONI GAS SERRA E CONSUMI ENERGETICI



# METODO DI STIMA BOTTOM-UP DAL "POZZO ALLA RUOTA" (WELL-TO-WHEEL, WTW) EMISSIONI GAS SERRA E CONSUMI ENERGETICI

## Analisi WTW

Consumo energetico  
totale al 2019 per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[kWh]

$$= \text{WTT} \frac{\text{kWh}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [kWh]}$$

Consumo energia unit./Emissioni specifiche di gas serra necessaria/e per fornire combustibile al serbatoio su unità di energia espressa dal carburante [3]

Fattori unitari per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza stimati tramite DB ISPRA [1] [4]

## Analisi WTW

Emissioni di gas serra  
totali al 2019 per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[g CO<sub>2</sub>eq]

$$= \text{WTT} \frac{\text{g CO}_{2\text{eq}}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [g CO}_{2\text{eq}}]}$$



# METODO DI STIMA BOTTOM-UP: LE FONTI BIBLIOGRAFICHE

1. **ISPRA (2019)**; trend fattori unitari di emissione e stime impatti settore dei trasporti disponibile su <https://fetransp.isprambiente.it/#/>
2. **Ecometrica**; Fattori di conversione  $N_2O$  e  $CH_4$  in  $CO_2eq$
3. **Joint Research Centre (JRC)**; fonte dati per i coefficienti WTT di consumi ed emissioni del settore trasporti. Citazione: Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-20109-0
4. **Dati CNR STEMS** emissioni e consumi da test in laboratorio e su strada, modelli di veicoli per la stima di consumo energetico

# RISULTATI STIME BOTTOM-UP

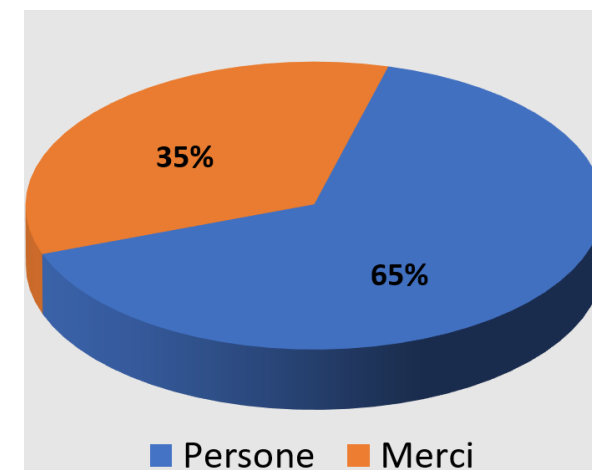
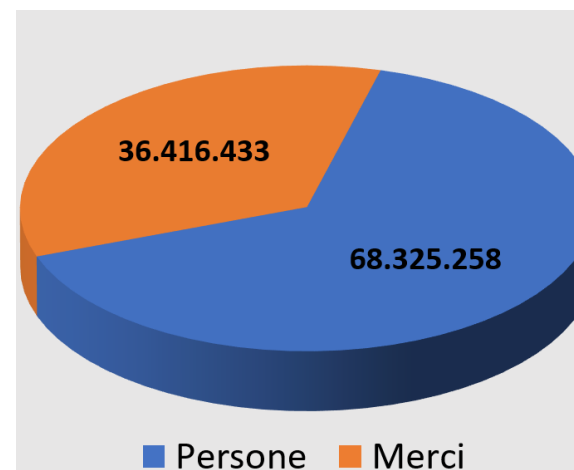
Emissioni gas serra TTW e WTW (tCO<sub>2eq</sub> - 2019)

TTW (tCO <sub>2eq</sub> - 2019)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	19 459 597	32 702 732	11 447 131	63 609 459
Totale motocicli	1 580 836	877 855	36 157	2 494 847
Totale bus	869 912	921 217	429 823	2 220 952
Totale merci HGV	5 699 014	9 136 178	9 090 292	23 925 483
Totale merci LGV	4 622 021	5 876 875	1 992 054	12 490 950
<b>Totale</b>	<b>32 231 379</b>	<b>49 514 857</b>	<b>22 995 456</b>	<b>104 741 691</b>

WTW (tCO <sub>2eq</sub> - 2019)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	24 123 381	40 867 421	14 299 394	79 290 197
Totale motocicli	1 940 358	1 076 929	44 525	3 061 812
Totale bus	1 089 312	1 158 829	544 867	2 793 007
Totale merci HGV	7 228 028	11 569 378	11 447 368	30 244 774
Totale merci LGV	5 851 955	7 453 689	2 527 618	15 833 262
<b>Totale</b>	<b>40 233 033</b>	<b>62 126 247</b>	<b>28 863 772</b>	<b>131 223 052</b>

- La mobilità delle persone a fronte del 82% dei veicoli\*km totali emette il 65% dei gas serra totali
- nell'ambito extraurbano si emettono la maggiore parte dei gas serra (47%, di cui il 30% del totale imputabile alle auto ed il 15% ai veicoli merci), seguito dall'urbano (30%) e quindi dalle autostradale (23%)

**L'incidenza del TTW e di circa l'80% sul totale WTW**



# STIME BOTTOM-UP

## CALCOLO CONSUMO TOTALE DI CARBURANTE

Dall'analisi dei risultati bottom-up sono stati ricavati i litri di carburante necessari ad alimentare il parco veicolare, a partire dall'energia spesa su strada:

**Energia spesa parco circolante [TWh]**



percorso,  
rendimento propulsore,  
potere calorifico carburante,  
potere calorifico

**Consumo massico e volumetrico carburante [km e Litri]**

$$kg \text{ carburante totale} = \frac{\text{consumo energetico totale carburante}}{\text{potere calorifico inferiore}} \left[ \frac{kWh}{kWh/kg} \right]^*$$

\* Per i veicoli GPL e CNG bi-fuel è stato ipotizzato un consumo medio di benzina pari al 7% (fonte: Valore percentuale di consumo benzina in un veicolo dual fuel GPL da articolo. Citazione: Grzelak, Paulina & Taubert, Sławomir. (2021). Consumption of gasoline in vehicles equipped with an LPG retrofit system in real driving conditions )

# CONFRONTO RISULTATI BOTTOM-UP E TOP-DOWN

Confronto tra il venduto di carburante e la stima del consumato per tutte le categorie veicolari ed ambiti di percorrenza

(litri 2019)	Bottom up (stima consumato TTW autotrazione)	Top down * (venduto MITE)	Diff. %
Benzina	9.703.677.191	9.836.461.126	-1,3%
Gasolio	30.460.633.624	28.465.311.005	7,0%
GPL	2.642.911.171	3.005.454.545	-12,1%
Compressed Natural Gas - CNG [kg]	736.299.469	786.412.000	- 6,4%

Il disavanzo del 7% per il Gasolio è imputabile al rifornimento all'estero dei veicoli merci che poi circolano (emettono CO<sub>2</sub>) in Italia

\* Fonti bibliografiche:

- Ministero della transizione Ecologica (MITE); analisi e statistiche energetiche e minerarie disponibili su: <https://dgsaie.mise.gov.it/consumi-petroliferi>
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-20109-0



**DEFINIZIONE DEGLI  
SCENARI DI PATHS  
AL 2030**

# OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico ( veic/km), dei gas serra (CO<sub>2</sub>equiv.TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU “*Fit for 55*” e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici



# DEFINIZIONE DI SCENARI TENDENZIALI

**PRESENTE**

*deep uncertainty...*  
pandemia COVID-19, crisi energetica, conflitto in Ucraina

**FORECASTING**

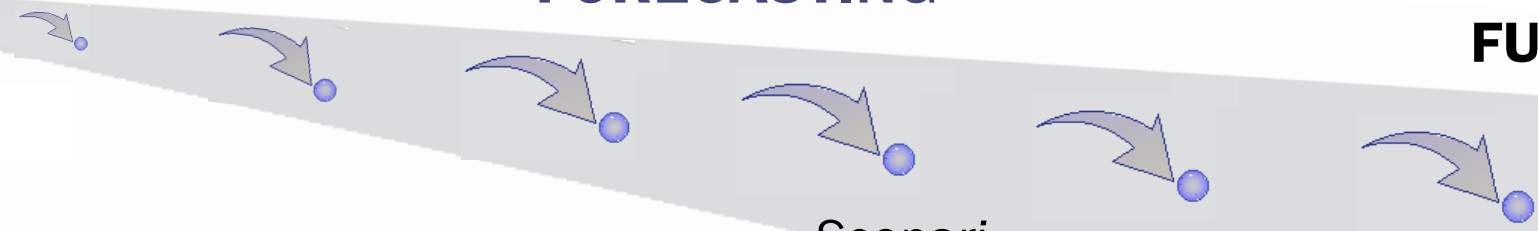
*Scenari tendenziali futuri su proiezione delle tendenze osservate in atto*

**FUTURO**

**I futuri possibili che il passato ci ha dato**

*Riduzione emissioni CO<sub>2</sub> trasporto stradale*

**Targets Fit for 55  
Raggiunto ?**



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Due scenari analizzati:

- **Max decarbonizzazione** : in ragione di ipotesi verosimili **più favorevoli** ad una riduzione della CO<sub>2</sub> emessa
- **Min decarbonizzazione**: in ragione di ipotesi verosimili **meno favorevoli** ad una riduzione della CO<sub>2</sub> emessa

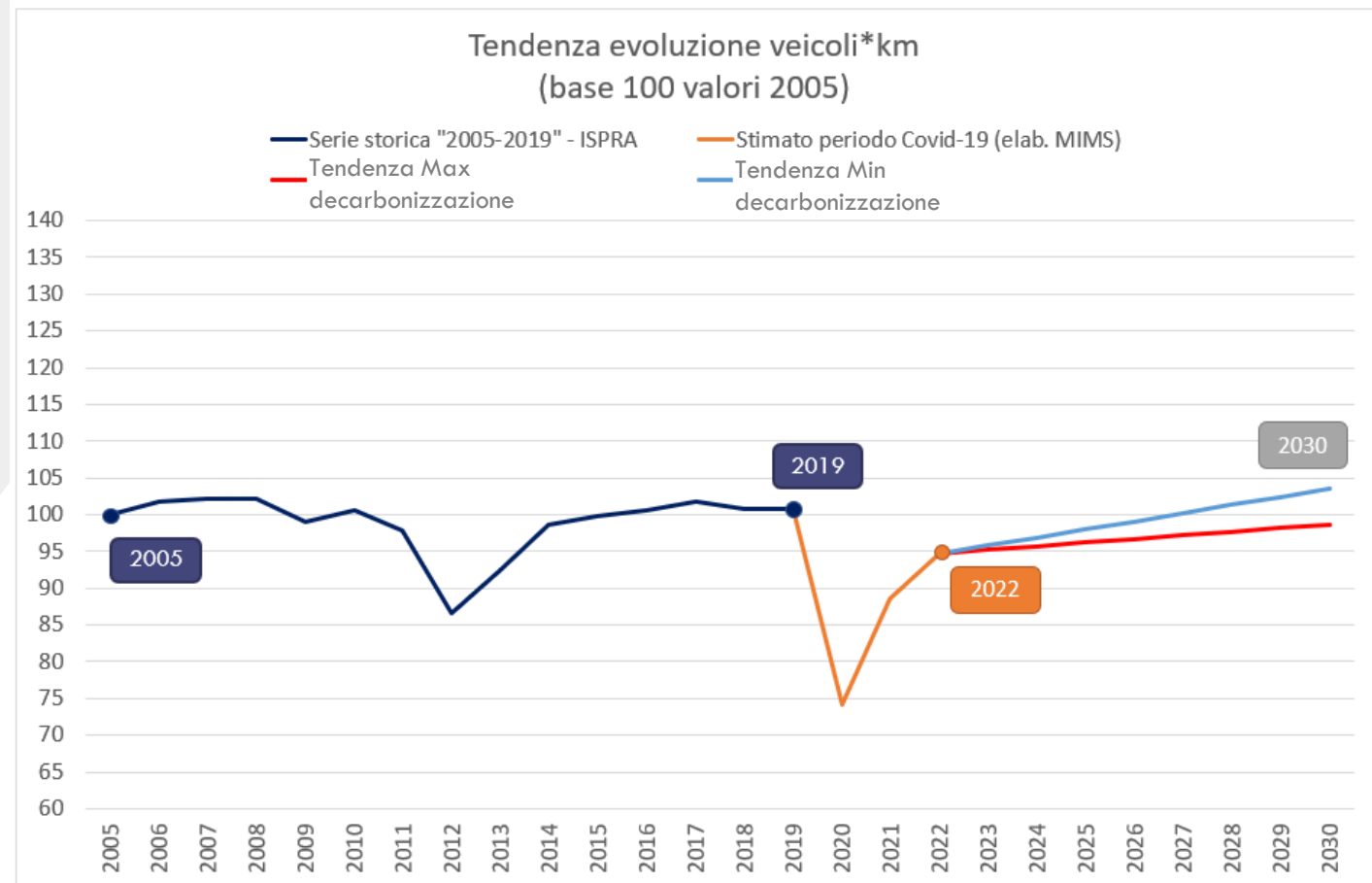
# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

### 1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA

**SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda più contenuta rispetto a quanto osservato nel periodo pre Covid-19 (1% anno), **domanda al 2030 -2% rispetto al 2019** anche in ragione di una possibile riduzione del parco circolante che ci potrebbe essere nei prossimi anni a seguito dell'aumento dei costi delle materie prime e/o di una penetrazione nel mercato di veicoli elettrici mediamente più costosi, oltre alla decrescita tendenziale ISTAT della popolazione

**SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:** crescita domanda con tassi annui paragonabili a quelli del periodo di **massima crescita degli ultimi decenni** (1,4% anno) **domanda al 2030 +3% rispetto al 2019**



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

1) **POLITICHE DI AVOID:** quota di **spostamenti eliminabili** (“avoid”) a seguito di modifiche nel mercato del lavoro (permanenza strutturale dello **smart working/telelavoro**)

**SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE :** in linea con quanto osservato dall'Osservatorio dello Smart Working, si è assunto che al 2030 gli **smart workers** saranno il **26% degli addetti totali** che a loro volta lavoreranno a distanza saranno in media **2,5 giorni a settimana**, tenendo conto delle ripartizioni per motivo degli spostamenti (*fonte: ISFORT, 2021*) si è stimata una riduzione dei veicoli\*km pari a -1,5%

**SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:** ipotizzando che lo **smart working** calerà nei prossimi anni e che al 2030 gli smart workers (e i corrispondenti veicoli\*km evitabili) **saranno la metà di quelli stimati per lo scenario alta decarbonizzazione.**

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

2) **"SHIFT" MODALE (2030-2023)**: si prevede uno shift modale a favore del trasporto collettivo (riduzione dei veicoli\*km di automobili) per effetto:

### SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:

- i) degli **investimenti** in corso in infrastrutture e servizi di trasporto programmati dal MIMS (es. **PNRR, fondo complementare**) che si stima produrranno **una riduzione del 5% dei veicoli\*km di automobili**;
- ii) dell'attuazione di politiche di **mobilità sostenibile dei PUMS** delle città metropolitane (*anche in ragion del Fondo per la mobilità sostenibile" istituito con la Legge di Bilancio per il 2022*) che si stima si traduca in benefici per il 36% della popolazione italiana in termini di riduzione dell'uso dell'auto privata (**-13% dei veicoli\*km di automobili**, valore desunto dal PUMS di Bologna e Torino);
- iii) della crescita della **quota modale di sharing mobility** (in particolare monopattini e bici che si tradurrebbero in una riduzione di veicoli\*km di automobili) con tassi doppi rispetto a quanto osservato negli ultimi anni.

### SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:

- i) degli investimenti previsti per il Trasporto Pubblico Locale (TPL), secondo tassi di penetrazione prudenziali;
- ii) della crescita della quota modale di sharing mobility, secondo tassi di penetrazione prudenziali

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

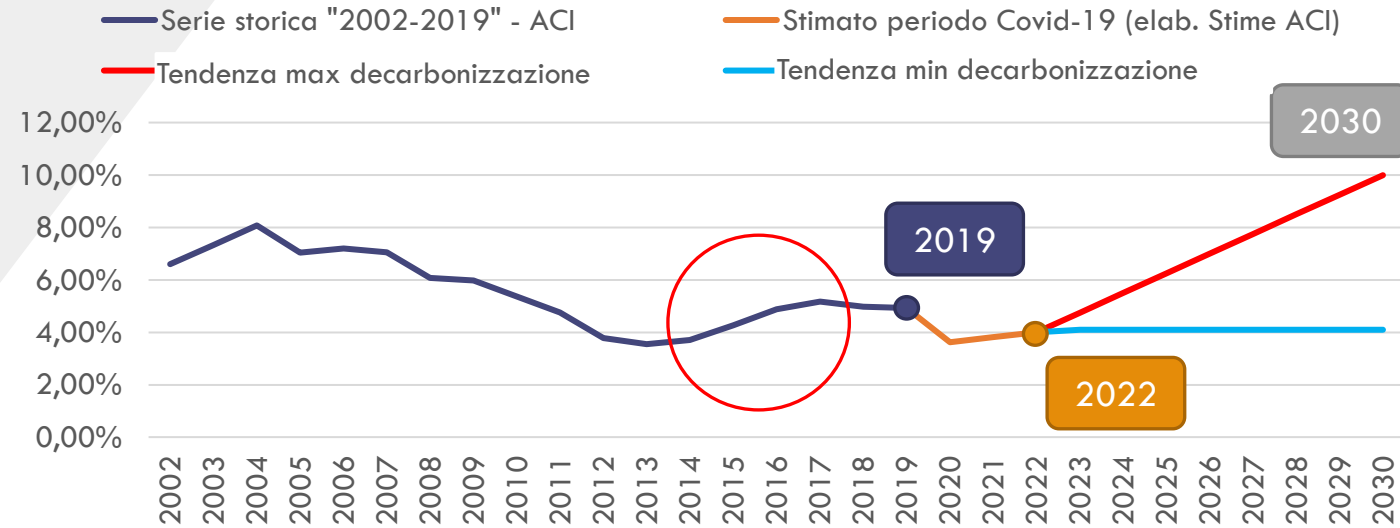
## Mobilità delle persone

- 3) **"IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante**  
a) **ipotesi rinnovo parco circolante**

**SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** tassi annui superiori al 15% rispetto a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo del parco (2014-2017) degli ultimi decenni per le auto (pari al 7,6% all'anno) in considerazioni degli incentivi in atto per il rinnovo del parco circolante. Per i bus extraurbani è stato ipotizzato un tasso pari a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo (3,7% anno) e i motocicli (3,7% anno), e tassi di rinnovo doppi per i bus urbani. Ulteriore rinnovo del parco circolante derivante della diffusione della sharing mobility.

**SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:** con tassi annui prudenziali ed uguali a quelli osservati nell'ultimo decennio per le auto (4,1%), i motocicli (3%) ed i bus(3%)

Tendenza tasso di rinnovo medio annuo



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

### 3) "IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante

#### b) Ipotesi nuove immatricolazioni

#### SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:

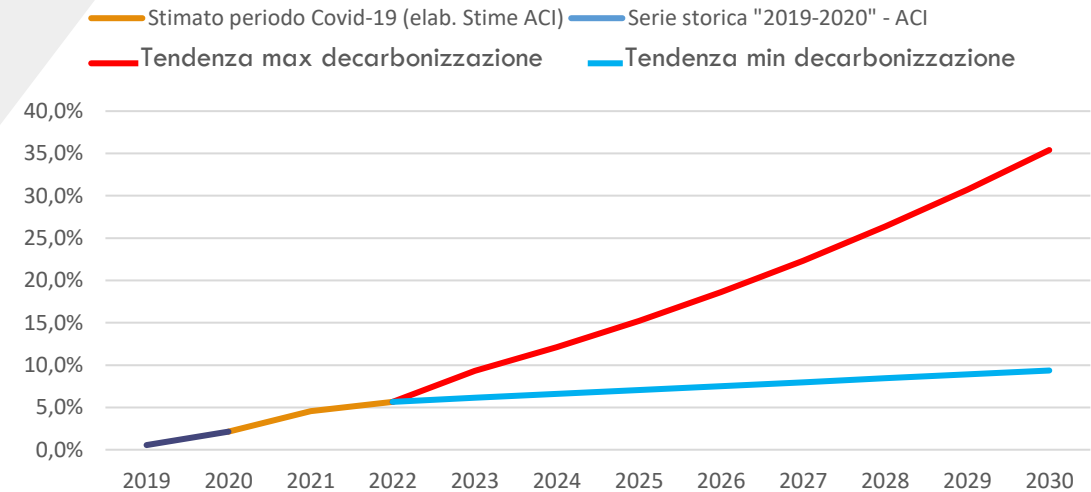
- *auto full electric (BEV)*: tassi di crescita quadratica analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 (Francia, Germania e Spagna) negli ultimi anni anche in ragione di un maggior impatto delle nuove direttive EU che si avranno al 2030 (es. divieto di vendita di nuove auto termiche dal 2035)
- *auto full-hybrids (HEV)* secondo tassi tendenziali di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2012 - 2021
- *bus urbani*: nuove immatricolazioni 100% bus elettrici

#### SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:

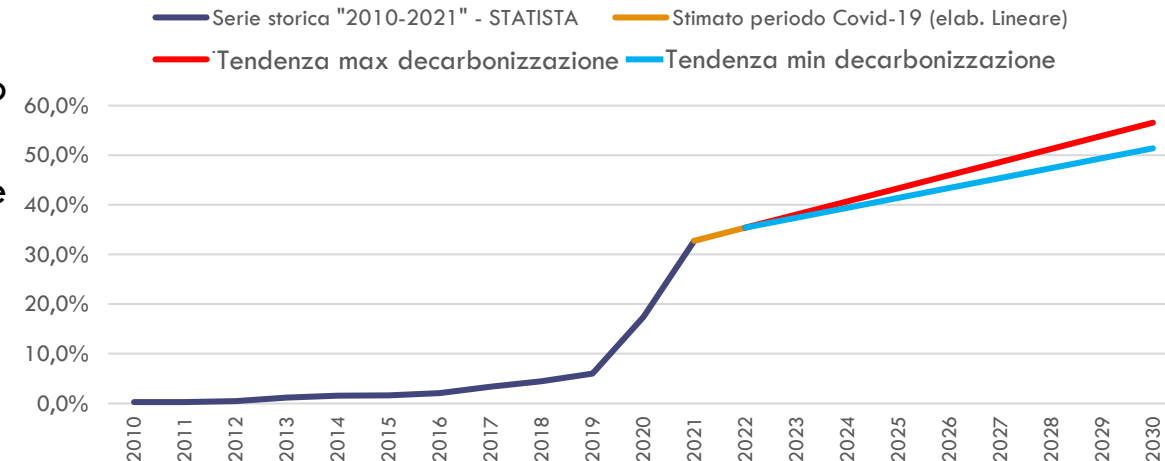
- *auto full electric (BEV)* tassi di crescita lineare analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3
- *auto full-hybrids (HEV)* secondo tassi tendenziali di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021

**trend veicoli combustione interna** per entrambi gli scenari:  
ipotesi che il rinnovo avvenga a parità di tipologia veicolare, alimentazione e a partire dai veicoli più anziani (es. EURO 0)

Immatricolati full electric (BEV) / immatricolati totali



Immatricolati full hybrids (HEV) / immatricolati totali



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone: sintesi ipotesi di scenario

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
<b>MIN DECARB.</b>	Crescita della domanda con <b>tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita</b> degli ultimi decenni	<b>Riduzione dello smart working</b> con impatti sulla domanda pari al 50% al 2030 rispetto allo scenario Alta Decarb.	<b>Shift modale</b> per effetto degli investimenti previsti per il Trasporto Pubblico Locale (TPL), oltre che della crescita della quota modale di sharing mobility, entrambi <b>secondo tassi di penetrazione prudenziali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione uguali a quelli osservati</b> nell'ultimo decennio</li> <li>• Nuove immatricolazioni: auto full-electric <b>secondo tassi di crescita lineari</b> rispetto a quanto osservato nel per i Paesi EU3 (Francia, Germania e Spagna) negli ultimi anni; auto full-hybrid (HEV) con tassi di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021</li> </ul>
<b>MAX DECARB.</b>	<b>Crescita della domanda contenuta</b> e inferiore rispetto al periodo pre-covid + <b>decescita tendenziale ISTAT popolazione</b> (crescita media $\approx 0,5\%$ anno)	<b>Permanenza strutturale dello smart working</b>	<b>Shift modale</b> per effetto di: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) investimenti PNRR</li> <li>ii) attuazione di politiche di mobilità sostenibile dei PUMS delle città metropolitane</li> <li>iii) crescita della quota modale di sharing mobility (tassi doppi rispetto agli ultimi anni)</li> </ul>	<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: auto <b>100% elettrico con tassi di crescita quadratica</b> analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 negli ultimi anni; auto full-hybrid (HEV) con tassi di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2012 - 2021; autobus urbani 100% elettrici</li> </ul>



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle persone: sintesi impatti prodotti dalle ipotesi di scenario

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante			
Scenario	(var.% veicoli*km 2030-2022)			% parco rinnovato (dal 2022 al 2030)	Composizione parco circolante al 2030		
					AUTO	BUS	
<b>MIN DECARB.</b>	+8,0% Auto	-0,7% Auto	-0,01% Auto	33% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico Ibrido (HEV) Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6	3,1% 22,9% 0,0% 5,5% 11,5% 57,0%	6,6% 0,4% 1,5% 10,5% 23,8% 57,2%
<b>MAX DECARB.</b>	+3,5% Auto	-1,5% Auto	-7,8% Auto	60% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico Ibrido (HEV) Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6	15,7% 34,3% 0,0% 0,0% 0,0% 50,0%	6,6% 0,4% 1,5% 10,5% 23,8% 57,2%

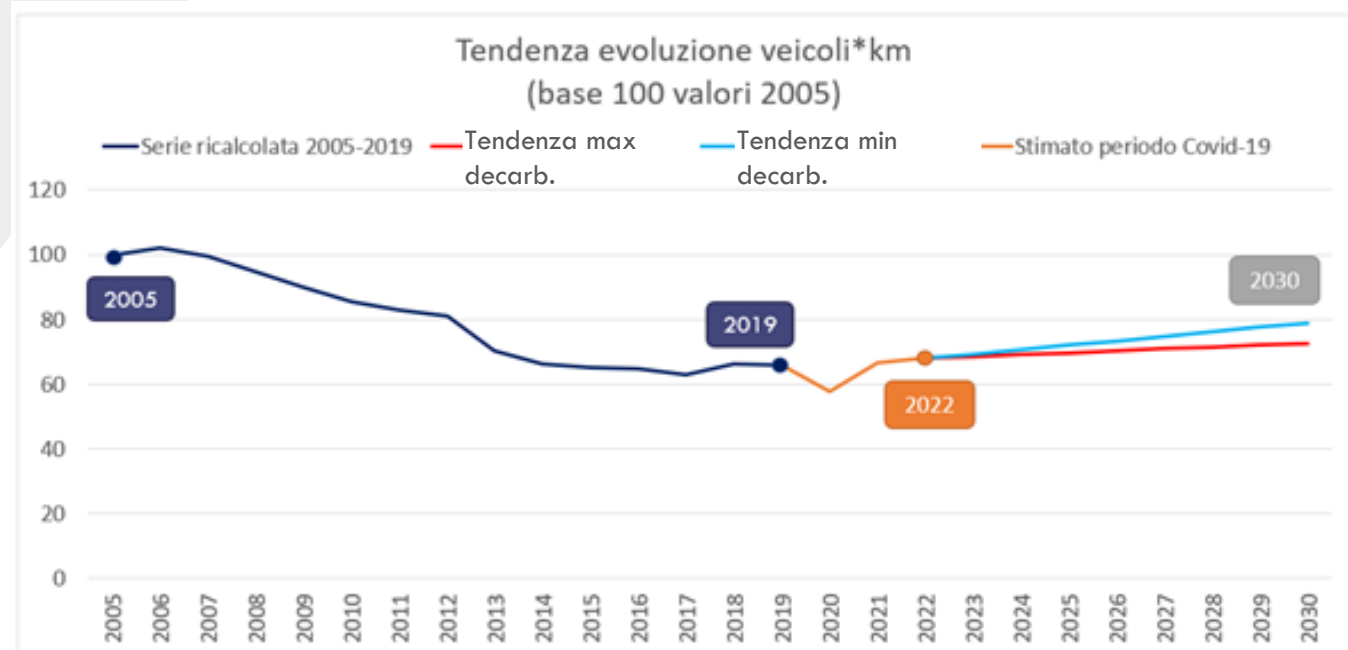
# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

### 1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA E POLITICHE DI "AVOID"

**SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda più contenuta rispetto a quanto osservato nel periodo pre Covid-19 (1% annuo), **+12% della domanda al 2030 rispetto al 2019** anche per effetto penetrazione dell' e-commerce. si è ipotizzata una quota di spostamenti eliminabili ("avoid") per un **incremento dei tassi di riempimento di veicoli merci (-6% per leggeri e -8% per i pesanti)**

**SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda come da periodo max crescita osservata (2% annuo)



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

2) **SHIFT" MODALE (2030-2023)**:\_si prevede uno shift modale a favore del trasporto ferroviario per effetto:

### SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:

- incentivi **“marebonus” e “sconto traccia”**,\_ si è ipotizzato che nel 2030 saranno **ancora attivi**
- riduzione della domanda di mezzi pesanti a seguito del **raggiungimento degli obiettivi UE 30/30**,  
ossia una quota del 30% del trasporto ferroviario al 2030 per i viaggi superiori ai 300 km.

### SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:

- incentivi “marebonus” e “sconto traccia”, si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora attivi

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

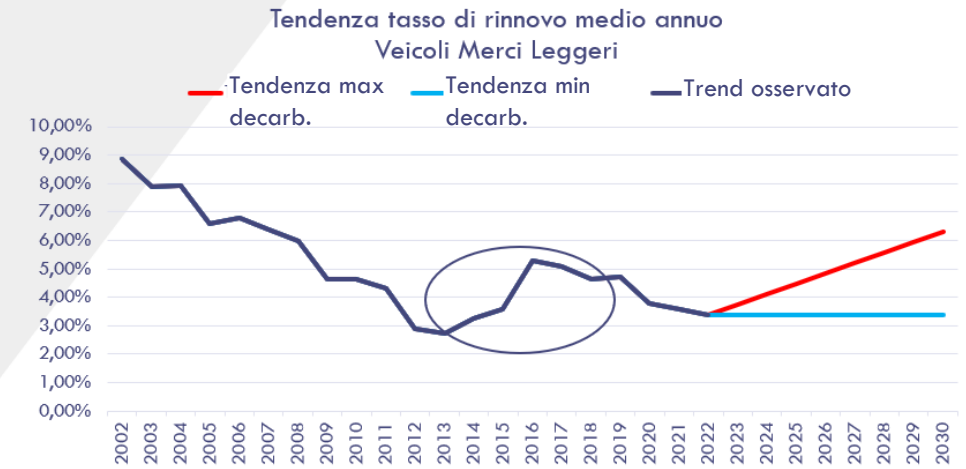
## Mobilità delle merci

### 3) "IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante

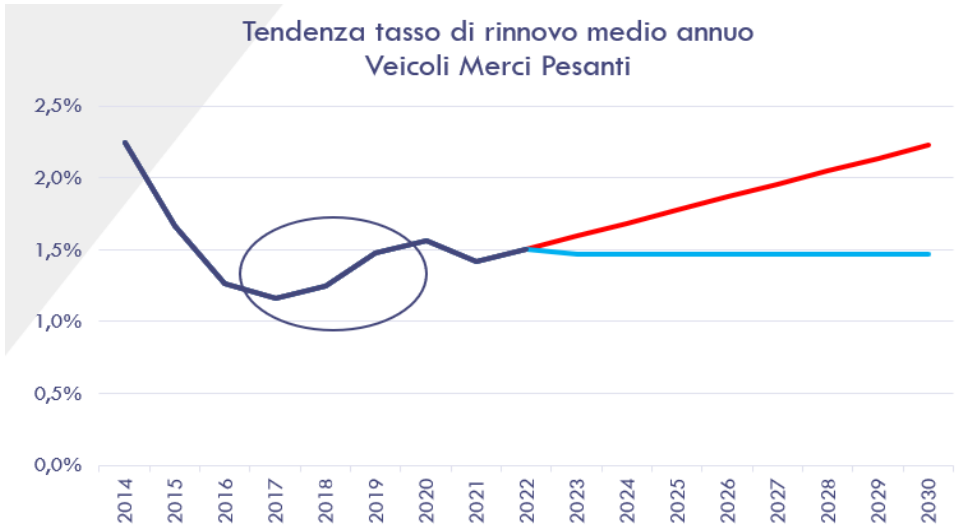
#### a) ipotesi rinnovo parco circolante

**SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** tassi annui comparabili a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo del parco degli ultimi decenni. **Al 2030 +43% Mezzi leggeri** (autocarri merci <3,5 t), **+ 18% Mezzi pesanti** (autocarri merci >3,5 t) **sarà rinnovato**

**SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE:** con tassi annui prudenziali e costanti come quelli dell'ultimo anno. **Al 2030 +30% Mezzi leggeri** (autocarri merci <3,5 t), **+ 13% Mezzi pesanti** (autocarri merci >3,5 t) **sarà rinnovato**



\*Dati relativi al tasso di rinnovo di autocarri merci (<3,5 t)



\*Dati relativi al tasso di rinnovo di autocarri merci (>3,5 t)

Il tasso di rinnovo è calcolato per ciascun anno come massimo tra il tasso di rinnovo ACI e la percentuale di mezzi dismessi per quell'anno.

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

### 4) "improve" tecnologico del parco circolante

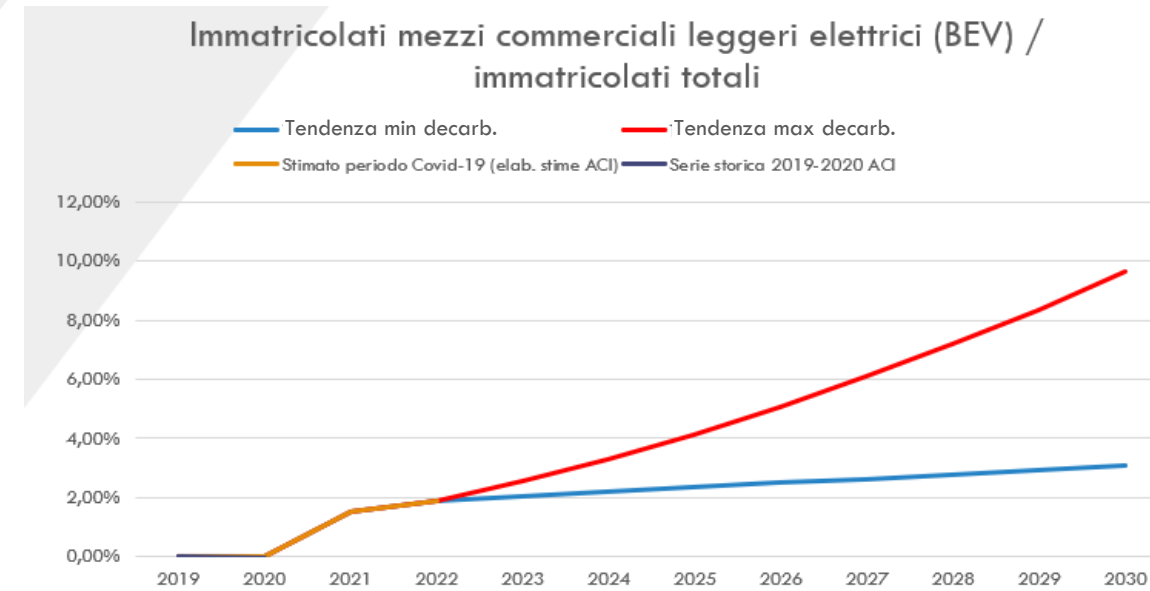
#### b) Ipotesi nuove immatricolazioni

##### a. trend veicoli elettrici (BEV)

- **SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** veicoli merci leggeri full electric secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto
- **SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE.:** veicoli merci leggeri full electric secondo tassi di crescita pari ad 1/3 di quelli prudenziali ipotizzati per le auto

##### b) trend veicoli combustione interna

per entrambi gli scenari: ipotesi che il rinnovo avvenga a parità di tipologia veicolare, alimentazione e a partire dai veicoli più anziani (es. EURO 0)



\*Dati relativi al tasso di rinnovo di autocarri merci (<3,5 t)

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci: : sintesi ipotesi di scenario

	1) <i>evoluzione della domanda</i>	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
<b>MIN DECARB.</b>	Crescita della domanda con <b>tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita</b> degli ultimi decenni	Nessuna ipotesi	Per la mobilità delle merci si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora <b>attivi gli incentivi "marebonus" e "sconto traccia"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione costanti</b> come quelli dell'ultimo anno</li> <li>• Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a 1/3 di quelli prudenziali ipotizzati per le auto</li> </ul>
<b>MAX DECARB.</b>	Crescita della domanda contenuta e <b>inferiore rispetto al periodo pre-covid</b> (crescita media $\approx 1\%$ annuo), coerente con previsione tendenziale PIL del DEF 2023 e Fondo Monetario Internazionale	Riduzione della domanda a fronte di un aumento del riempimento medio dei veicoli dovuto ad un incremento del costo del carburante e/o ad un efficientamento dei percorsi, tale da quasi annullare la crescita tendenziale (evoluzione) ipotizzata	Per la mobilità delle merci si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora attivi gli incentivi "marebonus" e "sconto traccia". Inoltre, è stata ipotizzata una <b>riduzione della domanda di mezzi pesanti a seguito del raggiungimento degli obiettivi UE 30/30</b> , ossia una quota del <b>30% del trasporto ferroviario al 2030 per i viaggi superiori ai 300 km</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi di sostituzione pari al massimo raggiunto</b> nell'ultimo decennio</li> <li>• Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto</li> </ul>

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci: sintesi impatti prodotti dalle ipotesi di scenario

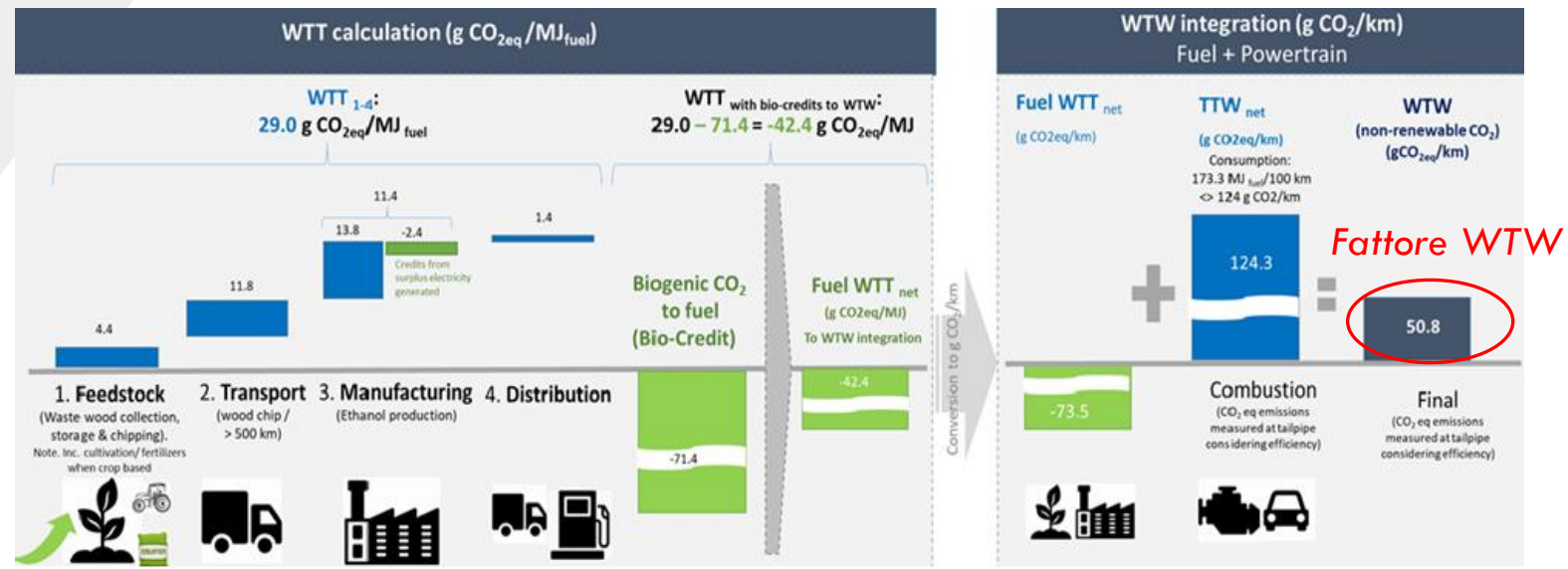
	1) <i>evoluzione della domanda</i>	1) "Avoid"	3) "Shift" modale	4) "Improve" tecnologico del parco circolante	
Scenario	(var.% veicoli*km 2030-2022)			% parco rinnovato (dal 2022 al 2030)	quota % veicoli 100% elettrici al 2030
<b>MIN DECARB.</b>	+12,8% Light Commercial Vehicles +19,8% Heavy Duty Trucks	nessuno	0% Light Commercial Vehicles 0% Heavy Duty Trucks	30% Mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t) 13,2% Mezzi pesanti autocarri merci (>3,5 t)	1,2% mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t)
<b>MAX DECARB.</b>	+5,8% Light Commercial Vehicles +8,4% Heavy Duty Trucks	-5,4% Light Commercial Vehicles -7,9% Heavy Duty Trucks	0% Light Commercial Vehicles -7,1% Heavy Duty Trucks	43% Mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t) 18% Mezzi pesanti autocarri merci (>3,5 t)	3,7% mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t)

# I BIOCARBURANTI NEGLI SCENARI TENDENZIALI

Decreto Legge 18 novembre 2022, n. 176 impone, al 2030, **1MLN di tonnellate di Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) ed 1 mld di m<sup>3</sup> di biometano.** Si è tenuto conto di questo DL in entrambi gli scenari (MAX-min decarbonizzazione)

- i **biocombustibili**, sfruttando scarti della filiera agroalimentare, sottraggono CO<sub>2</sub> dall'ambiente durante il loro ciclo vita (“*bio credito*”)
- il beneficio ambientale nel WTT è quantificabile come differenza tra il “*bio credito*” e la CO<sub>2</sub> immessa in atmosfera per produrre, trasportare e distribuire un'unità energetica di biocombustibile

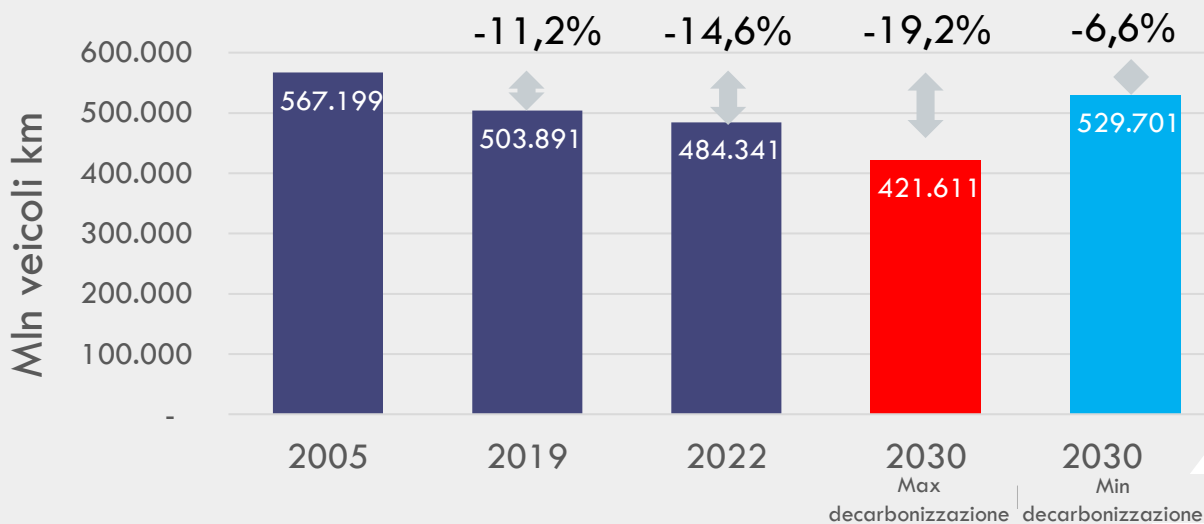
- il **fattore WTW** per i biocombustibili è il differenziale tra il contributo emissivo nel TTW ed il beneficio ambientale imputabile al WTT





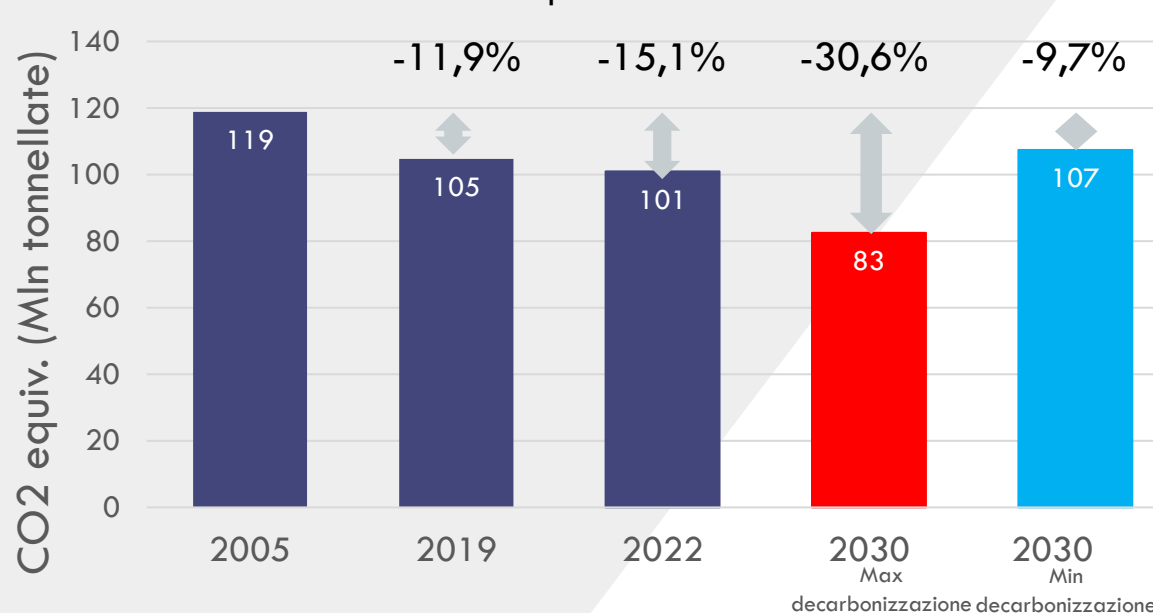
# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Stima veicoli Km - Mob. totale

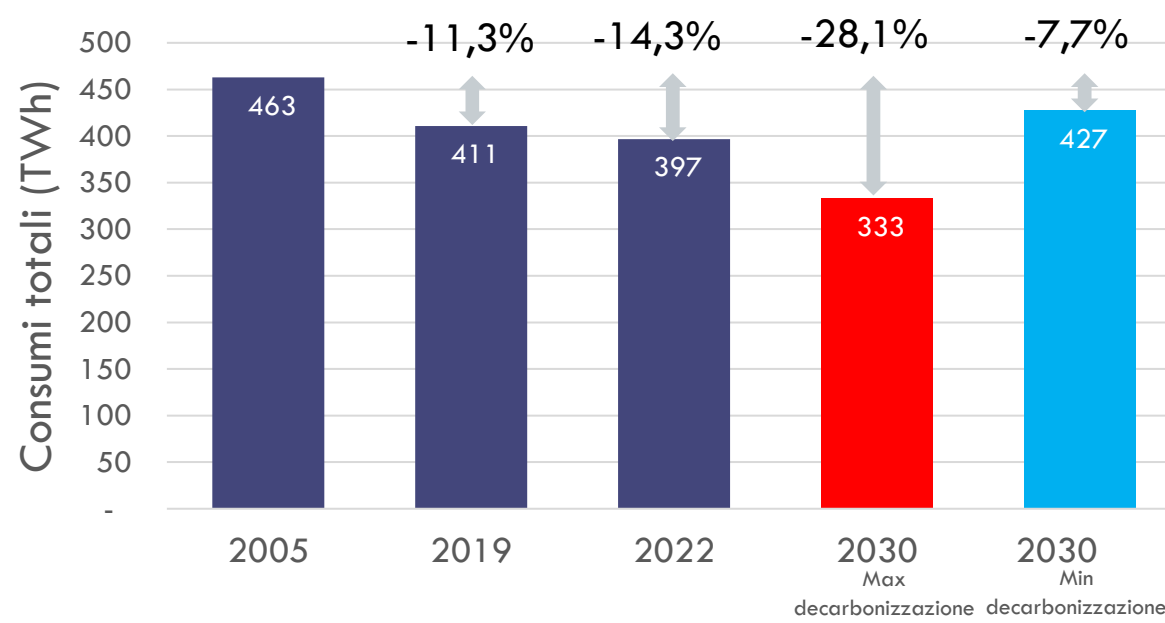


- **scenario min decarb.:** riduzione emissioni ampiamente insufficiente (-9,7% nel 2030 rispetto al 2005)
- **scenario max decarb.:** ci si avvicinerebbe concretamente alla riduzione indicata (-30,6% nel 2030 rispetto al 2005)
- i benefici sui consumi TTW sono minori dei benefici sulle emissioni TTW di circa 2 punti percentuali. Ciò è imputabile ai veicoli elettrici, che in TTW consumano ma non emettono.

Emissioni CO2 equiv. TTW - Mob. totale

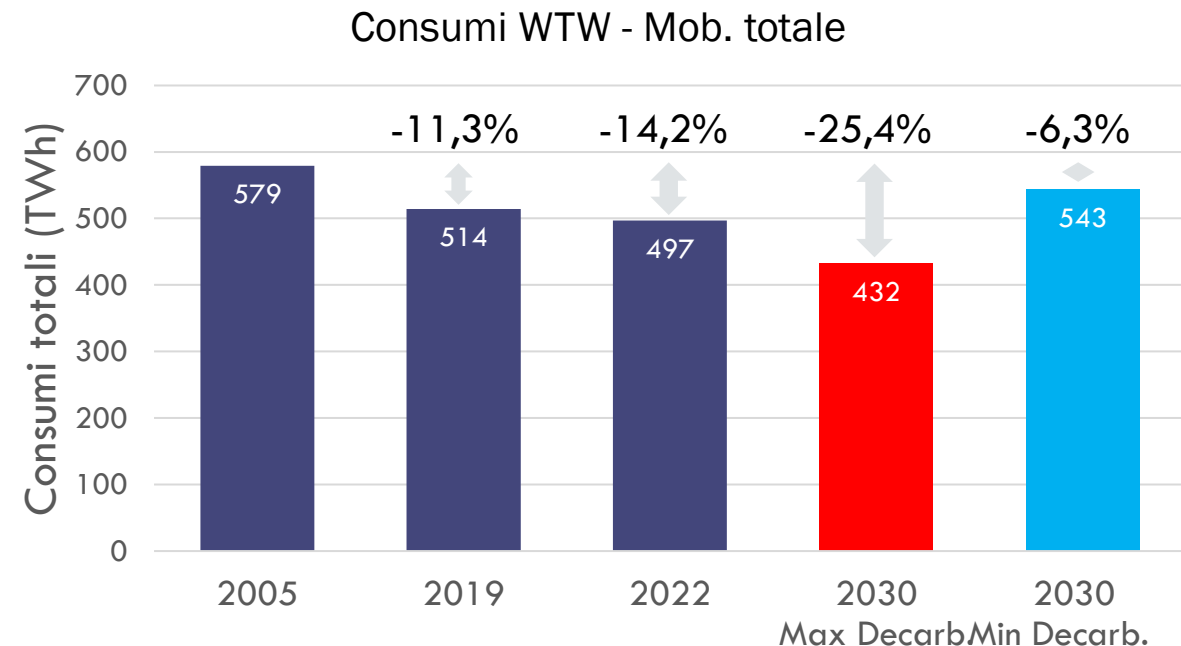
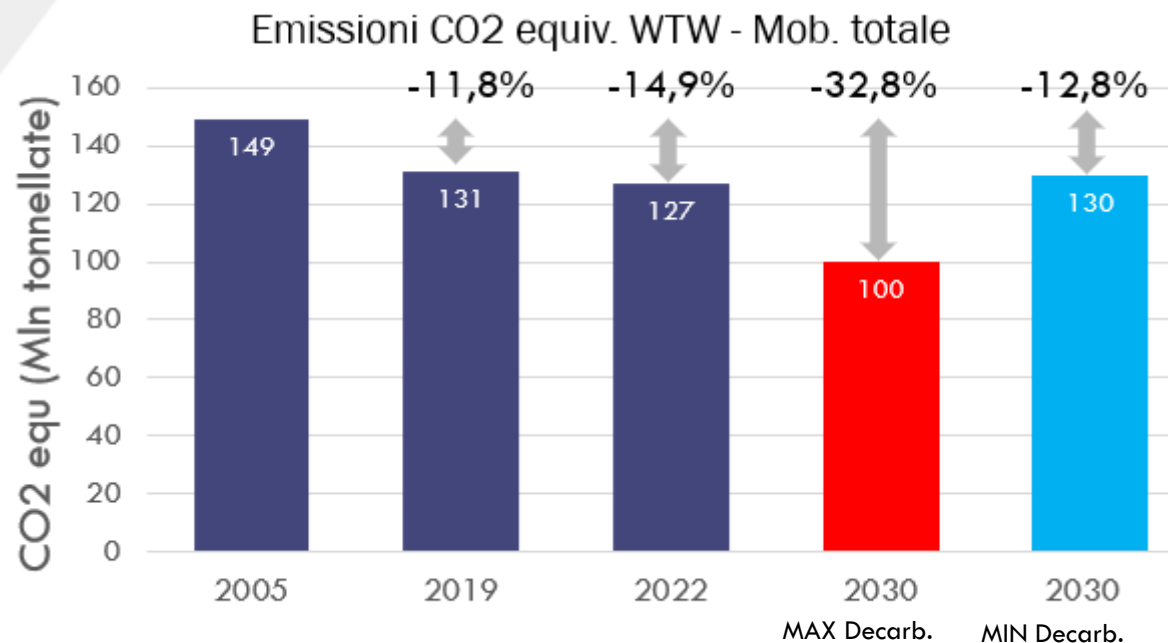


Consumi TTW - Mob. totale



# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- Secondo un approccio WTW i benefici sulle emissioni per entrambi gli scenari simulati (min decarb. e max decarb.) sarebbero superiori sino a 2,2 punti percentuali per le ipotesi fatte sui biocarburanti
- i benefici sui consumi WTW per entrambi gli scenari simulati (min decarb. e max decarb.) sono più bassi anche perché i veicoli elettrici nei processi WTT (che hanno poi effetto sul WTW) sono poco efficienti

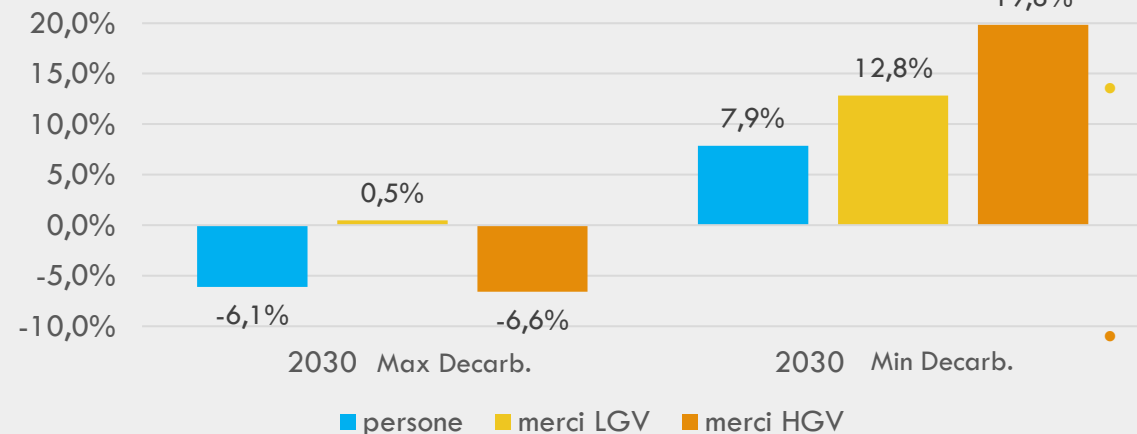


# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

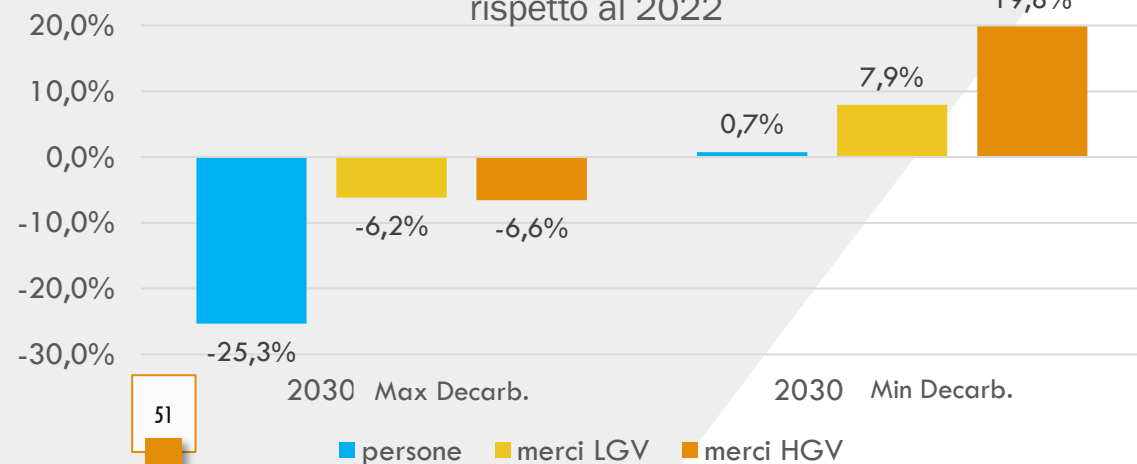
Incidenza molto diversa tra i comparti della mobilità stradale:

- **persone:** variazione della domanda (-6,1% e +7,9%) contenuto in ragione delle politiche di shift modale; riduzione delle emissioni di CO2 più che proporzionali (-25,3% e +0,7%) in ragione del rinnovo del parco veicolare e della penetrazione nel mercato dei veicoli 100% elettrici
- **merci leggeri (LGV):** nello scenario *max decarbonizzazione* lieve aumento della domanda (+0,5%) e riduzione delle emissioni di CO2 (-6,2%) in ragione del rinnovo del parco veicolare anche a veicoli 100% elettrici; nello scenario *min decarbonizzazione* aumento della domanda considerevole (+12,8%) e corrispondente aumento delle emissioni di CO2 (+7,9%) in assenza di politiche.
- **merci pesanti (HGV):** nello scenario *max decarbonizzazione* riduzione della domanda (-6,6%) in ragione delle politiche shift modale e delle emissioni di CO2 (-6,6%); nello scenario *min decarbonizzazione* aumento rilevante della domanda (+19,8%) e delle emissioni di CO2 (+19,8%) in assenza di politiche.

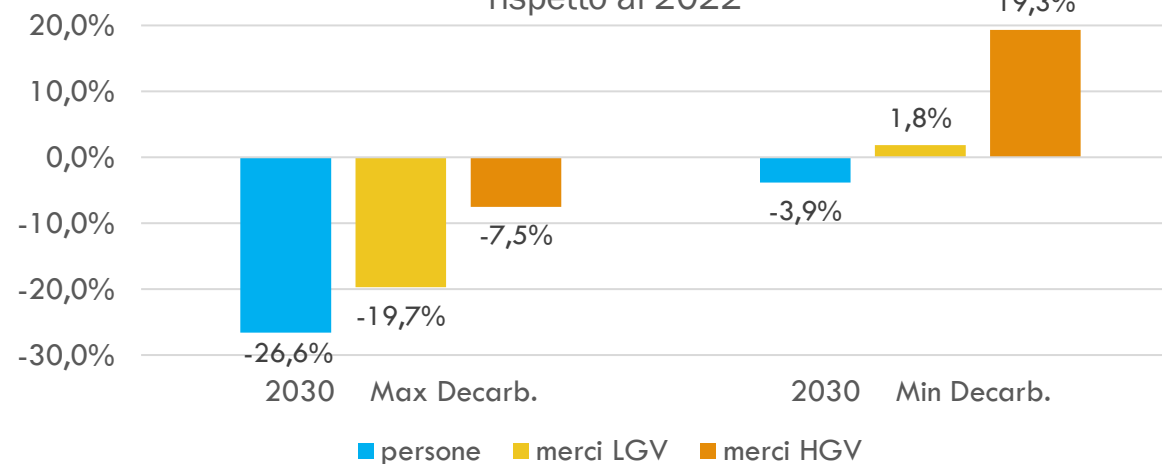
Var. % Veicoli km rispetto al 2022



Var. % Emissioni CO2 equiv. TTW rispetto al 2022



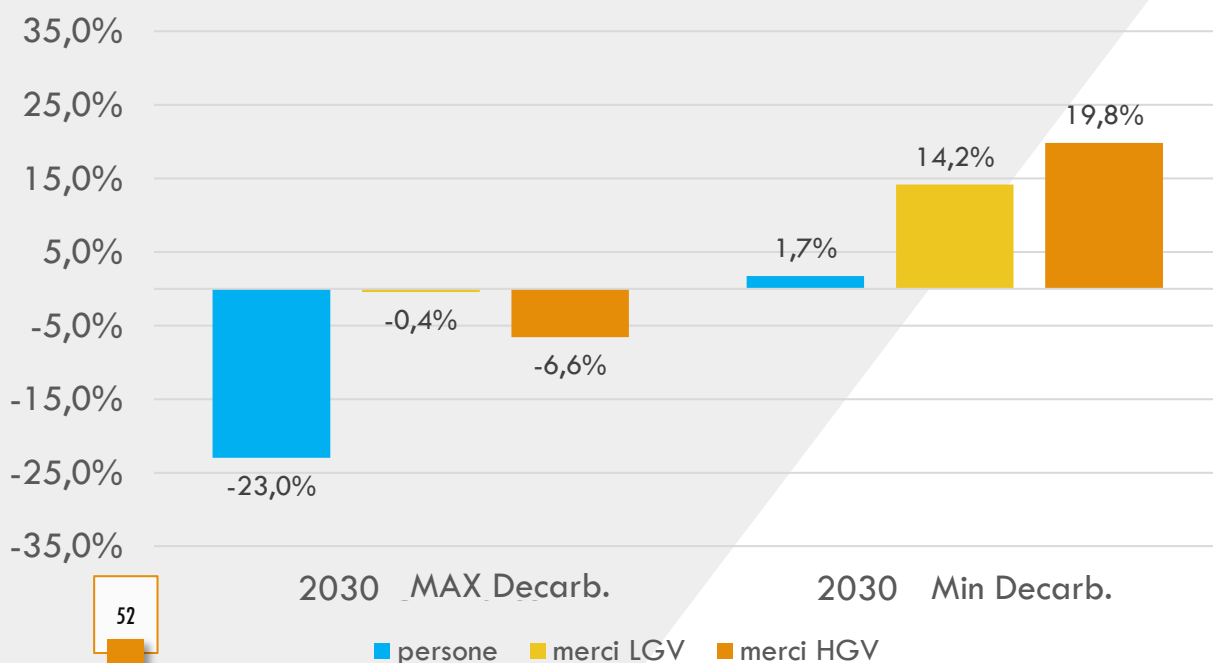
Var. % Emissioni CO2 equiv. WTW rispetto al 2022



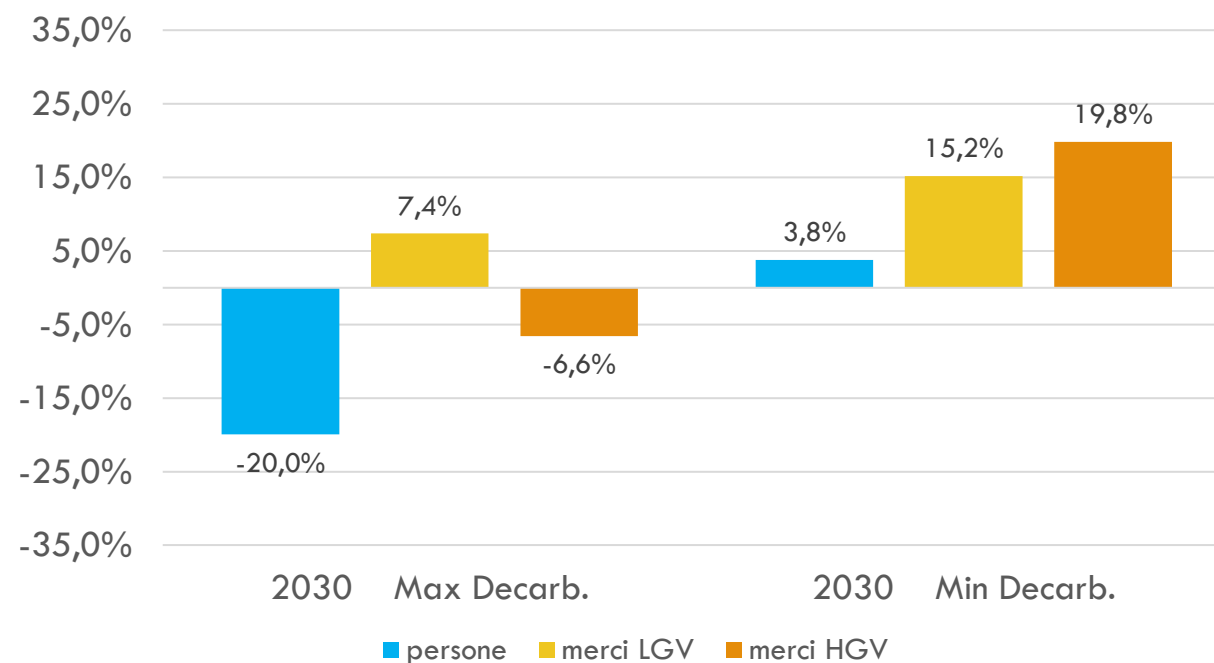
# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- variazioni percentuali dei consumi energetici coerenti con le emissioni e meno pro-riduzione CO<sub>2</sub> in ragione del fatto che i veicoli elettrici nel TTW consumano ma non emettono, e nei processi WTW sono poco efficienti
- impatto in termini di WTW inferiore di alcuni punti percentuali rispetto al TTW in ragione del fatto che i veicoli elettrici non emettono in TTW ma emettono in WTW
- nelle merci pesanti (HGV) non si riscontra alcuna differenza nelle variazioni % del TTW e WTW in ragione del fatto che è nulla la % di veicoli elettrici ipotizzata

Var. % Consumi TTW  
rispetto al 2022



Var. % Consumi WTW  
rispetto al 2022

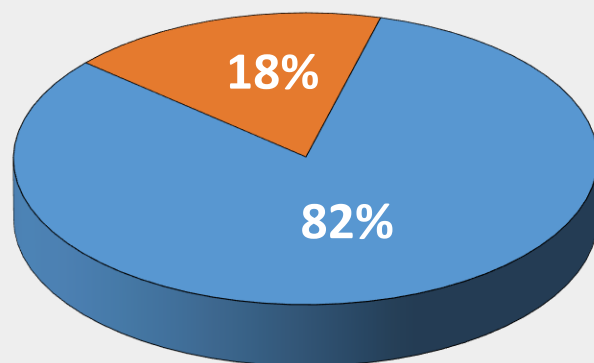


# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Incidenza della componente trasporto delle merci crescite al 2030 fino a 10 punti percentuali

**2019**

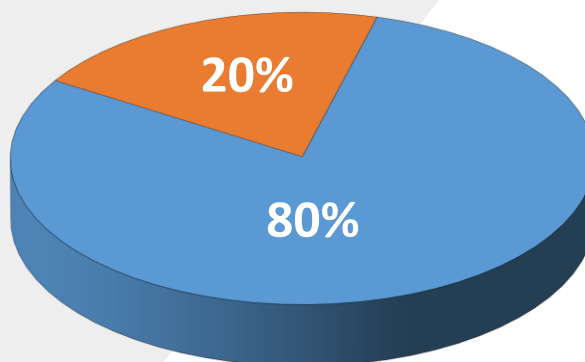
**Vehkm**



■ Persone ■ Merci

**Scenario Min decarb.**

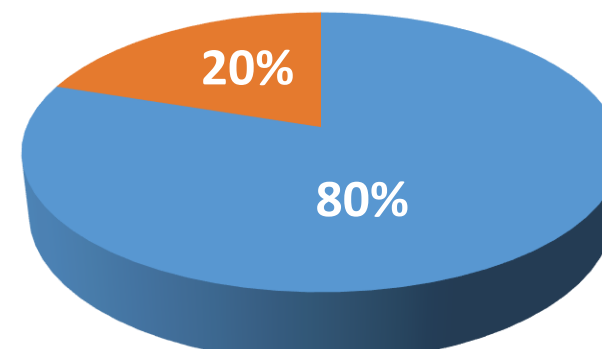
**Vehkm**



■ Persone ■ Merci

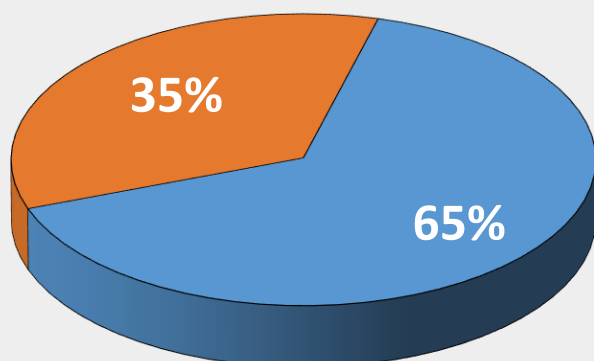
**Scenario Max decarb.**

**Vehkm**



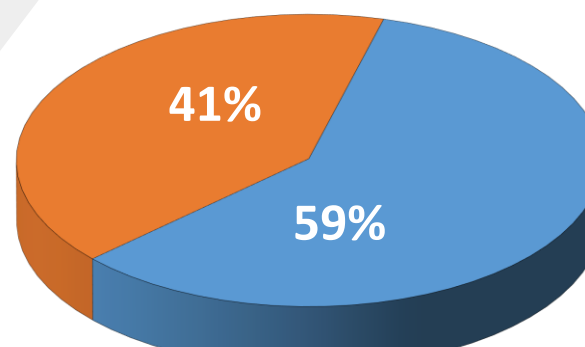
■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



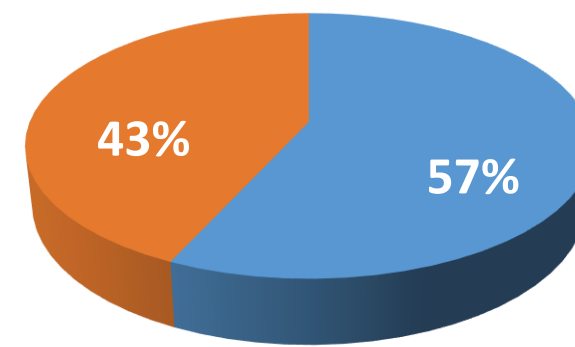
■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



■ Persone ■ Merci

# OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico ( veic/km), dei gas serra (CO<sub>2</sub>equiv.TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU "Fit for 55" e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici

# SCENARIO NON TENDENZIALE: MAX BIOFUEL

**Definizione:** Aumento dei bio-carburanti in rete (fino a 4,5 ton HVO e 3,5 mil. m<sup>3</sup> CBM) preferibilmente per il trasporto merci, e recepimento della RED II anche per il Fit for 55 → CO<sub>2</sub> da biocarburante pari a zero nel TTW

## 1) REDII: [Direttiva \(UE\) 2018/2001](#)

- «Ogni Stato membro fissa un obbligo in capo ai fornitori di carburante per assicurare che entro il 2030 la quota di energia da fonti rinnovabile sia almeno il 14% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti» (Ar. 25)
- «Le emissioni del carburante al momento dell'uso sono considerate pari a 0 per i biocarburanti ed i bio liquidi» (Allegato V). **Le emissioni TTW di CO<sub>2eq</sub> sono considerate pari a 0 (come i BEV)**

2) Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001" – recepisce la direttiva UE 2018 per le parti d'interesse riportate nel punto precedente

# SCENARIO NON TENDENZIALE: MAX BIOFUEL

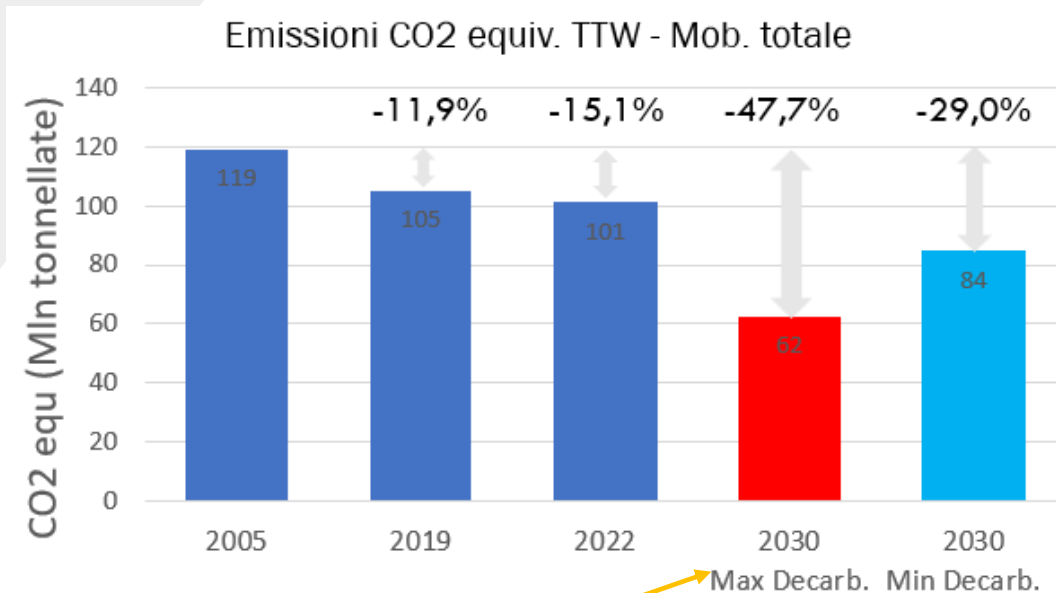
## Mobilità delle merci e passeggeri

### Ipotesi HVO - Hydrotreated Vegetable Oil<sup>2</sup>:

- Sostituzione del Gasolio con HVO puro al 100% per le merci pesanti (HGV) Diesel Euro 6 + residuo sulle auto Diesel Euro 6
- Rendimento veicoli HVO supposto pari al rendimento dei corrispondenti veicoli Gasolio
- Ipotesi al 2030: **4,5 milioni di tonnellate (5,8 Mld litri)** ipotizzando una progressiva riconversione di stabilimenti fossili anche non in ITA

### Ipotesi CBM - Bio Metano Compresso<sup>3</sup>:

- Sostituzione del compressed natural gas (CNG) con CBM
- Relativo alle merci leggere (LGV) CNG + residuo applicato a tutto il parco CNG di auto e bus
- Rendimento veicoli CBM supposto pari al rendimento dei corrispondenti veicoli CNG
- Stime al 2030 elab. su dati Federmetano: **3,5 miliardi di m<sup>3</sup>** come da tendenze azioni PNRR



L'utilizzo intensivo di HVO&CBM porterebbe, al 2030, una riduzione **complessiva** dell'intero trasporto stradale di circa il **48%** delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq TTW rispetto al 2005 per lo **scenario max. decarbonizzazione**.

<sup>1</sup> Scenari NON TENDENZIALI di introduzione Biofuels applicati agli scenari ASI di Min e Max decarbonizzazione

<sup>2</sup> Fattore emissivo WTW applicato all'HVO fonte stime ENI

<sup>3</sup> Il fattore emissivo WTW deriva dal JRC che considera i rifiuti solidi urbani come principale biomassa per produzione CBM (Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg)



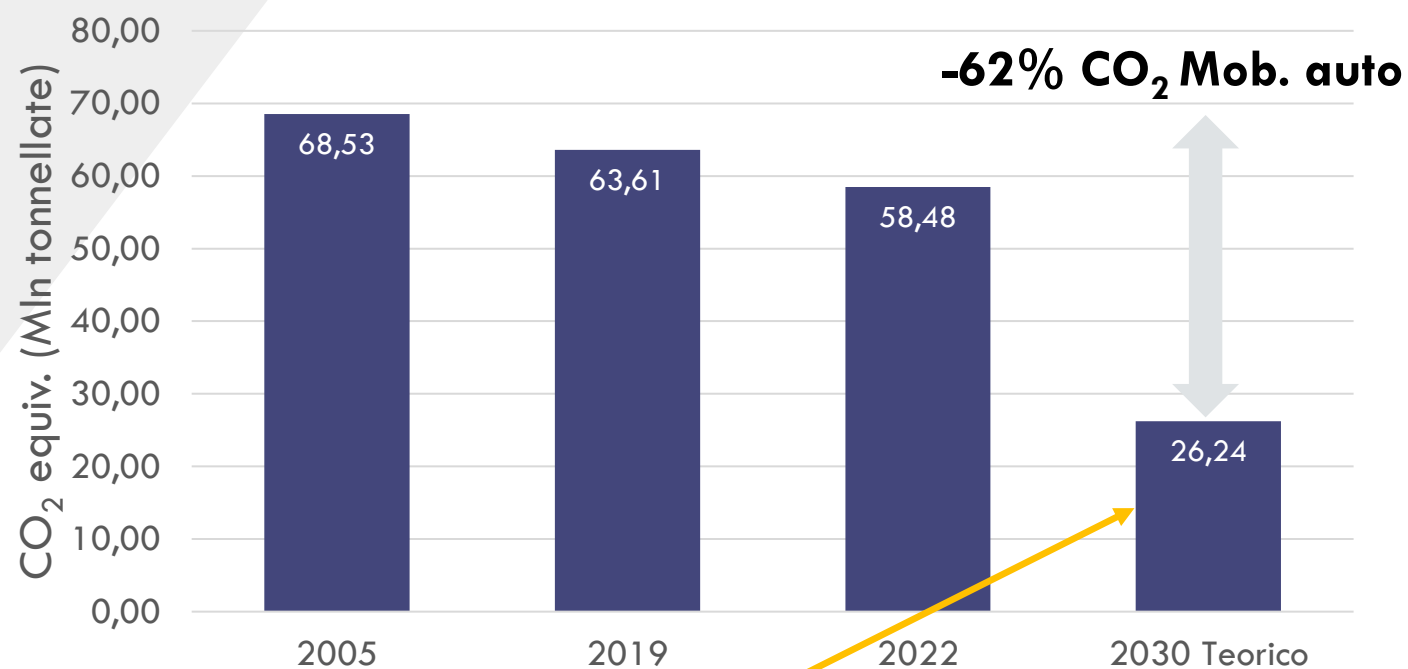
# SCENARIO TEORICO: AUTO FULL ELECTRIC (BEV)

**Definizione:** Immatricolazioni auto sino al 2030 solo per auto full electric (BEV)  
(≈ 24 mil. nuove auto)

Ipotesi di scenario:

- 1) evoluzione della domanda: scenario **MAX decarbonizzazione**
- 2) "shift" modale: come **scenario MAX decarb.**
- 3) "improve": tassi rinnovo come scenario **MAX decarb.** + nuove immatricolazione solo per 100% elettriche

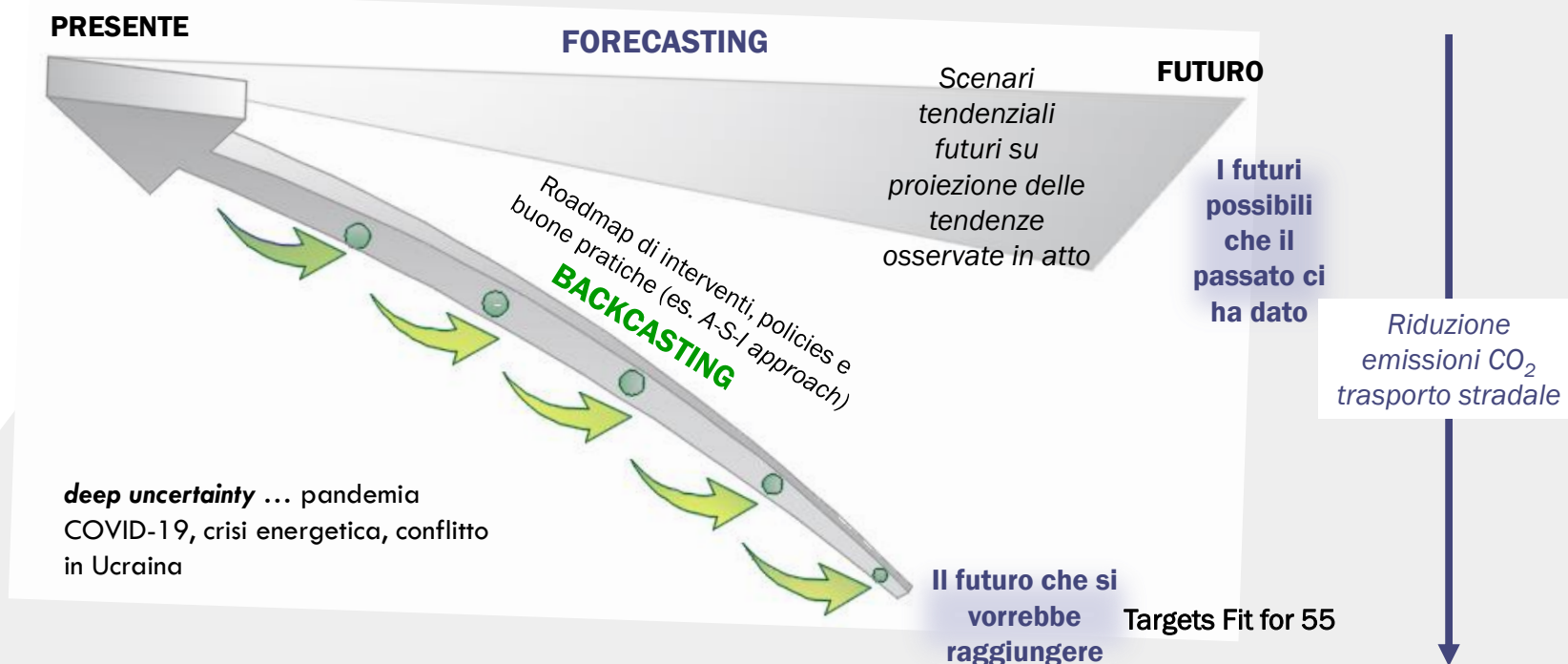
Emissioni CO<sub>2</sub> equiv. TTW – Mobilità auto



**-44,5% emissioni CO<sub>2</sub> TTW da trasporto stradale**

# SVILUPPI DELLA RICERCA

- proporre una roadmap (backcasting) di interventi, policies e buone pratiche per il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU “Fit for 55”
- valutare un possibile *dashboard interattivo* per divulgare i risultati ottenuti a partire dalle buone pratiche internazionali
- estendere l’applicazione ad altre modalità di trasporto



- **Ennio Cascetta** - *responsabile scientifico per conto del Cluster Trasporti*

## IL GRUPPO DI LAVORO

- **Armando Cartenì** (*coordinatore GdL*) - Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Mariarosaria Picone** - Dipartimento di Ingegneria , Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Antonella Falanga** - Dipartimento di Ingegneria , Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Carlo Beatrice** (*coordinatore GdL*) - Istituto di Scienze e Tecnologie per l’Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS) CNR
- **Davide Di Domenico** - Istituto STEMS CNR / Università degli Studi Parthenope
- **Vittorio Marzano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Ilaria Henke** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Angela Romano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Daniela Tocchi** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Francesco Grasso** - Ingegnere libero professionista
- **Sergio Maria Patella** - Facoltà di Economia, Universitas Mercatorum
- **Roberto Zucchetti** - ptsclas S.p.A./Università Bocconi