RSE Ricerca Sistema Energetico | we move

“I costi esterni della mobilità privata: calcolarli per attivare le alternative”.

Andrea Molocchi, economista, ricercatore RSE

Workshop Transdolomites
Il costo della mobilità: conoscerlo per programmare le alternative
MUSE, Trento, 28 ottobre 2022

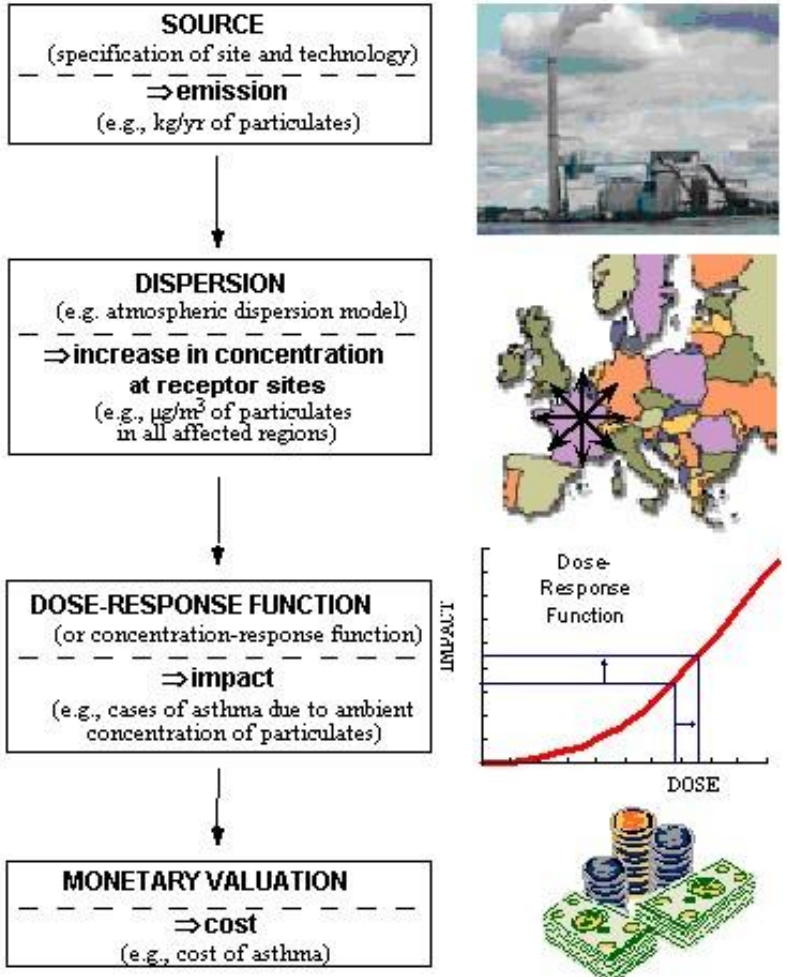
Indice

1. I costi esterni, cosa sono
2. I costi esterni della mobilità: quali e quanti
3. Quantificare i costi esterni: a cosa serve

I costi esterni: cosa sono

- ✓ I costi esterni, noti anche come esternalità, si verificano quando determinate attività sociali o economico-produttive di un determinato gruppo di persone hanno un impatto su un altro gruppo di persone, e quando tale impatto non è completamente contabilizzato o compensato dal gruppo che genera tale impatto
- ✓ In altre parole, **i costi esterni di un'attività sono costi sociali**, generalmente dovuti all'uso di determinate tecnologie, metodi produttivi o comportamenti, che ricadono su terzi o sulla collettività e che non entrano nel processo decisionale di chi esercita tale attività.
- ✓ Molte esternalità sono associate a complessi fenomeni ambientali modellizzati con i «**sentieri d'impatto**». Esempi:
  - gli effetti delle emissioni di gas serra sul riscaldamento globale, e da questo sulla salute umana, sulla biodiversità, sulla disponibilità di risorse idriche, sulla produttività agricola, sui consumi energetici, sullo stato delle strutture e infrastrutture;
  - gli effetti delle emissioni inquinanti sulla qualità dell'aria e da questa sulla salute umana, sull'acidificazione degli ecosistemi, sui materiali degli edifici, ecc.;
- ✓ Altre esternalità rilevanti non hanno una natura ambientale, come ad esempio gli incidenti (industriali, stradali, aerei, ecc.), la congestione (stradale, del traffico aereo, etc.) o gli scioperi (seppur "legittimi", provocano forti ripercussioni economiche e disagi sociali), ma a ben vedere anch'essi sono modellizzabili con i «sentieri d'impatto».

Impact pathways approach



Source: ExternE

La valutazione dei costi esterni e l'approccio dei sentieri d'impatto: un filone di ricerca consolidato

- ✓ A partire dal progetto pioneristico ExternE (1992-2005) molti studi della ricerca europea hanno applicato l'approccio dei sentieri d'impatto per stimare i costi esterni;
- ✓ alcuni di questi studi hanno sviluppato un apparato metodologico coerente per valutare i costi esterni delle emissioni nell'ambito di specifici settori, o addirittura applicabile a tutti i settori dell'ecoomia (cfr. Tabella);
- ✓ alcuni di questi studi sono stati concepiti fin dall'inizio come manuali per la stima dei costi esterni, ad uso dei valutatori.

Tabella - Principali studi e meta-analisi sui costi esterni delle emissioni: classificazione per grado di copertura settoriale

Studi multisettoriali (Impact pathways approach)		**Studi su settori specifici** (Impact pathways approach)		**Studi basati su un approccio generale di costo sociale** (no sentieri d'impatto)
Tutti i settori	**Molti settori**	**Produzione di elettricità**	**Trasporti**	**Inquinamento atmosferico**
✓ CAFE - CBA (2005), "Damages per tonne emission from each EU25 Member State and surrounding seas." ✓ Exiopol (2010) "External Cost Values for EE SUT Framework" (development of NEEDS) ✓ CE Delft (2018) Environmental Prices Handbook. EU 28 version.	✓ EEA (2011), "Revealing the costs of air pollution from Industrial Facilities in Europe." ✓ EEA (2014) "Cost of air pollution from Industrial Facilities - Updated assessment." ✓ IMF (2014) "Getting Energy Prices Right." ✓ **EC Handbook on estimation of external costs in the transport sector (2008, 2014, 2019)**	✓ ExternE National Implementation Italy (1997). ✓ ExternE series 1 (1995) e series 2 (1999). ✓ ExternE (2005), Methodology update. ✓ NEEDS - New Energy Externalities Developments for Sustainability (2008) ✓ CE Delft (2010) "External Costs and Benefits of Electricity Generation."	✓ ExternE Transport (1997). ✓ IER (2001) "Environmental Costs of Transport." ✓ HEATCO (2007), Deliverable n. 5. ✓ CE Delft, Infras, Fraunhofer ISI (2011) "External Costs of Transport in Europe."	✓ WHO - OECD (2015), "Economic Cost of the Health Impact of Air Pollution in Europe."

Indice

1. I costi esterni, cosa sono
2. I costi esterni della mobilità: quali e quanti
3. Quantificare i costi esterni: a cosa serve

2. I costi esterni della mobilità: quali sono e quanto valgono

Il manuale sui costi esterni dei trasporti della Commissione Europa

European Commission

Handbook on the external costs of transport

Version 2019

This report is prepared by:
Huib van Essen, Lisanne van Wijngaarden, Arno Schroten (CE Delft), Daniel Sutter, Cuno Bieler (INFRAS), Silvia Maffii, Marco Brambilla, Davide Fiorello, Francesca Fermi, Riccardo Parolin (TRT), Kareen El Beyrouty (Ricardo)

Fonte (link): CE Delft, TRT, INFRAS, Ricardo, *Handbook on the External Costs of Transport*, version 1.1, European Commission DG Mobility and Transport, January 2019.

Ultima versione manuale:
2019 (valori ai prezzi 2016)
Precedenti versioni:
- 2008
- 2014

Valori **armonizzati** di costo esterno dei veicoli di trasporto per l'intera UE, per i suoi Stati Membri e per classi veicolari omogenee

Valori di input: per unità di fattore d'impatto (es. $euro_{16}$/t emissioni NOx)
Valori di output: per unità funzionale del trasporto (es. cent $euro_{16}$ /v-km, cent $euro_{16}$ /p-km, cent $euro_{16}$ /t-km)

I costi esterni della mobilità

Quali dovrebbero essere valutati (per il manuale)

1. Costi esterni delle emissioni di gas serra (cambiamenti climatici);
2. Costi esterni delle emissioni in atmosfera dei macroinquinanti ($PM_{2.5}$, PM_{10} non-exhaust, NO_x, SO_2, NMVOC e NH_3);
3. Costi esterni delle emissioni delle fasi upstream (produzione dei carburanti e dell'energia elettrica consumati dai veicoli di trasporto)
4. Costi esterni del rumore dei veicoli di trasporto;
5. Costi esterni dell'incidentalità
6. Costi esterni della congestione da traffico
7. Costi dei danni agli habitat dovuti alle infrastrutture

Non considerati dal manuale UE (ma valutati da RSE, nel quadro Handbook)

- Costi esterni e benefici delle forme di mobilità attiva (biclicletta, e-bike, cargo-bike...)
- Costi esterni delle emissioni dei principali metalli pesanti e composti organici persistenti (Cr, Hg, Zn, Pb, Cd, As, Ni, CH_2O, PCDD e PCDF (diossine), benzene e benzo_a_pyrene)
- Costi per le perdite di servizi eco-sistemici associati al consumo di suolo (ricerca in corso)

1. I costi esterni delle emissioni di gas serra

Gli studi basati sul metodo di valutazione dei danni (social cost of carbon)

Esempio: lo studio di Howard e Sterner (approccio macroeconomico di stima della funzione di danno)

Figura A: Relazione fra incremento della temperatura e danni economici (% PIL) secondo le regressioni preferite da Howard e Sterner (linea gialla, trattini blu e punti azzurri) e precedenti studi

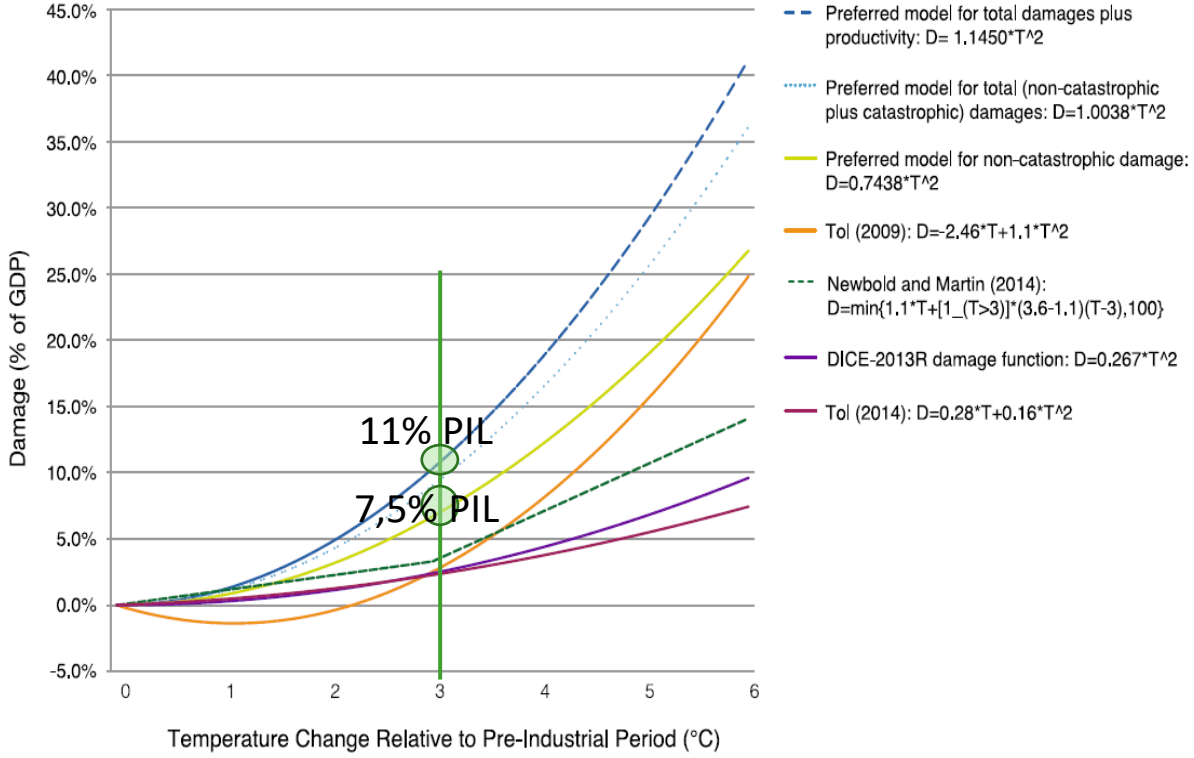
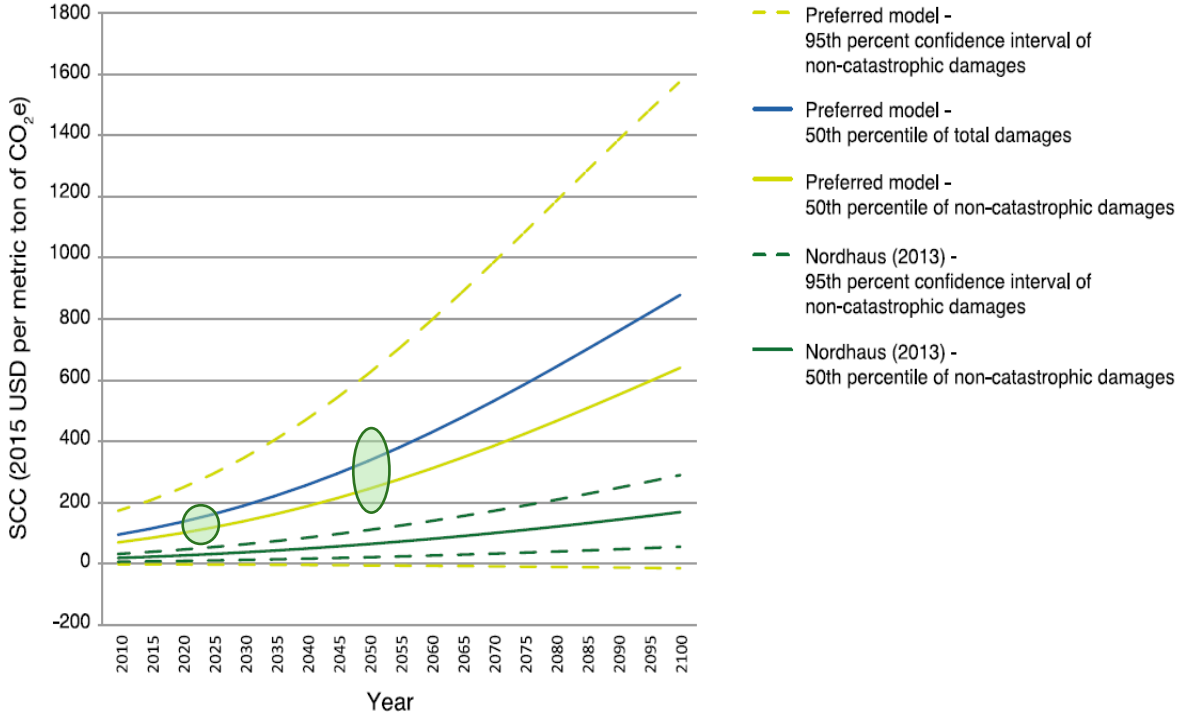


Figura B: Stime del Social Cost of Carbon per anno di emissione (in US$2015) con modello DICE usando le funzioni di danno preferite da Howard e Sterner (linea gialla e linea blu) e confronto con altri studi



Fonte: Howard and Sterner (2017), *Few and Not So Far Between: A Meta-analysis of Climate Damage estimates*

1. I costi esterni delle emissioni di gas serra

Il valore di costo raccomandato da Handbook (2019)

- ✓ Emissioni di gas serra fino al 2030: 100 $euro_{2016}$/t CO_2 eq (valore centrale della forchetta suggerita dall'Handbook
- ✓ Valori di costo più elevati per il periodo 2031- 2060

Tabella 3.2 - Costi di mitigazione dei cambiamenti climatici per tonnellata di CO2 equivalente (valori in $euro_{2016}$), Fonte: Handbook (2019), table 24.

	Basso	Centrale	Alto
Emissioni di CO_2 fino al 2030 (breve e medio termine)	60	100	189
Emissioni di CO_2 fino al 2060 (lungo termine)	156	269	498

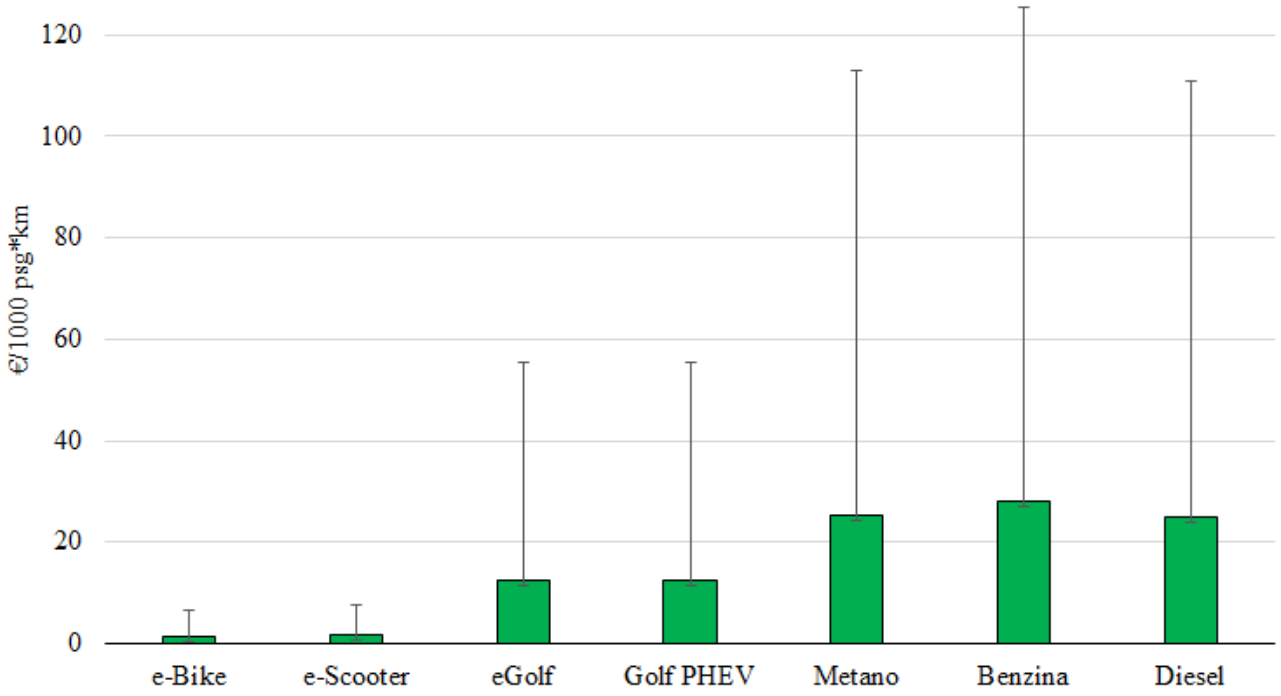
- ✓ Forchette ottenute da una rassegna di studi basati sul **metodo dei costi globali di riduzione delle emissioni** (scenario di stabilizzazione a lungo termine della concentrazione di CO_2 a 450 ppm)
- ✓ Anche se ritenuto non ottimale sotto il profilo teorico (misura i costi della mitigazione climatica e non i suoi benefici), il metodo dei costi di mitigazione è stato preferito da Handbook perché fornisce stime meno variabili rispetto al metodo della valutazione dei danni (social cost of carbon).

1. I costi esterni delle emissioni di gas serra

Costi esterni LCA: confronto fra veicoli della mobilità privata in ambito urbano

Figura: Costi esterni dovuti all'effetto serra delle emissioni del ciclo di vita di veicoli passeggeri per la mobilità urbana.

L'istogramma rappresenta i valori calcolati con l'approccio del costo di mitigazione e la barra nera il valore calcolato con l'approccio del *social cost of carbon*.



- ✓ Le esternalità da cambiamenti climatici confermano che il valore più elevato tra le auto è associato alla vettura a benzina, con 2,8 cent €/p-km.
- ✓ Auto elettrica e ibrida plug-in hanno costi esterni dei gas serra del 56% inferiori, con valori pressoché identici (1,25 cent €/p-km).
- ✓ e-Bike ed e-Scooter sono i mezzi meno climalteranti (0,15 e 0,17 cent €/p-km rispettivamente)

Modello	Alimentazione	Percorrenza nella Vita Utile [km]
Monopattino elettrico	Elettricità	18.338
e-Bike	Elettricità	59.858
Volkswagen e-Golf 2016	Elettricità	230.000
Volkswagen Golf TSI 1,8L, 4 cyl	Benzina	210.000
Volkswagen Golf TSI 1,4L, 4 cyl	Benzina	210.000
Volkswagen Golf TDI 2,0L, 4 cyl	Diesel	240.000
VW Golf TGI 1.4L, 4 cyl BlueMotion	Metano	210.000
VW Golf GTE ibrida_plugin	Elettrico+ benzina	223.600

Fonte: RSE 2021 (Brambilla M.C. et al., Il contributo della micromobilità elettrica alla sostenibilità dei trasporti: un'analisi basata sul ciclo di vita, rapporto RdS, RSE, dicembre 2021)

2. I costi esterni delle emissioni inquinanti in atmosfera

I sentieri d'impatto valutati da Handbook (2019)

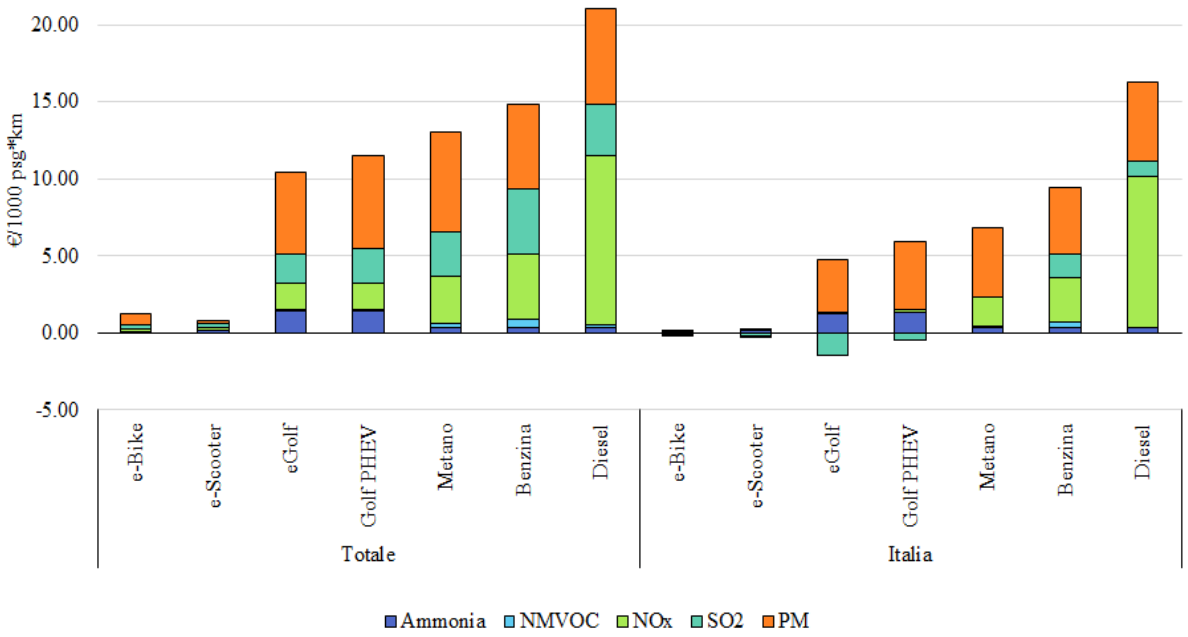
Categorie di effetti	Sentieri d'impatto
Effetti sulla salute	Costi sanitari stimati per aggregazione dei costi delle cure mediche (ricoveri e trattamenti ospedalieri per bronchiti croniche e malattie cardiopolmonari), delle perdite di produttività del lavoro (assenze per malattia) e del costo sociale della mortalità prematura con approccio dell'anno di vita perduto (VOLY – *Value of a Life Year Lost*). Effetti diretti di mortalità delle emissioni di PM_{10}, $PM_{2,5}$ e NO_2. Effetti indiretti di mortalità anche per SO_2, NO_x, NH_3 e COVNM, come precursori del particolato secondario (SIA) e dell'ozono in atmosfera.
Effetti sulla produzione agricola	Effetti sulla produttività agricola dei processi di acidificazione (emissioni di SO_2 e NO_2) e della formazione di ozono troposferico (emissioni di NO_x e COVNM). Valutazione economica ai prezzi di mercato.
Danni ai materiali e agli edifici	a) annerimento delle superfici dovuti al particolato; b) corrosione delle facciate da sostanze acide (NO_x e SO_2); c) danni alle vernici e alle plastiche.
Danni agli habitat	a) effetti delle emissioni di SO_2 e NO_x sull'acidificazione del suolo e stima dei danni a carico degli habitat utilizzando l'indicatore "*Ecosystem Damage Potential*" (EDP); b) b) effetti delle emissioni a base di azoto (NO_x, NH_3) sull'eutrofizzazione degli ecosistemi e stima dei danni a carico degli habitat, sempre utilizzando l'indicatore EDP. Valutazione monetaria con WTP per evitare la perdita di EDP/ m^2-a.

2. I costi esterni delle emissioni inquinanti in atmosfera

Confronto fra veicoli della mobilità privata in ambito urbano, con approccio LCA

Figura: Costi esterni dovuti alle emissioni di macroinquinanti del ciclo di vita dei veicoli passeggeri

Fattori di danno per il PM2.5 in fase d'uso caratteristici di un'area metropolitana (popolazione > 0,5 milioni di abitanti). Oltre al costo esterno LCA complessivo (processi in ogni regione del mondo), viene mostrato il costo esterno dei processi localizzati in Italia. La componente negativa di costo esterno è legata alle emissioni evitate di SO_2 grazie ai processi di recupero e riutilizzo dei materiali delle batterie a fine vita.



- ✓ I veicoli più inquinanti sono i modelli diesel (2,1 cent/p-km). Una quota significativa dei costi esterni del diesel è dovuta alle emissioni di NO_x, in gran parte dovute alla fase d'uso che avviene in Italia.
- ✓ Auto elettrica e auto ibrida a batteria ricaricabile presentano costi esterni pari alla metà del diesel e inferiori di circa un terzo rispetto al benzina
- ✓ I costi esterni del PM sono elevati per tutte le auto, veicoli elettrici inclusi, a causa delle emissioni non da combustione (pneumatici)

Modello	Alimentazione	Percorrenza nella Vita Utile [km]
Monopattino elettrico	Elettricità	18.338
e-Bike	Elettricità	59.858
Volkswagen e-Golf 2016	Elettricità	230.000
Volkswagen Golf TSI 1,8L, 4 cyl	Benzina	210.000
Volkswagen Golf TSI 1,4L, 4 cyl	Benzina	210.000
Volkswagen Golf TDI 2,0L, 4 cyl	Diesel	240.000
VW Golf TGI 1.4L, 4 cyl BlueMotion	Metano	210.000
VW Golf GTE ibrida_plugin	Elettrico+ benzina	223.600

Fonte: RSE 2021 (Brambilla M.C. et al., Il contributo della micromobilità elettrica alla sostenibilità dei trasporti: un'analisi basata sul ciclo di vita, rapporto RdS, RSE, dicembre 2021)

3. Costi esterni del rumore dei veicoli di trasporto

I costi esterni del rumore sono stati valutati dall'Handbook (2019) con riferimento a due componenti:

- fastidio da rumore;
- effetti sanitari.

Fastidio da rumore:

- ✓ metodo della valutazione contingente della disponibilità a pagare per evitare un livello addizionale di rumore
- ✓ relazione funzionale più che proporzionale: il costo unitario del rumore (euro/dB) aumenta con i dB (A) di esposizione

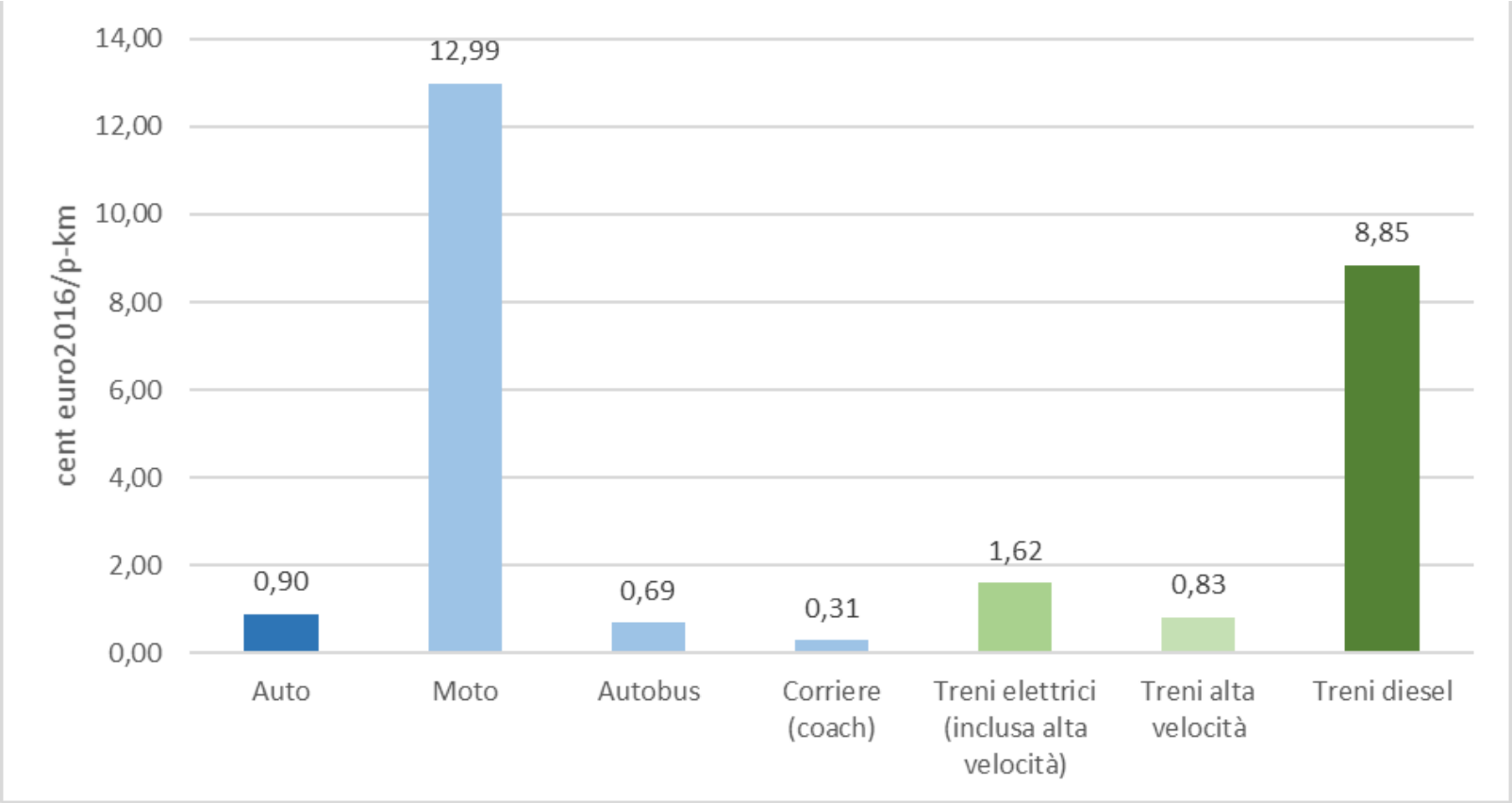
Effetti sanitari:

- ✓ Costo del trattamento medico dei seguenti rischi:
  - cardiopatia ischemica;
  - ictus;
  - demenza;
  - ipertensione.
- ✓ Funzioni esposizione/risposta basate su evidenza epidemiologica classificata da OMS almeno di qualità moderata

- ✓ Livelli di esposizione della popolazione al rumore (L_{den}) dei veicoli di trasporto su strada, rotaia e aereo forniti dall'Agenzia Europea per l'ambiente (dati nazionali)
- ✓ I costi esterni per categoria di veicolo su strada sono stimati con procedura Top down, ripartendo i costi del rumore sulle percorrenze veicolari pesate con un fattore di equivalenza

3. Costi esterni del rumore dei veicoli di trasporto

Confronto modale strada/rotaia: i costi esterni medi del rumore per l'Italia (cent euro/p-km)



Fonte: Handbook (2019), excel file.

- ✓ Rumore: unico punto debole del trasporto ferroviario (in media)
- ✓ Costi del rumore dei treni a trazione elettrica maggiori sia rispetto alle auto che agli autobus (a parità di persone trasportate e km percorsi)
- ✓ Materiale rotabile: più è leggero, meno è rumoroso

4. I costi esterni dell'incidentalità stradale

Secondo l'Handbook i costi esterni degli incidenti sono quella componente dei costi sociali dell'incidentalità che

a) non è già coperta dai premi assicurativi per i rischi degli incidenti
b) non è già scontata dai conducenti nelle decisioni di guida (persone a bordo altri veicoli).

Le voci di costo sociale che concorrono al calcolo dei costi esterni sono:

- i **costi umani** (decessi, feriti gravi, feriti leggeri)
- i costi dei **trattamenti sanitari** (ricoveri ospedalieri, programmi di riabilitazione, medicinali, visite specialistiche, etc.); componente esterna 50%
- i **costi amministrativi** dell'incidentalità stradale (pronto intervento, prevenzione, costi per il sistema giudiziario, costi di assistenza legale, costi del sistema assicurativo); componente esterna 30%
- le **perdite di produzione al netto dei consumi** mediamente associate ai decessi e ai feriti (componente esterna 55%)

I danni materiali ai veicoli, al carico trasportato, alle infrastrutture sono già internalizzati.

Tabella: Sintesi dei valori unitari delle componenti di costo esterno degli incidenti, valori per l'Italia in euro$_{2016}$

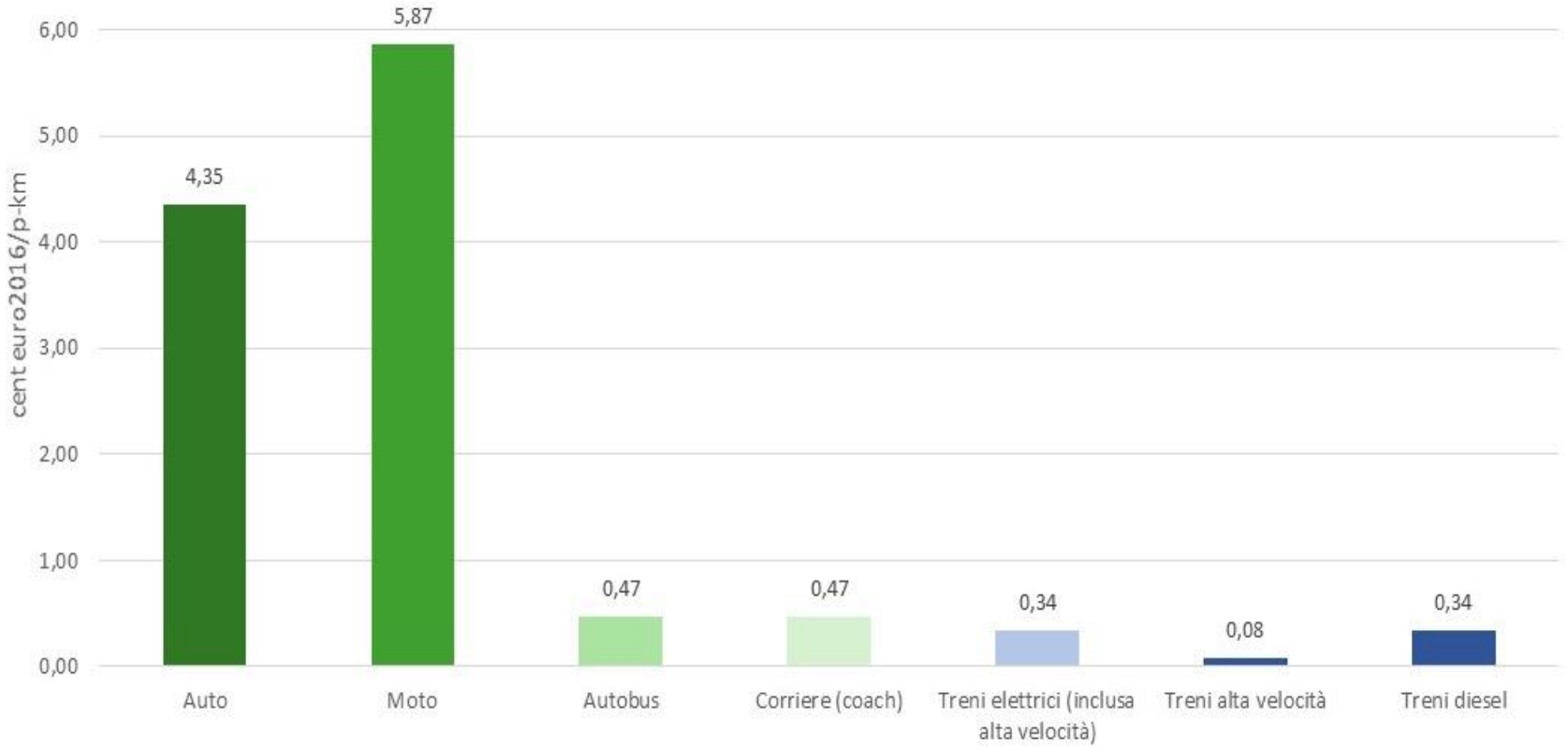
	Decessi	Feriti gravi	Feriti leggeri
Costi umani	2.888.866 (VSL al netto delle perdite di consumo)	468.373 (13% VSL)	36.029 (1% VSL)
Valore delle perdite di produzione	354.695	23.611	1.444
Costo dei trattamenti sanitari	2.672	8.226	708
Costi amministrativi	1.873	1.288	554
Totale costo esterno unitario	**3.248.106**	**501.498**	**38.735**

Nota: VSL Italia 3.602.869 euro$_{2016}$.

Fonte: RSE 2021 (Molocchi A. et al., Fattori di costo per la valutazione delle esternalità dei trasporti nel contesto italiano, rapporto RdS, RSE, dicembre 2021)

4. I costi esterni dell'incidentalità stradale

Figura: Costi esterni medi dell'incidentalità in Italia: confronto strada – rotaia, per categorie di mezzi di trasporto passeggeri (valori in cent euro2016/p-km)



- ✓ Costi medi riflettono sia l'incidentalità urbana che extraurbana
- ✓ Incidentalità treni passeggeri a trazione elettrica meno di un decimo rispetto alle auto
- ✓ Incidentalità treni inferiore anche agli autobus

Fonte: Handbook (2019), excel files.

4. I costi esterni della congestione stradale

- ✓ La congestione stradale è un fenomeno che si verifica quando l'intensità del traffico cresce fino a generare un rallentamento del flusso di veicoli e code, provocando perdite di tempo a carico degli autisti, dei passeggeri e delle merci trasportate.
- ✓ Il costo esterno della congestione viene calcolato con il valore economico del tempo di viaggio perduto dagli altri veicoli (il valore orario del tempo di viaggio varia a seconda delle finalità di viaggio dei passeggeri e delle caratteristiche delle merci trasportate)
- ✓ Handbook utilizza due diversi approcci per calcolare i costi della congestione, uno semplificato (delay cost) e l'altro più preciso e vicino al concetto di costo esterno (deadweight loss). Solo quest'ultimo è adoperato per il calcolo dei costi esterni marginali.

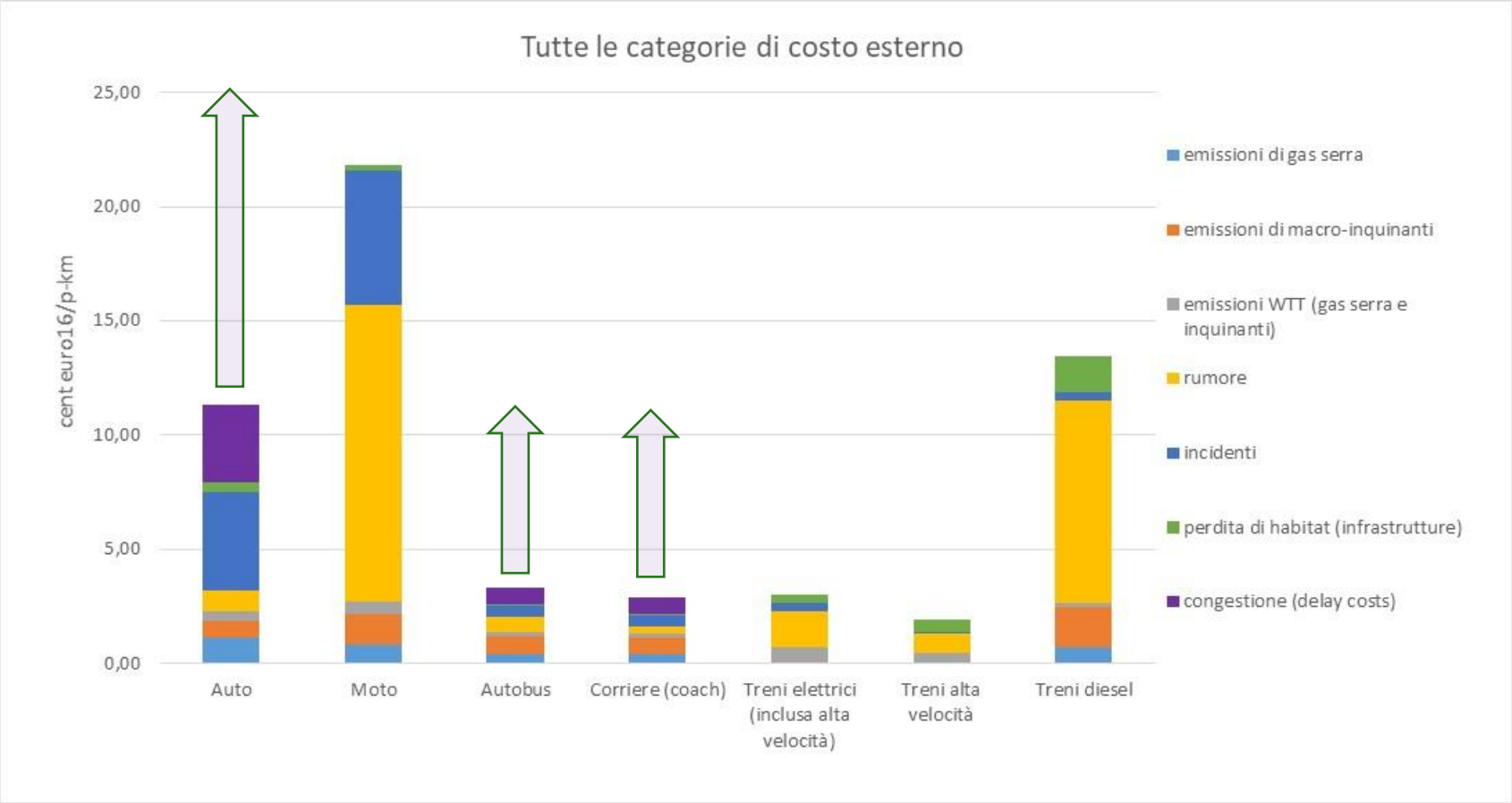
I costi esterni marginali e medi della congestione generata dalle autovetture (approccio deadweight loss), in ambito urbano, valori per l'Italia (cent €$_{16}$/vkm)

		Costo esterno marginale (cent €$_{16}$/vkm)			Costo esterno medio (cent €$_{16}$/vkm)
	Tipo di strada	Traffico con congestione bassa	Traffico con congestione media	Traffico con congestione elevata	Tutti i volumi di traffico
Strade urbane	Strade urbane ad alto scorrimento	16,6	23,6	30,6	3,9
	Altre strade urbane	45,0	55,5	63,2	

- ✓ I costi esterni marginali della congestione dipendono dal **fattore di occupazione di spazio** del veicolo e dal **grado di congestionamento dell'infrastruttura**.
- ✓ I costi esterni marginali della congestione sono **molto più alti** dei costi esterni medi perché le perdite di tempo generate sono diluite anche sulle percorrenze veicolari **senza congestione**

4. I costi esterni dei trasporti passeggeri: confronto strada - rotaia

Figura: Costi esterni medi dei trasporti in Italia, per categorie di mezzi di trasporto passeggeri su strada e rotaia (valori in cent euro2016/p-km)

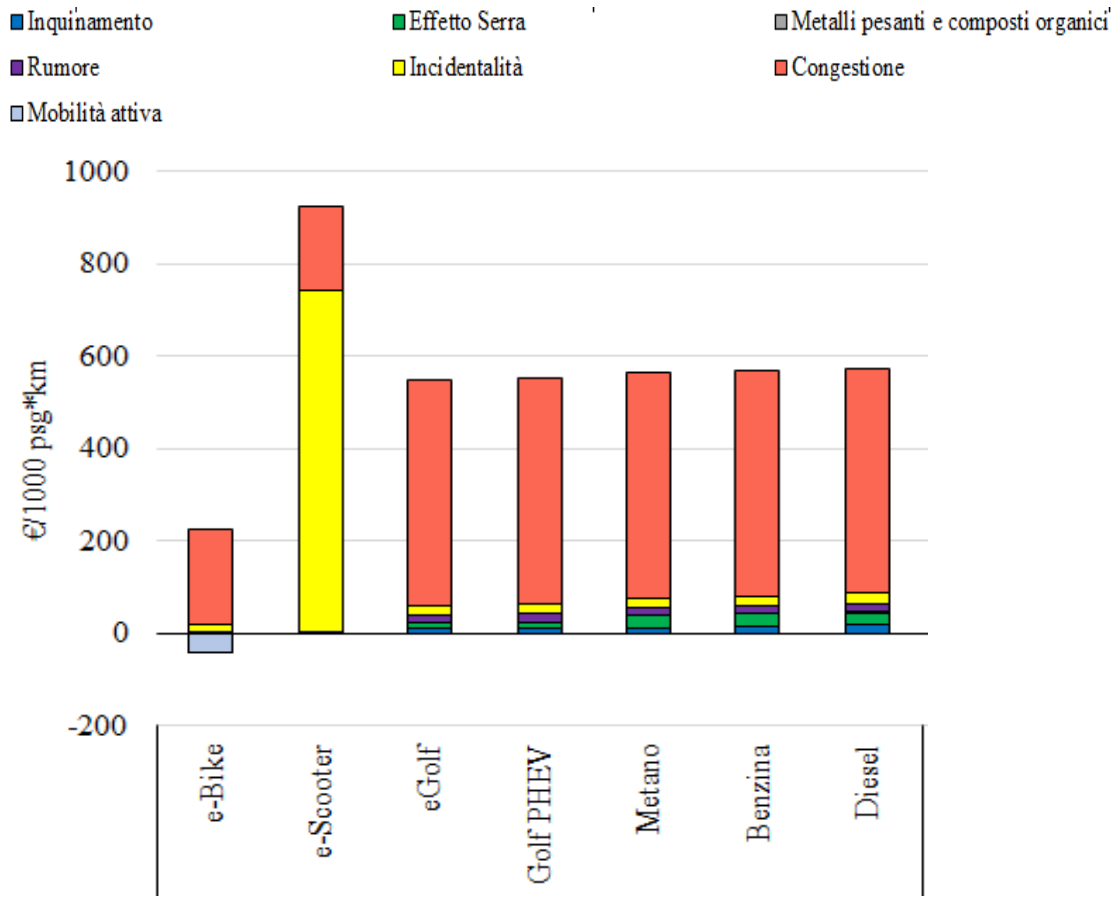


Fonte: Handbook (2019), excel files.

- ✓ Costi esterni medi riflettono sia percorrenze urbane che extraurbane
- ✓ **Costo esterno esterno medio dei treni elettrici è un terzo rispetto alle auto e simile a bus/corriere**
- ✓ Costo medio evitato da ferrovia elettrica: 8 cent€/p-km

Attenzione: se si fa questo confronto in maniera più precisa, su specifiche strade già congestionate, i costi marginali della congestione diventano preponderanti, e il differenziale modale aumenta significativamente

4. I costi esterni marginali della mobilità passeggeri:
confronto fra veicoli della mobilità privata in ambito urbano, con approccio LCA (studio RSE 2021 che utilizza i costi unitari Handbook)



- ✓ **Contesto urbano caratterizzato da condizioni di traffico di media congestione**
- ✓ Confronto fra modelli di auto e veicoli di micromobilità elettrica
- ✓ Le componenti dei **costi esterni legate alla congestione sono decisamente maggiori** rispetto alle altre (tanto che i risultati dell'approccio LCA risultano minoritari)
- ✓ Anche le e-bike e i monopattini contribuiscono al peggioramento della congestione, ma in misura inferiore rispetto alle auto
- ✓ Emergono elevatissimi costi esterni per p-km dell'**incidentalità dei monopattini** (dati da rassegna internazionale di studi)
- ✓ La e-Bike il mezzo migliore, con costi esterni 18,5 cent €/p-km, anche grazie al contributo di **miglioramento netto della salute dovuto alla mobilità attiva** (nonostante la maggior esposizione all'inquinamento da PM)
- ✓ Per le auto i valori vanno dai 54,9 cent €/p-km per la motorizzazione elettrica (caso migliore) ai 57,4 cent €/p-km per il diesel (caso peggiore), principalmente dovuti alla congestione.

Fonte: Brambilla M.C. et al., Il contributo della micromobilità elettrica alla sostenibilità dei trasporti: un'analisi basata sul ciclo di vita, rapporto RdS, RSE, dicembre 2021

Indice

1. I costi esterni, cosa sono
2. I costi esterni della mobilità: quali e quanti
3. Quantificare i costi esterni: a cosa serve

Quantificare i costi esterni: a cosa serve

- Stabilire il livello giusto della fiscalità ambientale (carbon tax, accise, fiscalità ambientale, congestion charging…): qual è il giusto ottimale della tassa ambientale?

- Individuare ed evitare forme di incentivazione dannose per l'ambiente (SAD)

- Orientare la ricerca e l'innovazione tecnologica (External Cost LCA)

- Valutare il finanziamento di infrastrutture alternative (CBA – Cost Benefit Analysis)

L'informazione sui costi esterni

NON è SINONIMO

di internalizzazione nei prezzi

L'analisi costi benefici di un'infrastruttura e i costi esterni

- ✓ L'**analisi costi-benefici** (ACB) è una procedura valutativa complessa finalizzata a valutare quantitativamente **l'utilità collettiva di un progetto (benessere economico netto generato).** Va distinta dall'analisi di redditività economico-finanziaria (prospettiva privatistica), ma non può essere realizzata senza analisi di redditività.
- ✓ L'ACB non serve a stabilire direttamente il *quantum* di contributo pubblico, ma solo **se il progetto è meritevole del contributo pubblico.**
- ✓ Il contributo pubblico viene individuato nella fase di analisi economico-finanziaria.
- ✓ **La qualità dell'analisi costi benefici dipende dalla corretta esecuzione di tutte queste fasi di analisi**, ciascuna delle quali è un vero e proprio studio.

1. Scenario tendenziale (analisi della domanda e dell'offerta in assenza del progetto)

2. Scenario con intervento (opzioni progettuali)

3. Analisi della domanda di utilizzo dell'infrastruttura

4. Analisi di redditività economico-finanziaria (financial gap, fattibilità finanziaria)

5.1 Stima dei benefici economici per l'utenza (minor costo del trasporto - include il valore del tempo di viaggio risparmiato)

5.2 Analisi dei benefici occupazionali e di indotto

5.3 Analisi dei costi esterni ambientali (variazione rispetto allo scenario senza intervento)

5. Analisi costi – benefici (dimostrazione di utilità pubblica, fattibilità economico-sociale)

Focus ACB: l'analisi della domanda e i costi esterni

3.1 Domanda di mobilità **attuale** nell'area geografica interessata

3.2 Domanda di mobilità **futura** nell'area (scenario tendenziale a lungo termine)

3.3 Modifica delle preferenze utenti (riduzione dei tempi di spostamento, miglioramento del servizio, riduzione del costo generalizzato)

3.4 Segmentazione per tipo di domanda:
- domanda da sostituzione
- domanda indotta

3.5 Segmentazione per tipi di flusso:
- privato
- lavorativo
- turistico

3.6 Stima della domanda

2. Opzioni progettuali:
a) Potenziamento del TPL
b) Nuovo tratto ferroviario
c) Nuova linea ferroviaria

3. Analisi della domanda di utilizzo dell'intervento

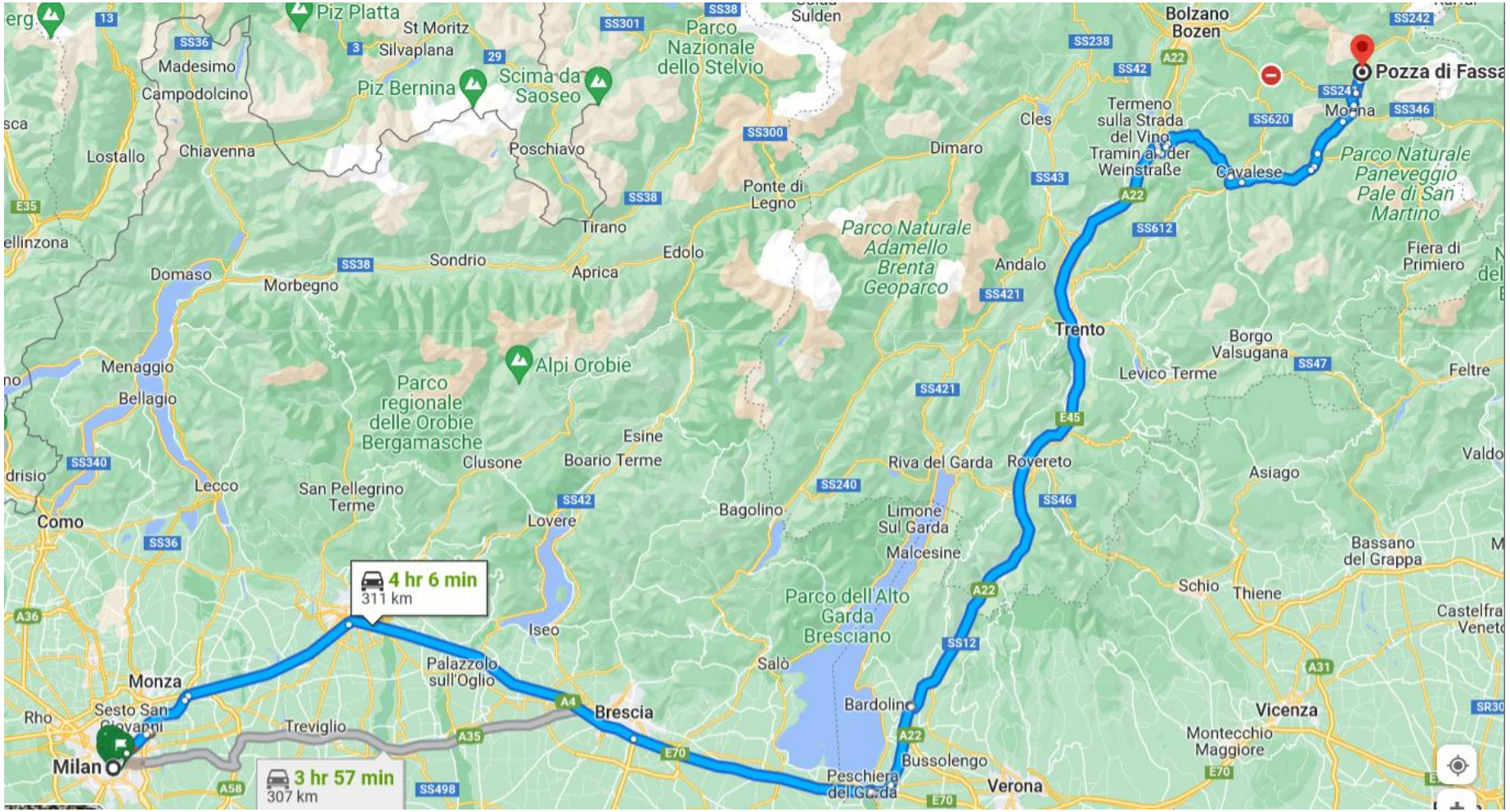
4. Analisi economico-finanziaria (financial gap infrastruttura, fattibilità finanziaria)

5.3 Analisi dei costi esterni ambientali (risparmio rispetto allo scenario senza intervento)

5. Analisi costi – benefici (dimostrazione di utilità pubblica)

L’analisi della domanda e i costi esterni:

Focus: i costi esterni del flusso turistico



- ✓ I costi esterni del flusso turistico privato si estendono su un’area molto vasta
- ✓ L’eventuale spostamento modale consentirebbe di risparmiare ingenti costi esterni
- ✓ Ingenti risparmi da congestione in partenza e arrivo
- ✓ Risparmi di gas serra, inquinamento e incidenti lungo tutto il tragitto

Per concludere:

«I costi esterni della mobilità: calcolarli per attivare le alternative”.

Fattori di costo per la valutazione delle esternalità dei trasporti nel contesto italiano

Andrea Molocchi, Giulio Mela, Paola Cristina Brambilla, Pierpaolo Girardi

Dicembre 2021

Progetto *2.6 Scenari e strumenti per la mobilità elettrica e relativa integrazione e interazione con il sistema elettrico*

RSE Ricerca Sistema Energetico | we move

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Andrea Molocchi
andrea.molocchi@rse-web.it

(*) Questa presentazione è stata realizzata attraverso il Fondo per la ricerca di sistema elettrico, in accordo con il Decreto del 16 aprile 2018.