

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

La presente scheda informativa, che sintetizza gli esiti di uno studio condotto dall'Istituto Paul Scherrer, fornisce una panoramica sull'impatto ambientale di oggi e di domani di automobili caratterizzate da diverse tecnologie di propulsione. L'analisi si basa sugli ecobilanci: viene esaminato l'intero ciclo di vita delle automobili, ossia la produzione, l'utilizzo e lo smaltimento, inclusa la messa a disposizione dei carburanti (benzina, diesel, gas, elettricità e idrogeno H₂). È importante prendere in considerazione il bilancio ecologico in quanto, benché le auto a batteria e a celle a combustibile non producano emissioni inquinanti, l'impatto ambientale dei processi per la produzione di questi veicoli, dell'elettricità e dell'idrogeno può essere invece considerevole.

Tecnologie dei veicoli e carburanti

Le auto convenzionali con motore a combustione (ICEV) sono alimentate a benzina, diesel o gas. Un'alternativa è rappresentata dalle auto elettriche a batteria (BEV) e dalle auto a celle a combustibile (FCEV), in cui le ruote vengono azionate da un motore elettrico. Il «carburante» di questi veicoli è costituito rispettivamente da energia elettrica, immagazzinata in una batteria, e da idrogeno, trasformato in elettricità attraverso una cella a combustibile. In futuro l'elettricità potrebbe essere sfruttata anche indirettamente producendo idrogeno tramite elettrolisi, che poi, mescolato a CO₂, viene trasformato (attraverso la cosiddetta procedura «power-to-gas») in gas naturale di sintesi (Synthetic Natural Gas – SNG).

IN BREVE I PUNTI ESSENZIALI:

- le auto a batteria e a celle a combustibile alimentate con elettricità e idrogeno prodotti da fonti a basso tenore di CO₂ causano una quantità nettamente inferiore di gas serra rispetto ai veicoli a benzina, diesel e gas; con il mix elettrico svizzero, oggi un'auto a batteria risparmia rispetto a un veicolo a benzina in totale circa 30 t di CO₂, prendendo come riferimento un tempo di vita pari a 200'000 chilometri;
- ciò significa che parallelamente all'introduzione della mobilità elettrica si dovrebbe accrescere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili; contemporaneamente, lo sfruttamento di energia elettrica in altri settori dovrebbe essere più efficiente;
- i veicoli elettrici non emettono direttamente sostanze inquinanti, pertanto contribuiscono a migliorare la qualità dell'aria negli agglomerati urbani in cui il traffico è intenso;
- la produzione di auto elettriche ha un impatto ambientale maggiore rispetto a quella delle auto con motore a combustione. Tuttavia, grazie alle minori emissioni prodotte durante l'utilizzo, in Svizzera le maggiori emissioni di gas serra prodotte per la produzione di auto a batteria vengono compensate dopo circa 30'000 chilometri percorsi;
- il bilancio di CO₂ dei veicoli a batteria è strettamente legato al tenore di CO₂ dell'elettricità utilizzata; ciò vale – se la produzione di H₂ avviene tramite elettrolisi – anche per le auto a celle a combustibile e i veicoli alimentati con gas di sintesi;
- i veicoli a batteria presentano la massima efficienza energetica. L'«elettrificazione indiretta», vale a dire la trasformazione di elettricità in idrogeno o gas naturale di sintesi è meno efficiente.

La presente scheda informativa sintetizza i risultati dello studio «[Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios](#)», condotto dall'Istituto Paul Scherrer; i dati sono stati raccolti nel quadro del [SCCER Mobility](#). Sono inoltre state prese in considerazione le specificità svizzere, sulla base di dati differenziati: [Link scheda complementare](#). Interlocutore diretto: [Christian Bauer](#).



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

Quali sono le novità?

Una prima versione di questa scheda informativa era stata pubblicata nel 2018. Questo aggiornamento contiene, tra l'altro, dati più recenti sulla produzione delle batterie delle auto elettriche e sulla loro durata di vita – e tiene così conto dei progressi tecnologici registrati in questo ambito. Anche la modellizzazione è stata rielaborata e ora i valori rispecchiano meglio le nuove automobili. Per le automobili a batteria sono inoltre stati fatti dei calcoli di sensitività con batterie di diverse dimensioni. Il bilancio per il 2040 considera ora anche le incertezze, rappresentate con «barre di errore». Queste ultime

mostrano le ripercussioni dei diversi scenari sul settore dell'energia elettrica globale e svizzero: le barre colorate rappresentano uno scenario «business-as-usual», caratterizzato da una protezione del clima poco ambiziosa; gli intervalli di oscillazione scaturiscono da uno scenario di protezione del clima in cui l'elettricità viene prodotta in pratica senza emissioni di CO₂ e da uno scenario «worst case», caratterizzato da un arresto del processo di trasformazione del sistema di approvvigionamento energetico globale.

I risultati degli ecobilanci riportati nei grafici delle figure 1–4 sono valori medi riferiti ad automobili di classe media, i cui parametri di base sono riassunti nella tabella 1.

			Tempo di vita	Massa del veicolo	Consumo di carburante (uso reale)		Autonomia	Indice «tank-to-wheel»	Standard emissioni inquinanti
			km	kg	l equivalente benzina per 100 km	ogni 100 km	km	%	
2018	ICEV	Benzina	200'000	1318	7,6	7,6 litri	492	21	EURO 6
		Diesel		1342	6,9	6,3 litri	615	23	EURO 6
		Gas		1391	8,1	5,5 kg	494	20	EURO 6
	Veicolo a batteria ¹			1509	2,2	19,3 kWh	186	64	
	Auto a celle a combustibile			1470	4,0	1,05 kg	476	34	
2040	ICEV	Benzina	200'000	1231	4,8	4,8 litri	550	27	EURO 6 –50%
		Diesel		1252	4,6	4,3 litri	637	28	EURO 6 –50%
		Gas		1290	4,9	3,3 kg	578	27	EURO 6 –50%
	Veicolo a batteria ¹			1334	1,7	15,4 kWh	354	68	
	Auto a celle a combustibile			1294	3,0	0,8 kg	509	38	

Tabella 1: valori di base dei parametri dei veicoli considerati per i presenti ecobilanci

¹ Presunta capacità delle batterie: 36 kWh oggi, 55 kWh nel 2040.

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

Le riduzioni delle emissioni e del consumo di carburante osservate entro il 2040 nei grafici delle figure 1–4 sono soprattutto una conseguenza dell'evoluzione tecnologica dei veicoli: maggiore rendimento dei motori, veicoli sempre più leggeri e standard per le emissioni inquinanti più severi.

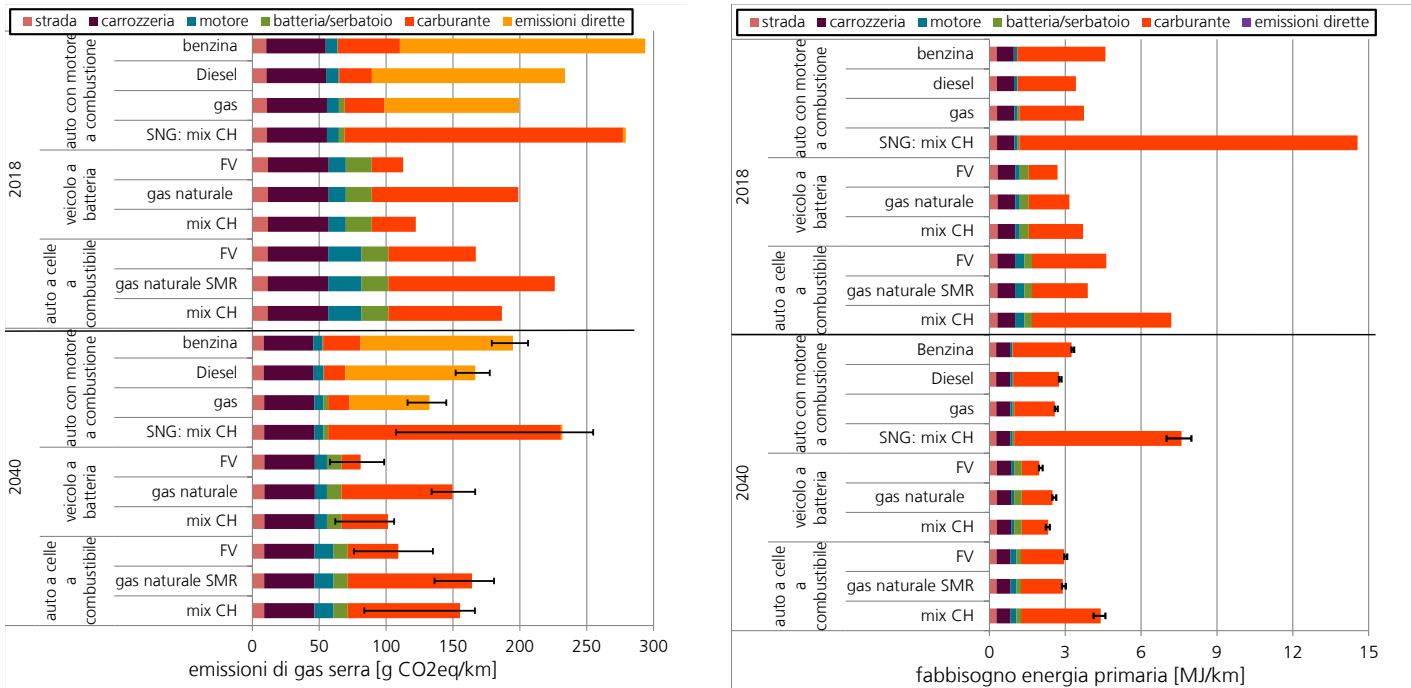


Figura 1: emissioni di gas serra (sinistra) e fabbisogno di energia primaria (destra) delle automobili oggi e nel 2040 per chilometro. FV: fotovoltaico; SNG: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria; l'idrogeno per le auto a celle a combustibile viene prodotto attraverso il processo di steam methane reforming (SMR) oppure per elettrolisi (mix elettrico svizzero o fotovoltaico); per «gas» si intende una miscela composta per l'80% da gas naturale e per il 20% da biogas. I differenti colori delle barre mostrano l'origine delle emissioni. Intervalli di oscillazione 2040: cfr. riquadro «Quali sono le novità?».

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

La figura 2 mostra che una parte considerevole delle emissioni inquinanti dei veicoli elettrici è dovuta alla produzione delle loro batterie. Tuttavia, una parte di questi inquinanti viene emessa in zone dove non viene danneggiato praticamente nessuno, come ad esempio nelle miniere in cui vengono estratti i metalli: qui i danni per la salute della popolazione sono nettamente inferiori rispetto a quelli provocati negli agglomerati con traffico intenso. Una parte delle emissioni, tuttavia, viene generata nelle zone industriali dell'Asia dove vengono prodotte le batterie e dove vivono molte persone.

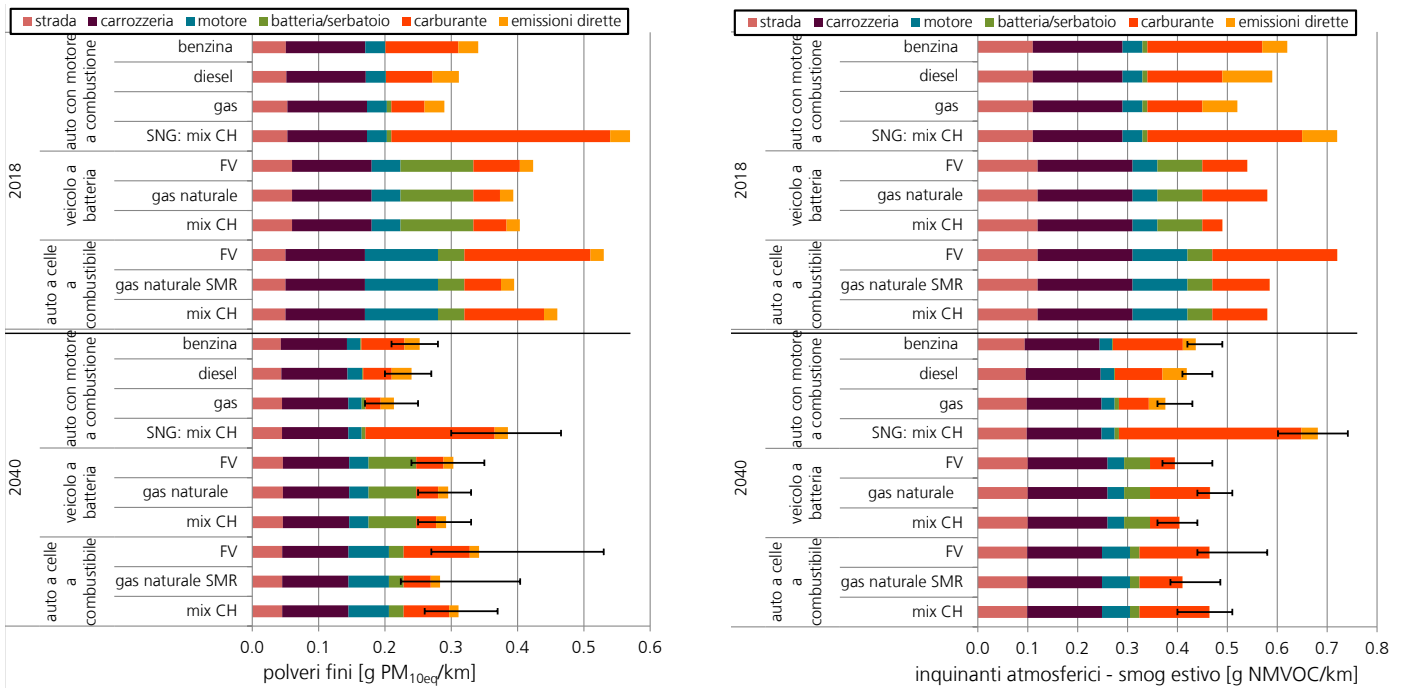


Figura 2: polveri fini (sinistra) ed emissioni di inquinanti atmosferici all'origine dello smog estivo (destra), prodotte dalle automobili oggi e nel 2040 per chilometro. FV: fotovoltaico; SNG: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria; l'idrogeno per le auto a celle a combustibile viene prodotto attraverso il processo di steam methane reforming (SMR) oppure per elettrolisi (mix elettrico svizzero o fotovoltaico); per «gas» si intende una miscela composta per l'80% da gas naturale e per il 20% da biogas. I differenti colori delle barre mostrano l'origine delle emissioni. Intervalli di oscillazione 2040: cfr. riquadro «Quali sono le novità?».

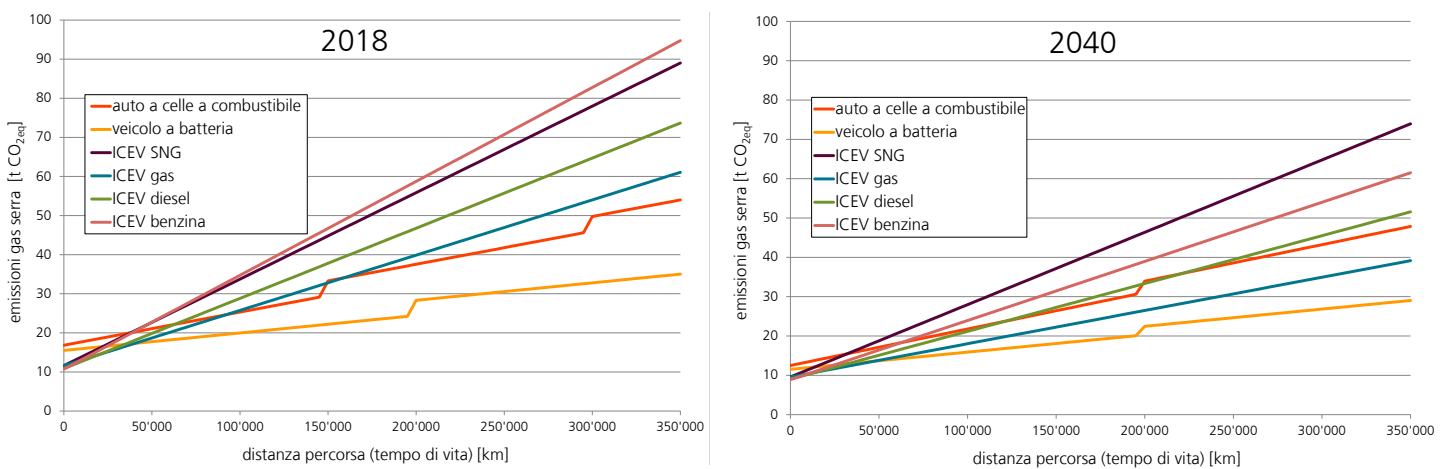


Figura 3: emissioni di gas serra prodotte durante l'intero tempo di vita di diversi veicoli, oggi (sinistra) e nel 2040 (destra). ICEV: auto con motore a combustione; SNG: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria. Il mix elettrico svizzero viene impiegato qui anche per caricare la batteria dei veicoli a batteria e per produrre l'idrogeno necessario alle auto a celle a combustibile. Per «gas» si intende una miscela composta per l'80% da gas naturale e per il 20% da biogas. Dopo 150'000 km o 200'000 km vengono sostituite le celle a combustibile o le batterie.

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

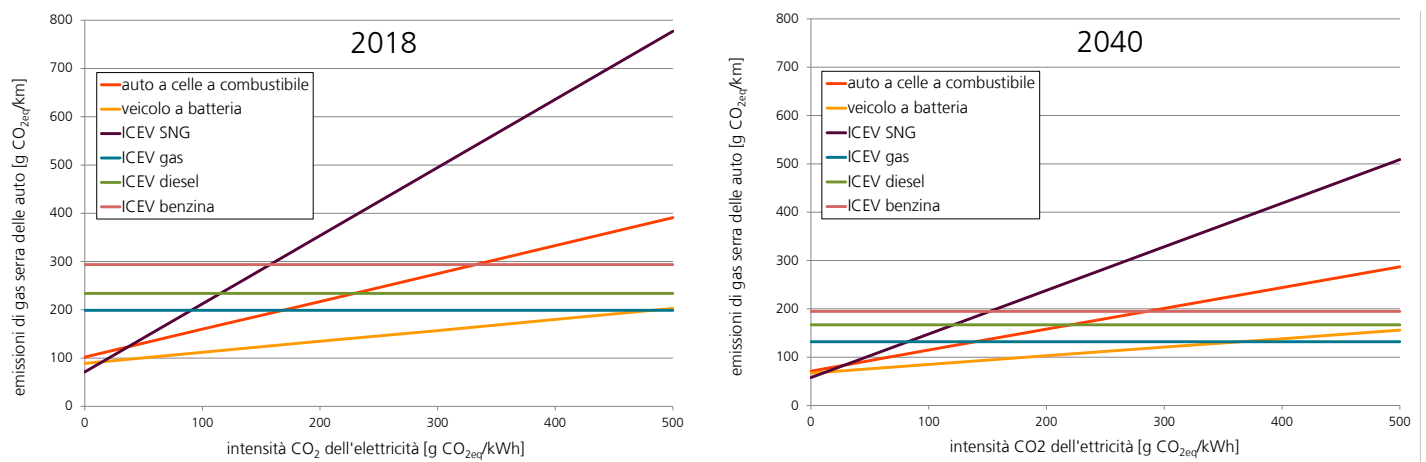


Figura 4: emissioni di gas serra della auto a seconda del tenore di CO₂ dell'elettricità utilizzata per caricare i veicoli a batteria, per produrre idrogeno o per produrre gas di sintesi. ICEV: auto con motore a combustione; SNG: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con CO₂ dell'aria. Per «gas» si intende una miscela composta per l'80% da gas naturale e per il 20% da biogas. I veicoli a batteria sono di gran lunga migliori rispetto a quelli alimentati con carburanti fossili perché sfruttano l'elettricità con la massima efficienza. Grazie a un tenore di CO₂ dell'elettricità utilizzata molto basso i veicoli alimentati con SNG sono quelli che producono la minor quantità di emissioni. Nel 2040 le linee del grafico relative a BEV, FCEV e ICEV-SNG salgono meno rispetto ad oggi perché i veicoli sono sempre più efficienti e richiedono meno elettricità per chilometro. A titolo di confronto: l'intensità di CO₂ dell'elettricità prodotta in Svizzera è pari a circa 10–30 g CO_{2eq}/kWh nel caso delle centrali idroelettriche e degli impianti eolici e a 70–100 g CO_{2eq}/kWh nel caso degli impianti fotovoltaici; le centrali a gas naturale raggiungerebbero valori pari a 400–500 g CO_{2eq}/kWh e l'attuale mix elettrico svizzero si aggira sui 130 g CO_{2eq}/kWh.

LE BATTERIE E IL LORO ECOBILANCIO

Nei veicoli a batteria le batterie a ioni di litio rappresentano la soluzione standard. Oggigiorno il loro processo di produzione ha un notevole impatto sull'ambiente. Le batterie di grandi dimensioni rappresentano quindi un fattore negativo per l'ecobilancio delle auto a batteria, ma permettono di percorrere distanze maggiori. Le automobili a batteria hanno oggi una capacità di stoccaggio pari a 36 kWh, che nel 2040 aumenterà fino a 55 kWh. Il tempo di vita delle batterie viene stimato sui 200'000 km. Importanti fattori dell'impatto ambientale del processo di produzione delle batterie sono il consumo energetico e dei materiali legato alla produzione delle celle: è di fondamentale importanza quanta elettricità viene consumata e da quali fonti essa proviene. Negli ultimi anni la produzione di veicoli a batteria è cresciuta notevolmente e di conseguenza è aumentata pure la produzione di massa delle batterie, il che si riflette nella riduzione del consumo energetico e nella diminuzione dell'impatto ambientale. Per l'ecobilancio la cosa migliore sarebbero procedure di recycling efficienti o un «riutilizzo» delle batterie, ad esempio per lo stoccaggio dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici negli

edifici. Nella presente scheda non si tiene ancora conto di una simile possibilità di riutilizzo.

GLI ECOBILANCI E LA LORO ATTENDIBILITÀ

Alcune ipotesi e parametri chiave sono determinanti per i risultati degli ecobilanci. Tra di essi rientrano il consumo di carburante, le emissioni di inquinanti dei motori a combustione e il tempo di vita dei veicoli e dei loro componenti, come ad esempio delle batterie. I risultati contenuti nella presente scheda informativa si basano sui parametri descritti nella tabella 1. Una pubblicazione scientifica (sottoposta attualmente a una perizia) illustra gli intervalli di oscillazione realistici di questi parametri e la loro influenza sui risultati: cosa succede, ad esempio, se le auto diesel non rispettano i limiti di emissione e se producono una quantità nettamente superiore di ossidi di azoto? E quali conseguenze avrebbe sull'ecobilancio un approvvigionamento di energia unicamente rinnovabile per la produzione di batterie? La pubblicazione contiene tutti i valori dei parametri e fornisce tutte le fonti dei dati. Essa illustra inoltre i risultati di altri ecobilanci, ad esempio per i veicoli ibridi plug-in.