

ISET - DIVISIONE MOBILITÀ
QUATTRO ANNI IN HYUNDAI IONIQ EV 2019 28 kWh
FASCICOLO INFORMATIVO EV-HI_4
rev. 0 del 18/02/2023

CONTATTI: info@isetpuglia.it



INDICE

1. PREMESSA	3
2. SCOPO	3
3. CONSUMI E RENDIMENTO	4
4. LE RICARICHE	7
5. ALTRI COSTI DI GESTIONE	9
6. RIEPILOGO COSTI	10
7. INQUINAMENTO	11
8. CONCLUSIONI	14

1. PREMESSA

All'interno di questo fascicolo informativo sono presenti i dati reali rilevati da ISET nell'utilizzo per quattro anni di una Hyundai Ioniq EV 28 kWh Model Year 2019 in Puglia. L'auto è stata acquistata presso la concessionaria Auto Caracciolo di Brindisi e immatricolata il 18/01/2019.

Tali dati sono stati confrontati con quelli registrati dallo stesso automobilista con la sua precedente auto, una Lancia Delta 1.6 Mjt Euro 5. I dati sono confrontabili perché le destinazioni e lo stile di guida, essendo gli stessi, non hanno influito significativamente su essi. Inoltre, l'analisi dei dati è stata svolta in un periodo di tempo coincidente con quattro anni esatti (i primi quattro anni di vita della vettura), in modo tale che le condizioni climatiche, che nei mesi dell'anno possono essere molto varie e che hanno un'influenza significativa sui consumi delle auto elettriche, non vanificassero l'oggettività dell'analisi svolta. Infatti, riteniamo che una prova su strada strumentale di un'auto elettrica di un solo giorno non sia esaustiva, in quanto non testa l'auto in tutte le condizioni. Bisognerebbe fare almeno 4 prove nell'anno e fare una media dei risultati; **noi abbiamo fatto meglio, rilevando i dati di quattro interi anni.**

L'utilizzo prevalente dell'automobile è costituito dal tragitto casa-lavoro, con alcune escursioni extra nel fine settimana. Sia con l'auto diesel che con quella elettrica si è cercato di ottenere i consumi più bassi, a parità di tempo di percorrenza. Per questo, si sono preferite strade extraurbane principali con limite di velocità di 110 km/h per la motorizzazione diesel, mentre si è scelto un percorso più breve, caratterizzato anche dal passaggio nei centri urbani e da strade extraurbane secondarie con limite di velocità a 90 km/h, per la motorizzazione elettrica. Si riportano di seguito le percentuali delle tipologie di percorso, per entrambi i veicoli.

TIPOLOGIA PERCORSO	HYUNDAI IONIQ EV 28 kWh	LANCIA DELTA 1.6 Mjt Euro 5
Strade extraurbane principali	29%	84%
Strade extraurbane secondarie	67%	15%
Percorso cittadino	4%	1%

Tabella 1 - Tipologie di percorso adottate nell'utilizzo prevalente

2. SCOPO

Lo scopo dell'approfondimento proposto è quello di fornire dati certi sui costi di gestione di una delle migliori auto elettriche prodotte finora, se non la migliore per efficienza generale, rapportati a quelli di una moderna auto diesel Euro 5. Alla base di questo confronto, c'è la ricerca del minimo costo. Pertanto, in entrambi i casi, lo stile di guida è stato orientato all'ottenimento delle migliori percorrenze e per tutte le voci di spesa si è ricercata sempre la soluzione più conveniente dal punto di vista economico.

Considerando che vi sono molte differenze tra un'auto elettrica ed un'altra (molto maggiori rispetto alle differenze che si possono apprezzare tra due diverse auto diesel, ad esempio), si raccomanda di utilizzare i dati riportati solo se si considera un'auto elettrica

dello stesso modello o almeno con la stessa tecnologia (altre auto della gamma Hyundai adottano un power pack tecnologicamente analogo).

3. CONSUMI E RENDIMENTO

In quattro anni, per percorrere 132.199 km sono stati necessari 14.525,18 kWh. Da questo dato cumulativo è possibile calcolare un consumo medio di 9,10 km/kWh. In realtà, stando a quanto rilevato dal computer di bordo, **la Hyundai Ioniq EV ha percorso mediamente 11,67 km con un kWh.** Come mai questa differenza? Durante la ricarica non tutta l'energia prelevata viene accumulata nella batteria.



Figura 1 - Consumo medio rilevato da cdb a 88.427 km

Il cosiddetto "rendimento di ricarica" si calcola dal rapporto tra l'energia accumulata e quella prelevata e dipende principalmente dalla qualità del caricabatterie. Nel caso della Hyundai Ioniq EV in esame, **il rendimento di ricarica medio nei primi quattro anni è stato pari al 77,9%**. Considerando che il rendimento di un'auto elettrica si attesta intorno al 90%, il rendimento complessivo del sistema è pari al 70% circa.

Il valore è stratosferico. Per confronto, il rendimento della Lancia Delta 1.6 Mjt, alla velocità costante di 100 km/h, è pari al 35,6% (si consideri che è un valore ottimo per un'auto con motore a combustione interna, perché vi sono anche auto con rendimento inferiore al 30%). Bisogna inoltre considerare che la condizione di velocità costante a 100 km/h è una condizione ideale per un'auto diesel. In realtà, nell'utilizzo reale, il rendimento medio si assesta sempre a valori molto inferiori al 30%. Questo vuol dire che meno del 30% del potere calorifico del carburante viene convertito in energia meccanica. **L'auto elettrica ha un rendimento più che doppio.**

Ma anche rispetto ad altre auto elettriche il valore è considerevole: in alcuni casi (ISET collauda auto elettriche da molti anni) abbiamo registrato rendimenti di ricarica appena superiori al 70%, ai quali corrispondono rendimenti complessivi di circa il 65%.

Nella successiva tabella sono specificati in sintesi, anno per anno, i risultati sopra riportati ed è calcolata l'autonomia media teorica, ossia quella raggiungibile se si utilizzasse tutta la capacità della batteria. Tale dato, quindi, dipende dallo stato di salute (SOH - State Of Health) della batteria nel tempo, dato che risente di un degrado fisiologico della stessa, quantificabile facilmente attraverso una diagnosi elettronica. Bisogna però anche sottolineare che tale valore è riferito al dato di capacità nominale della batteria (nel caso della Hyundai Ioniq EV in esame corrisponde a 28 kWh) e non alla capacità reale, che è leggermente superiore del dichiarato. Si leggerà, quindi, un valore del 100% fin quando si disporrà ancora della capacità nominale di 28 kWh, sebbene il degrado della batteria cominci a verificarsi prima.

ANNO	Km percorsi	kWh prelevati	Consumo medio reale [km/kWh]	Consumo medio rilevato da computer di bordo [km/kWh]	SOH	Autonomia media [km]
1	35.885	4211,70	8,52	10,7	100%	300
2	28.615	3242,34	8,82	11,4	100%	319
3	38.640	4190,02	9,22	12,1	100%	339
4	29.059	2881,12	10,09	12,8	100%	354
PRIMI 4 ANNI	132.199	14525,18	9,10	11,67	100%	323

Tabella 2 - Percorrenze e consumi medi nei primi quattro anni

Dai dati riportati in Tabella 2, è evidente una importante e progressiva **diminuzione dei consumi**, alla quale corrisponde un significativo **aumento dell'autonomia**. Analizziamo i motivi di questo fenomeno, che risulta essere molto interessante, soprattutto considerando che ci si aspetta una riduzione dell'autonomia nel tempo e non il suo aumento.

Innanzitutto, la rigenerazione in frenata può influenzare molto il rendimento di un'auto elettrica. Tuttavia, non è detto che si riesca a sfruttarne al massimo le potenzialità sin dal primo giorno, soprattutto se si provenisse dalla guida di un'auto con motore a combustione interna, che non dispone di tale dispositivo. Una **guida esperta** in elettrico, quindi, è il primo elemento che causa questo piacevole fenomeno. Includiamo all'interno di questa voce anche altri molteplici elementi, come ad esempio l'attenzione ad avere sempre la giusta pressione degli pneumatici, così come quella di non portare oggetti inutili a bordo dell'auto, che comporterebbero un aggravio di peso.

Inoltre, come accade in tutte le automobili, gli attriti degli organi meccanici si riducono nel tempo, in quanto si verifica il loro assestamento. Nel secondo anno, grazie alla guida esperta e all'**assestamento degli organi meccanici**, i consumi sono migliorati del 3,5%. Se l'assestamento giustifica in parte la riduzione dei consumi verificatasi nel secondo e nel terzo anno, tuttavia, è improbabile che nel quarto anno abbia avuto un effetto altrettanto significativo, dato che l'auto aveva percorso già ben 103.140 km.

Tra gli elementi acquisiti e degni di essere messi in evidenza, abbiamo rilevato una terza causa della riduzione dei consumi: la **sostituzione degli pneumatici**, avvenuta a 73.079 km. Il primo equipaggiamento consisteva nella dotazione di scorrevolissimi Michelin Energy Saver, uno pneumatico dal basso coefficiente d'attrito, caratteristica che influenza significativamente i consumi. Nel frattempo, però, lo stesso costruttore ha sviluppato un nuovo pneumatico ispirandosi al modello Energy Saver, con l'obiettivo di aumentarne ulteriormente la scorrevolezza: è nato così il modello e.Primacy. Era doveroso sostituire i fantastici Energy Saver con pneumatici che avessero la stessa filosofia costruttiva, così la scelta è ricaduta proprio su questo nuovissimo modello. Anche se i primi 8579 km del terzo anno sono stati percorsi con gli stessi pneumatici degli anni precedenti, la differenza è stata tale da consentire un ulteriore miglioramento dei consumi nel terzo anno, quantificabile in un bel 4,5%. Nel quarto anno è stato utilizzato sempre lo stesso treno di pneumatici per tutti i km percorsi.

Adesso, continueremo a monitorare i consumi e verificheremo come si evolveranno anche nel quinto anno di utilizzo del mezzo. Ci si attende un miglioramento ulteriore ma molto contenuto, considerando che ormai si utilizzeranno gli stessi pneumatici per tutto l'anno, che la guida esperta è stata ormai acquisita e che gli attriti degli organi meccanici potrebbero ancora diminuire solo di poco. Tra l'altro, i valori riscontrati sono davvero impressionanti ed è difficile immaginare ulteriori miglioramenti significativi.

Per completezza, si riporta anche un confronto con i consumi medi rilevati, sia per l'auto elettrica che per quella diesel in esame, nelle rispettive prove su strada di Quattroruote, che sono molto severe e mirano a testare l'auto in modo intenso. L'approccio della prova proposta da ISET, innovativo come sempre, è stato quello di testare i veicoli nel rispetto della sostenibilità ambientale e all'insegna dell'economia di utilizzo, valori aziendali fondamentali e irrinunciabili, proiettati verso l'obiettivo di migliorare il mondo che ci circonda. Questo approccio ha comportato una guida orientata alla ricerca del minimo consumo e del massimo rendimento: il risparmio sui consumi rispetto alla prova su strada certificata di Quattroruote, apprezzabile nella tabella successiva, è pari al 33% per l'auto elettrica e al 37% nel caso dell'auto diesel.

TIPOLOGIA CONSUMO	HYUNDAI IONIQ EV	LANCIA DELTA 1.6 Mjt Euro 5
Consumo medio rilevato da ISET	9,10 km/kWh	22,5 km/l
Consumo medio rilevato nella prova su strada Quattroruote	6,1 km/kWh	14,1 km/l
Consumo rilevato nella prova su strada Quattroruote in città	6,9 km/kWh	10,4 km/l
Consumo rilevato nella prova su strada Quattroruote su percorso statale	6,7 km/kWh	18,5 km/l
Consumo rilevato nella prova su strada Quattroruote su percorso autostradale	4,8 km/kWh	13,5 km/l

Tabella 3 - Consumi

Con questi consumi, la Hyundai Ioniq EV ha garantito autonomie medie sempre superiori a 300 km, che sono tantissimi per un'auto elettrica con una batteria da soli 28 kWh (vedere fotografia in Figura 2). Si pensi che il modello successivo, la Hyundai Ioniq EV model year 2020, ha una batteria da 38 kWh: con questi consumi garantirebbe almeno 400 km di autonomia.

Abbiamo notato una singolare particolarità: stranamente, sul computer di bordo non si è mai visualizzata un'autonomia residua superiore a 300 km, nemmeno con la batteria carica al 100%, nonostante spesso (soprattutto con condizioni climatiche favorevoli, specialmente in primavera e in autunno) si siano superati i 300 km con una singola carica. Ci siamo accorti che è una limitazione impostata a livello di software, probabilmente concepita per non illudere il guidatore che si potessero percorrere più di 300 km.



Figura 2 - Autonomia residua con il 100% di carica

Riportiamo di seguito, nell'immagine in Figura 3, la fotografia del riepilogo che viene visualizzato appena si spegne l'automobile dopo uno spostamento. Nel riepilogo fotografato, che si riferisce ad uno spostamento in condizioni climatiche favorevoli, sono stati percorsi 66 km con un consumo medio di ben 14,0 km/kWh e al termine del viaggio era ancora calcolata dal computer di bordo un'autonomia residua di 272 km. Quindi, considerando anche i 66 km percorsi, si deduce un'autonomia di 338 km.



Figura 3 - Riepilogo di uno spostamento in condizioni climatiche favorevoli






4. LE RICARICHE

La potenza media di ricarica è stata pari a 2,43 kW. Considerando che il caricabatteria di bordo consente di ricaricare fino a 6,6 kW¹, è una potenza decisamente bassa, alla portata di qualsiasi utenza. Le ricariche sono state eseguite prevalentemente di notte con il dispositivo di ricarica in dotazione con l'automobile (MODO 2) o tramite *wallbox* (MODO 3). La potenza con cui si è scelto di caricare l'auto è così bassa proprio perché di notte si

¹ Nella versione 2020 della Hyundai Ioniq EV si dispone di un caricabatterie ancora più potente, da 7,2 kW.

hanno molte ore a disposizione, quindi non è stato necessario usufruire di maggiore potenza. Non è stata mai eseguita, inoltre, una ricarica *fast* (MODO 4). Questa scelta, profondamente voluta, tende a preservare la batteria, perché tali ricariche ne accelerano il degrado.

Vediamo adesso da dove proviene l'energia impiegata per le ricariche:

-  il 70,49% dell'energia è stata prelevata dalla rete elettrica nazionale al costo medio di 0,237 €/kWh (considerando non solo il costo del singolo kWh, ma tutti i costi presenti in bolletta, anche quelli fissi);
-  il 25,23% dell'energia è stata prelevata dall'impianto fotovoltaico domestico ad un costo di 0,050 €/kWh²;
-  il 3,41% dell'energia è stata prelevata in MODO 3 da colonnine di ricarica gestite dalla società Sagelio al costo medio di 0,179 €/kWh (alimentate anch'esse da fonti rinnovabili);
-  lo 0,16% è stato prelevato in MODO 3 da colonnine pubbliche al costo medio di 0,445 €/kWh;
-  lo 0,04% è stato prelevato da colonnine gratuite ubicate presso centri commerciali.

Nella successiva tabella è riportata una sintesi dei costi totali sostenuti e il costo chilometrico sostenuto per l'energia nei primi quattro anni (pari a soli 2 centesimi di euro).




MODO DI RICARICA	FONTE DI ENERGIA	kWh PRELEVATI	COSTO MEDIO [€/kWh]	COSTO TOTALE [€]
MODO 2 o	UTENZA DOMESTICA	10.264,03	0,237	2.381,19
MODO 3	FOTOVOLTAICO DOMESTICO	3.674,49	0,050	183,72
MODO 3	COLONNINE SAGELIO	496,03	0,179	57,24
	COLONNINE PUBBLICHE	23,31	0,445	10,37
	COLONNINE GRATUITE	67,32	0,000	0,00
SOMMA DEI COSTI PER 132.199 km (COSTO TOTALE NEI PRIMI 4 ANNI)				2632,52
COSTO CHILOMETRICO [€/km]				0,0199

Tabella 4 - Costo dell'energia


² In realtà, non si tratta di un costo, ma del mancato guadagno conseguente dall'immissione in rete di quell'energia.

5. ALTRI COSTI DI GESTIONE

Gli altri costi di gestione dell'automobile sono:

-  il bollo;
-  l'assicurazione RCA;
-  la manutenzione ordinaria.


BOLLO AUTO. In Puglia, il pagamento del bollo delle auto elettriche è esonerato per i primi 5 anni (si veda la figura 4). Dal 6° anno in poi, si paga il 25% dell'importo dovuto, ottenuto moltiplicando il dato di potenza omologata riportato nel campo "P.2" del libretto di circolazione (in kW) per 2,58 (che è il costo in € per ogni kW di potenza). La Hyundai Ioniq EV ha 25,3 kW di potenza nominale, pertanto dal 6° anno in poi il bollo avrà un costo di circa 18,00 € (incluse le spese di esazione ACI). Il bollo della Lancia Delta 1.6 Mjt costa invece 229,00 €.



Automobile Club d'Italia **Pagamento Bollo** ← Indietro

1 Veicolo 2 Importo 3 Pagamento 4 Esito

Da un veicolo di tua competenza o memorizzato ⓘ

 FS704PV HYUNDAI
Proprietario

- 08/2022 - 07/2023 ✓ Non esigibile
- Periodi precedenti ✓ Regolari
- 08/2021 - 07/2022 ✓ Non esigibile
- 08/2020 - 07/2021 ✓ Non esigibile
- 08/2019 - 07/2020 ✓ Non esigibile
- 01/2019 - 07/2019 ✓ Non esigibile

Un tuo veicolo non compare nell'elenco? ⓘ

Da una targa

Targa

Dal Codice Avviso riportato sull'Avviso di Pagamento PagoPA o dal nr. Pratica ⓘ

Codice Avviso (IUV)/Numero Pratica

Regione di competenza

Scegli ▼

Verifica i dati sopra riportati e assicurati che il pagamento della tassa sia di tua competenza prima di procedere.

Vuoi pagare il bollo? >

Il servizio è attivo tutti i giorni dalle 00.10 alle 23.40

Figura 4 - Screenshot dal sito ACI

ASSICURAZIONE RCA. L'assicurazione RCA annuale della Hyundai Ioniq EV è costata € 330,00 per il primo anno, € 303,00 per il secondo anno, € 210,00 per il terzo ed il quarto anno³. Si deduce un costo medio di € 263,25⁴. Per quanto riguarda la Lancia Delta, a parità

³ Nel primo e secondo anno con compagnia assicurativa UnipolSai, il terzo e quarto anno con Generali.

⁴ Tale costo medio è destinato a diminuire ulteriormente, perché nel 5° anno il costo della RCA è stato pari a € 200,00 con compagnia assicuratrice Allianz.

di conducente, classe di merito, storicità dell'attestato di rischio e condizioni, la RCA è costata € 835,00 per gli ultimi due anni di utilizzo dell'auto e sarebbe costata € 478,00 con una assicurazione *on-line low cost*.

MANUTENZIONE ORDINARIA. In 4 anni sono stati eseguiti 4 tagliandi, dal costo di € 72,00 (il 30/12/2019), € 115,00 (il 23/12/2020), € 103,00 (il 13/09/2021) ed € 100,08 (il 14/09/2022). Si deduce un costo medio annuo di 97,52 € per la manutenzione ordinaria. Sull'auto diesel del confronto i tagliandi sono stati eseguiti con frequenza annuale e il costo medio è stato pari a € 450,00.

6. RIEPILOGO COSTI

Nella successiva tabella è riportato il confronto dei costi di gestione medi per un anno (con una distanza percorsa di 33.050 km l'anno in media).

COSTI MEDI ANNUI	HYUNDAI IONIQ EV	LANCIA DELTA 1.6 Mjt Euro 5
ENERGIA/CARBURANTE	€ 658,14	€ 2172,48 ⁵
BOLLO	€ 0,00 ⁶	€ 229,00
ASSICURAZIONE RCA	€ 263,25 ⁷	€ 478,00
MANUTENZIONE	€ 97,52	€ 450,00
TOTALE	€ 1018,91	€ 3329,48

Tabella 5 - Riepilogo dei costi di gestione annui

Con l'auto elettrica, dunque, si sono risparmiati mediamente 2310,57 € l'anno. Siccome si prevede di tenere l'auto almeno 10 anni, si propone di seguito una stima dei costi di gestione a 10 anni e 330.500 km percorsi.

COSTI IN 10 ANNI	HYUNDAI IONIQ EV	LANCIA DELTA 1.6 Mjt Euro 5
ENERGIA/CARBURANTE	€ 6.581,40	€ 21.724,80
BOLLO	€ 90,00	€ 2.290,00
ASSICURAZIONE RCA	€ 2.632,50	€ 4.780,00
MANUTENZIONE	€ 975,20	€ 4.500,00 ⁸
TOTALE	€ 10.279,10	€ 33.294,80

Tabella 6 - Riepilogo dei costi di gestione per 10 anni

⁵ Costo medio diesel: 1,479 €/l.

⁶ Esonerato per 5 anni, dal 6° anno in poi diventa € 18,00.

⁷ Calcolata dalla media dei premi pagati negli ultimi quattro anni.

⁸ Si sono considerate tre sostituzioni del kit distribuzione, due sostituzioni dei pattini freno e una sostituzione dei dischi freno.

Considerando un periodo di 10 anni, l'auto elettrica fa risparmiare dunque 23.015,70 €. In realtà, nel tempo, il vantaggio aumenterà maggiormente per via della minore probabilità di un intervento di manutenzione straordinaria, ad esempio a causa di un guasto, sull'auto elettrica. Essendo questa molto più semplice dal punto di vista costruttivo, infatti, ci si attende una maggiore affidabilità.

7. INQUINAMENTO

In questo capitolo si intende calcolare quanto si è inquinato con l'auto elettrica per percorrere 132.199 km e si vuole confrontare questo dato con l'inquinamento emesso dalla solita auto diesel di riferimento.






L'AUTO ELETTRICA. L'energia elettrica non si materializza alla presa, ma viene prodotta e distribuita attraverso la rete elettrica nazionale. In Italia, per produrre un kWh si emettono in atmosfera 397 g di CO_{2eq}⁹. Considerando che si sono prelevati in tutto 14525,18 kWh e che il 28,64% di questi sono stati generati da fonte rinnovabile, in tre anni **con l'auto elettrica si sono emesse 4,11 tonnellate di CO₂ per percorrere 132.199 km.**

L'AUTO DIESEL. Siccome il carburante non si materializza al distributore, così come l'energia non si materializza alla presa, bisogna anche considerare l'inquinamento provocato per la produzione dei carburanti. Considerando una percorrenza di 22,5 km/l (quella ottenuta alla guida dell'auto diesel), in 132.199 km si sarebbero consumati 5875 litri di carburante, che corrispondono a 5,87 tonnellate di CO₂ (per produrre un litro di carburante si emette mediamente un kg di CO₂). A questo valore, bisogna sommare le emissioni allo scarico dell'autovettura: considerando i 130 g/km dichiarati (il dato dichiarato non è mai reale, ma lo consideriamo tale per fare una stima cautelativa), fanno 17,18 tonnellate di CO₂. In tutto, sempre per percorrere 132.199 km, **con l'auto diesel si emettono 23,05 tonnellate di CO₂, cioè più di 5 volte le emissioni di un'auto elettrica** (per la precisione 5,61 volte in più).

Senza nemmeno considerare che durante la rigenerazione del filtro antiparticolato l'auto diesel inquina di più (fino a 10 volte) e prendendo per buone le emissioni inquinanti dichiarate (cosa tutt'altro che sicura), **in soli quattro anni con l'auto elettrica si sono evitate già 18,94 tonnellate di CO₂.** La cosa più stupefacente è che questo risultato è stato possibile utilizzando l'impianto fotovoltaico domestico solo per il 25,23% dell'energia totale prelevata. Prelevando una maggiore percentuale di energia dall'impianto fotovoltaico, si può evitare almeno un'altra tonnellata di CO₂ ogni anno, considerando una percorrenza media annua di 33.050 km.

Anche la produzione dell'energia distribuita in rete si sta convertendo verso fonti più pulite e il contributo delle fonti rinnovabili è in crescita: si pensi che già nel 2020, per la prima volta in assoluto, si è avuto il sorpasso delle fonti rinnovabili sul gas naturale (che è un combustibile fossile e pertanto fonte non rinnovabile). L'Italia è una delle nazioni europee più virtuose, grazie alla sua posizione geografica e all'incredibile variabilità del territorio nazionale, che fornisce naturalmente le seguenti fonti rinnovabili:

⁹ Fonte dei dati: Elaborato del GSE per il calcolo del valore del fattore emissivo relativo all'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica (da adottare ai fini della comunicazione annuale al GSE di cui all'articolo 7bis, comma 2, del decreto legislativo 21 marzo 2005, n. 66) aggiornato al 2016.

-  acqua;
-  vento;
-  sole;
-  sottosuolo;
-  biomassa.







Nella seguente tabella 7 si riportano i dati rappresentativi dell'evoluzione del mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia venduta da Enel Energia (primo fornitore nazionale) dal 2012 al 2021¹⁰.

FONTI PRIMARIE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ¹¹
Rinnovabili	30,7%	38,2%	43,1%	40,8%	38,8%	36,4%	40,8%	41,7%	46,6%	45,8%
Carbone	18,9%	18,9%	19,0%	19,4%	15,5%	13,7%	12,3%	7,9%	6,8%	7,7%
Gas naturale	39,1%	33,1%	28,6%	30,6%	38,0%	42,6%	39,2%	43,2%	36,5%	38,4%
Prodotti petroliferi	1,3%	1,0%	1,0%	1,3%	0,8%	0,8%	0,5%	0,5%	0,6%	0,8%
Nucleare	4,2%	4,2%	4,6%	4,8%	3,8%	3,6%	4,1%	3,5%	5,6%	4,2%
Altre	5,8%	4,6%	3,7%	3,0%	3,1%	2,9%	3,0%	3,1%	3,9%	3,1%

Tabella 7 - Evoluzione del mix energetico nazionale dal 2012 al 2021

IL CICLO DI VITA. L'analisi svolta finora lascia aperta una questione attualissima: l'auto elettrica inquina davvero meno di un'auto diesel in tutto il ciclo di vita? Cercheremo di fornire una risposta, sulla base delle informazioni disponibili sulla *carbon footprint* (tradotto letteralmente: impronta carbonio) dei processi produttivi in ambito *automotive*.

Chiariamo innanzitutto quali sono le principali voci di inquinamento che si manifestano durante tutto il ciclo di vita di un'automobile¹²:

-  emissioni per la produzione del veicolo;
-  emissioni per la produzione di carburanti o energia;
-  emissioni allo scarico;
-  emissioni per usura dell'impianto frenante;
-  emissioni per la manutenzione del veicolo;
-  emissioni per lo smaltimento del veicolo.

EMISSIONI PER LA PRODUZIONE DEL VEICOLO. Produrre un'auto elettrica ha un impatto ambientale maggiore, soprattutto per la produzione della batteria. Ma questo impatto va conteggiato una sola volta, perché riguarda solo la produzione del veicolo.

¹⁰ Dati rilevati dalle bollette per la fornitura di energia elettrica dell'utenza utilizzata per la ricarica domestica.

¹¹ Dato pre-consuntivo.

¹² Vi sono, in realtà, anche altre voci di inquinamento, come ad esempio l'usura e la sostituzione degli pneumatici. Siccome il contributo di questa voce è simile per tutte le automobili, si omette per semplificazione.

Nell'intero ciclo di vita di un'automobile, questo impatto, come vedremo nel riepilogo riportato di seguito, non è significativo.

EMISSIONI PER LA PRODUZIONE DI CARBURANTI/ENERGIA. Abbiamo già riportato all'inizio di questo capitolo la quantificazione di questa voce.

EMISSIONI ALLO SCARICO. Abbiamo già riportato all'inizio di questo capitolo la quantificazione di questa voce.

EMISSIONI PER USURA DELL'IMPIANTO FRENANTE. Per quanto riguarda l'usura dell'impianto frenante, l'auto elettrica gode di un enorme vantaggio: la frenata rigenerativa. Dove le altre auto sono costrette a dissipare energia per frenare, l'auto elettrica invece riutilizza parte di quell'energia per ricaricare la batteria, e lo fa con una frenata "rigenerativa". In questo modo, non si impegna l'impianto frenante tradizionale, il quale si usurerà meno, durerà molto più a lungo, ma soprattutto non originerà polveri sottili per usura dei pattini (è dimostrato che costituiscono un terzo delle polveri sottili presenti nell'inquinamento urbano).

EMISSIONI PER LA MANUTENZIONE DEL VEICOLO. Anche nella manutenzione non v'è dubbio: ad ogni tagliando, l'auto elettrica fa risparmiare almeno dai 4 ai 6 litri di lubrificante esausto, un filtro olio, un filtro carburante, un filtro aria motore. Sono rifiuti speciali che vanno direttamente smaltiti in discarica. Il tagliando, tuttavia, è un intervento di manutenzione ordinaria. Un'auto con motore a combustione interna, in realtà, presenta sempre anche interventi di manutenzione straordinaria: oltre all'impianto frenante, di cui abbiamo già parlato, ci sono altri componenti che si usurano e che può essere necessario sostituire già nei primi 10 anni di utilizzo. Tra questi, vi sono la frizione, la pompa dell'acqua, la pompa carburante, gli elettroiniettori, la turbina, il motorino di avviamento, le sonde per il controllo delle emissioni allo scarico, il debimetro, e tanti altri. Ogni qualvolta si sostituisce uno di questi componenti, ovviamente, si provoca ulteriore inquinamento per il loro smaltimento.

EMISSIONI PER LO SMALTIMENTO DEL VEICOLO. E' difficile quantificare quest'ultima voce, ma si possono fare alcune considerazioni inconfutabili. Considerando che il telaio, le sospensioni, l'impianto frenante, gli interni, i vetri, i fari e tanti altri componenti sono comuni tra auto elettrica e auto con motore a combustione interna, concentriamoci su cosa differiscono le une dalle altre, ossia sul motore. Quando un'auto dotata di motore a combustione interna viene smaltita, moltissimi componenti meccanici del motore sono usurati e pertanto non riutilizzabili. Inoltre, vi saranno molti rifiuti pericolosi, in quanto è presente un'alta quantità di prodotti chimici (ad esempio, lubrificanti e carburanti) e molti componenti sono da essi contaminati (ad esempio, filtri olio, filtri gasolio e tutte le parti meccaniche lubrificate o appartenenti al circuito di alimentazione, come gli elettroiniettori). Ovviamente, l'impatto ambientale di un rifiuto con queste caratteristiche è sicuramente molto alto. Per quanto riguarda l'auto elettrica, invece, il motore elettrico è riutilizzabile in quanto non presenta usure rilevanti e, comunque, gran parte dei suoi componenti può essere riciclato e avere una seconda vita. Anche la batteria può essere totalmente smontata e si possono recuperare il 99% dei materiali che la compongono. Sebbene oggi non siano ancora diffusi centri specializzati per il riciclaggio dei componenti dell'auto elettrica, è innegabile che quest'ultima si addica ad un modello di economia circolare, al contrario dell'auto tradizionale.

SINTESI DELLE EMISSIONI. Nella seguente tabella si riportano i valori stimati per ognuna di queste voci (almeno quelle calcolabili, escludendo quelle derivanti dalla manutenzione straordinaria o da un malfunzionamento del veicolo) in tonnellate equivalenti di CO₂ per 10 anni e considerando una percorrenza di 330.500 km.

EMISSIONI DI CO ₂ [ton]	HYUNDAI IONIQ EV	LANCIA DELTA 1.6 Mjt Euro 5
PRODUZIONE DEL VEICOLO	8,800	5,600
PRODUZIONE CARBURANTI O ENERGIA	10,277	14,689
ALLO SCARICO	0	42,965
USURA IMPIANTO FRENANTE	0,020	0,050
MANUTENZIONE	0,010	0,150
SMALTIMENTO	da calcolare	da calcolare
TOTALE	19,107	63,454

Tabella 8 - Emissioni inquinanti relative all'intero ciclo di vita in tonnellate equivalenti di CO₂

Dai dati rilevati, trascurando la voce "smaltimento" (che sarà nostra premura calcolare nelle prossime revisioni di questo fascicolo informativo e che sarà comunque un'altra voce a favore dell'auto elettrica), deduciamo che in 10 anni e 330.500 km percorsi la Hyundai Ioniq EV oggetto dello studio inquina meno di un terzo rispetto alla Lancia Delta 1.6 Multijet Euro 5, e precisamente 44,3 tonnellate di CO₂ in meno.

8. CONCLUSIONI

Da questa esperienza diretta si percepisce la netta superiorità dell'auto elettrica. Oltre all'ineguagliabile piacere di guida, alle prestazioni, alla silenziosità (ridurrà anche l'inquinamento acustico nei centri urbani), alla migliore ripartizione dei pesi, al baricentro basso (la batteria è situata sotto il pianale), all'aerodinamica (favorita dall'assenza di grossi gruppi radianti nel cofano motore), anche i vantaggi economici e ambientali sono incredibili. Chiudiamo questo fascicolo con un riepilogo generale dei dati elaborati nel confronto epocale proposto (vedi pagina seguente).

STIMA DEI COSTI IN 10 ANNI DI UTILIZZO (330.500 km)
Hyundai IONIQ EV


4,470 mm


Lancia Delta 1.6 Mjt Euro 5


4,520 mm

Comfort	VERSIONE	Gold
88 kW / 120 CV	POTENZA	88 kW / 120 CV
295 Nm sempre	COPPIA MAX	320 Nm a 1500 giri/min
9,5 sec	ACCELERAZIONE 0 - 100 km/h	11,1 sec
31,5 sec (161,7 km/h)	1 KM DA FERMO (VELOCITA' D'USCITA)	32,8 sec (157,2 km/h)
8,9 sec	RIPRESA 70-120 Km/h	18,2 sec
165,790 km/h	VELOCITA' MASSIMA	194,878 km/h
1563 kg	MASSA	1622 kg
52% ant. - 48% post.	RIPARTIZIONE DEI PESI	62% ant. 38% post.
€ 30.800,00	COSTO DI ACQUISTO	€ 25.000,00
€ 2.632,50	RC AUTO	€ 4.780,00
€ 90,00	BOLLO	€ 2.290,00
€ 6.581,40	ENERGIA/CARBURANTE	€ 21.724,80
€ 975,20	TAGLIANDI	€ 4.500,00
€ 0,00	PASTIGLIE/DISCHI FRENO	€ 390,00
€ 1.600,00	PNEUMATICI	€ 1.920,00
€ 42.679,10	TOTALE 10 ANNI E 330.500 km	€ 60.214,80
5 ANNI / KM ILLIMITATI	GARANZIA	2 ANNI / KM ILLIMITATI
19,107 ton	EMISSIONI DI CO₂ EQUIVALENTI NEL CICLO DI VITA	63,454 ton
0	CO₂ EMESSA ALLO SCARICO	44,694 ton
0	PARTICOLATO ALLO SCARICO	27.200 g
0	NO_x ALLO SCARICO	12.500 g

Per ulteriori informazioni:

I.S.E.T. sc - Segreteria Generale

E-mail: info@isetpuglia.it

Ambiente - Energia - Mobilità - Sicurezza

