

Un pensiero ad alta voce.

Al momento, tutti parlano di auto elettriche o ad idrogeno, siccome per queste tipologie d'auto l'energia necessaria per alimentarle va creata, in quanto non disponibile in natura, ho cercato di capire, in modo semplice facendo **“i quattro conti della serva”**, quanta energia viene utilizzata e quante emissioni di CO₂, si producono con un'auto elettrica e una con motore endotermico.

Premetto, che la mia non è una battaglia di retroguardia contro le auto elettriche o a idrogeno, perché credo che la transizione ecologica fatta *“cum grano salis”* sia fondamentale per il nostro futuro, ma sto solo cercando di capire, per non cadere nei *“luoghi comuni”*, quale è il reale stato dell'arte.

In realtà le auto elettriche possono essere **“accettabili”** o **“inaccettabili”** in base al sistema di generazione della corrente necessaria per muoverle, infatti, tutto ruota sulla tipologia delle centrali elettriche, sono *“accettabili”* se la generazione della corrente è fatta da centrali a energia rinnovabile, quali: solari, eoliche, idroelettriche, geotermiche, marine, biomasse, e da *“fusione”* nucleare quando sarà disponibile”. Le stesse diventano *“inaccettabili”* se la generazione della corrente è fatta utilizzando combustibili fossili e questo, al di là delle **enormi problematiche ancora da risolvere** relative alla costruzione, inquinamento, sicurezza e durata delle batterie, al consumo esponenziale e sconvolgente di terre rare e metalli, litio, cobalto, nichel, rame, tantalio e altri componenti specifici delle auto elettriche. La condizione, d'utilizzare energia elettrica proveniente solo da fonti rinnovabili è al momento cosa poco fattibile, visti i tempi necessari per realizzare i nuovi impianti.

Paradossalmente abbiamo paesi come la Cina con il maggior numero di veicoli elettrici in circolazione, ma anche il maggior numero di centrali di produzione dell'energia elettrica, pari al **62%** del totale a **carbone!** (fonte IEA2022)

Nel 2022 il fabbisogno di corrente elettrica in Italia è stato di 316.8 TWh di cui il **68.9% da fonti non rinnovabili** (dati statistici Terna 2022). (In Europa il mix. delle centrali alimentate con fonti non rinnovabili è molto vario, poiché si passa dal **2%** della Svezia al **83%** della Polonia)

Questo mix. in Italia, varia da zona a zona e da gestore a gestore, si passa dall'utilizzo del 100% di fornitura da centrali elettriche a energia rinnovabile (energia verde), e quindi l'auto elettrica diventa *“accettabile”*, a forniture da centrali alimentate da carbone e derivati (energia nera), dove l'auto elettrica è assolutamente *“inaccettabile”*. In realtà il mix. dei gestori è composto da tutte le combinazioni possibili, dove quasi sempre troviamo energia elettrica generata da fonti rinnovabili, combinata con quella generata da energia fossile (energia grigia), e in Italia dei gestori ce ne sono più di 60! Diventa quindi problematico conoscere i dati a livello energetico e delle emissioni di CO₂. di ogni gestore.

Per questo motivo ho valutato due ipotesi:

la prima, è quella di considerare il mix. *“teorico”* dell'energia utilizzata, come se il fornitore fosse unico in tutta Italia, e dove l'energia da fonti fossili è = **68.9%**.

La seconda è quella di considerare la fornitura elettrica, generata di volta in volta, da una centrale alimentata da: **Carbone (1); Prodotti petroliferi (2); gas naturale(3).**

*(NB) Per conoscere i dati reali relativi al livello energetico e alle emissioni di CO₂ di ogni gestore, occorre conoscere la tipologia delle centrali che compongono la fornitura, il loro rendimento elettrico e le loro emissioni, e procedere con le verifiche, per capire se l'auto elettrica è *“accettabile”*, ma questo è un lavoro molto complesso che esula da questa ricerca.*

Per fare questo esercizio, prendiamo un'auto elettrica per esempio: **Tesla model 3 long range dual motor**, e verifichiamo quanta energia occorre generare, nelle centrali elettriche per alimentarla, e le relative emissioni. Dopo di che la modifichiamo, togliendo tutto l'apparato elettrico, inserendo al suo posto un gruppo termico a benzina con analoghe prestazioni, e andiamo poi a confrontare i risultati.

Definiamo un percorso comune di **300 km** autostradali, alla media di **100 km/h**.

Calcoliamo la potenza necessaria alle ruote, per muovere l'auto elettrica e l'auto termica, alla velocità di **100 km/h**. Dal programma di simulazione, abbiamo **14.5 kW per l'auto elettrica**, e considerando un minor peso di circa **300 kg**, di **13.1 kW per l'auto termica**.

Verifichiamo l'energia utilizzata e l'emissione di CO2 dell'auto termica:

Risaliamo alla potenza all'albero motore, considerando un rendimento della trasmissione di **0.86**

Potenza all'albero motore = $13.1/0.86 = 15.2$ kW.

Il consumo specifico del motore è di 265 g/kWh;

Il peso del carburante introdotto in un'ora è $= 15.2 \times 265/1000 = 4.04$ kg;

Il peso totale del carburante utilizzato = $4.04 \times (300/100) = 12.1$ Kg.

Consideriamo il P.s. della benzina = 0.740 Kg litro, (norme CUNA).

I litri totali di carburante utilizzati sono $12.1/0.740 = 16.4$ L.

Il consumo di carburante = **5.5 litri/100 km**, pari a 18.3 Km/litro

L'energia totale utilizzata dal motore termico = $(300/100) \times 15.2 = 45.7$ kWh

L'emissione di CO2 dell'auto termica:

la benzina chimicamente, può essere paragonata all'**ottano** puro, anche se ci sono parecchie molecole diverse, additivi e quant'altro, quindi, **un litro** di benzina che pesa 0.740 Kg. emette **2.3 kg di CO2**. Di conseguenza, in 1 kg. di benzina ci sono = $2.3/0.74 = 3.11$ kg di CO2. (fonte Econologie .com marzo 2008)

L'emissione totale di CO2 dell'auto termica = $12.1 \times 3.11 = 37.7$ kg

l'emissione di CO2 in g/km = $37.7/300 \times 1000 = 126$

ORA, VERIFICHIAMO A RITROSO, QUANTA ENERGIA DEVE ESSERE EROGATA DALLE CENTRALI ELETTRICHE, E QUANTO CO2 QUESTE EMETTONO PER POTERE ALIMENTARE L'AUTO ELETTRICA.

Potenza alle ruote dell'auto elettrica = **14.5 kW**.

Rendimento trasmissione = 0.88 (consideriamo una coppia d'ingranaggi in meno dell'auto termica)

La potenza all'albero del motore elettrico è $= 14.5/0.88 = 16.5$ kW.

L'energia totale per completare il percorso = $16.5 \times (300/100) = 49.4$ kWh

Il recupero della frenata rigenerativa, in autostrada viene stimato dal **10%** al **15%**

L'energia totale reale utilizzata dopo recupero frenata = al **10%** = $49.4 \times 0.90 = 44.5$ kWh.

= al **15%** = $49.4 \times 0.85 = 42.0$ kWh.

Ora andiamo a verificare, quanta energia si perde durante il percorso della corrente dalla batteria dell'auto alle centrali elettriche, e considerando che il parco elettrico è molto vario, stabiliamo un rendimento minimo e uno massimo.

Rendimento motore elettrico da un Min. di 0.9 a un Max. di 0.95

Rendimento (efficienza) batteria da un Min. di 0.9 a un Max. di 0.95

Perdite sul veicolo + perdite sistema di conversione stazione di ricarica e di controllo AC-DC, (fonte OAMTC Austria).	da un Min. di 0.89	a un Max. di 0.935
Rete di distribuzione a bassa tensione:	da un Min. di 0.965	a un Max. di 0.975
Trasformatore da bassa a media tensione:	da un Min. di 0.985	a un Max. di 0.99
Rete di distribuzione a media tensione:	da un Min. di 0.97	a un Max. di 0.98
Sottostazione da media ad alta tensione:	da un Min. di 0.97	a un Max. di 0.985
Rete di distribuzione ad alta tensione:	da un Min. di 0.975	a un Max. di 0.985
Trasformatore riduttore da alta a media tensione:	da un Min. di 0.98	a un Max. di 0.99

Rendimento parziale percorso energia dall'auto alla centrale:
da un Min. di 0.616 a un Max. di 0.767

Prima ipotesi:

Stima del rendimento ed emissioni centrali elettriche del mix nazionale :

Fabbisogno di corrente in Italia nel 2022 è di 316.8 TWh di cui il **68.9%** da fonti **non rinnovabili**
 Totale energia **non rinnovabile** = $316.8 \times 0.689 = 218.3$ TWh (fonte Terna 2022)

rendimento medio parco termoelettrico nazionale = **0.426** (fonte Terna)

energia fossile utilizzata = $218.3 / 0.426 = 512.4$ TWh

Rendimento centrali nazionali comprese quelle a energia rinnovabile = $316.8 / 512.4 = 0.618$

Energia prelevata dalle centrali del parco nazionale per alimentare l'auto elettrica:

Rendimento totale: Min. = $0.618 \times 0.616 = 0.381$; Max. = $0.618 \times 0.767 = 0.474$

Energia prelevata = Min. = $44.5 / 0.381 = 117$ kWh ; Max. = $42 / 0.474 = 89$ kWh

(per riferimento, l'energia utilizzata dall'auto termica per effettuare il percorso è = 45.7 kWh)

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento = $117 / 45.7 = 2.6$ (+156%); **Max. rendimento** = $89 / 45.7 = 1.94$ (+94%)

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 1.94 a 2.6 volte

Emissioni di CO2:

Fattore d'emissione della produzione d'energia elettrica nazionale **comprese le fonti rinnovabili** = g CO2/kWh = **260.5** (fonte Terna)

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO2:

Min. = $117 \times 260.5 / 1000 = 30.5$ kg CO2 ; **Max.** = $89 \times 260.5 / 1000 = 23.2$ kg CO2

(Per riferimento, l'emissione dell'auto termica per effettuare il percorso = 37.7 kg di CO2)

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $30.5 / 37.7 = 0.8$ (-23%) ; **Max.** = $23.2 / 37.7 = 0.6$ (-38.5%)

Minori emissioni dell'auto elettrica dal 23% al 38.5%

Seconda ipotesi (1): alimentazione centrali a Carbone : (10.4% sul totale fossile)**Rendimento ed emissioni centrali elettriche alimentate da Carbone:**

Rendimento medio centrali nazionali alimentate a carbone = 0.365 (fonte Terna)

Rendimento totale: $Min. = 0.365 \times 0.616 = 0.225$; $Max. = 0.365 \times 0.767 = 0.280$

Energia prelevata dalla centrale a carbone per alimentare l'auto elettrica:

Min. = $44.5 / 0.225 = 198 \text{ kWh}$; **Max. = $42 / 0.280 = 150 \text{ kWh}$**

(per riferimento, l'energia utilizzata dall'auto termica per effettuare il percorso è =45.7 kWh)

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento= $198 / 45.7 = 4.3 (+333\%)$ **;** **Max. rendimento=** $150 / 45.7 = 3.29 (+229\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 3.2 a 4.3 volte.

Emissioni di CO2:

(*fonte Terna)

Fattore d'emissione della produzione elettrica nazionale, centrali a Carbone g CO2/kWh = 930*

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO2:

Min.= $198 \times 930 / 1000 = 184 \text{ kg CO2}$; **Max.=** $150 \times 930 / 1000 = 139 \text{ kg CO2}$

(Per riferimento, l'emissione dell'auto termica per effettuare il percorso=37.7 kg di CO2)

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $184 / 37.7 = 4.9 (+389\%)$; **Max. =** $139 / 37.7 = 3.7 (+271\%)$

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 3.7 a 4.9 volte

Seconda ipotesi (2): alimentazione da prodotti petroliferi (2.3% sul totale fossile):**Rendimento ed emissioni centrali elettriche alimentate da Prodotti Petroliferi:**

Rendimento medio centrali alimentate da prodotti petroliferi = 0.542 (fonte Terna)

Rendimento totale: $Min. = 0.542 \times 0.616 = 0.334$; $Max. = 0.542 \times 0.767 = 0.416$

Energia prelevata dalla centrale a P. petroliferi per alimentare l'auto elettrica:

Min. = $44.5 / 0.334 = 133 \text{ kWh}$; **Max. = $42 / 0.416 = 101 \text{ kWh}$**

(per riferimento, l'energia utilizzata dall'auto termica per effettuare il percorso è =45.7 kWh)

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento= $133 / 45.7 = 2.9 (+192\%)$ **;** **Max. rendimento =** $101 / 45.7 = 2.2 (+121\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 2.2 a 2.9 volte

Emissioni di CO2:

Fattore d'emissione della produzione elettrica nazionale, centrali a prodotti petroliferi =
g CO2/kWh = 724 (fonte Terna)

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO2:

Min.= $133 \times 724 / 1000 = 96.5 \text{ kg CO2}$; **Max.=** $101 \times 724 / 1000 = 73.2 \text{ kg CO2}$

(Per riferimento, l'emissione dell'auto termica per effettuare il percorso=37.7 kg di CO2)

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $96.5 / 37.7 = 2.6 (+156\%)$; **Max. =** $73.2 / 37.7 = 1.9 (+94\%)$

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 1.9 a 2.6 volte

Seconda ipotesi (3: alimentazione da Gas Naturale: (64.8 % sul totale fossile)

Rendimento ed emissioni centrali elettriche alimentate da Gas Naturale:

Rendimento medio centrali alimentate da gas naturale = 0.561 (fonte Terna)

Rendimento totale: $Min. = 0.561 \times 0.616 = 0.346$; $Max. = 0.561 \times 0.767 = 0.430$

Energia prelevata dalla centrale a gas naturale per alimentare l'auto elettrica:

Min. = $44.5 / 0.346 = 129$ kWh ; $Max. = 42 / 0.430 = 98$ kWh

(per riferimento, l'energia utilizzata dall'auto termica per effettuare il percorso è =45.7 kWh)

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento = $129 / 45.7 = 2.8$ (+182%); Max. rendimento = $98 / 45.7 = 2.1$ (+114%)

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 2.1 a 2.8 Volte

Emissioni di CO2:

Fattore d'emissione della produzione elettrica nazionale, centrali a gas naturale=
g CO2/kWh = 394.8 (fonte Terna)

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO2:

Min. = $129 \times 394.8 / 1000 = 50.8$ kg CO2 ; $Max. = 98 \times 394.8 / 1000 = 38.6$ kg CO2

(Per riferimento, l'emissione dell'auto termica per effettuare il percorso = 37.7 kg di CO2)

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $50.8 / 37.7 = 1.35$ (+34.8%) ; $Max. = 38.6 / 37.7 = 1.02$ (+2.4%)

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 2.4% a 34.8%

(Occorre precisare che da una verifica fatta, le auto con motore diesel di ultima generazione hanno consumi ed emissioni di CO2 leggermente migliori a quelle dei motori a benzina, fatto salvo gli ossidi d'azoto e il particolato e la complessità per ridurli, ma con l'avvento delle nuove normative euro 7 anche i motori a benzina a iniezione diretta aumenteranno l'emissione di polveri sottili e dovranno munirsi anche loro di filtro anti particolato)

Al momento, la rete complessiva del trasporto d'energia contribuisce non poco all'incremento dell'energia da creare per alimentare l'auto elettriche. Sicuramente in un prossimo futuro, (anche se il lavoro da compiere è molto complesso), si avranno miglioramenti sia nei sistemi colonnina/batteria, sia nel trasporto della corrente dalle centrali alla colonnina, in questo modo si potrà **ridurre il rapporto energetico tra l'auto termica e quella elettrica**, perchè è quello più critico e che, ovviamente, contribuisce pesantemente alle emissioni delle auto elettriche.

A questo proposito, è interessante notare che il rendimento elettrico colonnina/batteria, peggiora notevolmente all'aumentare della potenza, e di conseguenza il costo con cui si effettua la ricarica. **Ciò che si evince dalla simulazione, è un quadro preoccupante, perché fino a quando non avremo sostituito tutte le attuali centrali a combustibili fossili, con centrali eoliche, solari, o quant'altro eviti incrementi d'emissioni (vedi nucleare anche se non fa parte delle energie rinnovabili), il valore aggiunto dovuto all'introduzione delle auto elettriche in Italia, sarà decisamente negativo per la richiesta d'energia, e non particolarmente significativo, se non peggiore, per l'effetto serra!**

Un miglioramento dei consumi e delle emissioni, in attesa del completamento del parco elettrico nazionale con centrali ad energia rinnovabile, è lo sviluppo e l'introduzione delle auto **Full Hybrid**, auto con sistema misto termico/elettrico. Queste non hanno necessità di attingere energia elettrica dalle colonnine di ricarica, perché l'energia elettrica necessaria a caricare le batterie, viene generata dal motore termico.

Per verificare se questa soluzione tecnologica è valida, simuliamo sempre sulla stessa auto, la sostituzione del gruppo termico con un gruppo **Full Hybrid** a benzina.

(Si può utilizzare anche un gruppo termico a gasolio con una strategia dedicata, (vedi il programma di simulazione con l'auto diesel), il sistema globalmente è più complesso, ma i risultati a livello di consumi e d'emissioni di CO2 rispetto l'auto termica, sono leggermente migliori.)

Il vantaggio energetico, quindi il minor consumo, rispetto alla soluzione con motore termico, è dovuto alla gestione intelligente delle richieste di carburante, quali accelerazioni, partenze, spunti in salita, tratti di marcia in città e recupero d'energia in fase di rallentamento e frenata, che vengono effettuate dalla parte elettrica, mentre percorsi a regime costante e ricariche della batteria vengono effettuate dal motore termico, che in questo modo, funziona a regimi e a carichi ottimali.

NB) Occorre precisare, che il vero vantaggio nei consumi e emissioni della auto Full Hybrid, si ha nel percorso urbano ed extra urbano, perché c'è la continua alternanza elettrico/termico, con molte decelerazioni utili alla ricarica rigenerativa, permettendo, in questo modo, di tenere il motore termico praticamente spento per buona parte del percorso.

Però per coerenza con la simulazione precedente, si ripropone lo stesso percorso autostradale di **300 km** alla media di **100 km/h**. sapendo, quindi, che il risultato sarà così **molto conservativo**.

Si stima che il peso dell'auto Full Hybrid a benzina, sia minore di circa 190 kg. dell'auto elettrica. La potenza necessaria alle ruote, dal programma di simulazione è di circa **13.55 kW**

Il rendimento della trasmissione è = **0.86**

Potenza all'albero motore = $13.55/0.86 = 15.8$ kW.

Energia per effettuare il percorso = $15.8 \times 300/100 = 47.3$ kWh

Il recupero d'energia, dovuto alla frenata rigenerativa, viene stimato dal **8%** al **13%**, è considerato inferiore all'auto elettrica, perché il peso e quindi l'inerzia dell'auto termica Full Hybrid è inferiore.

L'energia reale erogata dal motore termico è =

Min. $8\% = 47.3 \times 0.92 = 43.5$ kW ; **Max.** $13\% = 47.3 \times 0.87 = 41.1$ Kw

Il consumo specifico del motore è di 240 g/kWh; (*ciclo tipo "Miller" sovralimentato, tipico delle auto Full Hybrid ideale per i regimi intermedi. Il rendimento di questo ciclo è molto migliore rispetto al ciclo otto, Toyota per le sue auto, parla di un rendimento superiore dell'8%*).

Il peso totale del carburante utilizzato:

Min. = $43.5 \times 240 / 1000 = 10.4$ Kg; **Max.** = $41.1 \times 240 / 1000 = 9.9$ Kg.

Consideriamo il Peso specifico della benzina = 0.740 Kg. / litro (norme CUNA).

I litri totali di carburante utilizzati sono: **Min.** = $10.4/0.740 = 14.1$; **Max.** = $9.9 / 0.740 = 13.3$

Il consumo totale di carburante: **Min.** = $14.1/300 \times 100 = 4.7$ litri/100 km., (pari a 21.3 Km/litro)

Max. = $13.3 / 300 \times 100 = 4.4$ litri/100 km., (pari a 22.5 Km/litro)

Emissioni di CO2 auto Full Hybrid:

In 1 kg. di benzina ci sono = $2.3/0.74 = 3.11$ kg di CO2. (fonte Econologie.com marzo 2008)

L'emissione totale = Min. $10.4 \times 3.11 = 32.3 \text{ kgCO}_2$; Max. $9.9 \times 3.11 = 30.7 \text{ kgCO}_2$

(NB) i riferimenti Min. e Max sono relativi alle percentuali di recupero dovuti alla frenata rigenerativa.

Prima ipotesi "auto Full Hybrid":

Energia prelevata dalle centrali del parco nazionale per alimentare l'auto elettrica: Min. = $44.5 / 0.381 = 117 \text{ kWh}$ Max. $42 / 0.474 = 89 \text{ kWh}$

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica Full Hybrid:

Min. rendimento = $117 / 43.5 = 2.7 (+168\%)$; Max. rendimento = $89 / 41.1 = 2.2 (+116\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 2.2 a 2.7 volte

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e quella termica Full Hybrid:

Min. = $30.5 / 32.3 = 0.94 (-5.6\%)$; Max. = $23.2 / 30.7 = 0.76 (-24.4\%)$

Minori emissioni dell'auto elettrica da -5.6% a -24.4%

Seconda ipotesi (1) auto "Full Hybrid" (Centrale a carbone e derivati):

Energia prelevata dalla centrale per alimentare l'auto elettrica:

Min. = $44.5 / 0.225 = 198 \text{ kWh}$; Max. = $42 / 0.280 = 150 \text{ kWh}$

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica Full Hybrid:

Min. rend. = $198 / 43.5 = 4.5 (+355\%)$; Max. rend. = $150 / 41.1 = 3.64 (+265\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 3.6 a 4.5 volte

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO₂:

Min. = $198 \times 930 / 1000 = 184 \text{ kg CO}_2$; Max. = $150 \times 930 / 1000 = 139 \text{ kg CO}_2$

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $184 / 32.3 = 5.7 (+469\%)$; Max. = $139 / 30.7 = 4.5 (+352\%)$

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 4.5 a 5.7 volte

Seconda ipotesi (2) con auto Full Hybrid (centrale a Prodotti Petroliferi):

Energia prelevata dalla centrale a Prodotti Petroliferi per alimentare l'auto elettrica:

Min. = $44.5 / 0.334 = 133 \text{ kWh}$; Max. = $42 / 0.416 = 101 \text{ kWh}$

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento = $133 / 43.5 = 3.05 (+192\%)$; Max. rendimento = $101 / 41.1 = 2.45 (+145\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 2.4 a 3 volte

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO₂:

Min. = $133 \times 724 / 1000 = 96.5 \text{ kg CO}_2$; Max. = $101 \times 724 / 1000 = 73.2 \text{ kg CO}_2$

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $96.5 / 32.3 = 3 (+196\%)$; Max. = $73.2 / 30.7 = 2.4 (+138\%)$

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 2.4 a 3 volte

Seconda ipotesi (3) auto Full Hybrid (centrale a Gas Naturale):

Energia prelevata dalla centrale a Gas Naturale naturale per alimentare l'auto elettrica: $Min. = 44.5 / 0.346 = 129 \text{ kWh}$; $Max. = 42 / 0.430 = 98 \text{ kWh}$

Rapporto Energetico tra l'auto elettrica e quella termica:

Min. rendimento = $129 / 43.5 = 3 (+196\%)$; Max. rendimento = $98 / 41.1 = 2.4 (+138\%)$

Maggiori consumi d'energia dell'auto elettrica da 2.4 a 3 volte

Totale emissioni dalle centrali elettriche kgCO₂:

$Min. = 129 \times 394.8 / 1000 = 50.8 \text{ kg CO}_2$; $Max. = 98 \times 394.8 / 1000 = 38.6 \text{ kg CO}_2$

Rapporto Emissioni tra l'auto elettrica e l'auto termica:

Min. = $50.8 / 32.3 = 1.6 (+57\%)$; Max. = $38.6 / 30.7 = 1.26 (+25.7\%)$

Maggiori emissioni dell'auto elettrica da 1.26 a 1.6 volte

Da ciò che si evince, l'introduzione delle auto Full Hybrid rappresenta ulteriore passo avanti per la riduzione dei consumi e delle emissioni del parco circolante. **Quindi si può affermare, che le auto con i motori termici e in particolare quelle Full Hybrid, sono un ottimo compromesso tra energia utilizzata ed emissioni, almeno con il parco delle attuali centrali elettriche, tali da giustificare le fortissime critiche relative alla morte del motore endotermico prevista per il 2035!!!**

Credo che tutti vorrebbero che la dipartita del termico, a favore dell'elettrico o dell'idrogeno, fosse bilanciata dall'introduzione di centrali a bassissima emissione, solari, eoliche, a biogas o quant'altro riduca l'inquinamento atmosferico, però al momento le centrali a gas naturale in Italia, hanno un rendimento termico medio del 56.1% (fonte Terna).

Le centrali di ultima generazione a turbogas combinate, che stanno entrando ora in funzione, prevedono rendimenti dell'ordine del 62% e oltre, ottime, ma purtroppo sempre con **emissioni per ogni kg di gas naturale bruciato di 2.75 kg. di CO₂**, più le perdite sistemiche di gas nel ciclo produttivo (trivellazioni, pozzi, nuovi processi estrattivi "shale gas" distribuzione, stoccaggi e serbatoi), valutate in letteratura tra 1% e il 3% del gas consumato. Il gas metano non combusto poi, ha un effetto riscaldante dell'atmosfera di 72 volte rispetto alla CO₂, nei primi 20 anni dal suo rilascio in atmosfera, e questo non è un dettaglio da poco.

In questo contesto, la sostituzione delle vecchie centrali a carbone con altre meno inquinanti con l'avvento della guerra in Ucraina ha segnato il passo. Il passaggio al tutto elettrico **entro il 2035** nella situazione attuale, a mio avviso, è impraticabile, se si vuole avere un'effettiva riduzione del gas serra. Oltre tutto, occorre considerare che in Italia ci sono **6 centrali a carbone** funzionanti, ma in **Europa "solo" tra Germania e Polonia e paesi dell'est ce ne sono più di 200!**

L'introduzione sistematica su tutte le centrali termiche, dei sistemi di cattura del CO₂, e degli altri gas a effetto serra, al di là dell'energia in più necessaria per gli apparati di cattura e stoccaggio, è la soluzione più logica e veloce per ridurre in modo significativo l'emissione dei gas ad effetto serra, cosa molto complessa ma tecnicamente possibile, questo, potrebbe dare "respiro" alla tempistica relativa alla transizione ecologica verso le fonti rinnovabili, compresa l'energia nucleare. Con il nucleare, oltre alla generazione di corrente elettrica, si avrebbe anche la produzione dell'idrogeno praticamente gratis. Al momento, l'idrogeno, ricavato da energia grigia (steam

reforming), rispetto alle auto elettriche ha dei risultati migliori sia a livello energetico, sia a livello delle emissioni; se invece l'idrogeno è ricavato da elettrolisi, i valori d'energia impiegata e delle emissioni peggiorano notevolmente.

Spero che qualche politico "che conta" riesca a capire che l'energia necessaria ad alimentare le auto elettriche o ad idrogeno non è "poca", soprattutto, tutta da creare. Al momento, nelle condizioni più favorevoli, l'alimentazione è **almeno due volte** quella utilizzata dalle auto termiche.

Da ciò che si evince, **le auto elettriche non sono "accettabili,"** almeno per una buona parte delle nazioni Europee, compresa l'Italia almeno nelle zone con energia grigia, questo, fino a quando il mix delle centrali elettriche sarà composto prevalentemente da centrali a combustibile fossile, ciò richiede un enorme impegno di risorse e di tempo, tutto questo senza contare l'aggiornamento della rete distributiva elettrica che, anche se non sembra, nella migliore condizione "si mangia" dalla centrale alla colonnina circa il 10% d'energia.

Concludendo, il buon senso mi dice d'introdurre sulle attuali centrali termoelettriche, i sistemi di **riduzione/cattura dei gas a effetto serra**, di cambiare le vecchie auto con quelle nuove del tipo **Full Hybrid**, mentre l'introduzione delle auto elettriche dovrebbe essere "**contingentata**" e subordinata alla "**rottamazione**" delle vecchie centrali a carbone e petrolio, seguite poi, da quelle a gas, per potere arrivare definitivamente a quelle "pulite" ad energia rinnovabile, e non ultimo (referendum permettendo) al nucleare. Così facendo, ci sarebbe il **tempo reale per**: sostituire le centrali termoelettriche, sviluppare la rete d'alimentazione delle colonnine auto Ultra Fast, rendere le batterie delle auto sicure, efficienti e a bassissimo impatto ambientale e sviluppare la rete di distribuzione dell'idrogeno per il trasporto pesante. **Pensando all'Europa**, questo non si potrà avere certamente alla fatidica data del 2035, ma probabilmente, a partire da oggi, non prima di una ventina d'anni, affrontando una grandissima spesa. Se poi per un attimo, **pensiamo a tutti i paesi del mondo**, non verrei essere sarcastico, ma a meno di un miracolo, in pratica l'obiettivo sarà raggiunto quando avremo l'acqua del mare alla cintola!

Franco Lambertini