

L'auto elettrica ieri e oggi

AISA - Associazione Italiana per la Storia dell'Automobile

ASI - Automotoclub Storico Italiano



L'auto elettrica ieri e oggi

AISA – Associazione Italiana per la Storia dell'Automobile
ASI - Automotoclub Storico Italiano
Villa Rey, Torino, 30 settembre 2023

TESTI

Roberto Boni, Lorenzo Morello, Adolfo Orsi

PROGETTO GRAFICO

Alessandro Sannia

IMPAGINAZIONE

Rosanna Bussano

PUBBLICAZIONE

Società Editrice Il Cammello, Torino

HANNO COLLABORATO:

Donatella Biffignandi.

SOMMARIO

- 2 Prefazione
Lorenzo Boscarelli
- 3 Centoquarant'anni di storia delle auto elettriche e ibride
Lorenzo Morello
- 10 L'auto elettrica moderna nell'uso quotidiano
Roberto Boni
- 16 I veicoli elettrici della Maserati
Adolfo Orsi
- 18 Monografie e libri AISA

MONOGRAFIA AISA 133



Prefazione

LORENZO BOSCARELLI

Questa monografia rappresenta per AISA una grande novità: per la prima volta non guardiamo solo al passato, ma ci addentriamo nel futuro. La relazione dell'ingegner Roberto Boni illustra le condizioni da realizzare affinché l'auto elettrica si diffonda su larga scala e le molteplici conseguenze che ne deriveranno. Disponiamo già delle tecnologie necessarie a rendere pratico l'uso dei veicoli elettrici, ma ulteriori sviluppi saranno necessari per migliorarne ancora la fruibilità. In più, c'è una "sorpresa": l'automobile elettrica – se si considera tutto il ciclo di produzione, di utilizzo e di eliminazione del veicolo – non è la soluzione con minor impatto ambientale.

Il nostro sguardo è rivolto al futuro, ma è sorprendente constatare quanto siano lontane le radici di ciò che oggi è d'attualità.

I primordi dell'automobile sono stati un periodo di creatività eccezionale: prima del 1900 erano già disponibili le tre tipologie di propulsione di cui parliamo oggi: il motore endotermico, quello elettrico e la soluzione ibrida, senza dimenticare il vapore che, come abbiamo letto in una nostra recente monografia, potrebbe forse tornare all'ordine del giorno.

Lorenzo Boscarelli, presidente AISA e studioso di storia dell'automobile.

L'esigenza fondamentale che dovevano soddisfare i primi veicoli a motore era la funzionalità: trasportare qualche passeggero su brevi distanze, con una ragionevole affidabilità e una praticità d'uso alla portata di un volenteroso appassionato. A questo fine, ancora nel primo decennio del Novecento la partita tra le varie soluzioni di propulsione non era decisa: ognuna aveva qualche vantaggio, in particolare i veicoli elettrici erano silenziosi, confortevoli, facili da guidare. Inoltre, erano alla portata del pubblico femminile: le ricche signore delle metropoli americane trovavano un mezzo che consentiva loro un'autonomia di spostamento ed una "privacy" prima impossibili. Poi il costo elevato ed i limiti di autonomia, la lentezza di ricarica delle auto elettriche ne decretarono la scomparsa negli anni Venti, salvo per impieghi molto specializzati e locali (a Milano e altrove, ad esempio, per i carri funebri). Anche la ripresa di interesse durante la Seconda Guerra Mondiale, per ovviare alla scarsità di idrocarburi, si spense con la fine del conflitto e comunque fu di scala modesta.

Si ritiene che l'adozione dell'auto elettrica sia necessaria per contenere il riscaldamento globale entro i limiti dettati dagli scienziati del settore e prescritti dalle conferenze COP. Tutte le fonti di CO₂ devono essere ridotte, ma il contributo dei

veicoli terrestri all'inquinamento è inferiore a quanto comunemente si crede, per l'enorme miglioramento dei motori a combustione interna ottenuto negli ultimi decenni.

La diffusione dell'auto elettrica avrà conseguenze di vastissima portata: alcune sono ben note, come la riduzione dei componenti meccanici del veicolo, quindi degli occupati nella "filiera" produttiva. Oppure, la necessità di modificare le reti di distribuzione dell'energia elettrica, per collegarle a fonti (solare, eolico, ...) dislocate in punti diversi rispetto alle attuali centrali; inoltre, per avere un'ampia disponibilità di energia diffusa sul territorio, per la ricarica delle batterie.

Vi sono però conseguenze geopolitiche ancora più profonde e dalle ricadute difficilmente prevedibili. La maggior parte degli elementi chimici utilizzati nelle batterie e nei componenti elettronici del veicolo sono controllati dalla Cina; nel caso le tensioni politiche si accentuassero cosa potrà accadere? Infine, se si avrà la transizione ai veicoli elettrici ed ibridi nella misura da molti auspicata, il petrolio perderà il suo ruolo centrale come fonte di energia e il Medio Oriente non sarà più determinante come oggi nella politica e nell'economia mondiale.

Sviluppi imprevedibili, ma tutto ciò dice quanto l'automobile sia ancora un elemento cruciale nella nostra vita.

Centoquarant'anni di storia delle auto elettriche e ibride

LORENZO MORELLO

Le recenti Direttive dell'Unione Europea proibiscono dal 2035 la vendita di auto convenzionali, ibride e ibride plug-in. Se queste norme fossero seguite, quasi ogni auto con propulsore a combustione interna dovrebbe scomparire dall'Europa entro il 2050, se non variesse la vita media che oggi si rileva.

Tuttavia, numerosi studi di mercato concordano nel prevedere una diffusione mondiale delle auto elettriche alquanto inferiore, anche se rilevante, mettendo in evidenza che il resto del mondo avrà comportamenti diversi. Un esempio di questi studi, un'elaborazione dell'Osservatorio Autopromotec, basata su dati di Bloomberg, Goldman Sachs e Woodmackenzie, prevede, infatti, che nel 2050 il parco circolante mondiale sarà costituito solo per il 28% da auto elettriche (incluse quelle ibride plug-in) e, per il restante 72%, da

auto con motore a combustione interna (incluse quelle ibride).

Le automobili elettriche e ibride non sono nate recentemente ma insieme a quelle con motore a combustione interna, e hanno vissuto un'epoca di successo, seguita da una di quasi totale oblio.

È quindi utile esporre gli elementi essenziali della loro storia, ritenendo, come Cicerone ci suggerirebbe di fare, che anche questa possa aiutarci a progettare il futuro e, soprattutto, a comprendere come sia possibile evitare che si verifichi una nuova estinzione dell'auto elettrica, che riguarderebbe, almeno nell'Unione Europea, la totalità della motorizzazione privata.

L'auto elettrica

L'auto elettrica ha già centoquarant'anni di vita, la più lunga di ogni altro tipo di veicolo stradale a motore per uso individuale. Escludendo i prototipi, ancora più anziani, si può ritenere che le auto elettriche costruite da Charles Jeantaud a Parigi dal 1881 siano state le prime a comparire sul mercato, in anticipo di cinque anni rispetto a quelle con motore a combustione interna.

Come altri pionieri, Jeantaud era già un affermato costruttore di carrozze; grazie ai suoi contatti con Camille Faure, il primo a produrre industrialmente accumulatori elettrici al piombo, ebbe l'idea di realizzare una carrozza in grado di muoversi autonomamente.

L'impiego del motore a combustione interna era già stato studiato e perfezionato dall'austriaco Sie-

gfried Marcus, che lo utilizzò in alcuni prototipi di automobile fin dal 1875. Tuttavia, Jeantaud e altri preferirono la propulsione elettrica, non tanto per motivi di carattere energetico o ambientale, quanto per la facilità di guida che essa consentiva, non essendo necessari frizione, cambio e manovella di avviamento; un motore elettrico a corrente continua era, infatti, in grado di avviarsi e accelerare senza aiuti esterni. L'autonomia, anche se limitata a una cinquantina di chilometri, era adeguata a quanto si poteva pretendere allora da un'automobile.

Inoltre, era possibile costruire motori elettrici più potenti di quelli a combustione interna, compatibili con l'installazione in un veicolo. Quest'ultimo fatto spiega il successo dell'auto elettrica nelle prime gare di velocità, solitamente di breve durata. Una Jeantaud Duc registrò nel 1898 il primo record assoluto di velocità di circa 63 km/h, con un motore da 35 CV, e già l'anno successivo un'altra auto elettrica, la CGTA (Compagnie Générale des Transports Automobiles) "Jamais Contente", con due motori, per 68 CV in totale, riuscì a batterla, con circa 106 km/h.

Jeantaud rese disponibili fino al 1902 diversi tipi di auto per uso privato, ma quelli più diffusi furono i taxi; questi erano presenti non solo in Francia, forniti da altri costruttori. La rete elettrica per la ricarica esisteva solo in alcune grandi città, anche se con una distribuzione non certo capillare; se poi questa non fosse stata disponibile, un'azienda

Lorenzo Morello, ingegnere, ha lavorato alla Fiat, dal 1970 al 2000. Al Centro Ricerche ha sviluppato propulsori ibridi, trasmissioni automatiche a controllo elettronico e il primo motore diesel a iniezione diretta per uso automobilistico. Nel 1987 è diventato direttore dell'Ingegneria motopropulsori Fiat Auto e sotto la sua guida è iniziata la produzione di nuovi motori fra cui una famiglia modulare con più di venti varianti. In seguito, è stato Docente alla Facoltà di Ingegneria dell'Autoveicolo presso il Politecnico di Torino. Da alcuni anni si dedica all'automobilismo storico, pubblicando studi di carattere tecnico con libri e articoli sulle riviste di settore.

di trasporto pubblico avrebbe potuto permettersi un gruppo elettrogeno a vapore per la ricarica notturna della sua flotta di veicoli.

La silenziosità e la mancanza di odori fastidiosi rendevano, inoltre, queste automobili particolarmente idonee a soddisfare le esigenze di un mezzo di trasporto pubblico urbano.

In Italia, il Conte Giuseppe Carli, di Castelnuovo di Garfagnana, precursore nella produzione dell'energia elettrica e nel suo impiego, costruì, fra il 1890 e il 1891, la nostra prima auto elettrica, anche se solo un prototipo; questa gracile vettura a due posti pesava 140 kg, per metà circa dovuti alla batteria. La potenza era 1 CV, la velocità massima 15 km/h e si dichiarava un'autonomia di circa 10 ore.

L'auto elettrica raggiunse un successo consistente solo negli Stati Uniti. Infatti, fra il 1890 e il 1925, dei circa 170 costruttori di auto elettriche operativi nel mondo, molti dei quali per un periodo molto breve, 130 furono statunitensi. La posizione prevalente rispetto all'Europa discendeva dalle diversità dei due mercati. In Europa, le prime automobili erano acquistate generalmente da persone di sesso maschile, eccezionalmente ricche, per poterne accettare il prezzo, elevatissimo rispetto al reddito medio.

Questa élite vedeva nell'auto un mezzo per affermare la propria posizione sociale e mettere in luce le proprie attitudini sportive, preferendo il motore termico per i suoi aspetti pionieristici e, anni dopo, anche per le sue prestazioni; il mostrare in pubblico di saper superare le difficoltà di guida inerenti, costituiva un'ulteriore motivazione di scelta.

Negli Stati Uniti, il mercato era ben più ampio grazie alla maggior diffusione della ricchezza, concentrata tuttavia nelle grandi città. In queste, la motorizzazione iniziò a svilupparsi, perché molti già consideravano l'automobile come uno strumento per migliorare la vita quoti-

diana. L'auto elettrica era preferita perché, oltre ai molto apprezzati vantaggi di facilità di guida, l'operazione di ricarica poteva essere facilmente svolta nel garage di casa, data la già consistente diffusione di reti elettriche urbane, come suggerisce una fotografia pubblicitaria. Questa lascia anche intendere come l'auto elettrica fosse gestibile dal pubblico femminile, un bacino di utenza virtualmente inesistente in Europa, ma già ben presente negli Stati Uniti.

Come risultato, nel 1900, in Europa prevalevano le auto con motore a combustione interna e circolavano in tutto 5.000 auto; negli USA il parco contava, invece, 45.000 auto, per il 38% elettriche, per il 40% a vapore e solo per il 22% con motore a combustione interna. È interessante notare la non trascurabile quota delle auto a vapore, considerate superate in Europa, ma anche queste preferite negli Stati Uniti per la loro relativa facilità di guida; le auto elettriche popolavano le metropoli, mentre quelle a vapore i piccoli centri non ancora dotati di reti elettriche.

Tuttavia, la quota delle auto con motore a combustione interna salì rapidamente negli anni successivi, tanto che nel 1912 le automobili elettriche, pur raddoppiate dall'inizio del secolo, rappresentavano solo il 4% del parco.

Quando, negli Stati Uniti, anche il pubblico meno dotato finanziariamente poté concedersi un'automobile, il prezzo più elevato delle auto elettriche accelerò il loro declino; pesarono, inoltre, l'introduzione da parte dei maggiori costruttori americani dei cambi semiautomatici e, soprattutto, dell'avviamento elettrico, che semplificarono in modo sensibile la guida delle auto con motore a combustione interna.

Infine, la progressiva costruzione di una rete stradale intercontinentale, prima di allora costituita solo da piste sommariamente tracciate, fece considerare l'automobile anche

per viaggi di lunga distanza, praticamente preclusi all'auto elettrica. Che la ridotta autonomia iniziasse a essere annoverata fra gli inconvenienti è dimostrato dalla Fritchle, che presentò la sua Victoria vantando un'autonomia di 160 km, mai prima raggiunta. L'eccezionale prestazione, permessa dall'uso di batterie al ferro-nichel, fu pubblicizzata facendole compiere nel 1908, in circa venti giorni, la distanza dei quasi 3.000 km che separano Lincoln (Nebraska) da New York, ricaricando le batterie nottetempo, in località predisposte lungo il percorso. Un tale risultato era ancora concorrenziale con il motore a combustione interna, ma la parità sarebbe durata molto poco.

La Columbia Victoria può considerarsi l'auto elettrica più diffusa nel mercato statunitense dell'epoca d'oro per il prezzo relativamente contenuto; la versione del 1908 aveva un motore a corrente continua da 2,7 CV (velocità 20 km/h) e otto batterie al piombo da 6 V, che le assicuravano un'autonomia di 56 km; il prezzo di 1.400 \$ era, tuttavia, circa il doppio di quello di una concorrente paragonabile con motore a combustione interna.

Il posto di guida, tipico di un'auto elettrica americana, prevedeva un timone per la direzione, un pedale per l'interruttore generale, una leva a fianco del sedile, per regolare la velocità, invertire la direzione di marcia e per la frenatura elettrica; esisteva anche un freno meccanico a pedale agente sull'asse posteriore. La strumentazione di bordo era costituita da un voltmetro, per stimare la capacità residua della batteria, e da un amperometro, per suggerire un uso corretto del controller.

Un'auto elettrica altrettanto popolare, ma di fascia superiore (2.500 \$), era la Rauch & Lang Brougham, in cui si possono ravvisare gli elementi estetici dell'auto disegnata da Walt Disney per Nonna Paperera. Era dotata di un motore da 8 CV (velocità 37 km/h) e di 10 batterie al piombo

da 6 V, sufficienti per un'autonomia di 80 km. Questo tipo di carrozzeria era particolarmente apprezzato dal pubblico femminile per l'interno di carattere conviviale, lo spazio compatibile con i vestiti e le acconciature di moda e per la possibilità di essere guidata nei due sensi di marcia, grazie ai sedili vis-à-vis e ai comandi posti al centro.

Come esempi italiani, si ricorda la Società Industriale Italiana Dora, con sede a Genova e stabilimento ad Alpignano (Torino), sulle rive del fiume omonimo. Dora era un marchio appartenente alla Società Italiana di Elettricità, fondata nel 1886 da Alessandro Cruto, il poco noto inventore della lampadina a incandescenza. Dal 1905, la Dora iniziò a produrre accumulatori e veicoli elettrici (auto, camion e omnibus), fra cui spiccava un'auto, accreditata di un'autonomia di circa 100 km, mossa da due motori agenti sulle ruote posteriori e priva di differenziale.

Forse la più evoluta auto elettrica europea fu l'Electric Phaeton, prodotta a Vienna dal 1901 dalla Lohner, il fornitore di carrozze della casa imperial-regia; si distingueva dalle concorrenti per il peso contenuto in soli 750 kg, grazie all'assenza di trasmissione e differenziale, impiegando due motori integrati nelle ruote anteriori; la potenza dichiarata era di 8 CV (32 km/h) e l'autonomia di 50 km. Merita di essere citata anche perché il progetto fu opera di Ferdinand Porsche e segnò l'inizio della sua conversione da progettista elettrotecnico, presso la Bela Egger, fornitrice dell'impianto elettrico dell'Electric Phaeton, a progettista di automobili.

Come ultimo esempio di automobile elettrica d'epoca, si ricorda la francese Krieger, che concesse in licenza i suoi progetti anche alla tedesca NAMAG e all'italiana STAE (Società Torinese Automobili Elettriche).

La STAE Brougham del 1901 è particolarmente degna di nota per

la trazione anteriore esercitata da due motori elettrici veloci, per limitarne consistentemente il peso. Fu per questo necessario l'impiego di una riduzione a ingranaggio, che rese difficile la realizzazione di un meccanismo di sterzo tradizionale, obbligando a spostarlo sull'assale posteriore; la potenza era 6 CV, la velocità massima 35 km/h, con un'autonomia di circa 100 km.

Come si è detto, le auto elettriche erano molto care. I maggiori costi derivavano da componenti che a quel tempo potevano essere considerati di alta tecnologia.

Il motore elettrico della Rauch & Lang, preso come esempio, anche se semplice nella meccanica, era complesso da costruire per gli avvolgimenti e il collettore. I conduttori del motore, sostituiti con fili moderni dopo il restauro, erano in origine isolati con fili di cotone e amianto. La leva di controllo comandava un interruttore rotante con massicci contatti di rame, per inserire le diverse resistenze che regolavano la velocità e per invertire le polarità e pure le resistenze di regolazione richiedevano l'impiego di costosissimo rame in gran quantità. Anche la batteria era un componente caro e dalla vita breve; in letteratura si parla di 150-200 ricariche come durata di riferimento. Infine, il carica-batteria era un'attrezzatura tanto onerosa quanto indispensabile, perché doveva trasformare, con i mezzi allora disponibili, la corrente alternata in continua. Esistevano diverse soluzioni, con un motore elettrico in corrente alternata che comandava una dinamo per la ricarica, o con un diodo a vapori di mercurio. La ricarica richiedeva circa 8 ore e doveva essere assistita frequentemente per variare la tensione durante la ricarica secondo le istruzioni. Non proprio come la pubblicità lasciava intendere.

L'automobile elettrica, mai apprezzata in Europa e dimenticata negli Stati Uniti già alla fine degli anni Dieci, ebbe un modesto ritorno nel nostro continente, nell'infau-

sto periodo della Seconda Guerra Mondiale. I carburanti erano monopolizzati dagli impieghi militari, mentre l'energia elettrica, allora prodotta sfruttando i dislivelli dei laghi montani, era ritenuta abbondante e quasi inesauribile.

Nacquero pertanto, diverse automobili, che definiremmo di ripiego; la più rilevante fu la VLV della Peugeot del 1941, con quasi 4 CV, 36 km/h di velocità massima e circa 80 km di autonomia, prodotta in circa 400 esemplari fino al 1945.

Un interessante esempio di tecnologia italiana di quel periodo è offerto dall'Elettropattino, un avveniristico prototipo progettato da Mario Revelli di Beaumont. Merita attenzione particolare per la forma, cui si fa risalire quella della 600 Multipla del 1956, e per la presenza di un cambio di velocità: anche se la sua assenza aveva promosso la diffusione dell'auto elettrica, la sua presenza, in quest'epoca di ristrettezze, permetteva di fare a meno del ben più costoso controller ricco di rame. Troviamo questa soluzione in molte altre automobili elettriche di questo periodo storico.

Una ripresa degli studi, concretatisi solamente in prototipi e in piccole produzioni di carattere dimostrativo, si verificò negli anni Settanta, dopo la prima crisi energetica che, per l'improvviso aumento del prezzo dei carburanti, stimolò l'avvio di ricerche per limitarne il consumo. A quel tempo il progresso tecnologico permetteva già di costruire regolatori di tensione elettronici, i chopper, migliori di quelli a resistenze per costo, efficienza e affidabilità.

Come esempio di questi prototipi citiamo la Fiat X1/23, espressamente studiata per l'ambito urbano. Grazie a dimensioni limitate al trasporto di due passeggeri, fu possibile contenere la massa in 820 Kg. Il motore elettrico, applicato all'asse anteriore, erogava 13 CV, con una velocità massima di 75 km/h. Con 166 kg di batterie al piombo, era possibile raggiungere un'autonomia

di 70 km, il meglio che si potesse fare.

Forse l'unica auto elettrica prodotta in serie in questi anni fu la Citycar della Sebring-Vanguard, un costruttore USA che, operando dal 1972 al 1982, riuscì a vendere circa 4.500 unità, prima che la fine della crisi energetica le facesse perdere d'interesse. La carrozzeria a due posti e tre porte, di disegno minimalista, era costruita con un traliccio di tubi rettangolari di alluminio, rivestiti con pannelli di ABS; il propulsore subì nel tempo una certa evoluzione, raggiungendo infine 6 CV. Nonostante le semplificazioni, il prezzo era di circa 2.400 \$, quanto quello di un'utilitaria di dimensioni normali. La velocità massima era di circa 60 km/h e l'autonomia di 60 km.

Negli anni Novanta non si temeva più l'esaurimento del petrolio, grazie alla scoperta di nuovi giacimenti e metodi di estrazione, ma prendevano sempre più corpo le richieste di sensibili riduzioni delle emissioni nocive. Il CARB (California Air Research Board), sempre primo nell'imporre vincoli per il rispetto dell'ambiente, aveva annunciato una legge che richiedeva ai costruttori di vendere, in California, almeno il 2% di auto elettriche dal 1998, per salire al 10% entro il 2005; la legge fu poi addolcita sostanzialmente.

Molti costruttori presentarono i loro modelli più per dimostrare l'inadeguatezza della tecnologia disponibile che per entrare in questo nuovo mercato. La General Motors tentò invece di entrarvi, costruendo un'auto non adattata da un modello esistente, ma concepita espressamente per la propulsione elettrica. A gennaio 1990, al Salone dell'Auto di Los Angeles, presentò una concept-car, l'Impact, una coupé a due posti dalle forme moderne; non era solo un esercizio di stile, ma un dimostratore delle tecnologie più adatte a facilitare la nascita di un'auto elettrica abbordabile. Già ad aprile dello stesso anno fu annunciata

la volontà di iniziarne la produzione entro il 1996. Nel 1994 fu costruita una preserie di 50 prototipi sotto il nome di EV1; dal 1996 al 2002, le EV1 furono prodotte in piccola serie e affidate, per un affitto mensile di circa 570 \$, a clienti nelle aree di Los Angeles e New York, che dovettero sottoscrivere l'impegno di concedere a GM l'accesso ai risultati della sperimentazione e l'esecuzione della manutenzione; si raccolsero circa 25.000 richieste di adesione, anche se gli esemplari messi a disposizione furono solo 1.100.

L'affezione dei clienti a questo veicolo raggiunse livelli mai visti, tanto che il ritiro delle auto al termine del leasing causò proteste e strascichi giudiziari. Tuttavia, la GM non proseguì nella produzione a causa dei costi eccessivi; mentre, per la valutazione del canone d'affitto, il prezzo dell'auto fu stabilito in 34.000 \$, già ben superiore alla media di mercato, voci ufficiose dissero che il solo costo avesse raggiunto 80.000 \$.

Anche se l'impresa si dimostrò prematura, fu l'occasione per esplorare nuove tecnologie, in seguito applicate alle auto elettriche contemporanee.

I punti salienti del progetto furono l'impiego di materiali leggeri (alluminio, plastica, magnesio) e l'integrazione della batteria nella struttura del veicolo, in questo caso il tunnel centrale; ne conseguirono benefici per il peso, per l'abbassamento del baricentro e per la sicurezza in caso di collisione. Questa soluzione, oggi generalizzata, si contrapponeva a quella fino allora impiegata di batteria trasportata nel vano bagagli o, peggio ancora, al posto dei sedili posteriori.

Il progresso dell'elettronica permise di costruire l'inverter, un nuovo circuito elettronico per convertire la corrente continua della batteria in alternata trifase, variandone la frequenza per il controllo della velocità. Il consumo di energia elettrica diminuiva vistosamente per la

regolazione non dissipativa e per la possibilità di impiegare il più efficiente motore a corrente alternata con magneti permanenti in luogo di quello, fino ad allora impiegato, a corrente continua.

Infine, l'EV1 fu il banco di prova per nuove batterie ad alta capacità. Le vetture furono inizialmente consegnate con una batteria al piombo di tipo evoluto, capace di contenere circa 16 kWh in 533 kg, in grado di assicurare 100 km di autonomia; questo dato equivale a circa 30 Wh di energia per ogni chilo di batteria, includendo nel peso il contenitore, i connettori e la struttura di protezione dalle collisioni.

Nel 1999 fu introdotta una batteria innovativa al Nichel-Idruri metallici, che permetteva di raggiungere 228 km di autonomia con una riduzione di circa 80 kg (53 Wh per ogni chilo di batteria). Le nuove batterie al Li-ione avrebbero, negli anni successivi, permesso di toccare 200 Wh/kg. Le prestazioni erano anche accettabili; con una potenza di 137 CV, si poteva raggiungere una velocità massima autolimitata a 130 km/h e accelerare da fermo a 100 km/h in poco più di 6 secondi.

L'auto ibrida

Dal punto di vista tecnico, l'auto ibrida non è un'auto elettrica, ma, quando essa nacque nei primi anni del Novecento, anche se con nomi diversi, fu presentata come una sua evoluzione, perché ricaricata non dalla rete ma da un gruppo elettrogeno a bordo del veicolo.

L'obiettivo che avrebbe giustificato un propulsore così complicato e costoso era il mantenimento di tutti i vantaggi dell'auto elettrica, in termini di comfort e semplicità di guida, e l'eliminazione dei suoi principali difetti, consistenti nella limitata autonomia, nel lungo tempo di ricarica e nella dipendenza da una sorgente di elettricità non sempre alla portata.

La prima auto ibrida fu concepita

ancora da Ferdinand Porsche, poiché la sua Electric Phaeton, pur veloce e scattante quanto le concorrenti, non poteva partecipare alle principali competizioni sportive, che di solito si svolgevano in percorsi di un centinaio di chilometri, per l'eccessiva durata dei rifornimenti in gara necessari. Questo impedimento non era accettabile, poiché allora le competizioni erano indispensabili per un'efficace pubblicità.

In un primo tempo, per la versione da competizione si pensò di aumentare semplicemente la capacità della batteria. Tuttavia, l'aggravio di peso che derivava direttamente dalla batteria e, indirettamente, dall'adeguamento della struttura dell'auto al maggior carico trasportato, rendeva necessaria una batteria ben più grande di quella che si poteva prevedere da una semplice proporzione con l'autonomia.

Se per coprire 50 km all'Electric Phaeton bastava una batteria da 450 kg, con un peso a vuoto dell'automobile di 750 kg, per 100 km occorre una batteria da 1.800 kg, poiché la massa complessiva lievitò a circa 4.000 kg. Inoltre, fu necessario installare un motore in ogni ruota, per ottenere i 56 CV necessari a conservare le prestazioni iniziali.

Il risultato finale fu la Lohner "Toujours Contente", così battezzata in aperta polemica con la nota Jamais Contente, che esauriva la batteria nei pochi chilometri necessari a misurare la sua velocità massima. Tuttavia, nonostante gli sforzi profusi, la Toujours Contente non fu mai in grado di correre, poiché non esistevano pneumatici abbastanza robusti da sostenerne il peso. Si cercò allora una soluzione diversa, riducendo le dimensioni della batteria e generando a bordo l'energia necessaria al mantenimento della sua carica. La Lohner "Semper Vivus", costruita con queste caratteristiche, evidenziava con il nome latino l'inesauribilità delle sue fonti vitali; una batteria di soli 200 kg era mantenuta carica da due motori De

Dion-Bouton da 3,5 CV, collegati ad altrettante dinamo. La massa di 1.200 kg era ancora piuttosto elevata, ma si ottenevano, oltre alla possibilità di partecipare a gare di qualsiasi lunghezza, due vantaggi aggiuntivi: l'avviamento elettrico dei motori termici e la frenatura sulle quattro ruote, quelle posteriori con il consueto freno meccanico, quelle anteriori invertendo i collegamenti dei motori elettrici.

Dal prototipo Semper Vivus fu derivata la Mixte, prodotta dal 1901 al 1905 nel non entusiasmante quantitativo di 11 esemplari, contro le 65 automobili elettriche vendute nello stesso periodo.

Nella Mixte fu installato un solo motore a quattro cilindri di 5,5 litri e 28 CV. Esso poneva in rotazione una dinamo, collegata ai due motori elettrici integrati nelle ruote anteriori. Il peso della batteria continuava a costituire un problema per la durata degli pneumatici; per questo, la batteria fu ridotta, fino ad adeguarsi allo stretto indispensabile per il solo avviamento del motore termico.

Nel 1906, la Lohner fu assorbita dalla Austro-Daimler che proseguì con la produzione di un nuovo modello e di veicoli industriali con propulsori simili. Tuttavia, già nel 1907, l'Austro-Daimler si concentrò quasi esclusivamente su automobili convenzionali.

Anche l'Italia ebbe le sue auto ibride. Mentre quelle di progettazione austriaca erano dette "miste", quelle costruite in Italia ricevettero il nome di benzo-elettriche. Ancora la STAE presentò la 20 HP, con il tipico assale elettrico Krieger, ora in posizione posteriore, e un gruppo elettrogeno con un motore a benzina a quattro cilindri. Una leva a fianco del freno a mano, con due posizioni di marcia avanti, due di marcia indietro e una di arresto a motore termico in rotazione, aveva funzioni simili a quelle del cambio nelle auto convenzionali, ma poteva essere azionata senza frizione.

L'americana Owen Magnetic costruì circa 500 auto ibride fra il 1915 ed il 1921, con un progetto tecnicamente molto avanzato. Questo si basava su un brevetto di Justus Entz, relativo ad una trasmissione elettrica che integrava in un unico elemento due dinamo-motori, dando la possibilità di variare con continuità il rapporto fra le velocità del motore termico e delle ruote; la Owen Magnetic fu infatti presentata come l'automobile con migliaia di marce.

Il modello del 1918 possedeva un motore a combustione interna a sei cilindri da 6.100 cm³ e 60 CV; una sola leva al volante, che azionava un complicatissimo controller, permetteva di scegliere fra cinque gamme di marce avanti, la marcia indietro, il folle e l'avviamento elettrico del motore termico, senza intervenire sulla frizione. Inoltre, nella posizione di folle, con veicolo in moto, era possibile rallentarlo fino a 24 km/h senza uso dei freni e, nella posizione di avviamento a veicolo fermo, era possibile ricaricare la batteria. Tuttavia, costava 3.150-5.000 \$, secondo gli allestimenti, da confrontarsi con 500-775 \$ dell'auto più economica allora disponibile, la Ford Model T. Negli anni successivi, l'inarrestabile diffusione delle più economiche auto con motore a combustione interna e cambio meccanico mise in gravi difficoltà le automobili ibride, che scomparvero, insieme a quelle elettriche, per il prezzo eccessivo.

Sessant'anni più tardi, il Governo Federale degli Stati Uniti dichiarò l'intenzione d'imporre limiti alle emissioni e di rendere obbligatoria l'etichettatura dei consumi, misurati secondo una procedura standardizzata. In preparazione, l'EPA (Environmental Protection Agency) finanziò numerose ricerche, anche di costruttori non nazionali, con l'obiettivo di comprendere quali potevano essere i limiti da imporre anche in una prospettiva futura.

Il primo a rendersi conto delle possibilità offerte da una reinterpretazione della propulsione ibrida

fu Victor Wouk (1919 – 2005), un ricercatore americano indipendente che costruì nel 1972, col finanziamento dell'EPA, un prototipo dimostrativo. Si trattava di una Buick Skylark, modificata sostituendo il propulsore esistente con un motore elettrico alimentato da una batteria, tenuta carica da una dinamo, attuata da un motore Wankel-Mazda da circa 30 CV, fatto funzionare in modo intermittente nelle condizioni di massima efficienza.

La potenza scelta per il gruppo elettrogeno era un po' inferiore a quella mediamente utilizzata dall'auto di origine, ma la batteria, opportunamente dimensionata, poteva fornire la maggior potenza occasionalmente necessaria. Il sistema ibrido non era più solo un particolare cambio automatico, ma assumeva il compito di gestire con efficienza l'energia erogata dal motore a combustione interna. Fu certificato il raggiungimento di un consumo medio dimezzato e di emissioni ridotte a un decimo rispetto ai valori originali.

Per spiegare questo risultato, occorre ricordare che le automobili, a causa del traffico congestionato e dei limiti di velocità, utilizzano raramente tutta la potenza installata, ma questa non può essere ridotta, dovendo essere disponibile per eseguire sorpassi e superare pendenze. Nel corso della vita di un'automobile, raramente la velocità media supera il valore di 50 km/h e la potenza media la metà di quella disponibile. Il rendimento del motore degrada fortemente al ridursi della potenza e, mentre nelle condizioni di ottimo il rendimento può raggiungere il 40% (ovvero il 40% dell'energia introdotta attraverso il combustibile si trasforma in energia utile al movimento), in un uso medio diminuisce anche a meno del 15% a causa del funzionamento a bassa potenza.

L'obiettivo della propulsione ibrida moderna è far funzionare il motore più a lungo nelle condizioni di ottimo, usando l'energia prodotta in eccesso per caricare la batteria, che

alimenterà, a sua volta, il motore elettrico, in aiuto o in sostituzione di quello termico, che potrà periodicamente anche arrestarsi a veicolo in moto.

Parallelamente, durante i continui rallentamenti imposti dal traffico, tutta o parte dell'energia posseduta dal veicolo può essere recuperata nella batteria e riutilizzata nella successiva accelerazione, anziché essere dissipata nei freni, come accade in un'auto tradizionale.

Anche se il prototipo di Wouk prestava il fianco a critiche per le prestazioni non proprio equivalenti a quelle originali e per il motore inutilmente esotico, tutti i costruttori presenti negli USA, nazionali e stranieri, pur ufficialmente scettici, si sentirono stimolati a svolgere ricerche in questo settore.

La FIAT costruì nel 1978 un prototipo, modificando radicalmente una 131: al posto del cambio fu installato un motore a corrente continua da 33 CV, capace di comportarsi anche come dinamo; il motore termico, all'origine con 1.300 cm³ di cilindrata, fu sostituito con uno più piccolo di circa 900 cm³, tarato a 34 CV. Un sistema di regolazione elettronico, allora di realizzazione tutt'altro che semplice, permetteva di attivare i motori in modo automatico, secondo la potenza richiesta dal pilota attraverso i pedali dell'acceleratore e del freno. Era sufficiente una batteria al piombo da 180 kg.

Il prototipo fu presentato nel 1979, con una livrea pubblicitaria fuorviante (50% elettrica, 50% a benzina); le prestazioni non erano diverse da quelle della 131 1300 e fu documentata una riduzione di consumo del 25% circa, con una condotta di guida simile a quella della versione convenzionale con cambio automatico.

Anche altri costruttori realizzarono prototipi ibridi, ottenendo risultati simili; tuttavia, il peso delle batterie disponibili, la loro ridotta durata e i costi aggiunti convinsero quasi tutti a interrompere le ricerche.

Toyota fu più perseverante e continuò gli studi finché, nel 1994, riuscì a sviluppare con Panasonic un prototipo che prometteva di superare i problemi citati. Gli elementi innovativi principali furono una nuova batteria al Ni-MH (Nichel-Idruri metallici), più durevole e leggera di quelle esistenti, un inverter elettronico per alimentare un motore a corrente alternata, magneti permanenti e un semplice differenziale, che permetteva di miscelare la potenza elettrica con quella termica. Il motore termico da 58 CV era affiancato da due unità elettriche capaci di funzionare sia come motore, sia come generatore: un motore elettrico da 40 CV poteva aggiungersi al motore termico o ricaricare la batteria nei rallentamenti; l'altro elettrico, più piccolo, era principalmente usato per caricare la batteria e per regolare la velocità del motore termico ed avviarlo. Le tre unità erano collegate da un differenziale epicicloidale che permetteva sia l'erogazione congiunta della potenza dei tre motori, fino a raggiungere circa 100 CV, sia la marcia puramente elettrica a bassa velocità.

L'auto ibrida fu lanciata nel 1997 con il nome latino Prius, per porre l'accento sul fatto di essere la prima di questo tipo effettivamente posta sul mercato.

Fu distribuita all'inizio solo in Giappone, ma moltissimi esemplari furono esportati privatamente da cultori delle novità e concorrenti curiosi di valutare il nuovo prodotto. Eliminati gli inconvenienti di giovinezza nel mercato nazionale, due anni dopo uscì una versione migliorata destinata anche agli Stati Uniti, che dal 2000 fu distribuita pure nei principali mercati mondiali.

L'esempio fu seguito anche da altri costruttori, tanto da giungere oggi a una produzione mondiale di auto ibride significativa. La presenza della batteria suggerì di aumentarne le prestazioni per raggiungere almeno 50 km di autonomia e accelerazione

accettabile anche in funzionamento puramente elettrico; il nuovo schema propulsivo fu definito ibrido plug-in, per rendere evidente che la batteria poteva essere ricaricata anche dalla rete. Questo concetto fu applicato per la prima volta da un costruttore cinese nel 2008, la BYD (Build Your Dreams), con il modello F3DM.

Conclusione

L'auto elettrica moderna, anticipata dalla GM EV1, può considerarsi un prodotto abbastanza evoluto. Tuttavia, il suo costo è ancora troppo elevato ed è difficile prevederne riduzioni nel breve termine. Come in passato, la possibilità di servirsene è condizionata dalla disponibilità,

nel luogo e nel tempo in cui se ne manifesta la necessità, dell'energia necessaria ad alimentarla.

Il futuro dell'auto elettrica non è, quindi, tanto condizionato dal progresso tecnico, ma dalla disponibilità di investimenti colossali, necessari a convertire la filiera produttiva dell'automobile, a predisporre nuove centrali elettriche¹ (possibilmente non dipendenti da combustibili fossili), e una rete di distribuzione tanto capillare e rapida nell'erogazione, quanto quella esistente per i carburanti.

L'auto ibrida si configura come passaggio intermedio per raggiungere con sforzi ragionevoli il traguardo finale, che non può che essere l'elettrificazione di ogni for-

ma di energia necessaria alla nostra sopravvivenza. Questo propulsore, da solo, permette di migliorare la qualità dell'aria e, nella sua variante plug-in, di ottenere i vantaggi di un'auto elettrica nell'ambiente urbano, senza subirne le penalizzazioni nei viaggi a lunga distanza. La ricarica necessaria per la maggior parte degli spostamenti dei giorni lavorativi può essere eseguita, almeno da chi può ricoverare l'auto in garage, senza la necessità di impianti aggiuntivi rilevanti. Questa soluzione potrebbe permettere una transizione all'auto elettrica, con rapidità commisurata ai tempi necessari alla predisposizione delle infrastrutture per il suo funzionamento.

L'auto elettrica moderna nell'uso quotidiano

ROBERTO BONI

La necessità di abbattere le emissioni di gas serra per contrastare le variazioni del clima hanno tra l'altro riportato in auge dopo decenni di sostanziale oblio la propulsione elettrica, che in Europa, salvo improbabili rinvii e a parte la deroga già decisa per i combustibili sintetici, diventerà di fatto l'unica soluzione ammessa per le auto nuove a partire dal 2035.

Vediamo innanzitutto di elencare in sintesi pregi e difetti di questa soluzione tecnica:

+ Il motore elettrico fornisce la massima coppia allo spunto e quindi non servono né frizione né cambio, è semplice, ha rendimento e densità di potenza elevati, è silenzioso e privo di vibrazioni, non richiede manutenzione e non ha emissioni allo scarico;

+ L'accelerazione è vigorosa e immediata;

+ L'ingombro delle parti elettriche (ma non della batteria) è contenuto;

+ Nelle decelerazioni, il motore si trasforma in generatore e recupera energia;

- Le batterie hanno costo elevato e hanno densità di energia molto bassa;

- La ricarica richiede molto più tempo rispetto a un rifornimento tradizionale;

- Va realizzata una rete capillare di colonnine e adeguata l'infrastruttura di distribuzione dell'energia elettrica. Quest'ultima va poi prodotta con fonti rinnovabili.

I motori elettrici

I motori elettrici sono semplici e leggeri in rapporto alla loro potenza. Diversamente da quelli delle elettriche di un tempo, oggi sono tutti a corrente alternata e per questo richiedono l'inverter, un dispositivo che converte la corrente continua fornita dalla batteria in alternata. Inoltre, variandone i parametri di frequenza e di ampiezza, consente di modulare la velocità di rotazione del propulsore e la coppia che eroga. Quest'ultima ha la favorevole caratteristica di essere massima allo spunto e poi decrescere con l'aumentare della velocità; ciò consente di fare a meno sia della frizione sia del cambio. Il rendimento del motore è molto elevato, attorno al 90% e oltre, poi l'assenza di parti in moto alterno e della combustione rende il funzionamento pressoché esente da vibrazioni oltre che assai silenzioso. Mancando l'olio per la lubrificazione, le cinghie di trasmissione e i filtri per il combustibile, le operazioni di manutenzione delle EV si riducono a pochi controlli visivi e alla sostituzione del filtro aria abitacolo e del liquido freni.

Diversamente dai motori a combustione, in cui è sempre presente un ritardo, seppur impercettibile, tra la pressione sull'acceleratore e l'erogazione della coppia, la rispo-

sta dei motori elettrici ai comandi è immediata e vigorosa, il che rende le auto a batteria molto prestanti in accelerazione. Nella classica prova da 0 a 100 km/h berline e Suv staccano tranquillamente tempi anche inferiori a cinque secondi, in passato riservati alle supersportive, con spinte che possono diventare brutali. Ritenendo che ciò possa causare disagio agli utenti, la Mazda – caso singolare – ha addirittura calibrato l'erogazione del suo modello MX-30 per renderla simile a quella di un'auto tradizionale.

Un altro vantaggio della propulsione elettrica è la compattezza delle parti, eccezion fatta per la batteria: ciò consente di realizzare facilmente soluzioni con due motori (uno per asse) per ottenere la trazione integrale o anche con tre unità per distribuire la coppia in modo diverso tra le ruote dello stesso asse.

Fondamentale, poi, è la caratteristica dei motori elettrici di trasformarsi in generatori quando vengono trascinati: ciò consente di recuperare parte dell'energia che andrebbe dissipata frenando per decelerare, inviandola all'accumulatore e ampliando così l'autonomia utile della vettura.

Le batterie

Gli accumulatori odierni delle EV sono agli ioni di litio. Hanno una buona densità di energia (fino a 250 Wh/kg a livello cella) e sono dotati di elettronica e hardware molto sofisticati per controllare lo stato di carica, la temperatura d'esercizio (regolata tramite un sistema di climatizzazione) e garantire la sicurezza. Oltre che per i materiali degli elettrodi, le

Roberto Boni è appassionato di auto fin da bambino e, dopo la laurea in ingegneria meccanica al Politecnico di Milano, per quattro anni lavora alla Pirelli, alla messa a punto degli pneumatici per la fornitura di Primo Equipaggiamento. Dal 1993 fino alla pensione, nel 2022, è giornalista a Quattroruote, occupandosi di tecnica e di prove delle vetture. In questa posizione ha seguito fin dall'inizio la rinascita dell'auto elettrica.

celle delle batterie possono essere caratterizzate da forme diverse. Le più diffuse sono quelle prismatiche e a busta, mentre quelle cilindriche oggi vengono utilizzate su larga scala soltanto dalle Tesla.

Nonostante gli indubbi progressi rispetto alle vecchie batterie al piombo, il contenuto di energia rispetto alla massa degli odierni accumulatori è di ordini di grandezza inferiore rispetto a quella dei combustibili, quali benzina o gasolio. Va poi considerato che la batteria di un'auto elettrica non è composta solo dalla somma delle singole celle, ma comprende anche i connettori e il cablaggio che le uniscono tra loro, il sistema di climatizzazione, la scatola di giunzione con l'impianto della vettura coi relativi dispositivi di sicurezza e un robusto telaio di contenimento che ne evita il danneggiamento in caso d'impatto. Tutto ciò fa sì che l'accumulatore di un'auto media come la Volkswagen ID.3, da 58 kWh, pesi 495 kg e quindi abbia una densità di energia complessiva di 120 Wh/kg.

Per avere un'idea di cosa significhi la diversa densità di energia di una batteria e del combustibile per l'uso nelle auto, tenendo in considerazione allo stesso tempo i rendimenti dei relativi propulsori elettrico e termico, si possono confrontare la massa del serbatoio pieno di gasolio di una Volkswagen Golf diesel e quella della batteria della già citata ID.3: 55 kg contro 495. Il dato da solo non è però significativo, va rapportato all'autonomia effettiva (misurata nelle prove condotte da Quattroruote con metodologia certificata). Ebbene, con un pieno di gasolio la Golf percorre in media 1.067 km, mentre con una ricarica la ID.3 si ferma a 334 km. Ciò significa che per una percorrenza di 100 km servono 5 kg di gasolio (incluso il peso della quota parte del serbatoio) alla diesel e 148 kg di batterie all'elettrica, con un rapporto di 1 a 30 circa.

Data la recente diffusione delle auto

elettriche moderne, non sono disponibili statistiche dettagliate sulla durata media delle batterie. Tuttavia, le Case e vari enti (tra cui il Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti) stimano che sia compresa tra 160.000 e 320.000 chilometri o tra 15 e 20 anni.

La garanzia sulle batterie è in genere di almeno otto anni e 160.000 km. Il costruttore interviene in caso di guasto oppure se la capacità residua (SoH – State of Health) scende sotto il 70% di quella originale. La durata della batteria è influenzata da vari fattori: oltre al numero di cicli di carica, il principale è la sua temperatura di funzionamento e nel corso della ricarica. Per ovviare a ciò, praticamente tutte le EV attuali sono dotate di impianti di climatizzazione pilotati dal sistema di gestione dell'accumulatore che lo mantengono nell'intervallo di temperatura ideale.

Per massimizzare la durata della batteria, l'utilizzatore deve evitare di caricarla al 100% nell'uso quotidiano, soprattutto nel caso delle ricariche ad alta potenza. Se si desidera comunque arrivare al «pieno» conviene fare in modo che la soglia del 100% di carica si raggiunga poco prima dell'impiego della vettura. Inoltre, in caso di lunga inattività dell'auto, è bene mantenere l'accumulatore con una carica del 50% circa.

Per valutare le condizioni dell'accumulatore, cosa importante nel caso di acquisto di una vettura usata, sono disponibili software dedicati (come Power Check Control) che certificano lo stato di salute della batteria analizzando le caratteristiche elettriche di ogni singola cella.

La ricarica

Tutte le auto elettriche si possono caricare anche con una normale presa di corrente domestica, ma con tempi molto lunghi.

Trascurando le perdite e ipotizzando di impiegare tutti i 2,3 kW ammessi con le prese domestiche

Schuko, il tempo necessario per la carica completa di una Nissan Leaf (40 kWh) è di oltre 17 ore, per un'Audi e-Tron (95 kWh) è di oltre 41 ore. Tuttavia, per rifornire i 6 kWh consumati nelle percorrenze medie quotidiane (circa 30 km) sono sufficienti tre ore (in Italia, il 40% delle EV è caricato così).

Le colonnine pubbliche a corrente alternata hanno potenza variabile fra 3,7 e 44 kW, ma non è detto che la vettura sia in grado di accettare quelle più elevate: dipende dal caricabatteria di bordo. Le wallbox domestiche sono in genere da 3,7 o 7,4 kW.

La carica rapida a corrente continua eroga 50 kW, la Hpc (high power charge) 200 kW; i Supercharger Tesla di nuova generazione arrivano a 250 kW. La Porsche Taycan, l'Audi RS e-tron GT, la Hyundai Ioniq 5, la Ioniq 6 e la Kia EV6 hanno architettura a 800 Volt e possono accettare fino a 270 kW alle stazioni Hpc da 350 kW. Così si possono teoricamente ripristinare 100 km di autonomia in 5 minuti (programmando la ricarica).

Le norme IEC ((International Electrotechnical Commission) hanno stabilito quattro modi di ricarica dei veicoli elettrici. Il "Modo 1", che è riservato ai mezzi leggeri (biciclette, scooter), è il mero collegamento a una presa domestica con un normale cavo.

Il "Modo 2" utilizza di solito le normali prese domestiche, ma richiede un cavo speciale, dotato di una scatola di controllo (ICCB – In Cable Control Box, in gergo "carichino") che verifica la messa a terra dell'impianto elettrico, monitora la temperatura dei cavi e pure della spina ed è dotato di interruttore differenziale di protezione. Le norme consentono di prelevare dalle prese fino a 32 ampere, in funzione del tipo di connettore, ma nel caso della spina Schuko (quella "tedesca"), pur essendo progettata per 16 ampere, vista la lunga durata della ricarica e quindi il conseguente accumulo di

calore dovuto al passaggio della corrente, la potenza è limitata a 2,3 kW (corrispondenti a 10 ampere). Nel caso in cui il cavo Modo 2 sia dotato della classica spina "italiana" a tre poli allineati da 10 ampere, la potenza scende a soli 1,8 kW (8 ampere). Da notare che qualche costruttore fornisce i cavi Modo 2 con sezioni intercambiabili per il collegamento alla presa di corrente. In tal modo, oltre che alla classica Schuko, ci si può collegare a una presa industriale monofase da 16 o 32 ampere (di colore blu) e prelevare una potenza di 3,7 o 7,4 kW, oppure a una trifase (quella rossa) e in tal caso la potenza sale a 11 o 22 kW (16 o 32 A) (beninteso sempre che il caricabatteria dell'auto sia in grado di accettarla) senza dover installare (laddove è consentito) wallbox dedicate.

Le wallbox o le colonnine a corrente alternata rappresentano il "Modo 3" di ricarica, che può gestire correnti fino a 64 ampere in trifase, corrispondenti a 44 kW; il collegamento si perfeziona con un cavo con connettori specifici, detti Tipo 2 o Mennekes, dal nome del produttore, e, in certi modelli giapponesi datati, solo dal lato vettura, Tipo 1 o Yazaki.

Nel cavo, oltre ai conduttori per trasportare la corrente, ce ne sono altri due, uno per la comunicazione dati tra vettura e colonnina e l'altro per accertarsi del collegamento tra di esse e della continuità del conduttore di protezione (la "terra"). Di fatto, a parte qualche Renault, la massima potenza che le elettriche sono in grado di accettare è 22 kW in corrente trifase e 7,4 in monofase (corrispondenti a una corrente di 32 ampere in entrambi i casi). Da notare che, oltre al caricabatteria integrato nella vettura, un possibile collo di bottiglia è costituito dal cavo di collegamento: se, per esempio, la vettura è dotata di uno trifase da 11 kW, nel caso venga collegato a una wallbox monofase da 7,4 kW non potrà prelevare tale potenza, ma solo la metà, ovvero 3,7 kW,

perché il cavo sopporta solo 16 ampere per fase, mentre i 7,4 kW a 230 volt comportano una corrente di 32 ampere.

Il "Modo 4" di ricarica rappresenta la tecnologia che permette di ridurre al minimo i tempi dell'operazione, perché si riferisce alle colonnine a corrente continua, che by-passano il caricabatteria interno e vanno direttamente alla batteria. Le colonnine sono facilmente riconoscibili perché sono più grandi di quelle a corrente alternata e sono dotati di cavo integrato, un po' come succede con il tubo delle pompe di benzina. Cambia anche il connettore: al posto della spina Tipo 2 o Mennekes, c'è la CCS Combo 2, in pratica una Mennekes con l'aggiunta alla base di due terminali che portano la corrente continua. Inoltre, molte colonnine Modo 4 sono dotate anche di una spina per lo standard giapponese CHAdeMO, utilizzato per alcuni vecchi modelli del Sol Levante. Le stazioni di ricarica possono essere rapide, con potenza di 50 kW, o Hpc (High power charge) in grado di erogare fino a 200 kW a 400 volt e 350 kW a 800 volt. Queste ultime garantiscono la ricarica più rapida: anche solo cinque minuti per ripristinare 100 km di autonomia, purché l'auto venga informata dell'intenzione di ricaricare presso una stazione ad alta potenza immettendola come destinazione nel navigatore. In tal modo, infatti, la batteria viene portata alla temperatura più adatta ad accettare e a mantenere il più possibile costante l'elevata intensità di corrente che la ricarica Hpc comporta, il che richiede anche che il cavo di ricarica venga raffreddato a liquido.

Un valore comunemente utilizzato per determinare i tempi di rifornimento della batteria è rappresentato dai minuti di ricarica necessari per ripristinare 100 km di autonomia. Dai dati rilevati nelle prove su strada di Quattroruote per la Fiat 500e e per la Porsche Taycan si evince che con la ricarica domestica servono

442 minuti per la Fiat e 869 per la Porsche; valori che scendono rispettivamente a 137 e 250 collegandosi a una wallbox da 7,4 kW e si riducono a 105 e 87 minuti disponendo di una presa trifase da 22 kW. Da notare che solo la Porsche è in grado di sfruttare tutta questa potenza, perché il caricabatteria di bordo della 500e gestisce fino a 11 kW in trifase. Passando alla ricarica a corrente continua, alle stazioni fast da 50 kW la Fiat recupera 100 km di autonomia in 29 minuti, mentre per la Taycan ne servono 37. Infine, con la ricarica Hpc a 200/350 kW bastano 18 minuti alla 500e e soli 10 alla Porsche.

Nei dati tecnici le Case dichiarano il valore di potenza massima di ricarica in corrente continua, ma ai fini della velocità di ricarica è molto importante conoscere l'andamento nel tempo della potenza stessa. Se il valore massimo viene mantenuto solo per poco, e poi scende rapidamente all'aumentare dello stato di carica, il rifornimento dell'accumulatore richiederà più tempo rispetto a quello di un'altra auto, con batteria di pari taglia ma con curva di ricarica più "piatta". Allo stesso modo è bene sapere che le massime prestazioni nelle ricariche ad alta potenza si ottengono partendo da uno stato di carica basso e con batteria portata alla temperatura ottimale dal suo impianto di climatizzazione. La taglia degli accumulatori delle elettriche attuali garantisce un'autonomia di circa 3-400 km, del tutto adeguata a coprire la maggior parte dell'uso quotidiano. Solo nei lunghi viaggi può manifestarsi l'esigenza di una o più ricariche per arrivare a destinazione. In questi casi va seguito un approccio diverso rispetto a quello cui si è abituati con le auto tradizionali. In quest'ultime il tempo necessario per il rifornimento è ridottissimo e la scelta di fare il pieno o meno è legata a ragioni economiche, mentre con le elettriche l'attesa per la ricarica non è trascurabile. Inoltre, visto quanto

detto prima circa la curva di ricarica, ne consegue che conviene fare più rabbocchi (in gergo “biberonaggi”) con soste brevi rispetto a una sola più lunga attesa per la carica completa della batteria. Diversi modelli offrono già col navigatore di bordo una pianificazione ottimale delle ricariche; in alternativa sono disponibili varie App per smartphone che provvedono a stabilire un “piano ricariche”.

Prerequisito per la diffusione e l'impiego senza stress dell'auto elettrica è la diffusione di una rete di colonnine di ricarica capillare e ben calibrata in funzione delle esigenze. In Italia la situazione è in continuo miglioramento perché il tasso di crescita dell'infrastruttura di ricarica è costante: nel giugno 2020 si contavano 14.301 prese di ricarica pubbliche, che sono diventate 45.210 tre anni dopo. Di queste, 3.045 sono ad alta potenza, circa il 7% del totale; 657 di queste sono state installate nelle stazioni di servizio autostradali, semplificando così i lunghi viaggi.

Consigli pratici sulla scelta e la guida di un'auto elettrica

Quanto descritto finora consente di stabilire quali siano i parametri che condizionano la funzionalità d'uso di un'auto elettrica, oltre al fondamentale prerequisito di disporre di un punto di ricarica a casa o al lavoro:

- L'autonomia effettiva, che dipende dal consumo di energia e dalla capacità in kWh (effettivamente sfruttabili) della batteria.

- La potenza massima di ricarica in corrente continua, che assieme all'andamento della curva di ricarica influenza la durata delle soste per il “rabbocco” della batteria nei lunghi viaggi.

- La taglia del caricabatteria di bordo, essenziale per accelerare la ricarica durante le lunghe soste.

- La presenza della pompa di calore, che consente di limitare l'assorbimento di energia necessario per il riscaldamento invernale dell'abita-

colo, mitigandone l'impatto sull'autonomia.

Questi, invece, sono i principali consigli di utilizzo:

- Per limitare l'impatto della climatizzazione (estiva e invernale) sull'autonomia conviene utilizzare la funzione di pre-climatizzazione durante la ricarica, presente su tutte le BEV. Poi, se disponibili, è bene usare il riscaldamento dei sedili e la funzione «driver only» del climatizzatore.

- Il minor consumo si ottiene con un'andatura il più uniforme possibile; tuttavia, anche in caso di inevitabili variazioni di velocità, sfruttando al meglio il recupero di energia nei rallentamenti e nelle frenate di moderata intensità si può limitare l'incremento del consumo.

- Nei lunghi viaggi è essenziale programmare le soste per le ricariche mediante le app quali *Power Cruise Control* e *A better ruote planner* o attraverso i sistemi di navigazione della vettura; in ogni caso, non utilizzare la carica Hpc a corrente continua oltre l'80% dello SoC. Tenere poi presente che la durata complessiva del viaggio può addirittura ridursi abbassando la velocità (il consumo si riduce e si può saltare una ricarica o, comunque, le soste sono più brevi).

L'impatto sulla rete

Uno dei temi più dibattuti quando si parla di auto elettriche è il loro potenziale impatto sulla rete di produzione e distribuzione dell'energia elettrica. Si teme infatti che un cospicuo numero di vetture a batteria costringa a costruire nuove centrali elettriche, pena il rischio di rovinosi blackout.

Una risposta l'ha fornita uno studio condotto da RSE-Ricerca sul sistema energetico (una società del GSE, Gestore del Sistema Energetico). Secondo quest'analisi, se in Italia circolassero 10 milioni di auto elettriche (un quarto del totale) non sarebbe necessario costruire nuove centrali, perché l'aumento della

richiesta di energia sarebbe contenuto entro il 5%. Tuttavia, la rete di distribuzione va resa «intelligente» per ripartire in modo uniforme nell'arco delle 24 ore la richiesta di potenza ai trasformatori di zona ed evitare così di sovraccaricarli.

La completa sostituzione del parco circolante con vetture elettriche avrebbe invece un impatto ben più consistente; inoltre, per rispettare gli obiettivi di decarbonizzazione tutta la produzione di energia andrebbe fatta con fonti rinnovabili.

Il riciclaggio delle batterie

La diffusione delle vetture elettriche evidenzierà il problema del riciclaggio a fine vita delle batterie, un processo obbligatorio e ancora da sviluppare su larga scala ma che consente il recupero di materiali strategici quali litio, nickel e cobalto e ridurre l'impatto complessivo delle EV. Prima di giungere a ciò, tuttavia, gli accumulatori non più idonei all'impiego sulle auto possono essere sfruttati per una «seconda vita» in usi stazionari, come per esempio negli impianti fotovoltaici.

L'alternativa dell'idrogeno

L'automobile elettrica può anche funzionare a gas. Al posto delle batterie, si possono infatti usare le celle a combustibile, che vengono alimentate da idrogeno e aria e generano energia elettrica (che serve al motore) e acqua. Oltre ad avere tempi «di ricarica» ridotti, a pari autonomia le auto a fuel cell comportano una minor massa dei serbatoi del gas rispetto alle batterie. Tuttavia, l'efficienza delle auto a celle a combustibile è sensibilmente inferiore a quella di un'elettrica tradizionale: partendo infatti dalla stessa quantità di energia rinnovabile, le numerose fasi del processo che la portano ad arrivare alle ruote motrici fanno sì che se ne perdano più di due terzi, mentre nel caso di una vettura a batteria resta disponibile per la propulsione quasi il 70% dell'energia di partenza.

L'impatto ambientale dell'auto elettrica

Se chiedessimo a un campione di persone di varia età ed estrazione qual è la migliore caratteristica dell'auto elettrica la risposta sarebbe di sicuro "non inquinata". L'affermazione è corretta, ma va approfondita. Di certo le EV non producono gas nocivi durante il funzionamento: non c'è combustione e quindi nemmeno i suoi sottoprodotti quali ossido di carbonio, particolato e ossidi di azoto. E non bruciando benzina, gasolio o altri combustibili durante l'uso, pure le relative emissioni climalteranti di anidride carbonica sono pari a zero.

Per l'Unione Europea, l'auto elettrica a batteria è l'unica a zero emissioni e quindi è l'unica che sarà possibile vendere a partire dal 2035 (a parte la deroga alle vetture alimentate con e-fuel). In realtà, se si vuole determinare correttamente l'impatto ambientale di un'automobile, non ci si deve limitare – come invece fa la UE – alla sua fase di utilizzo (tank to wheels – dal serbatoio alle ruote). Infatti, già considerando la ricarica (well to wheels – dal pozzo alle ruote) si scopre che le emissioni di CO₂ legate delle vetture elettriche non sono nulle e dipendono soprattutto dal sistema con cui viene prodotta l'energia per ricaricare le batterie. Secondo uno studio commissionato dall'Unione Europea alla Ricardo, le emissioni di anidride carbonica variano da zero a 1.415 grammi al chilowattora in funzione della tecnologia impiegata. Il valore peggiore si ottiene con le centrali a carbone; il migliore utilizzando le biomasse e la cattura e lo stoccaggio della CO₂.

Un'analisi ancora più accurata tiene conto dell'intero ciclo di vita della vettura, dalla fabbricazione al riciclaggio, stabilendo per ogni sua fase l'utilizzo di energia e la produzione di emissioni e rifiuti. Lo studio della Ricardo lo ha fatto, mettendo a confronto tre automobili simili di classe media: una alimentata a ben-

zina, una a gasolio e la terza elettrica a batteria. Ipotesi: 225.000 km in 15 anni e nessuna sostituzione della batteria (da 58 kWh) per la EV. Risultati: fatto 100 l'impatto in termini di emissioni equivalenti di CO₂ dell'auto a benzina sul ciclo di vita, quello della diesel è pari a 85, mentre l'elettrica, nell'ipotesi che venga ricaricata con il mix di energia distribuito oggi nella UE, è 45. Quindi, l'elettrica consente senza dubbio di ridurre le emissioni climalteranti, ma non le azzerava. Inoltre, l'impatto varia Paese per Paese: si va dal 105% dell'Estonia (dove usare una BEV è peggio che viaggiare a benzina) fino al 25% di Francia e Svezia, in cui la produzione di energia comporta emissioni assai ridotte (la prima grazie alle centrali nucleari, la seconda per quelle idroelettriche). Esaminando il grafico che sintetizza i risultati dell'analisi delle emissioni sul ciclo di vita di un'auto si nota anche come l'elettrica nasca con un fardello iniziale più pesante di quello delle auto a combustione, perché la fabbricazione della batteria ha un impatto importante e direttamente proporzionale alla sua capacità. Tale svantaggio viene però recuperato nel corso dell'utilizzo più o meno rapidamente, in funzione della "pulizia" dell'energia elettrica utilizzata per le ricariche.

L'alternativa dei combustibili bio e sintetici

Gli obiettivi di decarbonizzazione fissati dall'Unione Europea sono ambiziosi, ma da più parti si ritiene che possano essere raggiunti anche senza imporre la vendita esclusiva di auto elettriche. L'associazione europea delle aziende di raffinazione FuelsEurope ha commissionato alla Ricardo (la stessa dell'analisi di varie motorizzazioni commentata sopra) uno studio che confrontasse gli effetti della prevista sostituzione del parco auto europeo con vetture elettriche con una soluzione alternativa, che comprende una quota di EV del 25% e l'uso

di combustibili bio o sintetici per il resto del circolante. Secondo le conclusioni di questa analisi, nella prima ipotesi le emissioni di CO₂ annuali al 2050 sarebbero pari a 135 milioni di tonnellate (contro le 624 senza cambiamenti rispetto alla situazione attuale), mentre utilizzando il mix di auto elettriche e a combustione ma alimentate da biocombustibili ed e-fuels (e pure da una quota del 9% di derivati dal petrolio) le emissioni al 2050 sarebbero addirittura inferiori, ovvero 124 milioni di tonnellate.

Gli effetti socioeconomici della transizione

Spinti dalla legislazione europea già in vigore, che premia le vetture a zero emissioni di anidride carbonica e con la prospettiva dell'obbligo di vendere solo auto elettriche dal 2035, le Case del Vecchio continente hanno investito parecchio per lo sviluppo di nuovi modelli a batteria. Tuttavia, la concorrenza dei costruttori cinesi sarà molto pericolosa, perché sull'elettrico (diversamente che sui motori endotermici) hanno un know-how molto sviluppato e possono beneficiare di generosi finanziamenti governativi. Il tutto si traduce in vetture assolutamente concorrenziali a quelle europee e vendute a prezzi sensibilmente inferiori. Ciò giustifica più di un timore sulla tenuta dell'occupazione di un settore cruciale dell'industria europea.

Inoltre, la Cina è protagonista anche nella capacità di raffinazione dei materiali strategici per la fabbricazione delle batterie e dei motori elettrici e detiene pure il 60% delle riserve di terre rare. Si rischia quindi che in futuro si debba dipendere da questo Paese per risorse che diventeranno indispensabili per l'industria automobilistica.

Il peso delle auto europee sul totale delle emissioni

Infine, un accenno al contributo del totale delle automobili circolanti in

Europa sulle emissioni di anidride carbonica (di qualsiasi fonte) del mondo.

Partendo dal diagramma che suddivide le emissioni totali si nota come il peso maggiore sia dovuto alla Cina (30% del totale) seguita dagli

Stati Uniti col 15%; l'Europa contribuisce con il 9%.

Se poi si analizzano in dettaglio le emissioni europee, si nota come i trasporti pesino per il 29% del totale e la quota dovuta alle auto e ai furgoni sia pari al 15%.

In base a questi valori si ricava facilmente che il parco circolante europeo di vetture e furgoni è responsabile solo dell'1,3% della CO₂ prodotta nel mondo.

I veicoli elettrici della Maserati

ADOLFO ORSI

Mi fa piacere contribuire a questa conferenza parlando della storia dei veicoli elettrici Maserati, un aspetto poco conosciuto della sua storia.

Mio nonno Adolfo, dopo aver acquistato nel 1937 sia le Officine Alfieri Maserati che la Fabbrica Candele Maserati, attive a Bologna, nell'inverno 1939/1940 ne decide il trasferimento a Modena, la città centro dei suoi interessi imprenditoriali.

Le attività vengono trasferite in due nuovi, ampi e moderni stabilimenti rispettivamente in Viale Ciro Menotti e in Via Generale Paolucci, entrambi strategicamente posizionati lungo la linea ferroviaria Milano-Bologna, atti ad agevolare lo sviluppo produttivo. Sono del 1940, infatti, i primi disegni della A6 1500 che vedrà poi la luce solo nel 1947. Nel 1940 scoppia la guerra, Gigi Villoresi vince il 23 maggio, su una Maserati 4CL, l'ultima corsa europea, la Targa Florio. In USA ed in Sud-America le corse continueranno ancora per un po', seppure in forma ridotta. Il 30 maggio dello stesso anno Wilbur Shaw, al volante di una Maserati 8CTF, vince la 500

Miglia di Indianapolis per il secondo anno consecutivo.

La produzione delle vetture da corsa cessa ed è necessario trovare attività secondarie che permettano la continuità aziendale. Alle Officine Alfieri Maserati Inizia la riparazione e la manutenzione di mezzi per l'esercito e la produzione delle macchine utensili, prevalentemente fresatrici, la cui produzione proseguirà per tutti gli Anni Cinquanta.

Nel 1940 il nonno acquista la ditta S.A. Accumulatori Garbarino di Genova e all'inizio del 1941 la incorpora nella fabbrica delle candele che diventa perciò Fabbrica Candele Accumulatori Maserati.

Si valuta la produzione di veicoli elettrici. Sfolgiando Auto Italiana del 1941, ho notato che erano già attivi in questo settore la Fiat, la Lancia, l'Auto-Lux, la Moretti, la Stigler e altri costruttori minori. A Milano era attiva la società Silens, che aveva presentato i suoi elettrocarri "SuperSilens" alla Fiera di Milano del 1940. Questi prevedono la presenza di un cambio che esclude gli avviatori elettrici e i controller.

Per accelerare i tempi ed acquisire il know-how il 29 marzo 1941 il nonno raggiunge un accordo con il quale la Officine Alfieri Maserati acquista i progetti, i diritti di costruzione, gli stampi, i brevetti e la licenza ministeriale per la costruzione dei veicoli elettrici Silens, progettati dall'ing. Gino Olivari: inclusi stampi e scorte di magazzino, incluso il progetto in corso di sviluppo del camioncino.

La produzione viene trasferita a Modena e sugli elettrocarri Silens EC10, a tre ruote, equipaggiati dalle

batterie Maserati, viene quindi applicato lo stemma Maserati con il tridente. Solo il motore veniva acquistato all'esterno, credo dalla ditta Pellizzari di Arzignano.

Viene poi sviluppata a Modena una gamma più completa, prima con l'autocarro EC20 e, in un momento successivo, con l'EC35, progetto al quale hanno collaborato anche i fratelli Maserati.

Il 17 aprile 1942 la Maserati espone alla Fiera di Milano e l'ing. Giulio Cesare Carcano scrive sulla rivista Auto Moto Avio: "La Maserati, la famosa Casa automobilistica, tanto nota ed apprezzata dagli sportivi di tutto il mondo, espone un motocarro elettrico, per portata di 10 quintali, impeccabilmente finito e presentato con diversi tipi di carrozzerie. Il motore è piazzato in asse con la trasmissione ad albero, ed è dotato di cambio di velocità a quattro rapporti in avanti e retromarcia. Il telaio in profilati di lamiera, la guida con volante, il ponte differenziale, la frenatura idraulica sono di pretto tipo automobilistico. E' pure esposto il nuovo modello di autocarro leggero per portate di 20 quintali avente analoghe caratteristiche del motocarro che abbiamo brevemente sopra descritto"

Nel catalogo ufficiale vengono evidenziate le caratteristiche tipiche della produzione Maserati: "I moderni elettrocarri Maserati funzionano senza reostati d'avviamento e senza "controllers". Il problema dell'avviamento e delle variazioni di marcia è stato risolto in modo nuovo e razionale, abbandonando completamente i vecchi sistemi. Negli elettrocarri Maserati è possibile:

Adolfo Orsi è noto come storico, appassionato e consulente nel campo dell'automobilismo storico. Avendo respirato fin da bambino, per tradizione di famiglia, pane e Maserati, è in particolare uno dei massimi esperti mondiali della Casa del Tridente. La sua attività spazia a tutto campo nei diversi settori dell'automobilismo storico, anche in virtù della sue ampie competenze e della sua notorietà internazionale.

avviare il motore a veicolo fermo, mediante un semplice interruttore; avviare successivamente il veicolo a mezzo di una frizione anziché con il solito avviatore a resistenze elettriche; variare le marce attraverso un ordinario "cambio meccanico" anziché col solito "controller". Esattamente come si fa coi veicoli a benzina. Le manovre di cui sopra sono rese possibili da uno speciale motore elettrico riunente in uno le qualità peculiari tanto del motore in "serie" quanto del motore in "derivazione" e cioè una forte coppia motrice agli spunti ed in salita unitamente ad una velocità costante. I vantaggi del sistema sopra descritto sono grandissimi, anche prescindendo dal fatto che evitando avviatori e controllers restano eliminati gli organi più delicati e fastidiosi del veicolo elettrico. Con gli elettrocarri Maserati

si ha infatti la possibilità di variare a piacere lo sforzo tangenziale alle ruote motrici ed il loro numero di giri mantenendo invariati la velocità ed il carico del motore e quindi la potenza e il rendimento del medesimo. In altri termini, è possibile mantenere costante l'erogazione di corrente, ai vari regimi di marcia, sia in piano che in salita, evitando così sprechi di energia elettrica".

La produzione è stata di circa 450 esemplari in totale, 310 EC10, 90 EC15/20 e 50 EC35. Gli ultimi esemplari erano ancora disponibili nel 1950. Nel dopoguerra, dalle ricerche che ho fatto, molti esemplari sono stati poi modificati con l'installazione di un motore a scoppio e sono stati utilizzati fino ad esaurimento.

All'interno di questa storia, desidero con piacere condividere con voi

la storia della Topolino elettrica di mio padre Omer Orsi. La vettura era stata immatricolata nel 1940 e nel 1941 venne smontato il motore termico e sostituito dal motore elettrico con le batterie disposte dietro ai sedili. Una bombatura esterna, necessaria per contenere le batterie, era l'unica evidente differenza rispetto alla Topolino di serie. Nel dopoguerra la vettura fu riportata alle caratteristiche originali.

Durante il periodo del Covid ho trovato il tempo di sistemare le fotografie di questa prima vettura dotata in Maserati di un motore elettrico e mi è venuta la curiosità di vedere se, per caso, fosse ancora esistente. Tramite l'ultimo estratto cronologico sono riuscito a raggiungere la vedova dell'ultimo proprietario ma la vettura è stata demolita. Peccato.

Monografie AISA

- 133 **L'auto elettrica ieri e oggi**
L. Morello, R. Boni, A. Orsi
Conferenza Aisa, Villa Rey,
Torino, 30 settembre 2023
- 132 **Gli inizi del collezionismo e dell'associazionismo storico dell'automobile**
D. Biffignandi, D. Castellarin, E. Maggiar, G. Marzolla, E. Tenconi
Monografia Aisa, luglio 2023
- 131 **Fiat 1100/103**
70 anni di un fenomeno italiano
L. Morello, A. Sannia, A. Silva
Conferenza Aisa, Torino, 11 febbraio 2023
- 130 **La stagione dei Gentlemen Drivers italiani**
D. Castellarin
Conferenza Aisa, Museo Elli Cozzi,
Legnano, 20 novembre 2021
- 129 **Il primo Gran Premio d'Italia**
S. Faurès Fustel de Coulanges, A. Silva
Conferenza Aisa, Museo Mille Miglia,
Brescia, 10 settembre 2021
- 128 **Le automobili a vapore**
D. Lorenzone, L. Morello,
P. Meletti Cavallari
Monografia Aisa, settembre 2021
- 127 **Jackie Stewart**
G. Gauld, L. Boscarelli, P. Allievi
Monografia Aisa, febbraio 2021
- 126 **All'ombra dei grandi De Vecchi e altri pionieri dell'automobile a Milano**
D. Biffignandi, G. Cancellieri, A. De Vecchi, A. Sannia
Monografia Aisa, ottobre 2020
- 125 **Go-kart**
Evoluzione tecnica e sportiva del Karting dagli esordi agli anni Settanta
Tavola rotonda Aisa, Bologna, Museo del Patrimonio Industriale, 30 novembre 2019
- 124 **I camion italiani dalle origini agli anni Ottanta**
Massimo Condolo
Conferenza Aisa, Fondazione Negri,
Brescia, 19 ottobre 2019
- 123 **Cars & Strips**
Le auto di Paperino e Topolino
Riccardo Daglia, Aldo Zana
Conferenza Aisa, Milano, 23 marzo 2019
- 122 **Alfetta**
la "vetturina" che corse con i grandi
Patrick Italiano, Alessandro Silva, Fabio Morlacchi, Lorenzo Ardizio
Conferenza Aisa, Museo Storico Alfa Romeo, Arese (MI), 10 novembre 2018
- 121 **Jim Clark**
Graham Gauld, Gianni Cancellieri
Conferenza Aisa, Museo Nazionale dell'Automobile, Torino, 16 febbraio 2019
- 120 **Riflessioni tecniche sulla Formula 1 dagli anni Ottanta a oggi**
Enrique Scalabroni
Conferenza Aisa, Rocca di Vignola (MO), 24 marzo 2018
- 119 **Riccardo Moncalvo.**
Il fotografo dell'eleganza
L. Boscarelli, E. Moncalvo, P. Giusti, L. Fioravanti, L. Ramaciotti, A. Sannia
Conferenza Aisa, Museo Nazionale della Montagna, Torino, 17 febbraio 2018
- 118 **Fiat 500. I 60 anni del mito**
L. Boscarelli, R. Giolito, L. Morello, A. Sannia, R. Donati, C. Giuliani
Conferenza Aisa, Museo Nazionale dell'Automobile, Torino, 18 novembre 2017
- 117 **Giovanni Savonuzzi**
Il designer dei due mondi
G. Boetto Cohen, A. Silva, A. Sannia
Conferenza Aisa, Museo Nazionale dell'Automobile, Torino, 31 marzo 2017
- 116 **Correre nel dopoguerra.**
La scuderia Milan, 1946-1966
A. Silva, A. Zana, L. Boscarelli
Conferenza Aisa, CMAE,
Milano, 3 dicembre 2016
- 115 **Il record assoluto di velocità per motocicli**
A. Colombo
Conferenza Aisa, CMAE,
Milano, 5 novembre 2016
- 114 **Leonardo Fioravanti**
rigore progettuale, onestà estetica
Conferenza Aisa, Show-room Fioravanti, Moncalieri, 10 settembre 2016
- 113 **Topolinottanta**
L. Morello, A. Sannia, A. Silva
Conferenza Aisa, Mirafiori Motor Village, Torino, 19 giugno 2016
- 112 **La motorizzazione del Regio Esercito nella Grande Guerra**
A. Saccoman, A. Molinari, F. Cappellano, L. Ceva Valla
Conferenza Aisa, Scuola Militare Teullié Milano, 5 marzo 2016
- 111 **Scuderia Brescia Corse**
Dino Brunori
Conferenza Aisa, Museo Mille Miglia, Brescia, 7 novembre 2015
- 110 **La motorizzazione del dopoguerra**
L. Boscarelli, A. Colombo, A. Sannia
Conferenza Aisa, CMAE, Milano,
13 giugno 2015
- 109 **Fermo Immagine**
La fotografia e l'automobile - 1900-1940, Tazio Nuvolari e Pobjettivo
G. Cancellieri, G. Calvenzi
Conferenza Aisa, CMAE, Milano,
28 marzo 2015
- 108 **Lancia: uomini, tecnica, vittorie**
Conferenza Aisa in collaborazione con CPAE e Facoltà di Ingegneria di Piacenza (Politecnico di Milano), Castell'Arquato (PC), 9 maggio 2014
- 107 **Giotto Bizzarrini: Pingeegnere costruttore**
a cura di Lorenzo Boscarelli
gennaio 2015
- 106 **Aerospecials - Automobili con motori d'aereo prima e dopo Emilio Materassi**
Conferenza Aisa in collaborazione con Biblioteca Comunale, Pro Loco di San Piero a Sieve (FI) e "Il Paese delle corse", Auditorium di San Piero a Sieve,
28 marzo 2014
- 105 **Passioni & Progetti**
Innovazione e tradizione nelle auto da corsa made in Italy
Conferenza Aisa in collaborazione con CPAE, Politecnico di Milano, Piacenza,
4 e 5 maggio 2013
- 104 **OM - gli uomini, le macchine, le corse**
Presentazione del libro di A. Silva
Museo Mille Miglia, Brescia,
19 ottobre 2013
- 103 **Fermo Immagine**
Ercole Colombo fotografa la Formula 1
Conferenza Aisa, Milano,
30 novembre 2013

- 102 **Best of British - Storia e tecnica delle vetture inglesi da competizione**
Conferenza Aisa in collaborazione con CPAE e Politecnico di Milano, Castell'Arquato (PC), 6 maggio 2012
- 101 **Velocità e bellezza**
La doppia sfida dei progettisti
F. Lombardi, A. Orsi, M. Forghieri, E. Spada, L. Fioravanti, G. Rosani
Conferenza Aisa in collaborazione con MEF (Museo Casa Enzo Ferrari) e Fondazione Casa Natale Enzo Ferrari, Modena, 16 marzo 2013
- 100 **Bugatti in Italia**
Conferenza Aisa in collaborazione con Historic Club Schio e Bugatti Club Italia, Schio, 12 novembre 2011
- 99 **Gilles Villeneuve visto da vicino**
Le testimonianze di chi l'ha conosciuto
M. Forghieri, P. Scaramelli, S. Stohr, J. Giacobazzi
Modena, 19 maggio 2012
- 98 **Vittorio Ghidella, il manager del rilancio Fiat**
R. Gaffino Rossi, C. Callieri, P. G. Tronville, F. Zirpoli, L. Morello, M. Coppini
Museo Nazionale dell'Automobile di Torino, 27 ottobre 2012
- 97 **Modena e Motori: gli anni Cinquanta visti da lontano**
K. van Stokkum, G. Gauld
Rocca di Vignola (MO), 4 giugno 2011
- 96 **Sessantacinque anni tra moto e auto**
Sandro Colombo
Milano, 31 marzo 2012
- 95 **Ferrari. Mito, racconti, realtà - Sessant'anni dalla prima vittoria in Formula 1**
L. Boscarelli, F. Lombardi, V. Stradi
Fiorenzuola d'Arda (Piacenza), 8 maggio 2011
- 94 **Forme e creatività dell'automobile cento anni di carrozzeria 1911-2011**
A. Sannia, E. Spada, L. Fioravanti
Museo Nazionale dell'Automobile di Torino, 29 ottobre 2011
- 93 **Materiali e metodologie per la storiografia dell'automobile**
Giornata in onore di Andrea Curami ed Angelo Tito Anselmi
Conferenza Aisa,
Milano, 16 aprile 2011
- 92 **L'Alfa Romeo di Ugo Gobbato (1933-1945)**
F. Amatori, E. Borruso, L. Boscarelli, M. Fazio, A. Mantoan, P. Italiano, F. Morlacchi
Conferenza Aisa in collaborazione con Università Commerciale Bocconi, Milano, 2 aprile 2011
- 91 **Giorgio Valentini progettista indipendente eclettico e innovativo**
settembre 2011
- 90 **Abarth: l'uomo e le sue auto**
Conferenza Aisa in collaborazione con CPAE, Fiorenzuola d'Arda (PC), 9 maggio 2010
- 89 **MV Agusta tre cilindri**
Conferenza Aisa in collaborazione con GLSAA-MV
Cascina Costa di Samarate (VA), 22 maggio 2010
- 88 **Il Futurismo, la velocità e l'automobile**
Conferenza Aisa in collaborazione con CMAE, Milano, 21 novembre 2009
- 87 **Mercedes-Benz 300SL**
Tecnica corse storia
L. Boscarelli, A. Curami, A. Zana
in collaborazione con CMAE
Milano, 17 ottobre 2009
- 86 **Pier Ugo e Ugo Gobbato, due vite per l'automobile**
con il patrocinio del Comune di Volpago del Montello, Milano, 14 marzo 2009
- 85 **Jean-Pierre Wimille il più grande prima del mondiale**
Alessandro Silva
in collaborazione con Alfa Blue Team
Milano, 24 gennaio 2009
- 84 **Strumento o sogno. Il messaggio pubblicitario dell'automobile in Europa e Usa 1888-1970**
Aldo Zana in collaborazione con CMAE, Milano, 29 novembre 2008
- 83 **La Formula Junior cinquanta anni dopo 1958-2008**
Andrea Curami
Monza, 7 giugno 2008
- 82 **Alle radici del mito. Giuseppe Merosi, l'Alfa Romeo e il Portello**
Conferenza Aisa-CPAE,
Piacenza, 11 maggio 2008
- 81 **I primi veicoli in Italia 1882-1899**
Conferenza Aisa-Historic Club Schio,
Vicenza, 29 marzo 2008
- 80 **Automobili made in Italy. Più di un secolo tra miti e rarità**
Tavola rotonda
Museo dell'Automobile Bonfanti-Vimar,
Romano d'Ezzelino (VI), 1 marzo 2008
- 79 **Aisa 20 anni 1988-2008**
Riedizione della Monografia 1
I progettisti della Fiat nei primi 40 anni: da Faccioli a Fessia
di Dante Giacosa
Milano, 15 marzo 2008
- 78 **Vittorio Valletta e la Fiat**
Tavola rotonda Aisa-Fiat
Torino, 1 dicembre 2007
- 77 **Dalla Bianchi alla Bianchina**
Alessandro Colombo
Milano, 16 settembre 2007
- 76 **60 anni dal Circuito di Piacenza, debutto della Ferrari**
Tavola rotonda Aisa-CPAE
Palazzo Farnese, Piacenza,
16 giugno 2007
- 75 **Giuseppe Luraghi nella storia dell'industria automobilistica italiana**
Tavola rotonda Aisa-Ise Università Bocconi, Università Bocconi, Milano, 26 maggio 2007
- 74 **La Pechino-Parigi degli altri**
Antonio Amadelli
Palazzo Turati, Milano, 24 marzo 2007
- 73 **Laverda, le moto, le corse**
Tavola rotonda
Università di Vicenza, 3 marzo 2007
- 72 **100 anni di Lancia**
Tavola rotonda, Museo Nicolis,
Villafranca di Verona (VR),
25 novembre 2006
- 71 **1950-1965. Lo stile italiano alla conquista dell'Europa**
Lorenzo Ramaciotti, Palazzo dell'Arte,
Milano, 14 ottobre 2006
- 70 **Fiat 124 Sport Spider, 40 anni tra attualità e storia**
Tavola Rotonda
Torino, 21 maggio 2006
- 69 **L'evoluzione della tecnica motociclistica in 120 anni**
Alessandro Colombo
Milano, 25 marzo 2006
- 68 **Dalle corse alla serie: l'esperienza Pirelli nelle competizioni**
Mario Mezzanotte
Milano, 25 febbraio 2006
- 67 **Giulio Carcano, il grande progettista della Moto Guzzi**
A. Colombo, A. Farneti, S. Milani
Conferenza Aisa in collaborazione con CMAE, Milano, 26 novembre 2005
- 66 **Corse Grand Prix e Formule Libre 1945-1949**
Alessandro Silva
Torino, 22 ottobre 2005
- 65 **Ascari. Un mito italiano**
Tavola rotonda
Milano, 28 maggio 2005

- 64 **Itala, splendore e declino di una marca prestigiosa**
Donatella Biffignandi
Milano, 12 marzo 2005
- 63 **Piloti italiani: gli anni del boom**
Tavola Rotonda
Autodromo di Monza,
29 gennaio 2005
- 62 **Autodelta, dieci anni di successi**
Tavola rotonda
Arese, Museo Alfa Romeo,
23 ottobre 2004
- 61 **Carlo Felice Bianchi Anderloni: l'uomo e l'opera**
Tavola rotonda
Museo dell'Automobile Bonfanti-Vimar
Romano d'Ezzelino, 8 maggio 2004
- 60 **I mille giorni di Bernd Rosemeyer**
Aldo Zana
Milano, 20 marzo 2004
- 59 **Moto e corse: gli anni Settanta**
Tavola rotonda
Milano, 29 novembre 2003
- 58 **Le automobili che hanno fatto la storia della Fiat. Progressi della motorizzazione e società italiana.**
Giorgio Valentini, Lorenzo Boscarelli
Milano, 7 giugno 2003
- 57 **Dalla carrozza all'automobile**
E. Aspetti, L. Boscarelli, S. Pronti
Piacenza, 22 marzo 2003
- 56 **Le moto pluricilindriche**
Stefano Milani
Milano, 30 novembre 2002
- 55 **Carrozzeria Bertone 1912 - 2002**
Tavola rotonda
Torino, 30 ottobre 2002
- 54 **L'ing. Piero Puricelli e le autostrade**
Francesco Ogliari
Milano, 18 maggio 2002
- 53 **Come correavamo negli anni Cinquanta**
Tavola rotonda
Milano, 12 gennaio 2002
- 52 **L'evoluzione dell'auto fra tecnica e design**
Sandro Colombo
Verona, 8 ottobre 2001
- 51 **Quarant'anni di evoluzione delle monoposto di formula**
Giampaolo Dallara
Milano, 8 maggio 2001
- 50 **Carrozzeria Ghia Design a tutto campo**
Tavola rotonda
Milano, 24 marzo 2001
- 49 **Moto e Piloti Italiani Campioni del Mondo 1950**
Alessandro Colombo
Milano, 2 dicembre 2000
- 48 **1950: le nuove proposte Alfa Romeo 1900, Fiat 1400, Lancia Aurelia**
Giorgio Valentini
Milano, 8 ottobre 2000
- 47 **Come nasce un'automobile negli anni 2000**
Tavola rotonda
Torino, 23 settembre 2000
- 46 **Maserati 3500 GT una svolta aperta al mondo The Maserati 3500 GT (English text)**
Giulio Alfieri
Milano, 12 aprile 2000
- 45 **Lancia Stratos**
Pierugo Gobatto
Milano, 11 marzo 2000
- 44 **Il record assoluto di velocità su terra Gli anni d'oro: 1927-1939**
Ugo Fadini
Milano, 21 ottobre 1999
- 43 **L'aerodinamica negli anni Venti e Trenta - Teorie e sperimentazioni**
Franz Engler
Milano, 4 giugno 1999
- 42 **Adalberto Garelli e le sue rivoluzionarie due tempi**
Augusto Farneti
Milano, 17 aprile 1999
- 41 **La Carrozzeria Zagato vista da...**
Tavola rotonda
Trieste, 13 settembre 1998
- 40 **Tenni e Varzi nel cinquantenario della loro scomparsa**
Convegno
Milano, 7 ottobre 1998
- 39 **Il futurismo e l'automobile**
Convegno
Milano, 16 maggio 1998
- 38 **I fratelli Maserati e la OSCA**
Tavola rotonda
Genova, 22 febbraio 1998
- 37 **Enzo Ferrari a cento anni dalla nascita**
Tavola rotonda
Milano, 18 aprile 1998
- 36 **La Carrozzeria Pininfarina vista da...**
Tavola rotonda
Trieste, 14 settembre 1997
- 35 **Passato e presente dell'auto elettrica**
Tavola rotonda
Milano, 26 maggio 1997
- 34 **Gli archivi di disegni automobilistici**
Tavola rotonda
Milano, 19 aprile 1997
- 33 **D'Annunzio e l'automobile**
Tavola rotonda
Milano, 22 marzo 1997
- 32 **Lancia - evoluzione e tradizione**
Vittorio Fano
Milano, 30 novembre 1996
- 31 **Gli aerei della Coppa Schneider**
Ermanno Bazzocchi
Milano, 26 ottobre 1996
- 30 **I motori degli anni d'oro Ferrari**
Mauro Forghieri
Milano, 24 settembre 1996
- 29 **La Carrozzeria Touring vista da...**
Tavola rotonda
Trieste, 15 settembre 1996
- 28 **75-esimo Anniversario del 1° Gran Premio d'Italia**
Tavola rotonda
Brescia, 5 settembre 1996
- 27 **Ricordo di Ugo Gobatto 1945-1995**
Duccio Bigazzi
Milano, 25 novembre 1995
- 26 **Intensamente Cisitalia**
Nino Balestra
Milano, 28 ottobre 1995
- 25 **Cesare Bossaglia: ricordi e testimonianze a dieci anni dalla scomparsa**
Tavola rotonda
Milano, 21 ottobre 1995
- 24 **Moto Guzzi e Gilera: due tecniche a confronto**
Alessandro Colombo
Museo dell'Automobile Bonfanti-Vimar,
Romano d'Ezzelino, 7 giugno 1995
- 23 **Le Benelli bialbero (1931-1951)**
Augusto Farneti
Milano, 18 febbraio 1995
- 22 **Tecniche e tecnologie innovative nelle vetture Itala**
Carlo Otto Brambilla
Milano, 8 ottobre 1994
- 21 **I record italiani: la stagione di Abarth**
Tavola rotonda
Museo dell'Automobile Bonfanti-Vimar,
Romano d'Ezzelino, 16 aprile 1994
- 20 **Lancia Aurelia**
Francesco De Virgilio
Milano, 26 marzo 1994
- 19 **Battista Pininfarina 1893-1993**
Tavola rotonda
Torino, 29 ottobre 1993

- 18 **Antonio Chiribiri, pioniere del motorismo italiano**
Giovanni Chiribiri
Milano, 27 marzo 1993
- 17 **Gilera 4 - Tecnica e storia**
Sandro Colombo
Milano, 13 febbraio 1993
- 16 **Tazio Nuvolari tra storia e leggenda**
Tavola rotonda
Milano, 17 ottobre 1992
- 15 **La vocazione automobilistica di Torino: l'industria, il Salone, il Museo, il design**
Alberto Bersani
Milano, 21 settembre 1992
- 14 **Pubblicità auto sui quotidiani (1919-1940)**
Enrico Portalupi
Milano, 28 marzo 1992
- 13 **La nascita dell'Alfasud**
Rudolf Hruska e Domenico Chirico
Milano, 13 giugno 1991
- 12 **Tre vetture da competizione: esperienze di un progettista indipendente**
Giorgio Valentini
Milano, 20 aprile 1991
- 11 **Aspetti meno noti delle produzioni Alfa Romeo: i veicoli industriali**
Carlo F. Zampini Salazar
Milano, 24 novembre 1990
- 10 **Mezzo secolo di corse automobilistiche nei ricordi di un pilota**
Giovanni Lurani Cernuschi
Milano, 20 giugno 1990
- 9 **L'evoluzione del concetto di sicurezza nella storia dell'automobile**
Tavola rotonda
Torino, 28 aprile 1990
- 8 **Teoria e storia del desmodromico Ducati**
Fabio Taglioni
Milano, 25 novembre 1989
- 7 **Archivi di storia dell'automobile**
Convegno
Milano, 27 ottobre 1989
- 6 **La progettazione automobilistica prima e dopo l'avvento del computer**
Tavola rotonda
Milano, 10 giugno 1989
- 5 **Il rapporto fra estetica e funzionalità nella storia della carrozzeria italiana**
Tavola rotonda
Torino, 18 febbraio 1989
- 4 **Le moto Guzzi da corsa degli anni Cinquanta: da uno a otto cilindri**
Giulio Carcano
Milano, 5 novembre 1988
- 3 **Maserati Birdcage, una risposta ai bisogni**
Giulio Alfieri
Torino, 30 aprile 1988
- 2 **Alfa Romeo: dalle trazioni anteriori di Satta alla 164**
Giuseppe Busso
Milano, 8 ottobre 1987
- 1 **I progettisti della Fiat nei primi 40 anni: da Faccioli a Fessia**
Dante Giacosa
Torino, 9 luglio 1987

I libri AISIA riservati ai soci

Piloti dell'altro mondo

Come si correva tanto tempo fa

Nuova edizione delle Monografie
Nuvolari (16), Varzi (40), Lurani (10)
a cura di Aldo Zana

Copertina cartonata

Pagine 166

Formato 230 x 280 mm



Come non ci fosse un domani

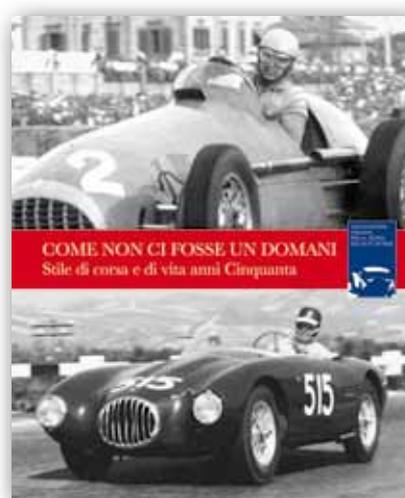
Stile di corsa e di vita anni Cinquanta

Nuova edizione delle Monografie
Maserati e OSCA (38), Le corse negli
anni Cinquanta (53), Ascari (65)
a cura di Aldo Zana

Copertina cartonata

Pagine 192

Formato 230 x 280 mm



I Saloni dell'Auto

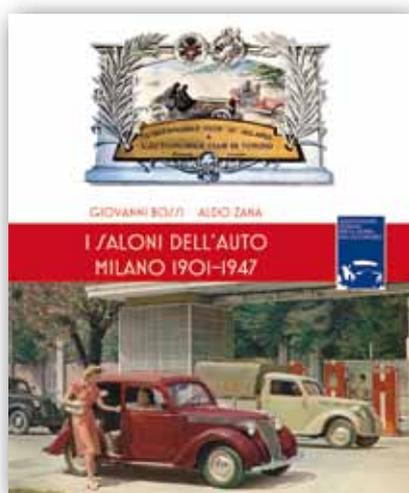
Milano 1901-1947

Giovanni Bossi, Aldo Zana

Copertina cartonata

Pagine 284

Formato 230 x 280 mm



Itala. Splendore e declino di una grande marca

Donatella Biffignandi

Copertina cartonata

Pagine 412

Formato 230 x 280 mm



AISA

Associazione Italiana per la Storia dell'Automobile

AISA (Associazione Italiana per la Storia dell'Automobile) è l'associazione culturale che dal 1988 promuove studi e ricerche sulla storia e sulla cultura dell'automobile, della moto e di altri mezzi di trasporto. Obiettivo fondante dell'**AISA** è la salvaguardia di un patrimonio di irripetibili esperienze vissute e di documenti di grande interesse storico. Nella sua attività, l'**AISA** coinvolge protagonisti di primo piano e testimoni privilegiati del mondo dell'auto e della moto. Organizza conferenze e tavole rotonde, il cui contenuto è registrato nelle Monografie distribuite ai soci. La qualità e la quantità delle informazioni e dei documenti della Monografie ne fanno un riferimento unico di grande valore.

AISA ha pubblicato quattro libri dedicati ai grandi piloti italiani, ai Saloni dell'Auto a Milano e alla marca automobilistica Itala.

I primi due Presidenti dell'**AISA** sono stati gli ingegneri-progettisti Dante Giacosa e Sandro Colombo. Dal 2002 è Presidente l'ingegnere Lorenzo Boscarelli.

Per diventare soci è sufficiente compilare l'apposita richiesta sul sito dell'Associazione:

www.aisastoryauto.it

Since 1988 **AISA**, an Italian cultural association, has promoted and published researches and documents about culture, development, and history of the automobile, the motorbike and other means of transportation.

AISA members are individuals, companies, institutions sharing the interest in motoring either as a personal passion or for professional reasons.

AISA founding objective was, and still is today, the preservation of the wealth of personal and corporate experiences and documents of historical value.

AISA organizes conferences, roundtables, and symposia focusing on protagonists and key moments of the automobile and motorbike history. The proceedings are scholarly edited and published in illustrated booklets, the "Monografie", distributed free to members. The booklets create a collection of unique historical documentation.

The form to join **AISA** is in the Association's Website: **www.aisastoryauto.it**



ASSOCIAZIONE ITALIANA PER LA STORIA DELL'AUTOMOBILE

ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA STORIA
DELL'AUTOMOBILE



AISA • Associazione Italiana per la Storia dell'Automobile
C.so di Porta Vigentina, 32 - 20122 Milano - www.aisastoryauto.it