



# Tutto ciò che volevate sapere sui veicoli elettrici

2<sup>a</sup> edizione





# Tutto ciò che volevate sapere sui veicoli elettrici

2<sup>a</sup> edizione

In collaborazione con il Corporate Vehicle Observatory di Arval e con il GRA - Gruppo di Ricerca Automotive del CIRPS (Centro Interuniversitario di Ricerca per lo Sviluppo sostenibile della Sapienza Università di Roma).



# Indice dei contenuti

Introduzione – Il contesto	
Energia elettrica, un profondo cambiamento nel settore automobilistico	8
Cronologia degli sviluppi dagli anni '90	10
Categorie di veicoli. L'elettrificazione dei veicoli: ibridi ed elettrici	16

---

## Panorama dettagliato delle opzioni elettriche e ibride

Micro Ibridi: Stop&Start e Recupero di Energia in Frenata	26
Ibridi leggeri: motore elettrico per un supplemento di potenza	28
Auto ibride Full Hybrid: poter marciare col solo motore elettrico	30
Ibridi ricaricabili, o Plug-in Hybrid	34
Extended Range EV (E-Rev): veicoli elettrici ad autonomia estesa	35
Auto elettriche, Battery Electric Vehicle (BEV)	36
Auto a idrogeno, Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)	40

---

Quadricicli elettrici, con o senza patente di guida	42
I veicoli elettrici commerciali: un segmento a parte	44
Le batterie: caratteristiche, tipologie e materie prime	48
Terminologia: unità di misura e grandezze caratteristiche	51
Dati sulle emissioni di carbonio per i veicoli elettrici e ibridi	52
Una considerazione conclusiva	54





# Introduzione – Il contesto

## Motori a combustione interna, alla luce dell'aumento del prezzo del petrolio e dell'inquinamento

Il mercato automobilistico è in rapido cambiamento: la crescente attenzione agli aspetti economici e ambientali spinge i conducenti a utilizzare automezzi meno dipendenti da benzina e gasolio, con conseguenti costi minori di gestione e minori emissioni inquinanti. Questa rivoluzione nel mercato è dovuta a diversi fattori:

➤ **fattore numero uno:** l'aumento inesorabile del prezzo dei combustibili fossili connesso con la diminuzione delle scorte. Nonostante vi sia stato un improvviso calo della domanda in alcune aree del mondo, a causa della crisi economica globale, il prezzo dei combustibili fossili si è mantenuto alto e continuerà in futuro la sua ascesa inesorabile.

➤ **fattore numero due:** il cambiamento climatico. Le emissioni di gas ad effetto serra stanno modificando il sistema auto-preservante dell'atmosfera e compromettono seriamente il futuro della vita sulla terra.

➤ **fattore numero tre:** le emissioni inquinanti e le loro conseguenze sulla nostra salute. Le sostanze inquinanti prodotte dalla combustione di combustibili fossili sono un serio pericolo per l'uomo.

---

## Misure restrittive per gli automobilisti

Siamo entrati in un periodo critico, un punto di svolta in cui avverranno profondi cambiamenti.

Presto dovremo adottare misure restrittive, o addirittura drastiche, per affrontare i pericoli che abbiamo di fronte. Chi ha il potere di prendere decisioni economiche e politiche è pienamente consapevole degli inconvenienti e della natura inquinante delle emissioni dei motori a combustione interna e ha cominciato a prendere decisioni a riguardo. Queste includono limiti alle emissioni di gas di scarico, limitazioni del traffico nelle città, limiti di velocità, tasse sul traffico e coefficienti bonus/malus.

---

## Oltre il petrolio

Le strade per uscire dal labirinto petrolifero sono più di una e non sempre sono coerenti tra loro. L'auto può essere alimentata con vettori energetici non necessariamente prodotti a partire dal petrolio (Gpl, Metano, Biocombustibili, Elettricità, Idrogeno). E in alcuni casi il sistema di trazione deve cambiare veramente poco per riuscire ad utilizzarli. Sono sempre più numerose

le proposte di alimentazioni a Gpl (miscela di gas ottenibile anche da fonte non fossile, oggi derivata però principalmente proprio dal processo di raffinazione del petrolio e dal gas naturale) ed a metano (producibile anch'esso da fonte non fossile) praticamente da tutte le case. Sul versante dei biocombustibili, invece, il bioetanolo e biodiesel, in grado di giocare un ruolo importante per la riduzione della dipendenza dal petrolio, hanno bisogno di strategie chiare e di lungo termine perché se ne giustifichi la diffusione. Il costo economico è elevato e l'impegno di terreni per la coltura delle piante necessarie alla loro produzione è impegnativo e potenzialmente addirittura concorrente con la produzione di cibo.

La sicura new-entry nel mondo dell'auto "che conta" è l'elettricità, per la cui diffusione sono attivi progetti pilota in molte aree del mondo, esistono auto pronte per il mercato ed alcune proposte sono già disponibili. Poi c'è l'idrogeno, che nell'opinione pubblica ha avuto una flessione di ribalta a vantaggio dell'elettrico puro a batterie (suo parente strettissimo, peraltro), ma che ha continuato il suo percorso di ricerca applicata e sperimentazione. La grande prospettiva di diffusione dell'elettrico può portare ad un rilancio anche delle celle a combustibile alimentate da idrogeno (tecnologia di produzione dell'elettricità a bordo), proprio come una delle soluzioni per auto elettriche con maggiore autonomia di marcia.

---

## Soluzioni per il contesto urbano: auto elettriche e ibride

Oggi, data l'attuale realtà tecnica ed economica, per fornire una risposta sostenibile ai problemi ambientali, il veicolo più efficace per brevi tragitti e per il traffico urbano e suburbano è l'auto elettrica. Anzi, per meglio dire, l'auto "elettrificata", perché a breve anche l'auto ibrida di tipo plug-in consentirà autonomie in solo elettrico conciliabili con percorsi urbani, riservando la modalità ibrida con accensione del motore a combustione interna per percorrenze più estese.

La propulsione elettrica sta guadagnando terreno rapidamente nel settore automobilistico. Dopo anni di ricerca e sviluppo, l'industria si avvale ormai diffusamente dei suoi vantaggi. Questi vantaggi comprendono una maggiore efficienza energetica globale, la possibilità di impiego di fonti primarie rinnovabili, livelli elevati di efficienza dei motori, riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, affidabilità e silenziosità.

# Energia elettrica, un profondo cambiamento nel settore automobilistico

Dagli anni '90, a seguito di una crisi economica e ambientale, abbiamo visto un cambiamento significativo: lo sviluppo di auto sempre più elettriche, capaci non solo di utilizzare meglio il combustibile ma anche di viaggiare per tratti di percorso sempre più lunghi in modalità Zev, cioè a zero emissioni, è ora al centro delle politiche industriali dei più importanti marchi auto del mondo. L'elettrificazione dell'auto negli ultimissimi anni è andata crescendo. I motori elettrici sono diventati sempre più comuni nelle automobili, non solo nel far funzionare optional di lusso, quali tetti apribili, sedili, specchietti retrovisori e aria condizionata, ma anche per garantire la trazione delle vetture: dalle ibride alle totalmente elettriche a batterie.

Un "percorso" di elettrificazione dell'auto può identificarsi nella sequenza: veicolo non ibrido con MCI (Motore a Combustione Interna), veicolo ibrido - Hybrid Electric Vehicle - HEV (Micro Hybrid, Mild Hybrid, Full Hybrid, Plug-in Hybrid), veicolo ad autonomia estesa - Extended Range EV - EREV, veicolo elettrico a batterie - Battery Electric Vehicle - BEV e veicolo elettrico a idrogeno con celle a combustibile - Fuel Cell Electric Vehicle - FCEV.

Non siamo più sorpresi di vedere berline come la Toyota Prius scivolare silenziosamente per le strade di città. Mentre diverse migliaia di autisti, soprattutto impiegati di ditte ed enti pubblici, già guidano autoveicoli 100% elettrici. In tutta Europa, in Asia e negli Stati Uniti, programmi di sviluppo arditi e innovativi stanno trasformando i semplici esperimenti in applicazioni pratiche.

"Concept car" e prototipi danno origine a modelli prodotti in serie, e viene standardizzato ed esteso l'uso di energia elettrica. Si stanno trasformando tutte le categorie e tutti i segmenti di mercato. Compaiono di continuo nuovi attori nel settore dei veicoli elettrici, tra cui grandi investitori, dipartimenti di ricerca specializzati, nuove aziende produttrici di batterie e piccole industrie innovative. Tutte queste attività hanno ampliato il range di offerta e accelerato la domanda riguardante i modelli esistenti. Quasi ogni mese si assiste al lancio di nuovi concept e progetti di case automobilistiche, dai micro veicoli urbani alle berline standard, dai veicoli commerciali leggeri

al trasporto merci di medio peso. L'energia elettrica può trasformare le attuali difficoltà di un settore industriale in un possibile miglioramento.

---

## La rapida diffusione di motori elettrici

La tendenza verso l'elettrificazione ha subito una forte accelerazione a partire dal Duemila, con la ricerca di motori a combustione interna più efficienti, al fine di ridurre le emissioni di gas serra e ridurre il consumo di carburante. Per abbassare il consumo di carburante, sono stati aggiunti motori elettrici accanto al motore a combustione interna, dando vita alle prime vetture "ibride". La Toyota Prius, nel 1997, e la Honda Insight, nel 1999, seguite dalla Civic IMA, sono state pionieri di questa nuova tecnologia sul mercato globale. Queste automobili ibride, come le auto elettriche prodotte da piccoli costruttori, beneficiano di uno dei principali vantaggi dati dai motori elettrici, cioè l'alta efficienza energetica. È un fatto innegabile che i moderni motori elettrici funzionino in modo molto più efficiente rispetto ai motori a combustione interna, sia che usino benzina, diesel o gas (come il GPL e metano).



Toyota FCHV-adv © Toyota

Honda Insight © Honda



## L'efficienza energetica per accelerare il cambiamento

In condizioni ottimali i motori a combustione interna hanno un rendimento massimo del 35% circa per le autovetture a benzina e del 40% circa per il diesel. Come regola generale, le automobili vengono utilizzate per spostamenti di breve durata nelle aree urbane, cioè in condizioni di marcia tutt'altro che ottimali, riducendo ulteriormente l'efficienza energetica ai livelli dal 15% al 20%.

Per contro, l'efficienza dei motori elettrici è oltre l'80%, e può raggiungere il 90%. L'elettronica di potenza che li controlla è altrettanto efficiente (quasi il 100%).

Inoltre, i motori elettrici possono avere altri vantaggi: sono affidabili, economici, hanno bisogno di poca manutenzione e sono leggeri. Producono una forza rotatoria straordinaria non appena il motore è avviato, e hanno una gamma molto vasta di velocità, il che nella maggior parte dei casi rende la trasmissione più semplice.

I motori elettrici sono alimentati da batterie ad alte prestazioni. Questi sono il "serbatoio di energia" del veicolo e hanno dato luogo a profondi cambiamenti tecnologici ed economici.

L'industria automobilistica, consapevole di questi cambiamenti, progetta un numero sempre crescente di motori elettrici per portare sul mercato una nuova generazione di veicoli.



\* L'efficienza energetica di un motore è calcolata come percentuale di energia prodotta.

In ogni motore a combustione interna, vengono trasformate in calore diverse quantità di energia utilizzata.

Un rendimento tra il 15 e il 20% significa che l'80 - 85% dell'energia consumata dal motore viene sprecata e non viene utilizzato per far funzionare il veicolo.

In termini di consumo di carburante, ciò significa che da un serbatoio di 50 litri di carburante solo 8-10 litri vengono usati per spingere il veicolo. Il resto viene trasformato in calore e disperso.



Citroën C-Zero © Citroën



Toyota Auris HSD © Toyota

# Cronologia degli sviluppi dagli anni '90

## L'elettrificazione dei veicoli nella storia

La storia dei veicoli elettrificati (dagli elettrici puri agli ibridi e di nuovo agli elettrici) è vecchia quanto la storia delle automobili. Le prime auto realizzate erano, infatti, auto elettriche (nei primi anni del 1800). Una citazione la meritano sicuramente la Lohner-Porsche Elektromobile, veicolo elettrico con due motori ruota, presentato all'Esposizione Mondiale di Parigi del 1900 e la Lohner-Porsche Mixte Hybrid (Lohner Semper Vivus), veicolo ibrido realizzato subito dopo, nel 1901. Al giorno d'oggi, dopo un periodo di abbandono, i veicoli elettrici sembrano una grande novità, ma non sono completamente nuovi. Negli anni '90 è stato dato molto rilievo, sia da parte dei produttori che degli utenti, al possibile futuro dei veicoli a batterie. Alcune delle più importanti case automobilistiche mostrarono il loro interesse nei confronti dei veicoli elettrici e studiarono numerose strategie di commercializzazione su larga scala, proponendo numerose concept car. Presto, però, le loro strategie si rivelarono confuse e relativamente oscure e portarono all'abbandono dei progetti in essere. Sempre a partire dagli anni '90 sono apparsi sul mercato anche i primi prototipi di veicoli ibridi che, nel corso di questi anni, hanno visto sempre più case coinvolte.



BMW ActiveHybrid 7 © BMW

## Stati Uniti

### General Motors' EV1

Nei primi anni '90 lo Stato della California istituì il California Air Resources Board e introdusse una serie di leggi destinate a ridurre l'inquinamento atmosferico. Una delle misure adottate fu stabilire che a partire dal 1998, il 2% dei veicoli commercializzati nello Stato della California avrebbe dovuto essere "emission-free", privo di emissioni, fino ad arrivare al 5% nel 2001 e al 10% entro il 2003. Questo obiettivo costrinse le case automobilistiche ad avviare la produzione di veicoli elettrici. La Ford ha costruito 1500 pick-up Ranger elettrici destinati a uso commerciale e ha acquisito una piccola azienda norvegese produttrice di auto elettriche da città, la Think. Sono state poi vendute centinaia di due posti, chiamate Think 1. La Toyota ha trasformato la 4x4 RAV4s nella RAV4 EV, e la General Motors ha improvvisamente lanciato un'innovativa automobile elettrica, la EV1.

### EV1 a noleggio in California

La EV1 era una coupé due posti in alluminio altamente aerodinamica con un'autonomia di 160 km con una sola carica di batteria ad una velocità massima di 130 km/h, dato davvero notevole nel 1998. La EV1, che aveva molte delle caratteristiche di berlina standard americana, quali aria condizionata e impianto stereo, non veniva venduta, ma data in noleggio per 3 anni a clienti selezionati dal dipartimento marketing della General Motors.

Più di 5000 cittadini californiani richiesero l'auto, ma solo 800 contratti furono rispettati. I firmatari si impegnavano, a dispetto delle leggi in vigore al momento, di restituire la EV1 al termine della durata contrattuale di tre anni, senza alcuna possibilità di acquistare l'auto presso il produttore una volta scaduto il contratto. In questo modo i direttori di General Motors si riservavano il diritto di togliere la EV1s dal commercio, cosa che effettivamente fecero nel 2001. Il team che aveva lavorato al progetto fu sciolto e tutte le EV1 restituite al termine dei contratti furono riposte temporaneamente nel deserto dell'Arizona.

AUTO SPORT  
HYbrid4

Incalzata da un gruppo di driver che volevano un nuovo EV1, la direzione di General Motors decise poi di distruggere tutte le automobili. Tutte le EV1 furono demolite, e non riutilizzate, come era stato inizialmente annunciato. Rimangono solo alcune EV1s, nei musei o proprietà di associazioni riuscite a conservarle. Le ragioni addotte da General Motors per il ritiro dalla circolazione delle auto elettriche sono state le stesse date da Ford e Toyota, che contemporaneamente fermarono la vendita di Ranger EV e di RAV4 EV: la legge in California era ormai cambiata, e con essa la necessità di veicoli emission-free.

2001: Gli USA abbandonano le automobili elettriche  
Il California Air Resources Board ha infatti cambiato le sue politiche a seguito di un'intensa attività di lobby da parte dei produttori di petrolio e dell'industria automobilistica. Nel 2004 il governatore Schwarzenegger ha lanciato il progetto "California Hydrogen Highways Network". Ora le priorità dello Stato della California sono la costruzione di una rete di autostrade a idrogeno e la sperimentazione di veicoli a celle combustibili alimentate a idrogeno, un progetto che però non diventerà una realtà commerciale per molti anni a venire. In questo modo le case automobilistiche americane e i produttori di petrolio sono riusciti a ritardare l'avvento delle auto elettriche sul mercato per alcuni anni.

General Motors: E-Flex e il sistema Voltec

Nel 2007, la General Motors presenta al salone di Detroit il suo primo sistema di trazione elettrica completamente flessibile. Si chiama GM E-Flex e trasferisce nell'automobile una delle più grandi doti dell'energia elettrica, quella di poter essere generata a partire da diverse fonti tra loro alternative. Il sistema tecnologico viene battezzato Voltec e comprende uno o più motori elettrici dedicati alla trazione del veicolo, uniti a batterie al litio per lo stoccaggio di energia (in spazi e con pesi ridotti), con anche la possibilità di auto-generazione di bordo dell'energia elettrica grazie ad un insieme motore a combustione interna + generatore, sostituibile da un serbatoio di idrogeno e da celle a combustibile. Il motore a combustione interna può avere cilindrata ridotta e funzionare il

più possibile al meglio, in termini di rendimento e di limitazione delle emissioni inquinanti. GM E-Flex è un sistema di trazione flessibile per auto con batterie



Peugeot 3008 Hybrid 4 © Peugeot

e motore elettrico. Da questo sistema sono nate la Chevrolet Volt e la Opel Ampera.

## Europa

Italia, Germania, Spagna e Francia

In Italia la FIAT, nel 1990, propone la versione elettrica dell'utilitaria nata nel 1980. La Panda Elettra. Questo modello non ha però un grosso successo, a causa del problema non secondario delle batterie che ne penalizzano le prestazioni. Nel 1998 succede alla Panda la Fiat 600 Elettra, con prestazioni migliori ma anch'essa con poco riscontro di mercato. La storia elettrica riprende in casa Fiat nel 2010, con batterie di nuova tecnologia (ioni di litio) e la presentazione nei



Citroën C-Zero © Citroën

più importanti saloni della Fiat 500 BEV, in uscita nel 2012 negli Stati Uniti. Il gruppo Volkswagen propose il suo modello elettrico in Germania già con la Golf CityStromer (nel 1989 su Golf II e nel 1991 su Golf III), ed in Spagna con la Toledo "Olimpica" nel 1991 e l'Ibiza elettrica nel 1992. In Francia, nel 1995, vale a dire due anni prima che la Toyota lanciasse la Prius 1, la Renault ha presentato una "concept car" altamente innovativa chiamata Next. Next è un prototipo di veicolo ibrido, uno strumento di ricerca. Il veicolo è una berlina cinque porte, a cinque posti, con tre sedili anteriori e due sedili posteriori. Il design anticipa quelli della Avantime e della Scenic. Guidato da un motore tre cilindri 750 cm<sup>3</sup> a benzina, dotato di un convertitore catalitico e iniezione regolata, Next è un veicolo pulito in anticipo sui tempi. Il piccolo motore a combustione interna, con una capacità analoga al motore delle moto anni '80, è accoppiato con due motori elettrici permanenti a magneti a corrente continua, che non richiedono alcuna manutenzione, e alimentato da corrente trifase. Un computer controlla il tutto. Il veicolo ha un carico di 120 kg di batterie al nichel-cadmio che si trova sotto il piano del bagagliaio.

PSA Peugeot-Citroën – il principale produttore europeo di veicoli elettrici negli anni '90

Sempre in Francia, la PSA Peugeot-Citroën negli anni Novanta è il primo costruttore europeo di veicoli

elettrici. Più di 5000 veicoli a batterie sono usciti dalle linee di assemblaggio del gruppo fra il 1990 e il 2001. Nel 1993 a La Rochelle viene avviato un esperimento nelle vie cittadine. Cinquanta automobilisti locali sono invitati a sperimentare in giro per la città la guida delle automobili elettriche Citroën Ax. Nel 1995, dopo la campagna di prova su strada con 50 utenti in giro per la città, l'auto elettrica Citroën Ax viene messa sul mercato per la vendita ai privati. Più di 500 le vetture prodotte tra il 1995 e il 1997.

Nel 1997 è la volta della Peugeot 106 elettrica e della Citroën Saxo elettrica. Infine, nel 1998 si ha il lancio della versione elettrica del Peugeot Partner e della Citroën Berlingo elettrica, progettate su base identica. Più di cinquemila vetture appartenenti ad uno di questi quattro modelli, 106, Saxo, Berlingo e Partner, vengono prodotte e vendute principalmente a grandi aziende e istituzioni.

Nel 2006 la PSA Peugeot-Citroën lancia la sua sfida anche nel campo delle ibride, con la soluzione più ambiziosa e in quel momento anche inedita sul mercato, quella integra nell'ibrido un motore diesel. In effetti, PSA Peugeot-Citroën è il secondo gruppo continentale del settore auto e leader mondiale insieme alla Ford nella produzione di motori a gasolio. "La tecnologia ibrida diesel – afferma Jean Martin Folz, numero uno di PSA al momento della presentazione dei primi due prototipi a Parigi – rappresenta il futuro

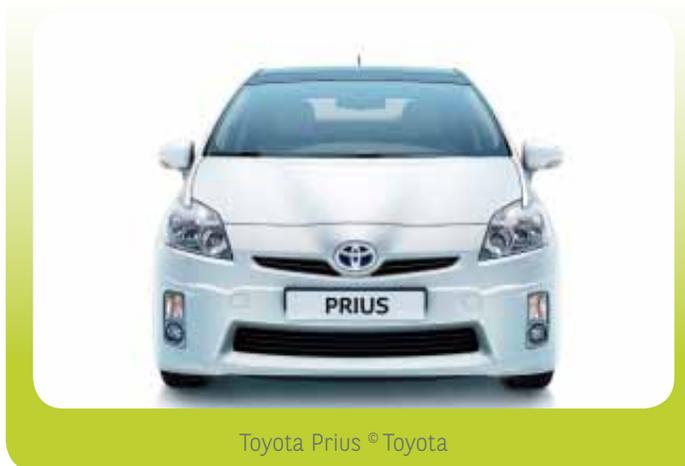


dell'auto europea". Questa affermazione è basata sulla caratteristica dei motori diesel di consumare decisamente meno rispetto ai motori a benzina. I due prototipi messi in pista sul circuito di collaudo di Mortfontaine nel 2006 sono la Citroën C4 Hdi Hybride e la Peugeot 307 Hdi Hybride. Da questi due prototipi sono nate la Peugeot 3008 HYbrid4 e la Citroën DS5 HYbrid4, prime auto ibride con motore diesel, sul mercato dal 2011.

## Giappone

Toyota Prius

Con 30 anni di ricerche e sviluppi sul campo, la Toyota ha portato sul mercato per prima l'automobile ibrida. Nell'ottobre del 1997, il sistema con motore elettrico e motore termico, batterie agli idruri metallici e sistema di ripartizione dell'energia di tipo epicicloidale, frettolosamente etichettato dai più come "troppo costoso", è entrato in un'auto di serie: la Toyota Prius. A prezzi di mercato. Esce prima in Giappone, poi negli Usa e in Europa, dove però l'ascesa del diesel ne ostacola non poco la diffusione: la filosofia Prius di riduzione massima dell'inquinamento, anche a prezzo di prestazioni non proprio briose, piace ma non conquista. La nuova Prius, nel 2003, offre più potenza, maggiore accelerazione, più divertimento ed al tempo stesso riduzione di consumi a parità di prestazioni. Quest'ibrido, quindi, propone miglioramenti, non rinunce. Arrivano così i titoli di "auto dell'anno" in Nord America e in Europa, per la prima volta nella storia assegnati allo stesso modello.



Toyota Prius © Toyota

A gennaio 2009, al salone di Detroit, viene presentata la terza generazione della Prius, più grande (misure esterne e interne maggiori), più elettrica della precedente (potenza elettrica di 80 cavalli), con un motore a benzina più potente (dall'1,5 litri all'1,8 litri con 150 cavalli di potenza istantanea) ed al tempo stesso meno assetata di combustibile (consumi ridotti del 10%), con la possibilità di montare un tetto con pannelli solari ed emissioni inquinanti ulteriormente ridotte (fino ai 90 g/km).

Ultima evoluzione è la Prius Plug-in, con batterie al litio e ricarica delle stesse dalla normale presa elettrica. Dall'inizio del 2010, oltre 500 esemplari stanno partecipando a un programma mondiale di leasing limitato, con più di 150 veicoli solo in Europa per prove in situazioni reali, prima della commercializzazione su larga scala.

Honda: Insight, Civic IMA e le altre  
L'unica casa che ha immediatamente risposto all'accelerazione ibrida della Toyota è la Honda. Subito dopo il lancio della Prius, la Honda Insight ibrida è stata lanciata in Giappone, negli Usa ed in alcuni paesi europei. La Insight ha anche l'onore di essere stata la prima auto ibrida ad arrivare sul mercato in America, sei mesi prima della stessa Toyota Prius. In Europa, la Honda è presente con

Insight, Civic IMA e Civic Hybrid, Nuova Insight, CR-Z (primo coupé sportivo ibrido) e Jazz Hybrid (prima auto ibrida del segmento B).

Nel 2009 la Insight è stata per alcuni mesi l'auto più venduta in Giappone, fatto mai accaduto per un'auto ibrida su nessun grande mercato del mondo.

La tecnologia IMA (Integrated Motor Assist) della Honda, più semplice e meno costosa di quella Toyota, è applicata nel 2003 alla Civic IMA con un motore elettrico da 6 kW e ad inizio 2006 alla nuova Civic Hybrid con un motore elettrico da 15 kW e batterie che diventano più compatte e più resistenti alle sollecitazioni.

La CR-Z ha un motore elettrico da 10kW che è in pratica un "turbo" che funziona però a tutti i regimi e rende brillante un motore i-VTEC 16v da 80 KW.

Nella storia Honda non si può non citare la Fcx Clarity. Presentata nel 2007; sul mercato in California ed in Giappone dal 2008; ha trazione elettrica, idrogeno e celle a combustibile. Il motore elettrico da 100 kW è alimentato da fuel cell (celle a combustibile in cui la combinazione dell'idrogeno, proveniente dal serbatoio, con l'ossigeno dell'aria genera energia elettrica utilizzata dal motore, calore e vapor d'acqua). L'elettricità prodotta dalle fuel cell viene in parte stoccata in batterie agli ioni di litio nelle quali viene immagazzinata anche l'energia cinetica recuperata in frenata e decelerazione, rendendo disponibile questa energia quando richiesta.

Nel 2009 la Fcx Clarity ha vinto il premio di World Green Car 2009. La Honda se lo aggiudica ancora, dopo quello conferitole per la Civic Hybrid nel 2006.

---

## La nascita di nuovi marchi

BMW i

L'elettrificazione crescente dei veicoli (di tutti i concorrenti e dei nuovi marchi nascenti), ha stimolato la BMW a dar vita ad un nuovo brand: "BMW i" sarà dedicato a tutti i veicoli BMW a basso impatto ambientale. La "i" di "BMW i" è, infatti, l'iniziale di "innovazione" ed i suoi primi veicoli, previsti al 2013, saranno la i3 - MegaCity Vehicle, con trazione esclusivamente elettrica, e la i8, auto sportiva con sistema ibrido plug-in.

L'innovazione è non solo nella scelta dei power train ma anche su materiali (CFRP - plastica rinforzata in fibra di carbonio), architetture di veicoli specifiche ("purpose design" - progetto dedicato) e nuova tecnologia di produzione. Caratteristiche finalizzate ad elevata efficienza energetica ed elevato grado di sostenibilità.

Inoltre, la "BMW i" ha una partnership con MyCityWay, una app-company Newyorchese. L'importanza di questa partnership è la possibilità di fornire tramite smartphone informazioni in tempo reale (traffico,

parcheggi, stazioni di ricarica, altre informazioni o offerte commerciali).



BMW i3 Concept © BMW



## Motori Ruota

Tra le soluzioni tecnologiche per la trazione elettrica che si stanno sviluppando in questi anni quella dei motori-ruota è sicuramente tra le più promettenti. La soluzione prevede che i motori elettrici vengano integrati direttamente nelle ruote, eliminando così trasmissioni meccaniche e dissipazioni di energia.

Tramite questa soluzione tecnologica è possibile controllare in maniera indipendente la coppia sulla singola ruota senza l'ausilio di sistemi meccanici, come avviene invece nei veicoli convenzionali. È così possibile sviluppare sistemi di guida e di sicurezza avanzati che conferiscono al veicolo maggiore maneggevolezza, tenuta e stabilità.

Inoltre, la possibilità di avere anche una guida drive-by-wire consente di svincolare le ruote l'una dall'altra in modo da consentirne la sterzata fino a 90°, permettendo quindi al veicolo addirittura di traslare, ruotare su se stesso e di ridurre il diametro di sterzata.

Altro aspetto non trascurabile è la possibilità offerta dai motori ruota di eliminare l'ingombro del motore elettrico nel pianale che in questo modo può essere meglio occupato dal pacco batterie. Il principale svantaggio dei motori ruota è il loro peso. È evidente infatti che, a parità di potenza totale, un singolo motore elettrico ha un peso minore rispetto a due o quattro motori-ruota. Inoltre la presenza dei motori nelle ruote fa aumentare le masse non sospese e rotanti del veicolo con uno svantaggio a livello di comfort, aderenza e maggiori forze inerziali, che deve essere compensato dai vantaggi descritti.



# Categorie di veicoli

## L'elettificazione dei veicoli: ibridi ed elettrici

Un quadro sintetico di quali siano le funzioni presenti o possibili in un veicolo a seconda delle diverse tipologie di ibrido (descritte in seguito specificatamente per i singoli sistemi), in un percorso di elettrificazione del veicolo, è riportato nella seguente tabella, partendo dal "non ibrido" e fino all'elettrico puro.

FUNZIONE SISTEMA	STOP & START	TRAZIONE ELETTRICA	FRENATA RIGENERATIVA	UTILIZZO IN 100% ELETTRICO	RICARICA ESTERNA DELLE BATTERIE
Veicolo tradizionale	Possibile	No	No	No	No
Micro ibrido (Micro HEV)	Sì	No	Minima	No	No
Ibrido Mild (Mild HEV / Medium HEV)	Sì	Limitata	Sì	Minimo	No
Ibrido Full (Full EV)	Sì	Sì	Sì	Sì	No
Ibrido Plug-In (PHEV)	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Veicolo elettrico ad autonomia estesa / extended range (EREV)	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Veicolo elettrico (Battery Electric Vehicle - BEV)	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Veicolo elettrico Fuel Cell (FCEV)	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì (ricarica elettrica e/o ad idrogeno)



## Trazione ibrida

### (Hybrid Electric Vehicles - HEV)

L'adozione della soluzione ibrida consente di regola di ottenere una sensibile riduzione dei consumi e delle emissioni. Nei sistemi ibridi la presenza del motore elettrico consente di utilizzare il motore termico in modo più efficiente, migliorandone il rendimento medio, e la presenza di accumulatori e di motori/generatori elettrici consente il recupero dell'energia in frenata ed il suo successivo utilizzo per la trazione. Una tradizionale classificazione di ibrido è quella proposta in base all'architettura del sistema, e cioè ibrido serie (il motore che fornisce potenza alle ruote è solo quello elettrico), ibrido parallelo (il motore termico e quello elettrico forniscono entrambi, in parallelo, potenza meccanica alle ruote e non sono collegati tra loro) e ibrido serie-parallelo (il motore elettrico e quello termico, oltre a fornire entrambi potenza meccanica alle ruote, sono anche collegati tra loro).

La classificazione oggi adottata però da tutte le case auto e dagli addetti del settore è ormai quella che fa fondamentalmente riferimento al grado di ibridizzazione della vettura, cioè al rapporto fra la potenza del motore elettrico e quella del gruppo motore termico. Con questo criterio, quindi, le soluzioni di trazione ibrida classificate, in pratica, in base alle possibilità di espletamento di determinate funzioni da parte dell'impianto elettrico sono:

- Micro hybrid (Micro HEV)
- Mild (o medium) hybrid (Mild HEV)
- Full hybrid (Full HEV)

A queste tre si devono aggiungere altre due tipologie di ibrido, caratterizzate non tanto dal grado di ibridizzazione ma, in un caso, da una specifica funzione aggiuntiva (la possibilità di ricaricare le batterie dall'esterno tramite una presa elettrica) e, nell'altro, da un'architettura che offra la possibilità di fornire al veicolo elettrico un'estensione di autonomia (solitamente grazie ad un motore termico che funziona da generatore di corrente a bordo). Si tratta di:

- Plug-in HEV (PHEV)
- Extended Range EV (EREV)

### Trazione elettrica (Electric Vehicles - EV)

In questo caso l'unica tipologia di motore a bordo è quella elettrica. Si possono considerare due classi: una nella quale l'erogazione di energia elettrica avviene solo grazie alla conversione elettrochimica nelle batterie di trazione, caricate principalmente dall'esterno ed in parte dal recupero di energia in frenata; un'altra nella quale il rifornimento di energia elettrica al motore elettrico avviene principalmente grazie ad un dispositivo elettrochimico che converte l'idrogeno contenuto nel serbatoio del veicolo in energia elettrica (più vapor d'acqua e calore): questo dispositivo è detto "cella a combustibile" o in inglese "Fuel Cell". Queste due classi di veicoli sono:

- Battery Electric Vehicle (BEV)
- Fuel Cell Hydrogen Electric Vehicle (FCEV)

### Tipologie di ricarica esterna delle batterie

La ricarica di elettricità alle batterie dall'esterno della vettura, può avvenire in diversi modi:

- Per via conduttiva da una presa di corrente, che attraverso un trasformatore ed un raddrizzatore fornisce alla batteria l'energia necessaria alla ricarica. Sono quattro i modi attualmente previsti:

- **Modo di ricarica 1** – presa di connessione non-dedicata: consente solo la ricarica lenta (standard charge) e la connessione del veicolo alla rete di alimentazione AC (corrente alternata) principale. Avviene utilizzando un sistema presa-spina normalizzato fino a 16 A, lato alimentazione monofase o trifase e conduttori di potenza e



Renault Zoe Z.E. © Renault

conduttori di terra di protezione. L'uso del Modo di ricarica 1 richiede un interruttore differenziale e un interruttore automatico di protezione dalle sovracorrenti sul lato alimentazione.

- **Modo di ricarica 2** – presa di connessione non-dedicata con dispositivo di protezione (integrato nel cavo): consente solo una ricarica lenta (standard charge) e la connessione del veicolo alla rete di alimentazione AC (corrente alternate) principale avviene utilizzando un sistema presa-spina normalizzato, monofase o trifase e conduttori di potenza e di terra di protezione. In aggiunta c'è una funzione pilota di controllo e comunicazione tra il veicolo elettrico e la spina ad esempio una scatola di controllo inserita nel cavo (in-cable control box).
- **Modo di ricarica 3** – presa dedicata: consente una ricarica lenta (standard charge) o rapida (quick charge). La connessione del veicolo alla rete di alimentazione AC (principale) avviene con una presa (connettore) specifico; le funzioni di controllo, comunicazione e protezione sono permanentemente installate nell'infrastruttura.
- **Modo di ricarica 4** - Connessione dedicata in

continua (DC): carica rapida (quick charge). Connessione indiretta del veicolo alla rete di alimentazione AC principale utilizzando un caricatore da 43 KW o più. Le funzioni di controllo, comunicazione e protezione sono permanentemente installate nell'infrastruttura.

■ Per via induttiva, in cui l'avvolgimento primario (adeguatamente protetto), inserito nel pianale del veicolo, si accoppia con l'avvolgimento secondario (una piastra inducente). Il sistema di ricarica wireless prevede semplicemente di dover parcheggiare il veicolo elettrico su una fonte di energia posizionata sul pavimento del garage o posizionato in un parcheggio stradale; il sistema esegue automaticamente il trasferimento di potenza al caricabatterie sul veicolo.

■ Per Quickdrop (sostituzione del pacco batterie): consiste in una sostituzione rapida delle batterie scariche con altre già cariche. Queste batterie modulari (spesso alloggiato in un doppio fondo sotto l'abitacolo, tra le ruote, oppure sotto il bagagliaio) possono scorrere ed essere rapidamente sostituite dal personale della stazione di servizio oppure da sistemi robotizzati. Il sistema, consente la sostituzione rapida delle batterie di trazione scariche non escludendo la possibilità di utilizzo del sistema di ricarica per via conduttiva.

Una classificazione più immediata, solitamente presente in materiale tecnico-divulgativo del settore automotive, classifica le possibilità di ricarica elettrica in tre semplici classi:

☑ **Quickdrop.** È la “ricarica” immediata che si effettua grazie all'esclusivo sistema di sostituzione del pacco batterie scarico con uno carico.

☑ **Standard charge.** È la ricarica che si effettua da rete domestica 220V 10A o 16A e che richiede tra sei e otto ore per la ricarica di un pacco batterie da 16 kWh. Questo metodo è conciliabile con una macchina parcheggiata durante la notte in un parcheggio privato o durante la giornata di lavoro in un parcheggio pubblico o aziendale attrezzato.

☑ **Quick charge.** È la ricarica rapida che impiega un'infrastruttura dedicata (in prossimità di aree residenziali, uffici, negozi o centri commerciali) con apposita presa trifase da 400V e con un amperaggio in un intervallo 32A - 125A. Con questo sistema la ricarica dell'80% di un pacco batterie da 16kWh può essere fatta in soli 20 minuti (in funzione della corrente disponibile).

### Micro Hybrid (Micro HEV)

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un micro hybrid, il veicolo a più basso grado di ibridizzazione, sono essenzialmente le seguenti:

☑ alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo

☑ stop&start (spegnimento del motore termico durante le fermate e avviamento automatico alla partenza)

☑ possibilità di recupero di una parte dell'energia in frenata.

Quasi tutti i marchi adottano, ormai, soluzioni di tipo micro hybrid sui loro modelli per poter intervenire sulla riduzione delle emissioni e dei consumi, con risultati evidenti in fase di omologazione.

### Mild Hybrid (Mild HEV)

Sono dette mild (o medium) hybrid le vetture in cui l'impianto elettrico svolge le seguenti funzioni:

☑ Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo (già caratterizzante il micro hybrid)

☑ Stop&start (già caratterizzante il micro hybrid)

☑ Distribuzione inattiva (quando non è richiesta coppia al ICE, le valvole vanno in posizione riposo e non assorbono energia, il ICE si ferma senza realmente spegnersi)

## Micro Hybrid

La **MOBILITÀ** diventa elettrica.

I veicoli micro ibridi rappresentano la più semplice tipologia di veicoli ibridi. Sono del tutto simili alle attuali automobili a combustione interna, ma dotate di alcune componenti alimentate elettricamente.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un Micro Hybrid sono essenzialmente:

Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo

Stop&start (spegnimento del motore termico durante le fermate e avviamento automatico alla ripartenza)

Possibilità di recupero di una parte dell'energia in frenata

MICRO HEV

➤ Erogazione di potenza per la trazione; in particolare il motore elettrico fornisce potenza alle ruote per coprire i picchi di coppia (ad esempio all'avvio)

➤ Recupero parziale dell'energia in frenata.

➤ Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo (già caratterizzante il micro, mild e medium hybrid)

➤ Stop&start (già caratterizzante il micro, mild e medium hybrid)

➤ Distribuzione inattiva (quando non è richiesta coppia al ICE, le valvole vanno in posizione riposo e non assorbono energia, il ICE si ferma senza realmente spegnersi - ,già caratterizzante il mild e medium hybrid).

➤ Erogazione di potenza per la trazione; in particolare il motore elettrico fornisce potenza alle ruote per coprire i picchi di coppia (ad esempio all'avvio) (già caratterizzante il mild e medium hybrid)

➤ Recupero completo dell'energia in frenata (già caratterizzante il mild e medium hybrid)

➤ Possibilità di partenza da fermo e trazione in sola modalità elettrica con funzione ZEV (Zero Emission Vehicle).

**Mild HEV**

**Ibridi Leggeri**

Fate il pieno di **SOSTENIBILITÀ**.

I "Mild Hybrid" sono veicoli particolarmente adatti all'utilizzo in ambito urbano e metropolitano. Riduce i consumi fino al 30%.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un Mild (o Medium) Hybrid sono:

- Alimentazione degli accessori elettrici
- Stop&start
- Distribuzione inattiva (quando non è richiesta coppia al motore termico, le valvole vanno in posizione riposo e non assorbono energia, il motore termico si ferma senza realmente spegnersi)
- Erogazione di potenza per la trazione
- Recupero dell'energia in frenata

La differenza sostanziale tra questa soluzione e il micro hybrid consiste nel fatto che l'impianto elettrico contribuisce in questo caso in modo significativo alla trazione. In ogni caso non è possibile, se non in particolarissime condizioni, la trazione con il solo motore elettrico.

Tra i principali modelli:

- BMW
  - ActiveHybrid 7
- Mercedes
  - S400 Hybrid

- Honda
  - Civic Hybrid
  - Insight
  - CR-Z
  - Jazz Hybrid

**Ibridi Full**

**Full HEV**

Più efficienza, **MENO CONSUMI**.

I veicoli "Full Hybrid" sono adatti a un'ampia gamma di utilizzi, dall'uso urbano a quello metropolitano. Riduce i consumi fino al 30%.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un Full hybrid sono:

- Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo
- Stop&start
- Distribuzione inattiva
- Erogazione di potenza per la trazione
- Recupero completo dell'energia in frenata
- Possibilità di partenza da fermo e trazione in sola modalità elettrica con funzione ZEV (Zero Emission Vehicle). In questo modo la coppia erogata dal motore termico si "appiattisce" con notevoli riduzioni dei consumi e delle emissioni

## Full Hybrid

Quando, oltre alle funzioni viste per il micro e per il mild hybrid, è possibile (seppur con i limiti di autonomia e potenza dovuti al dimensionamento del motore elettrico e delle batterie di accumulo) la partenza da fermo e la trazione in normali condizioni di marcia con il solo motore elettrico, si parla di full hybrid. Per cui, riassumendo tutte le funzioni di un sistema di tipo full hybrid, si avrà:

Tra i principali modelli:

- Toyota
  - Auris HSD
  - Prius
- Porsche
  - Cayenne S Hybrid
  - Panamera S Hybrid
- BMW
  - ActiveHybrid X6
- Cadillac
  - Escalade Hybrid
- Audi
  - Q5 Hybrid
  - A6 Hybrid
- PSA Peugeot-Citroën
  - Peugeot 3008 HYbrid4
  - Citroën DS5 HYbrid4



Honda Insight © Honda

- Lexus
  - CT 200h
  - GS 450h
  - LS 600h
  - RX 450h

- Volkswagen
  - Touareg Hybrid

Tra i principali modelli in prossima uscita, si citano (tra parentesi l'anno previsto di commercializzazione):

- Mitsubishi
  - SUV Plug-in Hybrid (2013)
- Suzuki
  - Swift Plug-in Hybrid (2013)
- Toyota
  - Prius Plug-in (2012)
- Volkswagen
  - Modello non confermato Plug-in (2013)
- Volvo
  - V60 Ibrida diesel Plug-in (2012)

## Plug-in HEV (PHEV)

L'auto ibrida plug-in è un'auto ibrida (con motore a combustione interna, batterie e motori elettrici) che offre anche – come principali differenze rispetto alle ibride attuali – la possibilità di ricaricare le batterie di bordo dalla presa elettrica e la capacità di garantire una trazione soltanto elettrica per un raggio d'azione sufficiente almeno per gli spostamenti medi quotidiani in città. Le funzioni di un sistema di tipo plug-in sono quelle di un sistema full hybrid con in più la possibilità, appunto, di ricarica delle batterie dall'esterno.

PHEV

### Ibridi Plug-In

Una soluzione innovativa che **RISPETTA L'AMBIENTE.**

I veicoli ibridi Plug-in presentano tutte le principali caratteristiche dei veicoli Full Hybrid: la loro peculiarità sta nella possibilità di ricaricare le batterie anche dalle normali prese di corrente, o da colonnine di ricarica "quick charge".

Nei veicoli PHEV, la funzione Plug-in consente la ricarica delle batterie (anche) da presa elettrica, come avverrà per i veicoli elettrici.

Le ricariche di elettricità potranno essere:

Standard charge (rete domestica 220V 10A o 16A)

Quick charge (colonnine di ricarica dedicate 400V da 32A a 63A)

## Extended Range EV (E-Rev)

Si tratta di un veicolo elettrico ad autonomia estesa. Nella sostanza è solitamente un sistema ibrido serie, anche se le prime applicazioni in arrivo (Chevrolet Volt e Opel Ampera) non utilizzano esattamente questa architettura ma fanno riferimento ad una tecnologia serie/parallelo con giunto epicicloidale di ripartizione della potenza. Questo sistema non dà priorità alla ricarica di bordo delle batterie, ma alla generazione di potenza per la trazione. La percorrenza del veicolo aumenta così ben oltre la sola capacità degli accumulatori elettrochimici.

Normalmente nelle soluzioni ibrido-serie l'elettrogeneratore di bordo (che lavora il più possibile vicino al punto di ottimizzazione, garantendo rendimenti massimi ed essendo interfacciato direttamente al motore elettrico) entra in funzione con dovuto anticipo rispetto alla scarica delle batterie, quindi l'autonomia in sola modalità elettrica risulta penalizzata, ma il rendimento totale è molto buono, così come il contenimento delle emissioni.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un Extended Range Electric Vehicle (E-Rev) sono:

- Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo
- Stop&start
- Erogazione di potenza per la trazione
- Recupero dell'energia in frenata
- Trazione in sola modalità elettrica con funzione ZEV (Zero Emission Vehicle)
- Ricarica delle batterie con motore ICE
- Possibilità di Plug-in

### Ibridi Extended Range

**EREV**

**INNOVAZIONE** tecnologia per un **FUTURO SOSTENIBILE.**

In questa tipologia di veicoli, il motore principale è quello elettrico, che consente non solo di avviare l'auto ma anche di muoversi in modalità solo elettrica per chilometraggi sufficientemente elevati.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un Extended Range Electric Vehicle (EREV) sono:

- Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo
- Stop&start
- Erogazione di potenza per la trazione
- Recupero dell'energia in frenata
- Trazione in sola modalità elettrica con funzione ZEV (Zero Emission Vehicle)
- Ricarica delle batterie con motore termico
- Possibilità di Plug-in

Dalla fine del 2011 saranno in commercio:

- Opel
  - Ampera
- Chevrolet
  - Volt

## Battery Electric Vehicle (BEV)

Alla base della rinascita dell'auto elettrica a batterie (da qui l'acronimo BEV ad indicare un veicolo con sola motorizzazione elettrica e con unico sistema di stoccaggio dell'energia in batterie) ci sono tre fattori principali. Il primo è la voglia sempre più esplicita della società, della politica, e quindi del mercato, di avere su strada auto capaci non soltanto di inquinare e consumare poco, ma addirittura di non consumare affatto combustibili fossili e di non emettere nessuna sostanza inquinante dal tubo di scappamento; il secondo è il crescente successo tecnologico delle auto ibride, dotate di motore a combustione interna ma anche di batterie e uno o più motori elettrici. Il terzo fattore di rilancio dell'auto elettrica arriva dal di fuori del mondo dell'auto. Si tratta della grande diffusione e del successo tecnologico delle batterie al litio, ormai presenti in pratica nelle tasche o nelle borse di tutti, visto che sono largamente utilizzate per alimentare telefonini, smartphone, tablet, computer portatili, lettori MP3-MP4. L'enorme mercato creatosi con le applicazioni portatili ha fatto confluire sulle attività di ricerca e sviluppo delle batterie al litio enormi capitali, tali da aver fatto accelerare la tecnologia a tal punto da averla spinta a cercare di invadere altri mercati, come quello nascente dell'auto ibrida e quello potenzialmente mai scomparso dell'auto elettrica.



La componente elettrica in un veicolo elettrico (BEV) svolge tutte le funzioni:

- Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo
- Erogazione di potenza per la trazione ZEV (Zero Emission Vehicle)
- Recupero dell'energia in frenata
- Ricarica Plug-in

- Mercedes
  - Classe A E-Cell
- Smart
  - ForTwo Electric Drive
- Mini
  - Mini E
- Nissan
  - Leaf
- Renault Z.E.
  - Fluence Z.E.
  - Kangoo Z.E.
  - TWIZY Z.E.
  - Zoe Z.E.
- Tesla
  - Roadster
- Volvo
  - C30 EV
- PSA Peugeot-Citroën
  - Citroën C-Zero
  - Peugeot iOn

BEV

### Veicoli Elettrici

100% elettrico. 100% Ecologico.

Le auto elettriche sono quindi ideali in ambito urbano: non generano né rumore né emissioni inquinanti, garantiscono autonomie adatte ai percorsi cittadini e possono muoversi anche nelle zone a traffico limitato.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un veicolo elettrico (BEV) sono tutte:

Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo  
Stop&start

Erogazione di potenza per la trazione in sola modalità elettrica ZEV (Zero Emission Vehicle)

Recupero dell'energia in frenata

Ricarica Plug-in

Tra i principali modelli di veicoli elettrici a batteria attualmente su strada:

- Bmw
  - Bmw ActiveE
- Mitsubishi
  - i-MiEV

## Veicoli Elettrici Fuel Cell



FCEV

La rivoluzione della MOBILITÀ SOSTENIBILE è iniziata.

Le automobili Fuel Cell (FCEV) con impiego diretto di idrogeno sono a impatto ambientale basso o nullo: infatti, dal tubo di scappamento di un veicolo Fuel Cell esce soltanto vapore acqueo.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un'auto elettrica alimentata a idrogeno (FCEV) sono:

Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo

Stop&start

Erogazione di potenza per la trazione in sola modalità elettrica ZEV (Zero Emission Vehicle)

Recupero dell'energia in frenata

Ricarica esterna:

- Con rifornimento di idrogeno
- Possibilità di Plug-in

- Erogazione di potenza per la trazione in sola modalità elettrica con funzione ZEV (Zero Emission Vehicle)
- Recupero dell'energia in frenata
- "Ricarica" esterna (realizzata attraverso il rifornimento di idrogeno, con possibilità di ricarica anche delle batterie dalla presa elettrica):

tra i principali modelli di veicoli elettrici con alimentazione ad idrogeno, si citano (tra parentesi l'anno di possibile commercializzazione):

## Fuel Cell Hydrogen Electric Vehicle (FCEV)

Un più grande e deciso cambiamento dei mezzi di trasporto per la realizzazione di una trazione totalmente ZEV con l'eliminazione però delle limitazioni tipiche dei mezzi a batterie riguarda lo sviluppo e la diffusione di veicoli con celle a combustibile, capaci di rifornirsi di idrogeno in pochi minuti e di generare direttamente a bordo - con elevate efficienze - l'elettricità necessaria ai motori elettrici di trazione. Le modalità studiate e presentate negli ultimi anni per i veicoli a celle a combustibile sono molte, ma attualmente la soluzione più diffusamente indicata dai grandi costruttori e dai principali centri di ricerca prevede l'utilizzo di idrogeno puro come combustibile (gassoso, liquido, in idruri metallici) e di celle a bassa temperatura con elettrolita polimerico (PEM) per la generazione di bordo.

Il tutto con soluzioni sia "dirette" che cosiddette "ibride", cioè con la presenza di batterie di accumulo utili per realizzare una maggiore velocità di risposta del veicolo alle richieste di accelerazione del conducente e per poter avere la funzione di recupero dell'energia cinetica in frenata, grazie all'utilizzo del certamente presente motore elettrico in modalità generatore.

Le funzioni svolte dalla componente elettrica in un'auto elettrica alimentata a idrogeno (FCEV):

- Alimentazione degli accessori elettrici, compreso il condizionamento dell'abitacolo

- Honda
  - FCX Clarity
- Nissan
  - X-TRAIL FCV (2015)
- Hyundai
  - ix35 FCEV (2015)
- Toyota
  - FCHV (2015)
- Mercedes
  - Classe B F-Cell (2014-2015)



Mercedes Classe B ® F-Cell Mercedes

# Micro Ibridi: Stop&Start e Recupero di Energia in Frenata

## Funzionamento

La soluzione ormai commercialmente diffusa è lo stop&start, chiamato in maniera diversa dai vari costruttori ma comunque in grado di spegnere il motore termico ad ogni arresto e di riavviarlo alla semplice pressione del pedale dell'acceleratore, o della frizione, o all'innesto della marcia, in base alla scelta dei progettisti.

Tutte le case, anche per abbassare in fase di omologazione le emissioni di CO<sub>2</sub> dei loro modelli, stanno introducendo lo stop&start nelle loro gamme di modelli.

Con l'arrivo di batterie più resistenti alla continua sollecitazione di carica-scarica richiesta dallo stop&start, a bordo arrivano anche i sistemi per il recupero di parte dell'energia di frenata (Brake Energy Regeneration o Brake Energy System). Tradizionalmente dissipata nei freni, l'energia cinetica viene parzialmente convertita in elettricità grazie ad un generatore elettrico ed inviata alla batteria.

## Caratteristiche emissivo/prestazionali

Come indicato, si tratta di una soluzione tecnologica adottata da quasi tutti i costruttori che non varia in modo determinante le caratteristiche tecnico prestazionali del mezzo sulla quale viene adottata.

Il risparmio in termini di consumi, e conseguentemente di emissioni di CO<sub>2</sub>, esiste principalmente in città ed è provato anche su strada, oltre che nei cicli di omologazione. Si va dal poco percepibile 1-2% con uno stile aggressivo, al molto interessante 5-8% di riduzione di consumo adottando uno stile di guida più attento.





# Ibridi leggeri: motore elettrico per un supplemento di potenza

## Funzionamento

Questa categoria, nota anche come mild o medium hybrid, la prima volta apparve in auto prodotte da Honda, pioniere di questa tecnologia. Due motori, un motore a combustione interna e un motore elettrico lavorano contemporaneamente.

Il motore elettrico è di supporto al termico e fornisce quel supplemento di potenza in fase di accelerazione che consente al motore a combustione interna di lavorare a regimi più efficienti, ma non muove da solo il veicolo (se non in particolarissime condizioni).

L'energia elettrica, prodotta continuamente o in fase di decelerazione, viene immagazzinata in un gruppo di batterie più potente delle batterie utilizzate per avviare i micro ibridi. Un computer accoppiato a numerosi sensori controlla la distribuzione della potenza dei due motori e la forza rotatoria in tempo reale. Quando si guida nel traffico urbano, il sistema funziona come quello Stop-Start. La quantità di carburante risparmiato, in confronto alle auto non ibride, naturalmente varia a seconda delle condizioni di guida, ma ha solitamente un range tra il 10 e il 20% nel traffico urbano.

## Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

### BMW ActiveHybrid 7

La logica di questo veicolo top di gamma insegue fondamentalmente il raggiungimento di prestazioni paragonabili alla categoria superiore (V12) con minor peso e maggiori percorrenze. Per questo adotta un V8 biturbo da 330 kW con cambio automatico a 8 marce, più un motore elettrico di 15 kW e 210 Nm. In questo modo la potenza totale della ActiveHybrid 7 raggiunge i 342 kW (un po' meno della somma aritmetica, data la diversa curva di erogazione dei due motori), con coppia massima complessiva di 700 Nm e accelerazione da 0 a 100 km/h in 4,9 secondi. I consumi medi nel ciclo di omologazione sono pari a 9,4 l/100 km (10,6 km/litro) con emissioni di CO<sub>2</sub> di 219 g/km. Il gruppo motore/generatore è calettato sull'albero prima del convertitore di coppia e connesso tramite un inverter a 120 V con una batteria al litio di 800 Wh di capacità che assicura alla vettura 4 minuti di boost tra 0 e 3500

giri (a numero di giri superiori la caduta di coppia del motore elettrico ne penalizza un uso efficiente).

### Honda

➤ **Civic Hybrid.** Il sistema ibrido della Honda Civic Hybrid è costituito da un motore a benzina 4 cilindri i-VTEC 1,3 litri da 70 kW a 6000 giri/min con l'assistenza di un motore elettrico da 15 kW a 2000 giri/min che consente un aumento di coppia del 30% e di potenza. Con una potenza complessiva di 85 kW, il consumo è di 4,6 litri per 100 km con emissioni di CO<sub>2</sub> dell'ordine dei 109 g/km nel ciclo combinato europeo di omologazione.

➤ **Insight.** La nuova Insight ha adottato la quinta generazione di IMA con un motore elettrico (10 kW di potenza a 1500 giri/min) estremamente sottile (sempre inserito tra motore termico - 65 kW a 5800 giri/min - e cambio a variazione continua



Honda Insight © Honda

CVT). Dotata anch'essa di sistema stop&start e recupero di energia in frenata, ha consumi nel ciclo combinato europeo di 4,4 litri per 100 km, con emissioni di 101 g/km di CO<sub>2</sub>. Nella Insight il motore elettrico fornisce l'alimentazione necessaria quando sono richieste prestazioni maggiori e funge da generatore durante la decelerazione e la frenata, consentendo il funzionamento esclusivamente elettrico in particolari condizioni di moto già lanciato. Infatti la tecnologia VCM (Variable Cylinder Management) viene impiegata anche per bloccare il cinematismo delle valvole



Mercedes S-400 Hybrid © Mercedes

in tutti e quattro i cilindri quando si procede a una bassa velocità costante. In questa modalità Insight passa automaticamente alla modalità "solo elettrico" riducendo le perdite di pompaggio di tutti i cilindri, fino ad un'autonomia dichiarata di quasi 2 km.

■ **CR-Z.** Questo modello il cui acronimo sta per "Compact-Renaissance-Zero", è dotato di un motore termico i-VTEC 4 cilindri a benzina di 1,5 litri da 84 kW a 6.100 giri/min con una coppia di 145 Nm a 4.800 giri/min, ed un motore elettrico da 10 kW alimentato da batterie al nichel idruri metallici - NiMH da 28Ah. La potenza massima è, quindi di 91 kW a 6100 giri/min, con una coppia di 174 Nm. I consumi nel ciclo combinato europeo sono di 5 litri per 100 km, con emissioni di 117 g/km di CO<sub>2</sub>.

■ **Jazz Hybrid.** Il 4 cilindri 1.300 cc a benzina, dotato di fasatura variabile delle valvole i-VTEC, è accoppiato al sistema elettrico (IMA), già presente sulla Insight e sulla CR-Z, con cambio a variazione

continua CVT per la gestione della coppia proveniente sia dal 4 cilindri che dal motore elettrico che viene alimentato da un batteria al Ni-Mh. Il consumo dichiarato è di 4,4 l/100 km nel ciclo combinato, con emissioni di 104 g/km di CO<sub>2</sub>.

Mercedes S400 Hybrid.

Il motore elettrico è di 15 kW potenza con funzione stop&start affiancato ad un motore a benzina V6 3.500 cc di cilindrata di potenza di 205 kW con potenza combinata pari, quindi, a 220 kW con coppia massima combinata di 385 Nm, ed un pacco batterie al litio compatto (integrato direttamente all'interno del vano motore) e leggero ma anche dalla capacità energetica piuttosto limitata. La batteria agli ioni di litio (prodotta dalla Continental con celle della francese Saft), garantisce erogazioni di energia sufficienti soltanto a interventi della trazione elettrica della durata di alcuni secondi. La Mercedes Classe S utilizza la parte elettrica per frazioni di tempo molto limitate, ma nei dati di omologazione questi piccoli interventi ripetuti servono al raggiungimento di "eccellenti" risultati, riassumibili nel consumo di 7,9 litri di benzina ogni 100 km, pari all'emissione di 186 g/km di CO<sub>2</sub>.



Honda Jazz Hybrid © Honda

# Auto ibride Full Hybrid: poter marciare col solo motore elettrico

## Funzionamento

I Full Hybrid sono i veicoli ibridi (con configurazione di tipo ibrido serie-parallelo) più conosciuti e più diffusi, soprattutto grazie al primo produttore al mondo di queste auto, la Toyota. Come nelle Mild Hybrid, un motore a combustione interna è collegato ad un motore elettrico. La differenza sta nella maggiore potenza del motore elettrico che, come detto, è in grado da solo di provvedere alla partenza da fermo ed alla trazione per un intero ciclo di marcia, con il motore a combustione interna spento.

Ciò comporta una batteria ad alte prestazioni, superiori a quelle delle mild hybrid, un particolare tipo di trasmissione e di ripartizione della potenza e di un'unità di controllo della potenza di elevata efficienza ed affidabilità.

## Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

### Audi Q5 Hybrid

È un SUV ibrido che interpone il motore elettrico (a magneti permanenti che eroga fino a 39 kW di potenza e 210 Nm di coppia) tra il 4 cilindri 2.0 TFSI a benzina (155 kW di potenza e coppia di 350 Nm tra i 1.500 e i 4.200 giri/min) e il cambio Tiptronic a 8 rapporti. Il risultato è una potenza complessiva di 180 kW e una coppia di 480 Nm. Nel ciclo combinato il consumo medio dichiarato è pari a 6,9 l/100 km e sono 159 i grammi di CO<sub>2</sub> emessi per km percorso. La batteria è composta da 72 celle al litio in grado di erogare corrente alla tensione di 266 V, sviluppando una potenza di 39 kW e con una capacità di 1,3 kWh.

### BMW ActiveHybrid X6

È la prima auto della casa tedesca equipaggiata con un propulsore full-hybrid. Nella BMW ActiveHybrid X6 la combinazione di un motore a benzina V8 e di un'unità elettrica genera un forte incremento della dinamica, accompagnato da una riduzione del 20% circa del consumo di carburante che si assesta sui 9,9 litri per 100 km in ciclo misto e delle emissioni pari a 231 g/km di CO<sub>2</sub>. Questa vettura è parte integrante

della strategia di sviluppo BMW EfficientDynamics, sulla strada della progressiva riduzione di consumi ed emissioni. Il principale componente del sistema è il cambio attivo Two-Mode che comprende l'elettronica di potenza, l'inverter e le batterie ad alta efficienza. La combinazione della dinamica di guida, dell'efficienza del motore termico e dell'innovativo sistema di guida elettrico è gestito in "modo intelligente". In funzione delle caratteristiche di marcia, i motori elettrici possono essere utilizzati sia per l'accelerazione che per effettuare frenate di rigenerazione. In questo caso, la coppia di frenata generata dai motori elettrici durante le fasi di rilascio o di decelerazione produce della corrente per l'accumulatore di energia ad alto voltaggio. Nelle fasi di accelerazione, l'effetto di supporto dei motori elettrici, definito "boost", determina un'altissima rapidità di risposta con un'importante diminuzione dei consumi e delle emissioni. Nei sistemi di propulsione con ripartizione della potenza, uno dei due elettromotori assume la funzione di generatore, trasformando parte della potenza del motore in corrente elettrica che viene inviata alla batteria e al secondo elettromotore che converte la corrente fornita in potenza meccanica.



BMW ActiveHybrid 7 © BMW



Peugeot 3008 Hybrid4 © Peugeot

### Cadillac Escalade Hybrid

Il SUV americano a trazione integrale permanente, unico veicolo ibrido nel suo segmento, combina un motore termico 5,967 cm<sup>3</sup> con una potenza di 248 kW ed una coppia massima di 495 Nm a 4.100 giri/minuto ad un motore elettrico da 83 kW. La potenza totale è di 331 kW. La tecnologia ibrida Two-Mode della Cadillac è quella messa a punto dalla General Motors con BMW e Mercedes ed utilizzata rispettivamente sulla X6 ActiveHybrid e sulla ML 450 Hybrid (non acquistabile in Europa). Nell'Escalade Hybrid è presente anche la tecnologia Active Fuel Management (Gestione Attiva Carburante) che consente al motore Vortec 6.0L V8 di funzionare solo a 4 cilindri in alcune specifiche condizioni di guida consentendo una ulteriore riduzione dei consumi. Questo SUV, consumando su ciclo misto 11,1 litri/100 km, emette 264 g/km CO<sub>2</sub>.

con livelli di emissioni di CO<sub>2</sub> di 218 g/Km. In ciclo combinato i consumi sono pari a circa 9,3 l/100km. La potenza max complessiva di 327 kW, è fornita dai 290 kW a 6400 giri/min di potenza max con coppia max di 520 Nm a 4000 giri/min del motore termico e dai 165 kW del motore elettrico sincrono a magneti permanenti con coppia di 300 Nm.



Lexus LS 600h © Lexus

### Lexus

■ **CT 200h.** La tecnologia che lo fa muovere è la "Lexus Hybrid Drive" che combina un 4 cilindri a benzina di 1.8 litri a ciclo Atkinson da 73 kW (142 Nm) e un motore elettrico da 60 kW (207 Nm), per una potenza totale di 100 kW. La trasmissione è a variazione continua di tipo E-CVT. I dati di consumo e di emissioni allo scarico su ciclo combinato sono di 3,7 l/100 km e 87 g/km di CO<sub>2</sub>.

■ **GS 450h.** A trazione posteriore, è un V6 che offre prestazioni paragonabili ad un V8, con consumi più contenuti ed emissioni ridotte. Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono di 180 g/km con consumi in ciclo combinato di 7,7 l/100km. I motori di questa berlina Hybrid Drive hanno potenze max di 218 kW a 6400 giri/min con 638 Nm a 4800 giri/min, il termico, e 147 kW con coppia max da 275 Nm, l'elettrico.

■ **LS 600h.** A trazione integrale, l'ammiraglia della casa nipponica, è dotata del Lexus Hybrid Drive

■ **RX 450h.** Il 4x4 "full hybrid" con trazione integrale E-Four e trasmissione CVT, accoppia il motore termico (3456 cc Dual VVT-i, potenza max di 183 kW a 6.000 giri/min, coppia max da 317 Nm a 4.800 giri/min) a due motori elettrici sincroni a magneti permanenti (anteriore da 132 kW di potenza max con coppia max 335 Nm e posteriore da 50 kW di potenza max con coppia max 139 Nm). Ha emissioni di 148 g/km di CO<sub>2</sub> con consumi di 6,3 l/100km in ciclo combinato.

### PSA Peugeot-Citroën

Peugeot 3008 HYbrid4 e Citroën DS5 HYbrid4. Il sistema Diesel Hybrid4 è lo stesso per i due veicoli. Il motore termico è, come detto, un Diesel. Nello specifico un 2.0 HDi FAP® da 120 kW a 3.750 giri/min e 300 Nm di coppia a 1.580 giri/min, con stop&start collegato alle ruote anteriori attraverso in cambio robotizzato a 6

rapporti. Alle ruote posteriori è invece collegato un motore elettrico da 27 kW e 200 Nm alimentato da una batteria Sanyo al Ni-Mh da 200 Volt. La potenza complessiva è di 147 kW con 500 Nm di coppia (non sempre integralmente disponibili). La ripartizione della potenza è affidata ad un sistema elettronico di gestione ed alle scelte del conducente che può selezionare 4 modalità: 4WD, modalità integrale con motore Diesel e motore elettrico che erogano potenza contemporaneamente; Sport, che dà priorità alle prestazioni intermini di potenza massimizzando entrambi i propulsori ed intervenendo sulla logica del cambio; ZEV, è il solo motore elettrico a muovere il veicolo (entro una determinata velocità e quando lo stato di carica della batteria lo consente); Auto, si ha un'ottimizzazione automatica sull'intervento e l'azione dei due motori. I dati comunicati sul consumo sono di 3,8 litri/100 km di gasolio e sulle emissioni di 99 g/km di CO<sub>2</sub>.

#### Porsche

■ **Cayenne S Hybrid.** Il motore termico è il V6 turbo benzina da 245 kW mentre il motore elettrico ha 34 kW di potenza. La potenza complessiva è di 279 kW con coppia massima di 580 Nm a 1.000 giri/min. Il collegamento dei due propulsori è gestito dallo "Hybrid Manager" grazie ad un'apposita frizione che regola il funzionamento congiunto o separato dei due motori. Il funzionamento in ZEV è "consentito" fino a 60 km/h. Il motore termico può anche essere spento dall'Hybrid Manager e disaccoppiato dalle ruote motrici quando si viaggia per inerzia entro i 156 km/h sfruttando il "sailing mode" I consumi dichiarati su ciclo misto sono pari a 8,2 l/100 km con emissioni di 193 g/km di CO<sub>2</sub>.

■ **Panamera S Hybrid.** I 35 kW del motore elettrico ed i 245 kW del motore termico V6 turbocompresso lavorano insieme. Il consumo dichiarato nel ciclo misto si attesta sui 7,1 l/100 km con 167 g/km di CO<sub>2</sub>. L'autonomia ZEV dichiarata è di circa 2 km (e per velocità inferiori agli 85 km/h). La funzione chiamata "sailing" permette di spegnere il motore a combustione interna, fino a 165 km/h, durante le fasi in cui l'apporto del motore termico alla trazione non sia richiesto. I 280 kW complessivi della Porsche Panamera S Hybrid sono gestiti dalla trasmissione ad 8 rapporti Tiptronic.

#### Toyota

■ **Auris HSD.** Il motore termico è il 4 cilindri 1.8 benzina a ciclo Atkinson da 72 kW che insieme al

motore elettrico da 59 kW erogano una potenza complessivi di 100 kW. La trazione è anteriore e la potenza generata in sinergia dai due motori arriva alle ruote grazie al "power split device" (ingranaggio epicicloidale) che incorpora il generatore di elettricità in decelerazione e simula un cambio a variazione continua. I dati dichiarati sui consumi in ciclo misto sono di 3,8 l/100 km con 89 g/km di CO<sub>2</sub>.

■ **Prius.** Nella terza generazione della Toyota Prius il motore a combustione interna è totalmente nuovo e più potente. È un 4 cilindri VVT-i di 1,8 litri a ciclo Atkinson, con una potenza massima di 72 kW a 5.200 giri/min e una coppia massima di 142 Nm a 4.000 giri/min. Il sistema ibrido della Toyota prevede due ingranaggi epicicloidali per collegare i due motori/generatori elettrici (MG1 and MG2) al motore a combustione interna. MG1 è un motore generatore elettrico a magneti permanenti di 42 kW di potenza mentre MG2 ha una potenza pari a 60 kW. La trasmissione della potenza alle ruote anteriori avviene tramite il cambio a variazione continua CVT a controllo elettronico. La potenza di tutto il sistema ibrido arriva a quota circa 100 kW e grazie ad un pacco batterie nichel-metallo idruro il consumo su ciclo misto si attesta sui 3,8 litri per 100 km con emissioni di 89 g/km di CO<sub>2</sub>. Si tratta di un risultato che va a migliorare i già buoni risultati della Prius prima serie (5,74 l/100 km) e della seconda serie (5,11 l/100 km).

#### Volkswagen Touareg Hybrid

È equipaggiata con un V6 TSI turbo benzina da 245 kW abbinato al cambio automatico Tiptronic a 8 rapporti ed al sistema ibrido integrato tra motore e cambio che fornisce 32 kW. La potenza complessiva generata dal funzionamento simultaneo del motore termico e di quello elettrico è pari a 279 kW con una coppia massima di 580 Nm. I consumi dichiarati su ciclo misto sono di 8,2 l/100 km con 193 g/km di CO<sub>2</sub>.



Volkswagen Touareg Hybrid © Volkswagen

## Ibridi ricaricabili, o Plug-in Hybrid

### Funzionamento

Questa tipologia di veicoli non differisce nell'architettura di trazione dai veicoli full hybrid. L'unica peculiarità in più è la possibilità di ricaricare le batterie da una presa esterna. Questa caratteristica è legata alla volontà di aumentare l'autonomia in ZEV, cioè le prestazioni della parte elettrica, rispetto ad un ibrido tradizionale. L'idea di progetto è quella di far sì che un veicolo di questo tipo possa racchiudere in sé sostanzialmente due veicoli: un BEV (veicolo elettrico a batterie) per gli spostamenti in città ed un Full Hybrid per percorrenze extraurbane.

Lo sviluppo delle batterie agli ioni di litio ha consentito di adottare un dispositivo elettrochimico di stoccaggio dell'energia elettrica sottoforma di energia chimica più "capace" (in rapporto al peso ed agli ingombri) rispetto alle batterie NiMH, utilizzate negli HEV. Le batterie agli ioni di litio hanno infatti una densità energetica superiore rispetto agli altri tipi di batterie.

### Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

#### Toyota Prius Plug-in

Nel diventare Plug-in, la Prius aumenta la capacità energetica del suo pacco batterie e raggiunge un'autonomia in modalità ZEV di circa 20 km. La Prius Plug-in ha 3 pacchi batterie, di cui solo 2 sono



Toyota Prius Plug-in © Toyota

destinati alla marcia nella sola modalità elettrica, mentre il principale rimane dedicato al classico sistema ibrido. La ricarica completa dei due pacchi dedicati all'elettrico puro avviene in 100 minuti con una normale presa di corrente da 220 Volt. Aspetto importante delle batterie agli ioni di litio è lo smaltimento del calore per mantenere temperature accettabili. Per questo ci sono 36 sensori che monitorano il regolare andamento della temperatura delle batterie e 6 sensori che monitorano i condotti di raffreddamento. Rispetto alle 700 unità dedicate alla fase di sperimentazione, la Plug-in in commercio a partire dal 2012 avrà due importanti modifiche dettate dalla campagna sperimentale condotta: il ritorno del pulsante EV (funzionamento in solo elettrico) e la possibilità di ricaricare le batterie di trazione dedicate alla modalità Zev anche con il recupero di energia in frenata. La velocità massima in funzionamento Zev è di 100 km/h.

#### Volvo V60 Ibrida Plug-in

In uscita nel 2012, è la prima ibrida plug-in diesel al mondo. Con possibilità di impostare tre diverse modalità: Pure, elettrica con un'autonomia fino a 50 km; Hybrid, ibrida ad alta efficienza (49 g/km di CO<sub>2</sub>); Power, per sfruttare al massimo la potenza combinata di 158+51 kW e la coppia massima di 440+200 Nm. Infatti alle ruote anteriori è collegato un turbodiesel D5 2.4 litri a cinque cilindri che eroga 158 kW di potenza e una coppia massima di 440 Nm, mentre all'asse posteriore è presente il sistema ERAD (Electric Rear Axle Drive) grazie ad un motore elettrico da 51 kW, alimentato da una batteria agli ioni di litio da 12 kWh. La trasmissione è automatica a sei rapporti. In modalità Hybrid, modalità di default all'avvio del motore, le emissioni di CO<sub>2</sub> (ciclo combinato UE) sono pari a 49 g/km, con un consumo di diesel pari a 1,9 l/100 km. L'autonomia totale della vettura può raggiungere i 1.200 km. La ricarica completa da una normale presa di corrente a 230V avviene in 4,5 ore con una presa da 10A, in 3 ore con una presa da 16A) o in 7,5 ore con una presa da 6A.

## Extended Range EV (E-Rev): veicoli elettrici ad autonomia estesa

### Funzionamento

La trazione è esclusivamente elettrica ed il motore termico funziona da generatore di corrente. Quando il sofisticato sistema di gestione della batteria rileva il livello minimo di carica, il Range Extender si avvia automaticamente per generare elettricità.

---

### Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

Opel Ampera e Chevrolet Volt

Funzionano grazie alla tecnologia Voltec, che privilegia in ogni momento la trazione elettrica ed è realizzata con uno schema ibrido serie/parallelo con ripartizione della potenza affidata ad un giunto epicicloidale. I due modelli condividono la piattaforma ed il sistema energetico di trazione, composto da un motore elettrico da 111 kW, alimentato da una batteria agli ioni di litio da 16 kWh, che si ricarica in circa quattro ore a 230V inserendo la spina in una normale presa elettrica e che consente percorrenze di 40-80 km (a seconda dello stile di guida). Il motore endotermico è un 1.4 a benzina da 62 kW che si accende quando la batteria è in esaurimento per garantire la marcia con un'autonomia aggiuntiva di 500 km. Nei modelli commercializzati in Europa, la modalità "hold" permette al guidatore di decidere se accendere il motore a combustione interna, pur avendo le batterie cariche, preservando la scorta elettrica per un successivo utilizzo.



# Auto elettriche, Battery Electric Vehicle (BEV)

## Funzionamento

Nei veicoli elettrici le parti che compongono il gruppo di propulsione sono disposte in modo analogo rispetto ai veicoli con motore a combustione interna. L'energia immagazzinata a bordo è convertita in potenza meccanica da un motore elettrico e utilizzata alle ruote. La differenza principale sta nella semplicità del sistema energetico di trazione rispetto al suo omologo a combustione interna. Esso consiste solamente in:

- una riserva di energia data da un pacco batterie
- uno o più motori elettrici
- un Command Unit elettronico/IT
- i cavi di collegamento

Le "periferiche" del motore a combustione interna scompaiono, comprese le pompe d'acqua, carburante e olio e pompe di iniezione. Non vi è alcun filtro, né sistema di scarico o candele.

E il turbo-compressore? Non è necessario. La trasmissione è semplificata: nessuna frizione e cambio. I motori elettrici che alimentano i veicoli moderni derivano da motori industriali. Sono molto semplici da usare e incredibilmente affidabili. Questi motori, progettati per funzionare per anni senza manutenzione, richiedono solo sporadici controlli.

Questa semplicità meccanica lascia gli sviluppatori liberi di dedicare tutto il loro tempo a ottimizzare consumo energetico e facilità d'uso. Le varie opzioni vengono studiate tenendo a mente questo fatto.\*

## Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

Mercedes Classe A E-Cell

Il motore elettrico ha una potenza di 70 kW e 290 Nm di coppia. L'accelerazione da zero a 60 km/h è pari a 5,5 secondi e la velocità massima dichiarata è pari a 150 km/h. Le batterie agli ioni di litio (come quelle già usate per Smart Ed e Classe B F-Cell), garantiscono un'autonomia di oltre 200 km. Per ricaricarle occorrono otto ore con una presa da 230 volt, oppure, presso

un'infrastruttura di servizio ad hoc, si potrà ridurre il tempo di ricarica completa fino a tre ore.

Mitsubishi i-MiEV, PSA Peugeot iOn e Citroën C-Zero Grazie ad un accordo di partnership nello sviluppo di auto elettriche siglato tra PSA Peugeot-Citroën e Mitsubishi, il veicolo elettrico i-MiEV (Mitsubishi Innovative Electric Vehicle), frutto di 40 anni di esperienza nel settore dei veicoli elettrici della casa nipponica, è stato "adottato" per l'uscita di due nuove city car elettriche dalla casa francese: la Peugeot iOn e la Citroën C-Zero, entrambe, quindi, basate sulla tecnologia della i-MiEv. Veicolo totalmente elettrico, prevede un motore sincrono a magneti permanenti



Mitsubishi i-MiEV © Mitsubishi

che fornisce 47 kW da 3000 a 6000 giri/min. La coppia massima raggiunge 180 Nm, da 0 a 2000 giri/min, e la potenza viene trasmessa alle ruote posteriori attraverso un riduttore monovelocità.

Il motore è alimentato con batterie agli ioni di litio, poste al centro del veicolo: composte da 88 celle da 50 Ah (energia stoccata: 16 kWh), forniscono alimentazione a 330 V.

Una ricarica completa standard richiede 6 ore, ma è anche possibile effettuare una ricarica all'80% in soli 30 minuti, con collegamento a una presa dedicata che fornisce corrente monofase da 125 A, 400 V, per una potenza massima di 50 kW.

Le prestazioni (velocità massima di 130 km/h, da 0 a 100 km/h in circa 15 secondi e riprese da 60 a 90 km/h



Peugeot iOn © Peugeot

- 1- Motore
- 2- Sistema di batterie al litio
- 3- Inverter
- 4- On-board charger

in 6 secondi) e un'autonomia di 150 km (secondo il ciclo misto normalizzato) le permettono di percorrere anche tratti extraurbani.

#### Nissan Leaf

Dotata di motore elettrico sincrono a corrente alternata con una potenza di 80 kW e una coppia massima di 280 Nm. Grazie alle batterie agli ioni litio con celle laminate utilizzate per lo stoccaggio dell'energia, con una capacità di 24 kWh (con potenza oltre i 90kW) ha un'autonomia di 175 km (140 km con ricarica rapida) e raggiunge la velocità massima di oltre 145 km/h. Un "pieno" di elettricità potrà essere eseguito in circa 30 minuti con ricarica veloce (si ricarica l'80%) o in otto ore con la normale presa domestica.

#### Renault Z.E.

È una gamma completa di veicoli elettrici (contraddistinti dalla firma Z.E., cioè Zero Emissioni), dotati di una tecnologia di batterie agli ioni di litio. La gamma, presentata al salone di Francoforte nel 2009, è costituita da 4 modelli: il piccolo veicolo urbano Twizy Z.E., la berlina compatta Zoe Z.E, la berlina Fluence

Z.E. e la furgonetta Kangoo Z.E. (veicolo commerciale).

➤ **Fluence Z.E.** Il motore elettrico della berlina è da 70 kW con una coppia massima di 226 Nm. La velocità massima è di 135 km/h mentre la sua autonomia su ciclo misto NEDC è di 185 km. Le modalità di ricarica del pacco batterie agli ioni di litio collocate in verticale nella parte posteriore del veicolo, prevedono un tempo di 6-8 ore per una ricarica completa del veicolo; 3 minuti con sistema Quickdrop (installazione prevista in Danimarca e Israele).

➤ **Twizy Z.E.** Questa due posti ha un motore elettrico da 4 kW con una coppia massima di 33 Nm. La velocità massima è di 45 km/h (quadriciclo leggero) o di 80 km/h (quadriciclo pesante) mentre la sua autonomia è di 100 km. Le modalità di ricarica del pacco batterie prevede un tempo di 3,5 ore per una ricarica standard completa del veicolo; 3 ore per una ricarica all'80%.



Smart ForTwo Electric Drive © Smart

■ **Zoe Z.E.** Questa berlina compatta ha un propulsore elettrico da 60 kW di potenza con una coppia massima di 222 Nm. La velocità massima è di 140 km/h con un'autonomia massima su ciclo misto NEDC di 160 km. Le modalità di ricarica del pacco batterie agli ioni di litio sono: in ricarica standard in 6-8 ore si ricarica completamente la batteria; in ricarica rapida si ricaricano le batterie in 10 minuti, per recuperare 50 km di autonomia, o in mezz'ora per "fare il pieno". Infine con il sistema Quickdrop si può sostituire il pacco batterie scarico in soli 3 minuti. Attualmente, l'installazione di queste stazioni è prevista in Israele e Danimarca, in partnership con Better Place.

3,9 secondi. L'autonomia dichiarata, dei 53 kWh di energia contenuta nel pacco batterie agli ioni di litio è di 395 km. I tempi di ricarica variano da qualche ora (3-4) ad una decina (10-15) a seconda delle modalità.

#### Volvo C30 EV

Ha un motore elettrico da 82 kW con una coppia massima di 220 Nm. La velocità massima è di 130 km/h mentre la sua autonomia di 150 km è affidata ad un pacco batterie agli ioni di litio da 24 kWh ricaricabile dalla normale rete elettrica in circa 8 ore.

#### Smart ForTwo Electric Drive

La terza generazione, annunciata il 5 ottobre 2011, ha un motore elettrico sincrono a magneti permanenti da 35 kW con una coppia massima di 130 Nm. La velocità massima è oltre i 120 km/h mentre la sua autonomia è di oltre 140 km in città. La ricarica standard delle batterie agli ioni di litio (17,6 kWh) richiede 8 ore ma è possibile effettuare la ricarica rapida completa in meno di un'ora.

#### Tesla

■ **Roadster.** Ha un motore elettrico da 215 kW con coppia massima è di 400 Nm. La velocità massima, limitata elettronicamente, è di 200 km/h, mentre lo scatto da 0 a 100 km/h viene completato in soli



## Sistemi di sterzata innovativi

Un veicolo elettrico si presta particolarmente alla possibilità di realizzare un sistema di sterzata completamente elettrico detto "by wire". Nei sistemi by-wire il collegamento meccanico tra l'elemento di controllo e l'attuatore è sostituito da un sistema mecatronico distribuito. Nel caso di sterzata elettrica, non esiste più il piantone dello sterzo, che è sostituito da un blocco attuatore direttamente connesso al volante per ricreare la sensazione di guida e un blocco attuatore sull'assale delle ruote per attuare il comando di sterzo.

Con questa tecnologia, il piantone del volante scompare, aumentando così il livello di sicurezza passiva del veicolo. Il piantone è infatti una delle principali cause di traumi per il guidatore, soprattutto in caso di urto frontale. I sistemi di guida elettrica drive-by-wire, possono portare anche all'eliminazione completa dei collegamenti meccanici dei comandi dell'auto, sostituiti da connessioni via cavo che portano vantaggi sia per quanto riguarda la flessibilità all'interno dell'abitacolo, sia per quel che riguarda il peso della vettura, essendo eliminabili molti componenti meccanici.

Tale sistema, adottato dal veicolo HOST del Gruppo di Ricerca Automotive del CIRPS - SAPIENZA Università di Roma, è stato ulteriormente sviluppato, introducendo motori elettrici indipendenti per ogni singola ruota e raggiungendo così una manovrabilità estrema, con un controllo più preciso a seconda della situazione e del tipo di superficie su cui si trova la vettura.



Renault Twizy Z.E. © Renault

# Auto a idrogeno, Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

## Funzionamento

Una vettura a idrogeno con celle a combustibile è un'auto con solo motore elettrico e con la produzione a bordo dell'energia elettrica a partire da idrogeno attraverso le fuel cell (FC). Rispetto ai MCI, le FC hanno un rendimento "nominale" decisamente più elevato (più del doppio) e inoltre per le FC, al contrario dei MCI, il valore del rendimento risulta pressoché costante ai diversi regimi di funzionamento; quindi nel funzionamento reale la differenza tra il rendimento di un'auto con FC e quello di un'auto con MCI è decisamente più significativa rispetto ai valori nominali.

Sono proposte due diverse configurazioni dei sistemi di trazione a FC: "diretta" e "ibrida". Nella configurazione diretta non sono presenti sistemi di accumulo dell'energia elettrica e il motore elettrico è alimentato direttamente dell'energia elettrica prodotta dalle FC. In quella ibrida invece, sono presenti dei sistemi di accumulo dell'energia elettrica con accumulatori, supercondensatori o entrambe le tecnologie.

## Caratteristiche emissivo/prestazionali di alcuni modelli

Honda FCX Clarity (sul mercato in California)

La Honda FCX Clarity, è una vettura con trazione anteriore, motore elettrico a magneti permanenti da 100 kW di potenza con coppia massima di 256 Nm, con uno stack di fuel cell a elettrolita polimerico da 100 kW e batterie agli ioni di Litio da 288 V. Ha un'autonomia di 460 km garantita da un pieno di idrogeno (171 litri) stoccato a 350 bar. La sua velocità massima di 160 km/h. Recente l'annuncio Honda dell'introduzione di una presa elettrica da 10 kW sulla FCX Clarity, l'auto fuel cell derivata dalla concept car FCX presentata nel 2005 e messa in produzione di serie a partire dal 2008 appunto come Honda FCX Clarity. Questa novità ha lo scopo di usare la FCX Clarity come dispositivo per la produzione di energia elettrica utilizzabile anche fuori dall'auto, e non solo dentro l'auto per garantire la trazione del mezzo. Questo generatore elettrico potrebbe coprire i fabbisogni energetici di due famiglie.

Hyundai ix35 FCEV

(possibile commercializzazione dal 2015)

Equipaggiato con la terza generazione del sistema di propulsione Hyundai FCEV, questa versione sperimentale del SUV ix35, è alimentata da un sistema a FC da 100 kW. Con due serbatoi di stoccaggio di idrogeno può contare su un'autonomia di 650 km.

Mercedes Classe B F-Cell

(possibile commercializzazione dal 2014-2015)

Auto a trazione elettrica con celle a combustibile prodotta in serie: la nuova Classe B F-CELL ha un'autonomia di circa 400 km, tempi di rifornimento brevi, una potenza di 100 kW con una coppia di 290 Nm. La velocità massima dichiarata è di 170 km/h. Il sistema di celle a combustibile, di ultima generazione, capace ora di avviarsi fino a -25 °C., è di dimensioni ridotte del 40% rispetto a quello della Classe A F-CELL del 2004 e di potenza superiore. I serbatoi della Classe B F-Cell sono tre serbatoi a 700 bar con una capacità di circa 4 Kg e garantiscono lo stoccaggio di un quantitativo di idrogeno capace di assicurare autonomie di 400 km. Il sistema è dotato di una potente batteria agli ioni di litio con tecnologia ad alto voltaggio (35kW e 1,4 kWh).



Mercedes Classe B F-Cell © Mercedes

Nissan X-TRAIL FCV

(possibile commercializzazione dal 2015)

Nissan, che studia le tecnologie delle celle a combustibile dal 1996, ha già utilizzato i suoi FCV



## I veicoli solari

Un veicolo alimentato da energia solare è sempre stato visto come uno dei mezzi di trasporto della mobilità del futuro. Poter usufruire di un “combustibile” sempre disponibile e gratuito come il sole è sicuramente una sfida affascinante. In questi anni i veicoli elettrici sono giunti ad un grado di evoluzione così avanzata da poter avere addirittura **prestazioni migliori rispetto ai veicoli convenzionali**. Anche la tecnologia fotovoltaica si è molto evoluta in termini di prestazioni ma soprattutto in termini di mantenimento di queste ultime nel tempo. Queste due tecnologie messe a sistema possono portare ad un prodotto tecnologicamente avanzato. Chiaramente non si può ancora parlare di auto alimentate interamente da energia solare bensì di **auto ibride elettriche assistite da pannelli solari fotovoltaici**. Questo perché le potenze nominali di picco per unità di superficie, unite alla poca superficie disponibile sui veicoli, non consentono ricariche complete se non in tempi molto lunghi, incompatibili con le esigenze della vita di ogni giorno. Tuttavia bisogna considerare il fatto che oggi i veicoli sono utilizzati solo poche ore, se non addirittura minuti, al giorno. In questo modo l'auto rimane parcheggiata in strada occupando inutilmente dello spazio e senza alcun tipo di utilità sociale.

Nonostante i tempi di ricarica elevati, considerato il tempo a disposizione, **un veicolo ibrido solare può essere un'ottima soluzione**. Per di più, oltre che ricaricare se stesso, potrebbe anche essere connesso alla rete elettrica (intelligente) fornendole energia. Tuttavia la realizzazione di un veicolo solare non è affatto limitata esclusivamente ad integrare dei pannelli fotovoltaici su un veicolo ibrido. È necessaria, infatti, una riprogettazione ed un'ottimizzazione del sistema di propulsione, del sistema di accumulo, ma soprattutto del sistema di controllo. **L'architettura che si sposa meglio con la tecnologia fotovoltaica è soprattutto quella ibrido-serie**, per la quale l'integrazione è sicuramente più semplice e il suo contributo va a sommarsi a quello del motore endotermico - generatore. L'ibrido-serie con fotovoltaico integrato, oltretutto, è anche la miglior soluzione per un'eventuale applicazione di V2G (vehicle to grid). Il veicolo, infatti, da fermo potrebbe fornire energia alla rete sia dal fotovoltaico che dal motore. In questo scenario il controllo ed il Power Management assumono un valore fondamentale dal punto di vista energetico.



nell'ambito di flotte dimostrative in Giappone e in California tramite la California Fuel Cell Partnership (CaFCP); ma questo è il primo leasing commerciale di un veicolo Fuel Cell in Nord America. Nissan X-TRAIL FCV si basa sul SUV X-TRAIL commercializzato in Messico, Giappone ed Europa. È dotato di un banco di celle a combustibile compatte, messo a punto da Nissan, di una batteria compatta agli ioni di litio e di un serbatoio cilindrico ad alta pressione per lo stoccaggio dell'idrogeno. Le prestazioni sono simili a quelle di un veicolo con motore a combustione interna di dimensioni analoghe. Questo modello di X-TRAIL FCV supera i 150 km/h e ha un'autonomia di oltre 480 km.

Toyota FCHV-adv

(possibile commercializzazione dal 2015)

Utilizzata per il trasporto Taxi negli aeroporti giapponesi, questa vettura a celle a combustibile è in grado, nella sua nuova versione, di funzionare perfettamente fino a temperature prossime a -30°C. Nei precedenti modelli il funzionamento cessava a zero gradi celsius. L'autonomia è di 830 km con un pieno di idrogeno, stoccato in un serbatoio da 156 litri. La potenza massima del motore è di 90 kW, con una coppia di 260 Nm. La velocità massima tocca, invece, i 155 km/h.

# Quadricicli elettrici, con o senza patente di guida

La legislazione europea consente la circolazione di due categorie di veicoli a quattro ruote sulle strade, entrambe adatte per l'energia elettrica: i quadricicli leggeri e i quadricicli pesanti.



Ducati Energia FreeDUck © Ducati Energia

## I quadricicli leggeri

Sono veicoli con una massa a vuoto inferiore ai 350 kg, alimentati da un motore che sviluppa una potenza massima di 4 kW e con una velocità massima di 45 km/h. Rientrano nella stessa categoria dei ciclomotori e possono essere guidati con o senza patente di guida secondo le leggi nei diversi paesi europei.

## I quadricicli pesanti

Sono veicoli con una massa a vuoto inferiore a 400 kg per i veicoli utilizzati per il trasporto di persone o ai 550 kg per i veicoli merci, con un motore che sviluppa una potenza massima di 15 kW. Sono nella stessa categoria di tricicli e moto. Il loro limite di velocità è 80 km/h. I veicoli leggeri elettrici, progettati per viaggi di breve distanza e nati come adattamento dei modelli alimentati a combustione interna, sono oggi in modo crescente specificamente progettati per essere alimentati elettricamente.

Tra i quadricicli più noti in Italia si possono riportare:

■ **Belumbury.** Il suo modello Dany da 3 - 4 posti ha un motore elettrico "AC Asincrono Trifase" da 9 kW con coppia massima da 85 Nm. Dotato di batterie Li-Ion a fosfato di ferro da 16,3 kWh che consentono una percorrenza su ciclo urbano di max 150 km e su ciclo extraurbano di 170 km, con una ricarica in 8 ore.

■ **Estrima.** Il modello è il Birò. È probabilmente uno dei casi in cui è più noto il nome del modello che del marchio. Dotato di due motori elettrici Brushless 48V da 4 kW di potenza applicati direttamente sulle ruote posteriori. La sua velocità max è, per legge, 45 Km/h. Con sistema di recupero dell'energia in frenata, ha un'autonomia fino a 70 km (in condizioni ottimali). Le batterie sono del tipo piombo gel (4x12V 100AH).

■ **AIXAM-MEGA.** Il modello è la e-CITY (quadriciclo pesante). Motore elettrico da 8 kW (13 kW valore massimo), batterie, ad ora al piombo ma di imminente sostituzione con quelle agli ioni di litio, consentono di avere un'autonomia di 65 km con tempi di ricarica di 8-10 ore.

■ **Movitron (gruppo MPE).** I modelli (Quadricicli leggeri) sono il Teener ed il Pick up. Motore elettrico da 4 kW di tipo Brushless DC, batterie al piombo gel per un'autonomia di 60-75 km con tempi di ricarica compresi tra le 4 e le 5 ore.

■ **EFFEDI.** I modelli sono il Maranello 4cycle SCB ed il Maranello 4cycle SCE. Il primo è un range extender con motore elettrico da 4,5 kW e motore termico da 15 kW (505 cc) ha 8 batterie al piombo gel con un'autonomia di 360km + 40 Km (in elettrico). Il secondo modello è un quadriciclo elettrico con un motore da 4 kW, 8 batterie al piombo gel con un'autonomia tra i 50 ed i 70 Km.

■ **Start Lab S.p.A.** Il modello è il New Street 2008. È dotato di due versioni, una con batterie Pb-Gel e l'altra con batterie Li-Ion. Per entrambi i modelli ci

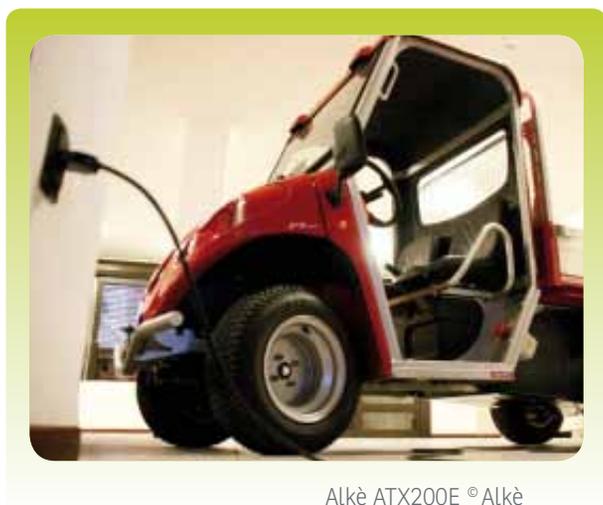


Ducati Energia FreeDUCK © Ducati Energia

sono la versione quadriciclo leggero e pesante. Le differenze sostanziali sono: tra leggero e pesante le velocità massime passano da 45 km/h a 65 km/h e le autonomie passano da 45 a 40 km per la versione Pb-Gel, mentre da 80 a 75 km per la versione Li-Ion. I tempi di ricarica sono per la prima versione 10 ore con residuo energetico al 30%, mentre per la versione Li-Ion sono di 6 ore con residuo energetico al 30%.

massima di 150 Nm. La velocità massima si avvicina ai 100 km/h mentre la sua autonomia massima è di 140 chilometri in modalità "Economy". Il tempo di ricarica del pacco batterie al litio è di nove ore se con ricarica standard (100% di ricarica), 5 ore se con caricabatterie opzionale Multifast (100% di ricarica) e di 50 minuti se con ricarica veloce (80% di ricarica).

Ci sono, inoltre, una serie di marchi che commercializzano modelli di quadri cicli tipo "golf" per il trasporto persone. Tra questi: ITALCAR, JET srl., E-Z-GO, Ekokar, Ecology Runner.



Alkè ATX200E © Alkè

➤ **GEM.** È una Chrysler Company e vari sono i modelli, tutti con motorizzazione elettrica da 3,72 kW con batterie al Pb-Gel. Con autonomie intorno ai 50 km. I modelli sono Gem e2; Gem e4; Gem eS; Gem eL-XD.

➤ **Tazzari Zero.** Ha un motore elettrico asincrono trifase da 15 kW (trazione posteriore) con una coppia

# I veicoli elettrici commerciali: un segmento a parte



Piaggio Porter Electric Power © Piaggio

La gamma completa di veicoli elettrici commerciali comprende veicoli di piccole dimensioni che non richiedono una patente di guida in tutte le categorie fino agli automezzi pesanti, con carichi fino a 7,5 tonnellate. Diversi tipi di carrozzeria sono disponibili, dai telai cabinati ai furgoni, i microbus, gabbie e altri design per altri usi specifici. Le tecnologie coinvolte sono simili a quelle usate in altri veicoli elettrici, seppur con diverse dimensioni, come ad esempio batterie più potenti, motori ad alta efficienza, o controllo elettronico della regolamentazione e dei carichi. Con poche eccezioni, tutte le consegne da fare su trasporti in città possono essere effettuate con mezzi elettrici. Alcuni piccoli furgoni possono trasportare pallet e una versione con carrello elevatore può trasportare grossi carichi. Ci sono anche minibus elettrici, e possono essere attrezzati per il trasporto disabili. I veicoli

di questo tipo hanno un'immagine molto positiva, e dimostrano l'impegno delle autorità, istituzioni e aziende nell'attuare nuove strategie per uno sviluppo sostenibile.

---

## Veicoli elettrici per le consegne: una tradizione britannica

L'utilizzo di nuovi veicoli commerciali elettrici adibiti al trasporto di merci è da tempo un'abitudine in Gran Bretagna. Fin dagli anni '50 e '60 gli inglesi sono stati abituati a vedere latte fresco e altri prodotti lattierocaseari consegnati al mattino da un veicolo esclusivamente britannico, detto "milk float". Questi veicoli, che sono stati progettati per essere affidabili, di lunga durata e in grado di muoversi in silenzio e senza produrre alcun inquinamento, sono una istituzione nazionale e hanno reso i veicoli elettrici di consegna parte della vita quotidiana. Alcuni dei "carri del latte" che sono stati messi in servizio 30 anni fa sono ancora oggi sulla strada, il che dimostra quanto i veicoli elettrici siano difficili da usurare. L'idea originale, che era quella di "produrre un veicolo praticamente indistruttibile", è stata applicata fino ad oggi, consentendo ai produttori di "milk float" di specializzarsi in energia elettrica e di ampliare la propria gamma di prodotti. La Smith Electric Vehicles è uno dei produttori britannici. L'azienda, fondata nel 1920, può affermare di essere il principale produttore mondiale di veicoli commerciali elettrici. Diverse migliaia dei loro veicoli a quattro ruote sono rintracciabili sulle strade di tutto il mondo.

L'attuale gamma Smith comprende un veicolo di carico utile di 7,5 tonnellate lanciato nel 2006 seguito da un modello di 3,5 tonnellate prodotto nel 2007, e un terzo in commercio dal 2008, un piccolo van di 2,3 ton. Sono disponibili tutti i tipi di carrozzeria.

---

## Nuovi servizi di logistica urbana

Nel trasporto urbano le caratteristiche dei percorsi sono ben note agli utenti. Questi dati consentono loro di pianificare le distanze e rotte e di scegliere un veicolo merci elettrico appropriato e con meno rischi. Un veicolo come il Modex, che ha un'autonomia fino



Alkè, serie XT © Alkè

a 160 km e trasporta un carico di due tonnellate, dimostra che è assolutamente possibile sostituire i numerosi veicoli diesel con veicoli da trasporto elettrici. Modec è stato progettato nel Regno Unito da una società costituita a questo scopo nel 2005. Questo camioncino è stato progettato fin dall'inizio per essere alimentato da energia elettrica. Poiché la produzione è iniziata nella primavera del 2007, è già stato adottato da molte aziende inglesi per il loro parco auto.

### Trasporto persone nei centri urbani

La politica scelta da molti consigli comunali di limitare il traffico a motore e l'inquinamento acustico e atmosferico nei centri storici ha portato all'uso dell'elettricità anche nel trasporto persone. Utilizzati come navette o su percorsi regolari di trasporto, questi veicoli sono stati un successo crescente. Dal piccolo Porter prodotto da Piaggio al minibus a 22 posti prodotta da Gruau, è disponibile sul mercato europeo una gamma completa di veicoli passeggeri elettrici.

### I veicoli elettrici commerciali in risposta a consultazioni internazionali

Gli uffici postali europei hanno intenzione di convertire una gran parte del proprio parco auto in veicoli elettrici. Questo interessante mercato di prospettiva può dare una spinta in più ai veicoli elettrici. Inoltre, come gli uffici postali, molte altre grandi società hanno in programma di dotarsi di veicoli elettrici. In Italia il Free Duck della Ducati Energia, in dotazione alle Poste italiane nell'ambito del progetto sperimentale europeo Green Post, circola già nei principali centri urbani. Il Free Duck è un piccolo veicolo omologato per due persone che si guida con il patentino per ciclomotori di 50 cc. Disponibile in versione elettrica o ibrida, nel primo caso garantisce un'autonomia di marcia di 50 km con una ricarica (8 ore il tempo necessario per un "pieno"), mentre nella versione ibrida, dotata di un piccolo motore a combustione interna di 100 cc, arriva a 200 km di autonomia. Il nuovo Renault Kangoo Express Z.E., con un motore elettrico da 44 kW con coppia massima di 226 Nm, ha una velocità massima di 130 km/h ed un'autonomia

di 170 km grazie al pacco batterie agli ioni di litio. I tempi di ricarica standard sono di 6-8 ore. Negli ultimi anni alcune nuove piccole e medie imprese hanno iniziato a produrre veicoli commerciali basandosi su modelli di motore a combustione interna. Vengono fornite piattaforme da Fiat o da PSA, in alcuni casi, o vengono importate dall'Asia da coloro che mirano a produrre modelli a buon mercato. Alcuni esempi dei modelli disponibili da alcuni anni sul mercato sono il Fiorino e il Doblò prodotti da Micro-Vett in Italia, e più recentemente il Citroën Berlingo elettrico progettato da Venturi nel Principato di Monaco.



Alkè ATX280E © Alkè

### Alkè. Veicoli elettrici professionali

Tra i diversi modelli si descrivono la gamma ATX (ATX200E, ATX200E AR - Raccolta rifiuti, ATX280E, ATX100E, ATX100E - Primo soccorso) e la gamma XT (XT320E, XT320EL, XT420E e XT420EL). I modelli ATX hanno un motore elettrico ad eccitazione separata da 6 kW con potenza massima di 17,5 kW. L'autonomia è di circa 70 Km con ricarica completa in 8 ore. I modelli XT420E e XT420EL sono veicoli elettrici con trazione integrale permanente, triplo differenziale,



Renault Kangoo Z.E. © Renault

marcia ridotta meccanica, bloccaggio differenziale centrale e posteriore. La coppia massima è di 230Nm e viene erogata dal motore elettrico AC da 12kW di ultima generazione. Mentre i modelli XT320E e XT320EL hanno trazione posteriore. Le batterie sono al piombo puro (13 kWh) e consentono di avere autonomia tra 95 e i 100 km con 7 ore di ricarica completa. Con il pacco batterie opzionale da 26 kWh, le autonomie raddoppiano, mentre la ricarica completa è di 12 ore.

#### Piaggio

- **Ape Calessino.** Il mito italiano senza tempo si è rinnovato con una gamma 2009 che ha una versione a "emissioni zero", dotata di propulsione elettrica con batterie al litio. L'Ape Calessino 2009 "Electric Lithium", versione a trazione elettrica, che rinnova una leggenda italiana. Ha un motore elettrico a corrente alternata da 9 kW di potenza massima, un'autonomia di 75 km con velocità massima di 50 km/h.



Piaggio Ape Calessino Electric Lithium © Piaggio

- **Porter Electric Power.** Ha un motore elettrico ad eccitazione separata di potenza massima pari a 10,5 kW raggiungendo la velocità massima di 55 km/h. Monta batterie al piombo gel che gli consentono di avere un'autonomia di 110 km con ricarica completa in 8 ore.

#### ITALCAR

Veicoli commerciali omologato per la circolazione su strada - quadriciclo "diverso da leggero". Il modello è il T.L.B. 2 posti pick up o 2 posti van box con motore elettrico brushless AC da 7,5KW alimentato da batterie (6 x 12volt) al piombo/gel 260Ah.

# Le batterie: caratteristiche, tipologie e materie prime

## Batterie potentissime e di lunga durata

Per apprezzare i progressi compiuti nel giro di pochi anni nelle batterie progettate per i veicoli elettrici si devono cogliere alcune fondamentali nozioni tecniche.

### Potenza

La potenza di una batteria è determinata dalla quantità di energia elettrica contenuta in un litro o in un chilogrammo di essa. Sono utilizzate due unità di misura: Wattora per litro (Wh/L) e Wattora per chilogrammo (Wh/kg). I tecnici di veicoli elettrici usano anche un altro concetto di potenza, il Watt per chilogrammo (W/kg), che determina la potenza massima istantanea fornita da una batteria o dal gruppo batterie.

### Durata

Un altro criterio chiave per confrontare le prestazioni della batteria è la loro durata di vita, poiché le prestazioni di una batteria con il tempo diminuiscono e alcune tecnologie sono più durature rispetto ad altre. Il criterio utilizzato è il numero di cicli, cioè quanto possano essere ricaricate e scaricate, o in altre parole il numero di volte in cui si può "fare il pieno" a una batteria prima di doverla sostituire.

---

## Le varie tecnologie utilizzate

Le batterie utilizzate nei veicoli elettrici e ibridi sono classificate come batterie di trazione, conosciute anche come pile di alimentazione. Sei diverse tecnologie sono in aperta competizione per equipaggiare i veicoli elettrici. Questa diversità offre ai progettisti una vasta gamma di scelte.

### Batterie al piombo/acido-Pb

Sono le più semplici nel design e le più facili da produrre. Le procedure di produzione sono note, e i costruttori sono impegnati a migliorarle per competere con le altre tecnologie. Sono pesanti e non molto potenti, ma hanno il vantaggio di essere a buon mercato.

### Nichel-Cadmio (Ni-Cd)

Queste batterie sono spesso state utilizzate negli ultimi quindici anni circa negli apparecchi portatili. Erano del tipo scelto dalla PSA per la 106 e altre auto Saxo. Hanno due inconvenienti, un "effetto memoria",

che a volte richiede di scaricare completamente e regolarmente la batteria, e una rigorosa normativa europea che disciplina l'uso del cadmio. Sono di lunga durata, ma poco utilizzate in macchine elettriche.

### Batterie al nichel-metallo idruro (NiMH)

Queste batterie sono state utilizzate in strumentazioni senza fili e nella telefonia. Hanno alimentato la EV1 di General Motors, prima di essere stati scelti da Toyota e dagli altri grandi costruttori per le auto ibride, per le quali sono attualmente uno standard. Commercializzate dal 1990 hanno una grande densità di energia e una sensibilità estremamente bassa di effetto memoria.

### Litio e prodotti derivati

Diverse sono le tecnologie utilizzate per le batterie al litio, le più utilizzate negli apparecchi elettronici portatili e sempre più utilizzate anche nei veicoli elettrici. Il loro vantaggio principale è l'elevata densità di energia (da due a cinque volte superiore a quello nelle batterie NiMH, per esempio) e non sono soggette ad effetto memoria. Le diverse categorie delle batterie al litio sono:

- **Ioni di Litio (Li-Ion):** il tipo più comunemente utilizzato nelle applicazioni a bassa potenza di comunicazione mobile.
- **Polimeri di litio (Li-Po):** più leggere delle Li-Ion, e anche più facili da usare.
- **Litio-Ferro Fosfato (LiFePO4):** uno dei maggiori progressi degli ultimi cinque anni. Combinano i vantaggi di batterie Li-Ion e Li-Po e hanno una lunga durata.
- **Litio-polimeri (LMP):** funzionano a una temperatura interna di circa 85° C. Questa tecnologia è in fase di sviluppo, promosso dal gruppo Bolloré. La produzione è già iniziata.

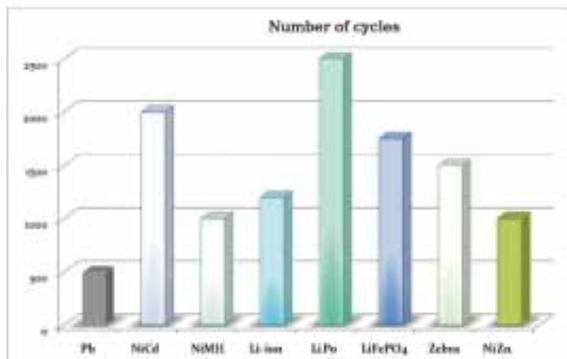
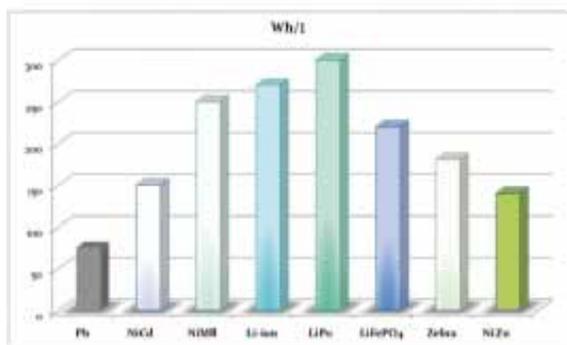
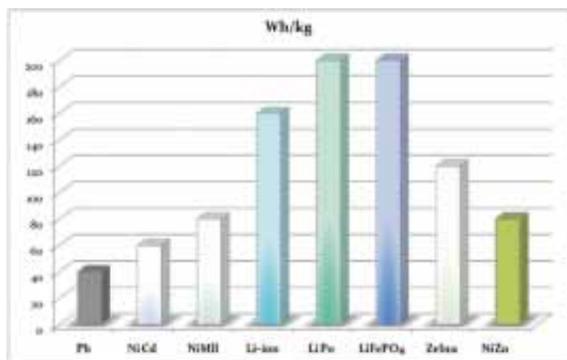
### Batterie ZEBRA

(Zero Emission Battery Research Activities) Questo è una tecnologia unica, utilizzata da un solo produttore. Utilizza sodio-cloroalluminato fuso e la sua temperatura interna è di 250° C.

### Nichel-Zinco (NiZn)

Sono considerate la nuova generazione di batterie e sono ancora in fase di sviluppo. Sono simili alle

batterie Li-Ion in termini di prestazioni ma dovrebbero essere molto più economiche.



## Riciclaggio batterie

I problemi causati dalle batterie usate sono direttamente legati all'organizzazione e all'efficienza del riciclaggio. Il costo e la fornitura di materie prime rendono anche assolutamente necessario riciclare le batterie logore. Sono i produttori e gli importatori ad avere la responsabilità di informare gli utenti e di fornire un servizio di riciclaggio. Vengono assistiti in questo procedimento da organizzazioni istituite a seconda del tipo di batteria di cui si occupano. Esistono già società specializzate in raccolta e riciclaggio delle batterie esaurite per i seguenti tipi: Piombo, NCD, Ni-Mh e Li-Ion. La raccolta delle batterie al piombo viene fatta a livello nazionale da specialisti di recupero, garage, unità di raccolta differenziata e centri auto.

Per gli altri tipi di batterie, incluso NiCd, Ni-Mh e Li-Ion, sono state istituite organizzazioni specifiche per smaltire le batterie di computer, telefoni cellulari, ecc. Il volume generato, e quindi da riciclare, è considerevole, e ha portato alla costituzione di società o servizi specializzati. Le batterie Zebra usate vengono riprese ed elaborate direttamente dal produttore.

## L'origine geografica delle materie prime

La crescita folgorante dei mezzi di produzione delle batterie comporta un aumento proporzionale della quantità di materie prime necessarie. Le riserve di questi materiali, tra cui il nichel, cobalto, litio e zinco, tra gli altri, sono presenti in grandi quantità in tutto il mondo. La distribuzione geografica delle fonti di questi materiali, molto diversi da quelli di combustibili fossili come il petrolio o il gas, comporta che le mappe economiche del mondo devono essere ridisegnate. Altri Stati sono di conseguenza diventati produttori di materie prime strategiche, portando benefici enormi al loro equilibrio commerciale. Troviamo riserve di cobalto di proprietà in Congo, Cuba e Australia. Le più grandi miniere di nichel sono in Australia, Cuba, Francia (Nuova Caledonia), Russia e Sud Africa. Australia, Cina, Perù, Kazakistan, gli Stati Uniti, Messico e Canada da soli rappresentano l'intera riserva mondiale di zinco. Al ritmo attuale di consumo, le riserve dureranno per  $\pm 43$  anni nel caso di nichel,  $\pm 95$  anni per il cobalto e circa 20 anni per lo zinco.

## Litio sufficiente a soddisfare la domanda dei produttori di batterie

Il litio è un caso speciale. Tracce di litio esistono negli oceani del mondo, ma sono difficili da sfruttare con un buon rendimento. Il litio si trova anche in depositi di pegmatite (una roccia magmatica), in alcune argille e nei deserti di sale. I più grandi deserti di sale si trovano in Sud America, in Argentina, Cile e Bolivia, così come in Cina e in Tibet. Uno di questi, finora non ancora estratto, è il "Salar de Uyuni", in Bolivia, il più grande deserto di sale del mondo, che copre 10.582 km<sup>2</sup>. Gruppi industriali come Mitsubishi e Sumimoto in Giappone e il gruppo francese Bolloré si sono avvicinati al governo boliviano, per proporre l'estrazione di questa riserva enorme. Le risorse mondiali di litio, come stimato dalla USGS (US Geological Survey), ammontano a circa 4,1 milioni di tonnellate, il che renderebbe possibile la produzione di diverse decine di milioni di batterie per veicoli elettrici senza grosse difficoltà di approvvigionamento. Fonte dei dati: usgs.gov

“



## I Supercondensatori

I supercondensatori, detti anche supercapacitori, sono degli accumulatori “elettro-fisici” di energia. Rispetto alle batterie hanno caratteristiche dinamiche migliori (in pratica si caricano e scaricano quasi istantaneamente), ma hanno una capacità di accumulo decisamente più bassa a parità di ingombro.

Il supercapacitore più semplice è formato da due elettrodi polarizzabili, un separatore e un elettrolita; il campo elettrico si trova immagazzinato all’interfaccia tra gli elettrodi e l’elettrolita. Possono essere di diversa tipologia, differenti per tipo di elettrodo o di elettrolita. Quelli maggiormente studiati e commercializzati utilizzano elettroliti in soluzione acquosa o organica ed elettrodi a base di carbone di alta area superficiale, per aumentare l’area superficiale degli elettrodi si stanno sviluppando materiali contenenti nanotubi di carbonio, altre ricerche mirano ad ottenere elettrodi composti da film di carbonio nanostrutturato.

I supercondensatori, rispetto alle batterie elettrochimiche, non sono soggetti ad usura: sopportano più di 500.000 cicli di carica/scarica con una durata di vita di decine di anni, senza che la capacità si modifichi in funzione del tempo.

È particolarmente importante la loro capacità di poter essere caricati e scaricati a correnti molto elevate, che li rende particolarmente attraenti per i freni rigenerativi nei veicoli elettrici ed ibridi e per tutte le situazioni nelle quali il ciclo carica-scarica di elevati quantitativi di energia deve avvenire in tempi molto rapidi.

”

# Terminologia: unità di misura e grandezze caratteristiche

Le caratteristiche tecniche dei veicoli elettrici sono descritte in termini di unità elettrotecniche di misura. Queste unità di misura, che sono diverse da quelle utilizzate per i motori a combustione interna, possono risultare difficili da comprendere. Alcuni punti devono essere però chiariti, al fine di decifrare le specifiche tecniche dei veicoli elettrici.

## Carica delle batterie e connessione all'alimentazione elettrica

Le batterie dei veicoli elettrici possono essere ricaricate da prese d'alimentazione standard europee. In Italia la corrente elettrica è di 220 Volt (V) e fornisce una intensità massima da 16 o 32 Ampere (A). Le prese 16A sono standard, le prese 32A sono riservate ad apparecchi con consumi pesanti, come forni o piastre elettriche. La potenza massima distribuita è espressa in wattora (Wh) o in kilowattora (kWh). La durata di utilizzazione in termini di ore genera consumo espresso in Watt per ora (Wh) o in kiloWatt/ora (kWh). Il tempo necessario per ricaricare una batteria dipende dal modo in cui vengono costruite e della tecnologia utilizzata. Il consumo di elettricità è calcolato in base al tipo di caricatore montato sul veicolo. Ad esempio, un veicolo ultraleggero dotato di un caricatore da 1.500 W consumerà tra i 7 e i 12 kWh per una carica completa.

La variazione è determinata dalla capacità delle batterie.

## Capacità della batteria

La capacità di una batteria è espressa in Amperora (Ah). Questa è la quantità di energia elettrica che la batteria è in grado di fornire. A seconda del voltaggio, l'energia immagazzinata è misurata con la seguente formula:

\* La formula di calcolo è  $W = V \times A$ , ad esempio,  $220 \times 16 = 3.520 \text{ W}$  o  $3,52 \text{ kW}$  per una presa standard

## Ah x V = Wh (o kWh)

Ad esempio, un gruppo batterie 210 Ah sotto i 48 Volt fornisce 10 kWh, mentre un altro gruppo con 210 Ah a 72 Volt fornisce 15 kWh. In termini pratici, l'energia caricata determina l'autonomia del veicolo, a seconda della potenza del motore, del peso del veicolo e della natura del viaggio.

## Potenza del motore

La potenza di un motore è espressa in kW. Le cifre date come regola esprimono potenza nominale, per esempio 4 kW per i quadricicli leggeri e una serie da 8 a oltre gli 80 kW per i veicoli elettrici. In alcuni casi i costruttori danno anche la potenza del motore di punta. Si tratta di un valore massimo che dura per pochi secondi durante la partenza o in salita. In ogni caso la potenza del motore è regolata da un variatore elettronico che a sua volta è comandato dal pedale dell'acceleratore.

## Consumo per chilometro

Il metodo per confrontare i consumi di energia elettrica dei veicoli di una stessa categoria è quello di calcolare il consumo per ogni chilometro percorso. Questo viene espresso in Wh per chilometro o kWh per chilometro. Il consumo di elettricità dipende ovviamente dal peso del veicolo, carico, natura del viaggio e velocità media. I valori di consumo sono quindi espressi in diverse categorie. Sono circa di 0,08-0,15 kWh / km per i veicoli della categoria quadriciclo e variano tra 0,10 e 0,25 per le minicar. Una semplice estrapolazione per 100 km rende possibile confrontare i consumi energetici dei veicoli elettrici con quelli dei veicoli con motore a combustione interna. Le vetture elettriche da città, dalle più piccole alle più alte performance, consumano da 8 a 20 kWh oltre i 100 km. Ciò significa che le batterie ricaricate durante il giorno costeranno 0,8-2 € / 100 km. Le batterie caricate in tariffa notturna varieranno tra 0,5 e 1,15 € / 100 km.



# Dati sulle emissioni di carbonio per i veicoli elettrici e ibridi

È un dato di fatto che i veicoli elettrici e ibridi emettano meno CO<sub>2</sub> nell'atmosfera a livello locale, cioè emissioni zero nel caso di tutte le auto elettriche e la più bassa in ogni categoria per le auto ibride. Questi sono comunque vantaggi innegabili, ma quando si

aggiungono le conseguenze delle emissioni globali di CO<sub>2</sub> nel processo "dal pozzo alla ruota" per i carburanti derivati dal petrolio, il vantaggio di motori elettrici rispetto ai motori a combustione interna è ancora maggiore.



## Analisi energetica dal pozzo alle ruote

Per una valutazione energetica e ambientale globale delle tecnologie legate alla mobilità è necessaria un'analisi dell'intero ciclo dell'energia, dalle risorse primarie fino all'effetto utile. Tale analisi è detta well-to-wheels (dal pozzo alle ruote). L'analisi well-to-wheels può essere schematicamente suddivisa in due fasi distinte: una che riguarda i processi energetici nel veicolo (analisi tank-to-wheels, dal serbatoio alle ruote) e una che analizza i processi di trasformazione e conversione energetica a monte del veicolo stesso (well-to-tank, dal pozzo al serbatoio) necessari per ottenere la risorsa (benzina, gasolio, combustibili rinnovabili, energia elettrica, idrogeno) usata a bordo del veicolo dalle tecnologie di conversione in energia meccanica.

Partendo dall'effetto utile, cioè dall'energia meccanica necessaria alle ruote per lo spostamento del veicolo, in base alla tecnologia utilizzata si definisce il tipo di risorsa e la quantità di energia necessaria (consumi al serbatoio) nonché le eventuali emissioni in uso. Dal tipo e dalla quantità di risorsa utilizzata dal veicolo, considerando il trasporto, lo stoccaggio e tutti i processi conversione e trasformazione necessari per rendere quella risorsa disponibile in quella quantità a bordo del veicolo si definiscono i consumi di energia primaria e le emissioni globali.

Una volta calcolati i consumi e le emissioni in uso si deve analizzare l'intero ciclo dell'energia definendo così i consumi in termini di fonti primarie e le emissioni globali. Il calcolo dell'energia primaria è strettamente legato al tipo di risorsa utilizzata.

Nel caso della trazione elettrica è necessario analizzare nello specifico il sistema energetico utilizzato per la produzione dell'elettricità utilizzata. In generale si possono individuare due casi, infatti l'energia elettrica può essere prelevata dalla rete di distribuzione o può essere prodotta in loco. Nel caso di energia elettrica prelevata dalla rete, a partire dai consumi di energia elettrica del veicolo, per calcolare i consumi di energia primaria e le emissioni globali si devono considerare i seguenti fattori: perdite di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, rendimento medio di conversione del parco elettrico nazionale, emissioni specifiche del parco elettrico nazionale, ripartizione delle fonti primarie per la produzione di energia elettrica (percentuale di rinnovabili e non rinnovabili), consumi di energia per l'estrazione, il trasporto, la raffinazione e la distribuzione del combustibile eventualmente utilizzato per la produzione di elettricità.

Nel caso di energia elettrica prodotta localmente, non si hanno perdite di trasporto e distribuzione, mentre rimane la distinzione tra risorse e catena tecnologica utilizzata.



## Efficienza “dal pozzo alla ruota”

Il conteggio globale delle emissioni “dal pozzo alla ruota” tengono conto della quantità di CO<sub>2</sub> emessa durante la produzione di energia, il trasporto (di petrolio greggio dai pozzi di petrolio agli impianti di stoccaggio), durante il processo di raffinazione ecc., nonché la quantità di CO<sub>2</sub> emessa dal veicolo stesso. Nel caso di veicoli elettrici, è necessario quantificare la CO<sub>2</sub> emessa durante la produzione di energia elettrica. Questo varia a seconda della forma di energia iniziale utilizzata. L'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili (idroelettrica, turbine eoliche, pannelli solari, combustibile da biomassa ecc.) ha bassi livelli di emissioni. L'energia elettrica prodotta in centrali a gas, combustibile o carbone d'altra parte risulta avere alti livelli di emissioni di CO<sub>2</sub>. L'energia elettrica prodotta in centrali nucleari occupa una posizione di mezzo tra quella prodotta da energie rinnovabili e l'energia prodotta da combustibili fossili. Il conteggio globale dunque varia a seconda del paese e della forma di energia utilizzata per produrre elettricità. La nozione di “mix energetico” viene utilizzata per confrontare le emissioni di CO<sub>2</sub> da un paese all'altro. Per i Paesi Europei dell'Ocse (Figura 1) questo mostra quanto - più del 52% dell'energia - è ancora prodotta con combustibili fossili. Il mix energetico italiano (Figura 2) conferma ulteriormente questa tendenza: gran parte dell'energia elettrica prodotta deriva dall'uso di combustibili fossili. L'energia ottenuta da fonti rinnovabili rappresenta il 23% circa del totale, con una forte preponderanza della produzione idroelettrica. Il calcolo del rendimento energetico in termini di “dal pozzo alla ruota” forniti da ADEME (Figura 3) mostra la superiorità schiacciante di veicoli ad alimentazione elettrica, rispetto a quelli che utilizzano altre fonti di energia.

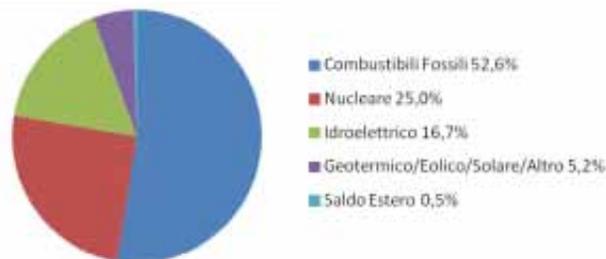
## L'aumento dei parchi auto di veicoli elettrici e le fonti di energia rinnovabile

I progressi compiuti in termini di efficienza e redditività nel settore delle energie rinnovabili, in particolare turbine eoliche e pannelli solari, hanno portato ad una crescita esponenziale della capacità di riduzione in tutta Europa. Gli obiettivi europei per lo sviluppo di energie rinnovabili fino al 2020 continueranno a crescere in questo settore. In Italia, per esempio, la potenza installata di aerogeneratori (impianti eolici) è passata da circa 4.900 MW nel 2009 a più di 5.800 MW nel 2010, con una variazione percentuale di circa il 19%. L'incremento di produzione di energia elettrica da impianti eolici è stato di più del 28%, passando da

poco più di 6.800 GWh nel 2009 a circa 8.800 GWh nel 2010. Altro esempio di indubbio interesse è quello sugli impianti di produzione di energia elettrica dal sole: si è passati da una potenza installata di circa 1.140 MW nel 2009 a circa 3.470 MW nel 2010, rispondente ad una variazione percentuale superiore al 200%. Per quel che riguarda la produzione di energia elettrica, l'incremento è stato di più del 180%, arrivando a più di 1.900 GWh nel 2010 contro i circa 670 GWh dell'anno precedente.

## Figura - 1 OCSE Europa (IEA 2011)

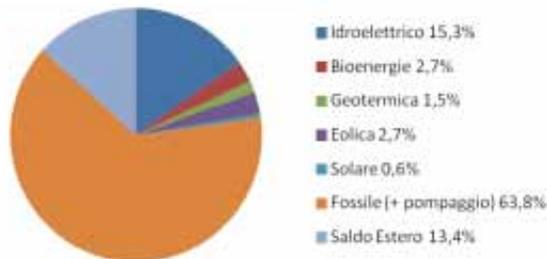
Produzione netta + saldo estero di energia elettrica 2010



Fonte: IEA - International Energy Agency (Pubblicazione “Monthly Electricity Statistics - June 2011”, con dati annuali del 2010, disponibile su <http://www.iea.org/stats/index.asp>)

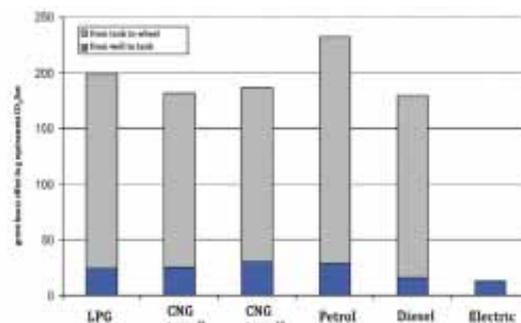
## Figura 2 - Italia (GSE 2011)

Produzione netta + saldo estero di energia elettrica - 2010



Fonte: GSE (Pubblicazione “Statistiche sulle Fonti Rinnovabili - Bilancio elettrico italiano 2010”, disponibile sul sito <http://www.gse.it>)

## Figura 3 “From well-to-wheel” (ADEME)



# Una considerazione conclusiva

L'auto elettrica, con un'autonomia massima di 130-150 km, è deputata principalmente a **soddisfare le esigenze di mobilità urbana**. Fonti certificate stimano che l'87% dei cittadini europei percorre meno di 60 km al giorno. Tra questi, **la maggior parte si muove per esigenze professionali** e lo fa, con tutta probabilità, a bordo di un'auto/veicolo aziendale.

Ecco perché ai blocchi di partenza nella corsa alla mobilità elettrica le aziende, almeno in questa prima fase di sviluppo, guadagnano sicuramente i primi posti.

Proprio all'interno dei parchi auto aziendali, infatti, ci sono una serie di mezzi che a causa della loro **destinazione d'uso** si caratterizzano per percorrenze chilometriche estremamente limitate, quasi sempre compiute in contesti urbani. Modalità di utilizzo per cui **i veicoli elettrici rappresentano una scelta assolutamente efficiente ed ambientalmente sostenibile**.

Tuttavia, chi gestisce flotte deve necessariamente considerare alcune criticità aggiuntive. **L'Italia**, infatti, contrariamente ad altri paesi europei come le vicine Francia, Spagna, Germania o ancora Belgio, Gran Bretagna e paesi scandinavi, che prevedono tutti con modalità ed impegni differenti forme di incentivi all'acquisto oppure formule di detassazione che comunque incoraggiano soprattutto le aziende all'utilizzo di questi veicoli, **non si avvantaggia di alcun bonus, se non l'esenzione dalla tassa di circolazione** per i primi 5 anni ed una sua riduzione del 75% per gli anni successivi.

Nell'attuale contesto economico, inoltre **è difficile prevedere un sostegno governativo alla mobilità elettrica** sotto forma di contributo economico per l'acquisto del veicolo, anche se è attualmente in discussione in Parlamento una proposta di legge in materia.

In realtà, non è questa l'unica strada percorribile. Esistono infatti una serie di "incentivi indiretti", **facilitazioni all'utilizzo dei veicoli elettrici anziché incentivi all'acquisto**, che permetterebbero alle aziende che scelgono una mobilità a zero emissioni di godere di agevolazioni importanti nella loro attività professionale: ad esempio **la libertà di accesso e transito nelle zone a traffico limitato** delle città, **possibilità di sosta in parcheggi normalmente a pagamento**, la **circolazione in corsie preferenziali**.

Una strada attualmente percorsa attraverso iniziative individuali di singoli Comuni, mentre le aziende, dislocate su tutto il territorio nazionale, sarebbero assolutamente facilitate dall'adozione di provvedimenti uniformi in tutto il Paese. L'adozione di un **"approccio sistemico" a livello nazionale** potrebbe rivelarsi una **strada concretamente percorribile** ed una **forma di incentivo** reale alla diffusione della mobilità elettrica.

Il 2011 ha visto i festeggiamenti del 150° anniversario dell'Unità d'Italia: l'auspicio è che con il 2012 questa unità possa vedersi anche sul fronte della mobilità elettrica.



Entro il 2016, circa il 30% delle vendite di veicoli a livello globale sarà costituito da ibridi, elettrici e carburanti alternativi, una cifra più che raddoppiata rispetto al 2009 (Frost&Sullivan), chiaro indice del fatto che la mobilità sta veramente mutando i suoi orizzonti in direzione di un approccio sostenibile reale e non solo legato ad una questione di "reputation". Anche il Parlamento Europeo si sta impegnando fortemente nel cercare di incentivare e coordinare a livello comunitario le iniziative finora isolate di alcuni membri dell'unione, nello sviluppo di queste nuove formule di mobilità. La mobilità elettrica come soluzione di mobilità tecnologicamente più avanzata e pulita è dunque un tema di strettissima attualità, ora al centro dell'attenzione e in cima alle priorità di diversi attori privati e pubblici (sia lato domanda sia lato offerta). Arval ritiene che il cliente azienda possa rappresentare, in questa prima fase, il destinatario più naturale delle soluzioni di mobilità elettrica, soprattutto per quella parte di attività che prevedono un utilizzo urbano dei veicoli (guida in città, con brevi distanze giornaliere). Nasce da qui la nostra volontà di porci come E-mobility integrator, cioè di assumere un ruolo di catalizzatore di questa nuova mobilità, operando in stretta sinergia con costruttori di auto elettriche, operatori del settore energetico, produttori di energie rinnovabili, clienti e pubbliche amministrazioni potenziali utilizzatori di auto elettriche, amministrazioni locali e centrali per definire facilitazioni e incentivi all'utilizzo di auto elettriche.

## **Arval Service Lease Italia S.p.A.**

Via Pisana 314/B - 50018 Scandicci (Fi) - Tel. +39 055 737 01 - Fax + 39 055 73 70 370



**ARVAL**  
BNP PARIBAS GROUP

| Just drive

arval.it