

# Indice

Prefazione	pag. IX
Introduzione	pag. XIII
Ringraziamenti	pag. XVII
Note sull'Autore	pag. XIX
Gli studi di base	pag. 1
Capitolo I	
Le origini	pag. 3
Capitolo II	
Lo studio della tecnologia	
Gli anni '60 – A Mirafiori	pag. 13
La FIAT 103 TE	pag. 16
Indirizzando il sistema verso comfort di guida, ergonomia ed efficienza	pag. 18
Le ricerche applicative – Gli anni '70	pag. 23
Capitolo III	
Nella sede del Sangone	
La vettura FIAT X1/23	pag. 25
Un prototipo di vettura elettrica da città	pag. 26
Il sistema di trazione	pag. 27
Il sistema di accumulo	pag. 29
LEM Laboratorio Elettronico Mobile	pag. 34
Capitolo IV	
Studio della potenzialità d'uso dei veicoli elettrici	
I veicoli commerciali	pag. 37
Il furgone elettrico FIAT – ENEL 850 T	pag. 37
Il prototipo FIAT 900 T minibus	pag. 40
Prototipo FIAT 242	pag. 41

Capitolo V	
I programmi dimostrativi dei veicoli elettrici al Centro Ricerche Fiat di Orbassano	pag. 43
Il veicolo IVECO Daily elettrico	pag. 44
Lo sviluppo tecnologico per le produzioni in piccola serie	
I furgoni elettrici FIAT 900 E/E2 e IVECO Daily 35 F8/E2	pag. 48
I programmi europei	pag. 53
Il programma CNR "Torino Città Pilota"	pag. 54
Il Minibus IVECO Daily elettrico	pag. 56
Capitolo VI	
Le azioni e gli studi con la Commissione Europea	pag. 61
Capitolo VII	
Verso i sistemi ibridi	pag. 65
I veicoli per trasporto pubblico - Gli anni '80	pag. 71
Capitolo VIII	
L'autobus ibrido nel Programma CNR Energetica	pag. 73
Il sottosistema trazione	pag. 76
Il sottosistema generazione – accumulo	pag. 78
La realizzazione e le prove dell'autobus ibrido	pag. 81
Capitolo IX	
Filobus bimodale e Tecnologie innovative afferenti nel Programma CNR Trasporti	pag. 85
Prima fase: Il sistema multimodale sull'autobus IVECO 471 F1	pag. 86
Il sistema di trazione multimodale	pag. 86
Seconda fase: Tecnologie innovative afferenti	
Il motore elettrico di trazione	pag. 91
La captazione senza contatto	pag. 94
Terza fase: L'autobus con le motoruote	pag. 97
Capitolo X	
L'Azione Europea COST 303 sul filobus bimodale	pag. 101
Evoluzione della tecnologia – Gli anni '80-'90	pag. 107
Capitolo XI	
Sistemi di trazione	pag. 109
Macchine alimentate in corrente continua	pag. 109
Macchine alimentate in corrente alternata	pag. 110
Macchine in corrente alternata a magneti permanenti	pag. 112

Capitolo XII		
Sistemi di accumulo		pag. 121
Accumulatori Piombo-acido		pag. 123
Accumulatori alcalini		pag. 126
Accumulatori ad alta temperatura		pag. 127
Accumulatori al litio		pag. 132
I supercondensatori		pag. 135
I volani meccanici		pag. 141
I volani “soffici”		pag. 143
Sistemi di generazione a bordo		pag. 149
Capitolo XIII		
Generazione di energia a bordo: il progetto Europeo ICAPU		pag. 151
I concept – Gli anni '90		pag. 159
Capitolo XIV		
La FIAT Downtown		pag. 161
L'architettura del veicolo		pag. 163
Il propulsore elettrico: “le motoruote”		pag. 164
Il sistema di accumulo		pag. 167
La struttura		pag. 168
Capitolo XV		
I concept ZIC e VANZIC		pag. 171
Capitolo XVI		
ECOS electric car, FIAT – Pininfarina (1978)		pag. 177
I sistemi ibridi – Gli anni '90		pag. 181
Capitolo XVII		
Un breve inquadramento tecnologico		pag. 183
Il sistema energetico		pag. 183
Il funzionamento del veicolo ibrido		pag. 184
I vantaggi del sistema ibrido		pag. 184
Le applicazioni		pag. 185
Sviluppi al CRF		pag. 187
Capitolo XVIII		
VANZIC		pag. 189
Capitolo XIX		
Minibus FIAT Ducato ibrido		pag. 193
Capitolo XX		
Il sistema ibrido parallelo – Lo studio sulla FIAT Tempra		pag. 195

## VIII

Capitolo XXI	
Veicoli ibridi IVECO	pag. 197
Capitolo XXII	
La FIAT Multipla ibrida	pag. 201
La fabbricazione di serie e le prime applicazioni – Gli anni '90	pag. 207
Capitolo XXIII	
La FIAT Panda Elettra	pag. 209
Capitolo XXIV	
La FIAT Cinquecento Elettra	pag. 215
Capitolo XXV	
La FIAT Seicento Elettra	pag. 219
Lo studio di sistemi di trazione con celle a combustibile sulla FIAT Seicento Elettra	pag. 222
Preparando il futuro – Gli anni 2000	pag. 231
Capitolo XXVI	
PHYLLA, il sole a quattro ruote	pag. 233
Capitolo XXVII	
Formula Electric and Hybrid Italy	pag. 239
Capitolo XXVIII	
Tecnologie innovative dimostrate negli eventi Formula EHI	pag. 251
Capitolo XXIX	
La mobilità elettrica negli anni 2000	pag. 273
Conclusioni	pag. 287
Riconoscimenti/Bibliografia	pag. 291
Riconoscimenti	pag. 293
Bibliografia	pag. 295
Appendice	pag. 299
Acronimi	pag. 301
Sviluppo dei veicoli di ricerca e finalità	pag. 305

# Prefazione

L'affermazione di un prodotto innovativo è il risultato della convergenza di una idea creativa orientata ad un bisogno o ad una opportunità, con la disponibilità delle risorse per il suo sviluppo e con la verifica della sua pratica utilizzabilità.

Nella prima metà dell'800 l'esigenza di mobilità individuale autonoma aveva indirizzato la creatività verso la realizzazione di mezzi con le risorse tecnologiche allora disponibili per la propulsione: un motore elettrico, una batteria di accumulatori. Le prime realizzazioni avvennero in Scozia negli anni 1837-1839. E nella seconda metà dell'800 i mezzi riscontrarono consenso nella pratica d'uso.

La disponibilità della motorizzazione con veicoli a motore termico, di semplice gestibilità in quanto a rifornimento energetico, aveva poi, all'inizio del '900, confinato l'uso del veicolo elettrico ad esigenze o circostanze specifiche di impiego.

Così, al tempo della seconda guerra mondiale, la penuria di combustibili aveva determinato una ripresa di interesse per l'uso di veicoli elettrici.

Nel dopoguerra, la ripresa dell'uso diffuso della motorizzazione termica ha reso manifesto il problema dell'inquinamento atmosferico, specialmente sentito nelle aree urbane, che in seguito è stato affiancato da quello della crisi energetica.

L'ingegner Giacosa scrive nel suo libro "I miei 40 anni di progettazione alla Fiat" [1]: "Alla vettura elettrica non avevo smesso di pensare dal tempo della guerra, quando avevamo rimediato alla scarsità di benzina con la trasformazione di una 500 Topolino e di una 1500 B. Il fatto che la Fiat avesse abbandonato la costruzione dei filobus ai quali le società di trasporto pubblico preferivano, per ragioni economiche e di praticità, gli autobus, non mi impediva di pensare che il veicolo a trazione elettrica fosse la soluzione più conveniente per certi problemi di circolazione. A rendere la vettura elettrica più interessante interveniva peraltro il problema ecologico. Nell'ambito dell'Ufficio Tecnico Apparecchiature Elettriche formai un piccolo gruppo per lo studio dell'equipaggiamento: batterie, motore, apparecchi per la regolazione ... Eravamo nel 1960. Dalla collaborazione di questo gruppo e dell'Ufficio studi dell'ingegneria avanzata nacquero i numerosi

prototipi che si succedettero via via più perfezionati fino ad oggi, costruiti e provati dal Servizio esperienze e prove del Centro Sangone.”

Le motivazioni di carattere ambientale ed energetico, in periodi alterni, a partire da quel tempo, hanno dato supporto alle ricerche fatte nel gruppo Fiat, dedicate a tutte le categorie di veicoli stradali, per trasporto individuale di persone e di merci e per trasporto pubblico.

Questo libro intende dare una visione di insieme delle linee di ricerca percorse dal Gruppo Fiat, orientate allo sviluppo delle tecnologie per veicoli elettrici stradali nei diversi settori applicativi e fare cenno sulle relative evoluzioni.

Vengono descritte le attività condotte a partire dagli anni '60 nell'ambito della Direzione Superiore Tecnica Autoveicoli, seguite negli anni '70 nell'ambito della Direzione Progetti e Studi Autoveicoli e proseguite dal Centro Ricerche Fiat.

Con la motivazione di base rivolta ad una mobilità sostenibile, orientata alla salvaguardia dell'ambiente ed all'uso razionale delle risorse energetiche, gli sviluppi sono stati indirizzati fin dall'inizio alle istanze e ai bisogni della potenziale utenza, in un contesto congruente con lo scenario internazionale, che è sempre stato costantemente considerato a livello del confronto con le soluzioni progressivamente sviluppate e degli obiettivi ecologici e sociali.

Di grande rilevanza per i progetti e le realizzazioni riportati nel libro sono stati il supporto del Consiglio Nazionale delle Ricerche e le linee guida ed il contributo della Commissione Europea. Solide basi per gli sviluppi mirati sono state le indicazioni e le richieste delle Istituzioni di Pubblica Utilità e la collaborazione di Aziende attive nel settore veicolare e delle tecnologie elettriche. Parimente importante è stato ed è l'appoggio degli Enti di Normazione, i cui standard, come per tutte le tecnologie, accompagnano gli sviluppi disciplinari con le linee guida per la sicurezza, la valutazione delle prestazioni e l'uso dei prodotti.

Nell'itinerario storico del Museo dell'Automobile sono presenti auto elettriche realizzate nel passato, ai primordi e durante lo sviluppo delle ricerche con le tecnologie emergenti, che testimoniano l'interesse e l'impegno della ricerca a dare risposta alle istanze energetiche ed ecologiche nell'evoluzione dei tempi.

*Nel suo lungo percorso professionale l'Ingegnere Brusaglino, con passione e dedizione, è sempre stato estremamente attento all'evoluzione tecnologica dei sistemi di trazione elettrica ed ibrida. Le sue ricerche e testimonianze sono state molto apprezzate e condivise in particolar modo all'estero.*

*Con i giovani delle scuole di design e le nuove generazioni di ingegneri si è dimostrato disponibile a costruire un dialogo, li ha sempre stimolati a progettare mezzi innovativi con materiali di recupero e sistemi "puliti"*



*Rodolfo Gaffino Rossi e Giampiero Brusaglino tra i primi due prototipi a Fuel Cell e idrogeno realizzati dal Team H2PolitO del Politecnico di Torino per Formula EHI e per la Shell Eco-Marathon, esposti presso il Museo Nazionale dell'Automobile di Torino*

*di trazione. Oggi, dopo oltre 50 anni di lavoro più sperimentale che produttivo, ha la soddisfazione di constatare che molte aziende e nazioni hanno iniziato un importante cambiamento di mentalità, di progettazione e di produzione, seguendo la sua traccia.*

*Spero che la lettura del suo libro stimoli chi ancora non sta percorrendo la retta via per riparare il danno provocato all'ambiente con l'uso incontrollato dei prodotti petroliferi.*

Rodolfo Gaffino Rossi

già Direttore del Museo Nazionale  
dell'Automobile di Torino