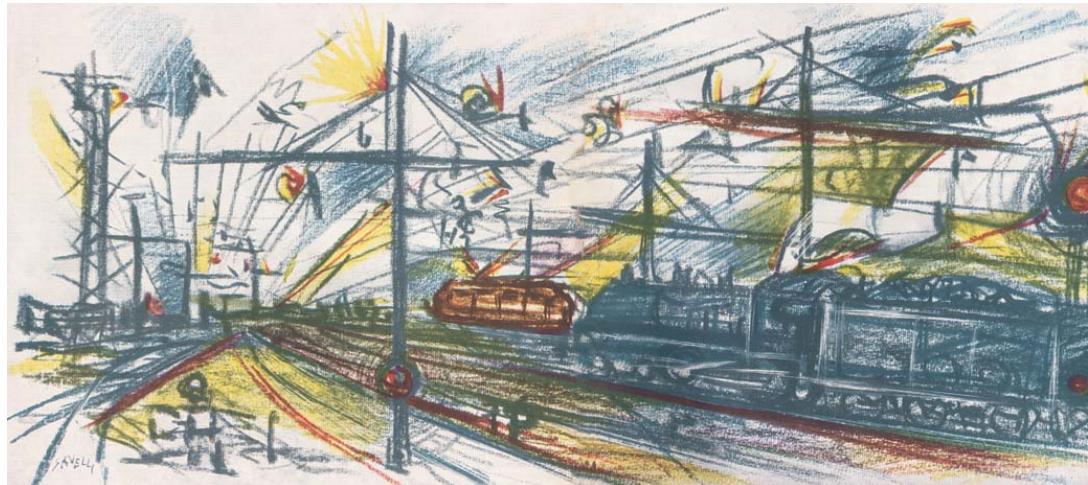


## TRAZIONE



Angelo SAVELLI: locomotive in manovra nella stazione di Roma. SAVINIO diceva che i treni sono acefali e ferabolanti, ma che cosa avrebbe detto di due locomotive in manovra, due teste in movimento e senza corpo? Solo le teste dei rettili sopravvivono alla decapitazione, le locomotive sono forse di questa specie?

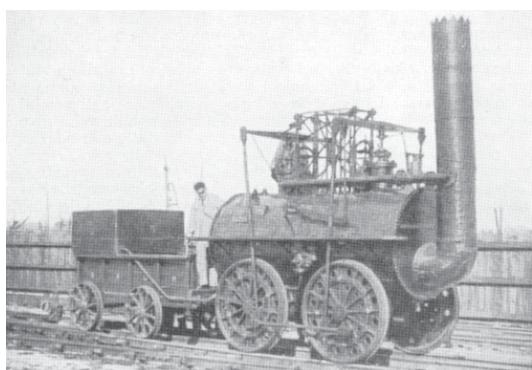
### La locomotiva nella storia della trazione ferroviaria<sup>(\*)</sup>

(Alfredo D'ARBELA<sup>†</sup>)

L'idea di un veicolo semovente, che tragga cioè dall'interno le forze necessarie per vincere la resistenza al moto, propria e di altri trainati, appare assai antica, poiché già nei disegni di LEONARDO, di RAMELLI e di altri la troviamo precisata in molti dei suoi elementi fondamentali. All'uomo moderno l'immagine e la funzione della ruota sono tanto familiari che il passaggio dal concetto di ruota trainata a quello di ruota motrice può sembrare ovvio. Ovvio non è se si pensa che nulla esiste in natura che vi assomigli apertamente; non la locomozione degli animali terrestri che avviene per deformazione o per alternate espansioni e contrazioni di determinate sezioni corporee, o per

salti, non la deambulazione umana (sebbene lo spostamento del corpo dal tallone alla punta del piede anteriore già simuli in qualche modo, nel passo, un rotolamento elementare) perché la spinta orizzontale è prevalentemente data dal piede rimasto indietro, giovanodosi della reazione tangenziale di attrito. Comunque ne sorgesse l'idea, quel passaggio fu, ad ogni modo, pensato attuabile dagli antichi soltanto

con l'ausilio di motori a vento o di motori animati, uomini o cavalli che fossero, portati dal veicolo e su di esso agenti in modo da imprimere una rotazione alla ruota. Ma l'idea rimase per secoli sterile per la scarsa potenza di quei motori e per la non modificabile esiguità del rapporto tra potenza e peso che li faceva atti a muovere poco più che se stessi, e solo nelle condizioni loro poste dalla natura o poco diverse. Essa doveva avviarsi a concreta attuazione soltanto a mano a mano che un altro sogno da lungo tempo vagheggiava



<sup>(\*)</sup>Pubblicato sulla rivista "Civiltà delle macchine", anno II, n. 1, gennaio 1954.

Locomotion 1825, la prima macchina a vapore di STEPHENSON.

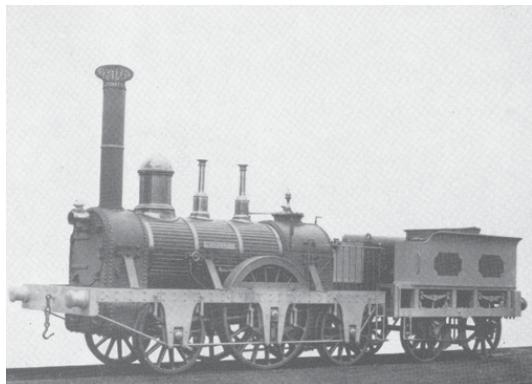
## TRAZIONE

to, quello di domare e di condurre in schiavitù la forza del fuoco, « la puissance motrice du feu » come ancora al principio del secolo XIX la chiamava CARNOT, andava facendosi realtà. Dal giocattolo di ERONE (II secolo a. C.), la sfera cava, imperniata secondo un asse diametrale verticale e munita di condotti tangenziali posti in un piano orizzontale che scaldato fino a farvi bollire l'acqua racchiusa si poneva in rapida rotazione, al cannone a vapore che LEONARDO attribuisce ad Archimede, dagli studi del BESSON (1578) e del RAMELLI (1588) sulla pressione del vapore, alle pompe a vapore immaginate e proposte dal DELLA PORTA (1601) e da Salomone DI CAUS (1615), a quelle finalmente attuate da WORCESTER (1665) e da MORLAND, giù giù fino alla macchina a stantuffi di Dionigi PAPIN (1690) il sogno si andava concretando, infatti, in apparecchi intesi a soddisfare pratiche necessità; soprattutto quella di sollevare l'acqua per approvvigionarne le città e quella che si andava facendo d'anno in anno più impellente, di liberare dall'acqua i pozzi sempre più profondi delle miniere di carbone inglesi. Si è detto «intesi» perché sino alla fine del secolo XVII nessuno dei tentativi fatti aveva avuto un vero successo pratico. È del 1698 il brevetto concesso da GUGLIELMO III re d'Inghilterra a Thomas SAVERY, che aveva per titolo: «Concessione a Thomas SAVERY, gentiluomo, del monopolio di una nuova invenzione da lui immaginata per innalzare l'acqua e mettere in moto ogni sorta di impianti mediante la forza impulsiva del fuoco, che sarà di molta utilità per smaltire l'acqua delle miniere, rifornirne le città, e far girare ogni sorta di mulini, quando non possono disporre di una caduta di acqua né di venti costanti». Traspare già, da questo titolo, un disegno più ambizioso che non fosse quello puro e semplificato del sollevamento dell'acqua; vi si intravede, in germe, quella che sarà una delle più caratteristiche conseguenze della diffusione delle macchine a vapore, il sorgere di impianti industriali non più nei luoghi di montagna di disagevole accesso, ove abbondassero i salti d'acqua, o sulle coste ventose, ma dappertutto dove potesse arrivare facilmente il carbone. Col SAVERY la mac-

china a vapore fa finalmente la sua comparsa sulla scena industriale: il fuoco rubato da PROMETEO agli dei, dalle lucerne e dai camini, dai forni metallurgici e ceramici e dalle fucine dove aveva umilmente servito a mutar forma e consistenza a talune materie, da strumento cioè puramente tecnologico passa ai forni delle caldaie per alleviare agli uomini e agli animali la loro rude fatica, per fare mille e mille volte di più che essi non possano. Una sola eccezione vi era stata, e la rileviamo con malinconia nell'impiego del fuoco: quella delle armi, esempio evidente tra tutti, se ve ne fosse bisogno, di quanto più pronto sia, l'ingegno umano, ad immaginare offese che benefici. Doveva tuttavia trascorrere ancora buona parte del secolo XVIII, dominato, in questo ramo della tecnica, dalla macchina atmosferica di NEWCOMEN e CAWLEY, doveva entrare in lizza il potente ingegno di James WATT prima che fosse pensabile una combinazione tra macchina a vapore e veicolo. Verso il 1770 compare la vettura a vapore di Nicolas Joseph CUGNO, ufficiale francese, destinata, nelle intenzioni dell'inventore, al traino delle artiglierie; muove pochi passi in presenza del ministro della guerra, conte di Choiseul, ma dotata di caldaia insufficiente e scarsamente manovrabile finisce presto la vita contro un muro; compare nel 1801 la prima locomobile di TREVITHICK, ma subito rivela la sua debolezza: troppo pesante e legata per muoversi su una strada ordinaria. Per deboli e sgraziate che fossero, queste prime povere traballanti creature ebbero tuttavia un merito grandissimo: quello di rivelare le due vie che potevano essere seguite, separatamente od assieme, per raggiungere risultati accettabili: aumentare la potenza specifica, riferita al peso, del complesso costituito dalla caldaia, dal veicolo e dalla macchina di WATT, oppure ridurre grandemente la resistenza al moto. L'una e l'altra apparivano ardute; la prima perché la macchina di WATT aveva già raggiunto in quasi quarant'anni di sviluppo industriale, una notevole perfezione, e non sarebbe bastata sagacia di costruttore, ma piuttosto occorsa genialità di inventore a modificare notevolmente quel rapporto; la seconda perché sem-

brava ovvio che il ridurre la resistenza al moto, almeno per quel tanto che era dovuto al contatto tra la ruota e la strada, dovesse implicare una riduzione della «presa» che le ruote motrici potevano far sulla strada. Ed ecco confluire, nella nostra sommaria storia, dopo il veicolo e il motore, un terzo fondamentale elemento: la via. Bisogna rifarsi alle condizioni nelle quali si svolgevano i trasporti nelle miniere inglesi che, vinta, come abbiamo visto la battaglia per la eliminazione dell'acqua, andavano sempre più approfondendosi nel suolo. La forte inclinazione delle discenderie, e la natura del fondo di queste vie interne rendevano sommamente oneroso il trasporto dei carichi. Così si era andata affermando una sorta di pavimentazione parziale, costituita prima da guide parallele di legno, con sezione ad L, posate direttamente od indirettamente sul piano stradale, poi da guide di legno rivestite da lamierie fucinate di ferro e finalmente da guide di ghisa a sezione rettangolare incastrette e fissate con cunei in una serie di traverse, a mano a mano che l'esperienza conduceva l'evoluzione verso soluzioni meno precarie sebbene più costose. Su queste strade armate o, diciamo pure, ferrate, dette tram-ways o wagon-ways, circolavano, richiedendo forze di trazione incomparabilmente minori che su quelle ordinarie, veicoli con ruote cilindriche o biconiche munite di bordino, a seconda che la sezione delle guide richiedesse l'una o l'altra forma. Riccardo TREVITHICK ebbe l'idea che il veicolo che aveva fallito sulla strada ordinaria, sarebbe invece stato vittorioso sopra una strada ferrata e nel 1802 ottenne assieme ad un suo congiunto di nome VIVIAN, un brevetto per una locomotiva ad un solo cilindro verticale, con caldaia ad un solo tubo di fumo, di tipo simile a quello ideato dall'americano EVANS. Il moto veniva trasmesso all'unica sala motrice mediante due lunghe bielle articolate ad una leva trasversale. Nessun tentativo di condensare il vapore di scarico, che passava direttamente nel camino aiutando il tiraggio; nessun tentativo di aumentare artificialmente l'aderenza. TREVITHICK era tanto sicuro di sé, su questo punto, che accettò una scommessa di 500 ghinee contro un tale che

## TRAZIONE



Bayard, ricostruzione della locomotiva del primo treno italiano. Questo fece il suo viaggio inaugurale tra Napoli e Portici il 1839 raggiungendo una velocità massima di 50 chilometri all'ora.

affermava che le ruote avrebbero certamente slittato. Questi non era un originale; egli anzi rappresentava una opinione larghissimamente diffusa anche tra tecnici che da lungo tempo si occupavano di trasporti. Semmai originale poteva giudicarsi a quei tempi il TREVITHICK. Il quale, due giorni dopo la prova, avvenuta il 20 febbraio del 1804, poteva scrivere al suo amico e collaboratore Mr. GIDDY: « The gentleman that bet 500 guineas against it, rode the whole of the journey wth us, and is satisfied that he has lost the bet » (Il signore che ha scommesso contro 500 ghinee, ha compiuto tutto il viaggio con noi, ed è d'accordo che ha perso).

### Il vapore

Il veicolo, il motore, la strada ferrata, questi elementi tecnici del nuovo organismo che stava nascendo, sebbene per sé ognuno gracile ed immaturo, sebbene posti a convivere sembrassero ancora quasi imbarazzarsi l'un l'altro, pure verso il 1820 apparivano già tanto vitali da indurre il comitato presieduto da Edward PEASE, che da anni studiava il problema di apprestare mezzi di trasporto soddisfacenti tra il bacino carbonifero di Darlington e il porto di Stockton on Tees, a decidere, coraggiosamente, ma non avventatamente, di adottare

la soluzione offerta dalla strada ferrata con locomotiva a vapore. Merito preminente di questa decisione va all'insuperabile chiaroveggenza di un uomo cui saranno dovuti, in grandissima parte, gli ulteriori rapidissimi progressi del nuovo mezzo di trasporto: Giorgio STEPHENSON. E' da notare infatti che il comitato presieduto dal PEASE aveva bensì

deciso fin dal 13 novembre 1818 di dar la preferenza alla strada ferrata, in sostituzione del canale progettato fin dal 1772, e nel 1820 era stata votata dal Parlamento, dopo vivace ma alfine vana opposizione dei proprietari dei terreni attraversati, la legge di concessione della nuova strada ferrata, ma fin qui non si trattava di nulla di diverso dalle venti e più « railroads » anche di lungo tracciato che già collegavano miniere e porti in altre regioni del Regno Unito, servite da trazione animale.

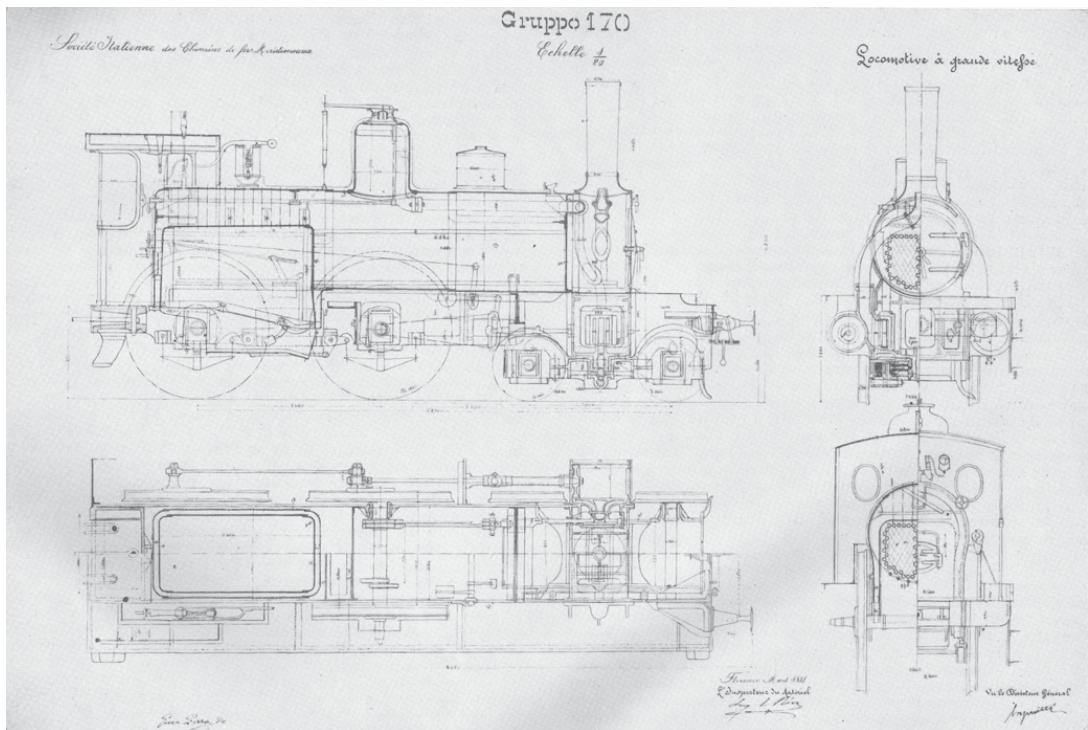
Nell'aprile 1822 il PEASE si rivolge a Giorgio STEPHENSON, arrivato in quell'epoca, sebbene ancora giovane, da umilissime origini a notevole fama come tecnico delle miniere di Killingworth, perché riveda e porti sul terreno il tracciato della nuova strada ferrata; lo STEPHENSON accetta; ha inizio un carteggio tra il tenace, energico, avveduto Mr. PEASE e il calmo, persuasivo, limpido Mr. STEPHENSON, carteggio che non si legge oggi senza una profonda ammirazione.

Lo STEPHENSON che aveva già fatto costruire per la miniera di Killingworth una macchinetta a due cilindri che faceva buon servizio, non esita a proporre questo mezzo di trazione, precisando con limpida preveggenza caratteristiche e prestazioni, suggerendo le soluzioni che si riveleranno nei decenni successivi migliori di ogni altra.

Il 27 settembre 1825, con la spettacolare corsa inaugurale del primo treno della Darlington and Stockton Ry, nasce la prima Azienda ferroviaria in servizio pubblico, in una parola, la ferrovia; forse la più grandiosa, certo la prima manifestazione della nuova civiltà.

La locomotiva progettata e costruita da Giorgio STEPHENSON per quella ferrovia, la «Locomotion» aveva in germe tutti o quasi gli elementi essenziali della locomotiva di oggi: caldaia multitubolare, pressione di timbro elevata, funzionamento in due cilindri gemelli, uso di ruote con bordino calettate in posizione inviabilmente sulla sala, scappamento diretto alla base del fumaiolo per attivare la combustione, sale accoppiate tra loro con bielle longitudinali, accoppiamento dei due meccanismi, il destro e il sinistro, ad angolo retto tra loro, impiego di adatti meccanismi di distribuzione. Nella famosissima «Rocket» presentata dallo STEPHENSON al concorso indetto dalla compagnia creata per una ferrovia che collegasse Manchester con Liverpool questi elementi evolvono ulteriormente verso la forma che diverrà definitiva: cilindri gemelli orizzontali o leggermente inclinati fissati ad un telaio atto a trasmettere la forza di trazione al gancio, munito di parasale che permettono una sospensione elastica su boccole. Come i personaggi di taluni eapolavori letterari balzati fuori dalle pagine del «loro» libro e si mettono a girare per il mondo, affrancati e liberi, così le macchine più geniali appaiono concepite dall'inventore già dotate dei rapporti e degli equilibri che soli le rendono a lungo vitali e sostanzialmente immodificabili, simili a creature viventi concluse in loro stesse. Più di tutte la locomotiva: quel suo nutrirsi di materie brute, carbone, acqua, e quel trasformarle nell'intimo delle sue viscere in energia latente; quell'armonioso ravvivarsi della combustione commisurato alla potenza sviluppata, persino quell'ansimare e quell'alternarsi delle bielle nel moto che assai più dell'astratto ed impossibile rotolare delle macchine più recenti, elettriche o dotate di motori a combustione interna,

## TRAZIONE



Progetto di una locomotiva concepita nell'Ufficio Studi delle ferrovie istituito nel 1880 a Firenze della Società Mediterranea.

simula la vita animale, la circondano di fascino che la fa parente ad una opera d'arte. In ognuna delle sue funzioni è un succedersi di fatti fisici, più intuiti che conosciuti dai suoi primi realizzatori, spesso ancora oggi mal noti, che pur circuiti e domati con l'artificio di vincoli meccanici, affermano l'invincibile potere delle grandi leggi della natura.

Intorno al nuovo portento si affaccendano e si avvicendano miriadi e generazioni di meccanici, di fisici, di scienziati; si aguzzano gli ingegni per classificare, ordinare, interpretare i problemi e i fenomeni. Intanto nasce la termodinamica, si sviluppano i grandi processi siderurgici, si intende, si moltiplica, ingigantisce l'industria. Ferrovie, ancora ferrovie; il mondo si copre di una rete di binari, immensi scali affiancano e cingono porti, miniere, fabbriche. La lo-

comotiva, che pure tanto contribuisce a questa profonda trasformazione della vita degli uomini, si adatta via via alle sempre maggiori esigenze: si fa più potente più veloce più grande, occupando ogni decimetro quadrato disponibile nella sagoma della linea, ma non tradisce se stessa. Dal forno alla camera del fumo, attraverso al fascio di tubi bollitori il fuoco cederà ancora all'acqua la sua potenza motrice, anche se questa avrà cambiato il fantasioso suo nome in quello di «quantità di calore», e se la Clausiana «entropia» avrà fatto intravedere le colonne d'Ercole del ciclo termico, ancora il vapore seguirà il processo di espansione nei cilindri. Verranno bensì verso il 1850 ad opera di SAMUEL e NICHOLSON le prime applicazioni, già suggerite da J. C. HORNBLOWER nel 1790 per le macchine fisse e nel 1810 per le locomobili da A. WOOLF, della doppia

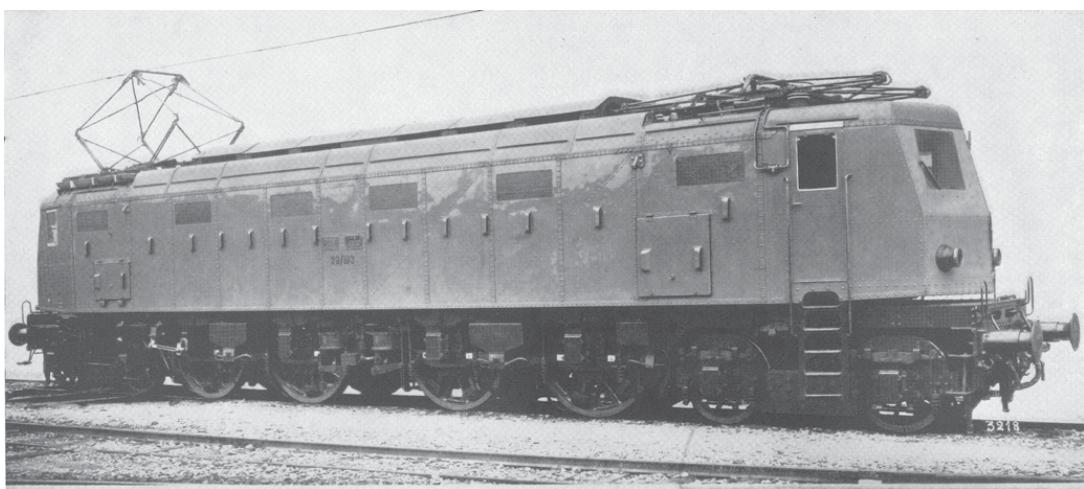
espansione, verranno, verso il 1895, per opera dello SCHMIDT i surriscaldatori del vapore, verranno i perfezionamenti della distribuzione ad opera di VALSCHAERT di Heusinger, di CAPROTTI, di LENTZ a meglio delimitare le fasi del ciclo, a eliminare le perdite per condensazione, a estendere l'espansione del vapore; si prolungherà artificialmente il giro del fumo a prorsicidare l'acqua, con una lunga serie di prorsicdatori, dal primo del CHIAZZARI all'ultimo FRANCO-CROSTI, ma sempre la locomotiva resterà fondamentalmente se stessa coi suoi pregi e i suoi difetti. E quando si tenterà di eliminare i difetti con troppo radicali riforme come la sostituzione del motore a stantuffi con la turbina, la sostituzione della caldaia a produzione diretta con quella ad alta pressione a ciclo chiuso, indipendentemente dalla migliore o peggiore attuazione pratica

## TRAZIONE

di quei concetti riformatori, tutta l'economia dell'esercizio della macchina ne verrà turbata in peggio. Alla base di quelle riforme stava infatti l'errore di valutazione consistente nel considerare preminente nella economia della macchina il rendimento, mentre non è. O, almeno, non è se non si estenda il significato di questa parola da quello proprio di rapporto tra l'equivalente meccanico delle calorie sviluppate nella combustione e il lavoro meccanico effettivamente eseguito, a quello assai meno determinato di rapporto tra il costo globale delle prestazioni e delle cose necessarie per ottenere il lavoro meccanico e il valore del lavoro meccanico ottenuto. Con la quale ultima accezione nessuna delle locomotive riformate poteva dirsi superiore a quella classica, in versione sufficientemente moderna, nonostante che questa ben di rado utilizzzi più di un decimo delle calorie sviluppate nella combustione. Questi tentativi, falliti, sono, del resto, i primi segni della decadenza. Al principio del secolo XX cominciano ad apparire situazioni ferroviarie che la locomotiva a vapore non potrà più risolvere. Appariranno più evidenti e prima che altrove in Italia. In Italia la storia della locomotiva a vapore, come, più gene-

ralmente quella delle ferrovie si colora dei riflessi della storia politica. Nascono e si sviluppano le reti adeguando agli interessi particolari degli Stati in cui si divide la Penisola. 1836: Armando Giuseppe BAYARD DE LA VINGTRIE, ingegnere francese, chiede a Ferdinando II di BORBONE Re delle Due Sicilie la concessione per una ferrovia da Napoli a Nocera Inferiore. Il re intuisce i vantaggi della proposta; si stipula rapidamente l'accordo, si lavora attivamente se, dalla fine dell'agosto 1838 al 3 ottobre 1839 è compiuto il primo tronco di strada ferrata da Napoli a Portici (circa sette chilometri) e la prima locomotiva, la « Bayard » costruita in Inghilterra da Longridge & Co, tratta il treno inaugurale. L'8 luglio 1840 si inaugura la Milano-Monza di 12 km, il 13 dicembre 1842 il tronco Mestre-Padova della Venezia-Milano, e via via altri negli altri Stati. Poco prima della costituzione del Regno d'Italia nell'aprile del 1859 vi sono in Italia 1825 km di linee. Le locomotive sono prevalentemente di costruzione straniera, inglese o francese, ma anche la nostra nascente industria comincia a cimentarsi in questo campo. Esce nel 1845 dalle Officine di Pietrarsa la prima locomotiva italiana, nel 1854 un'altra

dalle Officine dell'Alta Italia di Verona, nel 1855 la prima di Ansaldo. Dal 1872 al 1880, a cura delle principali Amministrazioni ferroviarie italiane, cominciano a costituirsì appositi uffici per lo studio scientifico dei problemi inerenti alla trazione ferroviaria. L'Alta Italia e le Meridionali trasformatesi nel 1885 in Mediterranea e Adriatica impiantano i loro uffici rispettivamente a Torino e Firenze. Vi passano uomini egregi, il FADDA, il FRESCOT, il RIVA, il CHIAZZARI, lo ZARA; vi nascono realizzazioni interessanti, qualche volta di vera avanguardia; vi nascono, in sostanza, tutte le locomotive a vapore della nuova Rete unificata delle *Ferrovie dello Stato*. La potenza, che era di 65 cavalli con la « Bayard » della Napoli-Portici, culmina nei 1600 cavalli delle locomotive 746 e 691, il peso per cavallo scende da 170 a 47 kg, il consumo di carbone da 12 a 1 kg/cav. Parallelamente le grandi industrie meccaniche, l'Ansaldo, la Breda, le Officine Meccaniche Italiane di Reggio Emilia, le Officine Meccaniche di Saronno e altre, sostengono il gigantesco sforzo di sviluppo e di rinnovamento, si introducono sui mercati stranieri, spesso vi battono la concorrenza di costruttori di più antica tradizione e di maggiore potenza.



E428, locomotrice elettrica Ansaldo a c.c. 3000 Volt per treni viaggiatori, entrata in servizio sulle nostre ferrovie il 1931.

## TRAZIONE

### L'energia elettrica

Ma nei primi anni del 1900 un complesso di circostanze facevano intravedere in Italia non lontano il tempo in cui, da un lato, nessuno sperabile sviluppo della trazione a vapore avrebbe potuto essere pari a taluni bisogni, e, da un altro, grandi vantaggi economici avrebbero potuto ritrovarsi da un completo cambiamento di metodo. Alla Adriatica, cui si associa la Mediterranea, spetta il merito di aver segnalato al Governo le possibilità, allora appena sospettabili, della trazione elettrica. Nacquero così, nel 1901, i due esperimenti delle Valtellinesi e delle Varesine, il primo dei quali a corrente trifase con tensione, al filo di contatto, di 3000 volt. Questo esperimento a cui è associato il nome di un grande ingegnere, l'ungherese Cálman DE KÁNDÓ, e della casa Ganz di Budapest, svoltosi tra difficoltà di ogni genere, sgombrò tuttavia il campo da numerose incognite tecniche. Passato allo Stato l'esercizio ferroviario, la nuova Amministrazione dovette far fronte ad un tale aumento del traffico che, alla luce dei risultati di quell'esperimento, e di fronte alla difficile situazione che si andava creando, fu gioco-forza osare la soluzione più ardita. Il 1906 vide la decisione di elettrificare le principali linee di vali-

co, prima di tutte quella dei Giovi sulla quale a malapena poteva smaltirsi il crescente traffico proveniente e diretto al porto di Genova. Le prime locomotive elettriche trifasi a frequenza di 16,6 cicli/sec furono quelle del gr. E 550, e con esse i treni che erano, sulla linea dei Giovi, di 450 tonnellate e trainati dalle locomotive a vapore del gr. 470 in tripla trazione potevano tenere una velocità di 25 km/ora, passarono a 530 tonnellate, con una velocità di 50 km/ora.

Le difficoltà di carattere elettrico, unite a quelle di carattere meccanico inerenti al collegamento con bielle di motori estremamente rigidi, non suscettibili cioè di sovrapporre al moto rotatorio uniforme alcuna modulazione benché di minima ampiezza, con assi che seguendo l'elasticità della via, e per effetto del molleggio devono continuamente cambiare la distanza dai motori stessi: la complicazione e il peso della linea aerea di contatto, una congerie infine di inconvenienti minori che non è qui certo il luogo di elencare, cominciarono, passata la burrasca della prima guerra mondiale, a far volgere lo sguardo dei tecnici ad altre realizzazioni, che nel campo della trazione elettrica si erano nel frattempo attuate. Esamine, ponderate e discusse lungamente le argomentazioni che in favore e contro i

vari sistemi in lizza (quello a corrente continua a 3 kV, quello trifase già in atto e quello monofase a 16,7 cicli/sec 15 kV) l'Amministrazione delle *Ferrovie dello Stato*, mentre portava a compimento le elettrificazioni in programma col sistema trifase, iniziava nel 1926 un esperimento di elettrificazione a corrente continua sulla linea Benevento-Foggia. E qui la nostra storia, da antica o quasi, diventerebbe contemporanea se ci sentissimo l'animò di continuare a narrarla. Quella raccontata fin qui è stata fatta da uomini che sono oggi tutti scomparsi, salvo rare eccezioni, almeno dalla vita attiva. Quella contemporanea si sta svolgendo sotto i nostri occhi e preferiamo che il nostro cortese lettore formuli da sé i suoi giudizi. Ma nel formularli consideri quanto diverse e, indubbiamente più difficili, siano le condizioni di chi persegue oggi un progresso rispetto a quelle dei pionieri. Concorrenza spietata di nuovi mezzi di trasporto liberi da pesanti eredità tecniche, giuridiche, politiche, complessità ingigantita dei problemi da risolvere con risorse divenute multiformi, evolversi, sul piano sociale, dei problemi amministrativi, determinano una differenza, rispetto ai tempi della Stockton-Darlington che può essere vividamente marcata accostando le immagini della «Locomotion» Stephenson e dell'ETR 300.