LE LOCOMOTIVE CAPROTTI

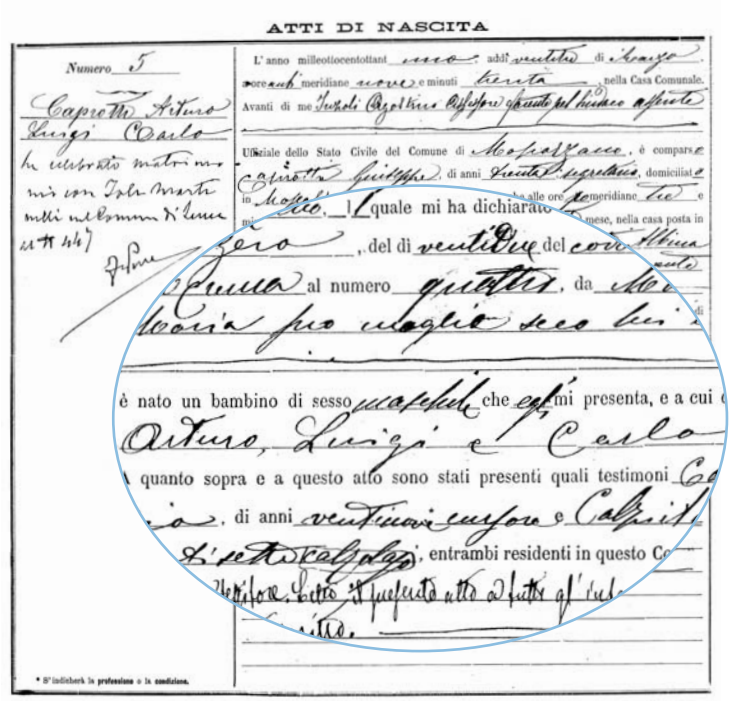
di ANTONIO GUERINI ROCCO

Agli albori del trasporto ferroviario pubblico in Italia, un giovane ingegnere cremasco lascia la sua impronta creatrice realizzando, per le locomotive del tempo, un sistema di distribuzione del vapore che passerà alla storia come la 'distribuzione Caprotti'.

Il Personaggio

Il 22 marzo del 1881, alle ore 3 pomeridiane, nel piccolo borgo di Moscazzano posto al limitare meridionale della campagna cremasca, quando l'inverno è ormai alle spalle e la primavera irrompe con tutta la sua forza vitale, viene alla luce il piccolo Arturo Caprotti.
La casa natale è posta all'interno di una cascina situata nel centro abitato, in via Crema n. 4 (ora via Caprotti). Il giorno seguente Giuseppe Caprotti, papà del neonato, si reca nella Casa Comunale per denunciare la nascita del figlio davanti ai testimoni Calzi Alessio, Calzi Antonio tessitore e Inzoli Agostino, assessore in sostituzione del sindaco assente, avvocato cavaliere Marazzi conte Paolo[1].
L'autenticità delle origini cremasche del nostro illustre concittadino sono documentate sia dai registri municipali che dall'archivio parrocchiale del comune di Moscazzano.
Il padre Giuseppe nasce a S. Bassano nel 1851, da Luigi Caprotti di Gombito e da Giuseppa Maestroni, originaria di Moscazzano.
La mamma Albina Maria Moretti nasce a Gombito nel 1856 da Carlo e da Maria Bolzoni, nativa di Moscazzano.
Il pomeriggio del 21 aprile 1880, nella Casa Comunale di Gomito, davanti all'assessore delegato Antonio Fumagalli e ai testimoni Alessio Moretti di 28 anni e Innocente Rava di 76 anni, Carlo Giuseppe Caprotti di anni 29, residente a Moscazzano, si unisce in matrimonio

RINGRAZIO PER LA COLLABORAZIONE:
Bruno Bombelli, Brusaferri Stefano, don Antonio Chiodo, GianFranco Ferro, Festari Efrem, Gabriela Jelecka, Magenta Guido, Rinaldi Tommaso, Rivoira Enzo, Giorgio Stagni. Un ringraziamento particolare a Giovanni Cornolò per il prezioso supporto tecnico-scientifico.



ATTI DI NASCITA

Numero 5

Caprotti Arturo Luigi Carlo

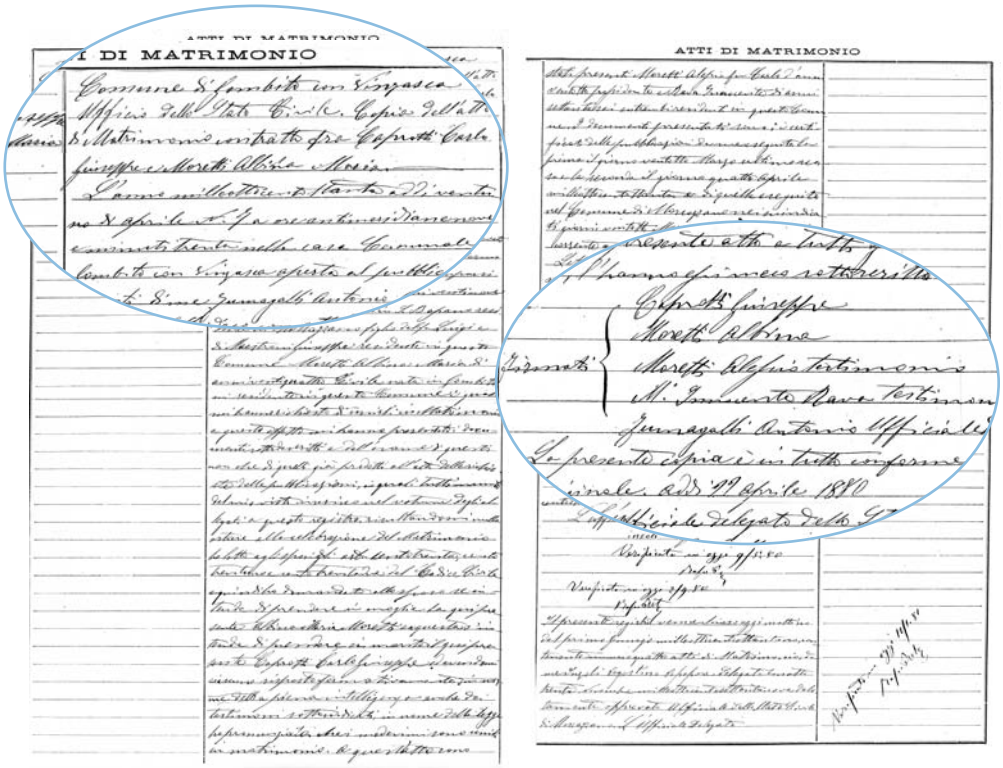
è nato un bambino di sesso maschile che egli mi presenta, e a cui

Arturo, Luigi e Carlo

di anni ventinove

Dal registro degli atti di nascita del Comune di Moscazzano - anno 1881

con Albina Maria Moretti di anni 24, residente a Gombito.
Come emerge dall'atto di matrimonio, i papà di entrambi gli sposi sono ormai deceduti[2].
Undici mesi più tardi, i nostri giovani sposi, vedono nascere il loro primo figlio, Arturo. Il 27 marzo, alle ore 3 pomeridiane, il neonato viene battezzato dal parroco don Luigi Eugenio.
Padrini per l'occasione sono Alessio e Teresa Moretti[3].
La presenza della famiglia di Arturo Caprotti nel comune di Moscazzano sembra essere di breve durata. Ciò si può dedurre dalle firme che il papà Giuseppe appone sul registro dell'anagrafe del comune stesso, in qualità di 'segretario delegato', incarico ricevuto in data 30 novembre 1879.
Probabilmente il rapporto di lavoro di Caprotti padre inizia qualche tempo prima, poiché la sua firma compare fin dal gennaio 1879, ma come testimone a vari atti comunali.
L'ultimo indizio che attesta la presenza dei Caprotti a Moscazzano risale ad un atto di nascita del 26 dicembre 1882, dopodichè se ne perdono le tracce. Anche nello stato d'anime parrocchiale del tempo non c'è



Atto di matrimonio dei genitori di Arturo Caprotti trascritto nei registri di Moscazzano

più segno della famiglia Caprotti.
Tenuto conto della professione del capofamiglia, professione che ancora oggi sottopone gli interessati a continui trasferimenti tra i vari enti locali, è giocoforza pensare ad un passaggio in altro comune (ma quale?).
Improvvisamente Arturo Caprotti riemerge dal silenzio documentaristico nel 1910 quando, il 27 novembre, si unisce in matrimonio con Jole Martinelli di Moscazzano. Il rito viene celebrato nella parrocchia di S.Paolino a Lucca.
La mancanza di ulteriori notizie biografiche non ci permette di capire

Ritratto di Arturo Caprotti

come Arturo sia finito a Lucca per sposare una cremasca. Forse, appunto, per un trasferimento del padre segretario comunale.
Inoltre, visto che da Moscazzano se ne va ancora in tenera età (non aveva 2 anni), è lecito pensare che il legame con la terra natale non si sia mai spezzato, non solo per la presenza dei parenti prossimi, ma anche per le probabili frequentazioni e amicizie adolescenziali nate e coltivate nelle visite di ritorno presso nonne e zii. Simpatie giovanili sfociate poi nella scelta definitiva della propria compagna.
Anche il legame con la città di Lucca non è stato certamente di breve durata dato che 4 anni dopo il matrimonio, nel 1914, in qualità di ingegnere progettista firma i disegni di Villa Giomi in via Civitali Matteo (forse sua residenza). Si tratta di una villa liberty, caratterizzata da una ridondante presenza di bugnato e di particolari decorativi in cemento. Il manufatto si inserisce in un più ampio sviluppo urbanistico voluto dall'amministrazione comunale di Lucca che, a partire dalla fine

Ottocento, procede alla modernizzazione di un quartiere della città, demolendo il vecchio e imponendo un nuovo assetto viario con la costruzione di villini e palazzi "*secondo un linguaggio architettonico modernista che ricalca gli stilemi di un'architettura ottocentesca con partiture neoclassiche, oltre alla nuova linea liberty, secondo temi floreali dipinti sulle facciate, decorazioni ceramiche, balaustre e cancellate dalle tipiche figure zoo e fitomorfiche e a coup de fouet."* [4]

Del giovane Arturo si dice che, affacciatosi alla soglia degli studi universitari, avrebbe dovuto frequentare una facoltà umanistica, assecondando in tal modo i disegni della famiglia, ma la sua intelligenza dinamica e brillante si manifestò da subito più idonea agli studi della meccanica e della termotecnica.

Durante il biennio propedeutico fu allievo del Reale Collegio Ghisleri di Pavia.

Grazie ai brillanti risultati raggiunti, ottenne il consenso di frequentare la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri presso il Politecnico di Torino dove si laureò, a soli 21 anni, in ingegneria meccanica, sotto la guida dell'illustre prof. S.E. Luigi Einaudi.

Nel 1905 entrò nelle officine di costruzioni automobilistiche *Florentia*, dove completò la sua preparazione dimostrando ancora una volta una spiccata propensione per la termodinamica e la termotecnica a cui associava una non comune capacità creativa per organi meccanici.

Due anni dopo, passato alle FS da poco divenute impresa nazionale, erede delle reti ferroviarie preunitarie, si dedicò alla sperimentazione dei 'cassetti di distribuzione' sulle locomotive a vapore.

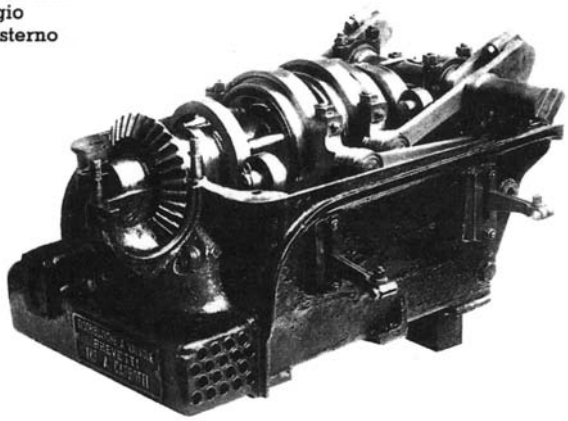
Seguirono lunghi e difficili anni di studi e severa sperimentazione. Nel 1916 Arturo Caprotti arrivò a perfezionare un'invenzione che gli consentì di porre il suo nome accanto a quello dei grandi artefici della trazione a vapore.

Si trattava di un sistema di distribuzione del vapore nei cilindri della locomotiva, non più tramite cassetti piani o cilindrici, bensì mediante valvole azionate da camme oscillanti, meccanismo all'avanguardia rispetto ad ogni altro sistema dell'epoca.

Ultimato nel 1918 il prototipo della nuova distribuzione, dopo alcuni anni di sperimentazione al banco, visti i soddisfacenti risultati, le FS italiane decisero di applicare l'innovazione su una motrice di nuova costruzione, la Consolidation 740.324 F.S. messa in regolare servizio nel 1921.

Successivamente le più importanti riviste ferroviarie cominciarono ad occuparsi della distribuzione Caprotti descrivendone caratteristiche e pregi.

L'apparato sperimentale
di distribuzione a valvole sistema
Caprotti adottato sulla
locomotiva 740.324.
E' ben visibile l'ingranaggio
conico che riceve il movimento
attraverso un ingranaggio
similare da un albero esterno
al biellismo.
(Foto FS)



Da: Locomotiva a vapore op. cit., pag. 381

Con quest'invenzione iniziò per l'ingegnere cremasco un faticoso lavoro di illustrazione e promozione della propria 'creatura' che lo impegnò a fondo.
Caprotti, da genuino ricercatore, amava seguire personalmente e costantemente le 'sue' locomotive.
Si dice che trovandosi a Torino per un congresso, volle recarsi presso il locale deposito ferroviario per parlare con tecnici e personale di macchina per cogliere impressioni, suggerimenti, indizi atti a proporre miglioramenti alla sua invenzione.
I macchinisti, infatti, dicevano un gran bene delle locomotive Caprotti; specialmente quelli delle '746' riscontravano una migliore elasticità e una maggiore regolarità alle velocità più elevate[5].
Per tutto questo l'ing. Caprotti fu insignito di medaglia d'oro dell'*Institution of Locomotive Engineeres* di Londra, al termine di un approfondito convegno tecnico che si era tenuto nella sede dell'associazione. Alla cerimonia intervennero le autorità consolari e dell'ambasciata italiana.
Negli ultimi anni della sua vita Caprotti si dedicò allo studio di una motrice a vapore pluricilindrica ultraveloce con alto rendimento ed elevata potenza, atta sia alla trazione terrestre leggera che alla propulsione marina. Studiò e sperimentò anche un particolare tipo di preriscal-

datore dell'acqua per caldaie di locomotive funzionanti a regime variabile

L'8 febbraio 1938 una morte prematura troncò il vivace ingegno del nostro conterraneo, impedendogli di cogliere tutti i frutti della sua instancabile attività e di vedere la lunga serie di perfezionamenti operati da alcune amministrazioni ferroviarie. Gli inglesi, ad esempio, sino ai primissimi anni '50,apportarono modifiche al suo brevetto originario, applicandolo ad alcune delle più poderose locomotive costruite in Europa come la splendida 'Duke of Gloucester' n.71000 delle British Railways.

Dopo il funerale la salma venne tumulata nel cimitero Maggiore di Milano.

Il 22 giugno del 1958, in occasione del ventesimo anniversario della scomparsa di Caprotti, l'amministrazione comunale di Moscazzano ha ricordato con una cerimonia ufficiale l'illustre concittadino affiggendo, a imperitura memoria, una epigrafe marmorea sul lato della casa natale prospiciente via Crema, che da quel giorno ha preso il nome di via Caprotti.

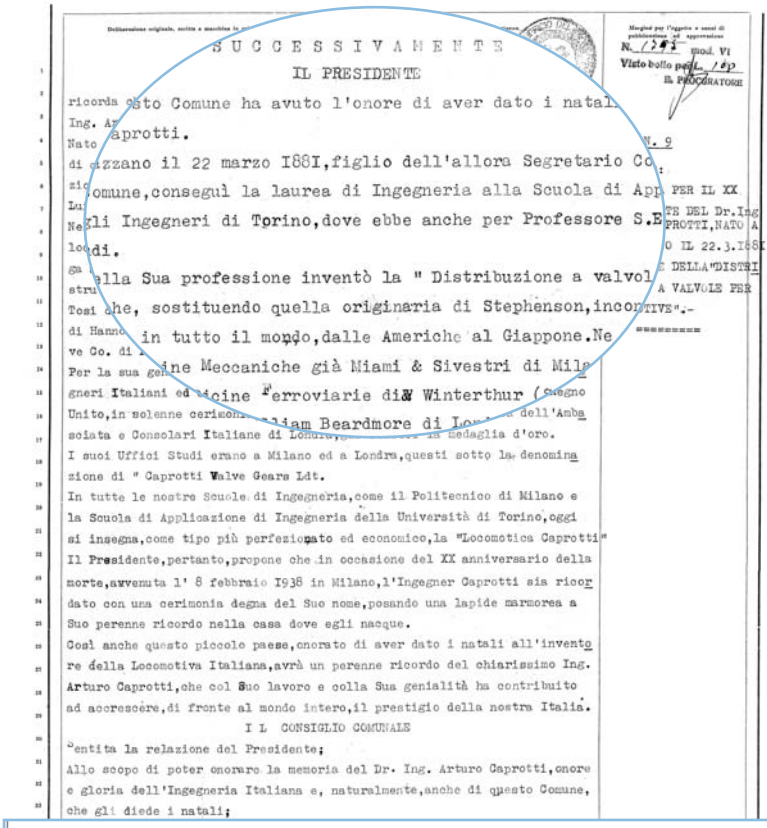
Alla cerimonia era presente il fratello.

La "DUKE OF GLOUCESTER 71000" realizzata in Inghilterra nel 1954 con distribuzione British-Caprotti.

da: Locomotiva FS Caprotti, op. cit., pag. 132

L'evoluzione delle locomotive

Nella storia della trazione a vapore possiamo considerare l'anno 1829 come l'anno "zero", l'anno in cui George Stephenson e il figlio Robert costruirono la locomotiva Rocket per partecipare ad un concorso[6].



S U C C E S S I V A M E N T E

IL PRESIDENTE

ricorda c sto Comune ha avuto l'onore di aver dato i natali
Ing. Ar aprotti.
Nato zzano il 22 marzo I88I,figlio dell'allora Segretario Co
zio omune,conseguì la laurea di Ingegneria alla Scuola di App
La li Ingegneri di Torino,dove ebbe anche per Professore S.E
Ne di.
lo lla Sua professione inventò la " Distribuzione a valvol
ga
stru
Tosi he, sostituendo quella originaria di Stephenson,incon
di Hanno in tutto il mondo,dalle Americhe al Giappone.Ne
ve Co. di
Per la sua ge ine Meccaniche già Miami & Sivestri di Mil
gneri Italiani ed icine Ferroviarie di Winterthur (Svegno
Unito,in solenne cerimo liam Beardmore di Lo dell'Amba
sciata e Consolari Italiane di Londra in medaglia d'oro.
I suoi Uffici Studi erano a Milano ed a Londra,questi sotto la denomina
zione di " Caprotti Valve Gears Ldt.
In tutte le nostre Scuole di Ingegneria,come il Politecnico di Milano e
la Scuola di Applicazione di Ingegneria della Università di Torino,oggi
si insegna,come tipo più perfezionato ed economico,la "Locomotiva Caprotti"
Il Presidente,pertanto,propone che in occasione del XX anniversario della
morte,avvenuta l' 8 febbraio I938 in Milano,l'Ingegner Caprotti sia ricor
dato con una cerimonia degna del Suo nome,posando una lapide marmorea a
Suo perenne ricordo nella casa dove egli nacque.
Così anche questo piccolo paese,onorato di aver dato i natali all'inventore
re della Locomotiva Italiana,avrà un perenne ricordo del chiarissimo Ing.
Arturo Caprotti,che col Suo lavoro e colla Sua genialità ha contribuito
ad accrescere,di fronte al mondo intero,il prestigio della nostra Italia.

I L CONSIGLIO COMUNALE

entita la relazione del Presidente;
Allo scopo di poter onorare la memoria del Dr. Ing. Arturo Caprotti,onore
e gloria dell'Ingegneria Italiana e, naturalmente,anche di questo Comune,
che gli diede i natali;

Marginal per l'oggetto e cenni di pubblicazione ed approvazione
N. 1243 mod. VI
Visto bollo pagato L. 1.50
IL PROCURATORE

N. 9

PER IL XX
TE DEL Dr.Ing
PROTTI,NATO A
O IL 22.3.I88I,
DELLA"DISTRI
A VALVOLE PER
TIVE".-
========

D E L I B E R A

di collocare,in occasione del XX anniversario della morte,per perpetuare la memoria del grande figlio di questo Comune,un ricordo marmoreo nella casa dove nacque con la seguente scritta " In questa casa il 22 marzo I88I nacque il

Delibera di affissione della lapide commemorativa alla memoria di Arturo Caprotti

Moscazzano – lato est della casa natale di Arturo Caprotti.
È visibile la lapide posta dall'amministrazione comunale

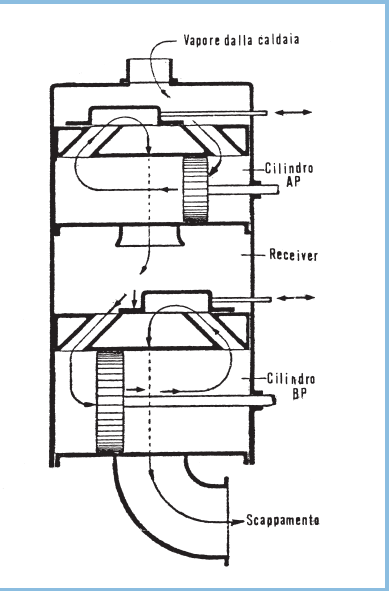
La Rocket, considerata la capostipite delle locomotive, comprendeva tutti quei meccanismi fondamentali di funzionamento studiati negli anni precedenti, che sarebbero rimasti immutati per oltre 150 anni come la caldaia tubolare, il tiraggio del camino attivato dallo scappamento del vapore, la distribuzione a eccentrici[7].

Ed è proprio la distribuzione del vapore nei cilindri della locomotiva che tenne occupati a lungo tecnici e ricercatori, nel tentativo di scoprire la soluzione più idonea atta a migliorare le prestazioni di marcia.

Tra questi tecnici troviamo, e con brillanti risultati, il nostro dott. ing. Arturo Caprotti. Nelle locomotive di prima generazione dette "a semplice espansione", mediante condotti indipendenti, il vapore raggiungeva due cilindri separati in tutto uguali(detti anche gemelli) e, dopo aver spinto lo stantuffo, veniva espulso all'esterno. In tal modo si scaricava un gas ancora ricco di energia non sfruttata.

Fu naturale pensare di costruire motori a 2 o a 4 cilindri, accoppiati due a due e di diverso diametro, detti di alta e bassa pressione. Per avere un buon rendimento del sistema, occorreva però aumentare la pressione in arrivo al primo cilindro (AP) in modo che passando poi al secondo (BP), il vapore avesse ancora una spinta utile. Per questo, il secondo cilindro doveva avere dimensioni più che doppie rispetto al primo. Le locomotive con cilindri dissimmetrici furono dette a "doppia espansione"[8].

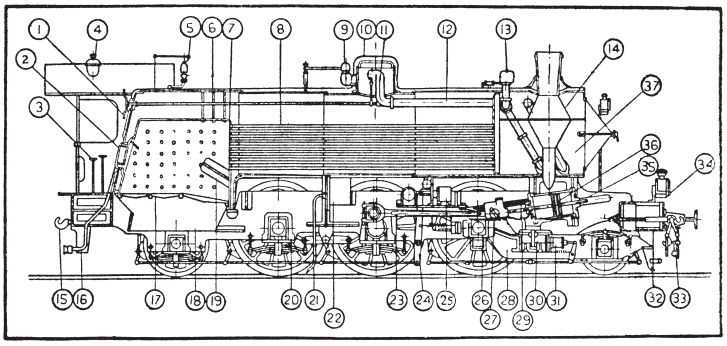
Il rincorrersi di continue e rinnovate esigenze del servizio ferroviario, condusse alla costruzione di locomotive sempre più potenti, con caldaie e forni di notevoli dimensioni, con pressione di lavoro più elevata. Per questo le F.S. italiane adottarono la doppia espansione su parte delle nuove motrici, determinando così una prima fase evolutiva del trasporto su rotaia. La seconda fu contrassegnata da due novità: la graduale adozione del surriscaldamento del vapore[9] e l'arrivo della distribuzione Caprotti. Una terza fase evolutiva vide, più avanti, l'adozione del preriscaldamento dell'acqua di alimentazione[10]. Il brevetto, ancora una volta a marchio Italia, era firmato dagli ingegneri Attilio Franco e



Schema della duplice espansione del vapore da: Storia della Ferrovia n Italia, vol. II, pag. 72

Piero Crosti, dai quali prese il nome.
Consentiva risparmi di carbone di circa il 20%.
Ma torniamo al nostro Caprotti.
Fino agli anni '20 i più diffusi sistemi di distribuzione del vapore, erano quelli di Stephenson, Gooch, Allan e Walschaerts.
Quest'ultimo, pur essendo il migliore per regolazione e rendimento, come gli altri soffriva gli inconvenienti di un'eccessiva presenza di leve, rinvii e bielle il cui peso e resistenza d'attrito riducevano la potenza della locomotiva, aumentandone di conseguenza i consumi.
L'invenzione di Caprotti consisteva nel sostituire il vecchio e complicato apparato di distribuzione "a cassetto piano" o "a stantuffo", con un

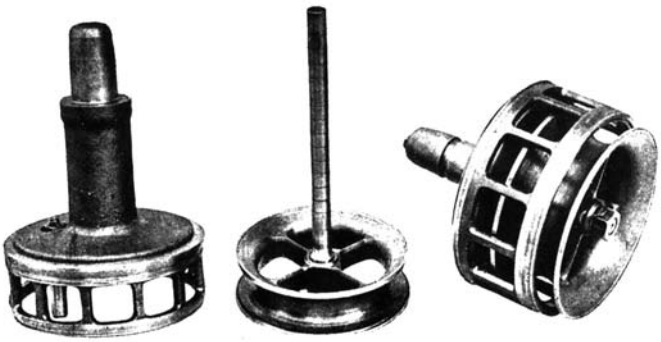
sistema a valvole con doppia sede comandate da camme, che regolassero in modo preciso e ampio l'immissione del vapore nei cilindri.
L'eliminazione di cinematismi pesanti e sensibili alle alte temperature,



Locomotiva. D (sezione longitudinale): 1, comando principale presa vapore; 2, bocca del forno; 3, comandi iniettori; 4, lampada cabina; 5, fischio; 6, tiranti; 7, piastra tubiera; 8, fascio tubolare; 9, valvola di sicurezza; 10, duomo; 11, valvola principale; 12, condotta principale ai cilindri; 13, presa vapore ausiliaria; 14 parascintille; 15, gancio d'accoppiamento al carro scorta; 16, accoppiamento col carro scorta conduttura d'acqua; 17, griglie e fornello; 18, cinerario; 19, altarino della piastra tubiera; 20, piastra di guardia; 21 tubo spandisabbia; 22, serbatoio spandisabbia; 23, biella; 24, leva comando freni; 25, cilindro freni; 26, appoggio carrello; 27, testa a croce; 28, fiancata carrello; 29, slitta movimento cilindro; 30, fulcro carrello 31, cilindro freni; 32, scacciapietre; 33, gancio di trazione; 34, fanale; 35, cilindro alta pressione; 36, stantuffo; 37, camera fumo.

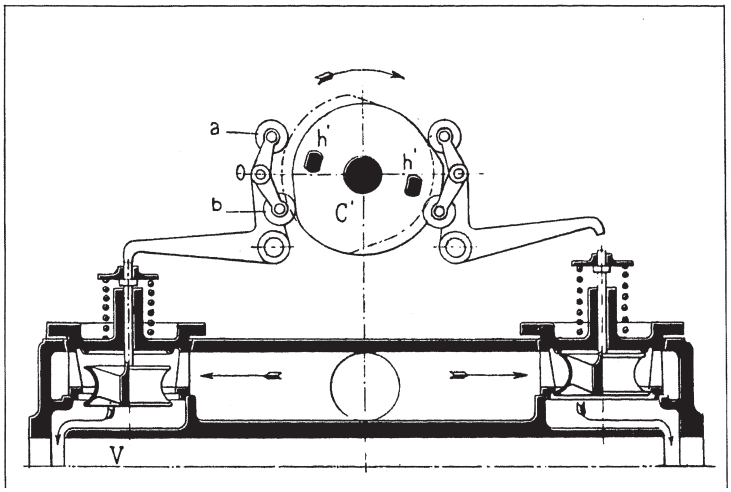
Locomotiva Gruppo 685 in sezione.
Da: nuova enciclopedia sonzogno G. Stagni, 100 anni di storia delle F.S.

avrebbe poi permesso l'adozione di elevati valori di surriscaldamento pur utilizzando lubrificanti di media qualità. Anche la marcia in discesa, ovvero a regolatore chiuso, sarebbe stata facilitata dalle notevoli aperture che le valvole presentavano al fluido[11].
Dopo approfonditi studi a tavolino, furono condotte prove nello scalo ferroviario di Porta Romana a Milano, utilizzando come modello la locomotiva 740.324. Nella notte di Natale del 1920 gli esperimenti si conclusero con un placet da parte delle F.S.. A partire dal gennaio successivo, per oltre due anni, la stessa locomotiva in servizio merci e passeggeri sulla linea tra Firenze e Imola, fu messa a diretto confronto con altre consorelle con distribuzione Walschaerts, per saggiarne bontà e convenienza economica.
Verificata l'utilità del brevetto, con la prospettiva di ulteriori modifiche migliorative, le F.S. cominciarono ad applicarlo su alcune unità appartenenti ai gruppi 740 e 685. Così ebbe inizio l'epoca delle locomotive Caprotti.
Gradualmente il sistema venne installato su buona parte del parco locomotive italiane, circolanti sia sulla rete statale che su alcune ferrovie in concessione come le Ferrovie Secondarie Sarde e le Calabro-Lucane.



Due valvole di un distributore Caprotti sono raffigurate separate e montate nei confronti delle proprie gabbie portavalvole.
FOTO COLLEZ. ZENATI

Da: Le Locomotive FS Caprotti, op. cit., pag. 19



Schema semplificato della distribuzione a valvole sistema Caprotti, della quale sono in evidenza le due sole valvole di introduzione, azionate dalla relativa camma a profilo variabile visibile al centro.

Da: G. Cornolò "Locomotive a vapore" op. cit., pag. 91

Oltre frontiera approdò nel 1928 in Inghilterra, nel 1929 in USA. In Austria e Germania fu applicata su alcune locomotive sperimentali. Poi in Egitto, India, Romania. In Francia invece ebbe applicazione sporadica,solo su alcune macchine del 'Reseau Alsace-Lorraine', poiché il nazionalismo transalpino fece prevalere i prodotti interni come le Renaud, Dabeg e Cossart.

La distribuzione Caprotti non fu applicata solo alle locomotive ma anche ad altri mezzi di trasporto con propulsione a vapore: così la si ritrovò sui piroscafi 'Savoia' e '28 ottobre' in servizio sul lago di Como, su alcune navi da carico inglesi e su venti vaporetti del servizio lagunare di Venezia.

Da: La regina delle locomotive op. cit., pag. 195

In tutto il mondo vennero realizzati ben 14 brevetti della distribuzione Caprotti.

La distribuzione Caprotti[12]

Era costituita da:
1 apparato distributore
2 valvole di comando
3 trasmissione del moto rotatorio
4 comando di inversione

1. Apparato distributore

Posto sopra il cilindro, era costituito da una scatola a chiusura ermetica, contenente gli organi di comando sia delle valvole che della regolazione delle fasi.

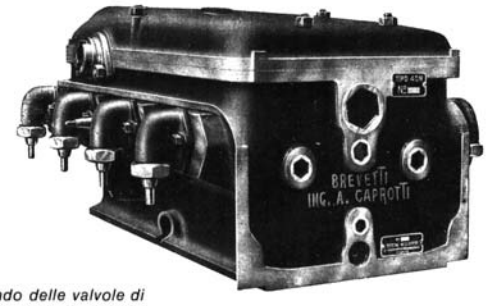
L'ermeticità della chiusura consentiva una lubrificazione ottimale per semplice immersione nell'olio delle parti meccaniche, fuori dal contatto di acqua, vapore, polvere, esente da trafilamento di lubrificante lungo il gambo delle valvole[13].

All'interno del distributore si trovavano:

a) un albero su cui erano montate folli le camme di introduzione e sca-

rico del vapore con i rispettivi dispositivi di trascinamento
b) le punterie delle valvole
c) le leve di comando delle punterie, regolate nel loro movimento dal profilo delle camme
d) l'albero di inversione a gomito, comandato a distanza con un volantino per il cambio marcia avanti – indietro
L'apparato distributore governava quindi l'apertura e la chiusura delle valvole di ingresso e uscita del vapore dal cilindro, garantendo anche la regolazione dei gradi di introduzione del vapore in entrambi i sensi di marcia.
Queste funzioni erano precedentemente assolte dai cinematismi a settore della distribuzione a cassetto e a stantuffo.

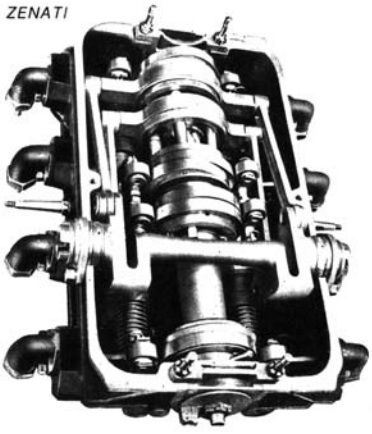
2. Valvole di comando



L'apparato distributore 4CN per il comando delle valvole di due cilindri. Sopra, (da sinistra): vista esterna con le punterie di comando delle valvole di scarico e introduzione di un cilindro; e di introduzione e scarico dell'altro cilindro.
Sotto: vista interna della scatola delle camme.

.pparato Distributore 4 C N

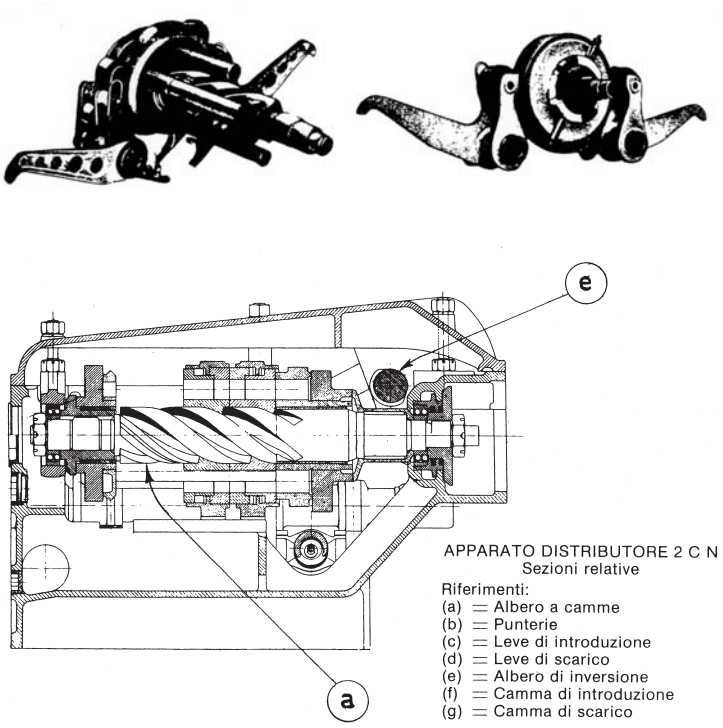
FOTO COLLEZ. ZENATI



Da: Le Locomotive F.S. Capriotti, op. cit., pag. 11

Ogni cilindro era dotato di due valvole di introduzione e due di scarico, ognuna comandata da un doppio bilanciere con dei rulli poggiati sul profilo della camma, la quale ne gestiva apertura e chiusura.
Queste fasi avvenivano alla stessa velocità delle ruote motrici.
Il rapido movimento delle valvole consentiva una apertura prolungata delle luci, con il risultato di ridurre il fenomeno della laminazione del vapore, una delle cause del basso rendimento dei motori.

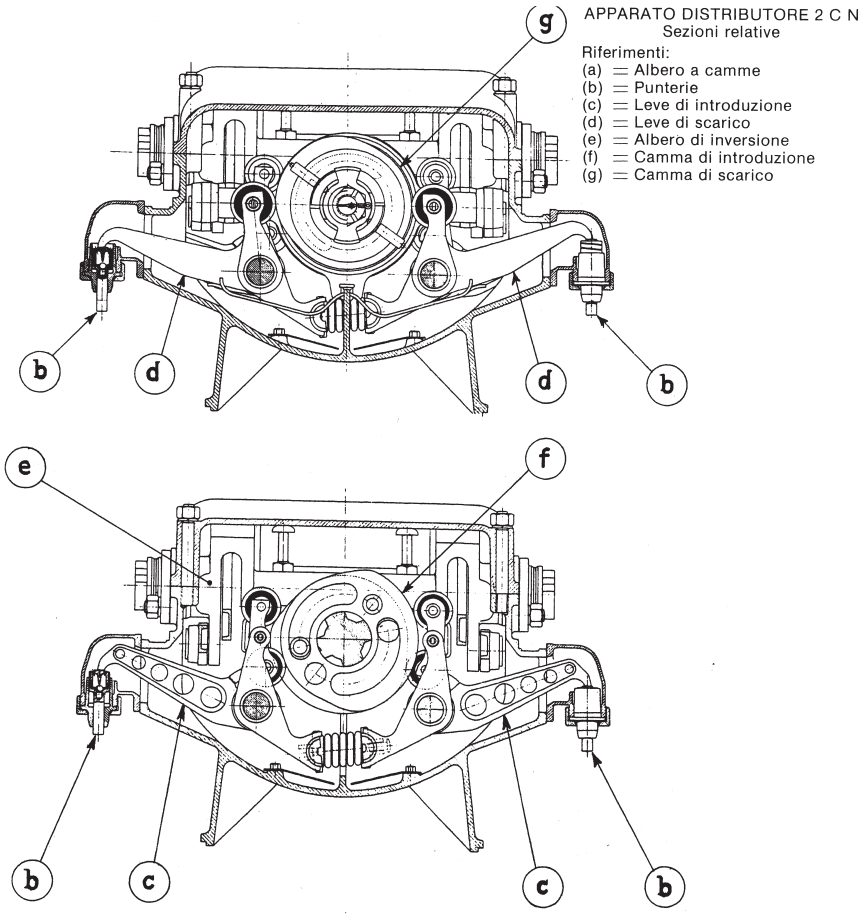
Queste valvole sostituivano i distributori a cassetto e cilindrici dei precedenti sistemi.
Il caratteristico rumore scoppiettante delle locomotive con distribuzione Caprotti era dovuto proprio alle valvole che si posizionavano prima di ogni partenza.



APPARATO DISTRIBUTORE 2 C N
Sezioni relative

Riferimenti:
(a) = Albero a camme
(b) = Punterie
(c) = Leve di introduzione
(d) = Leve di scarico
(e) = Albero di inversione
(f) = Camma di introduzione
(g) = Camma di scarico

Da: Le locomotive F.S. Caprotti, op. cit., pagg. 10 – 11

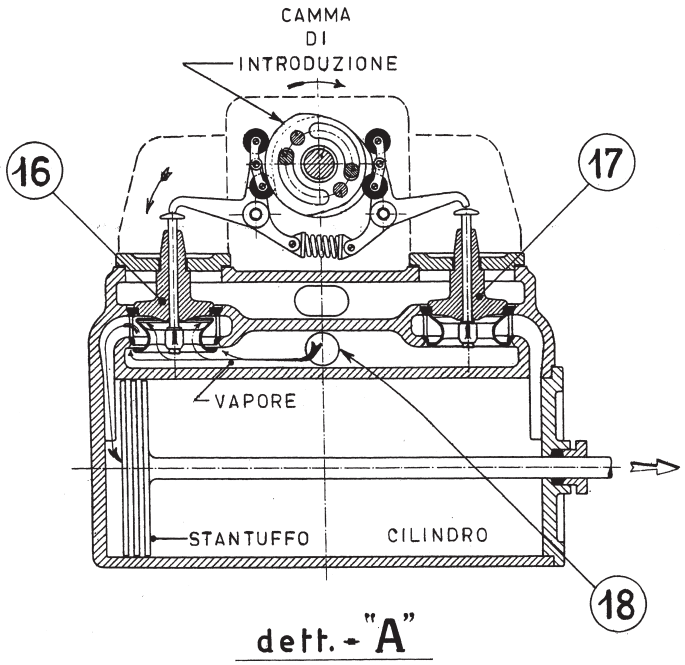


Da: Le locomotive F.S. Caprotti, op. cit., pagg. 10 – 11

3. Trasmissione del moto rotatorio

La rotazione dell'albero a camme era prodotta dal movimento dell'asse motore o da un suo accoppiato e avveniva, ovviamente, alla stessa velocità.

Serviva allo scopo una trasmissione dotata di coppia conica alle due estremità che, posta all'interno del telaio della locomotiva, trasferiva il moto dalle ruote all'albero della distribuzione.



Dett. « A » - Le due valvole di introduzione (16) e (17) di cui la prima aperta e l'altra chiusa. Il vapore proveniente dal tubo (18) viene immesso nel cilindro.

Da: Le locomotive F.S. Caprotti, op. cit., pag. 28

4. Comando di inversione

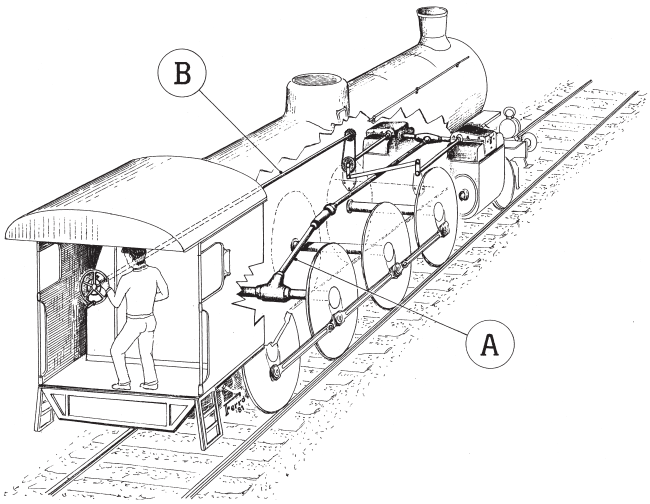
Manovrando un volantino posto nella cabina di guida, il macchinista ruotava un'asta che, tramite leve e tiranti, trasmetteva il movimento all'albero a gomito del distributore, invertendo in tal modo il senso di marcia del convoglio.

Vantaggi e limiti della distribuzione Caprotti

Nella storia della distribuzione Caprotti, come generalmente accade, furono presenti luci e ombre.

Caratteristica importante era quella dell'indipendenza tra le fasi di introduzione e scarico del vapore, con conseguente riduzione del fenomeno della "laminazione del vapore" e aumento del rendimento-macchina. Il rapido funzionamento delle camme assicurava una tempestiva apertura delle valvole: il vapore di scarico poteva così fuoriuscire quasi completamente, senza produrre quella resistenza passiva (contropressione) al movimento dello stantuffo, che si generava nelle altre distri-

buzioni.
L'estrema riduzione dei cinematismi e quindi degli attriti e delle forze inerziali delle parti in movimento, generava un significativo alleggerimento del peso della locomotiva e un prevedibile miglioramento della potenza disponibile. In tal modo la marcia diveniva più scorrevole e



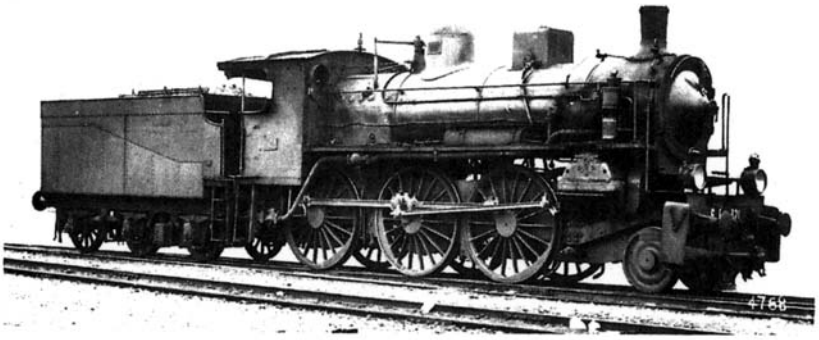
Riferimenti:
(A) = Dispositivo per la trasmissione del moto rotatorio dalle ruote agli apparati.
(B) = Meccanismo per l'inversione del movimento e per la determinazione dei gradi di ammissione del vapore (o introduzione).

Da: Le locomotive F.S. Caprotti, op. cit., pag. 24

regolare. Tutto con un'economia di carburante oscillante tra il 10% e il 20%.
Con la distribuzione Caprotti si garantiva la massima immissione di vapore nel cilindro, ad una pressione di poco inferiore a quella della caldaia. Essendo potenza, velocità e vapore strettamente correlate tra loro, con camme e valvole che si muovevano vorticosamente, si era creata la condizione ideale per avere il massimo scambio di vapore nei cilindri. Dal profilo delle camme dipendeva il "grado di introduzione"[14] del vapore.
Agendo sul grado di introduzione e sul "regolatore"[15], si poteva variare la velocità della locomotiva. Quindi il semplice cambio del profilo delle camme, consentiva di adattare il distributore alle reali ed effettive condizioni di lavoro del locomotore.
Oltre ai vantaggi sopra descritti,l'impiego della distribuzione Caprotti

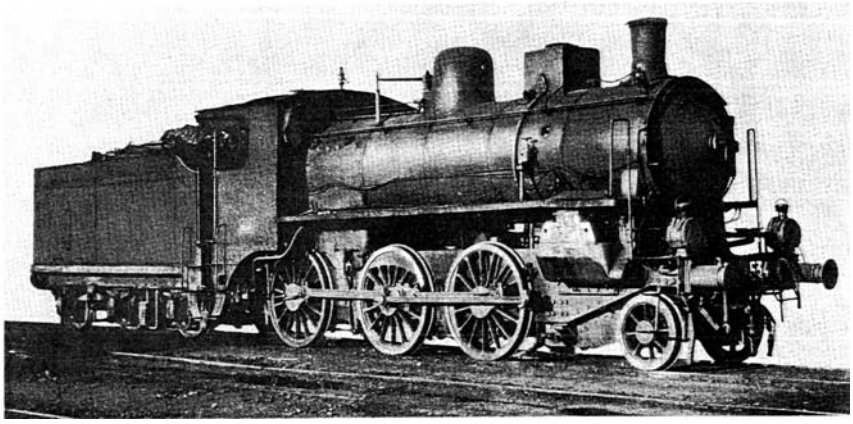
aveva evidenziato anche alcuni limiti.
Per quanto attiene la produzione, era indispensabile un alto grado di precisione dei processi di lavorazione mentre per le fasi di manutenzione e messa a punto servivano officine particolarmente attrezzate e personale qualificato.
Per esempio, per garantire la chiusura ermetica delle valvole, era necessario smerigliarne le sedi, operazione difficile e costosa.
Nelle locomotive a vapore surriscaldato, le alte temperature d'esercizio (400° C) logoravano in fretta le valvole d'introduzione che, dovendo lavorare senza un'adeguata lubrificazione di trascinamento, potevano deformarsi e ingripparsi.
Inoltre, nelle prime corse della locomotiva o dopo soste prolungate, capitava che gli ossidi formatisi nel preriscaldatore, venissero trascinati dal vapore fino al distributore.
Qui potevano inceppare lo stelo delle valvole, mettendo fuori gioco il sistema.
Così il vapore fuoriusciva tutto dal camino lasciando ferma la locomotiva. Il macchinista allora doveva intervenire percuotendo e oliando lo stelo della valvola per cercare di sbloccarlo.
Durante la corsa poi la maggiore rumorosità rispetto alla distribuzione a eccentrici, impediva al conducente di percepire la regolarità degli urti tra sedi e valvole, onde poter intervenire in caso di necessità.
Malgrado tutti questi problemi, si può comunque affermare che il bilancio costi – benefici della distribuzione Caprotti fu largamente positivo tanto che tra il 1921 e il 1933 le F.S. la montarono su oltre 400 locomotive sia di nuova generazione che trasformate, appartenenti ai gruppi 625, 640, 685, 744, 746.
Anche all'estero, come già ricordato, la distribuzione Caprotti ebbe un grande successo, se si considera che venne adottata in ben cinque Paesi d'Europa e negli altri Continenti per un totale di circa 330 locomotive[16].
Le ditte costruttrici che si occuparono della distribuzione Caprotti furono:
• Officine Meccaniche già Miami & Silvestri di Milano
• Franco Tosi di Legnano
• Officine Ferroviarie di Winterthur (Svizzera)
• William Beardmore di Londra
• American locomotive Co. di Philadelphia(USA)
Nella seconda metà degli anni '30 le F.S. procedettero ad una drastica riduzione del programma di costruzione di locomotive a vapore, a favore della nascente trazione elettrica.
Questa scelta ridimensionò il successo fin li ottenuto dal sistema

Caprotti che, nel breve volgere di 15 anni, vide così svanire la possibilità di una più estesa applicazione, rientrando mestamente nell'ombra.Quando sul finire degli anni '50, con il crescente sviluppo della trazione elettrica iniziò il progressivo accantonamento delle motrici a



Locomotiva 640 con distribuzione Caprotti

Da: Ferrovie Italiane op. cit., pag. 60



Da: Storia delle ferrovie in Italia op. cit., pag. 162

Note

vapore, le “Caprotti” furono tra le prime ad andarsene.

1. Registro atti di nascita 1881. Comune di Moscazzano
2. Registro atti di matrimonio 1880. Comune di Moscazzano
3. Libro dei battezzati dal 1880 al 1882. Archivio Parrocchiale di Moscazzano
4. Da Wikipedia, l’enciclopedia libera
5. NICO MOLINO, *Omaggio a Caprotti*, in “Il treno”, settembre 1981, pp. 34-35
6. A Rainhill, in Inghilterra, era stato bandito un concorso per individuare la macchina più idonea a percorrere la linea Liverpool – Manchester che, inaugurata il 15 settembre 1830, costituì la prima ferrovia al mondo a trazione meccanica, per il regolare servizio viaggiatori e merci. La gloriosa locomotiva vinse il concorso ad una velocità media di 28 km/h con un convoglio di 17 t; il giorno seguente da sola toccò i 48 km/h.
   A.A. V.V., *Il lungo viaggio del treno*, T.C.I., 1992, pag. 15
7. Ibid., pag. 15
8. Con la caldaia a 14 atm, la pressione sul secondo cilindro (BT) scende a circa 4 atm, cioè a circa il 30% della pressione iniziale. Affinché la locomotiva sia ben equilibrata bisogna che i due cilindri forniscano lo stesso lavoro, quindi i rispettivi volumi stiano nel rapporto inverso rispetto alla pressione. Pur garantendo risparmi di combustibile (circa 12%), di acqua (circa 10%) ed una maggior potenza d’esercizio (circa 10%), la doppia espansione determinava maggiori costi di costruzione e di manutenzione. Inoltre allo spunto poteva capitare che agisse, inizialmente, solo un cilindro, con conseguente dimezzamento della spinta. In marcia poi la zona a bassa pressione, dato l’ineguale ripartizione dello sforzo, subiva un minore logorio. In tal modo il meccanismo, mentre da una parte necessitava di manutenzione, dall’altra era ancora in discreta efficienza.
   ITALO BRIANO, *Storia della ferrovia in Italia*, vol.II, Milano, Cavallotti, 1977, pag. 72
9. Consiste nell’innalzare la temperatura del vapore in caldaia senza aumentarne la pressione, sfruttando il calore dei fumi della combustione. Il vapore prelevato dal duomo, anziché giungere direttamente ai cilindri, viene inviato nel fascio tubiero del surriscaldatore posto all’interno dei tubi bollitori. In tal modo il vapore non più saturo perché non a contatto con l’acqua, passa da 200° C a 350°C circa. Il maggior salto termico aumenta la potenza della locomotiva. Questo risultato fece tornare all’impiego dei motori a semplice espansione, più leggeri, meno voluminosi e costruttivamente meno costosi.
   ITALO BRIANO, op. cit., pag. 116
10. Nel decennio 1910-1920 l’ing. Attilio Franco studiò a fondo il preriscaldamento dell’acqua. Nel 1936 le F.S. sperimentarono l’idea, ma l’ingegnere morì. Gli studi vennero ripresi dall’ing. Piero Crosti e finalmente, nel 1938, le F.S. decisero di applicare il sistema Franco-Crosti: l’acqua fredda dal tender, prima di giungere in caldaia, veniva immessa in uno scambiatore termico alimentato dal calore sia del vapore esausto in uscita dai cilindri che del gas di scarico della combustione. Si otteneva così un risparmio di carbone del 15%-20%. Le notevoli dimensioni del preriscaldatore modificarono molto l’estetica delle macchine, che furono dotate di carenatura integrale aerodinamica però molto ingombrante e d’impiccio alla manutenzione, specie di ruote e cilindri. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, queste voluminose armature vennero rimosse. Rimasero i due riscaldatori laterali. Successivamente fu sperimentata la soluzione di un unico riscaldatore posto sotto la caldaia, come nel caso delle locomotive 741, rimaste in servizio fino alla prima metà degli anni ’70.
11. G. STAGNI, *100 anni di storia delle FS.: un quadro di sintesi. Acqua, carbone, energia: la locomotiva a vapore,*Stagni web
12. ITALO BRIANO, op. cit., pag. 116
13. G. FRANCO FERRO – MARIO ZENATI, *Le locomotive F.S. Caprotti*, Finale

ligure,Ferro, 1981 , pp. 9 e segg.

14. L'eventuale trafilamento crea cattivo funzionamento per l'indurimento dell'olio a contatto con il vapore lungo il gambo delle valvole.
15. Valore % della corsa dello stantuffo all'interno del cilindro, dove è introdotto il vapore.
16. Valvola comandata dal macchinista. Controlla la quantità di vapore prelevato dal duomo e inviato al distributore.

Bibliografia

1. A.A. V.V., *Il lungo viaggio del treno*, Touring Club Italiano, 1992
2. PIERO BERENGO GARDIN, *Ferrovie italiane*, Ente Ferrovie dello Stato, 1988
3. ITALO BRIANO, *Storia delle ferrovie in Italia*,vol.II, Milano, Cavallotti, 1977
4. G. CORBELLINI, *Ing. Arturo Caprotti*, in "I tecnici nei cento anni delle ferrovie italiane", C.I.F.I., marzo 1938
5. GIOVANNI CORNOLÒ, *Locomotive a vapore*, Parma, E. Bertorelli, 1998
6. GIOVANNI CORNOLO-G.F. BERTO,740,*La locomotiva d'Italia*, Degi, 2006
7. G. FRANCO FERRO – MARIO ZENATI, *Le locomotive F.S. Caprotti*, Finale Ligure, Ferro, 1981
8. GIUSEPPE GIOVANNELLI, *Descrizione della distribuzione a valvole Caprotti per macchine a vapore reversibili*, Firenze, Ferrovie dello Stato, 1947
9. E. MASCHERPA – G. GUIDO TURCHI, *La regina delle locomotive – Storia del gruppo 685*, Salò, ETR, 1986
10. NICO MOLINO, *Omaggio a Caprotti*, in "Il treno", numero speciale, settembre 1981
11. G. STAGNI, *100 anni di storia delle F.S.:un quadro di sintesi,*www.miol.it/stagniweb
12. WIKIPEDIA, enciclopedia libera, *Arturo Caprotti*, Internet, 2007