

SBPT - 000136498







d/ PM 625.1 Fer

SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL  
POLITECNICO DI TORINO  
18. LUG 1995  
ARCHITETTURA  
INVENTARIO N°

U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D.C. 20535  
JUL 18 1952  
RECEIVED

# LA ELETTRIFICAZIONE DELLA FERROVIA TORINO·LANZO·CERES



*04-10-11*

OTECA

*452*

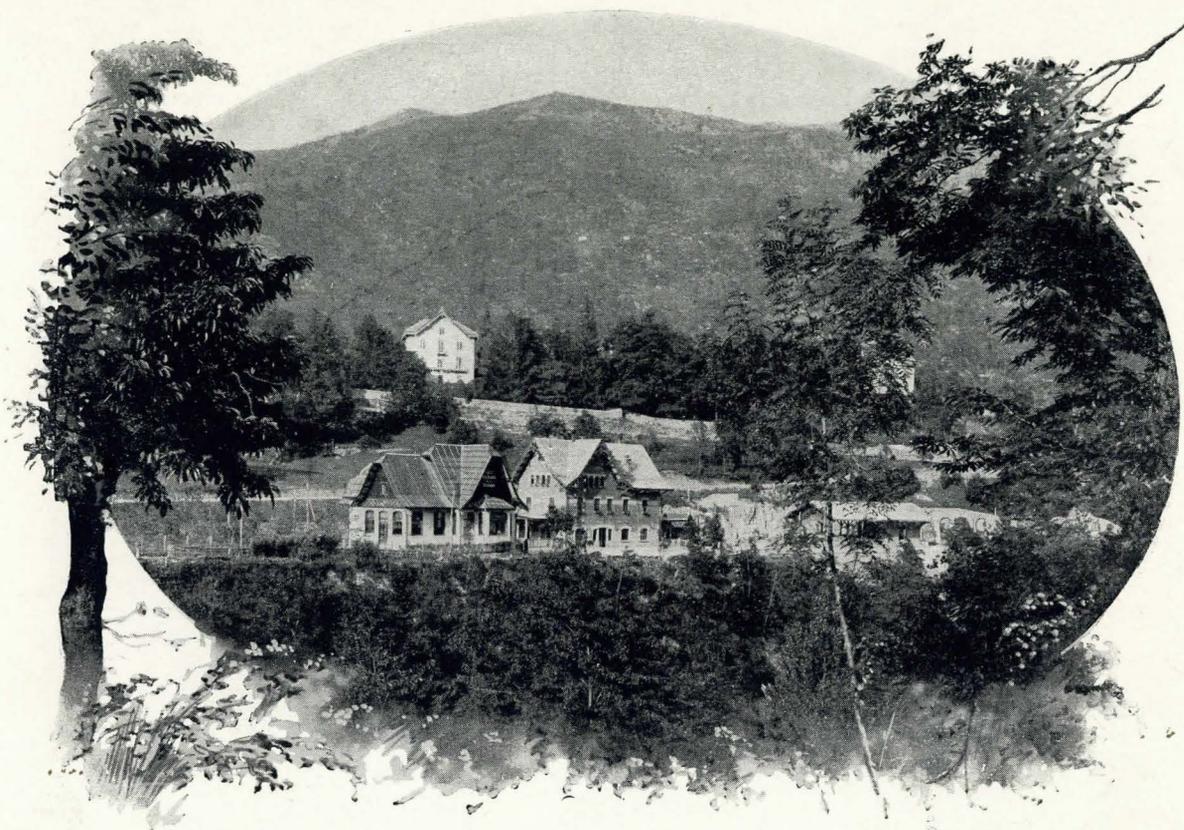
ARCHITETTURA

ICO - TORINO

iggio della Ferrovia Torino-Valli di Lanzo

Tecnomasio Italiano Brow-Boveri



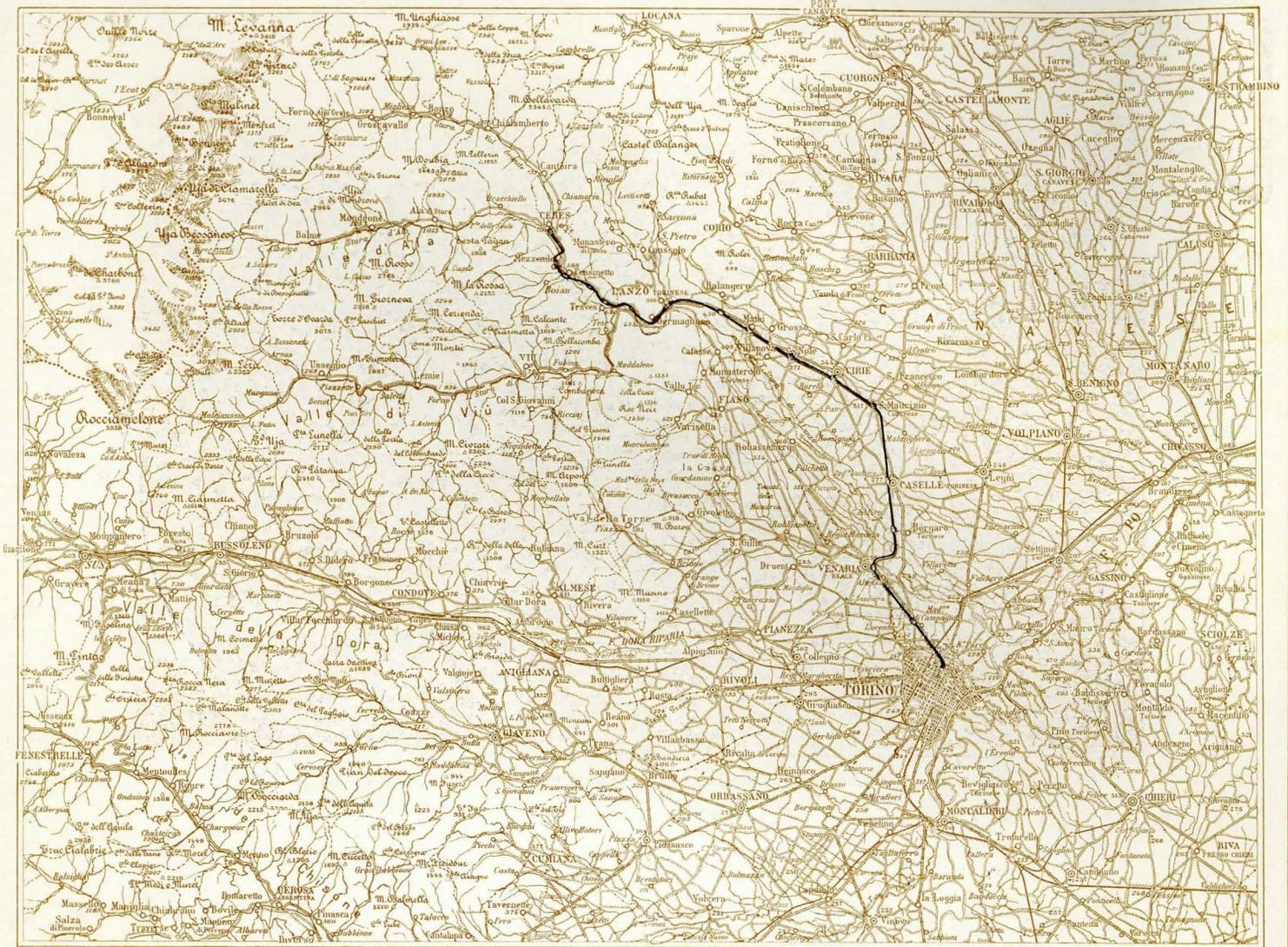


*Stazione capolinea di Ceres.*

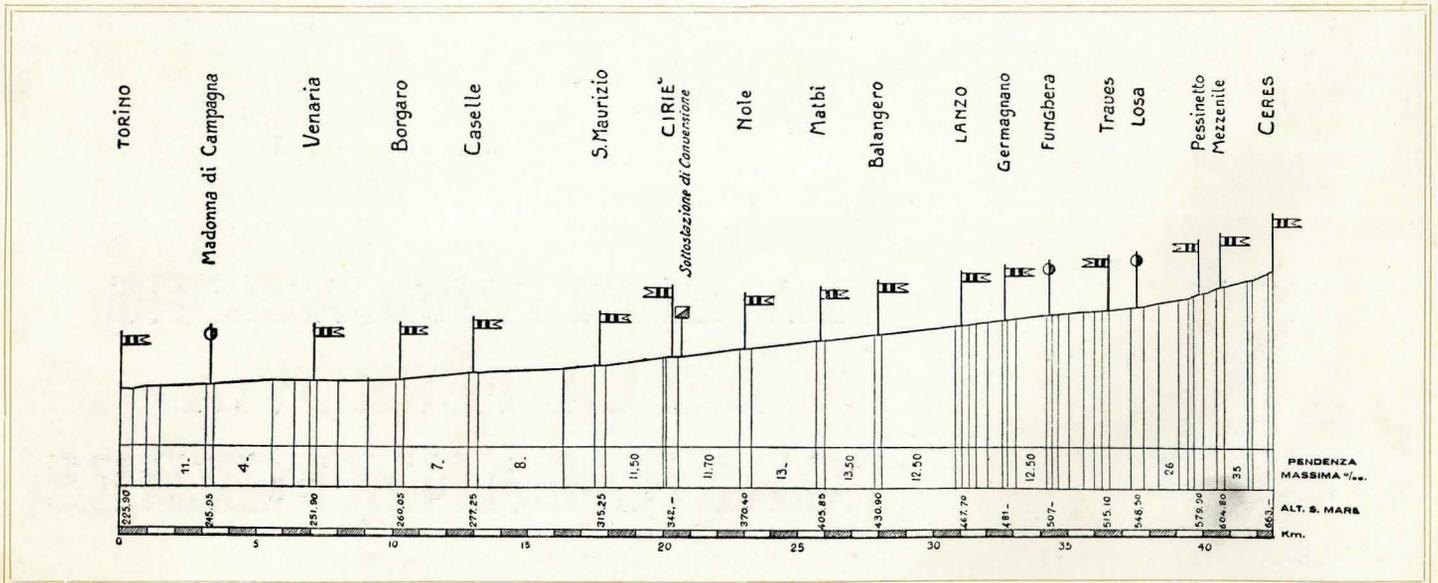
POLITECNICO DI TORINO  
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA  
BIBLIOTECA  
CASTELLO DEL VALENTINO

# LA ELETRIFICAZIONE DELLA FERROVIA TORINO-LANZO-CERES

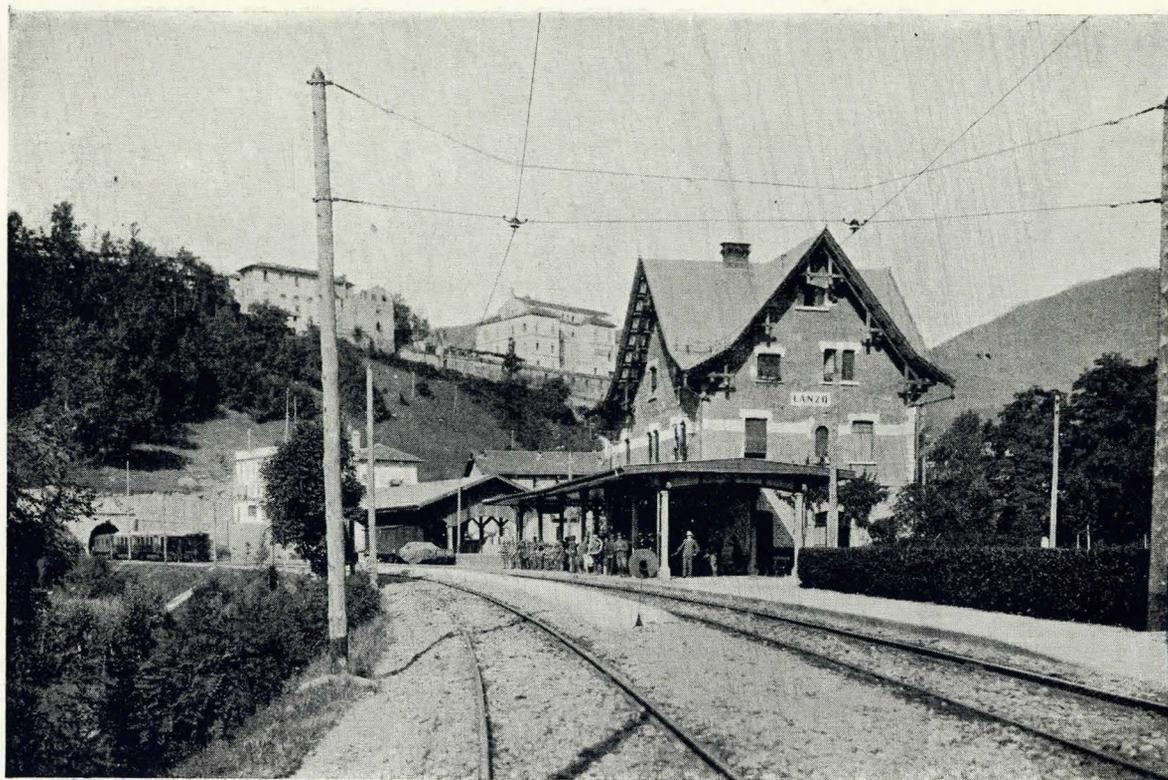
# FERROVIA TORINO-LANZO-CERES



Planimetria.



Profilo longitudinale



Stazione di Lanzo.

POLITECNICO DI TORINO  
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA  
BIBLIOTECA



*enni storici.* — Le tre valli di Lanzo, che si addentrano nelle Alpi Cozie fra la Valle di Susa e quella dell'Orco (Ceresole Reale), sono preferite dai Torinesi per villeggiature e per gite, sia per le naturali bellezze, sia per la vicinanza alla città. Esse hanno per la profondità di oltre 30 Km. tutte le caratteristiche della media ed alta montagna, e sono percorse da comode strade carrozzabili, che raggiungono i 1800 metri di altitudine. Gli alpinisti vi trovano largo campo alle loro escursioni, essendo le tre valli chiuse dalla catena delle Alpi con vette molto interessanti, quali il *Rocciamelone* (m. 3538), la *Croce Rossa* (m. 3567), la *Besbanese* (m. 3632), la *Ciamarella* (m. 3676), la *Levanna* (m. 3619) e molte altre minori.

La ferrovia, attraversando una zona eminentemente industriale ed agricola, giungeva fin dal 1876 a Lanzo, cioè all'ingresso delle valli, con percorso di Km. 31,1 da Torino.

Nell'ottobre 1913 furono iniziati i lavori per il nuovo tronco Lanzo-Ceres di Km. 11,7, che fu aperto interamente all'esercizio il 17 giugno 1916. Questo tronco, che percorre una zona montana molto pittoresca, presenta notevoli caratteristiche.

I fabbricati viaggiatori, in uno stile unico, proporzionati all'importanza delle stazioni, sono, con tutti i fabbricati sussidiari, intonati alle naturali bellezze dei luoghi.

Le gallerie sono cinque, di cui la minore della lunghezza di m. 66 e la maggiore di m. 243.

Vi sono poi importanti opere d'arte per gli attraversamenti del torrente Stura, e cioè:

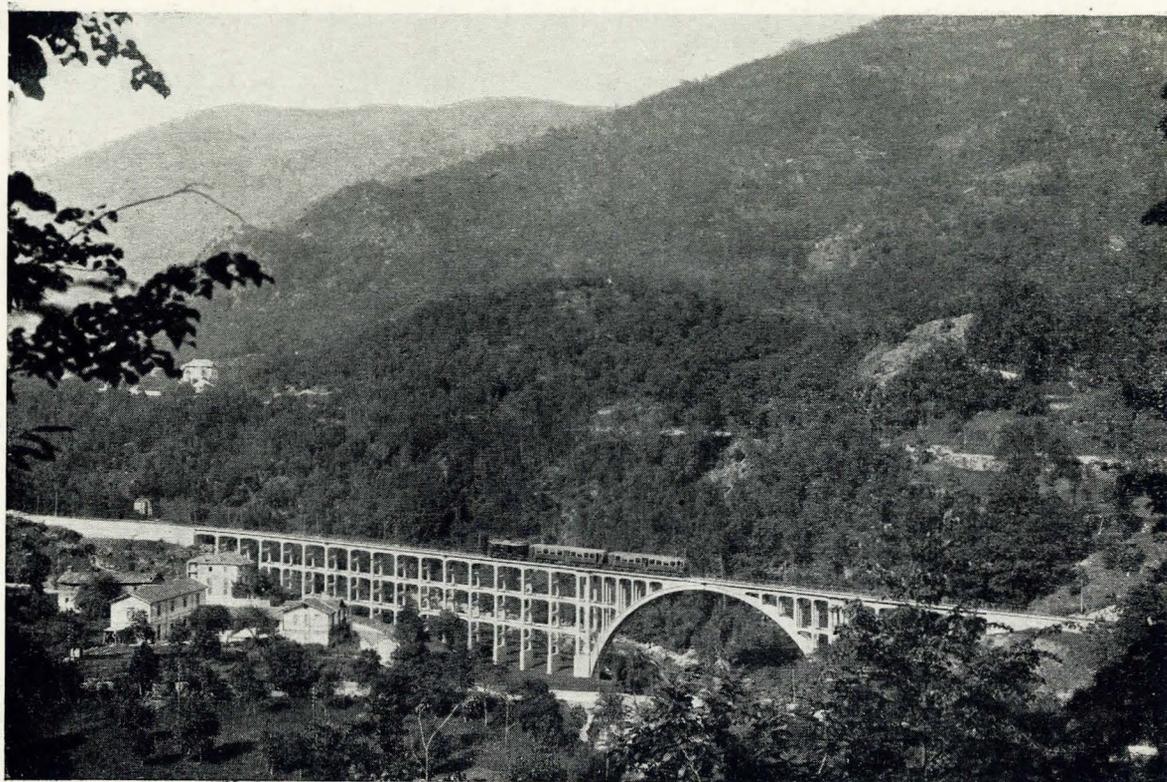
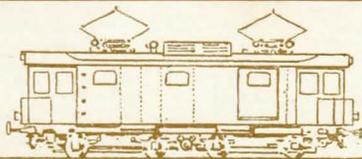
un ponte in muratura a quattro luci di m. 17 e due di m. 6;

due ponti a due luci di m. 17;

un ponte in cemento armato ad una sola arcata con luce di m. 40 e freccia di m. 3,90;

un viadotto in muratura con un arco di m. 30, dodici di m. 8 e quattro di m. 6;

un grande viadotto in cemento armato della lunghezza di m. 198, formato da un arco a pieno centro di m. 50 di luce, e da una serie di travate.



*Viadotto in cemento armato presso Ceres.*

Le opere in cemento armato vennero eseguite dalla Ditta Porcheddu di Torino.

La ferrovia congiunge così la città di Torino coll'abitato di Ceres, a 700 metri sul mare, mediante un percorso di soli Km. 42,8.

L'intenso movimento viaggiatori e merci aveva da tempo persuaso l'Amministrazione della ferrovia dell'opportunità di trasformare la trazione da vapore in elettrica, e tale trasformazione, già decisa, avrebbe avuto la sua realizzazione contemporaneamente al prolungamento fino a Ceres, se la guerra non avesse sospeso le trattative con le ditte fornitrici. Tuttavia l'idea non fu abbandonata, e dopo molti tentativi falliti per ottenere il finanziamento, finalmente con un aumento di capitale da L. 2.300.000 a L. 10.000.000, effettuato nel 1918, fu possibile concretare l'importante lavoro.

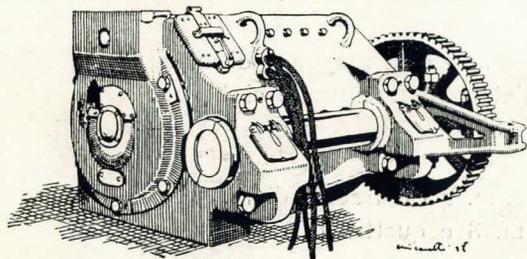
*Dati tecnici dell'impianto.* — La linea ferroviaria, partendo da Torino alla quota di m. 225 s. m., è tutta in salita, salvo un breve tratto di m. 600 in contropendenza prima del Km. 7 presso Venaria Reale, e può dividersi nei quattro seguenti tronchi :

*Torino-Ciriè* : Km. 20,2 : pendenza media 8,3 ‰ ;

*Ciriè-Lanzo* : Km. 10,9 : pendenza media 12,7 ‰ ;

*Lanzo-Pessinetto* : Km. 8,8 : pendenza media 19 ‰ ;

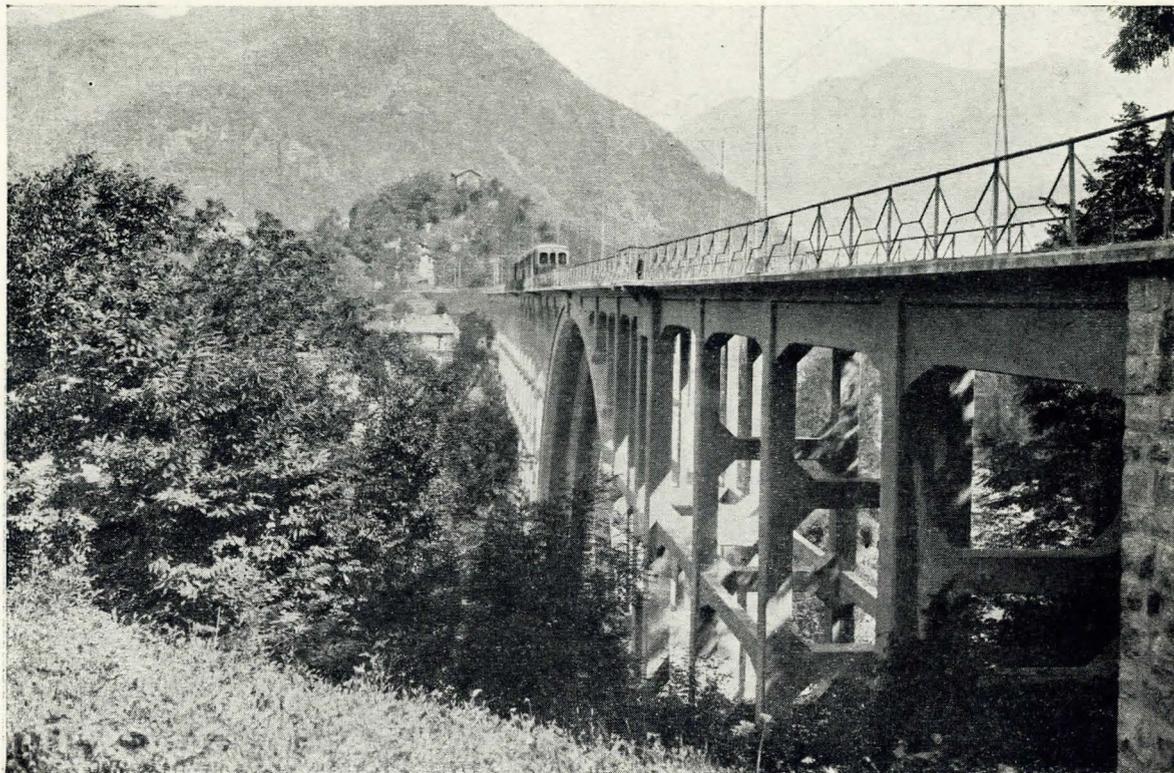
*Pessinetto-Ceres* : Km. 2,9 : pendenza 35 ‰ .



*Locomotore. — Motore di trazione.*

La linea, a scartamento normale, è allacciata alle Ferrovie dello Stato nella stazione di Torino Dora, e possiede 10 Km. di doppio binario fra Borgaro e Ciriè, essendo a semplice binario per tutto il rimanente sviluppo.

Nel tronco Torino-Lanzo, che ha curve con raggio minimo di m. 400, l'armamento è fatto con rotaie da Kg. 30 per metro



Viadotto presso Ceres. — Scorcio.

lineare tipo F.S.O.II.; nel tronco Lanzo-Ceres, con curve di raggio minimo di 200 metri, l'armamento è da Kg. 36 con rotaie tipo R.A. 36 S. Nel nuovo tronco Lanzo-Ceres sono stati aboliti i passaggi a livello.

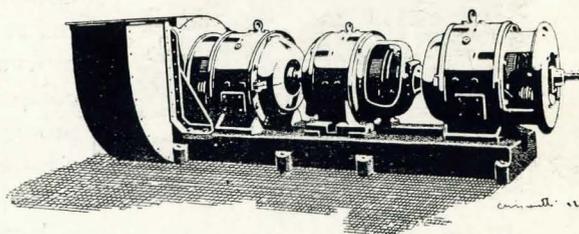
Fra le varie soluzioni possibili per la elettrificazione venne scelta quella della corrente continua, che fu adottata a 4000 volt, allo scopo di ridurre ad una sola le sottostazioni di conversione, e di economizzare nel rame, pur non eccedendo nei limiti normali di tolleranza per la caduta di tensione; si è con ciò proceduto al primo esperimento di trazione a corrente continua a così alta tensione. L'impianto, eseguito interamente dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri nelle sue Officine di Milano, fu improntato al principio della più stretta economia, senza trascurare tuttavia le caratteristiche di sicurezza e facilità d'esercizio.

L'ordinazione al Tecnomasio venne data nel maggio 1918, e l'inizio del servizio ebbe luogo nell'ottobre 1920.

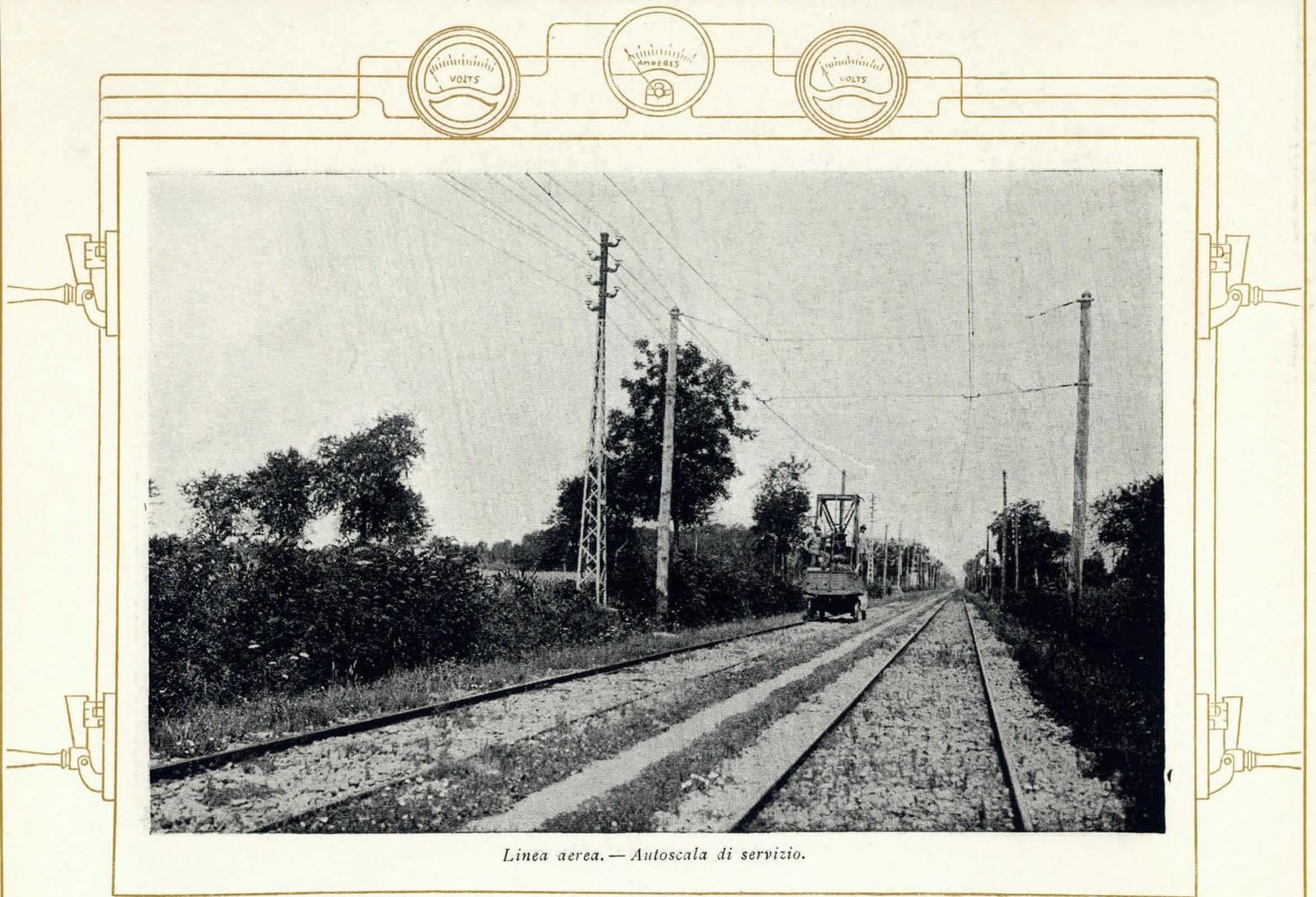
*Sottostazione di conversione.* — La sottostazione è stata costruita a Ciriè, cioè a metà circa della linea. Essa copre un'area di m<sup>2</sup> 483, con lati di m. 32,2 e m. 15 ed ha una cubatura di circa m<sup>3</sup> 5550.

L'energia viene fornita dalla S. A. Elettricità Alta Italia sotto forma di corrente trifase, mediante una delle due terne a 22.000 volt, 50 periodi, provenienti da Funghera, in Valle di Lanzo, che passano presso la sottostazione. La derivazione è fatta in modo che, mediante manovre di smistamento nella sottostazione di Ciriè, vi è la possibilità di alimentazione sia dalla centrale idroelettrica di Funghera che dalla centrale termica di Torino.

L'energia a 22.000 volt viene trasformata nella sotto-



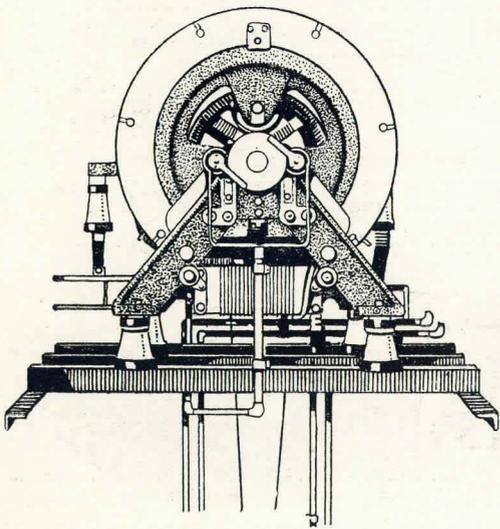
Locomotori. — Gruppello di conversione.



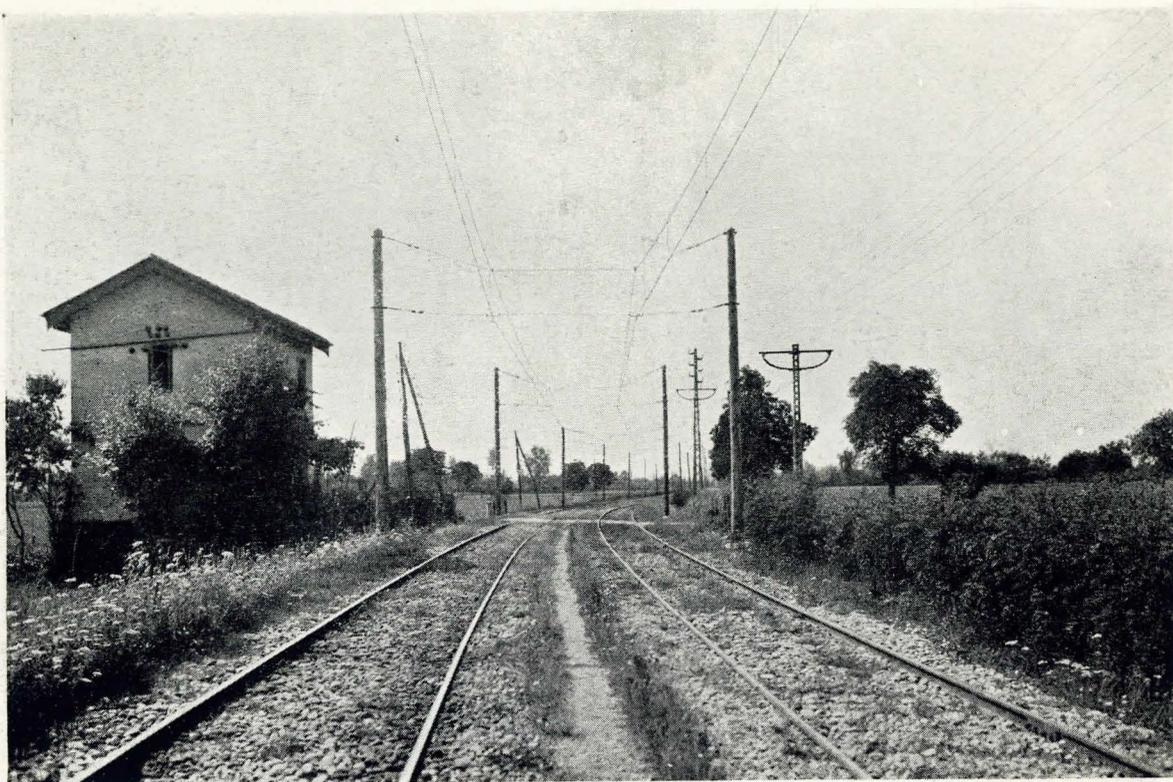
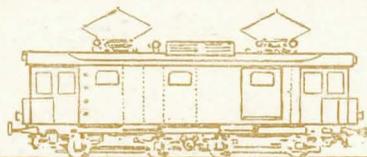
*Linea aerea. — Autoscala di servizio.*

stazione a 500 volt mediante due trasformatori trifasi in olio, a raffreddamento naturale, della potenza ognuno di 800 KW. Una presa a 250 volt sul secondario serve per l'avviamento del motore sincrono del gruppo convertitore. Questo è costituito da un insieme di cinque macchine coassiali montate su uno stesso albero a 1000 giri al minuto primo e cioè: il motore sincrono trifase nel centro, due dinamo generatrici in serie, poste una per parte del motore, e due eccitatrici, una per il motore, l'altra per le dinamo, portate di sbalzo agli estremi del gruppo.

Il motore sincrono trifase, capace di sviluppare la potenza di 716 KW in servizio continuo, si avvia come motore asincrono alla tensione di 250 volt e mediante apposito commutatore viene inserito sui 500 volt appena raggiunge la velocità di sincronismo. Le due dinamo generatrici, collegate in serie fra di loro, capaci ciascuna della potenza di 325 KW, in servizio continuo alla velocità di 1000 giri al minuto primo, e di potenza doppia per 5 minuti, producono ognuna corrente alla tensione di 2000 volt. Esse sono a 4 poli principali e quattro ausiliari, ad eccitazione indipendente e controcompound. L'eccitazione indipendente è data dalla dinamo eccitatrice a 60 volt, e sulla sua eccitazione agisce il regolatore automatico Brown Boveri che provvede a mantenere la tensione costante; l'eccitazione controcompound entra in giuoco in caso di corto circuito allo scopo di proteggere le dinamo contro gli archi. La dinamo eccitatrice del sincrono ha nel proprio campo alcune spire in serie con la linea principale delle dinamo principali, in modo che con l'aumentare del carico delle dinamo si ottiene automaticamente una maggiore eccitazione del motore sincrono a vantaggio del fattore di potenza



*Interruttore principale.*



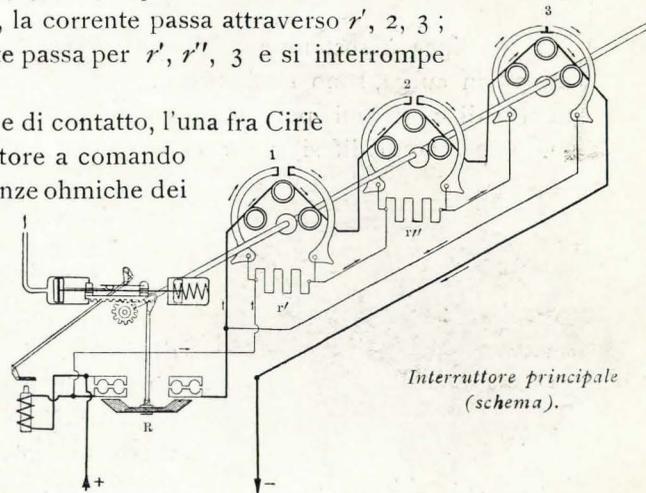
*Linea aerea in una curva.*

della rete. Attualmente la sottostazione possiede due gruppi convertitori, con previsione e possibilità d'impianto di un terzo.

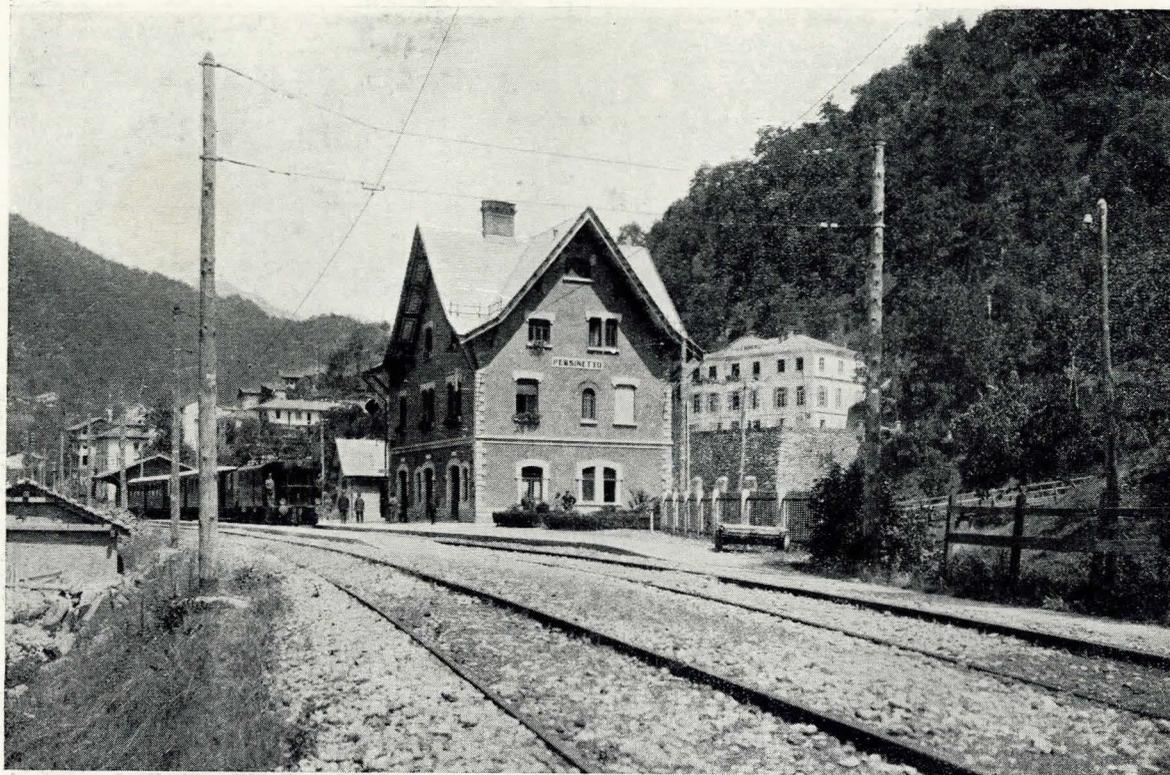
Sono notevoli nell'apparecchiatura dei quadri sulla corrente continua i regolatori automatici di tensione tipo Brown-Boveri e gli interruttori principali a massima con apparecchio rompiarco, qui adottati per la prima volta sull'alta tensione continua. Questi interruttori, indicati nello schema, sono caratterizzati dalla interruzione multipla e successiva del circuito con inserzione graduale di resistenze per modo da ridurre l'arco che si formerebbe all'apertura dell'interruttore propriamente detto. Questo, indicato nello schema con R, aprendosi comanda mediante albero a cames la successiva apertura dei tre contatti a corna di alluminio 1, 2, 3. I due primi sono shuntati dalle resistenze ohmiche  $r'$  ed  $r''$  per modo che, apertosi R e le corna 1, la corrente passa attraverso  $r'$ , 2, 3; quando si aprono successivamente le corna 2 la corrente passa per  $r'$ ,  $r''$ , 3 e si interrompe definitivamente il circuito all'aprirsi delle corna 3.

Dalle sbarre a 4000 volt verso terra partono le due linee di contatto, l'una fra Ciriè e Torino, l'altra fra Ciriè e Ceres. Un apposito interruttore a comando elettro-magnetico serve a provare separatamente le resistenze ohmiche dei due tronchi di linea prima di metterli sotto tensione.

L'apparecchiatura trifase è protetta mediante scaricatori a cilindretti Würtz ed interruttori tripolari automatici di massima in olio. La parte a corrente continua è protetta mediante bobine di selfinduzione e scaricatori a corna. Su ogni linea partente è inserito un interruttore automatico a massima del tipo descritto, ed uno di questi è inoltre inserito su ogni macchina prima delle sbarre a 4000 volt.

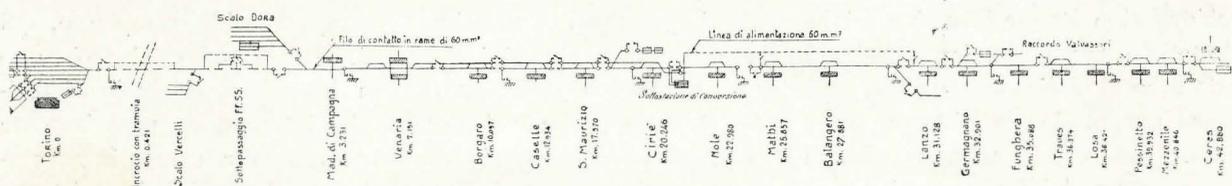


*Interruttore principale (schema).*



Stazione di Pessinello.

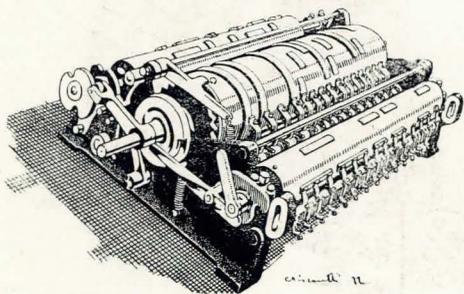
*Linea di contatto.* — La linea di contatto, in rame, ha la sezione di  $60\text{ mm}^2$ , che si raddoppia nel tratto a doppio binario Ciriè-Borgaro (Km. 10); nel tratto Ciriè-Ceres è tirato un feeder fra Ciriè e Lanzo (Km. 11) della medesima sezione del filo di contatto, per compensare la caduta di tensione nel tratto oltre Lanzo.



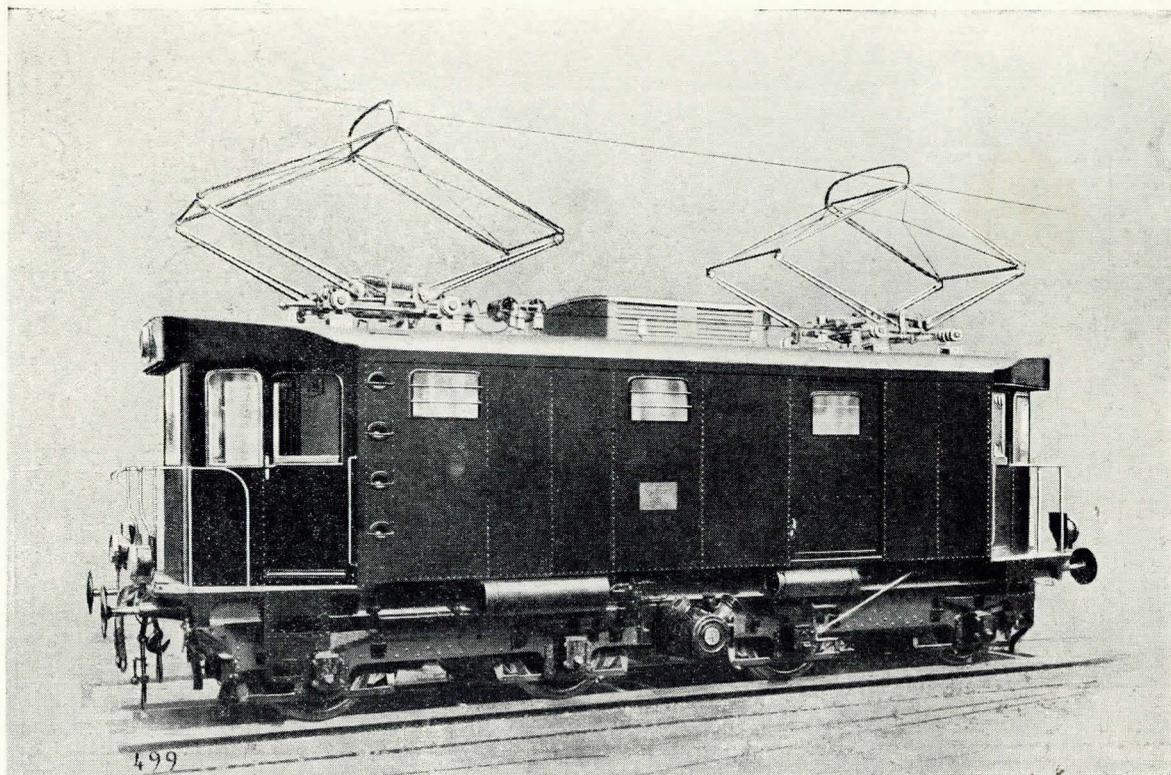
Disposizione schematica della linea di contatto.

La linea è sostenuta mediante palificazione in legno. I pali, alla distanza di m. 50 in rettilineo e m. 35 in curva, sono stati, previa carbonizzazione esterna della base, posati entro terra con rivestimento di ciottoloni per una profondità di circa m. 1,70; hanno un'altezza minima complessiva di m. 9,20 e sono difesi a fior di terra con un blocco di calcestruzzo di circa mezzo metro cubo. Sono inoltre incatramati per 30 cm. fuori di detto blocco ed alla punta. Il loro diametro è di circa 35 cm. alla base e 20 cm. in punta.

La sospensione, a catenaria semplice con corda portante in acciaio della sezione di  $\text{mm}^2$  34,5 e pendini pure in filo d'acciaio, è sostenuta nel tratto a doppio binario da trasversali in filo di acciaio di 6 mm. di diametro, con doppia palificazione; nel tratto a semplice binario, in parte col medesimo sistema e in parte con mensole in ferro profilato ad U. La corda portante è sostenuta da mensole attraverso un isolatore in porcellana a doppia campana con calotta in ghisa. Per evitare le oscillazioni del filo di contatto, esso è guidato



Locomotori. — Controller.



*Locomotore.*

dalle aste laterali fissate ai pali mediante collari ed isolatori in porcellana a doppia campana. Nelle stazioni il filo di contatto è sostenuto, senza corda portante, da trasversali in filo d'acciaio coll'interposizione di supporti isolati all'attacco del filo e di isolatori a noce all'ancoraggio dei trasversali.

In prossimità di ogni stazione vi è un interruttore che permette d'isolare il filo di contatto verso il capolinea.

Per la manutenzione della linea di contatto si adottò un'autoscala con motore a benzina.

*Locomotori.* — I locomotori per ora sono cinque ed hanno le seguenti caratteristiche:

*Parte meccanica:*

- Lunghezza fra i respingenti mm. 12.800.
- Distanza fra i perni dei carrelli mm. 4900.
- Interasse rigido dei carrelli mm. 2400.
- Diametro delle ruote motrici mm. 980.
- Peso totale aderente tonn. 42.

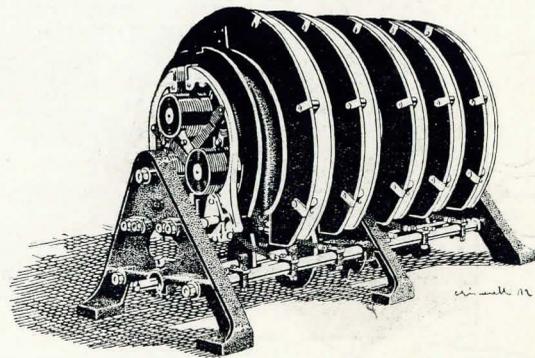
*Equipaggiamento elettrico:*

4 motori serie a corrente continua, ognuno con potenza oraria di 140 HP alla velocità di 660 giri al minuto primo, alla tensione di 1800 volt ai morsetti.

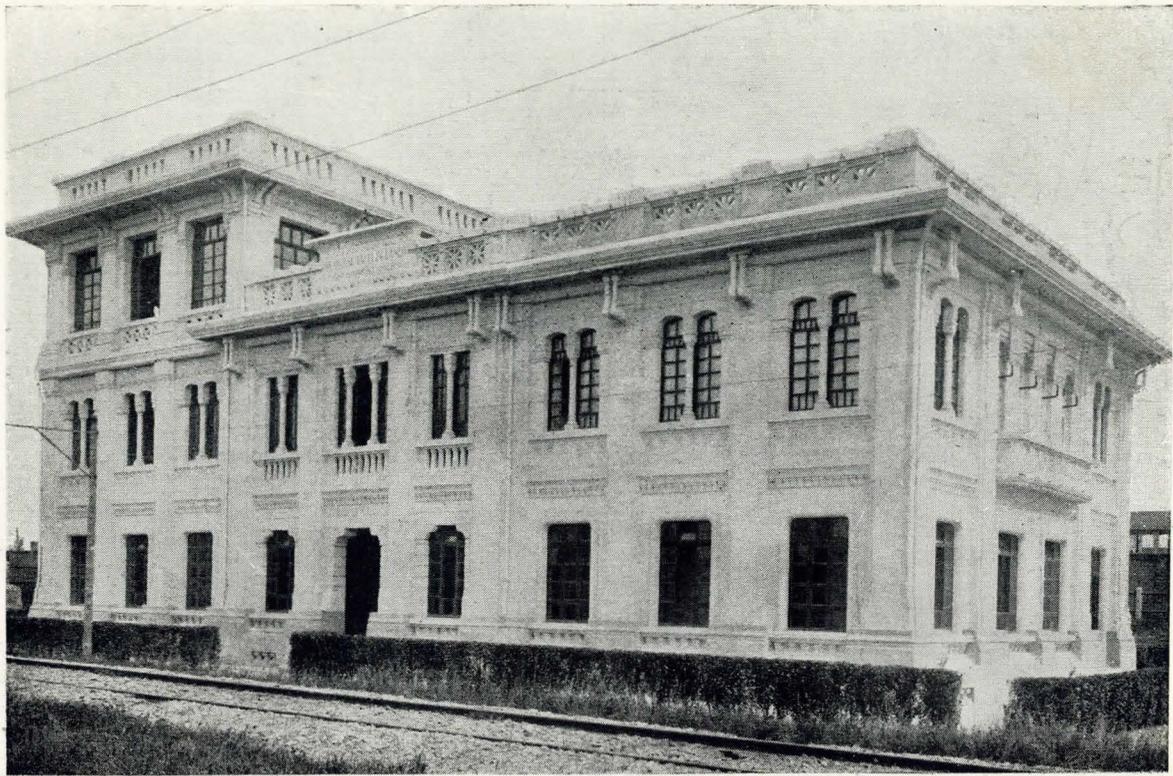
Velocità in corrispondenza della potenza oraria 31.8 Km./ora.

Rapporto di riduzione degli ingranaggi 1: 3,95.

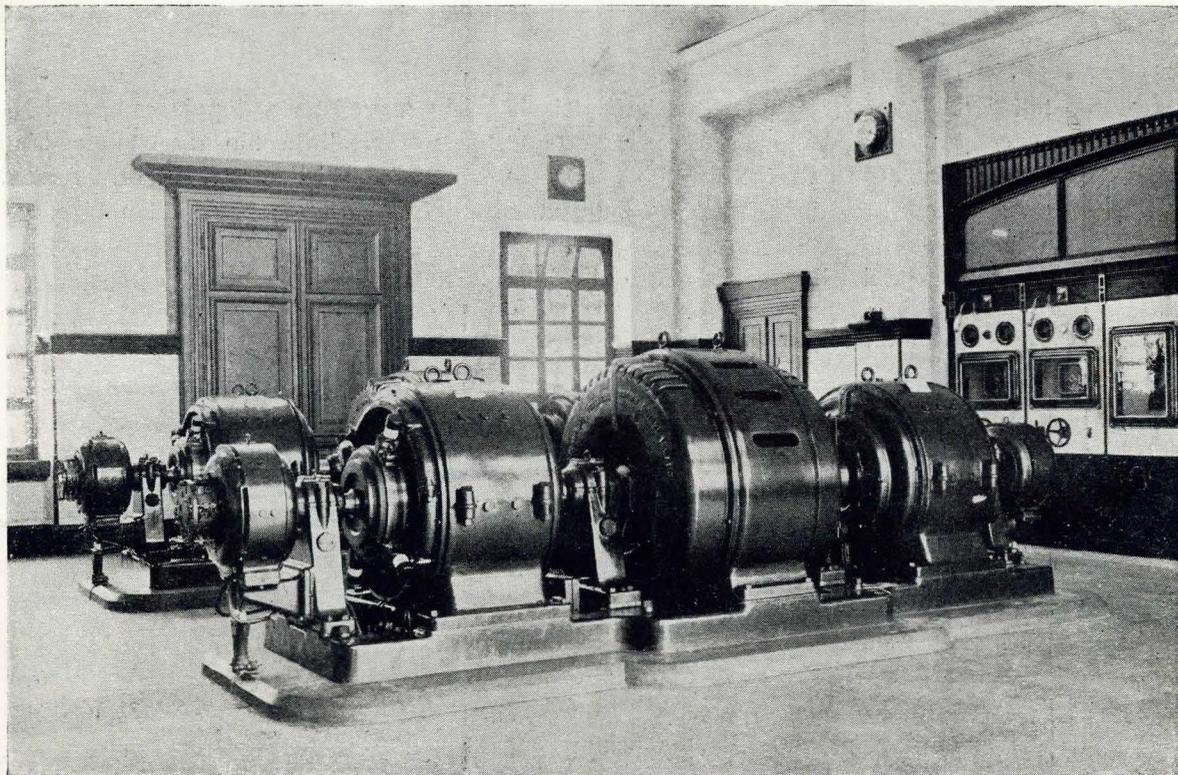
Velocità massima di marcia con campo indebolito 65 Km./ora.



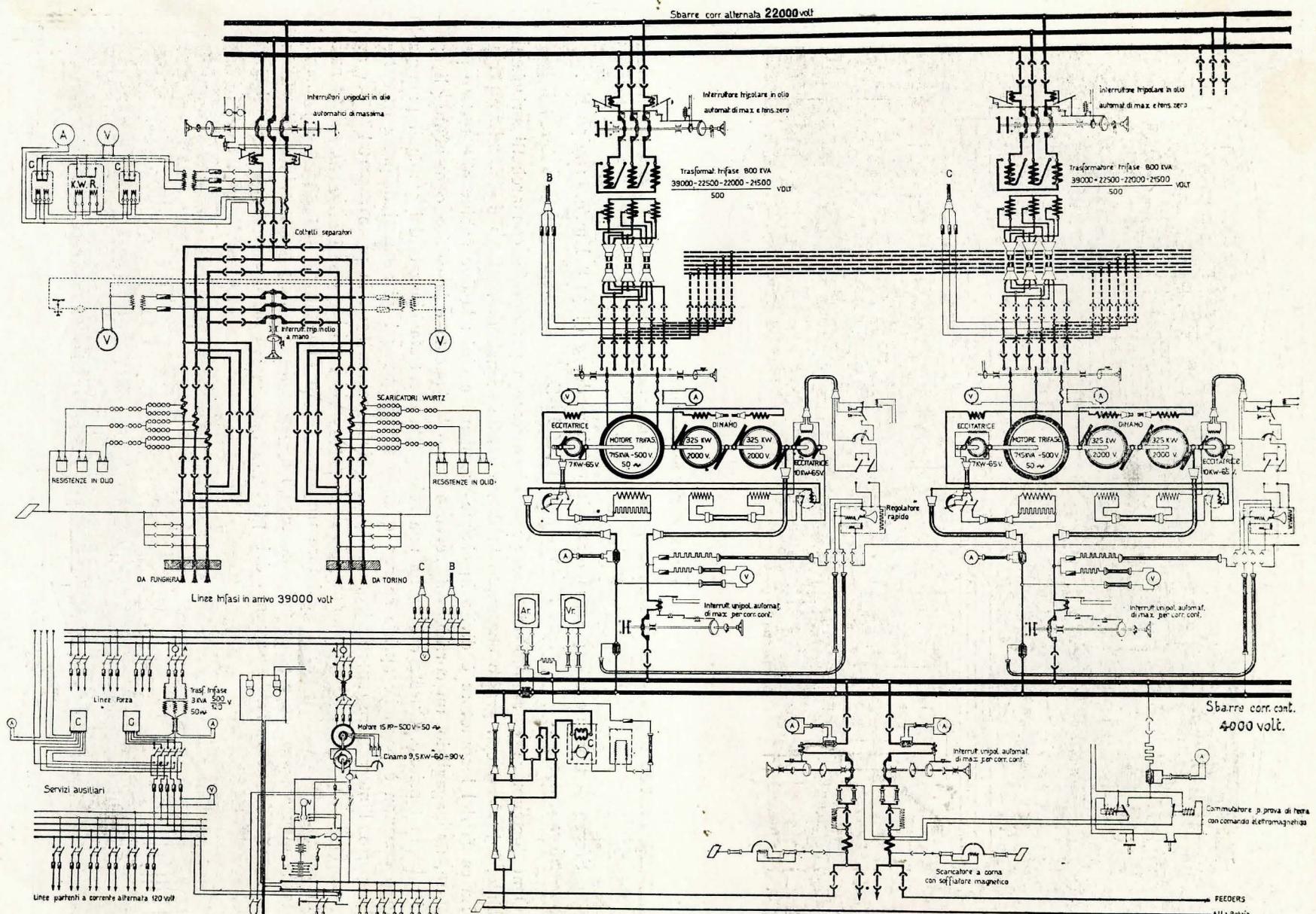
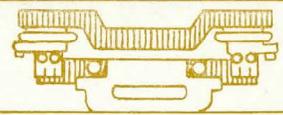
*Locomotori. — Rompiarco.*



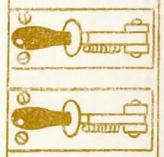
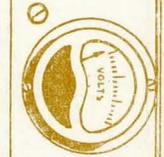
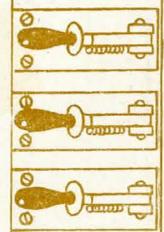
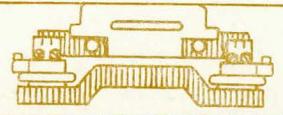
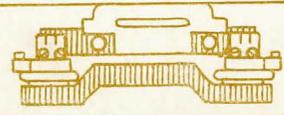
*Sottostazione di conversione.*

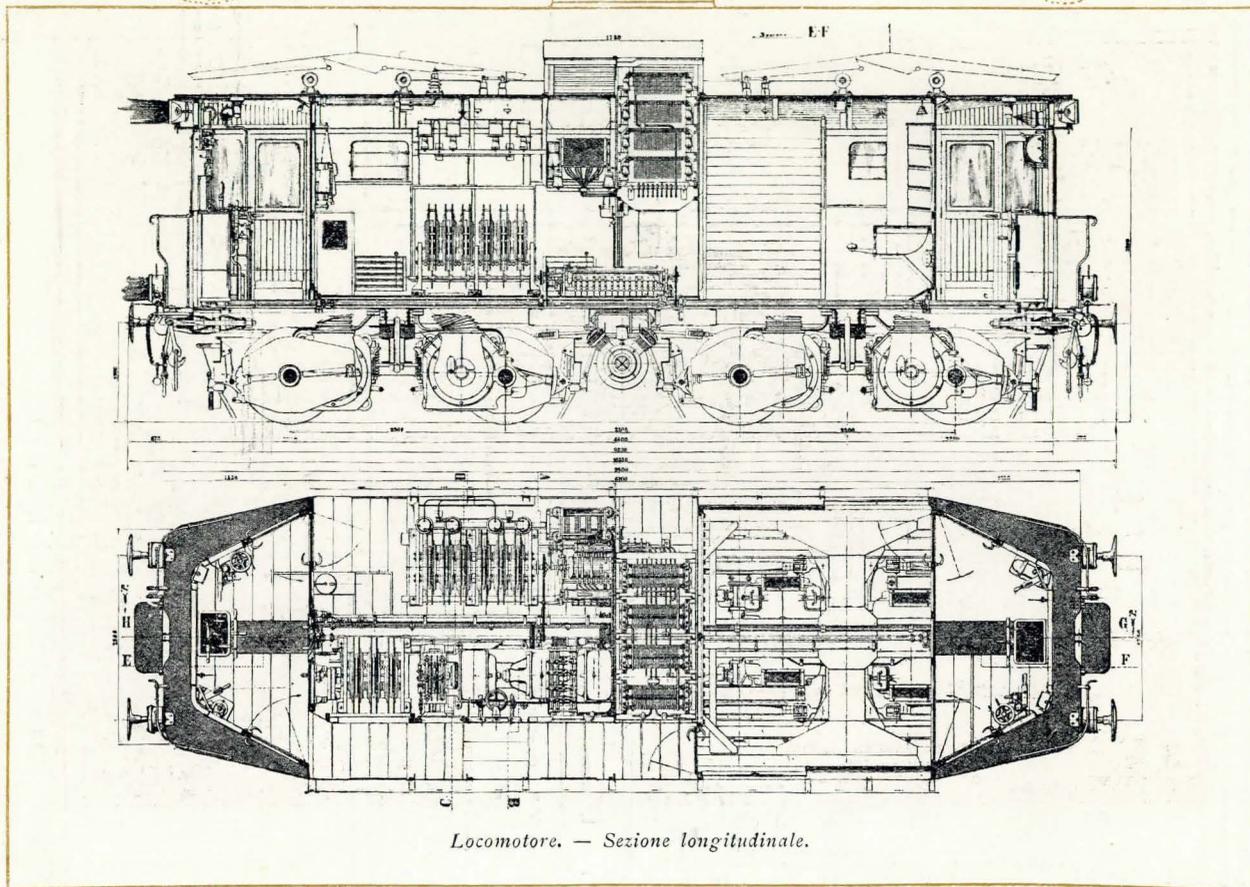


*Sottostazione. — Sala macchine.*



FERROVIA TORINO-CIRIÈ VALLI DI LANZO  
SCHEMA DELLE CONNESSIONI PER LA SOTTOSTAZIONE CONVERTITRICE





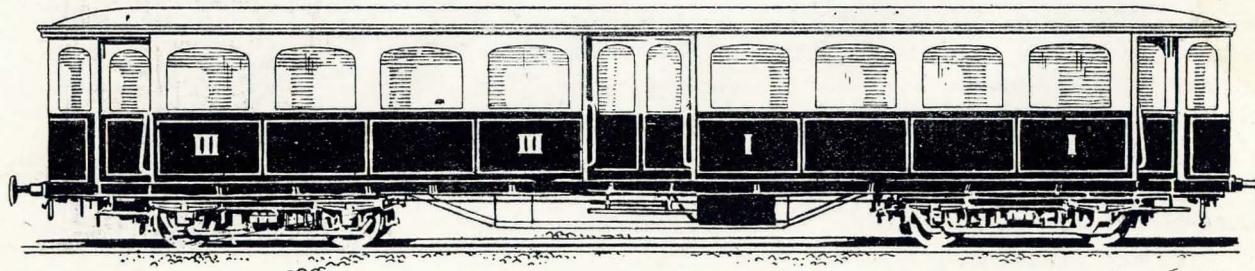
Locomotore. — Sezione longitudinale.

Sforzo di trazione alla potenza oraria in corrispondenza di 31,8 Km./ora: 4650 Kg.  
 Sforzo massimo di trazione all'avviamento 9300 Kg.

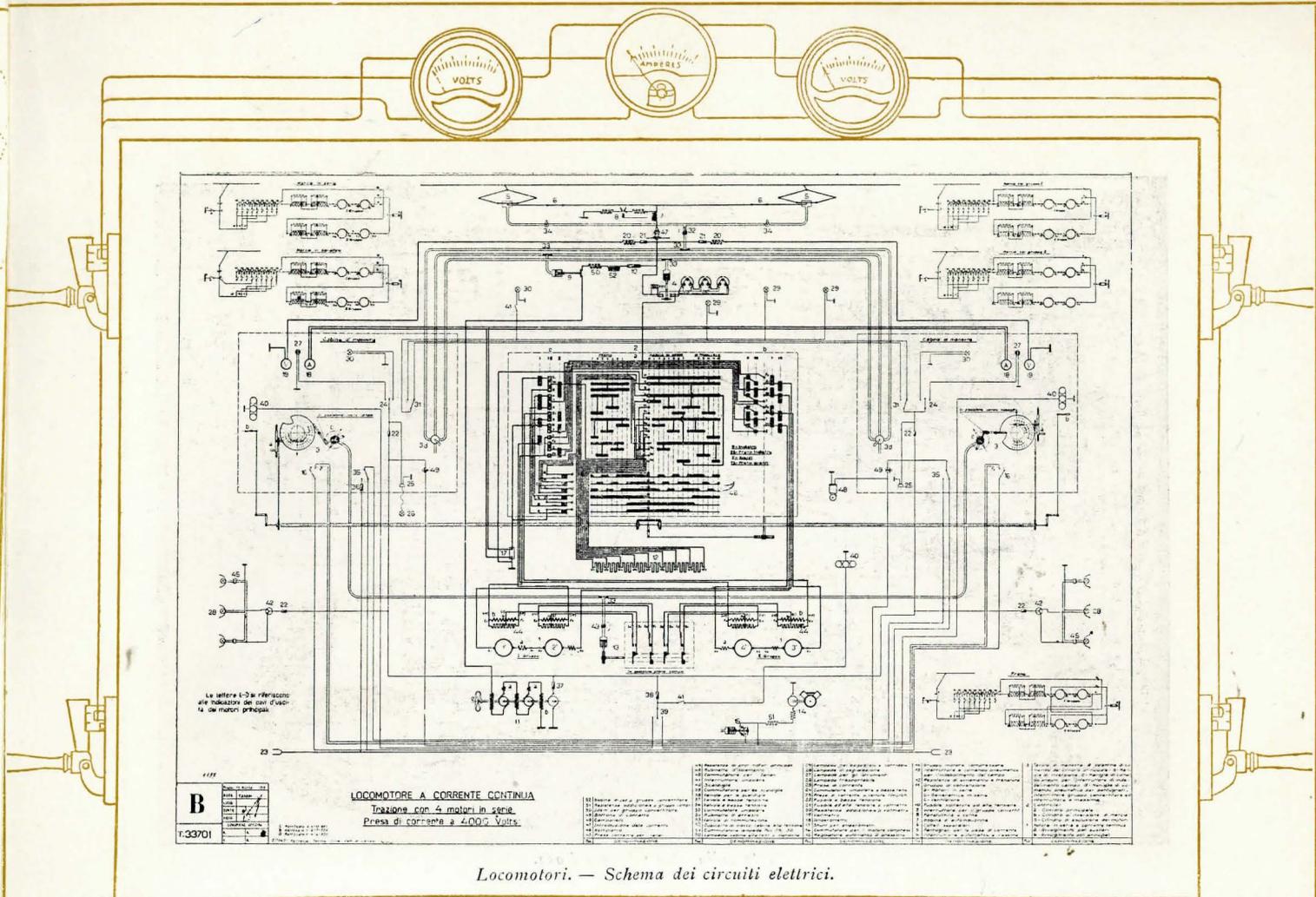
Ogni locomotore è munito di due prese di corrente a pantografo, con archetti striscianti in alluminio, lubrificati con grasso contenuto in due apposite scanalature.

La cassa del locomotore è divisa in cinque scomparti e cioè: la due cabine alle testate per il guidatore, un bagagliaio, un corridoio di servizio lungo la fiancata e la cabina contenente gli apparecchi ad alta tensione. Questa cabina ha una sola porta d'entrata bloccata dai comandi pneumatici in modo che non è possibile aprirla se non quando sono abbassati gli archetti di presa di corrente ed è aperto l'interruttore automatico. Le pareti della cabina sono in parte asportabili per avere maggiore facilità di montaggio e smontaggio degli apparecchi per i lavori di revisione e manutenzione.

In ognuna delle cabine per il guidatore trovasi il tavolo di manovra, dal quale si comandano a distanza meccanicamente e pneumaticamente gli apparecchi contenuti nella cabina ad alta tensione, il sollevamento o l'abbassamento dei pantografi, la messa in marcia o l'arresto del gruppo



Vettura M.A.N.



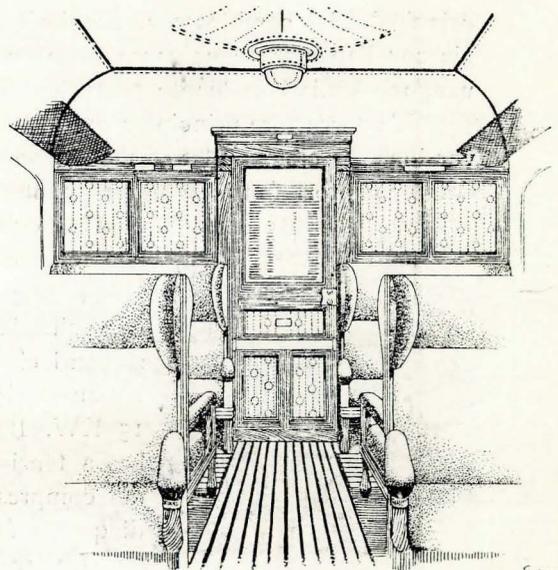
Locomotori. — Schema dei circuiti elettrici.

motore compressore. Nelle cabine stesse si trovano inoltre le apparecchiature del freno ad aria compressa automatico e moderabile, il freno a mano, le sabbie, gli strumenti di misura, i quadretti dei servizi ausiliari e i tachimetri.

Gli apparecchi elettrici ad alta tensione contenuti nell'apposita cabina sono: il combinatore col l'apparecchio rompiarco (controller), l'interruttore principale a massima, il gruppo convertitore per i servizi ausiliari col relativo interruttore, le resistenze d'avviamento, le varie resistenze addizionali degli apparecchi, e l'interruttore per l'indebolimento di campo dei motori.

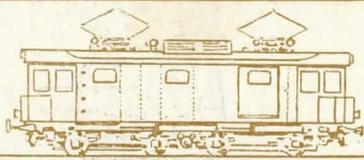
Il controller, che rappresenta uno dei particolari più interessanti dell'equipaggiamento elettrico, è costituito da due parti distinte: il combinatore propriamente detto e il rompiarco. I due apparecchi sono collegati mediante giunto rigido ed isolato, per modo che la rotazione del cilindro principale preparatore provoca il funzionamento del rompiarco.

Il combinatore è comandato dall'uno o dall'altro tavolo di manovra col mezzo di ruote a catena e di una trasmissione centrale attraversante nella sua lunghezza il locomotore. È costituito da tre cilindri: il principale, cioè quello di mezzo, che serve, nel giuoco dei contatti, per ottenere le varie velocità di marcia serie-parallelo e la frenatura elettrica dei motori di trazione; gli altri due, a fianco del principale, a comando indipendente, che servono uno per l'inversione di marcia, l'altro per l'esclusione di un gruppo di motori. Il cilindro per l'inversione di marcia è comandato a distanza dall'uno o dall'altro



Vettura M.A.N. — Interno.



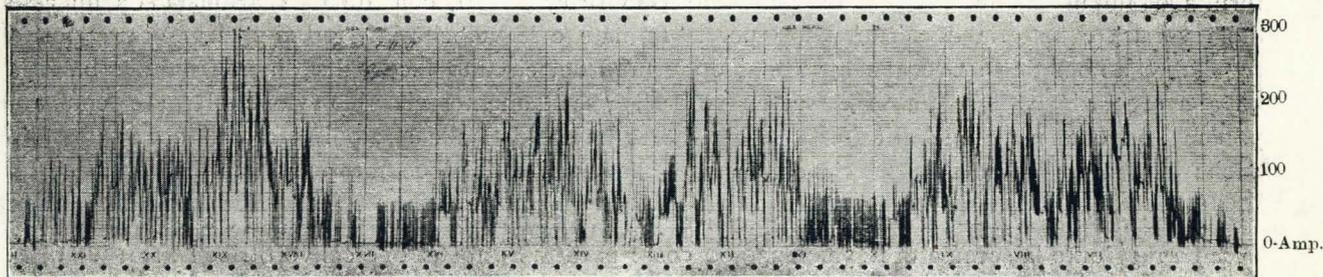


Galleria del Roc Berton.

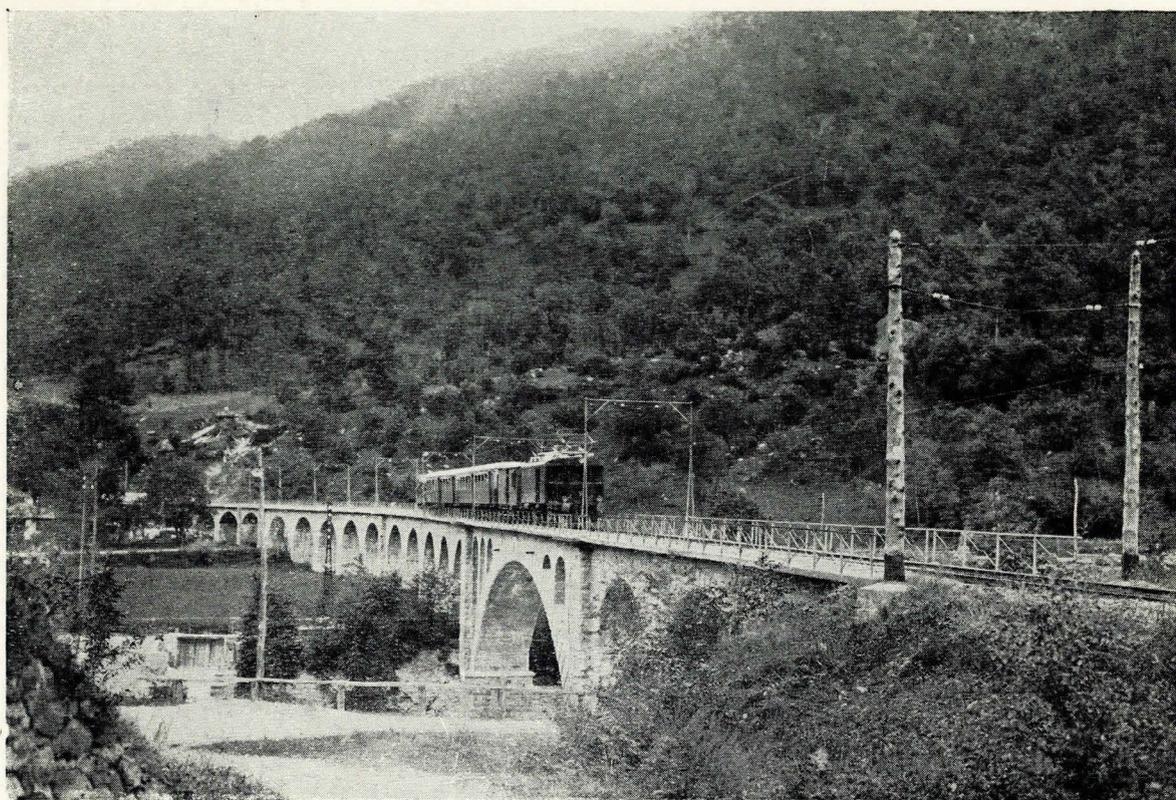
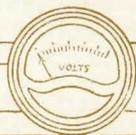
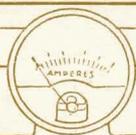
in intelaiatura di ferro. Sono ventilate col mezzo di una ventola calettata di sbalzo sull'albero del gruppo convertitore sopra descritto.

I motori di trazione sono costantemente connessi a due a due in serie, colla possibilità d'inserzione dei due gruppi così costituiti in serie o in parallelo. Le stesse resistenze d'avviamento servono, con opportune variazioni della loro inserzione in circuito, per le 7 velocità in serie, per le 5 in parallelo e per la frenatura elettrica coi motori in corto circuito.

Oltre alle 12 velocità di marcia ottenute colla inserzione in serie o parallelo dei motori e coll'esclusione delle resistenze, si può ancora ottenere un'altra velocità maggiore con un dispositivo di indebolimento del campo dei motori. Mediante un interruttore situato nella cabina ad alta tensione e comandato pneumaticamente da ciascun tavolo di manovra, si esclude una parte del campo dei motori in modo da ottenere un aumento di velocità di circa  $1/3$  sulla corrispondente velocità di pieno campo.



Sottostazione di conversione. — Diagramma amperometrico sulla corrente continua.



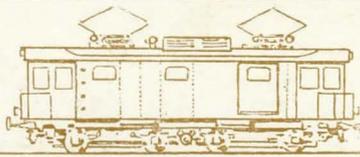
Viadotto Gran Prà.

— In via normale si effettuano treni viaggiatori del peso di circa 150 tonnellate complessive sul tratto Torino-Lanzo e di circa 85 tonnellate sul tratto Lanzo-Ceres, raggiungendo le velocità rispettive di 65 e 45 Km. ora. I treni merci si effettuano colla composizione di circa 250 tonnellate complessive sul tratto Torino-Lanzo e 110 tonnellate sul tratto Lanzo-Ceres, sempre senza indebolimento del campo dei motori.

*Materiale rotabile.* — Il traffico normale viaggiatori si effettua mediante vetture costruite dalla Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg di Norimberga (M.A.N.) in sostituzione del vecchio materiale meno adatto alle aumentate velocità. Parte delle vecchie vetture vengono però ancora usate attualmente.

Le vetture tipo M.A.N. sono di due tipi: miste di 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> classe e di sola 3<sup>a</sup> classe; hanno la lunghezza di m. 18,80 fra i respingenti e un peso totale di 29 tonnellate; sono portate da due carrelli con traversa oscillante; l'interno è diviso in quattro scompartimenti e trepiattforme, una centrale e ] due alle testate, queste ultime con passaggio per la comunicazione fra le vetture; i posti a sedere sono 72 nelle vetture miste, 80 in quelle di terza classe. Ogni vettura è fornita di illuminazione elettrica indipendente tipo Brow-Boveri, con dinamo azionata da un asse della vettura e batteria di accumulatori per le fermate e le velocità inferiori ai 25 Km.-ora; apposito regolatore automatico serve alle inserzioni opportune del circuito luce sulla dinamo o sulla batteria ed alla regolazione della tensione sui 24 volt. Il riscaldamento elettrico viene ottenuto con apparecchi ad accumulazione di calore preventivamente riscaldati alle stazioni terminali, che si possono anche alimentare durante la marcia col gruppo convertitore del locomotore.

*Spese d'impianto.* — La spesa complessiva per la trasformazione della trazione a vapore in elettrica ha raggiunto la somma di L. 5.699.339,60, così ripartita: Sottostazione convertitrice L. 1.615.966,90, delle quali L. 433.779,45 per il fabbricato; linea di contatto e connessioni delle rotaie L. 2.076.453,60, di cui L. 549.649,30 per la palificazione; locomotori L. 1.860.000; spese generali L. 146.919,10.



Ponte di m. 40 di luce e 3,90 di freccia.

Da queste cifre risulta quanto opportuna sia stata l'adozione del sistema a corrente continua ad alta tensione, in ispecial modo per quanto si riferisce all'impianto della linea di contatto e all'unica sottostazione convertitrice. Infatti, tenendo presente che la lunghezza di binario elettrificato raggiunge i Km. 65, dei quali 53 Km. di binario di corsa e 12 nelle stazioni, il costo unitario della linea di contatto, riferito al Km. di binario elettrificato, non raggiunge le L. 32.000 (prezzo del rame L. 10 al Kg.).

Parimenti il costo della centrale convertitrice risulta di L. 25.000 per Km. di binario elettrificato e di L. 1100 circa per KW installato.

In complesso la spesa totale d'impianto riferita al Km. di binario elettrificato risulta di L. 88.000, cifra relativamente piccola se si istituiscono confronti con altri sistemi di trazione elettrica, tanto più quando si pensi ai vantaggi che la corrente continua offre nell'esercizio.

*Primi risultati dell'esercizio.* — Il primo locomotore iniziò il servizio il 6 ottobre 1920 e gli altri seguirono fra l'ottobre 1920 e l'aprile 1921, come appare dalla tabella qui riportata, ove sono indicati i Km. percorsi dai locomotori nei vari mesi di esercizio fino all'agosto 1921.

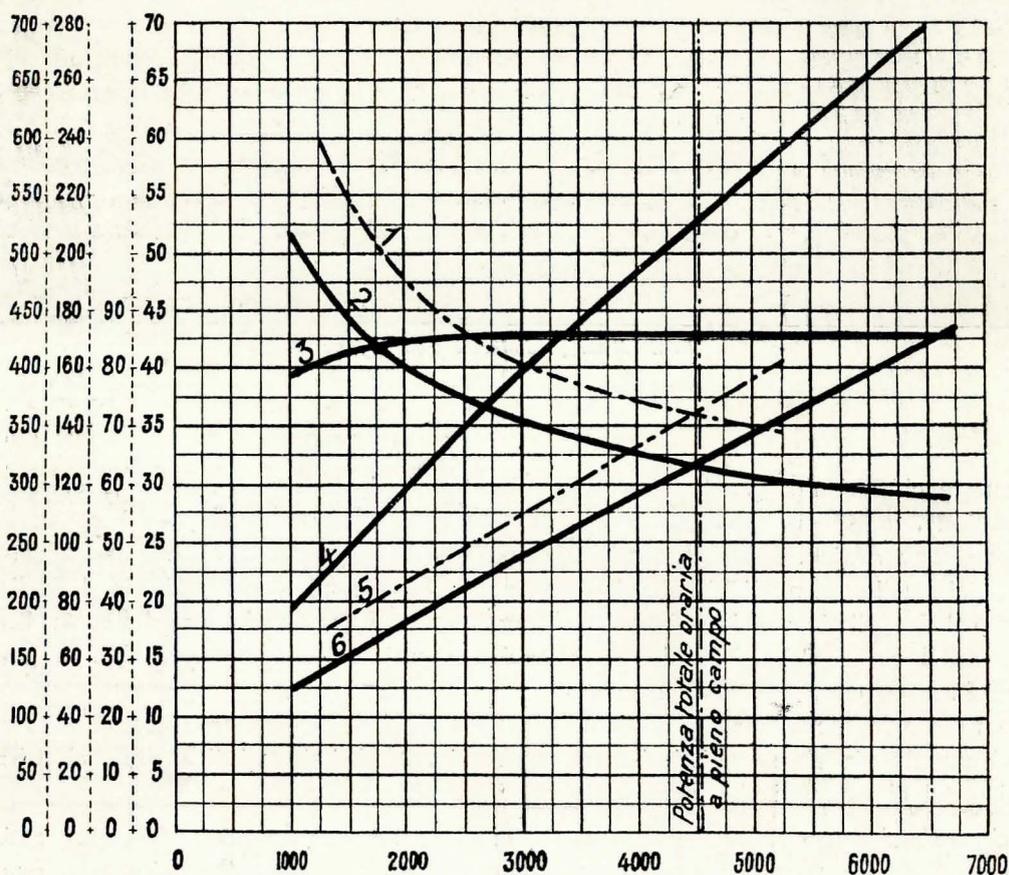
LOCOM.	1920			1921								TOTALI
	Ottobre	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	
I	4220	4049	4560	5610	5984	5662	5211	5820	5972	6032	6309	58429
II		504	3314	6783	5083	6584	5776	4023	5068	3740	6576	47451
III			444	6166	6634	5346	5398	5270	2558	4164	6210	42190
IV					526	6178	4707	5358	6964	5794	2200	31727
V						—	1292	4876	6041	7114	7282	26605

## Curve caratteristiche di un Locomotore elettrico a 4 Motori GDTM 82

Potenza totale ai cerchioni in HP  
Ampère  
Rendimento in % (compresi ingr.<sup>25</sup>)  
Velocità in Km/ora

Tensione  
Potenza totale oraria ai cerchioni  
in corrispondenza a 127 ampère  
Diametro della ruota motrice  
Rapporto degli ingranaggi

3600 Volt.  
532 HP.  
31,8 Km/ora  
980 mm.  
1:3,95



Sforzo di trazione ai cerchioni in Kg.

1. Velocità con campo indebolito al 62.7%
2. Velocità a pieno campo
3. Rendimento a pieno campo
4. Potenza a pieno campo
5. Ampère con campo indebolito al 62.7 %
6. Ampère a pieno campo

Risulta da questa tabella quanto intensa sia l'utilizzazione dei locomotori e per conseguenza come essi corrispondano al loro scopo. Noteremo che si effettua con poco personale una manutenzione accurata, consistente in revisione ad ogni viaggio (90 Km. circa di percorso) degli organi principali, quali il combinatore, il gruppo dei servizi ausiliari ed i pantografi. Giornalmente si procede ad una rapida visita generale dei vari organi, e quindicinalmente viene fatta la revisione completa senza smontaggio ai motori di trazione, revisione che si estende principalmente ai collettori, ai carboni e ai portaspazzole. Pure quindicinalmente si effettua una revisione completa di tutti gli apparecchi ad alta tensione e degli organi di lubrificazione col ricambio d'olio ai supporti del gruppo per i servizi ausiliari e dei motori di trazione.

La linea di contatto e la sottostazione di conversione hanno pure fin qui funzionato senza disturbi essenziali.

Le cadute di tensione ai punti estremi della linea, previste del 15 %, si mantengono in tali limiti colle composizioni di treni anzidette.

Il problema più importante per l'alta tensione continua, cioè la rottura degli archi d'apertura, risolto come si è spiegato, ha corrisposto pienamente al suo scopo sia nella sottostazione che nei locomotori, tanto che fino ad ora non si sono dovuti lamentare inconvenienti dovuti a deficiente funzionamento o a difetti sostanziali degli apparecchi rompiarco.

I collettori dei motori di trazione si sono finora comportati in modo pienamente soddisfacente, e si trovano in ottime condizioni, benchè alcuni abbiano già funzionato per oltre 50.000 Km. senza ritornitura.

*Fenomeni induttivi sui circuiti telegrafici e telefonici.* — È risaputo che la corrente continua presenta fra molti altri vantaggi anche quello essenzialissimo di non provocare fenomeni induttivi praticamente nocivi sulle linee telegrafiche e telefoniche. Nell'impianto in questione si verificano le migliori condizioni per constatare questo vantaggio.

A fianco della linea ferroviaria Torino-Ceres corre la palificazione telegrafica e telefonica dello Stato, che, oltre ai vari circuiti statali, porta anche il circuito telegrafico omnibus e il circuito telefonico a due fili della ferrovia. Entrambi questi circuiti vanno da Torino a Ceres con derivazioni nelle stazioni. Fino a Germagnano, e cioè per circa 33 Km., la palificazione telegrafica e telefonica corre parallelamente alla sede ferroviaria per modo che la distanza dei fili telefonici dal filo di contatto varia dai 5 agli 8 metri. Nel tratto montano da Germagnano a Ceres la palificazione segue un tracciato diverso dal ferroviario avvicinandosi a questo in molti tratti ed in altri discostandosi a seconda del terreno. Nonostante che nel primo tratto di 33 Km. la distanza del filo di contatto sia minima, non si hanno a lamentare mai perturbazioni induttive nelle ricezioni telefoniche e telegrafiche.

*Rendimento economico dell'esercizio.* — Nella tabella seguente sono elencati i consumi assoluti di energia e il consumo dell'energia riferito alla Tonn.-Km.

	1920			1921							
	Ottobre	Novembr.	Dicembr.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto
Kwh. (corr. altern.) . . .	43345	32895	79515	123770	123200	165535	157010	162191	168865	177631	192177
Kwh. (corr. cont.) . . .	26200	19900	47300	88900	91500	123400	117400	126660	129300	135400	147400
Rendimento della stazione di conversione . . . . .	61,0	60,5	59,5	71,9	74,3	74,5	74,8	75,5	76,6	76,4	76,6
Tonn.-km. compl. { reali . . .	569075	421708	1048507	1956451	2097663	2840059	2727418	2917648	2964441	3207521	3502671
{ virtuali . . .	853612	632762	1593731	2973805	3088447	4330563	4145675	4434410	4565767	4960144	5471351
Watt-ora { corr. alt. . .	76,1	78,0	76,1	63,3	58,9	58,3	57,7	55,4	56,8	49,8	54,7
p. tonn.-km. reali { corr. cont. . .	46,1	47,2	45,2	45,5	43,7	43,3	43,7	43,4	43,6	42,3	42,1
Watt-ora { corr. alt. . .	50,1	52,1	49,9	41,6	40	38,2	38	36,4	37	35,8	35
p. tonn.-km. virt. { corr. cont. . .	30,0	31,4	29,6	29,9	28,9	28,5	28,9	28,5	28,4	27,3	27

La tabella indica chiaramente come i consumi e i dati di rendimento sieno andati migliorando gradualmente col raggiungersi delle condizioni normali dell'esercizio. Soltanto dal 17 marzo fu eliminato completamente sulla linea il servizio con trazione a vapore e dal 16 maggio il traffico complessivo (per quanto in diminuzione per le merci) venne accresciuto.

Per la lunghezza virtuale della linea si tennero presenti, allo scopo di poter fare raffronti, le formule in uso presso le Ferrovie dello Stato, ma osservando che sulla ferrovia Torino-Ceres in 43 Km. si hanno 17 avviamenti in discesa, se ne deduce che il consumo in watt-ore per Tonn.-Km. virtuale sulla corrente continua viene ad essere praticamente minore di quello registrato nella tabella.

Coi dati consuntivi dei primi mesi di esercizio si può anche facilmente istituire un confronto fra uno degli elementi di costo della trazione a vapore e il corrispondente della trazione elettrica, cioè fra il costo del carbone e quello corrispondente dell'energia. Nel 1920 il consumo di carbone per Tonn.-Km. reale complessiva fu di Kg. 0,115, dato questo di consuntivo e giustificato ovviamente dall'aver in uso locomotive che dall'anteguerra non avevano più subito grandi riparazioni. Supponendo un prezzo base del carbone di L. 250, prezzo fino ad oggi non ancora raggiunto per un buon carbone da vapore, la spesa di combustibile per Tonn.-Km. reale complessiva colla trazione a vapore risulta di lire 0,0287.

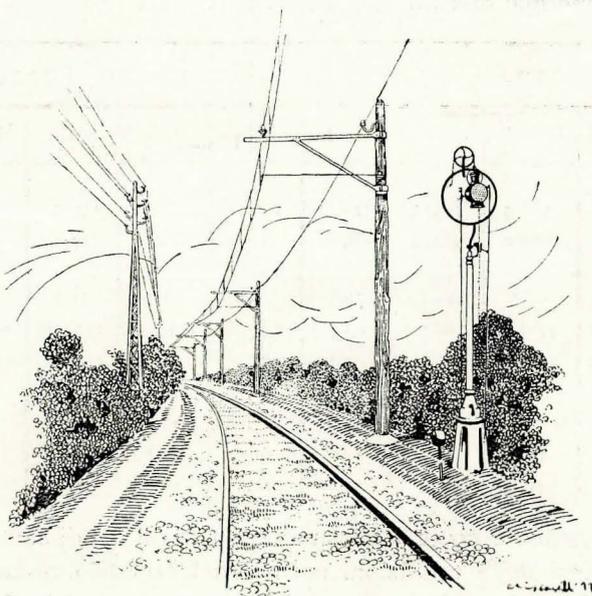
Dai primi risultati di esercizio colla trazione elettrica si osserva un consumo di energia alternata di kwh. 0,057 per Tonn.-Km. reale complessiva. In base al prezzo medio attuale dell'energia alternata di L. 0,13 per kw.-ora il costo dell'energia elettrica per Tonn.-Km. reale complessiva risulta di L. 0,0074, cosicchè il rapporto fra il costo della trazione elettrica e quello della trazione a vapore risulta di 1 a 3,86. Questo rapporto è pressochè costante, perchè nel contratto colla Società fornitrice il prezzo della energia elettrica varia col variare del prezzo del carbone.

Supposto di ammortizzare al tasso medio del 5 %, e cioè in 20 anni, l'intera spesa d'impianto per l'elettificazione, pur prescindendo da ogni ulteriore ammortamento del macchinario per la trazione a vapore, già totalmente ammortizzato, e ritenendo pari le spese di esercizio, che in realtà risultano minori per la trazione elettrica, il predetto rapporto di 1 a 3,86 risulta ancora di 1 a 1,85; cioè sempre con vantaggio rilevante a favore della trazione elettrica.

*Conclusione.* — I risultati di parecchi mesi di esercizio ci permettono oramai di dichiarare che l'applicazione dell'alta tensione continua per la trazione ferroviaria ha dato in questo primo tentativo pratico italiano (e mondiale se si pensa che i 5000 volt americani vennero adottati soltanto in via sperimentale) risultati lusinghieri e incoraggianti. L'economia di impianto e di esercizio, la sicurezza di funzionamento delle apparecchiature elettriche, la semplicità e leggerezza della linea aerea, l'assenza di disturbi alle linee telegrafiche e telefoniche, le notissime caratteristiche del motore in serie a corrente continua per uso di trazione, la facilità estrema delle manovre di marcia, sono pregi assolutamente indiscutibili.

In complesso i risultati raggiunti sulla Torino-Ceres si devono riguardare come auspici completamente favorevoli, e ci auguriamo abbia presto ad effettuarsi l'applicazione della corrente continua ad alta tensione alla grande trazione ferroviaria, perchè ormai sono state affrontate e risolte sostanzialmente le difficoltà fin qui ritenute capitali all'adozione del sistema.

Le altre difficoltà inerenti all'estensione a maggiori potenze delle soluzioni trovate ci paiono, per quanto ce ne rendiamo perfettamente conto, di



natura tale da poter essere, sulle tracce seguite dal nostro esperimento, volenterosamente e fiduciosamente affrontate da studiosi, da costruttori e soprattutto da quanti non perdono di vista la necessità assoluta in questo campo di temperare in giusta misura i perfezionamenti tecnici coi loro risultati economici.

A. S.



VINGENZO BONA  
Tipografo \_\_\_\_\_  
della Real Casa  
Torino, via Ospedale, 3.

