

La grande galleria dell'Appennino della Direttissima Bologna-Firenze

Dott. Ing. Bruno CIRILLO^(*)

Nota introduttiva

L'articolo dell'Ing. DE MARTINO che abbiamo pubblicato nello scorso aprile sulla Direttissima Bologna-Firenze, cita nella Sua premessa la memoria dell'Ing. Giuseppe PINI, dipendente dal Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicata nell'ottobre del 1929 dalla "Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane" e così la commenta: *"essa compendia tutta la mole di lavori eseguiti per la costruzione della nuova arteria e specialmente per la perforazione della Galleria dell'Appennino. Invero tale memoria, insieme con tutte le altre pubblicazioni su questa Rivista in merito alla costruzione della nuova linea, presenta come in un quadro bellissimo tutto il complesso di studi e progettazione di opere, durato decenni, per l'attuazione della Direttissima Bologna-Firenze"*.

Sono andato a ricercare l'articolo dell'Ing. PINI nelle due raccolte della "Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane", conservate nella Biblioteca del CIFI e quale è stata la mia meraviglia: l'articolo faceva seguito ad una Conferenza, tenuta dal PINI il 16 maggio del 1929 per cui propongo d'intitolare questa Rubrica: VITA DEL CIFI NEL 1929.

Nel pubblicare la memoria dell'Ing. PINI sulla Grande Galleria dell'Appennino, lunga 18.510 m, è da evidenziare che le operazioni di tracciamento, dopo l'incontro delle avanzate d'ambo i lati, eseguite con il teodolite, la differenza fra i due tracciati è risultata di mm 13 nel versante toscano e di mm 21 in quello bolognese: ciò è veramente meraviglioso, se si considerano i mezzi di cui disponevano e la perforazione è avvenuta da quattro attacchi, considerato che i due pozzi scavati in corrispondenza della stazione delle *Precedenze* si affrontavano altri due attacchi.

Oggi 2014 è il caso di fare riferimento ai due attentati ai treni *1486*, espresso Roma-Monaco di Baviera, denominato *Italicus* e *Rapido 904*: decorrono quarant'anni per il primo, avvenuto nell'uscita dalla Galleria nella stazione di San Benedetto Val di Sambro il 4 agosto 1974 e trenta per il Rapido 904, avvenuto la sera del 23 dicembre 1984 quasi a metà della Galleria, causando una maggiore strage. Erano tempi tristi, detti *gli anni di piombo* e bisogna ricordarli, dedicando quest'articolo alle vittime dei due attentati. Faccio ammenda per i ricordi personali di quand'ero in servizio nelle FS.

Nel 1974 io ero Responsabile dell'esercizio al Servizio Movimento e nel mese di agosto ricordo che, tramite accordi col Direttore del Servizio Ing. PICIOCCHI, mi ero impegnato a trascorrere la prima metà del mese di agosto in servizio e quindi il 4 sono intervenuto, dato che ero reperibile, chiamato dalla Sala Operativa della Direzione Generale FS verso l'1,40: l'attentato era avvenuto all'1,23: il tempo di arrivare nella suddetta Sala, presenziandola tutta la notte.

Quando sono arrivato la circolazione treni sull'intera linea Bologna-Prato era sospesa: i treni ormai in tratta vengono istradati su altre linee retrocedendoli nelle stazioni di Prato e Bologna. I mezzi di soccorso, richiesti dal coordinatore di Bologna, arrivano prontamente tanto che verso le 2,30 l'incendio nella vettura n. 5, dove era collocata la bomba ad alto potenziale, è spento. Uomini delle famiglie, che abitano vicine alla stazione, a quanto mi dice il CS Titolare di San Benedetto, svegliate bruscamente dallo scoppio della bomba accorrono e cercano di dare una mano al personale ferroviario, onde evitare che l'incendio si propaghi alle altre carrozze, usando gli estintori in dotazione al treno ed alla stazione: ma fu fondamentale l'azione dei Vigili del fuoco, accorsi da varie località. D'accordo con l'ing. FACCIOLI, Capo Ufficio Movimento di Bologna, giunto sul posto assieme ad altri colleghi immediatamente, facciamo venire un locomotore diesel per recuperare le rimanenti carrozze dell'*Italicus* e verso le cinque, con un treno straordinario i viaggiatori sani superstiti partono per Bologna, perché i 48 viaggiatori feriti sono stati portati dalle autoambulanze nei vari ospedali. Della tragedia al rapido 904 non mi sono occupato perché impegnato diversamente.

La detonazione fu causata da una bomba radiocomandata posta su una griglia portabagagli della nona carrozza di II classe e venne collocata a Firenze, come quella dell'*Italicus*, nella fermata alla stazione di S. Maria Novella. Ci furono 17 morti e 267 feriti: il controllore BIANCONCINI, nel suo ultimo viaggio in servizio, benché ferito da alcune schegge di vetro alla nuca, aiutato dal personale del treno, chiamò i soccorsi da un telefono posto in una galleria dentro la Galleria, che ha resistito: vennero premiati per il loro gesto solidale.

^(*) Dirigente FS a r.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista", da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La grande galleria dell'Appennino (m. 18.510) della direttissima Bologna-Firenze

Ing. GIUSEPPE PINI Ispettore Capo Superiore della Direz. Gen. delle Nuove Costruzioni Ferroviarie
(Vedi Tavole XIV a XX fuori testo)

Riassunto. — La sera del 16 maggio 1929 (VII) l'ing. Giuseppe Pini, dietro invito del Presidente del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari, ha tenuto una conferenza sui lavori di costruzione della Grande Galleria dell'Appennino della Direttissima Bologna-Firenze, illustrandola con proiezioni, grafici, disegni, ecc. Nel seguente articolo è riportata la conferenza, integrata da dati e notizie che, per brevità, non poterono nella conferenza essere esposti.

La Direttissima Bologna-Firenze è la più notevole opera ferroviaria che si eseguisce in Italia per importanza e grandiosità dei lavori e per la trasformazione che essa è destinata a portare nella economia dei trasporti ferroviari.

Sotto quest'ultimo punto di vista, basta confrontare le principali caratteristiche della nuova grande linea con quelle dell'attuale comunicazione transappenninica per il valico di Pracchia.

La *Porrettana*: semplice binario, andamento molto tortuoso, frequenti curve di raggio 300, brevi rettilinei, parte in curva 41 % della lunghezza totale, pendenze sino al 26 ‰ anche nelle gallerie, piani di stazioni di lunghezza limitatissima e non ampliabili, quota di valico in corrispondenza dell'attraversamento dell'Appennino, m. 616.

La *Direttissima Bologna-Firenze*: doppio binario, andamento normale, essendo la parte in curva appena il 27 % della lunghezza totale della linea, curve di raggio minimo 600 e rettili di non meno 300 metri; pendenza massima del 12 ‰ allo scoperto e dell'8 ‰ nelle gallerie; per la Grande Galleria 5,77 ‰; stazioni che possono ricoverare treni di 500 metri di lunghezza, quota di culmine attraverso l'Appennino 322 metri, con una minore altezza di m. 294.

Lunghezza del percorso fra Bologna e Firenze Km. 97 con un accorciamento di Km. 35 rispetto alla Porrettana che ha un percorso di Km. 132.

Lunghezza media virtuale della linea Km. 222 sulla Porrettana e Km. 125 sulla Direttissima, ossia riduzione dello sforzo di trazione, e quindi del consumo di energia, al 50 % circa.

La Porrettana si percorre attualmente coi treni rapidi in 2 ore e ½; colla Direttissima, che sarà pure elettrificata, e che permetterà velocità di 120 Km. nel tratto da Bologna fino a Vernio e di Km. 100 nel restante tratto fra Bologna e Firenze si impiegherà circa un'ora.

Sulla Porrettana si possono formare al massimo colla doppia trazione treni merci di 23 pezzi, portando Tonn. 480. Sulla Direttissima si aumenteranno i pezzi a 48, con lo stesso sforzo di trazione, portando Tonn. 1000.

La Direttissima quindi porterà necessariamente una profonda modificazione nelle correnti del traffico della rete, poichè agli attuali instradamenti per la Porrettana, per la Faentina, ed in parte per la stessa Pontremolese, verrà a sostituirsi il transito considerevolmente più breve e più economico per l'esercizio della nuova linea.

La Porrettana e la Faentina serviranno al traffico puramente locale e la Pontremolese perderà tutti quei trasporti che attualmente sono avviati sulla medesima soltanto perchè le altre linee non potrebbero smaltirli.

Tutte le comunicazioni viaggiatori fra Roma e Milano, nonchè quelle fra Roma ed i valichi internazionali del Sempione e del Gottardo, saranno effettuate, per la maggiore rapidità del percorso, per la Direttissima Bologna-Firenze. Essa verrà quindi fin dal principio sfruttata in tutta la sua estesissima potenzialità e verrà a costituire l'arteria principale di tutto il traffico ferroviario italiano fra le regioni della Lombardia e del Veneto ed i transiti di confine nord-orientali.

Dal punto di vista costruttivo, l'importanza della Direttissima emerge da una semplice elencazione delle opere: 40 Ponti e Viadotti con una lunghezza di 4.457 metri (tra i più importanti è il Viadotto di Vado di 14 archi di 20 metri e 7 di 25, quello del Farnetola di 12 archi, 11 di 20 metri e 1 di 12); 30 gallerie che sviluppano complessivamente m. 36.687,50 (45 % del percorso della linea) fra le quali le più lunghe sono quelle dell'Appennino di 18.510 metri, di Monte Adone di m. 7.135 e di Pian di Setta di m. 3.049.

Fra le gallerie ed i viadotti un succedersi quasi ininterrotto di opere di difesa, sostegno e di consolidamento, giacchè occorre non dimenticare che per raggiungere la Galleria di Valico, la ferrovia si sviluppa in due versanti, Bolognese e Toscano, insediandosi presso i fiumi Setta e Bisenzio ai piedi delle infide formazioni appenniniche.

La nuova linea si distacca dal lato Ancona, segue la Valle del Savena fino a Pianoro, sottopassa colla galleria di Monte Adone 7135 metri il contrafforte che divide questa valle da quella del Setta, sboccando in questa valle a Vado. Attraversa quindi il Torrente Setta e resta insediata nella sponda sinistra di questo Torrente fino a Lagaro, dove si porta in sponda destra per un breve tratto sul quale è ubicata la stazione di Castiglione dei Pepoli. Riattraversa quindi il Torrente Setta ed imbocca subito dopo la Grande Galleria dell'Appennino sboccante in Val di Bisenzio, dopo un percorso di 18.510 metri, fra gli abitati di S. Quirico e di Vernio.

Dopo tale sbocco la linea si insedia sulla sponda sinistra del Bisenzio che segue, salvo un doppio attraversamento del Fiume presso Carmignanello, fino a Prato dove viene costruita una nuova ampia stazione. Da Prato a Firenze la Direttissima segue l'attuale doppio binario.

I lavori per la costruzione della Direttissima furono iniziati nel 1913 limitatamente al tratto da Bologna a Pianoro, restarono sospesi totalmente durante la guerra e furono ripresi su tutta la linea dopo Vittorio Veneto. Pochi progressi fecero i lavori negli anni 1919 e 1920 per la indisciplinata delle masse operaie: e negli anni 1921 e 1922 per deficienza di stanziamenti accordati, benchè in questo periodo la Dirigenza avesse ridotto le maestranze al senso del dovere aiutata da pochi audaci fascisti.

Dopo la marcia su Roma i fondi per la nuova linea non sono più stati lesinati dal Governo Fascista e si è potuto con larghezza di mezzi, sviluppare razionalmente i lavori che oramai volgono al termine. Nell'esercizio finanziario in corso il Governo ha assegnato per i lavori della Direttissima 110 milioni.

Infatti per il completamento della sede ferroviaria fra Bologna e l'imbocco nord della Grande Galleria dell'Appennino, mancano solamente alcune opere di consolidamento e di finimento ed i volti del Ponte sul Setta presso l'imbocco suddetto.

Per il completamento della sede ferroviaria dalla rampa da Prato fino all'imbocco nord, le opere che ancora restavano da eseguire e cioè la galleria di Colle di m. 443, parte della galleria di Usella di m. 932, il Viadotto a valle di questa galleria ed il Ponte sul Bisenzio sono già state appaltate e sono pure in corso.

Nella grande galleria dell'Appennino è già avvenuto fin dal 28 dicembre 1928 l'incontro delle 2 avanzate dai pozzi verso Firenze e dall'imbocco Sud, e le avanzate verso Bologna dai pozzi e dall'imbocco Nord si incontreranno, si ritiene, nel mese di novembre p. v.

Col nuovo esercizio finanziario si inizieranno i lavori dell'armamento che viene eseguito con rotaie da 50 kg. per m. montate su 30 traverse per ogni campata di 18 ml. ed i lavori della elettrificazione che sarà a corrente continua 3000 volt la cui attrezzatura presenterà caratteristiche speciali dovendosi prevedere una velocità di 120 km. finora non raggiunta in Italia con tale sistema di corrente. Si prevede che i lavori possano essere ultimati entro il 1932 e che la linea dovrà aprirsi all'esercizio nel X annuale della rivoluzione fascista.

La spesa finora sostenuta per le rampe di accesso alla grande galleria, esclusa bene inteso, la galleria stessa, è di 388 milioni: per il completamento ne occorreranno circa 52, in totale le rampe della lunghezza di km. 64.400 a lavori ultimati saranno costate 440 milioni con una spesa di 6.832.000 lire a km.

La grande galleria dell'Appennino.

L'opera più importante della Direttissima è la grande galleria dell'Appennino che misura fra i due imbocchi la lunghezza di 18.510 metri.

Detta galleria è tutta in rettilineo, è in ascesa dell'1 per mille per metri 4775 dall'imbocco nord ed in discesa del 2,46 per mille e poi del 5,77 per mille rispettivamente per metri 4751,27 e 8983,73 verso l'imbocco Sud.

L'imbocco nord è a quota 317,69, quello sud a quota 258,84, il culmine è a quota 322,46 (vedi tav. XV).

Come lunghezza, la grande galleria dell'Appennino è superata, in confronto dei grandi trafori eseguiti nel mondo, da quella del Sempione che è lunga 19.729 metri: deve però osservarsi che il Sempione è costituito da 2 gallerie a semplice binario affiancate, delle quali la seconda è stata eseguita dopo che la prima era stata aperta all'esercizio, mentre la grande galleria dell'Appennino è a doppio binario.

Questa galleria è quindi la più lunga a doppio binario costruita nel mondo, mentre nei riguardi delle difficoltà incontrate nella sua costruzione, mantiene il primato su tutte quelle finora costruite, giacché i lunghi trafori del Sempione, del Gottardo 14.912 m., del Lötschberg 14.536 m. del Moncenisio 12.233 m. dell'Arlberg 10.250 m.; attraversano

massicci alpini costituiti da terreni antichi nei quali si doveva quasi esclusivamente vincere la resistenza che le rocce opponevano data la loro durezza alla perforazione ed all'abbattimento.

Ben altre sono le difficoltà che si devono vincere quando anche con gallerie di breve lunghezza si deve attraversare la dorsale appenninica.

Per la grande galleria della direttissima queste difficoltà sono state gravissime; tre dei classici elementi: la terra, il fuoco, l'acqua si sono scatenati per mettere a prova la valentia dei nostri tecnici e l'abilità e la tenacia delle inarrivabili nostre maestranze.

L'esame geognostico dei terreni.

Un lavoro della grandiosità e dell'importanza di questo Tunnel, non si poteva evidentemente affrontare senza un preliminare studio minuzioso delle condizioni in cui si sarebbe sviluppato il lavoro di scavo e senza prima aver compilato, in relazione alle condizioni stesse, un programma dettagliato di lavoro ed aver approntato con larghezza di vedute i mezzi per vincere le difficoltà che si potevano prevedere, per non andare incontro a disastrose variazioni di programma durante i lavori ed a dannose e lunghe sospensioni.

Un esame geologico superficiale del tracciato della galleria, non sarebbe stato sufficiente a dare una idea esatta dei terreni che si sarebbero incontrati nello scavo, giacchè trattasi di formazioni che hanno una tettonica molto complessa.

Vennero pertanto in corso di studio praticati 7 sondaggi sull'asse della galleria, spingendoli fino sotto il piano della galleria; due dei sondaggi raggiunsero profondità inferiore ai 200 metri, gli altri cinque profondità dai 350 ai 400 metri (vedi tav. XV).

I sondaggi vennero eseguiti dal febbraio 1910 al maggio 1911, parte con sonde Davis Colyx a rotazione e parte con sonde a percussione rapida Fauck; l'avanzamento medio per giorno lavorativo e per ogni sondaggio fu di m. 5,50, il costo medio delle trivellazioni fu di L. 60 per metro lineare che corrisponderebbe a 300 lire valuta attuale.

I risultati ottenuti da questi assaggi coordinati all'esame geognostico, permisero di determinare con criteri di massima i terreni che si sarebbero attraversati negli scavi e l'estensione delle singole masse e cioè partendo dall'imbocco Bologna e procedendo verso Firenze:

- per i primi 2 km. Strati e banchi di arenaria con interposizioni di schisti-argillosi
- » 4 km. e $\frac{1}{2}$ Schisti argillosi con interposizione di schisti arenacei e marnosi
Gli schisti potevano passare ad argille scagliose
- » 1 » Alternanze di strati arenacei e schisti argillosi.
- » 8 » Strati e banchi di arenarie macigno e marne arenacee con intercalazioni di calcari marnosi e schisti argillosi induriti.
- » altri 3 km. Alternanze di strati e banchi di arenaria e banchi di galestri calcari, arenacei marnosi e talvolta argillosi.

Per la presenza di piccole emanazioni di gas infiammabili alla superficie in corrispondenza del tratto da scavarsi in schisti argillosi passanti ad argille scagliose si prevedeva che si avrebbe avuto nello scavo in questo tratto la presenza di idrocarburi. La intercalazione di schisti argillosi impermeabili nei banchi di arenaria lasciava prevedere che non si sarebbero avute in galleria notevoli immissioni d'acqua.

Il programma di esecuzione.

Per la natura dei terreni, gli scavi dovevano essere sostenuti da robuste armature ed in molti tratti i cantieri di lavoro non potevano avere notevole sviluppo; si doveva quindi prevedere che per ogni attacco non si sarebbero potuti avere nelle condizioni più favorevoli avanzamenti giornalieri superiori a m. 3 nel tratto verso Firenze e di m. 2,50 nel tratto verso Bologna.

Alfine di accelerare la perforazione della Galleria si prevede di costituire, oltre a quelli estremi, altri due attacchi intermedi in modo da portare a quattro gli attacchi. A tal uopo sono stati costruiti, con lo sbocco in località Ca' di Landino, due pozzi inclinati serventi ciascuno uno degli attacchi intermedi.

Questi due pozzi hanno una inclinazione di 50 gradi rispetto all'orizzonte e dovendo raggiungere un dislivello di 270 metri hanno uno sviluppo di 520 m.; i loro assi non sono paralleli ma divergono di un angolo di $4,31'29''$, per modo che mentre distano di 121 m. all'imbocco, tale distanza aumenta a m. 123,71 all'innesto coll'asse della Galleria.

Tale divergenza, come si vedrà in seguito, è stata tenuta per comodità di tracciato.

La sagoma dei pozzi lascia un vano interno di 17 mq.: la calotta è semicircolare di diametro 5,08, i piedritti sono verticali e rinforzati alla base da arco rovescio: l'altezza del vano è di m. 4,43 sull'asse del pozzo. A metà di ciascun pozzo è stato costruito un tratto a sezione allargata per l'incrocio dei sottocarri dell'impianto di sollevamento.

Lungo il piedritto destro dei pozzi è costruita una scala di servizio che conta 1400 gradini.

I rivestimenti murari dei pozzi sono eseguiti parte in calcestruzzo e parte in mattoni con spessore in calotta da cm. 45 a 1 metro.

La costruzione dei pozzi venne iniziata nell'ottobre 1921 ed ultimata nel gennaio 1924; essa, oltre le difficoltà che normalmente si incontrano negli scavi per pozzi, ha presentato quelle che si hanno in presenza di schisti galestrini sconvolti che danno luogo a notevoli spinte contro le armature e contro rivestimenti murari.

Il costo dei pozzi è stato di L. 7.800.000 corrispondente a L. 7500 per ml. di sviluppo.

Le ferrovie di servizio e la teleferica.

Stabilito il programma di attacco della galleria, era necessario occuparsi e preoccuparsi dei trasporti dei macchinari, mezzi d'opera e materiali occorrenti per la sua costruzione. Non c'era da pensare al trasporto con carri od automezzi sulle strade provinciali esistenti e che seguendo le valli del Setta e del Bisenzio collegano rispettivamente la stazione di Sasso all'imbocco Nord della Galleria ed ai pozzi di Ca' di Landino e quella di Prato all'imbocco Sud.

I trasporti eseguiti in tal modo avrebbero elevato notevolmente i costi dei materiali, dippiù lo stato e l'andamento delle strade anzidette non era tale da assicurare la necessaria continuità e regolarità dei trasporti.

Il problema venne genialmente risolto colla costruzione di due binari di servizio scartamento 0,95, il primo allacciante la stazione Sasso, sulla Porrettana, coll'imbocco Nord, il secondo per allacciare la stazione di Prato all'imbocco Sud.

Per l'approvvigionamento dei pozzi di Ca' di Landino venne costruita una teleferica colla stazione inferiore all'imbocco Nord della galleria e quella superiore presso i cantieri dei pozzi stessi.

I binari seguono le valli del Setta e del Bisenzio sulla stessa sponda su cui si insedia la Direttissima dalla quale si mantengono a poca distanza, quando, come avviene in val di Bisenzio, non si insediano addirittura sulla sede definitiva della linea.

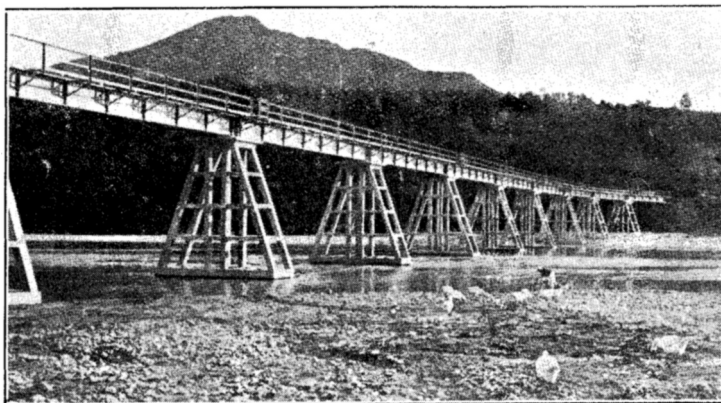


Fig. 1. — Ponte sul Reno presso Sasso.
Stilate doppie in cemento armato e travi in ferro.

Ne segue che i binari stessi, oltre ad approvvigionare i cantieri ed i lavori della Grande Galleria, hanno servito anche per tutti i trasporti dei materiali occorrenti per le rampe di accesso nelle due valli e per la metà a Sud della Galleria di Monte Adone.

Le ferrovie di servizio hanno richiesto costruzione di numerose gallerie ed opere d'arte murarie importanti come

il Ponte sul Reno a Sasso e quelle sul Setta a Vado ed a Gardelletta (Vedi fig. 1 e 2).

Le caratteristiche dei binari sono le seguenti:

		Nella Valle del Bisenzio	Nella Valle del Setta
Lunghezza	Km.	21,600	27,000
Pendenza massima		20 ‰	20 ‰
Raggio minimo delle curve . .	m.	70	70
Larghezza della sede stradale »		3,50	3,50
Scartamento del binario . .		0,95	0,95
Armamento rotaie da	Kg.	27	27

I binari di servizio vennero costruiti nel 1914 e nella prima metà del 1915 ed armati nel 1919 subito dopo la fine della guerra.

Il loro costo di costruzione, armamento compreso, ammontò a L. 16.800.000 con un costo medio chilometrico di L. 345.000.

Le stazioni di Sasso e di Prato, centri di smistamento e di distribuzione dei materiali, furono largamente dotate di officine, magazzini e tettoie per ricovero materiali e per le riparazioni del materiale rotabile.

I binari di servizio furono dotati di 12 locomotive e di 176 carri con una spesa di L. 12.480.000.

L'esercizio relativo è costato in media L. 0,80 per T. km. trasportato, compresa la quota di ammortamento delle spese di costruzione ed impianti, mentre il prezzo medio dei trasporti su strada ordinaria nel periodo interessato dai lavori è stato in media di L. 2,50 per T. Km.

E poichè complessivamente nelle due vallate i trasporti riguardano 27 milioni di T. Km. può valutarsi circa in L. 40.000.000 la minore spesa incontrata nei trasporti dei materiali; e, se tale cifra di per sè stessa sta a dimostrare la convenienza e l'utilità dell'impianto dei binari di servizio, giova ancora una volta affermare, in base ai risultati dell'esercizio e tenute presenti le difficoltà e le interruzioni che nel periodo considerato si verificarono nei traffici normali su strada ordinaria, per effetto di frane, danni alle strade, deficienze manutentorie, ingombri invernali, maggiori traffici normali stagionali, ecc., che essi risposero ad una assoluta necessità e furono strumento indispensabile ad assicurare la continuità dei lavori.

A ciò contribuì anche l'organizzazione data al relativo esercizio dalla Amministrazione, che volle sempre riservare a sè in conduzione diretta questo importante servizio, per evitare che divergenze di natura economica fra eventuali assuntori e mano d'opera, potessero, anche solo per breve tempo, paralizzarne il funzionamento ed arrestare il flusso dei materiali da costruzione verso i cantieri di lavoro.

Per i trasporti dei materiali da costruzione destinati ad alimentare il cantiere dei pozzi inclinati, venne costruita una teleferica, essendosi dovuta scartare la possibilità

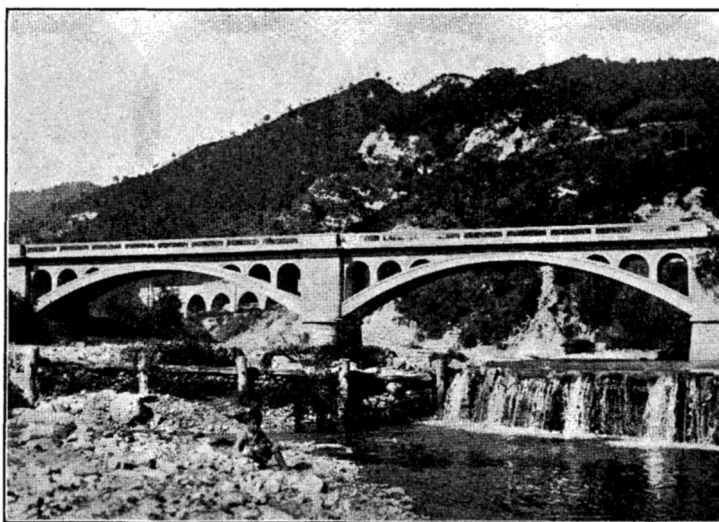


Fig. 2. — Ponte sul Setta a Gardelletta.
Due archi in cemento armato, ognuno di m. 25 di luce.

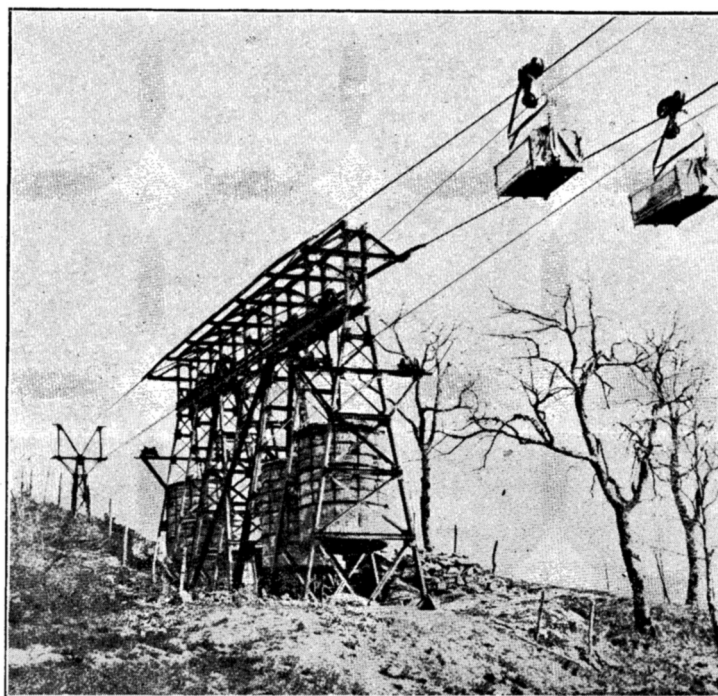


Fig. 3. — Un dispositivo di doppia tensione per le funi portanti della teleferica.

di impianto di un binario di servizio che staccandosi dal cantiere dell'imbocco Nord risalisse la valle del Setta fino a Ca' di Landino, perchè la natura eminentemente frangosa delle falde della valle non permetteva la costruzione di una sede stradale stabile, e perchè per la maggiore e sempre crescente pendenza che il fiume va acquistando, avrebbe dovuto assegnarsi al binario una pendenza massima superiore alle normali, tale da limitarne grandemente la potenzialità.

La teleferica venne costruita nel 1924 ed importò una spesa di L. 3.105.000; è del tipo a due funi portanti ed una fune di trazione continua, con vagonetti ad aggancio automatico e sgancio automatico (Vedi fig. 3).

Lunga in rettilineo Km. 9 circa, ha un dislivello fra i due estremi di m. 260. Interasse fra le funi m. 2,50, velocità m. 2 a 1". Potenzialità di trasporto T. 27,5 all'ora.

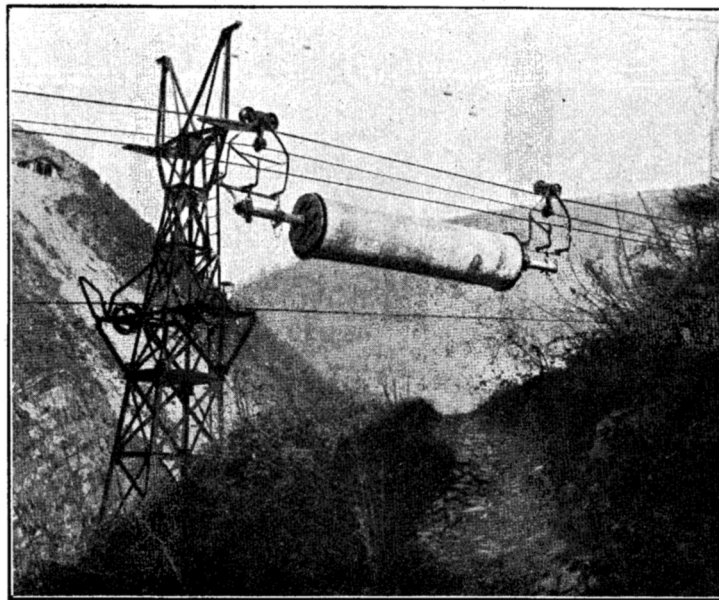


Fig. 4. - Trasporto a mezzo della teleferica di un grosso tubo di ventilazione del diametro di m. 1.

Tonn., comprese le spese d'impianto e quelle d'ammortamento, mentre su strada ordinaria il trasporto sarebbe costato intorno alle 50 lire per Tonn., ma non avrebbe potuto svolgersi con continuità e regolarità dato lo stato delle strade e i lunghi periodi in cui esse sono ingombre di neve ed interrotte per frane.

Impianti dei cantieri.

In relazione alle difficoltà che si prevedeva dovessero incontrarsi nella costruzione della grande galleria dell'Appennino, si determinarono in fase di progetto gli impianti dei cantieri e le installazioni meccaniche occorrenti per gli attacchi dai due imbocchi e dai pozzi, per modo che si potè presentarsi alla lotta contro la montagna con un programma ben definito.

Detto programma di massima, salvo quelle varianti ed aggiunte che necessità contingenti richiedevano, ha avuto integralmente attuazione.

Gli impianti di cantiere comprendono tutte le opere di sistemazione dei piazzali attigui alle fronti della galleria ed all'imbocco dei pozzi e le opere che su di essi si costruirono.

Questo impianto ha risposto pienamente al compito assegnatogli ed il rifornimento dei materiali al cantiere dei pozzi si è svolto sempre con la massima regolarità senza dar luogo ad inconvenienti.

Si sono trasportate finora Tonn. 75.000 con una media giornaliera di 90 ed un massimo di 186 Tonn. (fig. 4).

La spesa di trasporto è risultata di L. 40 per

rono, quali i fabbricati e le tettoie per gli impianti meccanici, per il deposito dei materiali da costruzione e per le lavorazioni relative, per il parco del materiale rotabile, con le stazioni di smistamento dei treni materiali provenienti dall'interno delle gallerie e di quelli destinati all'interno, nonché tutti i baraccamenti e fabbricati destinati all'alloggio ed alla vita della numerosa popolazione operaia, che in prossimità dei cantieri dovette sistemarsi colle proprie famiglie.

Riguardo a queste ultime, si ricorda che dovette fin dall'inizio provvedersi in prossimità dei tre attacchi alla costruzione di baracche ad uso dormitorio, refettorio, di baracche per famiglie, chè la popolazione operaia andò via via crescendo col progredire dei lavori ed i tre cantieri e non si aveva nei paesi vicini la possibilità di poter accogliere così notevole e rapido incremento di popolazione. Il numero di operai che lavorano nella Galleria e nei cantieri esterni raggiunge circa 700 all'imbocco Nord, 1600 ai pozzi e 950 all'imbocco Sud e per questi e le rispettive famiglie sorsero dei veri villaggi per i quali l'Amministrazione

provvide a tutti i servizi, quali la distribuzione di acqua potabile, illuminazione, negozi, distributori viveri, nettezza, disinfezione, scuole per i bambini e chiese, adottando insomma tutte le provvidenze necessarie a rendere agevole la vita di una benemerita massa operaia soggetta ad un lavoro aspro, pieno di rischi e in condizioni di continuo gravissimo disagio (figg. 5, 6 e 7).

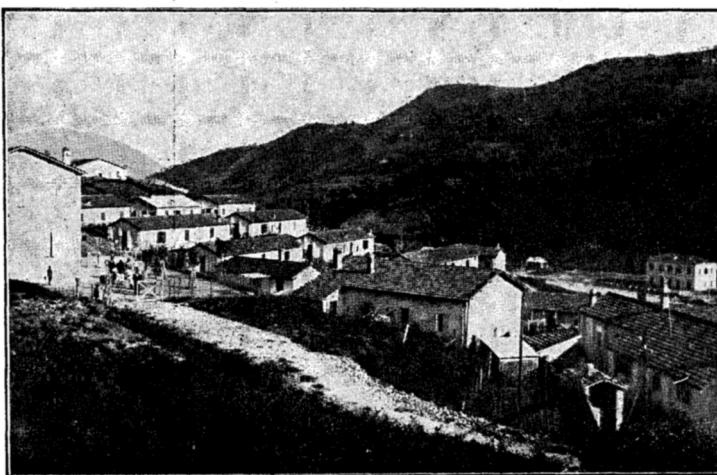


Fig. 5. — Il villaggio operaio all'imbocco Nord.



Fig. 6. — La chiesa al cantiere dei pozzi.

E speciale importanza assunse il servizio sanitario particolarmente rivolto alla profilassi contro l'anchilostomiasi o malattia dei minatori oltre che alla infortunistica, ed



Fig. 7. — La scuola al cantiere dei pozzi.

alla igiene dei cantieri.

Per questo servizio si costruirono nei tre cantieri posti di pronto soccorso ed infermerie con sala chirurgica (fig. 8), gabinetti di analisi largamente dotati dei mezzi più moderni, con medico residente sul posto, cui venne affidato anch'è l'incarico della visita preventiva degli operai per l'assunzione al lavoro, per evitare l'ingresso in galleria di operai infetti o provenienti da paesi ove l'anchilostomiasi è in at-

to, e di una rigida cura e sorveglianza dell'igiene dei cantieri.

Si installarono inoltre impianti di bagni e docce e venne fatto obbligo agli operai di farne uso frequente e regolare, e attigui a questi impianti vennero costruiti in ciascun cantiere degli spogliatoi, degli essiccatoi per gli abiti dei minatori (fig. 9). Apposite autolettighe erano sempre pronte per il trasporto nelle vicine città degli infortunati o degli ammalati gravi.

Particolarmente importanti sono le sale macchine dei tre cantieri dove sono installati i gruppi Diesel elettrici di riserva ed i compressori d'aria a bassa ed alta pressione, sale delle dimensioni di metri 47×12 agli imbocchi e di metri 50×12 ai pozzi, alte circa metri 6 con carro a ponte scorrevole della portata di Kg. 3000; le sale per la ventilazione, per officine forgeria, ecc., nonché i grandi magazzini per le calce e cementi e le tettoie per deposito legnami, tubi, ecc.

Tutti gli impianti anzidetti vennero eseguiti fin dall'inizio dei lavori della grande galleria e messi subito in piena efficienza.

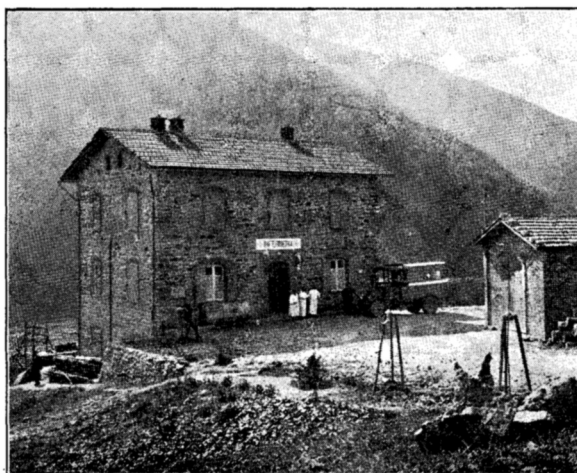


Fig. 8. — L'infermeria al cantiere dei pozzi.



[Fig. 9. - Impianto bagni all'imbocco Sud. Operai ai lavabi.]

Le aree occupate dai cantieri sono le seguenti:

Imbocco Nord	mq.	144.000
Pozzi	»	120.000
Imbocco Sud	»	92.000

In totale	mq.	356.000
---------------------	-----	---------

Le aree coperte per abitazioni, dormitori, refettori, servizi sanitari, scuole, chiese, ecc. sono di:

Imbocco Nord	mq.	8.900
Pozzi	»	5.300
Imbocco Sud	»	6.100

In totale	mq.	20.300
---------------------	-----	--------

Le aree coperte dai fabbricati, tettoie, magazzini, sale macchine, ecc., sono di:

Imbocco Nord	mq.	7.800
Pozzi	»	9.000
Imbocco Sud	»	5.200

In totale	mq.	22.000
---------------------	-----	--------

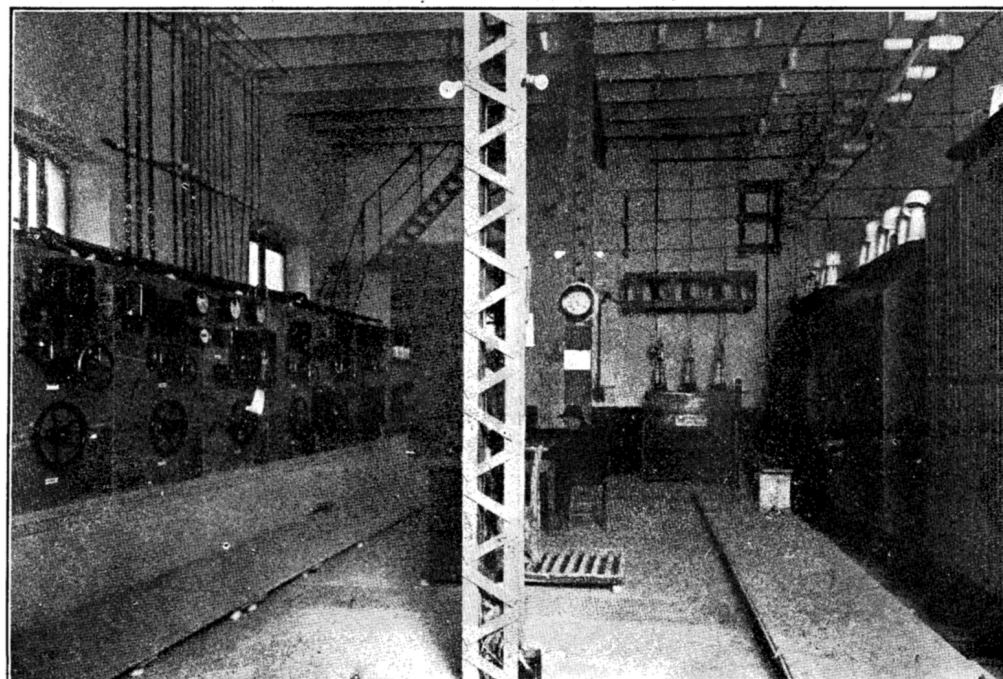


Fig. 10. — Interno della cabina di trasformazione ai pozzi.

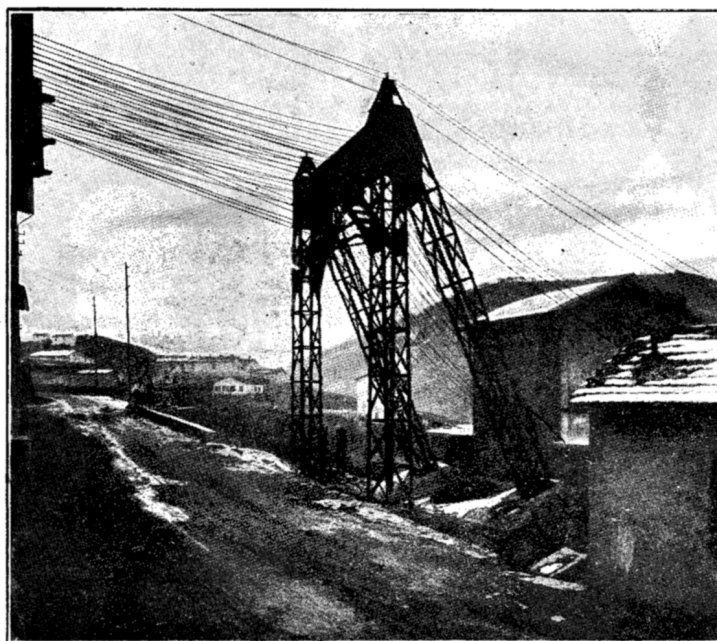


Fig. 11. — Pilone d'ammarraggio delle linee a bassa tensione all'uscita dalle cabine ai pozzi.

Installazioni meccaniche.

Le installazioni meccaniche impiantate nei tre cantieri per l'esecuzione di questa grande galleria, si andarono sviluppando con il progredire degli avanzamenti in galleria. Si incominciò in tutti i cantieri con impianti provvisori costituiti essenzialmente da motocompressori e ventilatori residuati di guerra, azionati da motori ad olio pesante o locomobili. Poi si installarono i compressori definitivi e si azionarono gli impianti con dei motori Diesel, e

nel mentre si predisposero gli impianti di linee e di cabine per l'alimentazione dei macchinari con energia elettrica proveniente dall'esterno.

Linea elettrica e cabina. — Si costruì una linea elettrica trifase su pali a traliccio alla tensione di 30.000 volt che partendo da Prato dagli impianti della Società del Valdarno, seguendo la valle del Bisenzio, si portava sino al cantiere dell'imbocco Nord; nei tre cantieri si installarono cabine di trasformazione, per ridurre la tensione della corrente da 30.000 volt alle correnti di utilizzazione (fig. 10 e 11).

Questi impianti furono ultimati nel 1924 ed al principio del 1925 si iniziò l'esercizio elettrico dei macchinari, mentre gli impianti Diesel restavano di riserva.

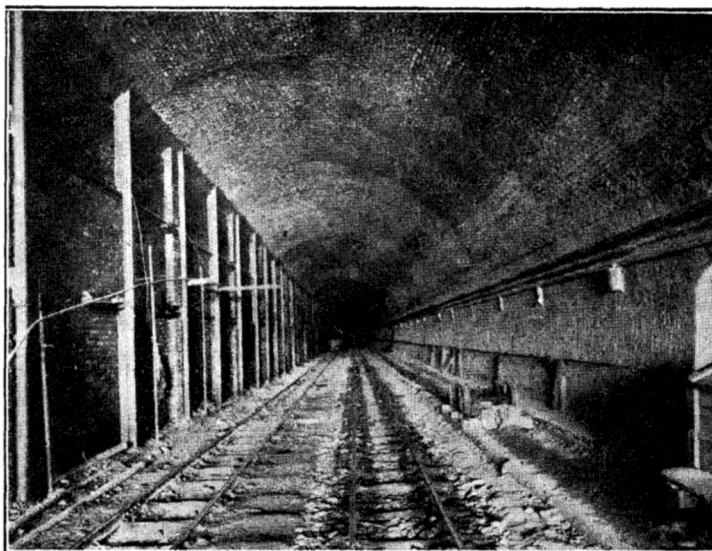


Fig. 12. — Interno della Galleria.
Il tramezzo armato separante la condotta di ventilazione.

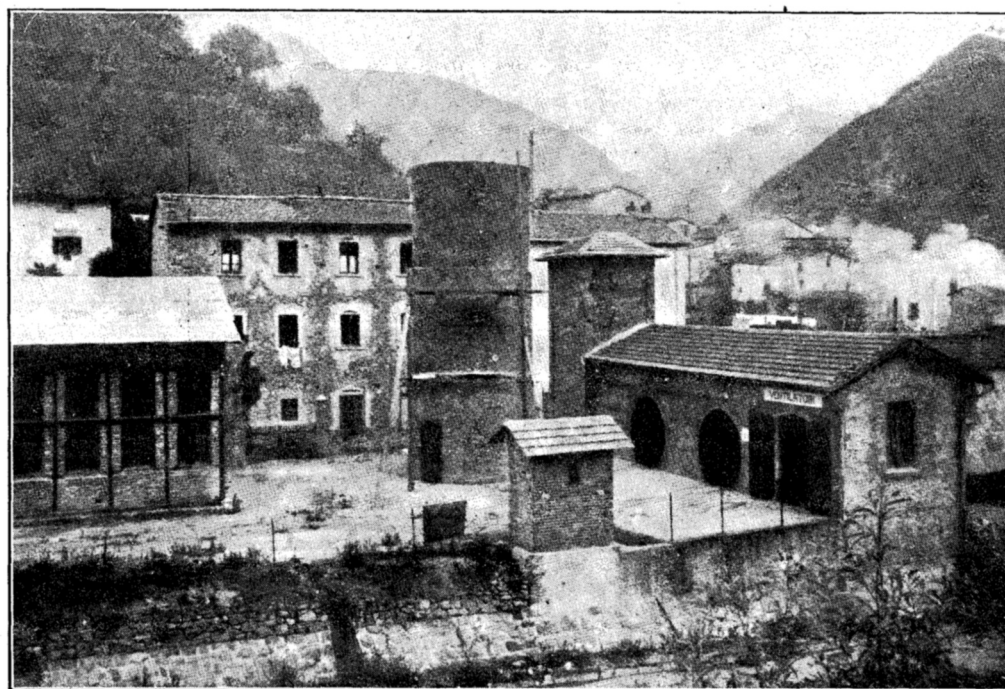


Fig. 13. — Impianto di ventilazione per l'imbocco Sud al pozzo di Vernio.

Impianti di ventilazione. — Furono eseguiti col criterio di trasportare nell'interno della galleria al termine dei tratti ultimati ingenti masse d'aria: $20 \div 24$ e più mc. al 1" per poter ad esse attingere con ventilatori secondari installati nell'interno, e periodicamente spostabili in avanti, quei quantitativi d'aria che le particolari condizioni dei lavori avrebbero richiesto.

All'uopo si sono dovute costituire condotte di ventilazione di ampia sezione, che partendo dagli impianti all'imbocco si portano fino all'estremo della galleria ultimata e ciò si è fatto sepa-

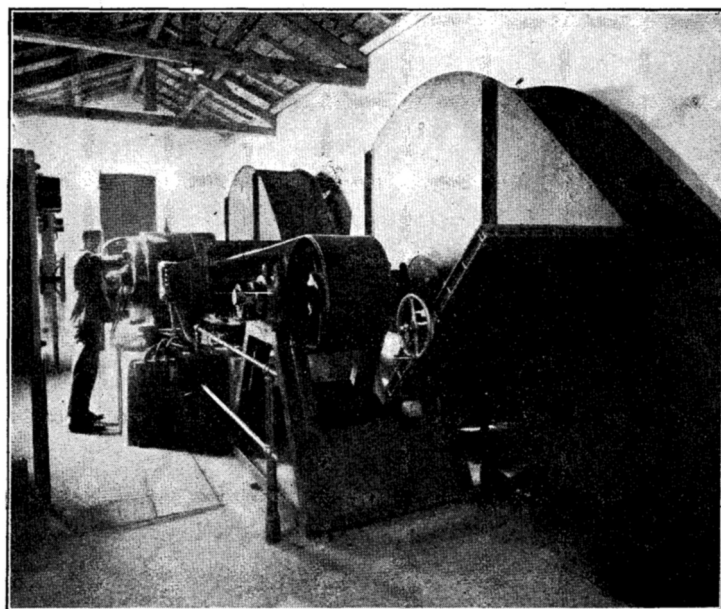


Fig. 14. — Interno sala ventilatori primari all'imbocco Sud.

rando mediante un tramezzo di mattoni opportunamente armato una parte della sezione di galleria completamente rivestita (fig. 12).

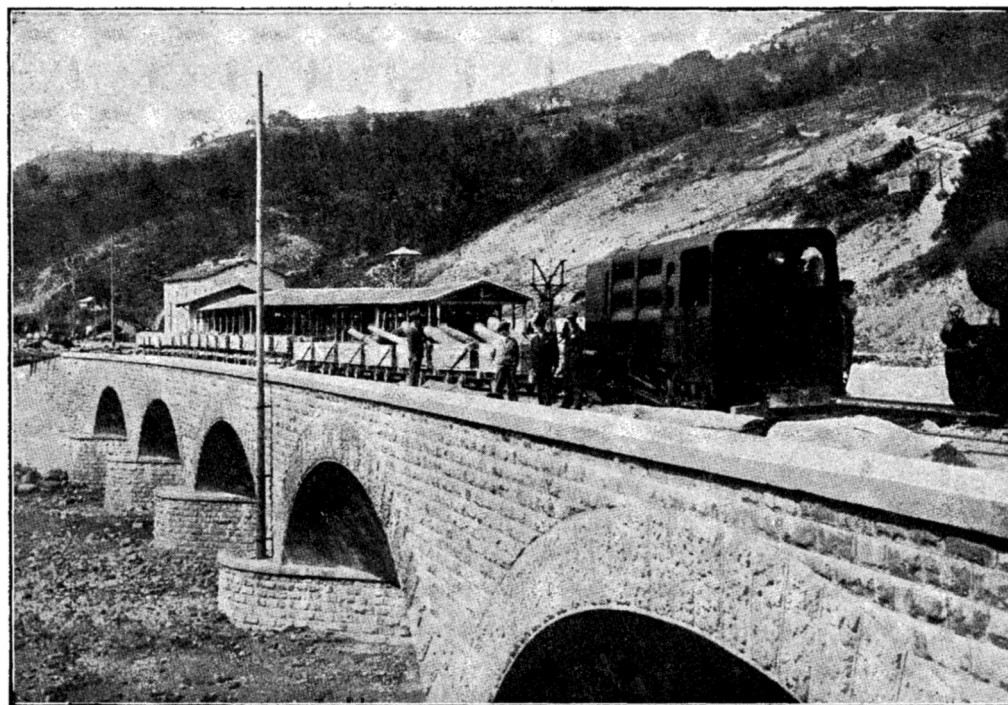


Fig. 15. — Locomotiva ad aria compressa a 4 assi sul ponte del torrente Setta presso l'imbocco Nord.

Questo cunicolo, che ha una sezione di mq. 6,50 tali da ridurre al minimo le perdite di carico per attrito consente l'afflusso dei quantitativi d'aria precedentemente indicati con una velocità di circa m. 4 al 1"; la pressione iniziale alla bocca di mandata dei ventilatori non supera mai i 250 mm. di colonna d'acqua.

Gli impianti di ventilazione nei tre cantieri consistono in un impianto primario costituito da due ventilatori da 24 mc. al 1", pressione 250 mm. azionati da motori elettrici da 160 HP, uno dei quali di riserva, tali però da poter funzionare anche in parallelo (vedi Tav. XIX e fig. 13 e 14).

All'estremo della galleria completamente rivestita,

l'aria viene ripresa da un impianto secondario, che viene periodicamente spostato in avanti, costituito da due ventilatori della portata di mc. 6 al 1" e viene spinta attraverso tubazioni metalliche del diametro di mm. 1000 prima e 635 poi fino alle fronti di avanzamento. All'estremo anzidetto è installato inoltre un ventilatore

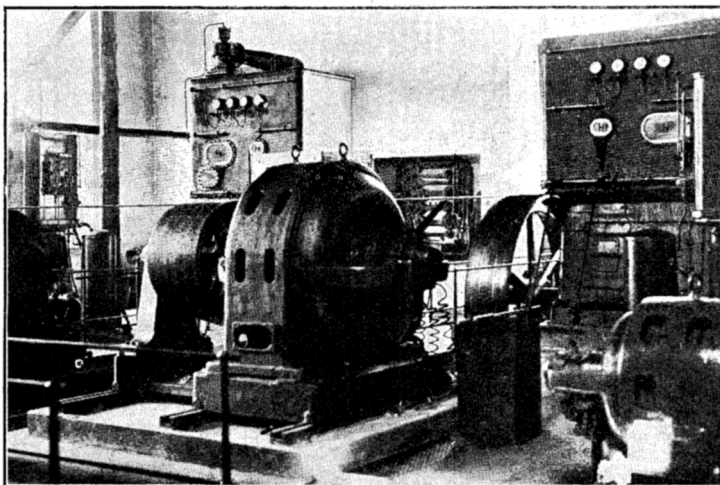


Fig. 16. — I compressori d'aria a 200 atm. all'imbocco Nord per l'impianto di trazione.

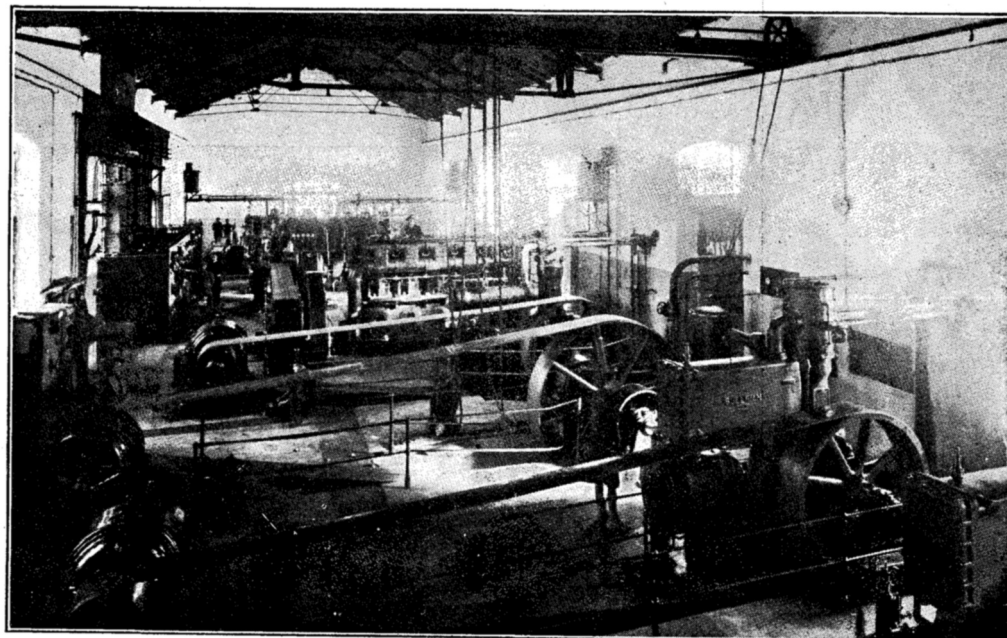


Fig. 17. — Interno della sala macchine del cantiere dei pozzi. Diesel elettrici di riserva e compressori a bassa tensione per la perforazione.

aspirante da mc. 3 al secondo per l'aspirazione dei gas dagli avanzamenti, attraverso tubazioni dei diametri di mm. 635 e 400. Quando particolari condizioni come la presenza di gas in quantità notevole all'imbocco Nord, hanno richiesto un aumento della ventilazione, si è potuto agevolmente ottenerla con l'aggiunta di ventilatori di ripresa atti ad elevare la pressione installata a metà cunicolo di ventilazione e con l'aggiunta di ventilatori secondari all'estremo e di tubazioni metalliche di mandata nei cantieri di lavoro fino alle fronti di attacco.

Trazione. — Nell'interno delle gallerie la trazione dei treni materiali ed operai si effettua mediante locomotive ad aria compressa. Si hanno locomotive piccole a due assi da 40-50 HP negli avanzamenti e grandi a 4 assi da 80-100 HP nel tratto di gal-

leria ultimata (fig. 15).

Queste ultime sono agli imbocchi Nord e Sud, mentre negli attacchi dai pozzi il servizio viene fatto interamente con le prime. L'aria compressa a 200 atm. viene fornita dai compressori da 3, da 6 e da 13 mc. al 1' (fig. 16) della potenza di 80, 160 e 300 HP. e trasportata nell'interno delle gallerie con tubo di acciaio provato a 300 atmosfere lungo il quale sono disposte stazioni di presa per il caricamento delle locomotive.

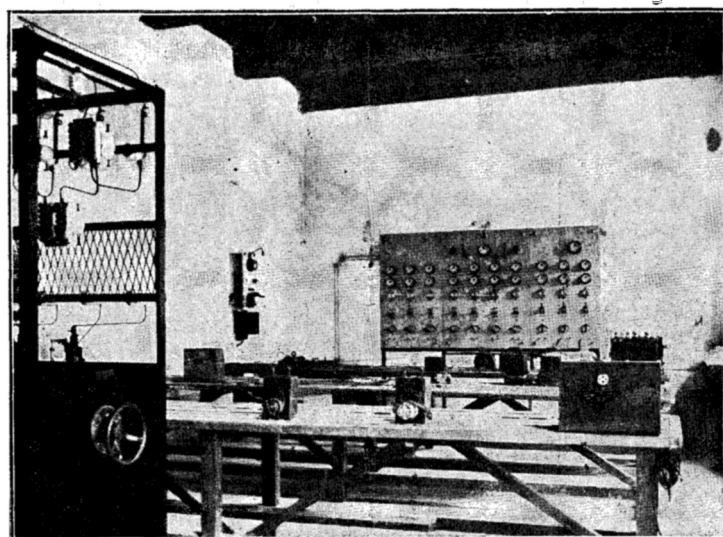


Fig. 18. — Sala per la carica delle lampade ad accumulatori nell'imbocco Sud.

L'aria immagazzinata nelle locomotive a 200 atm. passa attraverso ad una valvola di riduzione alla pressione di esercizio dei cilindri di 14 ÷ 15 atmosfere.

Il consumo d'aria è risultato di circa mc. 1 alla Tonn.-Km. ed il consumo di energia di circa 250 Watt per Tonn.-Km.

All'esterno la trazione viene fatta con locomotive a vapore.

Perforazione — È fatta con martelli e perforatrici pneumatiche. L'aria viene compressa a 7 atmosfere da compressori installati nella sala macchine dei cantieri e trasportata in galleria con tubazioni di acciaio dei diametri di mm. 150 e 175 (fig. 17).

Illuminazione. — All'imbocco Nord ed ai pozzi dove si ha presenza di gas viene fatta esclusivamente con lampade ad accumulatori o del tipo a faro, o del tipo portatile sia con accumulatori a piombo come con accumulatori ad alcali. Nei cantieri sono predisposti impianti di conversione della corrente per la carica degli accumulatori.

Analoghi impianti e lampade sono state approvvigionate per l'imbocco Sud ed impiegate solo quando si ebbero emanazioni di gas, ma di regola, poichè queste furono rare, a questo imbocco vennero usate normali lampade ad acetilene (fig. 18).

Impianti per la difesa contro i gas.

All'imbocco Nord i provvedimenti per la difesa contro i gas, e contro gli incendi che l'accensione periodica o gli scoppi di gas provocavano consistettero, oltre che nel grande sviluppo dato alla ventilazione e nell'impiego di lampade elettriche di cui sopra è cenno, nell'impianto in galleria di una condotta d'acqua in pressione, del diametro di 125 mm., alimentata da un impianto di pompe installate all'imbocco.

Queste aspirano l'acqua da appositi pozzi e gallerie filtranti scavate nel vicino Torrente Setta e la mantengono in pressione fino a 10 atmosfere; nell'interno della galleria in prossimità degli attacchi un capace serbatoio metallico mantenuto pieno da detta condotta costituisce una adeguata massa di riserva, ed altre pompe spostabili con l'avanzare del lavoro servono quando è necessario ad elevare la pressione dell'acqua e provocarne getti violenti contro le armature troppo calde od incendiate.

Per le periodiche accensioni del gas a distanza per eliminarlo dai punti morti, dove nonostante l'efficacissima ventilazione si annida, vengono impiegati speciali accenditori dinamo-elettrici.

Per constatare la presenza di gas e la relativa quantità è stato dotato il cantiere di apposite lampade grisoumetriche, lampade speciali a rete metallica, cui la lunghezza della fiamma e la sua colorazione variano col variare delle proporzioni della miscela gas-aria.

Poichè l'insidia del gas permase sempre e sempre minacciò e rese difficile dall'imbocco Nord, specialmente e dall'attacco Bologna dai pozzi il lavoro, si ravvisò fin dai primi tempi la necessità di organizzare squadre di soccorso e di salvataggio in caso di scoppi ed incendi e vennero dotati i cantieri di maschere di sicurezza contro i gas specialmente del tipo Dreager ad ossigeno e scatola di potassa e vennero allenate periodicamente squadre di operai all'uso di queste maschere, dotando altresì il cantiere di Lagaro di apposito compressore per il carico a 150 atmosfere delle bombolette di ossigeno.

Impianto di sollevamento d'acqua dai pozzi.

Altri due impianti meritano speciali cenni: quello per l'estrazione dell'acqua di filtrazione dai pozzi e quello per l'estrazione dei materiali di scavo e per l'introduzione lungo i pozzi dei materiali da costruzione.

Poichè, data la natura delle rocce si riteneva di incontrare limitate filtrazioni di acqua da esaurire con impianti normali, si installarono in un primo tempo alla base dei pozzi tre pompe a pistone azionate da motori elettrici della portata di complessivi litri 50 al 1" con tubi di mandata lungo i pozzi del diametro di 175 mm. Quando però, al principio del 1925, si rilevò un progressivo aumento delle acque di filtrazione e si constatò l'entità delle sorgive comparse all'imbocco Sud della galleria, si provvide ad aumentare gradualmente gli impianti di pompatura prevedendoli con una certa larghezza per far fronte ad ogni eventualità e per tener conto dei periodi di inattività per riparazioni e manutenzione.

L'impianto di pompatura completo nel massimo sviluppo raggiunto, si compone di 37 elettropompe per una portata complessiva di litri 1200 al 1", prevalenza di l. . 220, con una potenza complessiva di 6600 HP. (vedere Tav. XVIII). L'energia elettrica per l'azionamento delle pompe viene trasportata in galleria alla tensione di 5000 volt

mediante cavi isolati, ed ivi trasformata in apposita cabina della potenza di 7000 Kilo-voltampere alla tensione di utilizzazione di 260 volt (fig. 19).

Complessivamente durante la costruzione della galleria dai pozzi si sollevarono mc. 22,5 milioni di acqua con un consumo totale di 24.500.000 Kwore ed una spesa

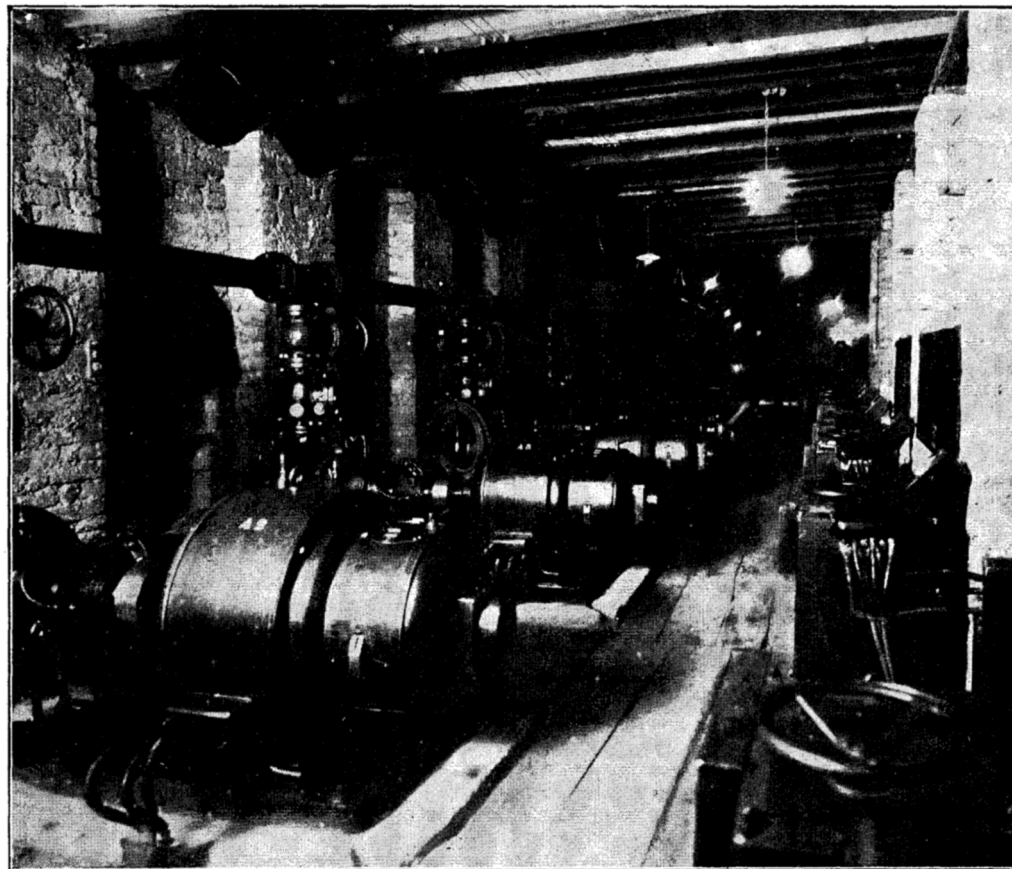


Fig. 19. — Le elettropompe centrifughe nel camerone alla base dei pozzi.

globale di lire 7.880.000, con un costo medio di L. 0,37 a mc. di acqua sollevata che gravò in ragione di L. 15 a mc. di scavo e di muratura eseguito dai pozzi durante l'esaurimento.

Impianti per l'estrazione delle materie dai pozzi.

Per l'estrazione delle materie di scavo e di galleria attraverso i pozzi inclinati si eseguì un primo impianto di sollevamento funicolare in ciascun pozzo con argano a tamburo e puleggie di rinvio a 90°, azionato da motore elettrico da 45 HP. con speciali carrelli attaccati alle funi di trazione e tali impianti servirono per la costruzione dei pozzi; ma furono studiati in modo da potere, con opportune varianti, essere utilizzati per la costruzione della galleria.

Infatti, in seguito, si sostituirono ai tamburi un sistema di carrucole verticali di aderenza e di puleggie di rinvio e ai carrelli dei sottocarri a gradinata capaci di rice-

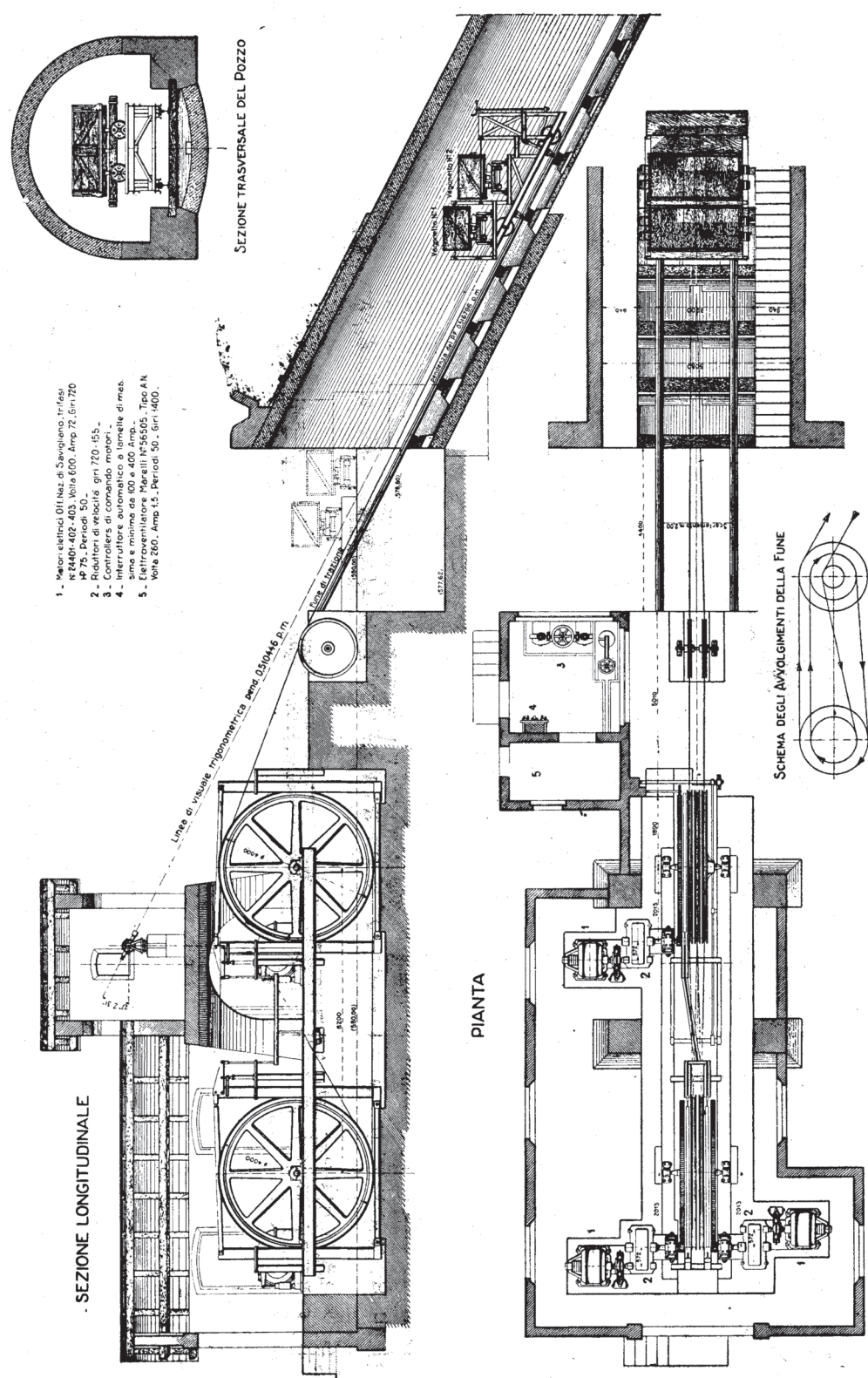


Fig. 20. — Pozzi inclinati. Cantiere di Ca Landino. Piano inclinato al Pozzo N. 1.

vere un vagonetto da trasporto da mc. 1,70 a 2 oppure 30 operai. Si cambiò il motore con altro da 150 HP e si completò l'impianto con indicatori di posizione, freni automatici speciali sui sottocarri, per l'arresto in caso di rotture delle funi ed in caso di eccessiva velocità. La potenzialità di estrazione di ciascuno di questi impianti è di

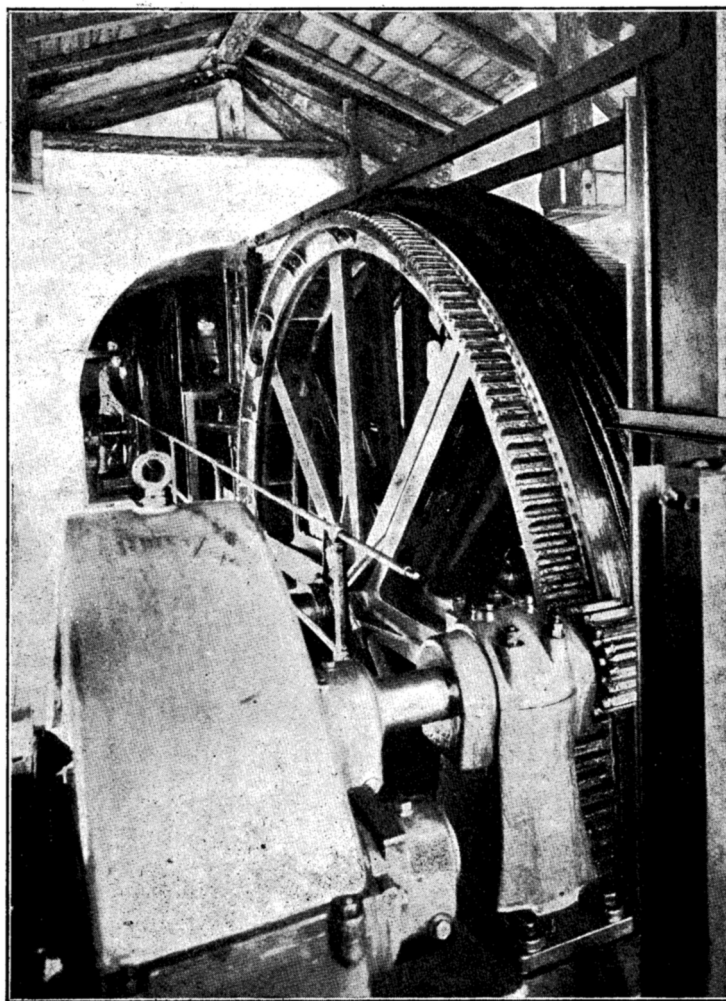


Fig. 21. — Argano al pozzo di estrazione N. 1.

Gli argani furono costruiti con pulegge di aderenza del diametro di 4 metri e ciascuno fu azionato da 3 motori da 75 HP. complessivamente HP. 225 per argano. Sforzo massimo di trazione Kg. 5800. Velocità m. 2 al 1", funi del diametro di mm. 44 e fune di compenso del diametro di mm. 32 con gruppo di tensione all'estremità dei pozzi (vedi fig. 20).

Ogni argano è munito di freno a mano, freno elettromagnetico, controller di manovra, indicatore a posizione, interruttore automatico e strumenti di misura; ogni sottocarro di un freno a mano e di due freni automatici di sicurezza (fig. 20, 21 e 22).

mc. 400 di materie in 24 ore, la velocità di m. 2 al 1", quindi la durata del percorso di 5 minuti circa. L'armamento lungo i pozzi fu fatto con un unico binario dello scartamento di m. 2 con raddoppio centrale a metà pozzo, con rotaie FS da 46 Kg. a ml.

Dato il lavoro ingente e l'assoluta continuità di esercizio, le funi di questi argani erano soggette ad un grande logorio ed a rapido consumo. Per questa ragione e per la necessità di avere impianti di riserva che assicurassero in ogni caso la regolarità e continuità del servizio, si provvide alla installazione di due nuovi argani ciascuno di potenzialità doppia dei precedenti con nuovi sottocarri atti ad estrarre simultaneamente 2 vagonetti da mc. 1,70.

Questi argani hanno funzionato regolarmente rispondendo a tutte le esigenze dei trasporti lungo la canna dei pozzi.



Fig. 22. — Il sottocarro all'imbocco del pozzo con carrello con una squadra di operai.

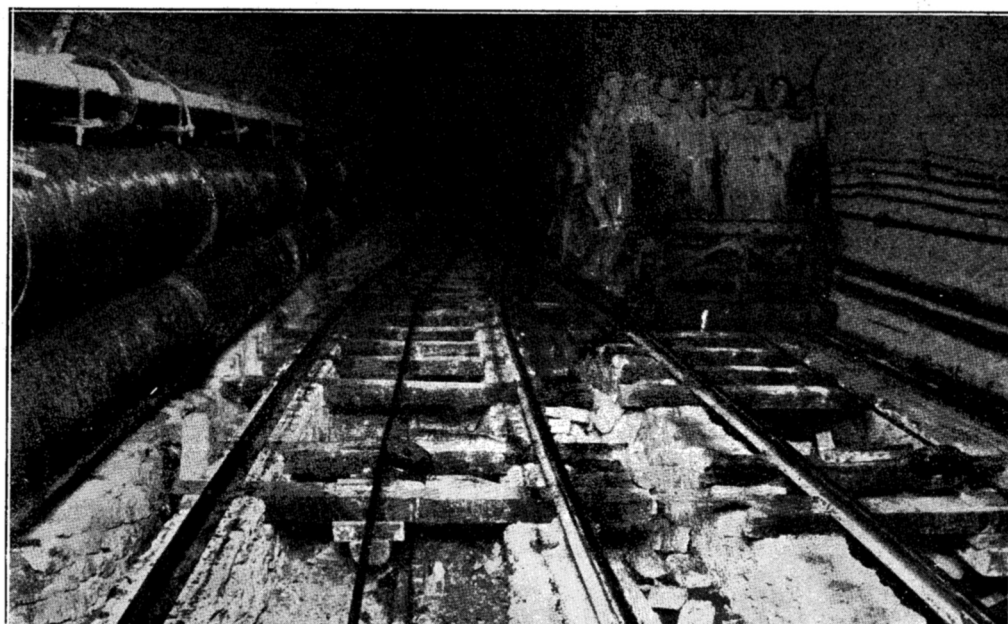


Fig. 23. — Il raddoppio a metà pozzo per l'incrocio dei sottocarri.
Sottocarro discendente con squadra di operai.

In tutti i cantieri oltre agli impianti di cui sopra, si hanno officine meccaniche ed officine per riparazione vagonetti, forgia pneumatica per ferri da mina, impianti per produzione di pietrisco, sabbia ed impianti per produzione di blocchi di cemento.

VITA DEL CIFI

158

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

Costo degli impianti.

Dopo questa descrizione generale degli impianti di cantiere e delle installazioni meccaniche eseguite le quali nel complesso comprendono una potenza di 17.785 HP., si ritiene interessante esporre qualche dato di costo ad essi relativi.

La spesa complessiva per l'impianto dei cantieri e per le installazioni meccaniche ammonta alle seguenti cifre arrotondate

All'imbocco Nord: per i cantieri	L. 10.000.000
» le installazioni	» 10.000.000
ed in totale	L. 20.000.000
Ai pozzi: per i cantieri	L. 20.000.000
» le installazioni	» 24.000.000
ed in totale	L. 44.000.000
All'imbocco Sud: per i cantieri	L. 8.500.000
» le installazioni	» 13.500.000
ed in totale	L. 22.000.000
Complessivamente: per i cantieri	L. 38.500.000
» le installazioni	» 47.500.000
Totale	L. 86.000.000

A fine lavoro o per alienazioni o per reimpiego in lavori analoghi si avrà un ricupero che potrà valutarsi con criterio prudenziale in media del 20 % circa delle somme spese. Grava quindi sui lavori l'80 % delle somme sopraindicate e cioè:

All'imbocco Nord: per i cantieri ed installazioni. .	L. 16.000.000
Ai pozzi: » » » » » . . »	35.000.000
All'imbocco Sud: » » » » » . . »	18.000.000
Totale	L. 69.000.000

Riferite queste spese ai metri lineari di galleria costruiti dagli imbocchi e dai pozzi nell'ipotesi che l'incontro fra l'imbocco Nord e l'attacco Bologna dei pozzi avvenga alla progressiva 5700, risulta rispettivamente:

di L. 2800 a ml. di galleria costruita dall'imbocco Nord	
» » 2500 » » » » » » » Sud	
» » 6000 » » » » » » dai pozzi	

e mediamente di L. 3500 a ml. di galleria.

Tutti i macchinari e mezzi d'opera, ad eccezione dei compressori ad alta e bassa pressione che provengono dall'estero, sono di fabbrica italiana.

Operazioni di tracciamento.

Il contrafforte appenninico fra le valli del Setta e del Bisenzio è facilmente accessibile e quindi è stato superfluo ricorrere a triangolazioni per la determinazione dell'allineamento e della lunghezza; si è invece eseguito il tracciato diretto e si è misurato l'asse della galleria con canne metriche campionate munite di appositi sostegni.

L'andamento esterno della galleria è individuato da un allineamento di base fissato da due punti, uno detto di Ca' di Serra e l'altro di Costa Mezzana.

Si è prolungato l'allineamento determinato da questi punti di base fissandone altri tre, due dei quali in prossimità dei due imbocchi e su ciascun punto è stato costruito un osservatorio. Facendo stazione negli osservatori agli imbocchi, collimando gli altri ed abbassando il cannocchiale si portava la linea nell'interno della galleria. I punti di collimazione venivano individuati mediante speciali segnali luminosi. Le comunicazioni fra i vari osservatori venivano fatte con un impianto telefonico volante. Recentemente si sono sperimentati con ottimo risultato per le comunicazioni stesse degli apparecchi radio-riceventi-trasmettenti ad onde corte ideati e costruiti dalla Direzione Generale delle Nuove Costruzioni Ferroviarie presso il Ministero dei LL. PP.

Per il tracciamento dei pozzi si sono costruiti due osservatori ai relativi imbocchi e poichè gli assi dei pozzi stessi convergono in un punto accessibile e formano, con un tratto di asse della galleria lungo m. 123,71, un triangolo, con ripetute operazioni di misura di lati ed angoli di questo triangolo, si sono individuati alla base dei pozzi i due punti di asse che hanno servito per il tracciato interno della galleria. Come controllo delle operazioni è stato eseguito in questi ultimi tempi una triangolazione a catena.

I risultati di tutte queste delicatissime operazioni di tracciato, condotte dagli ingegneri addetti ai lavori, hanno dato già un brillante risultato nell'incontro esattissimo, sia come linea che come piano, delle due avanzate dall'imbocco Sud e dai pozzi verso Firenze avvenuto il 22 dicembre s. a.: analogo brillante risultato si prevede pure per l'abbattimento del nucleo verso Bologna.

Lo strumento adoperato per il tracciamento, prezioso collaboratore degli ingegneri, è un Teodolite Trounhton e Simms, grande modello e quello per la livellazione lungo l'asse dei pozzi è un piccolo livello che permette di leggere la stadia a pochi metri dall'obbiettivo ciò che non avrebbero permesso i livelli ordinari.

Scavo e muratura della grande galleria.

La costruzione della grande galleria dell'Appennino fu iniziata nel gennaio del 1920 dall'imbocco Sud, nel luglio dello stesso anno dall'imbocco Nord e nel febbraio 1924 dai due attacchi intermedi alla base dei pozzi dove è ubicata una grande stazione delle precedenze per permettere ai treni più lenti di dare il passo a quelli più veloci.

Il sistema di scavo indistintamente adottato per tutti gli attacchi, fatta eccezione per quanto riguarda l'anzidetta stazione di precedenza, è quello così detto belga ad avanzata in cunetta.

Si scava cioè dapprima al piano del ferro un cunicolo delle dimensioni minime di m. 4x3,20 (Tav. XVI), il quale serve per la sede del binario scartamento 0,75 armato con rotaie del peso di 14 a 24 Kg. per ml., per il trasporto dei materiali di scavo dal

VITA DEL CFI

160

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

fronte del cunicolo, delle materie provenienti dagli altri cantieri di lavoro, dei ma-



Fig. 24. - Imbocco del cunicolo inferiore del cantiere di strozzo.

metri l'uno dall'altro che servono per lo scarico dei materiali di scavo sui vagonetti scorrenti sul binario posato nell'avanzata inferiore, e per il rifornimento dei cantieri delle murature.

Il cunicolo dell'avanzata superiore viene allargato (abbattaggi) quindi abbassato fino al piano d'imposta della volta (strozzetto) e nuovamente allargato (larghi di calotta) fino a raggiungere la sagoma della volta stessa, dopo di che si procede alla costruzione della volta.

Ultimata questa si abbatte il diaframma che separa il piano di calotta dal cielo dell'avanzata inferiore (strozzo) e si abbattano i nuclei che stanno sotto la calotta (strozzo e piedritti) che viene sostituita da apposite armature.

teriali da costruzione, e per il passaggio delle tubazioni di ventilazione e dell'aria compressa e della cunetta per il deflusso delle acque d'infiltrazione (fig. 24).

A questa avanzata fa seguito lo scavo di un altro cunicolo superiore delle dimensioni di metri $2,5 \times 2$ la cui sommità corrisponde all'estradosso del rivestimento della volta (fig. 25).

I due cunicoli comunicano fra loro mediante pozzi denominati fornelli a distanza di 6

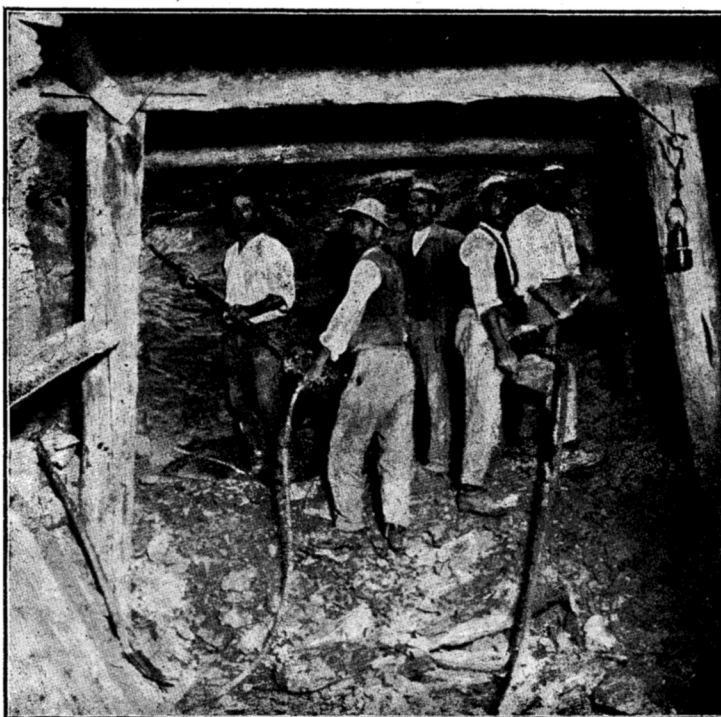


Fig. 25. - La fronte d'attacco del cunicolo superiore; due coppie di minatori con martelli perforatori.

Si murano quindi per sottomurazione i piedritti ed infine si scava e si costruisce l'arco rovescio.

La distanza fra i diversi cantieri di lavoro nei tratti in cui il terreno era formato da schisti argillosi compatti soli o alternanze di schisti argillosi compatti e arenarie e dove quindi non si avevano spinte notevoli, ha raggiunto uno sviluppo massimo di 890 metri (dai pozzi lato Firenze, incontro imbocco Sud) mentre nel tratto in schisti argillosi passanti ad argille scagliose lo sviluppo dei cantieri venne limitato a m. 90 (imbocco Nord, gennaio 1926, progr. 2760-2670).

In questo tratto, il potere rigonfiante delle argille era tale che, nonostante tale precauzione nelle distanze dei cantieri, riusciva impossibile tenere aperto il cunicolo di avanzata inferiore benchè fortemente armato con quadri e rivestito di robusto tavolato nelle pareti.

Si è perciò abbandonato nella avanzata inferiore il sistema di armatura con quadri e si è adottato un geniale dispositivo che questa volta dà luogo ad un metodo di scavo che diremo finalmente italiano dopo tanti metodi belgi, inglesi austriaci, con i quali vengono denominati i sistemi di attacco delle gallerie.

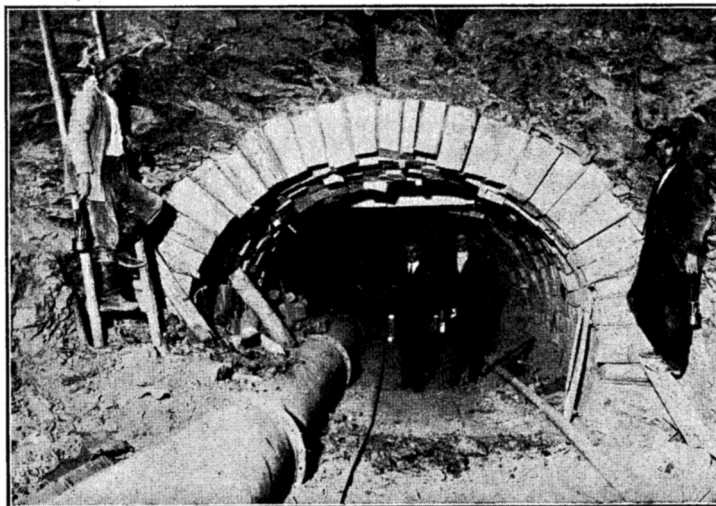


Fig. 26. — Il cunicolo inferiore all'imbocco Nord a sezione circolare rivestito con conchi di legname (botti).

Il cunicolo di avanzata inferiore viene scavato a sagoma circolare di diametro metri 4,25 anzichè a sagoma rettangolare per un tratto di 50 centimetri ed immediatamente e completamente rivestito con conchi di legname lavorati a raggio e della rientranza di 50 centimetri.

Resta così all'interno un vano circolare di diametro m. 3,25 sufficiente al passaggio dei vagoni e delle tubazioni (fig. 26).

Mentre l'azione rigonfiante del terreno si manifesta in minor grado, perchè le pareti dello scavo restano rivestite, l'azione stessa trova vivo contrasto nel tubo di legname formato con conchi, e d'altra parte le deformazioni sono facilmente riparabili spingendo con forza cunei di legno nelle fenditure.

La superficie liscia d'intradosso del cunicolo facilita il deflusso dell'aria, mentre l'aderenza dei conchi alla roccia impedisce la formazione di sacche di gas.

Si è riusciti così col cunicolo circolare rivestito in conchi di legname, a mantenere aperto il cunicolo di avanzata inferiore ed avanzare in terreni cattivissimi fino a m. 90 al mese, mentre col cunicolo a sezione rettangolare armato con quadri non si potevano raggiungere che m. 50 circa.

La spesa per la costruzione del cunicolo anzidetto è di poco superiore a quella

occorrente per quello ordinario, giacchè i conci vengono ricavati da spessori di legname usato che altrimenti verrebbe impiegato come legna da ardere. Inoltre essi sono più volte tolti e rimessi in opera.

La stazione delle precedenze.

Tale stazione è costituita da una camera lunga 150 metri con una volta del diametro di 17 metri e una altezza fra il piano del ferro e la chiave della volta di 12 metri.

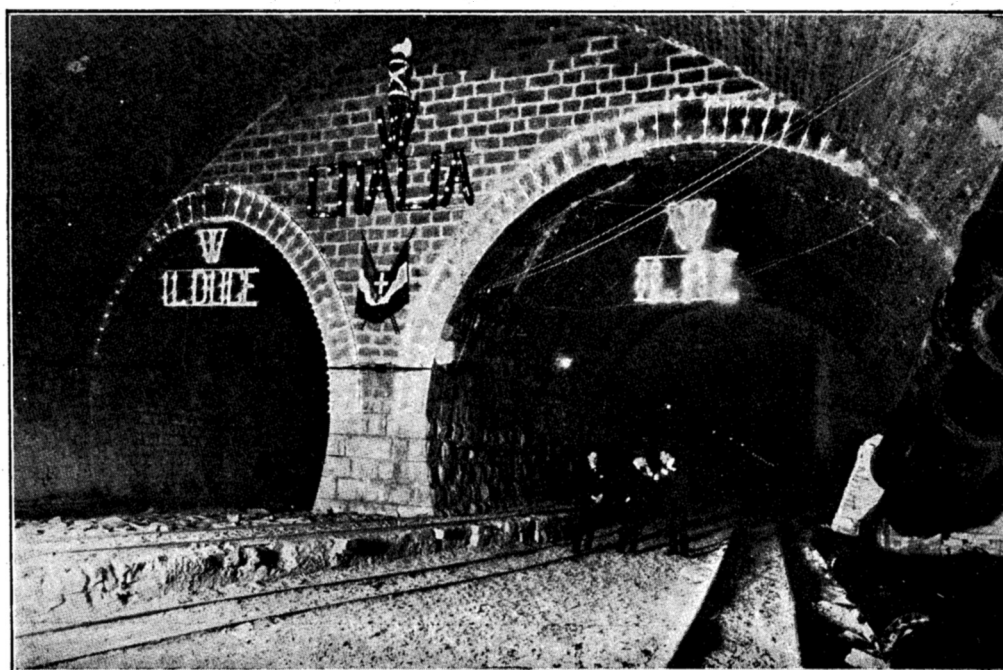


Fig. 27. — La testata della grande camera per la stazione delle precedenze: a destra la ferrovia a doppio binario; a sinistra la galleria ad un binario per le precedenze. Le fronti sono illuminate in occasione delle feste per l'incontro delle avanzate.

In questa camera si diramano in senso opposto due gallerie a semplice binario, le quali con largo arco di cerchio si ricongiungono alla galleria a sezione ordinaria a 600 metri di distanza dal punto di diramazione (fig. 27).

In queste gallerie si poseranno due binari di precedenza, evitando così il regresso ai treni più lenti che, avendo ceduto il passo a quelli più veloci debbono alla loro volta partire (vedi Tav. XVII).

La costruzione del tratto della galleria corrispondente alla grande camera è stato eseguito scavando oltre al cunicolo inferiore centrale (fig. 28), due cunicoli laterali in corrispondenza dei piedritti; costruiti i piedritti si è scavata una corona circolare capace di contenere il rivestimento della calotta, si è poi tolto il nucleo centrale di roccia dopo murata la volta.

La difficoltà per la presenza d'acqua.

Le difficoltà incontrate nello scavo della grande galleria, per i terreni spingenti: sono state vinte coll'uso del cunicolo circolare rivestito in conci in legname avvicinando notevolmente i cantieri di lavoro e infine coll'adottare robuste ed adeguate

armature non soltanto per sostenere lo scavo, ma anche per elidere le spinte orizzontali contro le murature e che tendevano a restringere la sagoma prima che questa fosse completata colla costruzione dell'arco rovescio.

Ma quella dei terreni spingenti non è stata la sola nè la più grave difficoltà incontrata nella costruzione di questo grande traforo, giacchè gravissime sono state le difficoltà derivanti dalle notevoli infiltrazioni di acqua, talvolta a pressione elevata e dalla fuoriuscita di gas infiammabili.

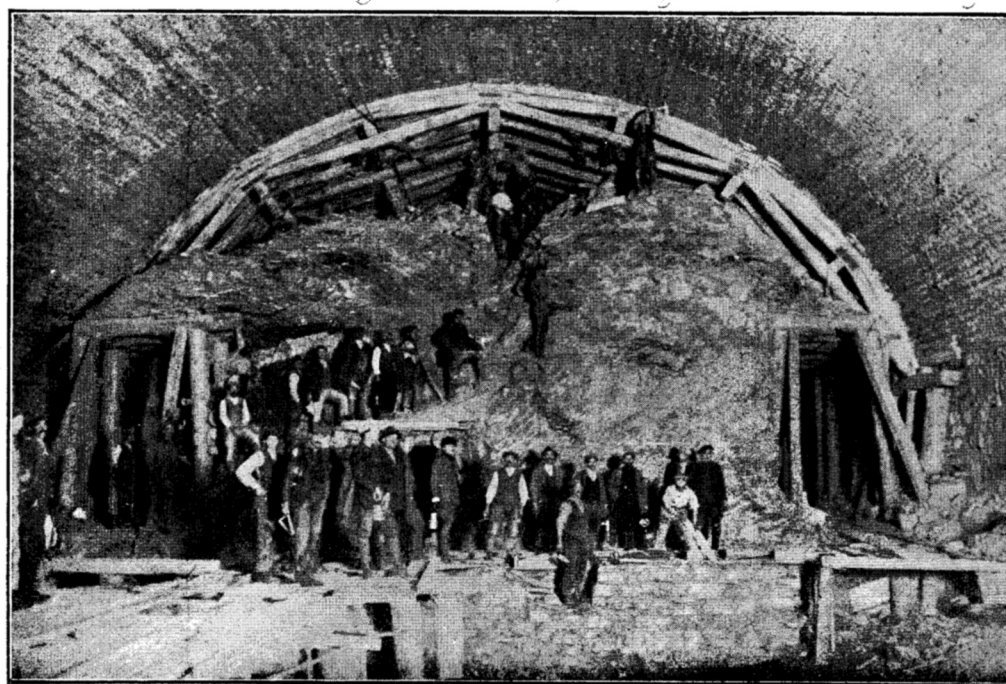


Fig. 28. — Lo scavo della grande camera per la stazione delle precedenti, per cunicoli in corrispondenza dei piedritti.

Nell'attacco dall'imbocco nord non si sono avute infiltrazioni di acqua, anzi questa si è dovuta portare di fuori per spegnere gli incendi dei gas e per evitare la formazione di polvere durante la perforazione delle rocce che era di pregiudizio alla salute degli operai.

Nell'attacco dell'imbocco Sud, fatta eccezione per il primo tratto di 780 metri attraverso le alternanze di schisti galestrini e di arenarie, si sono avute sempre filtrazioni di acqua talvolta sotto forma di stillicidio (fig. 29), talvolta sotto forma di pioggia diretta e talvolta con vere irruzioni di acqua che hanno fatto aumentare fino a 600 litri al 1'' un vero torrente, l'acqua uscente dall'imbocco.

Se lo stillicidio e la pioggia di acqua, a temperatura inferiore alla temperatura ambiente, hanno costretto gli operai a lavorare in condizioni di notevole disagio riducendo il loro rendimento e limitando le ore lavorative fino a 4 giornaliere invece delle 8 normali, le irruzioni di acqua in grande quantità hanno prodotto sempre considerevole incaglio al regolare e rapido andamento del lavoro.

Col richiedere agli operai uno spirito di abnegazione ed una noncuranza della propria salute, giacchè si trattava di lavorare sotto getti di acqua fredda in pressione, si sono potuti scavare ed oltrepassare i tratti delle sorgenti incontrate.

Solo a maestranze italiane, alle quali si ricorre sempre all'estero tutte le volte che in una opera una difficoltà insormontabile si presenta, potevasi richiedere tale sforzo e tale sacrificio con la certezza di riuscire.

Le più importanti irruzioni di acqua sono avvenute alle progr. 2400 (litri 65 al 1") alla progr. 4830 (litri 150 al 1") ed alla progr. 5778 (litri 300 al 1").

La seconda di queste irruzioni avvenuta attraverso strati di arenaria fratturata, obbligò ad una lunga sospensione di lavoro per potere incanalare l'acqua che allagava

i cantieri di lavoro, sostituendo le cunette rivestite in legname che avevano una sezione di cm. 60×60 , con canali in lamiera della sezione di m. 1×1 .

L'ultima irruzione quella di 300 litri al 1" avveniva a pressione tanto alta che parte dell'acqua veniva lanciata in getti a m. 20 di distanza impedendo di avvicinarsi al fronte dell'avanzata.

Si tentò di sbarrare la fronte con una diga in muratura di m. 3 di spessore, facendola attraversare,

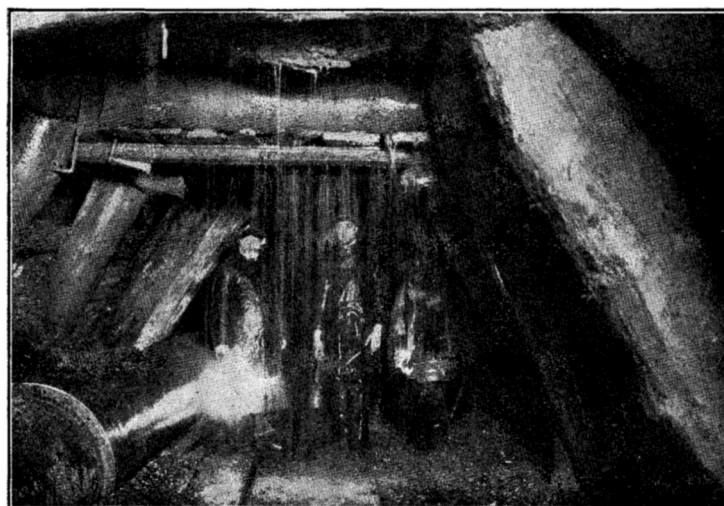


Fig. 29. — Immissione d'acqua nel cunicolo inferiore a forma di pioggia dirotta.

sare, per lo smaltimento dell'acqua, da 9 tubi di acciaio del diametro di 175 mm. e da 7 fori di piccolo diametro per le iniezioni di cemento, iniettando prima malta di cemento e sabbia, poi malta di solo cemento ed infine con segatura di legno e limatura di ferro senza potere ottenere risultati sufficienti data la irruenza dell'acqua (15 atmosfere) e la sua quantità.

Si dovette chiedere un nuovo sforzo alle maestranze laddove fallivano i mezzi suggeriti dalla scienza e dalla pratica e si riuscì ad oltrepassare anche la zona nella quale sboccava la sorgente.

L'acqua, come si è potuto constatare dopo, sgorgava dal basso attraverso le arenarie da una fenditura di 30 o 40 cm. di larghezza (fig. 30).

Negli attacchi dai pozzi si sono avuti per quasi tutta la estensione dei cantieri filtrazioni diffuse oltre a notevoli immissioni d'acqua a pressione nel tratto verso Bologna fra le progr. 919 e 1070 dall'asse del pozzo n. 1.

Se si pensa che le acque di stillicidio e di sorgenti raccolte in apposite vasche nella camera centrale della stazione di precedenza dovevano essere sollevate con pompe a 220 metri di altezza, che nei riguardi della portata di probabili sorgive non si poteva

fare nessuna previsione e che le acque avrebbero potuto allagare i pozzi qualora esse fossero state in volume superiore alla media portata delle pompe, pregiudicando irrimediabilmente l'utilizzazione dei pozzi, si può facilmente immaginare quali preoccupazioni dovevano destare nella dirigenza e negli operai la comparsa di tali sorgenti d'acqua e con quanta energia ed abnegazione si sia tentato di arrestarle.

Appena comparvero alla progr. 919 verso Bologna attraverso i fori da mina i getti d'acqua a pressione di 13 atmosfere di una portata di 30 litri al 1" che è andata aumentando fino a raggiungere 178 litri al 1" si provvide a sbarrare il fronte dell'avanzata con una diga in muratura, munita di porta ed a impermeabilizzare il fronte dell'avanzata con iniezioni di cemento.

Dapprima si tamponavano con zeppe di legno, stracci e stoppa, ecc., le fenditure della roccia, si eseguivano sul fronte da impermeabilizzare dei fori in numero variabile profondi 4 o 5 metri, cercando cogli stessi di convogliare il più possibile l'acqua delle vene retrostanti.

In detti fori è stato immerso a buona tenuta, mediante avvolgimenti di stoppa, un tubo di ferro di diametro adeguato munito di saracinesca e di attacco per l'innesto con la macchina d'iniezione.

I fori così fatti permettevano di sondare completamente l'avanzata e di passare alla fase delle iniezioni senza immagazzinare soverchia quantità di acqua in galleria.

La sostanza iniettata era costituita da malta molto liquida di cemento normale e sabbia finissima. Le altre mescolanze provate con segatura, polvere di carbone, limatura di ferro e sostanze acceleratrici della presa del cemento non hanno dato risultati soddisfacenti.

La ostruzione delle fratture che permettono il passaggio dell'acqua è data in un primo tempo dalla azione meccanica della sabbia ed in un secondo tempo dalla presa del cemento.

Impermeabilizzata una massa di 4 o 5 metri di spessore si è eseguito in questa una perforazione come se non si fosse in presenza di notevoli quantità di acqua e si è proceduto nello stesso modo dianzi detto a stagnare il nuovo fronte.

Con tale sistema si è riusciti ad eseguire pressochè all'asciutto lo scavo di 160 metri di galleria nei quali si verificavano le immissioni di acqua in pressione con un avanzamento medio giornaliero di m. 1,20 permettendo nel frattempo alla Dirigenza di aumen-

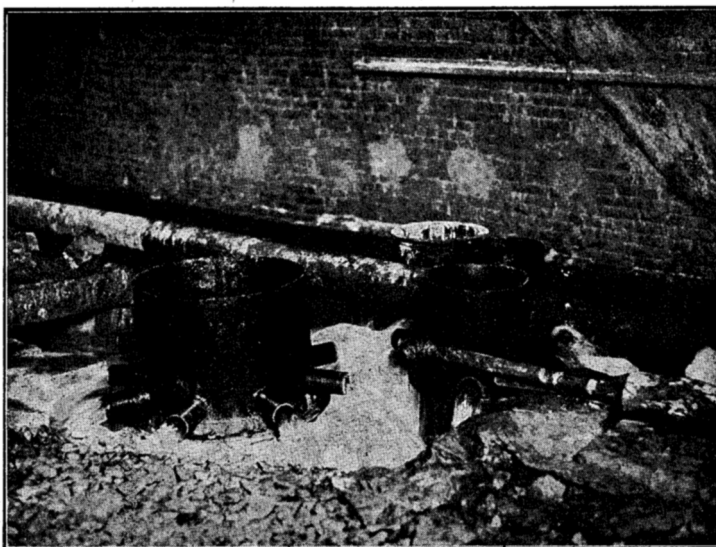


Fig. 30. - Dispositivo per rompere il getto dell'acqua proveniente da una frattura sul fondo dello scavo.

tare adeguatamente gli impianti di pompatura che naturalmente hanno raggiunto l'importanza sopraindicata solamente lo scorso anno.

Le filtrazioni di acqua diffuse ed anche le sorgenti, dopo eseguiti i rivestimenti e col tempo tendono le prime a scomparire e le seconde a diminuire notevolmente la loro portata, ciò che lascerebbe presumere che più che vene di una circolazione sotterranea, trattasi di acque accumulate nelle intercapedini degli strati e nelle fratture degli strati arenacei e che dopo alcuni anni la portata dovesse scomparire quasi totalmente.

Ad ogni modo al riguardo non si può ancor dire l'ultima parola, e la dirigenza dei lavori, segue attentamente il decorso delle sorgive per una eventuale utilizzazione delle acque.



Fig. 31. — L'acqua di filtrazione proveniente dagli scavi scorre verso l'imbocco incanalato in apposita cunetta.

Presentemente all'imbocco Sud escono 700 litri di acqua al 1" dei quali 250 litri provengono dai cantieri dei pozzi di Ca' di Landino (fig. 31).

Le difficoltà per la presenza dei gas.

L'acqua è stata un nemico, ma bisogna dire il vero, un nemico leale che si manifesta palesemente, che arreca è vero un disagio continuo e rilevante agli operai ed ostacola il rapido pro-

gresso del lavoro, ma che non costituisce un pericolo per l'incolumità degli operai.

Un nemico subdolo e pericoloso è stato invece il gas infiammabile uscente attraverso gli ammassi di schisti argillosi sconvolti dalle argille scagliose, talvolta diffuso ed in piccola quantità, talvolta in veri e propri getti a pressione.

Nel primo caso questo gas, che all'analisi chimica è costituito per il 96 % di metano ($C.H_4$) si accumula dietro i legnami, vi si mescola all'aria e quando ha raggiunto le proporzioni per formare la miscela tonante esplode al contatto di una fiamma o all'atto dell'accensione di una mina abbattendo armature e mietendo vittime.

Nel secondo caso il gas si può incendiare all'atto del brillamento delle mine, lanciando lunghe lingue di fuoco che impediscono agli operai di avvicinarsi, incendia i legnami e riempie il cantiere di lavoro di fumo e di gas irrespirabile, obbligando a sospensioni di lavoro ed a lotte che durano mesi e che richiedono nella dirigenza e nelle maestranze iniziativa, coraggio e spirito di sacrificio spinti al massimo grado, per avanzare nella galleria invasa da gas tossici, raggiungere il fronte dell'incendio ed addivenire all'azione di spegnimento e quindi al ripristino dei cantieri ed alla ripresa del lavoro.

L'attacco dall'imbocco Sud si può dire che è stato immune dai gas e ciò è spiegabile per la natura dei terreni attraversati costituiti da galestri generalmente compatti alternati con banchi di arenaria. Si è avuto solamente fuoruscita di gas in un tratto di 18 metri

alla progr. 1600; in questo tratto i gas uscivano in notevole quantità in una massa caotica di schisti argillosi e di argille, insieme a notevole quantità di acqua e venivano mantenuti quasi costantemente accesi, tanto che i minatori lavorarono per quasi un mese in una fornace ardente.

Negli attacchi dai pozzi si sono avuti fin dall'inizio dei lavori ed in continuità piccole emanazioni di gas infiammabili, però nel mese di febbraio, all'avanzata Bologna, tali emanazioni hanno raggiunto la notevole portata di 120 litri al 1" ed una pressione di 20 atmosfere.

Le prevenienze che si sono adottate fin dal principio in questi attacchi sono state le seguenti:

- 1) immissione di notevole quantità di aria sia all'avanzata inferiore che a quella superiore, spingendo le tubazioni di diametro 625 mm. fino contro le fronti di attacco;
- 2) illuminazione con lampade elettriche fisse e portatili;
- 3) adozione di lampade grisoumetriche in tutti i cantieri di attacco;
- 4) ispezione dei cantieri di attacco da personale specializzato (accendigas) ed accensione del gas a periodi variabili da $\frac{1}{4}$ d'ora a $\frac{1}{2}$ ora mediante accenditori elettrici a distanza;
- 5) accensione elettrica delle mine;
- 6) allontanamento degli operai dai fronti di attacco all'atto del brillamento delle mine e dell'accensione dei gas;
- 7) installazione di condotta d'acqua in pressione per spegnimento di incendi di armature in conseguenza dell'accensione dei gas;
- 8) trasporto dei materiali di scavo e da costruzione con locomotive ad aria compressa;
- 9) disciplina ferrea verso le maestranze per quanto si riferisce all'osservanza dei divieti assoluti di fumare, di portare lampade a fiamma, di accendere mine con fiammiferi, ecc.

In occasione della forte emanazione di gas recentemente avvenuta all'attacco dai pozzi verso Bologna si è portato a questo fronte anche la tubazione di aria di ventilazione che prima era installata verso Firenze, per modo che presentemente si hanno alla avanzata infestata dai gas 36.000 litri di aria al 1" diluendo talmente i gas da renderli innocui.

Colle prevenienze anzidette si è potuto procedere negli attacchi dai pozzi senza notevoli incidenti, la soggezione di lavoro che l'adozione delle prevenienze stesse importa appare senz'altro evidentemente notevole.

Dove i gas hanno manifestato la loro azione nefasta, nonostante tutte le prevenienze adottate è stato all'imbocco Bologna.

Attraverso gli schisti argillosi passanti generalmente ad argille scagliose i gas si sono manifestati dopo i primi 300 metri di galleria e non hanno dato tregua, mantenendo le maestranze sotto una continua minaccia, ed hanno dato luogo a 4 scoppi, facendo 9 vittime, danneggiando i cantieri di lavoro ed obbligando a sospensioni che complessivamente hanno durato 43 giorni.

I gas hanno inoltre prodotto 3 incendi che si sono vinti senza danni alle persone, ma che hanno fermato gli scavi dell'avanzata inferiore e quindi rallentato la lavorazione anche in tutti gli altri cantieri per circa 250 giorni.

Gravissimo è stato l'ultimo incendio avvenuto al Km. 5 dove il giorno 3 agosto s. a., all'atto del brillamento delle mine nell'avanzata inferiore, si è verificato uno straordinario afflusso di gas e la sua immediata accensione.

Lunghissime fiamme si sono sprigionate dalla avanzata impedendo al personale addetto all'avanzamento di ritornarvi e provocando l'incendio delle armature del cunicolo.

Tale incendio si è propagato così rapidamente che in breve tempo tutti i cantieri sono stati invasi da un fumo denso che ha obbligato gli operai ad abbandonare i cantieri.

Nel giorno successivo poi un improvviso scoppio di gas determinò il crollo di un lungo tratto del tramezzo di ventilazione. Quando, dopo parecchi tentativi fatti per entrare nella galleria, una squadra di coraggiosi riuscì a portarsi fino al cantiere della calotta, poté constatare che il cunicolo era crollato, che le armature della calotta, tiranti, butte, ecc., erano in gran parte bruciate, mentre l'incendio ardeva sempre e minacciava i retrostanti cantieri. Da allora si iniziò la lotta contro l'incendio ed il gas per evitare danni maggiori, per riequilibrare il lavoro perduto e per riprendere ad avanzare. Lotta che durò circa 7 mesi in mezzo a difficoltà gravissime per aria irrespirabile, per elevate temperature che raggiunsero gli 80°-100°, per la poca sicurezza delle volte danneggiate e non più armate, con continuo rischio e pericolo per la vita dei dirigenti e degli operai. Tutti i provvedimenti vennero studiati ed adottati per vincere l'insidioso nemico.

Si sostituirono le capriate della calotta bruciate con centine in ferro; si rinnovarono le armature, si impedì alle fiamme di propagarsi con reti e muretti tagliafiamme, con getti continui di acqua dalla condotta in pressione, si tentò ripristinare il cunicolo armandolo con quadri in ferro, mentre il lavoro procedeva nei cantieri dello strozzo e dei piedritti; e quando dopo aver ricostruito gran parte del cunicolo inferiore si vide di non poter più procedere perchè i gas l'avevano invaso e vi bruciavano, la temperatura si elevava e l'accesso ne era divenuto pericolosissimo, lo si allagò invasando l'acqua dietro uno sbarramento in muratura precedentemente costruito al suo inizio, con criterio di saggia misura prudenziale. E si costruì un cunicolo deviato che staccandosi dalla Galleria finita prima dello sbarramento si portava parallelo all'asse della galleria, alla distanza di 15 metri dall'asse stesso. Con tale cunicolo si procedè e si superò la progressiva precedentemente raggiunta con il cunicolo inferiore mentre si riprendeva il lavoro in calotta. La ventilazione veniva resa efficacissima spostando più in avanti possibile la cabina interna dei ventilatori ed aggiungendo nuovi ventilatori di ripresa e nuove tubazioni di mandata.

Tutte le providenze accennate la intelligente e tenace volontà dei dirigenti che nessun mezzo tecnico lasciarono intentato, il coraggio e lo spirito di sacrificio di capi ed operai, valsero così ancora una volta a trionfare dell'insidioso nemico, a superare tutte le gravi difficoltà ed a ridare al lavoro il suo ritmo normale, riavviandolo verso la mèta ormai non più lontana! Il lavoro nelle gallerie dall'attacco Nord si svolge ora regolarmente ed è in pieno sviluppo in tutti i cantieri.

Avanzamento dei lavori.

Come si è detto la perforazione della grande galleria dell'Appennino è stata iniziata nel gennaio 1920 dall'imbocco Sud, nel luglio successivo dall'imbocco Nord e nel febbraio 1924 dai due attacchi intermedi partendo dalla base dei pozzi.

Essa è stata eseguita nei primi tratti dei due imbocchi estremi per i primi metri a mano, eppoi a mezzo di martelli perforatori di diversi tipi Jngersoll, Sullivan, Flotmann azionati ad aria compressa.

Invece la perforazione dei pozzi è sempre stata fatta ad aria compressa usando martelli perforatori dei tipi suddetti.

Nonostante le difficoltà di ogni genere per terreni spingenti, per immissioni di acqua e per emanazioni di gas, tanto le avanzate inferiori quanto i retrostanti cantieri di completamento della galleria hanno proceduto rapidamente.

Il 22 dicembre 1928 si sono incontrate le due avanzate procedendo dall'imbocco Firenze e dal pozzo n. 2 e la comunicazione fra le avanzate venne aperta con severa cerimonia di carattere squisitamente fascista da S. E. Di Crollalanza in rappresentanza del Governo (Fig. 32).

L'incontro è avvenuto alla progr. 6984,60 dall'imbocco Firenze ed alla progr. 2565,50 dal pozzo n. 2.

Gli avanzamenti medi mensili raggiunti complessivamente per i quattro attacchi sono stati finora di m. 215; l'avanzamento massimo si è avuto nel mese di mag-

gio in cui si sono scavati m. 445 con una media giornaliera di m. 14,40.

Il nucleo centrale verrà perforato entro il mese di Novembre (1) e nel primo semestre dell'anno prossimo la grandiosa opera, che costituisce una vittoria delle maestranze e della tecnica italiana, sarà ultimata.

Sagoma della galleria e rivestimenti

Le sagome adottate per i rivestimenti della galleria sono pressochè circolari; il diametro della volta è di m. 8,80 o 9 metri e l'asse verticale misura fra la volta e l'arco rovescio m. 7,70 o m. 7,90 a seconda dei tipi.

Gli spessori assegnati per i rivestimenti variano in relazione alla natura dei terreni da m. 0,54 a m. 1,07 nella calotta e da m. 0,40 a m. 0,81 per l'arco rovescio.

Le strutture murarie adottate sono le seguenti in generale: muratura di mattoni con malta di calce idraulica o cemento nella calotta e nell'arco rovescio, muratura di

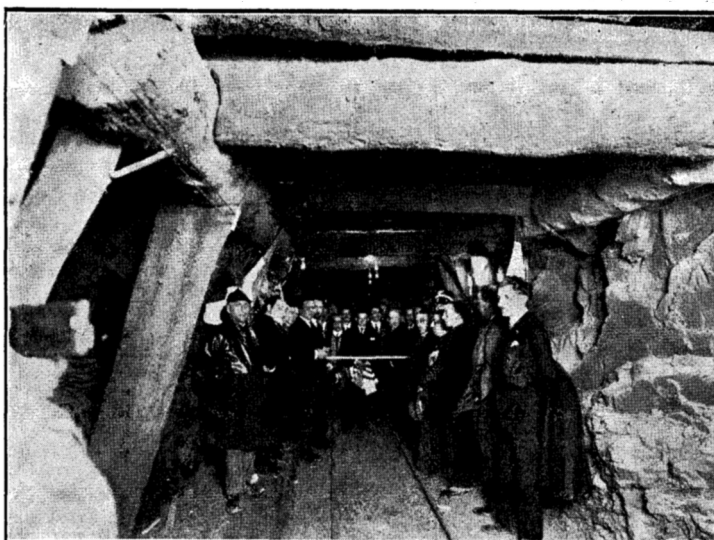


Fig. 32. — L'incontro delle avanzate dall'attacco dell'imbocco Sud e dall'attacco dei pozzi verso Firenze. S. E. l'on. di Crollalanza taglia il nastro che separa le due avanzate.

(1) Al 30 Settembre 1929 il nucleo centrale è ridotto a m. 278.

pietrame nei piedritti; l'uso del calcestruzzo di getto è stato limitato all'arco rovescio e nei tratti in cui non si avevano che spinte trascurabili.

Nei tratti in schisti argillosi passanti alle argille scagliose, la calotta per un tratto generalmente di tre metri di larghezza in corrispondenza della sommità della volta è stata costruita in conci di arenaria dello stesso spessore adottato per muratura di mattoni evitando con tale provvedimento lo schiacciamento delle murature nella serraglia ed il conseguente restringimento della sagoma che si verificano nelle gallerie in presenza di notevoli pressioni esercitate dai terreni contro i rivestimenti.

Lungo la galleria sono disposte alternatamente per due piedritti, a 50 metri l'una dall'altra, delle nicchie di ricovero. Oltre queste nicchie sono ubicate a opportuna distanza delle nicchie più grandi per deposito attrezzi delle squadre operai, delle camere per deposito delle scale carrello e delle grandi camere per deposito rotaie.

Le seguenti cifre che stanno a dimostrare la mole di lavoro e lo sforzo compiuto, avvertendo che i dati si riferiscono al 31 dicembre 1928.

Scavo: mc. 1.299.000.

Murature: mc. 357.000.

Il consumo di energia termica ed elettrica per l'esercizio degli impianti meccanici, è stato di Kw-ore 93.400.000 corrispondenti a Kw-ore 56 per ogni mc. di scavo e di muratura eseguita (vedi Tav. XX).

Nel consumo di energia anzidetta è compreso per Kw-ore 24.500.000 il consumo relativo al sollevamento di acqua e per Kw-ore 2.250.000 il sollevamento dei materiali dai pozzi.

L'acqua sollevata è stata di 22 milioni di mc. con una media giornaliera di 16.000 mc.

La mano d'opera impiegata dall'inizio dei lavori al 31 dicembre è stata di 4.996.000 giornate di operai, oltre a 119.308 giornate per la costruzione dei pozzi, con una media generale giornaliera di 1300 operai in galleria e 550 nei cantieri esterni.

Per l'abbattimento della roccia si è avuto un consumo di dinamite di Tonn. 855 pari a grammi 650 per ogni mc. di scavo.

Per la ventilazione e la perforazione meccanica si sono immessi in galleria giornalmente in media 6 milioni e mezzo di mc. di aria atmosferica e mc. 240.000 d'aria compressa.

La serie delle cifre e dei dati statistici, che, per quanto costituiscano il gioco giornaliero degli ingegneri, non sono mai troppo divertenti, va completata con alcuni interessanti dati relativi ai costi dei lavori.

Complessivamente per i lavori di costruzione della grande galleria dell'Appennino, incluse le spese per i cantieri e per le installazioni meccaniche, si sono spesi a tutt'oggi 410 milioni e ne occorrono 60 per il completamento.

La galleria costerà ultimata 470 milioni, corrispondenti ad un costo per ogni metro lineare di 25.000 lire.

Modo di esecuzione dei lavori.

I lavori della Direttissima e della grande galleria dell'Appennino sono stati diretti, e lo sono tuttora dall'Ufficio costruzioni di Bologna, sotto l'alta sorveglianza, fino al giugno 1924, del Servizio Costruzioni delle Ferrovie dello Stato e dopo della Direzione Generale delle Nuove Costruzioni Ferroviarie presso il Ministero dei Lavori Pubblici.

La grande galleria fu iniziata nell'immediato dopo guerra per la necessità di dar lavoro alle maestranze che tornavano dal fronte.

La instabilità dei salari e dei prezzi dei materiali, conseguenza delle agitazioni e dell'indisciplina delle masse operaie di quel burrascoso periodo che ha preceduto la Marcia su Roma e la deficienza di assegnazione di fondi da parte del Governo del tempo impedirono di indire un grande appalto.

Si provvide quindi nel 1920 e negli anni successivi fino al 1923, ad eseguire piccoli tratti di galleria e gruppi di impianti nella misura dei fondi assegnati, mediante cottimi fiduciari.

Mentre per i macchinari si ricorreva ad officine specializzate, per le opere in terra e murarie relative ai cantieri ed alla galleria, si stipulavano convenzioni di cottimo per un importo non superiore a 3 milioni con provetti costruttori di assoluta fiducia della dirigenza. Ai costruttori stessi venivano consegnati gli impianti meccanici ed i cantieri con obbligo di provvedere a loro cura e spese alla manutenzione ed all'esercizio.

Durante il corso dei lavori la dirigenza ne seguiva diligentemente l'andamento specialmente nei riguardi del costo.

Esaurita una convenzione di cottimo si avevano tutti gli elementi per determinare quali sarebbero state le condizioni di lavoro nel tratto susseguente e quale ne sarebbe stato il costo: si era così in grado di trattare con precisa cognizione di causa una nuova convenzione a proseguimento dei lavori.

Dopo la Marcia su Roma, stabilizzato il mercato dei prezzi dei materiali e delle merci, decisa ormai dal Governo Fascista la sorte della Direttissima che doveva condursi senza interruzioni e con tutta la possibile alacrità, venivano a cessare le ragioni che avevano indotto ad eseguire i lavori col sistema dianzi descritto.

Eppertanto nei primi mesi del 1923 vennero intavolate trattative con diverse ditte per la concessione di tutti i lavori della linea, compresi quelli della grande galleria dell'Appennino.

La migliore delle offerte portava ad un aumento di circa il 30 % sui prezzi stabiliti come base della gara di concessione.

I prezzi comprendevano bensì le soggezioni per gas ed acqua, ma evidentemente trattavasi di soggezioni normali quali si potevano prevedere all'atto delle trattative in base al lavoro in corso, facendo notare che fino ad allora le filtrazioni si avevano solamente all'imbocco sud e nella misura di 15 litri al 1" e che le emanazioni di gas all'imbocco nord non avevano ancora dato particolari soggezioni.

Di modo che le notevoli filtrazioni che raggiunsero nel complesso circa 900 litri al 1" e le fughe di gas a pressione se provocarono le soggezioni e i danni esposti e che hanno portato ad un aumento di spesa di circa il 10 % sulla previsione avrebbero certamente dovuto accreditarsi al concessionario.

La sproporzione notevole fra i prezzi base della gara di concessione e le offerte e soprattutto la fiducia, che in seguito al responso della Commissione Ministeriale incaricata di esaminare e decidere della convenienza della concessione, ispirava la organizzazione statale che aveva condotto fino allora i lavori della Direttissima e della grande galleria, indussero il Governo Fascista a non accettare le offerte fatte ed a continuare i lavori col sistema dei cottimi fiduciari.

VITA DEL CFI

172

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

E la fiducia che il Governo Fascista ha posto nei propri funzionari non è stata delusa, basta considerare che colla migliore offerta dalle Ditte concorrenti e tenuto conto della contrattuale revisione di prezzi e dell'aumento per le soggezioni di cui è fatto cenno la galleria completa sarebbe venuta a costare 578 milioni mentre col sistema di cottimi fiduciari si spenderanno solamente 470 milioni, con un risparmio di più di 100 milioni!

Oltre al vantaggio economico il sistema adottato per la condotta dei lavori ha permesso di accelerare la ultimazione della Grande Galleria.

Con i cottimi fiduciari di piccolo importo la Direzione dei lavori è sempre rimasta la padrona assoluta della situazione ed ha potuto imporre provvedimenti speciali di fronte a difficoltà eccezionali ed anche sostituirsi al cottimista nei casi gravissimi evitando dannose e lunghe sospensioni dei lavori; inoltre la larghezza di vedute colla quale si è potuto provvedere agli impianti ha permesso di far fronte a situazioni che altrimenti sarebbero state insormontabili, come quelle dell'acqua nei pozzi e del gas, e che avrebbero notevolmente pregiudicato l'andamento dei lavori, non senza considerare infine che solo una organizzazione statale con criteri di doverosa signorilità verso una benemerita massa di lavoratori poteva dotare i cantieri di tutti quegli impianti igienici, sanitari e di conforto che sono stati eseguiti.

Tali lusinghieri risultati sono stati ottenuti coll'accurato studio preliminare della galleria e del programma dei lavori, colla intelligente bravura di maestranze esclusivamente italiane, colla valentia tecnica della Dirigenza, della quale fanno parte valorosi funzionari, animati da un altissimo spirito di disciplina, di abnegazione e di iniziativa e che vanno orgogliosi di aver preso parte alla costruzione di un'opera grandiosa che farà onore alla ingegneria italiana.

Funzionari che ricordano colla più viva soddisfazione le seguenti parole pronunciate da S. E. Giuriati in occasione di una visita alla Direttissima: « Nessuna organizzazione privata avrebbe potuto fare meglio, più presto e con minore spesa ».

La Direttissima che ultimata costerà compreso l'armamento e l'elettrificazione 1 miliardo e 60 milioni sarà ultimata nel 1932 e potrà aprirsi all'esercizio nel X annuale della Rivoluzione Fascista.

Con l'apertura di questa linea si compie una delle grandi tappe del poderoso assettamento ferroviario che deve portare ad una rapidissima e sicura comunicazione fra il Nord e il Sud d'Italia per lo scambio dei prodotti dell'agricoltura e dell'industria, che con eguale intensa attività le due nobilissime regioni rispettivamente traggono dalle operose campagne e dalle possenti officine e per l'esportazione delle ricercate primizie dell'Italia Meridionale e della Sicilia.

Fra pochi anni fra Milano e Napoli si svolgerà una linea ferroviaria a doppio binario di km. 843 che per caratteristiche di grande traffico, per bellezza e varietà di regioni attraversate, per grandiosità di opere, per interesse storico ed archeologico sarà unica al mondo.

Così il Fascismo mette le pietre miliari del proprio glorioso cammino!

VITA DEL CIFI

LINEA DIRETTISSIMA BOLOGNA-FIRENZE
GRAFICO DIMOSTRATIVO DEI MANUFATTI

Tavola XIV

LUNGHEZZA TOTALE DELLA LINEA DIRETTISSIMA BOLOGNA-FIRENZE M. 82'940,90 dall'Asse F.V. di Bologna al raccordo altim' con la Porrett'

RETTIFILI N° 46 LUNGHEZZA COMPLESSIVA M. 59'643,51

CURVE N° 50 M. 21'723,09



GALLERIE N° 31 LUNGHEZZA COMPL. M. 36'737,40



RILEVATI N° 107 LUNG. COMPL. M. 32'880,38



TRINCEE N° 136 M. 11'017,53



PIANI DI STAZIONE N° 8 M. 7'477,35



PONTI E VIADOTTI N° 38 M. 3'991,80

OPERE D'ARTE MINORI

CAVALCAVIA	N° 8
SOTTOVIA	» 40
PONTICELLI	» 135
FABBRICATI VIAGGIATORI	» 8
CASE CANTONIERE DOPPIE	» 46

CURVE - RAGGIO MINIMO M. 600 - RAGGIO MASSIMO M. 3000

GALLERIE - LE PIU' IMPORTANTI SONO:

GRANDE GALLERIA DELL' APPENNINO LUNGA M. 18'510

GALLERIA DI MONTE ADONE » 7135

GALLERIA DI PIAN DI SETTA » 3'053

STAZIONI - A meta' circa della Grande Galleria dell' Appennino esiste una

Stazione per le precedenze con due binari per le precedenze,

internati ognuno in una galleria raccordata agli estremi e lunga

complessivamente circa m. 600

Ponti e Viadotti più importanti:

Ponte Viadotto di Vado sul Torr. Setta in 14 archi di cui 7 di luce m. 20 e 7 di luce m. 25 ciascuno

Viadotto sul Rio Farnetola in 12 archi di cui 11 di luce m. 20 e 1 di luce m. 12

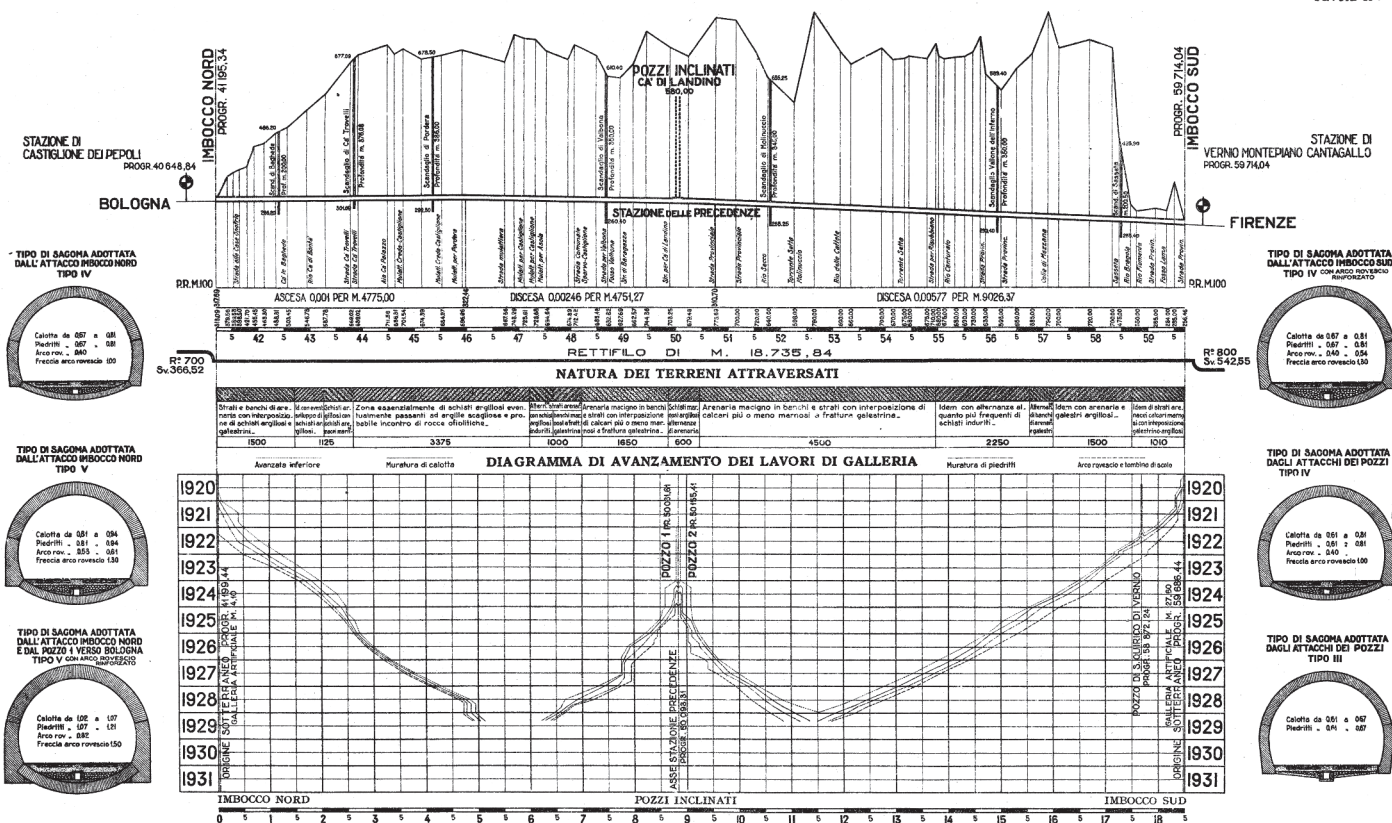
Viadotto sul Rio della Quercia in 11 archi di cui 9 di luce m. 20 e 2 di luce m. 12

Viadotto sul Rio Scope in 12 archi di luce m. 15 ciascuno - Ponte obliquo sul Torr. Setta in 5 archi

di luce m. 12 ciascuno - Ponte obliquo sul F. Bisenzio in 4 archi di cui 3 di luce retta m. 16 e 1 di luce retta m. 12

PROFILO LONGITUDINALE DELLA GALLERIA

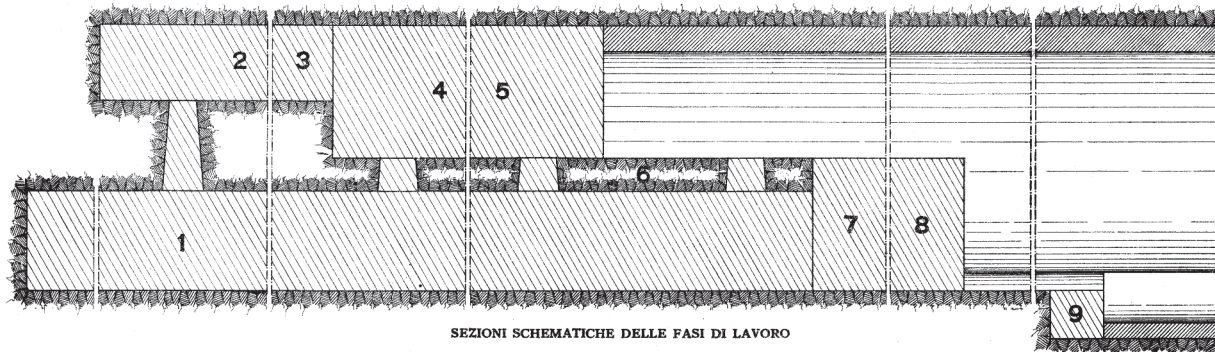
Tavola XV



VITA DEL CIFI

PROFILO SCHEMATICO DELLE FASI DI LAVORO

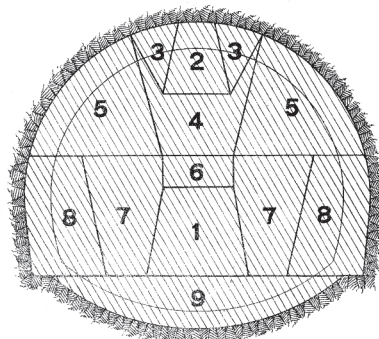
Tavola XVI



SEZIONI SCHEMATICHE DELLE FASI DI LAVORO

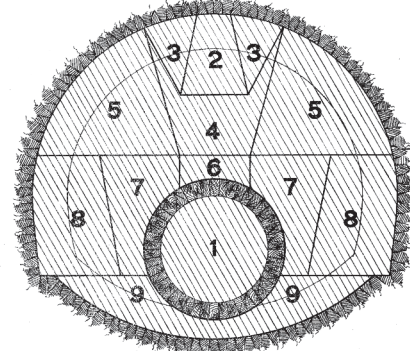
IN TERRENI SPINGENTI

IN TERRENI FORTEMENTE SPINGENTI



1. Avanzata inferiore.
2. Avanzata superiore.
3. Abbattaggi.
4. Strozzi.
5. Allargamento di Calotta.
- 6-7. Strozzi.
8. Piedritti.
9. Arco rovescio.

SCALA 1:100



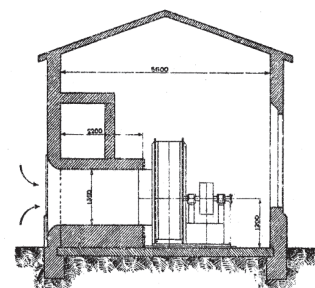
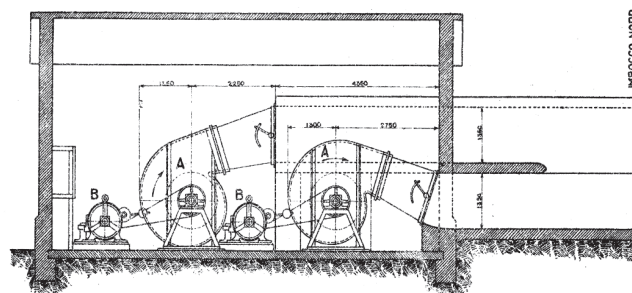
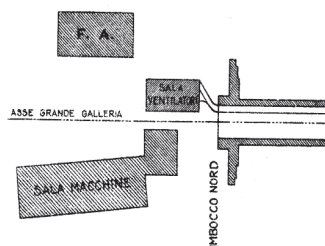
IMPIANTO DEI VENTILATORI PRIMARI ALL'IMBOCCO NORD

Tavola XIX

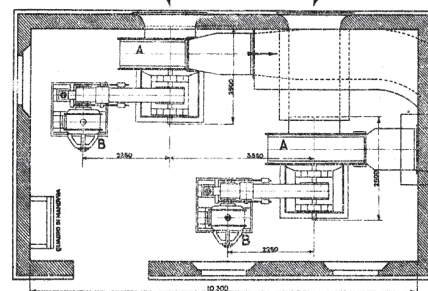
SEZIONE LONGITUDINALE

SEZIONE TRASVERSALE

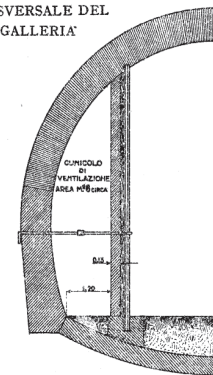
PLANIMETRIA



PIANTA



SEZIONE TRASVERSALE DEL CUNICULO IN GALLERIA



DESCRIZIONE

A - N° 2 Ventilatori Sulzer - Tipo M.C.V. - N° 135 R.

CARATTERISTICHE:

Portata d'aria mc. 24 al m."
 Pressione in m/m d'acqua 250
 Velocità giri 675 al m."
 Potenza assorbita HP 115 max. 150
 Velocità massima giri 700 corrispondente alla
 pressione di 320 m/m

B - N° 2 Motori Tecnomasio Italiano Brown Boveri

CARATTERISTICHE:

Potenza HP 143 Volts 260
 Giri 975 Periodi 50

ASSE GRANDE BOLOGNA GALLERIA APPENNINO FIRENZE

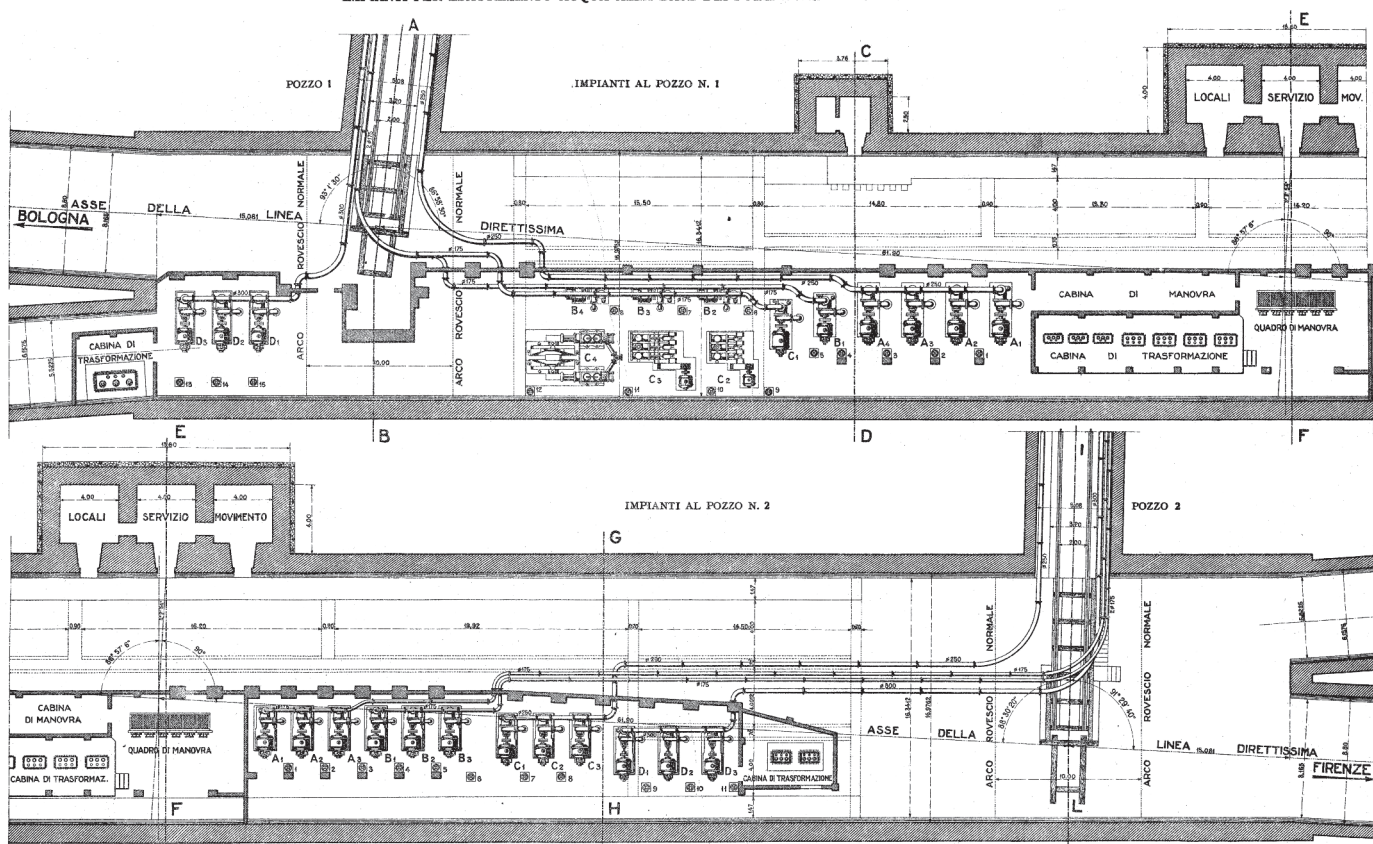
metri 0 1 2 3 4 5



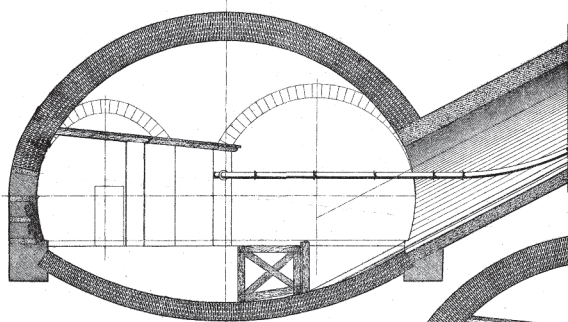
VITA DEL CIFI

POZZI INCLINATI - CANTIERE DI CÀ DI LANDINO
IMPIANTI PER ESAURIMENTO ACQUA ALLA BASE DEI POZZI NELLA STAZIONE DELLE PRECEDENZE

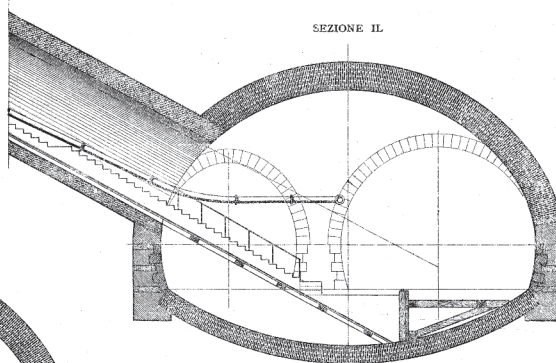
Tavola XVIII



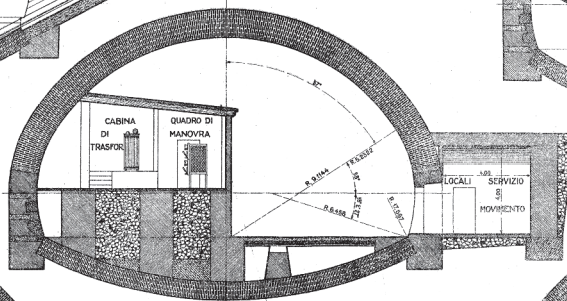
SEZIONE AB



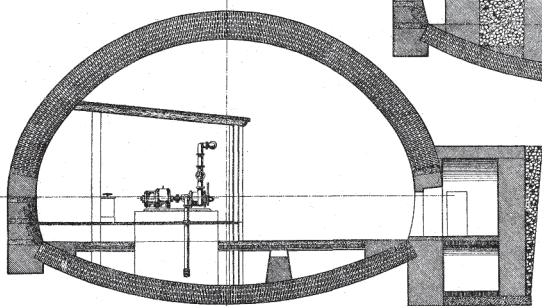
SEZIONE IL



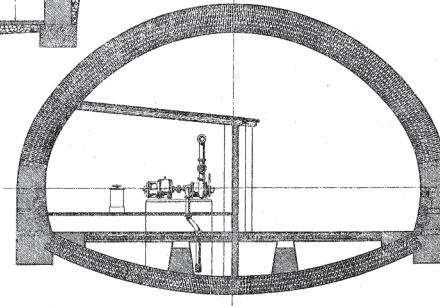
SEZIONE EF



SEZIONE CD



SEZIONE GH

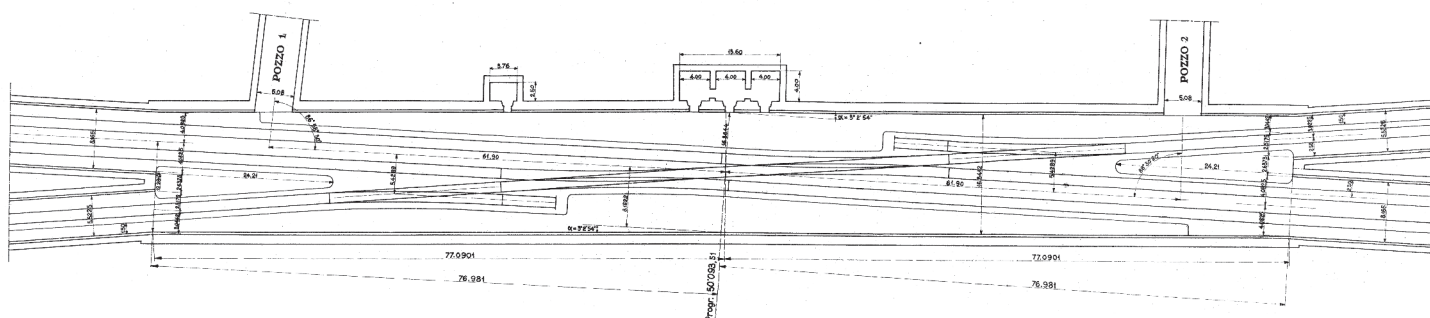




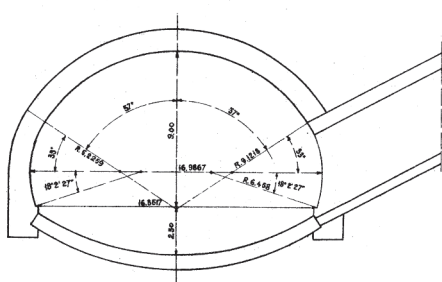
VITA DEL CIFI

STAZIONE DELLE PRECEDENZE NELLA GRANDE GALLERIA DELL'APPENNINO
PIANTA DEL TRATTO CENTRALE

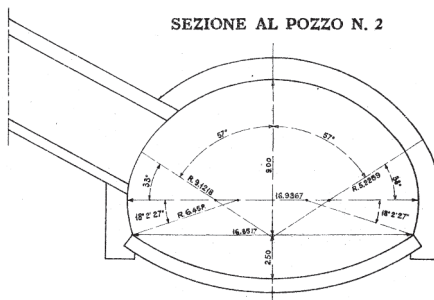
Tavola XVII



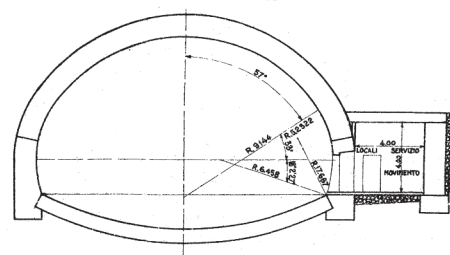
SEZIONE AL POZZO N. 1



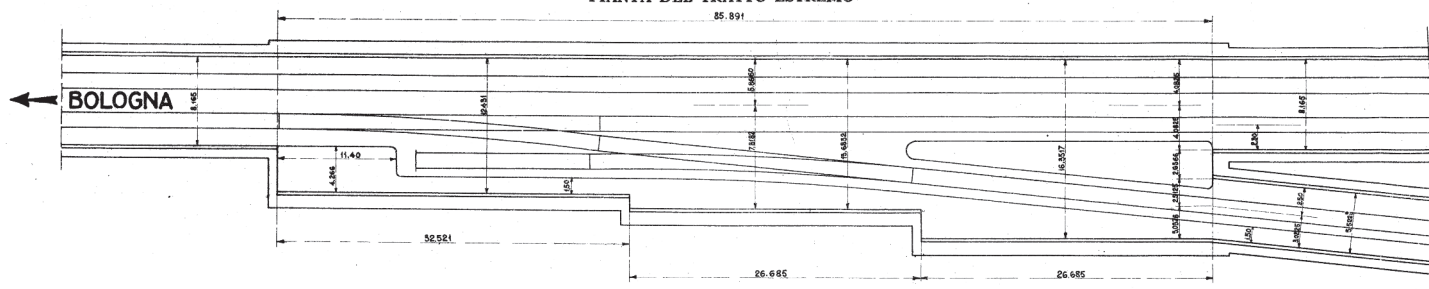
SEZIONE AL POZZO N. 2



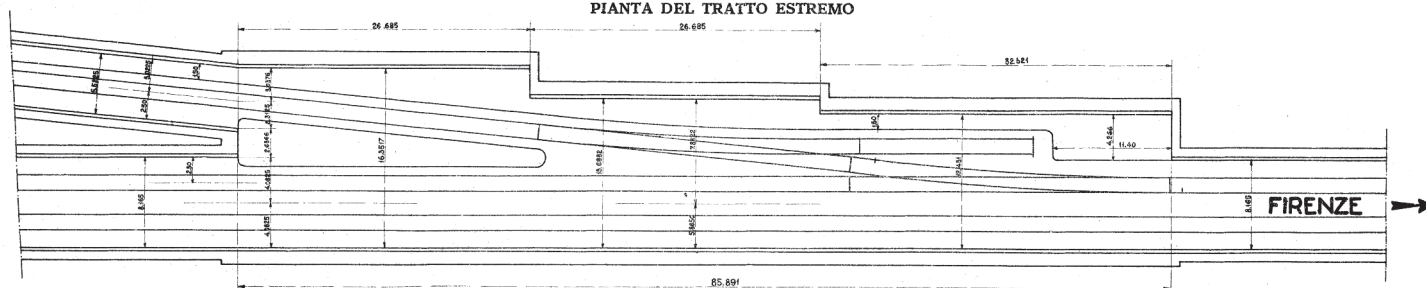
SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA DEL TRATTO ESTREMO



PIANTA DEL TRATTO ESTREMO



VITA DEL CIFI

