

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

COSTRUZIONI FERROVIARIE

LE

STRADE FERRATE SECONDARIE DELLA SARDEGNA

(Veggansi le Tavole I e II)

Il Governo italiano, colla costruzione di ben regolata ed estesa rete di strade nazionali in tutte le regioni dell'isola di Sardegna, aveva cercato di venire in aiuto di quelle popolazioni, le cui condizioni, sia igieniche, sia economiche, erano e sono in generale tutt'altro che prospere, ad onta delle condizioni del clima propizie, e della feracità dei terreni di cui è nota la potenzialità agricola, forestale e mineraria.

Ma le strade ordinarie, per quanto bene studiate e solidamente costrutte, si rivelarono insufficienti allo scopo che era stato prefisso; e ciò a motivo della scarsezza della popolazione, della configurazione del suolo tutto tormentato da sollevamenti irregolari, frammisti ad eruzioni vulcaniche, e della mancanza di sicurezza personale sui numerosi passi attraverso gole e luoghi deserti.

Volendo favorire il rinnovamento sociale ed economico della Sardegna era necessario che tutte le regioni potessero in ugual modo usufruire dei benefizi e della comodità di una ferrovia.

Senonchè le condizioni succennate, facendo evidentemente prevedere una prevalenza sui bisogni di trasporti di merci, anzichè di viaggiatori, venne preferito il sistema più economico di ferrovie a piccola velocità, ossia con binario a scartamento ridotto, e seguendo le ondulazioni del terreno a preferenza di ricorrere ad opere costose, non dovendosi fare inutilmente soggiacere lo Stato e le Province interessate ad uno sproporzionato aggravio finanziario.

Colla legge 22 marzo 1885 si autorizzò il Governo ad accordare per decreto reale la concessione della costruzione e dell'esercizio di dieci linee all'industria privata, e la concessione veniva accordata alla Società Italiana per le Strade Ferrate Secondarie della Sardegna, mediante contratto del 28 luglio 1886, approvato con regio decreto 1° agosto successivo, ed alle seguenti condizioni:

a) *Concorso dello Stato.* — Viene accordata dallo Stato un'annua sovvenzione chilometrica di lire 9950. Questa però principia ad essere di lire 8450 (indi di lire 9450 rispettivamente) fino tanto che siano aperte all'esercizio metà (in lunghezza) delle linee del secondo e del terzo dei periodi in cui furono ripartite le linee concesse.

Le provincie interessate contribuiranno allo Stato, in dieci anni ed in dieci rate uguali senza interesse a partire dal giorno in cui ciascuna linea sarà aperta al pubblico esercizio, una somma uguale ad un decimo della spesa di costruzione; somma che in ogni caso non potrà eccedere lire 14,000 al chilometro.

I prodotti delle linee concesse saranno devoluti per intero al concessionario, sino all'ammontare di lire 2000 al chilo-

metro. Oltre questo limite la maggiore somma di prodotto lordo sarà ripartita nella misura del 60 per cento alla Società concessionaria e del 40 per cento allo Stato.

b) *Durata della concessione.* — La concessione scadrà col giorno 20 giugno 1976, vale a dire contemporaneamente alla concessione vigente colla Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde.

Il Governo però avrà facoltà di riscattare, con speciali condizioni, la concessione delle ferrovie secondarie dopo trent'anni, a partire dal 1° agosto 1886, previo diffidamento di un anno alla Società.

c) *Termine per l'ultimazione dei lavori.* — La costruzione delle linee è ripartita in tre periodi di quattro anni ciascuno, che cominceranno a decorrere dalla pubblicazione della legge precitata.

Sono comprese nel primo periodo le linee:

1. Cagliari-Isili;
2. Macomer-Nuoro;
3. Macomer-Bosa;
4. Monti-Tempio.

Nel secondo le linee:

1. Sassari-Alghero;
2. Ozieri-Chilivani;
3. Isili-Sorgono;
4. Iglesias-Monteponi (*).

Nel terzo le linee:

1. Da Tortolì al punto d'incontro della linea Cagliari-Sorgono;
2. Da Ozieri al punto d'incontro della linea Macomer-Nuoro.

d) *Sezione normale della strada.* — Il corpo stradale e le opere d'arte dovranno essere per un solo binario, salvo i raddoppiamenti necessari per la sicurezza e la regolarità dell'esercizio. Nei raddoppiamenti la distanza fra i binari non sarà minore di 2 metri.

La larghezza della piattaforma stradale, comprese le banchine, non potrà essere minore di m. 3,50, tanto nei rilevati quanto nelle trincee, ed in queste dovranno pure essere stabiliti convenienti fossi di scolo.

Per la linea Iglesias-Monteponi la larghezza della piattaforma deve essere non minore di m. 5.

e) *Armamento.* — Le linee saranno costruite con binario ridotto della larghezza di m. 0,95 misurata fra le faccie interne dei funghi delle rotaie, eccettuata la linea Iglesias-Monteponi, per la quale il binario avrà lo spostamento normale di metri 1,440.

L'armamento verrà fatto con rotaie d'acciaio tipo Vignole, del peso di 21 chilogrammi per metro corrente.

(*) La concessione della linea Iglesias-Monteponi, compresa fra le linee del secondo periodo, con scrittura privata del 19 dicembre 1896, approvata con reale decreto 22 luglio 1897, fu poi ceduta dalla Società delle Ferrovie Secondarie alla Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde, assecondando l'istanza delle popolazioni a favore dello scartamento ordinario ed annuente il Governo.

ISOLA DI SARDEGNA

Scala di 1: 1,270,000.

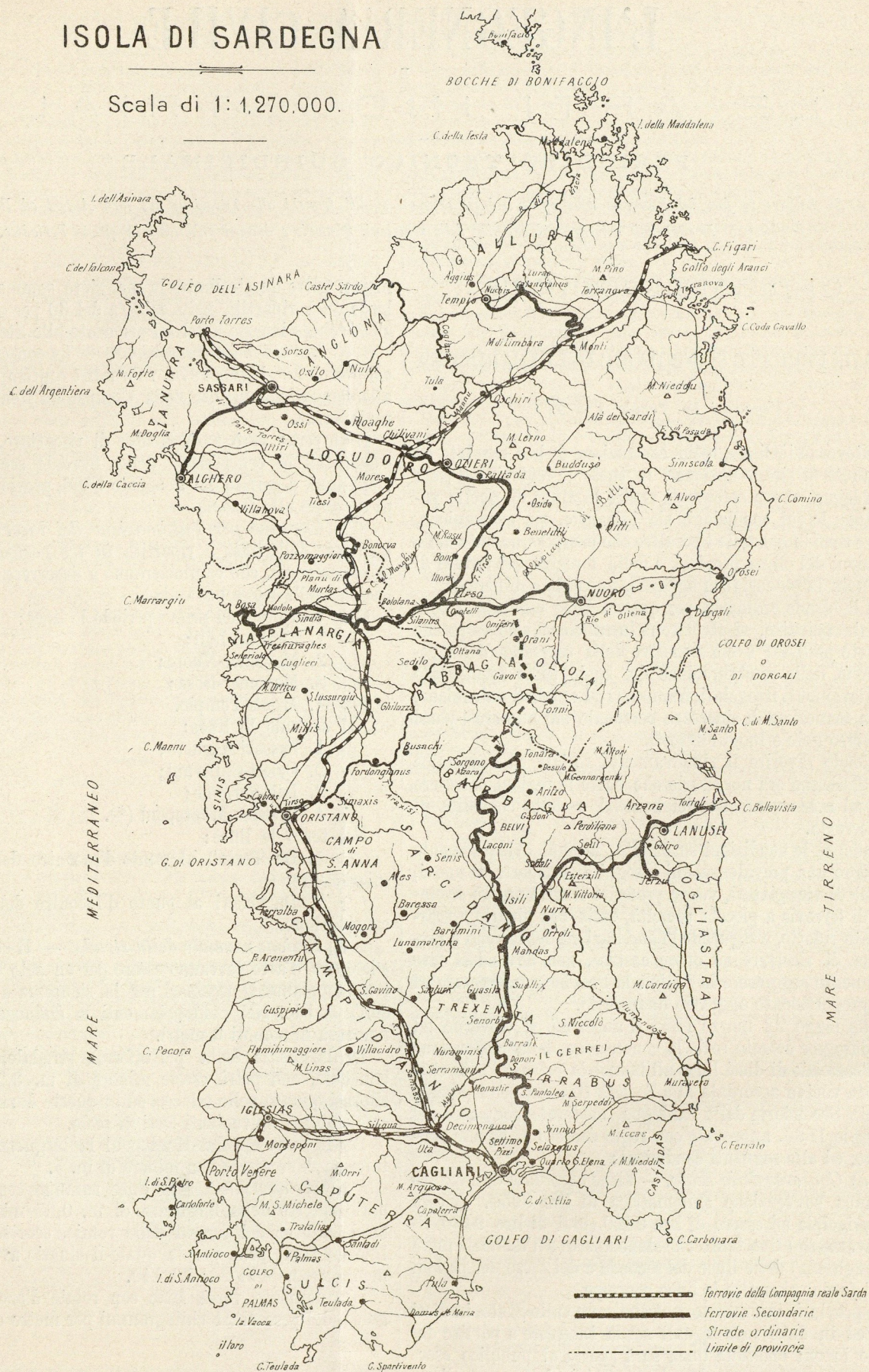


Fig. 8.

Per la linea da Iglesias a Monteponi le rotaie saranno di chilogrammi 27,60 per metro corrente.

Per le rotaie ordinarie si stabilirà la lunghezza di m. 9. Dovranno fissarsi su ciascuna traversa con due chiodi a testa ripiegata e riunirsi fra loro a giunto sospeso, con istecca a cerniera inchiodata. Poggieranno su almeno 10 traversi di $1,70 \times 0,18 \times 0,13$, colla interposizione di piastrelle alle due traverse di testa, e con altre intermedie, più o meno numerose, secondochè la linea sarà in rettilineo od in curva od in forte pendenza. La massicciata alta m. 0,40 se libera avrà larghezza in sommità di m. 2,10, con scarpata a 45° ; se incassata, avrà larghezza di m. 2,40. La lunghezza dei binari fra gli aghi estremi delle stazioni sarà di 180 metri.

f) *Fabbricati*. — I fabbricati per passeggeri saranno a due piani con un'area coperta di metri quadrati 180, 120, 96, secondo che saranno di 1^a, 2^a, 3^a classe rispettivamente.

Le case cantoniere a due piani misureranno esternamente m. 6,50 per m. 6,50, e saranno così collocate che in media non distino fra loro più di 1500 metri.

Saranvi altresì garette di guardia costruite in muratura con m. 2,80 di lunghezza e 2,30 di larghezza, misurate esternamente.

*

SEZIONI NORMALI, MURI DI SOSTEGNO E PONTICELLI.

Le figure 10 e 11 della Tavola I ci danno le sezioni normali effettivamente adottate per i tratti in rilevato, e per quelli in trincea, colla larghezza della piattaforma stradale fra ciglio e ciglio delle sponde del rilevato o dei fossi di 4 metri, mentre sulle sezioni normali di progetto era soltanto prescritta di m. 3,50.

Le figure 2, 3, 4 e 5 della Tavola I indicano i tipi adottati per i muri di sostegno.

Lo spessore a in cima dei muri di sostegno a scarpa (figura 2) e lo spessore b dei muri di sostegno verticali venne assegnato a seconda dell'altezza h in conformità della seguente tabella:

h metri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a »	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
b »	0,65	0,75	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,45	1,50	1,60

Per i muri di sottoscarpa (fig. 4) lo spessore c in corona venne assegnato a seconda dell'altezza h del muro, e dell'altezza h' del sovraccarico in conformità della seguente tabella:

per h = metri		1	2	3	4	5
ed $h' = 1,00$	$c =$ »	0,60	0,75	0,90	1,00	1,15
$h' = 2,00$	$c =$ »	0,65	0,80	0,90	1,05	1,20
$h' = 3,00$	$c =$ »	0,70	0,85	0,95	1,05	1,20
$h' = 4,00$	$c =$ »	0,75	0,90	0,95	1,10	1,25
$h' = 5,00$	$c =$ »	0,80	1,00	1,00	1,15	1,25
$h' = 7,50$	$c =$ »	—	—	1,05	1,20	1,30
$h' = 10,10$	$c =$ »	—	—	1,10	1,25	1,40

Per i muri di controriva (fig. 5) lo spessore d in corona, essendo h l'altezza del muro ed h' l'altezza del sovraccarico, venne così stabilito:

per h = metri		1	2	3	4	5	6
ed $h' = 1,00$	$d =$ »	0,60	0,65	0,65	0,70	0,80	0,85
$h' = 2,50$	$d =$ »	0,60	0,65	0,70	0,70	0,80	0,90
$h' = 5,00$	$d =$ »	0,65	0,70	0,70	0,75	0,85	0,95
$h' = 7,50$	$d =$ »	—	0,70	0,75	0,75	0,85	0,95
$h' = 10,00$	$d =$ »	—	0,75	0,75	0,75	0,90	1,00
$h' = 12,50$	$d =$ »	—	—	0,75	0,80	0,90	1,00
$h' = 15,00$	$d =$ »	—	—	0,80	0,80	0,95	1,05
$h' = 20,00$	$d =$ »	—	—	—	0,85	1,00	1,10

La grossezza a dei piedritti e lo spessore d del volto per i ponticelli con arco a pieno centro di luce inferiore a 10

metri (fig. 6, Tav. I) si fissarono in base alla seguente tabella:

Luce L	Senza sovraccarico		Con sovraccarico fino all'altezza di metri									
			2,00		4,00		8,00		12,00		20,00	
	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a
1	0,30	0,60	0,40	0,65	0,40	0,80	0,45	0,90	0,45	0,90	0,50	1,00
2	0,40	0,70	0,50	0,80	0,50	1,00	0,50	1,05	0,55	1,10	0,60	1,15
3	0,40	1,00	0,50	1,10	0,50	1,25	0,55	1,35	0,60	1,45	0,70	1,60
4	0,45	1,15	0,50	1,25	0,55	1,40	0,60	1,55	0,65	1,80	0,80	2,00
5	0,50	1,30	0,55	1,40	0,60	1,70	0,65	2,00	0,70	2,25	0,90	2,70
6	0,50	1,40	0,65	1,70	0,65	1,90	0,70	2,30	0,80	2,70	—	—
8	0,55	1,60	0,75	2,00	0,75	2,45	—	—	—	—	—	—
10	0,60	1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mancando l'altezza, si adottarono ponticelli ad arco ribassato (fig. 7, Tav. I) con saetta uguale ad un terzo della corda, e in tal caso la grossezza a dei piedritti e lo spessore d del volto si determinarono come segue:

		Per luci L di metri							
		1	2	3	4	5	6	8	10
d = metri		0,35	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55	0,60
a = »		0,60	0,80	1,10	1,30	1,50	1,60	2,00	2,30

*

LINEE DEL PRIMO PERIODO.

Linea Cagliari-Isili (km. 81,248). — Il territorio della Provincia di Cagliari è formato da tre plaghe montane, separate fra loro da due lunghe strisce pianeggianti; quella dei Campidani, che si dirige ad Oristano, e quella diretta ad Iglesias, entrambi servite colle ferrovie della Compagnia Reale. Ma tutta la vasta zona montana orientale, che occupa i due terzi di superficie della Provincia, e che per le migliori condizioni di salubrità è più favorevolmente suscettibile di miglione, restava abbandonata. Vi si provvide con una prima arteria delle ferrovie secondarie, la quale, attraversati i vigneti del Campidano di Cagliari ed i seminetti della contrada Olla, passa nella regione Trexenta, ove si coltivano grani, vigne e bestiami; indi percorre l'antico dipartimento Siurgus, ove la frequenza dei paesi è prova che in questa zona i terreni sono suscettibili di proficua coltivazione, mentre nei monti vicini non mancano i prodotti forestali, le miniere e le cave di marmo.

Infine la linea entra nella regione Valenza, ove da lungo tempo, oltre ai cereali, si coltivano i frutteti, le ortaglie, i vigneti, ed in modo particolare si sviluppa l'apicoltura.

Si contano i territori di ben 36 paesi, i quali risentono un utile diretto da questa linea; di essi, oltre Cagliari, sono capoluoghi di mandamento: Sinnai, Senorbi, Guasila, Mandas e Isili. La linea tocca i paesi di Pirri e Pauli-Monserrato, ove è grande l'affluenza dei Cagliaritari, specialmente nei giorni festivi; poi si dirige a Settimo, Sinnai, Soleminis, ed ai tre paesi di Siccì, S. Pantaleo e Serdiana, le cui case si toccano; segue quindi per Donori, Barrali, Senorbi, Suelli e Mandas; infine, passando sotto Serri, raggiunge l'abitato di Isili. La stazione di Serri è pure in posizione favorevole per i due Comuni d'Escolca e Gergei.

Dalla tabella riassuntiva, a pagina 26, si rileva che per questa linea fu quasi soppresso il raggio di 80 metri concesso dal contratto, e che predomina anzi il raggio superiore a 100 metri. Per le livellette invece fu impossibile evitare, in causa della conformazione orografica dei terreni attraversati, le forti pendenze, e per servire un numero più grande di paesi si è dovuto ricorrere alle sentite livellette del 25 per mille per toccare Settimo e Soleminis, e del 28 per mille fra Senorbi e Isili.

In questa linea non è tanto l'importanza delle grandiose opere d'arte che va notata, quanto il gran numero delle opere minori. La frequenza tutta speciale dei paesi e la frazionaria proprietà obbligarono a 125 attraversamenti, dei quali 99 sono passaggi a livello.

Il frastagliamento della parte montuosa, per cui ad ogni passo era un valloncino da attraversare, obbligò ad eseguire 261 tra acquedotti e ponticelli, di luce inferiore a 10 metri, e 5 ponti e viadotti della complessiva lunghezza di m. 162, tra cui il viadotto Crasto, l'opera più importante della linea, di 4 luci di m. 10, con 19 metri d'altezza, eseguito in due soli mesi e mezzo, e la travata metallica di 44 metri di luce sul torrente Barrali.

Vi sono pochi muri di sottoscarpa, e soltanto presso Isili si nota un'opera di consolidamento con drenaggi d'una certa entità per sostenere una grande frana di terreno vegetale scorrente su un banco di calcare avvenuta sul finire dell'epoca delle costruzioni.

La linea non doveva avere gallerie. Ma le insistenti pratiche delle Autorità per avvicinare Soleminis per quanto era possibile, avendo fatto elevare la ferrovia fin sotto l'abitato, per ridiscendere si dovette introdurre la galleria di Soleminis di 168 metri.

La chiusura della linea è fatta in gran parte con muri a secco: le chiusure a filo metallico di alcune tratte vengono man mano rimpiazzate con siepi di fichi d'India.

I progetti di massima furono in parte dell'ing. Olivieri ed in parte della Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde. L'obbligo dell'ultimazione dei lavori era pel 21 marzo 1889, onde avevasi poco più di due anni e mezzo per studiare i tracciamenti, le varianti, ottenere le approvazioni ed eseguire i lavori. Ma si riuscì in un solo anno e due mesi ad eseguire interamente le costruzioni, aprendo la linea ben 13 mesi prima della scadenza concessa. Il collaudo definitivo della linea venne fatto dal Governo nel giugno 1891.

Percorrono la linea giornalmente due treni ordinari ascendenti e due discendenti.

La vicenda più saliente avvenuta dopo l'apertura della linea all'esercizio, è il nubifragio della notte fra il 20 e 21 ottobre 1892; nella quale cadde su tutta l'estensione che corre fra i km. 31 e 51 tant'acqua, da raggiungere l'altezza di 20 centimetri. La paglia trasportata in quantità straordinaria nelle trincee, ai piedi degli argini, otturò i fossati e le bocche dei ponticelli; le acque sormontarono il binario, scavarono l'argine a valle e trasportarono l'armamento in ben 10 tratte.

Il danno maggiore avvenne sul rio Barrali, essendosi formati a monte del ponte della ferrovia due bacini d'acqua, l'uno inferiormente e l'altro superiormente al ponte della strada comunale di Barrali. In quest'ultimo le acque, elevate di circa 7 metri, esportarono l'argine stradale per 32 m. di lunghezza e m. 2,50 di altezza in media, e travolsero i muri andatori del ponte con tanta forza, da trasportare un masso di 3 mc. a 50 metri di distanza. Rotto detto argine, le acque, irrompendo repentinamente, raggiunsero un volume ed una velocità tali da non trovare più sfogo nel ponte della ferrovia, benchè avesse 115 metri di luce, e così esse si elevarono di un metro sopra il piano di posa della travata ed allagarono l'abitato di Barrali. Le paglie si abbarbicarono strettamente al traliccio del ponte, otturandone i vani, e poi rovesciarono la travata, travolgendo ogni cosa. Il letto stesso del torrente fu scavato in quella notte, in molti punti, di circa 3 metri in terreno durissimo.

La Società costruì prontamente, per dar passaggio ai treni, ponti provvisori sul Barrali e altri torrenti; eseguì lo sgombrò per 20 chilometri di tutti i depositi di strame, ciottoloni e ghiaie, il riempimento delle roture ed il rifa-

cimento di oltre 3 chilometri di binario. In seguito avvenne al rialzamento di tratti del piano stradale, allargò le luci di molte opere d'arte, e di alcune ne aumentò il numero, e raddoppiò la luce del ponte di Barrali per premunirsi dalle eventualità di altro simile straordinario nubifragio.

*

Linea Macomer-Nuoro (km. 62,438). — La provincia di Sassari, che ha la stessa superficie di quella di Cagliari, è assai più accidentata e montuosa, e non ha di pianura che il Campo di Ozieri e la Piana di Alghero; ma la striscia meno accidentata che si estende fra Sassari, Ozieri e Terranova è quella percorsa dalla ferrovia della Compagnia Reale, la quale è inoltre allacciata alla Cagliari-Oristano col prolungamento di questa attraverso all'altipiano di Campeda.

Rimanevano così senza comunicazioni ferroviarie tutte le contrade montuose poste a levante e che occupano una metà di tutta la provincia di Sassari, delle quali il centro abitato più importante è Nuoro, che era capoluogo di provincia prima del 1859.

Altri centri più o meno popolosi di queste montagne sono in gran numero distesi lungo l'alta valle del Tirso e lungo la strada nazionale che, andando da Bosa ad Orosei, attraversa la Sardegna da ovest ad est. Per queste circostanze e per la sicurezza ed importanza dello scalo marittimo di Bosa, il Governo fu indotto a progettare la ferrovia trasversale Nuoro-Macomer-Bosa, colla quale sia Nuoro che Bosa vengono a collegarsi a Macomer colla ferrovia Cagliari-Sassari, della Compagnia Reale; e per tal modo i prodotti forestali e minerari dell'interno dell'isola possono trovare più vicino e sicuro sbocco marittimo a Bosa.

La linea Macomer-Nuoro attraversa il vasto bacino del Tirso, a 180 metri sul mare, seguendo quasi lo stesso andamento della strada nazionale. La linea, partendo da Macomer, tocca, sulle falde del Marghine, i paesi di Birori, Bortigali, Silanus, Lei, Bolotana; lascia quindi la stazione di Tirso in posizione comoda per i paesi disposti sulle rive del Tirso (Ottana, Illorai, Bono, ecc.); attraversando di poi il fiume, passa sotto i villaggi di Orotelli e Onniferi, che, per la loro posizione altimetrica, non potevano essere maggiormente avvicinati; e per ultimo sale fino alle porte di Nuoro.

Il tracciato presentò serie difficoltà all'origine, ove le scoscese falde del vallone Gronigas obbligarono un gran giro, e per scendere al fiume Tirso fu d'uopo svilupparsi lungo le valli tributarie di questo fiume, nelle regioni più abitate della catena del monte detto del Marghine. Ad onta delle sinuosità planimetriche e delle contropendenze a cui si trovò obbligati, merita tuttavia considerazione l'essere riusciti a limitare a 600 metri lineari complessivi su ben 62 km. le tratte in curva di 80 m. di raggio, e il non avere oltrepassato mai la pendenza del 28 per mille, benchè fosse concesso anche l'impiego del 30 per mille, stata pure adottata sulla ferrovia principale dell'isola dalla Compagnia Reale.

In generale questa linea si presenta in ottime condizioni di stabilità, perchè si sviluppa per i primi chilometri su rocce vulcaniche, e dopo per la massima parte sopra un suolo alluvionale, risultante dalla decomposizione delle sovrastanti rocce granitiche; in alcune tratte il granito si affiora ed è soltanto coperto da leggero strato di terreno sciolto.

Vuolsi notare il numero grande di opere minori, che supera, in proporzione, quello della Cagliari-Isili. Si riuscì con 20 sottopassaggi ed un cavalcavia a ridurre ad 80 il numero dei passaggi a livello, essendosi pure ricorso a numerose deviazioni di strade campestri cinte da muri, per risparmiare, senza danno del pubblico, eccessivi attraversamenti. Si eseguirono 313 tra acquedotti e ponticelli di luce inferiore a 10 metri. Sono due opere importanti il viadotto di Bortigali,

con quattro luci di 10 m. e due di 6 m., ed il ponte sul fiume Tirso, con quattro luci di 10 m., le cui fondazioni si dovettero condurre con grande energia per poter essere terminate prima del sopravvenire della stagione più cattiva, causa la malaria che infesta grandemente quella località.

Stante la buona costituzione delle terre, non ebbesi a far ricorso ad importanti opere di consolidamento, nè a lavori straordinari per mantenere la linea sulle falde inclinate dei monti ai quali è addossata.

La chiusura della linea è fatta da ambi i lati con muri a secco per quasi tutto il percorso.

Questa linea, come la Cagliari Isili, doveva essere ultimata per il 21 marzo 1889. Ma ben maggiori furono le difficoltà ed i sacrifici che si dovettero incontrare, prima per l'impossibilità di accordi colla Compagnia Reale per una stazione unica a Macomer, e poi nella espropriazione dei terreni per una stazione di esclusiva proprietà delle Ferrovie Secondarie; aggiungasi la necessità in cui si trovò la Società di impiantare subito la stazione definitiva di Tirso (prima ancora della costruzione della Tirso-Ozieri) in una località meno esposta alle infezioni malariche; e per ultimo al clima malsano di quella regione, che impediva affatto di lavorare in certe stagioni, aggiungasi la condizione di un solo sbocco per l'attacco dell'armamento e per l'apertura d'esercizio della linea.

Ciò non ostante si riuscì ad aprire un tronco 45 giorni e l'altro 3 mesi prima del termine fissato. Il collaudo definitivo della linea venne fatto dal Governo nel giugno 1891.

Percorrono la linea due treni ascendenti e due discendenti al giorno, in coincidenza a Macomer con quelli della Cagliari-Sassari, ed a Tirso con quelli della Tirso-Ozieri-Chilivani

*

Linea Macomer-Bosa (km. 47,348). — Come già si disse testè parlando della Macomer-Nuoro, la Macomer-Bosa segna lo sbocco al mare del commercio centrale dell'isola e mette in comunicazione colle altre regioni della Sardegna il Bosanese e la Planargia, due regioni ricche di giacimenti metaliferi, massime di galena argentifera e di manganese, e nelle quali, oltre all'oleificio ed al caseificio, si pratica l'allevamento del bestiame. Il territorio di Bosa, lungo il Temo, potrebbe dirsi una piccola *conca d'oro* della Sardegna.

La linea Macomer-Bosa, sebbene di breve lunghezza, ha presentato serie difficoltà nel fissarne, anche solo in via di massima, il tracciato. Macomer, per cui passano le due strade nazionali Cagliari-Sassari e Bosa-Nuoro, e la ferrovia principale Cagliari-Sassari, è presso una sella della lunga catena di monti che dal Marghine seguendo la direzione sud-ovest e passando per Macomer, fa capo al monte di Sant'Antonio, alto 809 metri sul mare, e poi volgendo a sud, e dopo un grand'arco descritto dal gruppo dei monti Ferru, termina al mare a Capo Mannu. La falda nord di questa lunga catena assume la forma di un vastissimo altipiano più o meno inclinato verso il mare, che prende successivamente i nomi di Altipiano della Campeda, Planu de Martas e la Planargia. In quell'altipiano non vi è che il villaggio di Sindia, e la ferrovia secondaria doveva pure essere portata il più vicino possibile all'abitato, ma poi era d'uopo discendere sino a Bosa. Epperò sarebbesi potuto incominciare subito la grande discesa lungo una delle valli tributarie del fiume Bosa; ma si sarebbero abbandonati tutti i paesi della Planargia non solo, ma anche quelli distesi lungo la strada nazionale che da Tresnuraghes va a Seneriolo e a Cuglieri (paesi in clima salubre).

Onde si preferì tenere alta la linea e dirigerla verso Tinnura, Suni, Flussio, spingendola sino a Tresnuraghes, la cui stazione serve le popolazioni che fan capo alla strada di Cuglieri, e di svilupparla poscia sulle falde che dal grande altipiano scendono al mare, toccando Magomadas e Modolo.

Epperò questa linea presenta la quasi strana anomalia di potersi considerare come linea di pianura finchè si trova in alto, e di montagna quando si avvicina al mare; e infatti è nei due primi tronchi che si incontrano i rettili di maggiore lunghezza e le minori pendenze.

Con tuttociò vediamo evitate anche nella grande discesa le curve di 80 metri di raggio e le pendenze superiori al 25 per mille; solamente durante la costruzione, per esigenze nate a riguardo dell'attraversamento della ferrovia della Compagnia Reale, si dovettero introdurre presso Macomer brevi tratti con raggio di 80 metri e con pendenze del 28 0/100.

A Bosa, oltre al disporre la stazione in punto vicino alla città ed in mezzo alle due strade che conducono l'una al porto e l'altra a Macomer, si prevede (come in seguito si esegui) un facile allacciamento col porto.

In quanto ad opere d'arte speciali, sono da notarsi, su 47 km., ben 32 sottopassaggi, che risparmiarono molti attraversamenti a livello. Relativamente numerosi sono pure gli acquedotti e ponticelli, che, stabiliti dai progetti in numero di 173, si accrebbero nell'esecuzione dei lavori fino a 210. Non vi sono però nè ponti, nè viadotti di qualche importanza. Vi è una galleria in curva fra Tresnuraghes e Modolo lunga 35 metri; vi sono alcuni muri di sostegno, fra cui un muraglione in calce lungo ben 780 metri. Si contano inoltre complessivamente per ben 540 metri di rivestimenti parziali di scarpate nella grande discesa da Tinnura al mare. Una parte dei muraglioni eseguiti servono di difesa contro il mare.

La chiusura della linea è fatta con muri a secco da ambi i lati e per tutto il percorso.

La linea Macomer-Bosa ebbe gli stessi limiti di tempo disponibili e quasi gli stessi incagli principali nell'attaccare i lavori, come la Macomer-Nuoro. Oltre alle difficoltà già accennate per l'ubicazione della stazione di Macomer e relativi incagli di espropriazione dei terreni, si ebbero lunghe pratiche per definire il tracciato compreso fra l'origine della linea ed il km. 3 per l'attraversamento della ferrovia della Compagnia Reale, e si finì coll'adottare una variante che, allungando di 800 metri il percorso, fu intesa a far passare la linea della Società sotto il cavalcavia esistente per la strada nazionale di Bosa. Ciò non ostante si è riusciti ad aprire la linea tre mesi prima della scadenza del termine fissato.

Anche le condizioni d'esercizio e la data del collaudo definitivo sono quelle della Macomer-Nuoro.

*

Linea Monti-Tempio (km. 39,264). — La parte più settentrionale della Sardegna, resa accidentata dal gruppo di montagne che si estende fra la Maddalena e Sassari e che, limitata a nord dal mare, è circonscritta a sud dalla ferrovia della Compagnia Reale, che dal Golfo degli Aranci passando per Monti, Chilivani e Sassari finisce a Porto Torres, è la parte meno abitata, e la città di Tempio, capoluogo di Circondario, che è nel centro di essa, trovavasi affatto isolata.

Una comunicazione diretta fra Sassari e Tempio coll'eventuale prolungamento sino all'importante Golfo della Maddalena, sembrerebbe a tutta prima la più naturale. Ma si ritenne preferibile un allacciamento di Tempio alla ferrovia principale nel tratto che unisce il Golfo degli Aranci a Chilivani, sormontando la catena dei monti di Limbara sovrastanti, quasi paralleli alla grande striscia meno accidentata fra Ozieri e Terranova, lungo la quale corre la predetta ferrovia della Compagnia Reale.

Questa linea principale ha il punto più elevato presso Monti, a 200 metri sul mare, ove trovasi il displuvio tra i due versanti del Golfo dell'Asinara (Sassari) e del Golfo di Ter-

ranova (Golfo degli Aranci). E poichè a nord-ovest di Monti la grande catena del Limbara ha una sella, che è l'unica accessibile della lunga catena e per la quale passa la strada nazionale di Tempio, così era questo il passo per il quale progettare il detto allacciamento, potendosi inoltre con esso avvicinare il villaggio di Calangianus, capoluogo di Mandamento e rinomato per la sua sorgente febrifuga.

I monti di Limbara raggiungono l'altezza di 1359 metri e sono, dopo il Gennargentu, i più alti della Sardegna. La sella per cui passa la strada nazionale, è a 608 metri sul mare; la linea doveva quindi salire da Monti per ben 300 m., rimontando il rio della Scala, che nasce appunto presso quella sella ed è tributario del bacino di Terranova. Occorsero pertanto numerose spire per raggiungere quel valico, e poi si dovette ridiscendere di 170 metri sino a Calangianus, ove si fece una stazione, e quindi avvicinando il tracciato a Luras, vi si potè fare un'apposita stazione, mentre il progetto di massima ne assegnava una sola per i due paesi. La linea passa quindi in vista dell'abitato di Nuchis, con una stazione sulla sinistra del rio Minnisciu, alla quota 439 presso la strada nazionale, che ne dista essa pure di 1500 metri, e ciò per non aumentare più del bisogno il percorso. Da Nuchis la linea, sviluppandosi a mezza costa sui contrafforti del Limbara, raggiunge Tempio alla quota 555.

Le condizioni planimetriche ed altimetriche della località sovra descritta obbligarono naturalmente a frequenti curve di raggio minimo e pendenze molto sentite; tuttavia nel progetto definitivo si arrivò ad impiegare una volta sola il raggio di 80 metri e tre volte il raggio di 90 metri. Le livellette fra il 20 e il 25 per mille sono le più frequenti (ve n'ha per km. 19,210 sulla totale distesa di km. 39,264), ma non si superò mai il 25, benchè fosse concesso anche il 30 per mille.

In grazia di 60 sottopassaggi, si arrivò a limitare a soli 25 gli attraversamenti a livello. Le opere d'arte stabilite dai progetti, in numero di 161, aumentarono nell'esecuzione fino a 198; ma nessuna di esse è di qualche importanza.

Sorsero anche qui delle gravi difficoltà per l'espropriazione dei terreni di Luras, che non era prevista nel progetto di massima, ed altre difficoltà fra le due Società ferroviarie per l'uso promiscuo della stazione di Monti, per cui la Società delle ferrovie secondarie fu dapprima nella necessità di costruire una stazione propria a poca distanza da quella esistente, finchè, avvenuto più tardi un accordo, si abbandonarono i fabbricati eseguiti per addivenire all'esercizio cumulativo nella stazione della Compagnia Reale.

La linea venne chiusa con muri a secco dalle due parti, per impedire al bestiame lasciato libero di introdursi sulla sede stradale.

Ad onta delle difficoltà di cui sopra, si riesci ad eseguire i lavori di tutta la linea entro un solo anno ed a dare la linea aperta contemporaneamente alla Cagliari-Isili, cioè 13 mesi prima del termine concesso.

L'esercizio seguì le stesse sorti della Cagliari-Isili. La data del collaudo definitivo fu pure la stessa.

*

LINEE DEL 2° PERIODO.

Linea Sassari-Alghero (km. 34,255). — Alghero, capoluogo di Circondario, con porto marittimo e con 10,225 abitanti (cifra non trascurabile per la Sardegna, se si osserva che Sassari non ne fa che 36,491 e Cagliari 44,649), non poteva non essere nel novero delle città da favorire con una ferrovia secondaria che l'unisse a Sassari ed alla rete della Compagnia Reale, tanto più che Alghero, la quale fu un tempo piazza forte, ora è sede del Comando di un battaglione della milizia territoriale; è preferita a Porto Torres dai Sas-

saresi nella stagione dei bagni, e nel territorio circostante vi sono lo Stabilimento penale agricolo, con circa 700 condannati, e lo Stabilimento di Surigheddu della Società Agricola Lombarda.

Fra i due capolinea non esiste che Olmedo, piccolo villaggio di 500 abitanti, e la linea vi si avvicina con una stazione a 300 metri dalle sue prime case.

La linea partendo da Sassari, dalla stazione stessa della Compagnia Reale, ne fiancheggia a sud la ferrovia sin presso la stazione di Caniga, ove, attraversandola con cavalcavia, si dirige lungo la valle Caniga, tenendosi sempre a poca distanza dalla ferrovia della Compagnia Reale sino alla regione detta Mulafà. Ivi l'abbandona e discende per la valle Mascari sino al rio Portotorres; lo attraversa e sale la barriera che da mezzogiorno a settentrione separa il bacino di Portotorres dalla piana algherese. Sormontata questa barriera, svolgendosi sulle falde dei contrafforti di Monte Rosso, raggiunge la piana ad Olmedo, ne solca con lieve pendio le leggere ondulazioni e, attraversato il torrente Serra, arriva ad Alghero.

La linea non presenta che una curva di 90 metri di raggio ed una con raggio di 95 metri, mentre nella parte pianeggiante, insieme con curve frequenti di 500 e di 1000 metri di raggio, vi sono lunghi tratti in rettilineo, fra cui uno di 4 chilometri, largo compenso alla curva del km. 17, di soli 100 metri di raggio, che forse un più accurato studio poteva allargare. Anche nelle livellette non si raggiunse che il 25 per mille in poche tratte.

Nulla di veramente notevole in quanto alle opere d'arte; i ponti sul rio Mascari, sul rio Portotorres e sul rio Serra ebbero rispettivamente luci di 16, 23 e 25 metri, superate da travata metallica. Le opere d'arte minori sommano in tutto a 106.

Oltre alla stazione di Olmedo, si sono stabilite tre fermate per comodo dei contadini che si recano alla campagna, dette di Mulafà, San Giorgio e Serra. Presso la fermata di Mulafà la linea può permettere l'eventuale esecuzione d'un binario di allacciamento colla ferrovia della Compagnia Reale per i trasporti diretti a Golfo Aranci e Cagliari.

La chiusura della linea è stata fatta con muri di pietra a secco a destra ed a sinistra per tutto il percorso.

La Sassari-Alghero facendo parte del 2° periodo, poteva esserne ritardata l'apertura sino al 21 marzo 1893, ma si riuscì ad aprirla 4 anni prima, cioè al 1° aprile 1889.

L'esercizio si fa con due treni ascendenti e due discendenti al giorno. Non sono per altro ultimate ancora le pratiche per il collaudo definitivo.

*

Linea Ozieri-Chilivani (km. 9,543). — La grande pianura di Ozieri, eccellente per la feracità del suolo, ma racchiusa fra monti ed infestata dalla malaria, ha il suo capoluogo di Circondario a ridosso del Monte di Nostra Signora di Monserrato, in posizione studiata dagli antichi coltivatori per tenersi riparati dalle infestazioni malariche, ma che per avere accesso alla grande pianura per due vallette secondarie, è in posizione difficile ad essere avvicinata da una linea ferroviaria.

La Compagnia Reale, seguendo con un grande arco l'andamento del fiume Mannu di Ozieri, si allontanò, anzichè avvicinarsi a questa città, onde avere in posizione vantaggiosa un allacciamento colla linea che conduce a Sassari. Epperò i cittadini di Ozieri erano costretti, quelli diretti a Golfo Aranci, di fare più di 5 chilometri sulla strada nazionale che passa per la valletta a nord, onde raggiungere il treno alla stazione di Fraigas; quelli diretti a Cagliari, di fare 10 chilometri sulla strada provinciale di ponente per prendere il

treno alla stazione di Mores; e quelli diretti a Sassari, loro capoluogo di provincia, o dovevano per strade di montagna, e guadando il fiume Mannu, salire a Chilivani, o, quando non si poteva attraversare il fiume, allungare il percorso andando ad una delle su citate stazioni di Fraigas o di Mores.

Colla ferrovia Ozieri-Chilivani, il R. Governo raggiunse il duplice scopo di facilitare alla città di Ozieri i mezzi di comunicazione, dapprima tanto incomodi, e di aprire una prima arteria verso la valle del Tirso, estesissima, relativamente popolata e suscettibile di miglione agricole pei profondi strati di terriccio fertilizzante che contiene, e per le abbondanti acque d'irrigazione che la solcano.

La linea, partendo da Ozieri, percorre quasi nel suo *thalweg* la valletta secondaria diretta verso ponente, ed uscita nella grande pianura, prende una direzione generale di nord-est fino al fiume Mannu, ed attraversatolo, corre per il suo ultimo tratto parallelamente alla linea che da Golfo Aranci viene a Chilivani, la quale è ancora una frazione del Comune di Ozieri.

Il profilo longitudinale di questa linea segna una discesa unica per l'altezza di ben 200 metri da Ozieri fin quasi a Chilivani, cioè fino al rio Mannu (detto anche fiume di Ozieri). L'ultimo tratto per toccare Chilivani è in contropendenza per una lunghezza di 590 metri. In questa continuata discesa la linea si sviluppa sulle falde del monte di Nostra Signora di Monserrato con frequenti curve, le quali non hanno mai raggio minore di 100 metri. La livelletta più sentita ha la pendenza del 27,5 per mille.

I 16 sottopassaggi eseguiti per questa breve linea resero possibile di ridurre a 5 soli gli attraversamenti a livello. Di opere speciali non vi è che il ponte sul rio Mannu presso Chilivani, con quattro luci di 10 metri, con volto ribassato.

Esistono parecchi muri di sostegno della sede stradale. La chiusura è eseguita ai due lati della sede stradale con muri in pietra a secco.

I lavori per questa breve linea, incominciati fin dalla primavera del 1890, erano presso al loro termine col finire del giugno dello stesso anno, fatta eccezione di una tratta di 3 chilometri presso Chilivani, per la quale il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ordinò lo studio di una variante.

Ad ogni modo il 10 febbraio 1891, due anni prima del termine prefisso, la linea era aperta all'esercizio.

Si fanno giornalmente due corse di treni normali ascendenti e due discendenti in coincidenza di quelli delle linee Cagliari-Golfo Aranci e Sassari-Chilivani.

Anche per questa linea sono a buon termine le pratiche per il collaudo definitivo.

*

Linea Isili-Sorgono (km. 83,233). — Seguendo il programma di provvedere ad una linea nel senso longitudinale, che allacciasse i paesi che trovansi ad una quasi ugual distanza da una parte dalla ferrovia principale Cagliari-Oriстано, dall'altra dalla riviera di levante, era d'uopo spingere la ferrovia da Isili fino alle falde del monte Gennargentu, attraversando le regioni ove trovansi un maggior numero di villaggi, e quelli appunto raggruppati nel bacino fra i due altipiani del Sarcidano e la Giara, e nella Barbagia di Belvi e Mandrolisai.

Si contano così oltre a 17 Comuni che ritraggono un diretto vantaggio da questa linea, cinque dei quali sono capoluoghi di Mandamento. Sono le regioni più salubri della Sardegna, con splendidi paesaggi; ogni paese è provvisto di ottime ed abbondanti acque. Vi sono miniere parecchie, ma nessuna di esse è per ora in attività; estesissime e ricche le foreste, non difficili le irrigazioni dei terreni.

Si incontrarono gravi difficoltà perfino nella scelta dei

punti di passaggio, e il R. Governo fu molto perplesso fra il più diretto percorso da Meana a Sorgono, passando per Atzara, lungo la strada nazionale, e quello più difficile e più tortuoso che toccava Belvi e serviva Aritzo, Gadoni, Tonara e Desulo. Ma fu preferito quest'ultimo, perchè più vantaggioso ad un maggior numero di paesi.

Il vasto altipiano del Sarcidano è a cavaliere dei più grandi bacini dell'isola, cioè del Flumendosa a levante, del bacino del Tirso a ponente ed a mezzogiorno del bacino del Campidano di Serramanna, che fa capo nel Golfo di Cagliari.

Da Isili (502 m. sul mare), per raggiungere più presto questo altipiano e portare la linea in migliori condizioni, era più conveniente tenersi molto alti sopra Nurallao; ma per favorire il paese ed avvicinarlo per quanto era possibile, si percorse quasi sempre la mezza costa dei numerosi contrafforti inferiori, incontrando anche gravi spese per superare tratti non troppo fermi.

L'ubicazione della stazione di Laconi obbligò, durante gli studi, ora ad alzare, ora ad abbassare il tracciato per soddisfare gli abitanti nel duplice loro desiderio di avere la stazione vicina al paese e di non vedere danneggiato il magnifico parco, più unico che raro per la Sardegna.

Alla cantoniera di Ortuabis della strada nazionale (a ben 780 m. sul mare), ove si innestano le strade che vanno alle foreste di Gadoni, di Aritzo, ed alle miniere che si potranno coltivare in quella regione, fu stabilita una stazione non peranco preveduta nel progetto di massima.

Nell'impossibilità di avvicinarsi all'abitato di Meana, posto su di un cucuzzolo, si ebbe cura di dargli una stazione in luogo di facile accesso, il che si ottenne eseguendo con costosa costruzione il piazzale della stazione su un terreno ripido, a poca distanza dalla strada nazionale che passa per Meana ed Atzara.

Da Isili sino a Meana la linea tiene un andamento generale da sud a nord; dopo Meana volge decisamente a levante, sviluppandosi molto tortuosamente per falde scoscese; raggiunto il monte Sarcu, lo sottopassa con lunga galleria, e così arriva nel suo versante orientale. Scende per raggiungere la valle dell'Isera, rimonta questo fiume e poi, con giro strettissimo, si porta sulla destra del medesimo a toccare l'abitato di Belvi, la cui stazione serve pure per l'amenissimo villaggio di Aritzo, che ne dista di due chilometri e mezzo.

Per gole strette e falde a picco, la linea si dirige quindi a nord; lascia una stazione per Tonnara e Desulo in posizione tale da rendere minima la spesa della strada di accesso a carico dei due Comuni; quindi rimonta il vallone di Tonnara e lo passa, dirigendosi verso ovest; gira numerosi contrafforti dei monti di Tonnara, fiancheggiando il fiume Araxisi, che scorre a grande profondità, e soltanto a pochi chilometri da Sorgono lascia il vallone dell'Araxisi per raggiungere una sella a m. 708 sul livello del mare, varcata la quale arriva con andamento da sud a nord, presso l'abitato di Sorgono (m. 688 sul mare).

In vista delle difficoltà eccezionali che l'asprezza e l'irregolarità dei luoghi attraversati opponevano allo studio del tracciato, il R. Governo aveva concesso per questa linea l'impegno del raggio di 70 metri e della pendenza del 30 per mille; tuttavia le curve più strette (relativamente in poco numero, come può vedersi dalla tabella riassuntiva in fine della presente Relazione) hanno raggio di 80 metri, e la pendenza massima arriva solo al 28 per mille.

Questa linea si rese costosissima per lo straordinario volume di movimento di materie, di cui buona parte fu scavata nella roccia, essendo occorse 156 trincee di altezza da 5 metri in su e assai lunghe, delle quali ben 29 hanno altezze fra i 10 e i 16 metri.

Quanto ad opere d'arte, vi sono 6 gallerie della lunghezza

complessiva di 1387 metri, e principale fra esse quella di Monte Sarcu, di 998 metri; 27 tra viadotti e ponti maggiori, 417 ponticelli e viadotti di luce inferiore a 10 metri, 70 sottopassaggi ed un cavalcavia, e 69 attraversamenti a livello.

Undici delle opere maggiori superano i 20 metri di altezza fuori terra, e buona parte di esse sono eseguite in curva di 80 a 100 metri di raggio. Non tenendo conto dei numerosi, lunghi ed importanti muri di sostegno e delle 431 opere minori, si calcola nelle sole gallerie ed opere maggiori il 4 per cento della lunghezza della linea.

Fra le opere maggiori notiamo: il Perdas Elias, il Sa Curia ed il Cencio, tutti tre con 5 luci di 10 metri cadauna; il Perda Ladrece, bellissimo viadotto di 8 luci (fig. 1, Tav. II); il Sammuco, a due ordini di arcate (fig. 2, Tav. II), ed il Paralà, pure a due ordini, dello stesso tipo del precedente, con 8 luci; il Belvi, con 6 luci; l'Occele, il Bau Desulo e l'Istin-Goria, con 7 luci; il viadotto Zio Cipperi, con 6 luci; ed il Lambrigano, con 6 luci di 10 metri; ed una travata centrale di 20 metri.

Per le difficoltà delle fondazioni, per il rilevante volume di scavo di numerose ed altissime trincee, per l'altezza delle murature, per le altre difficoltà tecniche, accresciute altresì non poco dalle numerose frane spesso incontrate (le quali richiesero grandi sbancamenti ed opere di difesa anche dopo l'apertura all'esercizio) questa linea si può classificare per il costo, non solo fra le linee primarie di montagna della Sardegna, ma anche di quelle del continente.

I primi 24 chilometri, ossia il tratto fra Isili e Meana furono costruiti in soli undici mesi. Il resto fu pure eseguito con grande attività, benchè i trasporti fossero in modo eccezionale difficili per la natura dei siti alpini, e le persistenti piogge che guastarono le numerose e costose strade di servizio eseguite.

L'ostacolo naturale opposto dalla lunghezza della galleria di Monte Sarcu per spingere l'armamento da Belvi a Sorgono, indusse a fare un altro attacco di posa del ferro da Sorgono verso Tonnara trasportando con carri il materiale da Meana per la strada di Atzara. Si riuscì così a finire quasi contemporaneamente ogni lavoro fra Meana e Sorgono, e a dare aperto l'esercizio il 3 novembre 1889.

La chiusura della linea è completa da ambo i lati ed è fatta con muri di pietra a secco, salvo in alcuni tratti, ove ad imitazione della ferrovia della Compagnia Reale è fatta con siepe metallica che però va ora man mano sostituendosi coi muri.

*

LINEE DEL 3° PERIODO.

Linea Tortolì-Bivio (Mandas) (km. 166,561). — Lanusei, capoluogo di circondario della provincia di Cagliari e che estende la sua giurisdizione fino a Sorgono ed oltre, trovasi elevata a circa 600 metri sul mare, e sovrasta Tortolì, situata sul golfo dello stesso nome, distandone in linea retta appena 9 chilometri.

La mancanza di sicurezza del golfo durante i tempi cattivi di mare (quantunque il R. Governo costruisca ivi moli e scogliere) rendeva il capoluogo di circondario isolato dal rimanente dell'isola, essendochè le comunicazioni per l'interno restavano durante l'invernale stagione talora sospese, attraversando la strada carrozzabile regioni franose e sormontando selle di monti, dove la neve cade in gran copia. La linea più breve che univa Tortolì a Cagliari era quella seguita dalla strada nazionale che passa per Muravera a poca distanza dal litorale orientale, sovente guasta dalle fiamme.

Era dunque indicatissimo il progetto di una ferrovia che

unisse l'Ogliastra (Tortolì-Lanusei) con Jerzu, colle due Barbagie e con Mandas, da cui si sarebbe per ferrovia arrivati così a Sorgono come a Cagliari.

Sotto l'aspetto commerciale, oltre ai vini dell'Ogliastra, ed a quelli di Seui, rinomatissimi, le foreste che si estendono da Lanusei al Flumendosa attendevano un facile accesso per essere meglio utilizzate; ed i molti indizi di giacimenti minerari consigliavano a tracciare una ferrovia che potesse far sorgere nuove industrie a vantaggio dell'isola. Altre ragioni d'indole generale e di sicurezza stavano per una ferrovia che unisse Lanusei a Mandas.

In questa parte alpestre della Sardegna s'incontrano 23 Comuni, e la Società Italiana edotta dalle linee dei due primi periodi, dell'assoluta impossibilità nella quale i Comuni si trovavano di sostenere spese per strade d'accesso, si fece uno studio particolare di avvicinarsi colla linea il più possibile agli abitati; e dove ciò non era possibile, si studiò di collocare la stazione in posizione vicina a strade esistenti. Ond'è che col progetto definitivo poterono essere serviti colla ferrovia sei Comuni che stando al progetto di massima ne restavano privi, e si poté ottenere complessivamente un risparmio di 400 mila lire a carico dei Comuni per strade di accesso.

Merita speciale menzione l'avvicinamento della ferrovia all'abitato di Seui. Il progetto di massima dell'ing. Olivieri aveva abbandonato completamente questo capoluogo di mandamento, ed il progetto della Compagnia Reale passava a qualche chilometro di distanza da esso, avvicinando solo le miniere di carbon fossile. Le Secondarie invece che avevano progettato di evitare le frane della falda di Seui ed i passi più cattivi dei burroni di San Sebastiano I e di San Sebastiano II, passando più a monte dell'abitato, si assoggettarono tuttavia a gravissime spese per avvantaggiare interamente il Comune di Seui, portando la linea sulle ripide falde di schisti e la stazione alle porte del paese verso levante.

Alle difficoltà tecniche per valicare catene di monti alternate da valli profonde, come nelle precedenti linee, qui si aggiunsero ancora le difficoltà opposte dalla natura dei terreni franosi che si incontrarono da ogni parte.

Da Tortolì la linea va quasi in piano sino alla cantoniera di Baunuxi; ma da questo punto per raggiungere Lanusei sonvi 5 chilometri di distanza in linea retta e 400 metri di altezza da superare. Quivi la Compagnia Reale nel suo progetto di massima avendo ricorso alle curve di soli 70 metri di raggio ed alle pendenze del 35 per mille, serpeggiava lungo il torrente Fodeddu. L'ingegnere Olivieri invece, attraversato il Fodeddu presso Tortolì, saliva tortuosamente la mezza costa del Monte Tarè e con un gran girone verso Elini ed Ilbono arrivava sotto l'abitato di Lanusei. Ma la Società Italiana volendo evitare le forti pendenze e le frequenti lavine del Tarè, le quali rendono imprudente il girarne le falde con una strada in causa delle cadute di massi, portò il tracciato a Nord, sviluppandolo lungo il rio Formica sulle falde dei monti d'Arzana.

Oltrepassato Lanusei il tracciato dell'ing. Olivieri sotto-passando la catena Arzana-Lanusei con una grande galleria, scendeva a contornare le falde dei monti in basso, attraversando in quasi tutto il percorso terreni soggetti a frane estesissime, che oltre a rendere difficili e costose le costruzioni, avrebbero prodotto frequenti interruzioni durante l'esercizio. Volendo evitare tali inconvenienti il tracciato della Compagnia Reale percorreva le valli quasi al loro nascere e quindi quanto più a nord era possibile ed in alto. Elevandosi con curve di 70 metri e pendenze del 35 per mille per non incontrare frane e scossoni, ne incontrava nullameno nelle più alte regioni, e mentre i paesi restavano male serviti, la linea alzandosi sino alla quota 1000 e mantenendo

dovisi per oltre 16 chilometri, presentava il pericolo grave di interruzioni in inverno per neve e vento.

La Società italiana per le ferrovie secondarie prendendo in considerazione i reclami dei vari Comuni, e volendo situare la ferrovia sopra falde buone, dove l'esercizio fosse più sicuro e meno interrotto, seguì una via di mezzo fra i due progetti su cennati; e nella impossibilità di evitare i terreni franosi fra le valli di San Gerolamo, Rio Pardu, e con l'intento di non isolare il capoluogo di mandamento Jerzu, ricorse all'artificio di separare con un binario indipendente il tratto di terreno più cattivo fra Gairo e Jerzu onde ridurre i casi di interruzioni per frane, almeno sulla linea principale.

Epperò il tracciato definitivo fra Lanusei e Mandas è stato il seguente: esso contorna a sud il promontorio di Lanusei; indi volge a nord salendo con girone elicoidale (fig. 1, Tav. I), sino ad Arzana, evitando così le frane ed i dirupi del Tricoli; attraversato il pianoro di Arzana e superata la catena Armiddu-Gairo alla Sella Ovale Sa Genna, passa il Rio Pardu e si porta nella gola di Tacquisara, sormontando ivi la catena Perdiliana-Jerzu; gira quindi la valle di San Gerolamo per attraversarla in uno dei pochi punti, ove le sponde avvicinandosi permettono un passo, e contornando le falde del monte Arbus-Mangiani, sale alla sella dei monti Arquiri che sottopassa in galleria; attraversa con opere importanti la serie dei profondi burroni che hanno piede nel Bentili (cui il tracciato della Compagnia Reale evitava alzandosi a monte, ma allontanandosi eccessivamente dai paesi) per toccare Seui e Sadali, e coi gironi di Esterzili presa la mezza costa del Bentili entra nella valle del Flumendosa e volge a nord per attraversare il fiume in punto più conveniente, dove passa anche la strada nazionale. Dopo il Flumendosa la linea approfitta della valle del Garrulo pei necessari sviluppi della salita, ed attraversatolo, volge a Nurri ed Orrolì; infine scende al fiume d'Isili, per rimontare fin presso la stazione di Mandas (linea Cagliari-Isili).

Merita certamente tutta l'attenzione e la lode degli ingegneri questo tracciato che pur scostandosi interamente da quello di massima, per favorire i Comuni, e quindi percorrendo regioni montuose ove sono più limitati i valichi e più sentiti i dislivelli, pure limitò al 30 per mille la pendenza massima che era lecito portare al 35, e ad 80 metri il minimo raggio che era lecito ridurre a 70 metri, e con tutto ciò il tracciato definitivo si trova ancora di ben 573 metri al disotto del limite di tolleranza del 3 per mille in maggiore lunghezza. Il che serve a dimostrare destituite d'ogni fondamento le accuse troppo leggermente ripetute di giri inutili fatti dalle linee secondarie.

Le curve già strette, cioè col raggio di 80 metri, furono ridotte in numero ed in lunghezza di sviluppo complessivo alla metà di quelle dello stesso raggio usate nel progetto di massima. E in quanto alle altezze massime e minime toccate, basti il dire che dalla quota di 3 metri a Tortolì marina si sale ad 870 metri ad Ovale Sa Genna per ridiscendere a 713 alla stazione di Ussassai, risalire ad 870 alla sella di Arquiri, ridiscendere a 730 al vallone di S. Sebastiano, risalire ad 861 fra Seui e Sadali, ridiscendere fino a 267 al Flumendosa, per risalire a 566 al Pianoro di S. Pietro sopra Nurri, dopo il quale la quota si mantiene fra 430 e 500. Nell'andata e ritorno si superano fra Tortolì e Mandas ben 2337 metri.

Le opere d'arte, che erano state previste in numero considerevole nel progetto definitivo approvato, furono ancora, durante i lavori di costruzione, accresciute sia di numero che in larghezza di luce. Sono 160 i sottopassaggi ed i cavalcavia; il numero dei ponticelli e viadotti di luce inferiore a 10 metri da 575 fu portato a 831.

Fra i viadotti, i più importanti sono: l'Accu Nieddu, a 2 ordini e con 4 luci di 10 metri; il San Gerolamo con travata centrale di 50 m. e 4 archi di 10 metri; il San Cristoforo con travata di 10 metri e 5 archi di 30 metri; il San Sebastiano, con travata di 30 metri e 5 archi di 10 metri; ed il Flumendosa, con travata di 30 metri e 6 archi di 10 metri, del quale si offre un prospetto e la pianta nella fig. 3 della Tav. II.

Vi sono 22 gallerie, della lunghezza complessiva di 3010 metri. Notevoli fra queste quelle di Arquiri di 509 m. e di Seui di 288 metri.

Numerosi ed importanti sono pure i muri di sostegno e le opere di consolidamento delle frane, le quali opere, per quanto l'infida natura degli schisti lascia congetturare, pare abbiano raggiunto il loro termine.

La chiusura della via è fatta dalle due parti con muri in pietra a secco, eccetto poche tratte, ove la siepe metallica si va sostituendo con muri.

Col marzo 1891 erano ultimati gli studi di campagna; il progetto dell'intera linea venne approvato il 20 ottobre stesso anno. I tronchi Tortolì-Gairo e Nurri-Mandas vennero aperti il 1° aprile 1893; il 16 novembre successivo si aprirono gli altri due tronchi Gairo-Ussassai e Nurri-Villanovatula colla diramazione Gairo-Jerzu. Il 20 aprile 1894 si completava il tratto fra Ussassai e Villanovatula.

Le pratiche per il collaudo definitivo sono a buon termine.

Linea Ozieri-Tirso (km. 69,222). — La città di Ozieri, come capoluogo di circondario, estende la sua giurisdizione nell'alto bacino del Tirso, che è il fiume principale della Sardegna. Ivi sono regioni ricche di strati di *humus* fertilizzante; in alcune di esse abbondano acque sorgive atte all'irrigazione, come a Bautinè, ove si incontrano 35 sorgenti copiose; vi sono estese foreste e numerosi paesi. Era dunque necessaria una ferrovia che unisse con Ozieri i capoluoghi di mandamento Pattada, Benetutti e Bono, e gli altri Comuni, facilitando ad un tempo le comunicazioni di Nuoro con Ozieri e Sassari.

Occorre ancora notare che sui monti a levante di Ozieri vi ha un campo trincerato ove in caso di guerra deve concentrarsi tutto il materiale mobile dell'Isola. Epperò seguendo il criterio di servire il campo e quello di avvicinare i paesi per quanto era possibile, pur mantenendo il percorso nei dovuti limiti, la traccia della ferrovia restava quasi di per sé stessa fissata.

Da Ozieri la linea prende a salire con direzione da ovest ad est contornando i contrafforti del Muserè e dorsali secondarie, il che si ottenne passando in varie gole che dividono il gruppo del Muserè da quello più a nord del monte Acuto. La linea si affaccia così dapprima sul bacino di Coghinas rimontando il Bade de Rughe, e presso Pattada attraversa un altro confluyente del Coghinas che sbocca nel golfo dell'Asinara. Contorna quindi il Muserè (il quale elevasi a m. 987 sul mare) superando la dorsale presso la fermata di Buddusò a 670 m. sul mare ed entra nel bacino del Tirso presso la stazione di Osidda. Di qui la linea conservandosi sulla destra del Tirso contorna i contrafforti della catena dei monti Muserè, monte Rasu (1259) e Marghine, e prende una direzione generale da nord a sud sino a raggiungere la stazione del Tirso già da prima appositamente stabilita per la congiunzione sulla linea Macomer-Nuoro.

La linea è venuta a risultare interamente su terreno solido, predominando le rocce granitiche e trachitiche. I paesi, disposti quasi tutti su alte falde per evitare le arie miasmatiche del Tirso, non poterono essere molto avvicinati dalla ferrovia, ma le relative stazioni o fermate si collocarono in

prossimità delle strade ordinarie onde evitare ai Comuni le ingenti spese delle strade d'accesso.

Questa linea, disposta tutta su falde di monti scoscesi solcati da valloni frequenti e difficili a girarsi, ha tutti i caratteri delle linee di montagna più costose. Dopo essersi elevata da Ozieri (412 metri) alla quota di 674 metri per attraversare la catena di monti fra la regione di monte Acuto ed il Muserè, la linea si mantiene sopra i 600 metri sino di fronte ad Osidda per discendere con poche ed insensibili contropendenze sino alla quota 321 davanti a Benetutti; ritorna in seguito alla quota 400, ove si mantiene sino a Bono e poi discende quasi sempre sino alla stazione di Tirso, alla quota 218. Anche per questa linea il raggio minimo adottato per le curve è quello di 80 metri, e la massima pendenza quella del 30 per mille.

Sono 410 le opere d'arte minori, fra cui 54 servono di sottopassaggio. Le opere d'arte maggiori non sono che due, cioè il viadotto Bade de Rughe con 3 luci di 10 m. in curva ed il viadotto Sa Corra Cherbina con 5 luci di 10 m. in salita del 30 per mille.

La chiusura della via è fatta con muri a secco per tutta la sua lunghezza.

Approvati i progetti definitivi il 3 dicembre 1890, la linea era completamente finita nel marzo 1892 e il 1° aprile 1893, cioè al principio del terzo periodo essa poté essere aperta all'esercizio.

Collaudata una prima volta all'epoca dell'apertura sono ora a buon termine le pratiche per il collaudo definitivo.

G. S.

Tabella riassuntiva dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle ferrovie secondarie sarde.

LINEE	Lun- ghezza totale	Andamento planimetrico				Andamento altimetrico			
		Tratte in rettilineo	Tratte in curva con raggio			Tratte oriz- zontali	Tratte in pendenza		
			< 100 ^m	= 100 ^m	> 100 ^m		sino al 10 0/100	dal 10 al 20 0/100	oltre il 20 0/100
	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.
<i>Del 1° Periodo:</i>									
Cagliari-Isili.	81,248	53,358	0,376	10,279	17,225	23,294	18,505	16,425	23,024
Macomer-Nuoro.	62,438	36,334	0,618	11,016	14,470	11,003	14,804	16,925	19,706
Macomer-Bosa.	47,348	26,857	0,361	15,615	4,515	10,508	7,706	3,761	25,373
Monti-Tempio.	39,264	18,918	0,778	11,479	8,089	3,876	9,480	6,698	19,210
Totali:	230,298	135,467	2,133	48,399	44,299	48,681	50,495	43,809	87,313
<i>Del 2° Periodo:</i>									
Sassari-Alghero.	34,255	23,583	0,365	2,767	7,540	8,943	11,940	5,260	8,112
Ozieri-Chilivani.	9,543	4,452	0,000	3,608	1,483	0,732	0,704	0,341	7,766
Isili-Sorgono.	83,233	37,367	9,010	23,455	13,401	20,686	9,410	15,504	37,633
Totali:	127,031	65,402	9,375	29,830	22,424	30,361	22,054	21,105	53,511
<i>Del 3° Periodo:</i>									
Tortoli-Bivio (Mandas) . . .	166,561	77,461	40,340	28,518	20,242	31,818	14,722	22,240	97,781
Ozieri-Tirso.	69,222	29,280	16,264	16,700	6,978	9,488	11,968	7,283	40,483
Totali:	235,783	106,741	56,604	45,218	27,220	41,306	26,690	29,523	138,264
Totali complessivi di tutte le linee	593,112	307,610	68,112	123,447	93,943	120,348	99,239	94,437	279,088 *

MATERIALE FERROVIARIO

LA SOMMINISTRAZIONE ACCELERATA DELL'ACQUA ALLE LOCOMOTIVE DEI TRENI SULLE LINEE ROMA-PISA E ROMA-FIRENZE.

Note dell'Ingegnere CARLO CODA.

1. — Il sistema economico di aumentare la portata delle bocche di presa d'acqua e diminuire le soste dei treni e le spese di sollevamento dell'acqua nei serbatoi, descritto nell'*Ingegneria Civile* nel fascicolo del dicembre 1895, trovasi ora applicato, con successo, sulle linee Roma-Pisa e Roma-Firenze.

2. — I semplici accumulatori d'acqua (fig. 9) aggiunti sin dal 1895, agli impianti idraulici delle stazioni di Palo e di Orbetello, determinarono tali portate nelle gru idrauliche isolate da permettere la rifornimento di una locomotiva in meno di un minuto primo.

Si poterono quindi rifornire in dette stazioni, ampiamente provvedute d'acqua di buona qualità, tutte le locomotive dei

treni che vi hanno fermata, con riduzione nel consumo e quindi nelle spese, alla stazione intermedia di Civitavecchia, dove l'acqua, di pessima qualità, era costosissima, dovendo sollevarsi a grande altezza.

3. — Le gru-serbatoi, o castelli d'acqua, non permettendo, in causa della loro capacità limitata, la rifornimento accelerata delle locomotive dei treni in doppia trazione, vennero modificate conformemente a quanto è indicato dalla fig. 10.

Questa modificazione, mettendo in comunicazione automatica il rifornitore coi castelli d'acqua, permette la rifornimento della seconda locomotiva in soli due minuti, mentre prima ne occorreva sei.

Nei casi in cui l'acqua viene sollevata nei serbatoi, con mezzi meccanici, converrà adottare la disposizione indicata nella fig. 11, che determina una economia nelle spese di esercizio.

4. — Alla stazione di Grosseto, sempre sulla linea Roma-Pisa, si è adottato il tipo di accumulatore indicato nelle figure 12 e 13. Questa disposizione permette la rifornimento, quasi istantanea, col solo personale della locomotiva e deter-

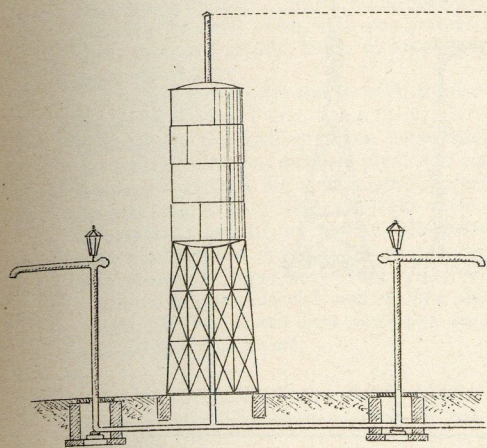


Fig. 9.

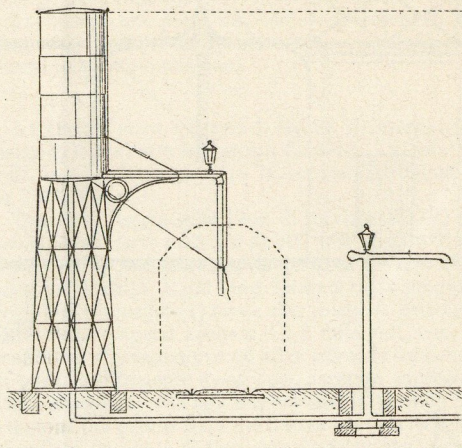
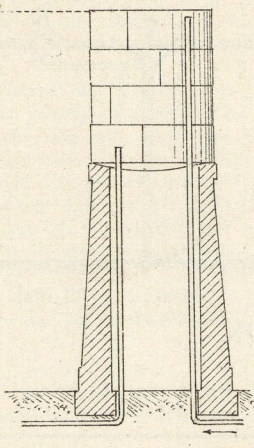


Fig. 12.

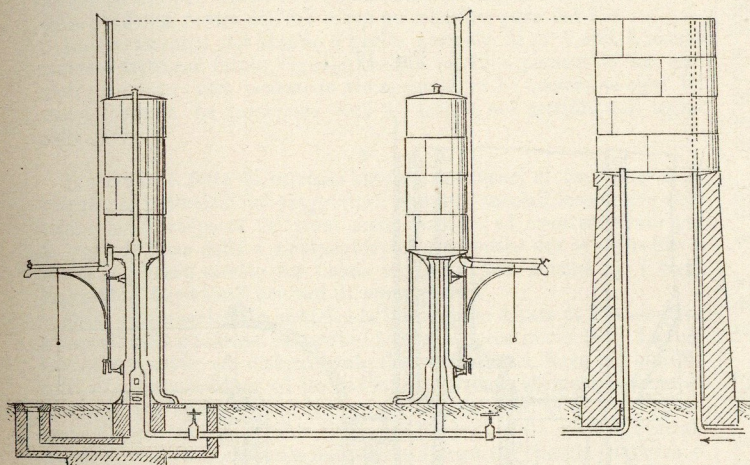
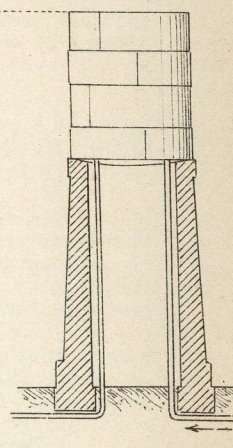


Fig. 10.

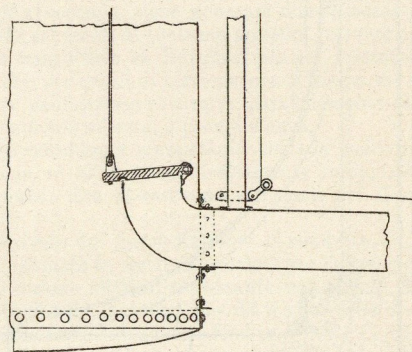


Fig. 13.

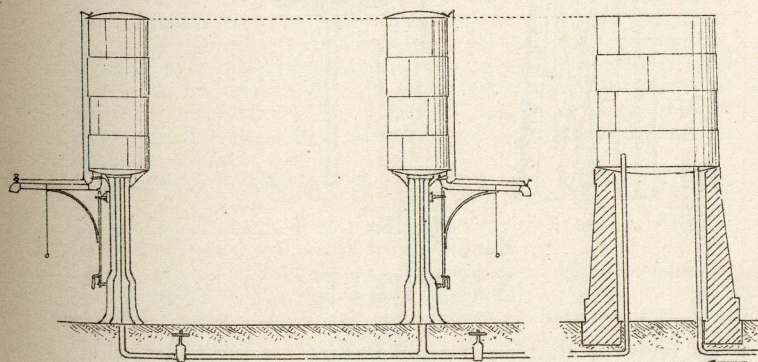


Fig. 11.

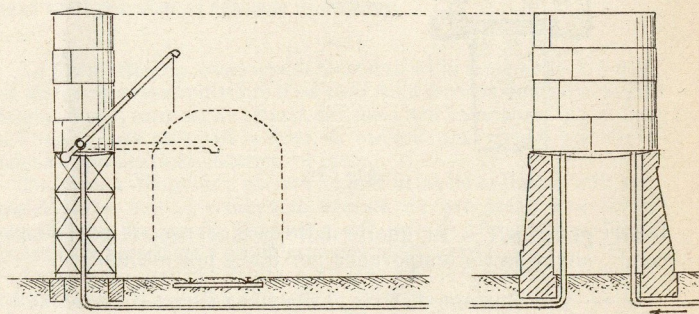


Fig. 14.

mina anche un aumento di portata in tutte le gru idrauliche isolate della stazione.

Con questo sistema, semplicissimo ed economico e che non dà luogo a colpi d'ariete, si ottiene l'apertura e la chiusura istantanea della valvola di presa e quindi si evitano le dispersioni, inevitabili durante la chiusura delle valvole ordinarie a vite.

Sarà quindi conveniente di applicare la modificazione stessa alla manovra della valvola di presa d'acqua delle attuali gruserbatoi, per sollecitare la rifornitura.

Un ultimo miglioramento da introdurre alle gru-serbatoi, consiste nell'applicare al braccio di presa d'acqua, una sem-

plice valvola ad aria, per facilitarne la vuotatura ed eliminare i movimenti sussultori, dovuti all'introduzione dell'aria dalla stessa bocca d'erogazione d'acqua.

La disposizione indicata nella fig. 14 determina la massima riduzione nelle spese d'impianto ed in quelle d'esercizio pel sollevamento dell'acqua, e permette la rifornitura accelerata, col solo personale della locomotiva, mediante la semplicissima manovra di abbassamento del braccio girevole, formato a ginocchio e che, nella sua posizione di equilibrio stabile, si mantiene fuori della sagoma limite.

5. — Le figure 15 e 16 rappresentano la disposizione proposta per i nuovi impianti idraulici della stazione di Corneto. Tale disposizione, economica, permette la rifornitura sui

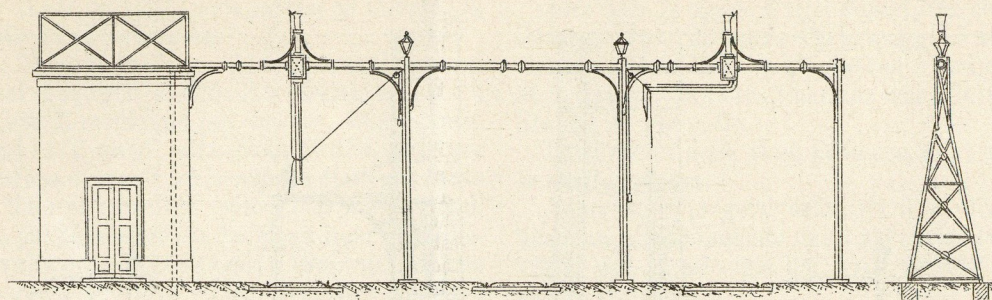


Fig. 15.

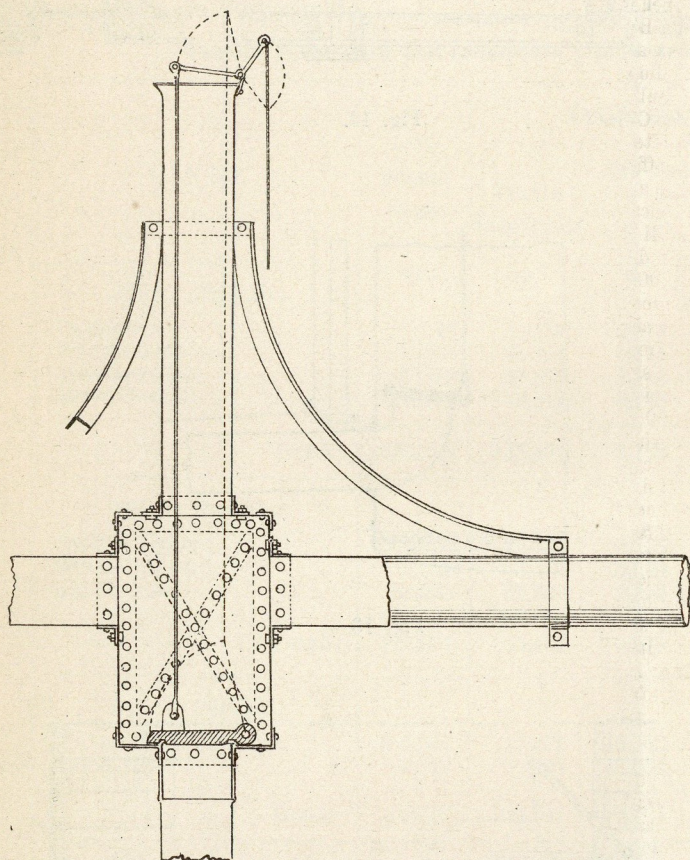


Fig. 16.

binari principali e su quello delle precedenze, in pochi secondi, anche se contemporanea per due o più locomotive.

6. — Alla stazione di Orte, sulla linea Roma-Firenze, si è adottata la disposizione indicata dalle figure 17 e 18 che permette la rifornimento accelerata e simultanea delle locomotive dei treni in doppia trazione.

Analoga disposizione venne proposta per la stazione di Pisa e per quella di Montalto.

7. — Nelle altre stazioni della linea Roma-Pisa si è migliorato il servizio di rifornimento delle locomotive, mediante l'aggiunta di uno o due accumulatori, del tipo adottato a Palo ed Orbetello (fig. 9).

8. — In conclusione, l'applicazione del sistema sull'intera linea Roma-Pisa, che ha importato una spesa limitatissima, oltre ad una notevole riduzione del tempo necessario per servizio d'acqua (che è una delle cause di ritardo dei treni, specialmente sulle linee a semplice binario), ha permesso la rifornimento delle locomotive nelle stazioni provviste di acqua abbondante e di buona qualità, con notevole riduzione nelle spese pel servizio idraulico.

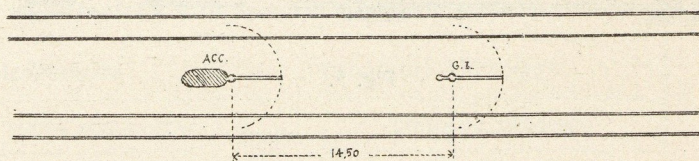


Fig. 17.

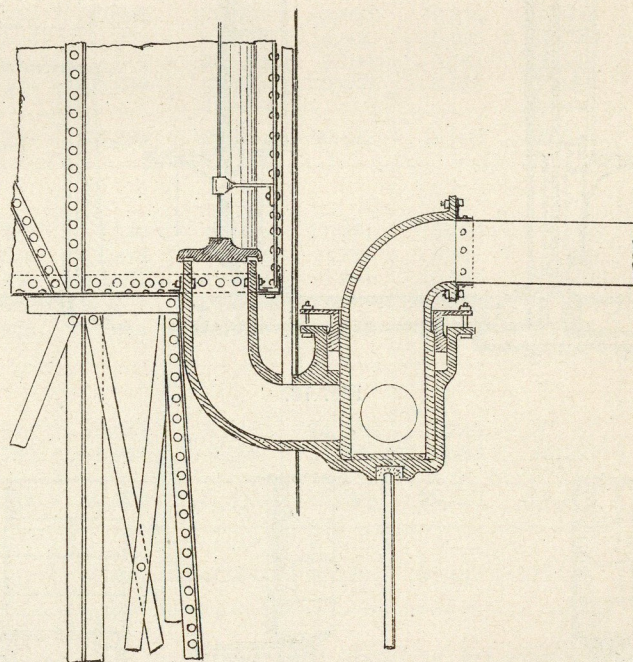


Fig. 18.

NOTIZIE

La ferrovia elettrica Thun-Burgdorf. — L'impianto della Thun-Burgdorf, che rappresenta una delle più importanti conquiste della tecnica moderna ed il più grandioso ed unico completo esempio di trazione elettrica ferroviaria che si sia fatto in questi ultimi anni non solo in Europa, ma in tutto il mondo, è stato ampiamente descritto dall'ingegnere Pietro Lanino, della Società italiana per le Strade Ferrate Meridionali, in una Monografia (1), che l'egregio Autore ci ha favorito, e della quale ci pregiamo dare un fedele riassunto.

La linea Thun-Burgdorf, che dal 31 luglio u. s. è esercita con treni elettrici, ha uno sviluppo di circa 40 chilometri, e si allaccia alle sue stazioni terminali colla rete della Schweizerische Central Bahn, e nella sua stazione intermedia di Konolfingen interseca la linea Lucerna-Langnau-Berna della Jura-Simplon. Essa offre la via più breve fra il

(1) Ing. PIETRO LANINO, *La ferrovia elettrica Thun-Burgdorf*. Op. in-8° di pag. 42 con 18 figure nel testo. — Il *Monitore tecnico*, Milano, 1900.

grande centro ferroviario di Basilea ed il centro elegante di villeggiatura alpina di Interlaken, ed attraversando una regione fertile ed industriale, ha tutti i bisogni di una grande ferrovia con traffico considerevole di viaggiatori, anche di lusso, commisto ad un traffico pure rilevante di merci.

La linea non è nella sua totalità di nuova costruzione, il tronco fino ad Hasle, di circa 7 km., non è nuovo, ed è ora percorso sia dai treni elettrici, che dai treni a vapore della Solothurn-Langnau; ond'è importante il fatto dell'esercizio promiscuo colla trazione a vapore e colla trazione elettrica a filo aereo. Quindi l'esperienza dirà se siano o meno fondati i timori delle alterazioni che sotto l'azione dei prodotti della combustione uscenti dal camino delle locomotive può subire dal lato della conducibilità la superficie esterna del filo di servizio e dal lato dell'isolamento l'apparecchiatura della linea.

Finora tale promiscuità non sembra abbia dato luogo ad inconvenienti, ma l'esperienza dura da troppo poco tempo per essere autorizzata ad una conclusione.

*

La linea ha uno sviluppo di km. 40,254 sui quali si trovano distribuite 13 stazioni intermedie, fornite di raddoppio di binario e di binari di scarto.

Il tracciato non ha presentato gravi difficoltà. Planimetricamente non ha curve molto numerose, essendo il raggio minimo di m. 250. Altimetricamente Thun e Burgdorf sono rispettivamente a m. 561,50 e m. 536 sul mare, ed il punto culminante della linea è a m. 770 a un dipresso verso la metà della linea. Si sale da Thun colla pendenza media del 9,6 per mille e con un massimo del 25 per mille; e si scende colla pendenza media dell'8,5 e con un massimo pure del 25.

Lo scartamento del binario è quello normale di m. 1,453. L'armamento è fatto con rotaie Vignole, lunghe m. 12 e pesanti 36 kg. per metro corrente; esse posano in via normale su 13 traversine ogni 12 metri di rotaia. Le traversine sono di acciaio nei rettifili, e di legno nelle curve.

*

Il servizio è fatto da carrozze automotrici capaci di trascinare altri veicoli per il servizio dei viaggiatori, e vi sono speciali locomotive elettriche per il trasporto dei treni merci pesanti, ed eventualmente per il treno di lusso della « Compagnie internationale des Wagons-lits » che fa il servizio diretto fra Calais ed Interlaken, nonchè per i treni viaggiatori domenicali nei casi di sopraccarico.

Oltre a tale materiale elettrico la linea è pure dotata di 2 locomotive a vapore, colle quali (nel settembre 1899) all'epoca in cui l'ing. Lanino fece la sua visita, era disimpegnato il servizio merci, forse per la difficoltà di attaccare in un sol blocco l'intero servizio col nuovo sistema di trazione; fors'anche perchè la trazione di grandi unità di treno riesce meno dispendiosa col vecchio sistema della trazione a vapore, specialmente se avvertesi che sulla linea Thun Burgdorf l'energia elettrica è pagata al prezzo relativamente elevato di 9 cent. al kilowatt-ora.

Le vetture viaggiatori automotrici hanno una lunghezza fra i respingenti di m. 18,85; pesano 32 tonn. e sono portate da due carrelli a due assi ognuno, con scartamento fra i perni di m. 11,70. Sono a corridoio, con terrazzini all'estremità per il loro accesso, e cabine per il conducente (Wattmann). Hanno due soli classi, la II e la III, divise fra loro da un compartimento trasversale, nel quale sono due camerini, separati dal corridoio longitudinale, l'uno ad uso di ritirata e l'altro contenente un trasformatore, la pompa del fumo Westinghouse ed altri accessori elettrici. Vi è posto per 66 viaggiatori, di cui 16 di 2^a classe e 50 di 3^a classe. Ogni classe ha due compartimenti, nell'uno dei quali si può fumare, nell'altro no.

Le carrozze rimorchiate sono di diverso tipo: vi è sempre il bagagliaio postale (prescritto per ogni treno dalle Poste svizzere), con un piccolo compartimento di 16 posti di 3^a classe, ed a seconda delle esigenze si adoperano vetture dei tre tipi seguenti:

1° — piccolo, di 3^a classe, a due assi di m. 4,8 di scartamento, peso morto kg. 9650, e capace di 40 viaggiatori;

2° — medio, identico, come disposizione, alle vetture automotrici, meno che è a due assi soli, ed ha il peso morto di kg. 11000;

3° — grande, di 3^a classe esclusiva, a due assi di m. 8 di scartamento, peso morto kg. 13200, e capace di 70 viaggiatori.

I motori delle automotrici sono quattro, di 60 HP l'uno, e possono mantenere la velocità di 36 km. all'ora sulla massima pendenza, rimorchiando due vetture col peso totale di 50 a 60 tonnellate.

Per far fronte alle speciali esigenze dei servizi festivi, vengono formati treni doppi con due vetture automotrici, e talora si ricorre anche per questo servizio alla trazione a vapore.

Il servizio viaggiatori è tenuto completamente distinto da quello merci, e l'unità di treno tende ad alleggerirsi il più possibile, preferendosi, per far fronte ai bisogni del traffico, aumentare piuttosto il numero che il peso dei treni.

Appunto basandosi su tale criterio, nell'orario di servizio, di fianco ad ogni treno viaggiatori è già previsto un treno *bis* che gli deve tener dietro a distanza regolamentare, in caso di bisogno. Così è ammessa quale regola la limitazione dei posti dei treni, contrariamente a quanto si pratica presentemente colla trazione a vapore.

Nell'orario normale sono previste 10 coppie di treni viaggiatori, e 2 di treni merci, estendendosi il servizio dalle 6 alle 23.

La linea è ora provvista, come apparecchi di sicurezza, delle sole campane elettriche di segnalamento, e la corrispondenza si svolge mediante telegrafo e telefono.

*

La Ditta Brown e Boveri di Baden (Svizzera) adottò per la trazione elettrica la corrente trifase con fili aerei. La rete primaria è a 16,000 volt, la secondaria ha pure la potenziale ragguardevolmente elevata da 750 a 900 volt.

Questo voltaggio sulla linea di servizio (di 750 volt quando i motori lavorano con forte carico, e di 900 volt quando i motori sono inattivi) è certamente pericoloso per le persone in caso di loro contatto colle parti del circuito. E qui l'ing. Lanino, caldo propugnatore dell'impiego degli alti potenziali (1) trova che, poichè il pericolo esiste egualmente, tanto vale spingersi anche a 2 o 3 mila volt, non essendovi, quanto a condizioni d'isolamento e ad altre esigenze tecniche, difficoltà maggiori di quelle arditamente e con buon successo superate nell'impianto sulla Thun-Burgdorf; ond'egli augura che il secondo passo in questo senso venga al più presto fatto nel nostro paese colla felice realizzazione del grandioso impianto di trazione elettrica con corrente trifase a 3000 volt sulla linea di servizio e vetture, per l'intero sistema delle linee Lecco Colico-Sondrio-Chiavenna di 106 km. di sviluppo, appartenenti alla rete Adriatica.

L'officina idroelettrica generatrice della corrente per la Thun-Burgdorf è a Spiez sul lago di Thun, e serve anche per l'illuminazione pubblica e privata di Burgdorf e in seguito di Berna. La corrente a 38 periodi completi al secondo, viene generata direttamente a 4000 volt, e così distribuita sui centri di consumo prossimi, mentre è trasformata a 16,000 volt e trasportata su Burgdorf (sia per i servizi di pubblica illuminazione, che per quelli di trazione) con 2 linee a tre fili ciascuna, unite alla stessa palificazione che corre parallelamente alla sede stradale, ma esternamente ad essa, a poca distanza.

La sala delle macchine è occupata in tutta la sua lunghezza da 8 gruppi di turbina ed alternatore direttamente accoppiati, della forza di 960 HP ognuno: due di essi sono sufficienti per il servizio della ferrovia.

L'acqua è derivata dal fiume Kander; la condotta, di poco oltre 3 km., si svolge per metà in canale scoperto e per l'altra metà in canale di cemento di sezione ellittica, terminante nell'ultimo tratto in una condotta forzata di tubi metallici, che dà il salto utile di circa m. 60.

Le turbine sono fornite dalla casa Escher, Wyss e C., di Zurigo, sono a reazione, con tubo di aspirazione e regolatore di velocità del tipo ordinario della casa. Fanno 300 giri al minuto.

Gli alternatori, direttamente accoppiati, sono trifasi a 4000 volt, del noto tipo di Brown, ad indotto fisso esterno ed induttore rotante interno; la loro potenzialità è di 900 HP utili, ed hanno un'eccitatrice tetrapolare montata sullo stesso loro albero. Eccitatrici ed alternatori sono tutti provvisti di spazzole di carbone.

*

La linea primaria, composta di 6 conduttori in rame nudo di 5 mm. di diametro (essendo distinto il servizio della ferrovia da quello dell'illuminazione), corre ad un'altezza dal suolo non inferiore ai m. 6 fino a Thun, su pali reticolati in ferro, di cui uno ogni cinque è posto in buona comunicazione elettrica col suolo.

Da Thun a Burgdorf è portata da pali di abete ordinario, alti normalmente m. 9,50. I conduttori, disposti tre per parte, sono tenuti alla distanza fra loro di 500 mm. e dal palo di 200 mm., mediante isolatori in porcellana a tripla campana molto aperta.

La corrente così distribuita a 16,000 volt lungo tutta la linea, è trasformata alla tensione di lavoro in 14 sottostazioni distanti fra loro circa tre chilometri, tutte montate all'aperto in casotti speciali, tutte vicine ai fabbricati delle stazioni ferroviarie, ad eccezione di due, le quali cadono in punti di grande lavoro anormale per la pendenza della linea.

La linea di servizio, che è direttamente alimentata da tali sotto-stazioni, si compone di due fili di rame nudo crudo, di 8 mm. di diametro, distanti fra loro orizzontalmente di m. 1,10 e tenuti sospesi a m. 5,20 dal piano del ferro.

Semplice ovunque e quasi sempre elegante il modo con cui è provveduto negli svariati casi alla sospensione dei conduttori di servizio, soprattutto nelle stazioni, nello scopo di mantenere la continuità della distribuzione di corrente, malgrado le inevitabili complicazioni in corrispondenza degli scambi e degli incroci.

Il principio fondamentale di funzionamento perchè sugli scambi si abbia continuità di presa di corrente da ambedue i fili aerei, si è quello di limitare l'interruzione elettrica dei conduttori esclusivamente sul cuore dello scambio, pur mantenendo la desiderata continuità di ali-

(1) P. LANINO, *L'impiego dell'alto potenziale nelle ferrovie elettriche*. — Op. in 8° di pag. 35. Estr. dal *Monitore tecnico*. — Milano, 1898.

mentazione col dotare ogni veicolo automotore di un doppio sistema di organi di presa, posti ciascuno ad una delle due estremità del veicolo stesso, e ad una distanza un po' superiore alla lunghezza del tratto interrotto.

Il terzo conduttore del sistema trifase è costituito dal binario, essendo la continuità elettrica mantenuta da una pasta conduttrice (che ritieni a base di litargirio) interposta fra la rotaia e la stecca.

La presa di corrente delle vetture automotrici dai due conduttori aerei isolati è fatta per mezzo di telai metallici rettangolari, rigidi, alti m. 2,20 e larghi m. 1, di cui il lato superiore orizzontale mantiene il contatto col filo alimentatore. La larghezza di 1 metro permette una ragguardevole deviazione del filo di servizio dall'asse del binario.

Nella disposizione adottata sulla Thun-Burgdorf, a somiglianza di quanto è stato fatto sulle altre linee trifasiche costruite dalla casa Brown e Boveri, la regolazione della velocità è solamente ottenuta mediante l'inserzione di resistenza sull'indotto, sistema certamente semplice, ma che richiedendo per sua natura un considerevole spreco di energia, fa sì che non si ricorra ad esso che nella sua fase di avviamento della marcia, continuando poi questa a velocità normale coll'indotto in corto circuito. Senonchè questa invariabilità della velocità di marcia per linee molto accidentate obbliga a proporzionare la potenzialità dei motori alle esigenze particolarmente gravose dei tratti in forte pendenza, donde la eventualità di una eccessiva sproporzione colla potenzialità media veramente richiesta. Ma questo non è perfettamente il caso della linea Thun-Burgdorf, che generalmente sviluppi in pendenza media.

Ogni vettura è provvista di un trasformatore che riduce di 1/5 il potenziale sia per il motore della pompa del freno ad aria, sia per i servizi di illuminazione e di riscaldamento, essendo l'illuminazione interna dei veicoli e quella esterna interamente elettrica; ed il riscaldamento essendo pure ottenuto elettricamente mediante resistenze metalliche distribuite in corpi cilindrici sottoposti ai sedili.

*

Da notizie, di fonte attendibile per quanto non ufficiale, la spesa d'impianto della linea col sistema elettrico, tutto compreso, avrebbe superato di L. 20,000 la quota di costo per chilometro, preventivata qualora si fosse fatto l'esercizio a vapore. Ma gli interessati ritennero le economie di carbone e gli altri vantaggi del sistema elettrico sufficienti a compensare ad esuberanza l'interesse e l'ammortamento di tale maggior spesa d'impianto di circa L. 800,000.

(Monitore tecnico).

La livellazione generale della Francia. — Il programma di questa operazione fu stabilito nel 1878. La rete fondamentale a grandi maglie fu stabilita seguendo le ferrovie ove le pendenze deboli permettevano una grande esattezza nelle misure, la rete secondaria che suddivide le maglie della rete principale segue le strade ferrate ove si può, e le strade ordinarie.

Le maglie secondarie alla loro volta sono divise e suddivise con reti minori. La spesa preventivata non supera i 20 milioni di franchi. Presentemente le reti di primo e secondo ordine sono state completamente livellate, la rete di terzo ordine è in parte terminata e quelle di quarto e quinto ordine sono cominciate.

La livellazione di primo ordine era fatta da una brigata composta da un operatore, da un aiutante e da due porta-mira; nella livellazione di secondo ordine l'aiutante fu sostituito da un manovale incaricato di portare il livello; nella livellazione di terzo, quarto e quinto ordine, il manovale fu sostituito da una carriola trascinata da un cane, per il trasporto del materiale e degli strumenti della brigata.

I capisaldi vengono messi in posto dai porta-mira in località scelte in una prima visita dall'operatore; essi sono d'ordinario discosti da 500 a 1000 metri uno dall'altro.

La livellazione di ogni sezione della rete di primo e secondo ordine si fa due volte (andata e ritorno), cogli stessi capisaldi e gli stessi picchetti.

In una giornata si fa la livellazione fra due capisaldi e la sera si spediscono i risultati all'ufficio centrale, ove si fanno i calcoli per verificare l'esattezza e se i risultati non sono sufficientemente approssimativi, viene ordinata una nuova livellazione fra i due capisaldi in questione.

I capisaldi adottati sono costituiti da una mezza sfera portata da una mensola o da un medaglione di ghisa, che vengono fissati con cemento a muri verticali di solidità provata.

Sui capisaldi si applica un cartello di porcellana, col numero che rappresenta l'altitudine della mezza sferetta.

I livelli impiegati sono quelli detti a *bolla indipendente*, studiati in modo da ottenere la massima esattezza, sempre avuto riguardo alle dimensioni per rendere facile il trasporto. L'ingrandimento del cannocchiale è di 25 volte, il raggio di curvatura della livella variava dai 50 ai 20 metri, secondo che si trattava della rete di primo ordine o delle reti di altro ordine.

Il livello per le reti di primo e secondo ordine era di bronzo, del peso di chilogrammi 11,6, per le altre reti lo strumento è d'alluminio, del peso di chilogrammi 7,1.

Degne di nota sono alcune particolarità che rendono l'operazione più spiccia senza nuocere all'esattezza, ed eliminano parecchie cause d'errore, quali il sopporto a calotta sferica, l'oculare e i prismi a riflessione totale per la lettura della bolla.

La mira usata per le reti di primo e secondo ordine è quella del colonnello Goulier, a compensazione, che permette di conoscere in ogni istante la lunghezza reale della divisione. E si deve notare che le variazioni di lunghezza della mira sono più importanti di quello che si pensi.

Per la rete di primo ordine l'operazione è fatta su lunghezze di 140-150 metri, disponendo il livello a metà distanza coll'approssimazione di un metro; per le altre reti la portata della livellazione aumenta e aumenta pure la tolleranza nella differenza delle due distanze dal livello alle due mire.

Tutti i calcoli e le operazioni di correzione e controllo vengono fatte in un ufficio centrale, provvisto di macchine per calcolare e di tavole grafiche che permettono di abbreviare il tempo richiesto da questi calcoli che sono, come ognuno sa, numerosi e complicati.

Il costo dell'operazione ammonta a L. 35 per chilometro per la rete primaria, e qui convien ricordare che la livellazione fatta da Bourdaloué costò L. 55 al chilometro. Per le reti di secondo ordine il prezzo fu di L. 28, per le reti di terzo ordine di L. 22, e per quelle di quarto ordine di L. 18 al chilometro.

Questi risultati sono senza dubbio dovuti ai perfezionamenti portati agli strumenti, ai metodi di operazione e di calcolo, e anche al sistema di remunerazione del personale, che, oltre al salario, percepisce un premio direttamente proporzionale alla lunghezza livellata, alle stazioni fatte, e ai capisaldi e inversamente proporzionale all'errore di livellazione.

(Il Politecnico).

Una pioggia straordinaria è avvenuta nelle vicinanze di Boston (Massachusetts), il 20 settembre dell'anno passato, che non ha precedenti come intensità. Secondo le osservazioni del signor Ch. R. Felton, ingegnere del Municipio di Brockton, si sarebbe raggiunto il massimo di 51 mm. in un'ora.

I pluviometri autoregistratori di Brockton segnarono:

in 7 ore	127 mm.,	pari a	18 mm. all'ora
» 5 »	120 »	» »	24 » »
» 3 »	76 »	» »	25,3 » »
» 1 » 40'	51 »	» »	30,7 » »
» 0 » 30'	25 »	» »	50 » »

I pluviometri del serbatoio di Chestnut-Hill della condotta d'acqua di Boston, segnarono: in 7 ore 40' mm. 85, pari a 11 mm. all'ora, avendo la pioggia incominciato alle ore 3,50' e finito alle ore 11,30'.

Ma dalle ore 7,7' alle ore 8,40' ne cadde in ragione di mm. 22,9 all'ora, e nei 15 minuti seguenti si ebbe un massimo in ragione di 51 mm. all'ora.

(Engineering News).

BIBLIOGRAFIA

I.

Ing. GAETANO CRUGNOLA. — Correlazione fra l'alveo di un fiume e l'acqua che vi corre. — Op. in-8°, di pag. 80, estr. dal periodico *Il Politecnico*. — Milano, 1899.

Sotto questo titolo la dotta Memoria dell'egregio ed illustre nostro collaboratore ed amico si propone essenzialmente di esaminare e discutere un opuscolo sul *Meccanismo del letto fluviale*, pubblicato nel 1896 da un ingegnere russo, il signor V. Lokhtine, il quale opuscolo levò molto rumore in Francia, ove divenne oggetto di ammirazione e di elogi straordinari, dovuti forse in parte a quell'entusiasmo che in questi ultimi anni la Francia manifesta per tutto ciò che viene dalla Russia, senza che perciò possa dirsi che il Lokhtine abbia fatto progredire la questione, e molto meno che sia riuscito a risolverla, mentre l'impressione che l'ing. Crugnola dall'esame di quell'opuscolo avrebbe ricevuto, riassunta in poche linee, è questa: che le cose da Lokhtine osservate nella formazione degli alvei sieno già state notate prima di lui, e non solo in questi ultimi tempi, ma fino dai primordi della scienza idraulica, dai nostri Autori tanto benemeriti di simili discipline. Solo potrebbe ritenersi come nuova nel suo opuscolo la causa a cui vorrebbe far risalire tali effetti, nel che appunto è grave discrepanza tra il modo suo di giudicare e quello di altri idraulici moderni; nè i principii da lui in quest'occasione stabiliti sono tutti completamente attendibili. Ciò che di veramente originale potrebbesi trovare nella Memoria del signor Lokhtine, al dire dell'Ispettore francese, signor Fargue, sarebbe la considerazione del coefficiente di stabilità del letto di un fiume (o tenacità del terreno di cui è formato);

ma si potrebbe in ciò convenire con Fargue, solo quando si volesse ammettere che l'aver precisato con una cifra il rapporto fra il diametro medio dei materiali trasportati e la pendenza del fiume costituisca un'idea nuova, importante e suscettibile di ricerche e di risultati pratici di qualche utilità. Senonchè tale concetto, come fa opportunamente osservare il Crugnola, era già stato intuito ed esposto dal nostro Guglielmini, che ne parla a lungo nel Capitolo V del suo trattato *Della natura dei fiumi*, considerando tutti i casi che si presentano nella pratica e finendo per concludere che la pendenza a cui tende ogni corso d'acqua corrisponde alla sua indole, ossia alla stabilità del letto ed alla mole dei materiali travolti, come appunto pare sia la conclusione di Lokhtine.

E per tutte queste ragioni l'ing. Crugnola, prima di sottoporre l'opuscolo di Lokhtine ad un esame particolareggiato, incomincia a ricordare i primi studi su quest'argomento, rivendicandone la priorità ai nostri Autori più antichi, segnatamente il Guglielmini, attenendosi strettamente ai libri e riportandone testualmente i passaggi che si riferiscono alla questione.

In seguito riassume le due classiche Memorie dell'Ispettore Fargue, pubblicate nelle *Annales des Ponts et Chaussées* nel 1868 e nel 1882, nelle quali, da osservazioni fatte sulla Garonna e più precisamente nel tratto di 22 km. compreso fra i due paesi di Gironde e Barsac, dove il letto mediano è stabile da molto tempo, in causa di una serie non interrotta di lavori eseguiti da 20 anni con risultato soddisfacente sotto ogni aspetto, ha creduto di poter dedurre otto leggi generali, le quali porrebbero l'andamento planimetrico dell'alveo di un fiume navigabile in perfetta concordanza col profilo longitudinale del suo letto e coll'ampiezza dell'alveo.

Dicendo punti di *inflessione* quelli che separano due curve di flesso contrario, e punti di *soprafflessione* il punto di congiungimento di due curve colla concavità rivolta dalla medesima parte; chiamando *gorghi* i punti di massima profondità dell'acqua; *dossi* i punti di profondità minima, e *canali* quei tratti di fiume separati da due dossi e nei quali l'acqua è come in un bacino; le leggi di Fargue si possono così esprimere:

1ª *Legge dello spostamento.* — I dossi ai gorghi corrispondono rispettivamente ai punti di inflessione o di soprafflessione e ai vertici delle curve, ma con uno spostamento a valle per rispetto ai medesimi.

Il fatto della corrispondenza di un dosso a un punto di inflessione e di un gorgo al vertice di una curva era già stato riconosciuto dai più antichi idraulici; ora il Fargue aggiunge che anche a un punto di soprafflessione corrisponde un dosso, e quindi la curvatura e la profondità sarebbero due fatti correlativi, i quali si corrispondono nei loro valori massimi e minimi.

Ma avendo voluto il signor Fargue determinare lo spostamento, dapprima fissandolo in media di un quinto circa della lunghezza dei canali e delle curve, e poi, nella Memoria del 1882, approssimativamente uguale al doppio della larghezza del fiume nei punti di passaggio, questi rapporti non sono ammessi da Weber ed R. Jasmund, che hanno studiato l'Elba, il primo nel territorio sassone ed il secondo nel territorio prussiano, ed i quali trovarono dati tutt'altro che concordanti fra loro nei diversi punti considerati, per quanto la media generale fra spostamenti abbastanza lontani e perfino di segno contrario possa accostarsi a quella indicata dal signor Fargue. Anche nei Paesi Bassi si studiarono parecchi fiumi senza potere addivenire ad una conferma della legge di Fargue.

2ª *Legge della profondità.* — La profondità del gorgo è in rapporto diretto colla curvatura nel vertice della svolta corrispondente.

Ma la legge di tale aumento, che per la Garonna, secondo Fargue, sarebbe quella di una parabola di terzo grado, e per l'Elba sassone, secondo Weber, sarebbe quella di una retta, perde ogni valore quando, invece di raggruppare i risultati per stabilire delle medie, si considerino i singoli casi separatamente. E Nolthenius per la Mosella esclude affatto qualsiasi dipendenza dal raggio di curvatura. Nei rapporti al VI Congresso di navigazione interna sui fiumi dei Paesi Bassi venne pure accentuata l'impossibilità di esprimere con una formula la relazione fra curvatura e profondità.

In conclusione, anche questa legge, nella forma espressa, non è ammissibile, mentre si deve ritenere esatta quella enunciata da Guglielmini: « L'altezza maggiore, che ha l'acqua corrente nella parte concava, è un effetto delle tortuosità degli alvei ».

3ª *Legge della lunghezza della curva o svolta.* — Nell'interesse della profondità massima o media la curva non dev'essere nè troppo breve, nè troppo lunga.

Fargue avrebbe verificato che per la Garonna la relazione da lui trovata fra la profondità dei gorghi e la curvatura cessa di essere esatta quando la lunghezza della curva arriva a 2000 metri o non oltrepassa i m. 500. Ma nell'Elba prussiana e in quella sassone non si è riconosciuta alcuna influenza della lunghezza.

4ª *Legge dell'angolo.* — La profondità media di un canale è funzione dell'angolo esterno delle tangenti estreme della curva, diviso per la lunghezza della medesima.

Ma, fatta eccezione per l'Elba prussiana e l'Elba sassone, dove Jasmund e Weber rispettivamente avrebbero riconosciuto poter esistere una relazione fra i due fattori in esame, sebbene diversa da quella di Fargue, e per giunta assai incerta; in tutti gli altri fiumi, sui quali riferirono i vari Delegati al Congresso dell'Aja, non si trovò confermata in alcun modo l'esistenza di tale relazione. Quindi è da concludersi che anche questa legge dell'angolo, pur valendo per la Garonna, non possa venire generalizzata.

5ª *Legge della pendenza del letto.* — La pendenza del fondo del Thalweg è determinata dall'inclinazione della tangente alla curva della svolta, quando questa varia in modo continuo.

Qui Jasmund e Weber, pur limitando le loro ricerche ad un tratto dell'Elba, nel quale erano ammissibili elementi di calcolo analoghi a quelli che Fargue aveva stabiliti per la Garonna, sono venuti alla conclusione, che se può ammettersi che la legge della pendenza si verifichi, non è però possibile esprimere con una formula matematica la relazione fra la tangente alla curva e la pendenza del fondo, perchè gli elementi differiscono fra loro di troppo, e questi non lasciano nemmeno intravedere un'indicazione precisa del genere di correlazione che esiste.

6ª *Legge della continuità.* — Il profilo longitudinale del Thalweg è regolare solamente quando la curvatura varia in modo graduale e successivo. Ogni cambiamento subitaneo della medesima produce una diminuzione repentina della profondità.

Ed anche qui risulterebbe, dalle verifiche sull'Elba, che col variare della curva in più o in meno, varia pure la profondità dell'acqua nello stesso verso, salve alcune eccezioni. Ma una relazione fra i due elementi non è possibile nè di stabilire, nè di riconoscere, verificandosi talvolta per piccole diminuzioni nei cambiamenti di curvatura grandi variazioni nella profondità, e viceversa per notevoli aumenti nella curvatura verificandosi talvolta piccoli cambiamenti nella profondità.

7ª *Legge della larghezza.* — La larghezza al vertice di una curva deve essere maggiore che nei punti d'inflessione adiacenti;

Ed 8ª *Legge dello sviluppo delle sponde in curva.* — Le rive convesse devono avere uno sviluppo maggiore delle concave.

La conoscenza o la verifica di queste due leggi sarebbe di grande importanza, poichè la larghezza di un fiume navigabile è uno degli elementi principali di un progetto. Ma il tracciato dell'ing. Fargue, che comporta allargamenti verso i vertici e restringimenti nelle vicinanze dei punti di cambiamento di curvatura, e che trovasi applicabile alla Garonna, sia nel suo tratto fluviale che nel suo tratto marittimo, non fu riconosciuto applicabile all'Elba nè dal Weber, nè dal Jasmund. E nei fiumi dei Paesi Bassi si è trovato che la profondità media del letto di un corso d'acqua in magra dipende quasi unicamente dalla larghezza, mentre il raggio di curvatura non vi avrebbe influenza alcuna. Onde la conclusione è che esiste certamente una correlazione fra il letto di un fiume e il suo andamento planimetrico, ma allo stato attuale della scienza non è possibile esprimerla con formule e molto meno stabilire leggi da generalizzare. Invece nelle sue norme generiche tale correlazione è già stata riconosciuta anche dagli antichi idraulici, e basta perciò riferirsi al Capitolo VI dell'aureo trattato *Della natura dei fiumi*, del Guglielmini.

*

Esposto così lo stato della questione al momento in cui apparve l'opuscolo di Lokhtine, l'ing. Crugnola prende in esame quest'ultimo.

Il Lokhtine, il quale ebbe occasione di eseguire parecchi lavori nei fiumi della Russia, prende a considerare in un corso d'acqua tre fattori essenzialmente distinti e costitutivi, i quali sono: la portata, la pendenza e la resistenza del terreno costituente l'alveo.

Dall'esame di una serie determinata di profili longitudinali del letto corrispondenti alle varie portate fra i limiti estremi delle massime magre e delle massime piene, crede di poter ammettere senz'altro come principio fondamentale: che le piene sono quelle che esercitano l'influenza maggiore nella formazione del letto. Ora non si può negare, e viene anzi da tutti riconosciuto, che le piene producono degli sconvolgimenti nel letto di un fiume; ma è anche da osservarsi che d'ordinario, cessata la piena, la sezione trasversale dell'alveo in un determinato punto non è più quella che era durante la piena medesima, per cui molti errori nel calcolo delle portate delle massime piene si sono in ogni tempo ed anche in Italia commessi partendo da tale supposizione. Oltrechè per effetto delle stesse magre e delle mezze piene successive continuano a sparire i maggiori sconvolgimenti venendo le materie che sono nei dossi asportate e depositate nei gorghi, onde il fondo viene ricondotto ad un determinato profilo longitudinale. Non è dunque ammissibile il principio di Lokhtine che le piene plasmino il fondo, e gli assegnino una determinata conformazione, da assumersi come normale e con caratteri di stabilità perchè corrispondente alla natura del corso d'acqua. A ciò si contrappone il fenomeno opposto conosciuto da tutti gli idraulici e ben descritto dal Guglielmini, per

cui le azioni di una piena non tardano a venire cancellate e distrutte dal regime ordinario del fiume. Epperò la conclusione vera è che un fiume appena è in piena o appena ritorna in magra, ricomincia subito, per legge mirabile di natura, a formarsi un letto appropriato alle nuove condizioni.

Invece si può esser d'accordo col Lokhtine, quando si viene osservando che il modo irrazionale con cui d'ordinario ha luogo la immisione degli affluenti, i loro con di deiezione, e la non omogeneità del terreno nei diversi punti dell'alveo sono elementi locali che danno luogo ad ostacoli naturali, come isolotti, insenature, ecc., nocivi in sommo grado al mantenimento in ogni tempo della regolarità del letto, e della conseguente successione regolare delle pendenze nel profilo longitudinale.

Ma dove il Lokhtine ha concentrato di preferenza i suoi studi è sulla influenza della tenacità o consistenza del terreno di cui è costituito l'alveo, specie dal punto di vista del trasporto dei depositi. E qui è dove si riscontrano pure le maggiori inesattezze.

Imperocchè non è vero che « per quanto si possa ricavare da documenti storici, i fiumi in tutti i tempi si sieno mantenuti nelle identiche condizioni nelle quali si trovano oggi, e che le sponde ed il letto non siano mai stati distrutti per lo passato nè lo siano ora ». Molto opportunamente l'ing. Crugnola ci fa ricordare il salto di Coltaro del Po avvenuto nel 1777 innanzi Gazzola a monte di Casalmaggiore, che raccorciò il corso del fiume di ben 5 km. sopra un percorso primitivo di soli 7 km.; ed i salti di Mezzanone (1807 e 1810) fra Caselle-Landi e Castelnuovo alla confluenza dell'Adda, che accorciarono il corso del fiume di 5 km. il primo e di 7 km. il secondo, sopra un percorso primitivo di 7 e di 9 km.

Non è neppure ammissibile che « le rive e il letto non forniscano materiali di deposito ». I banchi di ghiaia che si vedono formarsi giornalmente e per tutta la frontiera dell'Alsazia e nell'alveo del Reno non possono essere stati convogliati dalle montagne della Svizzera, mentre il Reno e l'Aar, suo principale affluente attraversano laghi profondi; e solo a valle di Bâle, dove le rive cessano di essere costituite da pudinga resistente, i depositi di ghiaia incominciano a manifestarsi.

Evidentemente il Lokhtine deve avere avuto di mira casi particolari di fiumi in pianura a corso placido, dove il letto e più che il letto le pendenze sono già in uno stato di equilibrio, che il fiume non ha più bisogno di altrimenti modificare.

Oltre a ciò il Lokhtine divide i fiumi in due categorie, la prima dei fiumi di letto resistente e di pendenza debole; la seconda dei fiumi a fondo mobile e con pendenza forte.

Nei fiumi della prima categoria il Lokhtine ammette come caratteristico il meccanismo della successione dei dossi e dei gorghi, cosicchè essi presentano nel loro profilo longitudinale di magra la forma a gradini, la quale da sè indica l'insufficienza della pendenza per rispetto alla resistenza delle replazioni; ma mentre i fatti esposti sono stati osservati anche prima di Lokhtine da molti idraulici, e non presentano nulla di nuovo, la dimostrazione che ne dà non è ammissibile, e troppo lungo sarebbe il far qui rilevare tutte le inesattezze e le imperfezioni del ragionamento del Lokhtine, col quale il signor Fargue stesso nella seduta del 1° aprile 1898 alla Società degli Ingegneri Civili di Francia si è dimostrato tutt'altro che d'accordo. Non è cosa tanto facile il tener conto di tutte le cause, di tutti i fattori che contribuiscono grandemente alla formazione del letto, e che non possono venire trascurati, quando vuolsi dare una teoria generale.

Nel considerare la sua seconda categoria di fiumi, quelli cioè con fondo mobile e forte pendenza, il Lokhtine, li vede caratterizzati da un profilo longitudinale rettilineo di pendenza uniforme, ma con leggere inflessioni, di carattere essenzialmente temporaneo, causate da rigurgiti provenienti da depositi, che una piena momentaneamente abbandona e la successiva asporta; per abbandonarli di nuovo altrove in luogo affatto diverso; ond'egli ammette implicitamente (e quindi contrariamente ai manifestati suoi principii) che non sono le piene le quali plasmano il fondo del fiume, mentre lo sconvolgono arrecandovi un disordine che solo le acque ordinarie e le magre, poco a poco, cancellano, riadattandosi il letto al loro regime naturale.

Senonchè la classificazione adottata da Lokhtine non riguarda che i tipi estremi dell'equilibrio, fra i quali si ritrova una serie di casi intermedi a seconda della maggiore o minore stabilità del loro alveo. E per classificare un fiume nell'una o nell'altra delle due categorie da lui formulate o nei gradi intermedi, il Lokhtine riconosce la necessità di studiare il profilo longitudinale e prendere in esame i materiali trasportati dal corso d'acqua; per il che stabilisce un coefficiente di tenacità, che è dato dal rapporto fra il diametro medio dei materiali travolti e la pendenza del fiume, e da questo rapporto rimane rappresentata in ogni caso la stabilità del letto, ossia la natura del fiume.

Avendo raccolto i dati occorrenti alla determinazione di questo coefficiente per dieci fiumi russi, il Lokhtine ha trovato che la Vistola, il cui letto offre minore tenacità, presenta il coefficiente 3,70, mentre il Dniestre che ha per coefficiente 166 ha il letto più stabile di tutti.

Ma essendo noto che nei fiumi la grossezza dei materiali trasportati va scemando da monte a valle, è ovvio che il coefficiente di stabilità non possa essere costante per tutto il percorso di un fiume, onde lo

stesso Lokhtine ha trovato per il Volga che il coefficiente di stabilità varia da 30,75 fino a 12,25.

Inoltre, il voler stabilire in modo generale una formola fra tenacità e pendenza, è un voler disconoscere ciò che lo stesso Lokhtine ammette, le anomalie che ne possono derivare quando un fiume ha diversi affluenti che vi apportano materiali di natura diversa sia per grossezza, come per composizione, e l'influenza di molti altri fattori importanti, mentre neppure si saprebbe come introdurli nell'espressione del coefficiente di tenacità.

Più completa e meglio applicabile è da ritenersi invece la classificazione dei fiumi in 4 casi del Guglielmini; cioè: 1° acque chiare in alveo resistente; 2° acque chiare in alveo di parti amovibili; 3° acque torbide in alveo resistente; 4° acque torbide in alveo amovibile.

Anche la relazione fra pendenza e stabilità è stata così chiaramente esposta dal Guglielmini, che fa meraviglia come gli ingegneri francesi possano chiamare un'idea nuova il coefficiente di stabilità del Lokhtine.

L'introduzione di questo coefficiente che costituisce la parte più importante dell'opuscolo di Lokhtine, sembrerebbe dover aprire un nuovo orizzonte alle applicazioni per la sistemazione dei fiumi. E per verità il Lokhtine si è provato ad entrare in questa via della ricerca dei mezzi per sistemare il corso dei fiumi onde appropriarli alla navigazione.

In questa parte però il suo opuscolo è così oscuro, o per lo meno la traduzione deve ritenere così infelice, che nessuno ancora ha potuto formarsi una idea precisa di ciò che ha voluto proporre, nè pare ad ogni modo che siavi alcunchè di nuovo.

G. SACHERI.

II.

Ing. GIUSEPPE FILOTTI. — **Metodo per la spedita esecuzione di disegni.** — Op. in-8° di pag. 246, con 128 incisioni nel testo. — Torino, G. B. Paravia e Comp., 1899. — Prezzo lire 3.

L'arte del disegnatore non è considerata nelle nostre scuole se non da un punto di vista molto teorico. Nelle scuole elementari l'insegnamento è limitato al solo disegno a mano libera. Nelle scuole tecniche e negli istituti tecnici il disegno geometrico è più particolarmente indirizzato alle applicazioni della geometria elementare e della geometria descrittiva, e quasi si teme che le regole pratiche discaccino od affievoliscano il concetto matematico. Nelle Università e nelle Scuole di Applicazione il disegno è considerato generalmente come un'operazione puramente meccanica, come uno sciupio di tempo che potrebbe essere dato allo studio delle molteplici teoriche e relative applicazioni. Perfino nell'esercizio professionale il disegno ha perduto alquanto della sua primiera importanza, dappoichè abbozzato lo studio, poniamo di un edificio architettonico, coll'alternazione azione della matita e della gomma elastica, l'architetto ne fa eseguire il lucido su tela e poi ne affida al sole la cura di farne tutte le copie occorrenti vuoi per l'approvazione del progetto, vuoi per l'esecuzione dei lavori.

Per tutti questi motivi ci riesce quasi una meraviglia il vedere un bravo e provetto ingegnere, il Filotti, stendere pazientemente e pubblicare un vero trattato di minute osservazioni e di norme pratiche eccellenti, dirette ad ottenere nel disegnare la maggiore speditezza e precisione possibili, osservazioni e norme che non dovrebbero mai fare difetto in una buona scuola di disegno geometrico, meccanico od architettonico.

Egli propugna l'uso, da noi poco seguito, sebbene in Svizzera ed altrove comunissimo, della riga a T scorrevole contro il margine bene rettilineato della tavoletta, e si diffonde sulle qualità che devono avere una buona squadra a gruocia e la tavoletta da disegno, e sui vantaggi di speditezza e di precisione che il sistema ha con sè, quando nella costruzione sieno seguite le norme minutissime che nel libro si trovano indicate. Interessante il confronto che l'autore fa coll'uso delle così dette *parallele*; interessante pure la serie ordinata di problemi grafici, che l'autore risolve coll'uso del listino di carta. Fia i diversi metodi di copiare un disegno, notiamo, ad esempio, l'uso del tavolo di vetro con riflettore della luce per disotto, cui fanno seguito tutte le nozioni teoriche e pratiche per la riproduzione dei disegni coi metodi fotochimici.

La matita, la gomma e l'inchiostro di China danno materia all'ing. Filotti per una ventina di pagine; le qualità necessarie alle buone carte da disegno formano un altro capitolo. Gli strumenti per tracciare linee e punteggiate, tratteggi uniformi e sfumati, il tracciamento delle curve, e segnatamente degli archi di circolo di grande raggio; la costruzione dei compassi, dei balaustini, dei compassi a verga, ecc., sono altrettanti argomenti svolti con piena cognizione della materia e che appalesano lo studio coscienzioso, l'osservazione intelligente, la cura assidua dell'autore nel preparare il materiale e nella compilazione dell'opera sua, alla quale pertanto auguriamo di cuore molti lettori appassionati dell'arte del disegno, e sulla quale ci permettiamo di richiamare l'attenzione dei professori di disegno, e di quanti intendono di darsi in modo veramente proficuo alla professione ed all'arte del disegnatore.

G. SACHERI.

Fig. 1. — Esempio di girone per superare forti dislivelli.
(Linea Tortoli-Mandas: Tronco Lanusei-Gairo).
Scala di 1 a 4000.

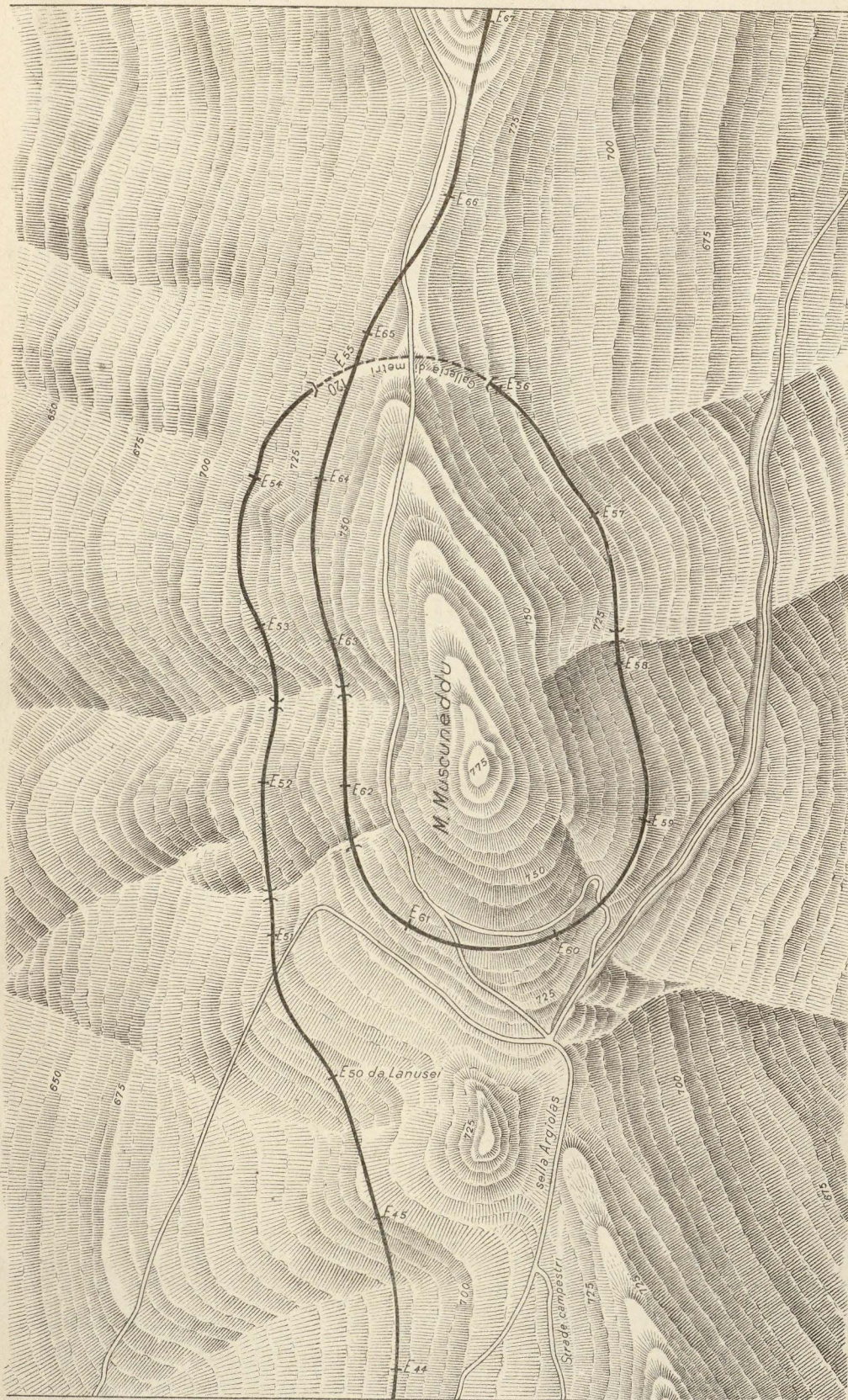


Fig. 2. — Muro di sostegno a scarpa.

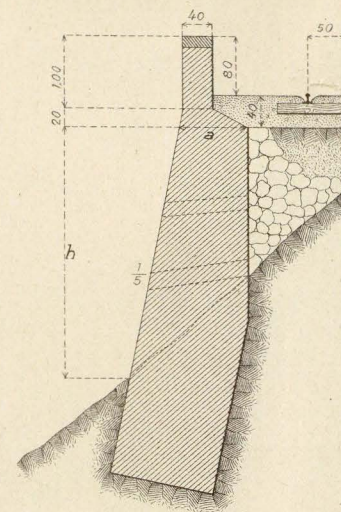


Fig. 3. — Muro di sostegno verticale.

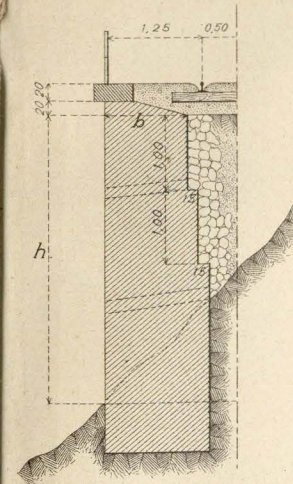


Fig. 4. — Muri di sottoscarpa.

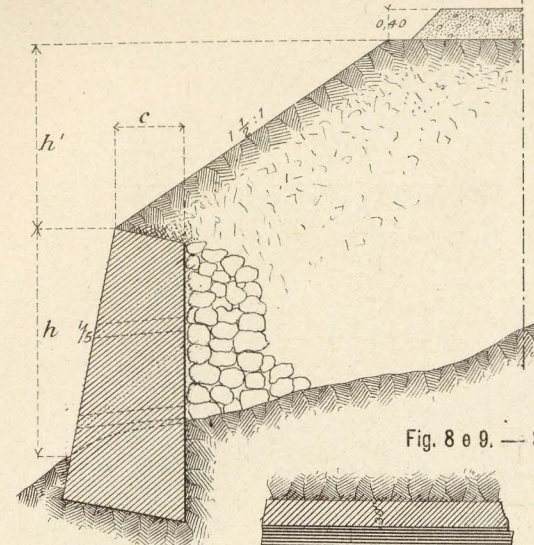


Fig. 5. — Muri di controriva.

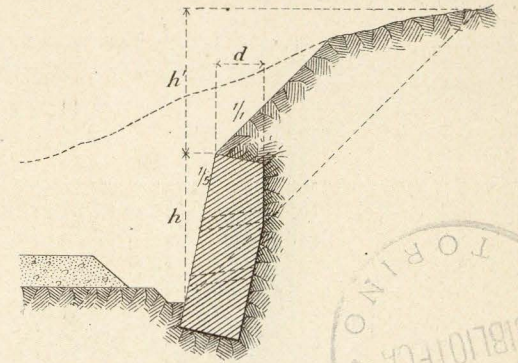


Fig. 8 e 9. — Sezione in galleria maggiore di 500 M. con nicchia.

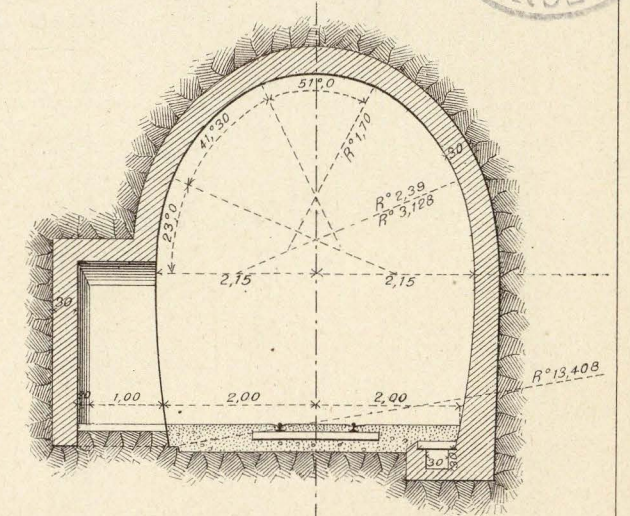


Fig. 6. — Ponticello a volto, a pieno centro.

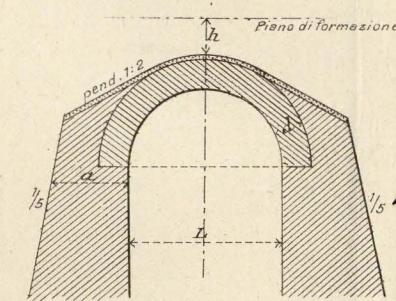


Fig. 7. — Ponticello a volto a sesto ribassato di 1/3.

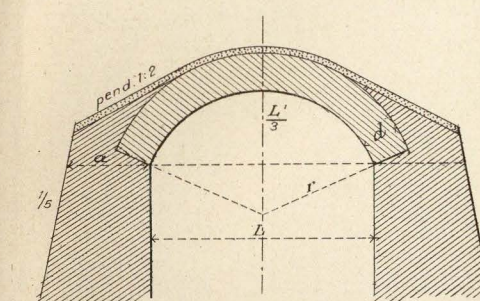


Fig. 12. — Sezione di rotaia, di chiavarda, di stecche accoppiate e fianco di piastra. — Scala di 1 a 2.

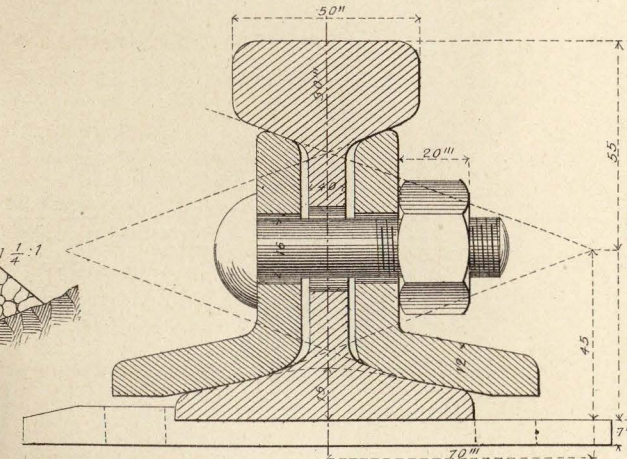


Fig. 10. — Sezione normale in rilevato.

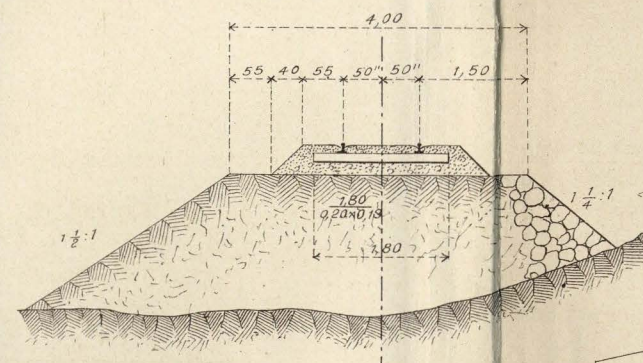
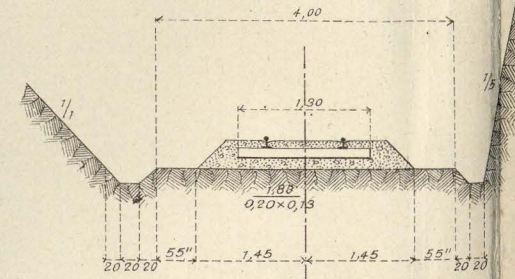


Fig. 11. — Sezione normale in trincea.



Per le figure 2 a 11: Scala di 1 a 100.

Fig. 13. Pianta della piastra. — Scala di 1 a 2.

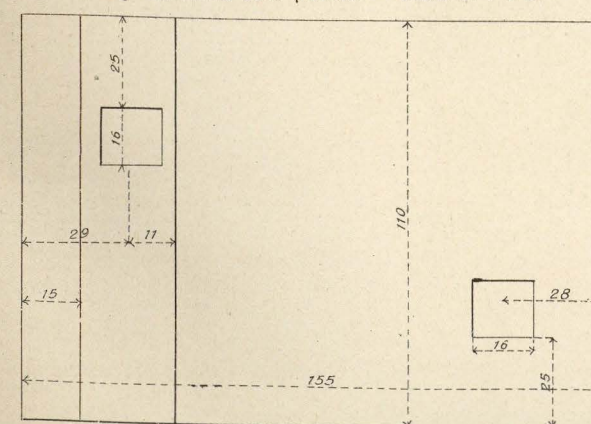


Fig. 14. — Fianco di rotaia. — Scala di 1 a 5.

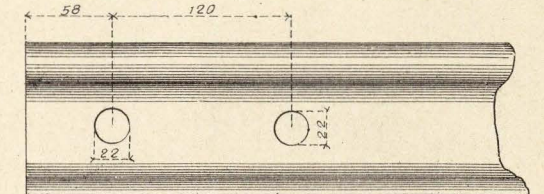


Fig. 15. — Fianco di stecca. — Scala di 1 a 5.

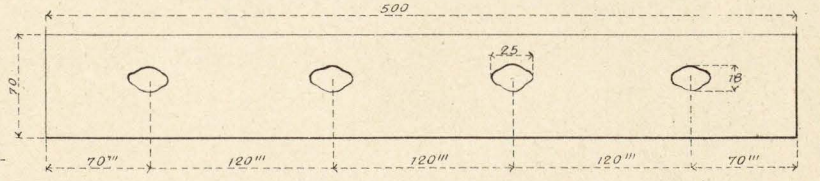


Fig. 16. — Particolari dell'arpione. — Scala di 1 a 2.

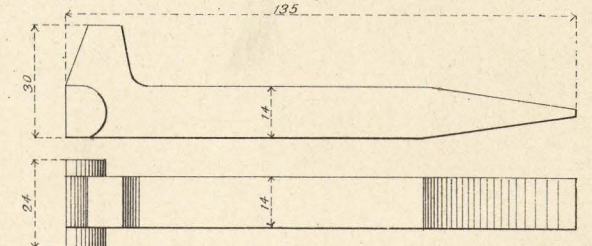


Fig. 17. — Metà traversa sabottata. — Scala di 1 a 10.

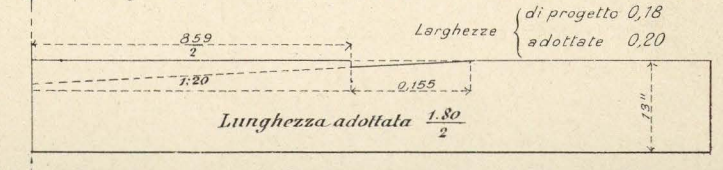


Fig. 1-2. — Viadotto Perda Ladrece sulla linea Isili-Sorgono. - Prospetto a monte e pianta.

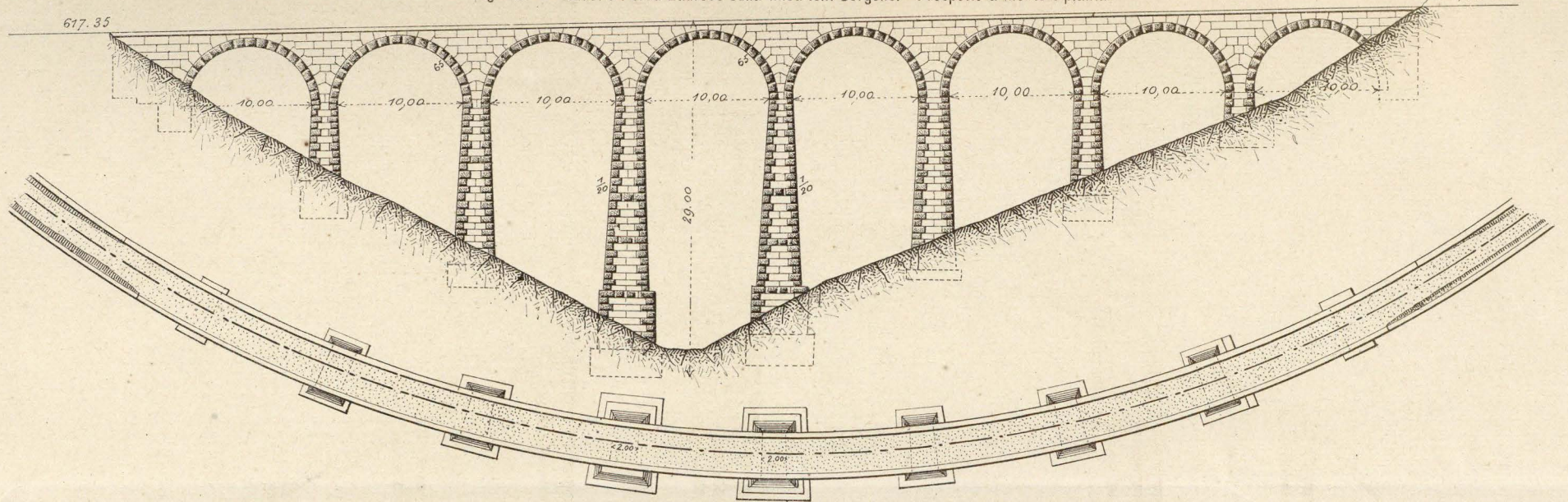


Fig. 3-4. — Viadotto Sammucco sulla linea Isili-Sorgono. - Prospetto a monte e pianta.

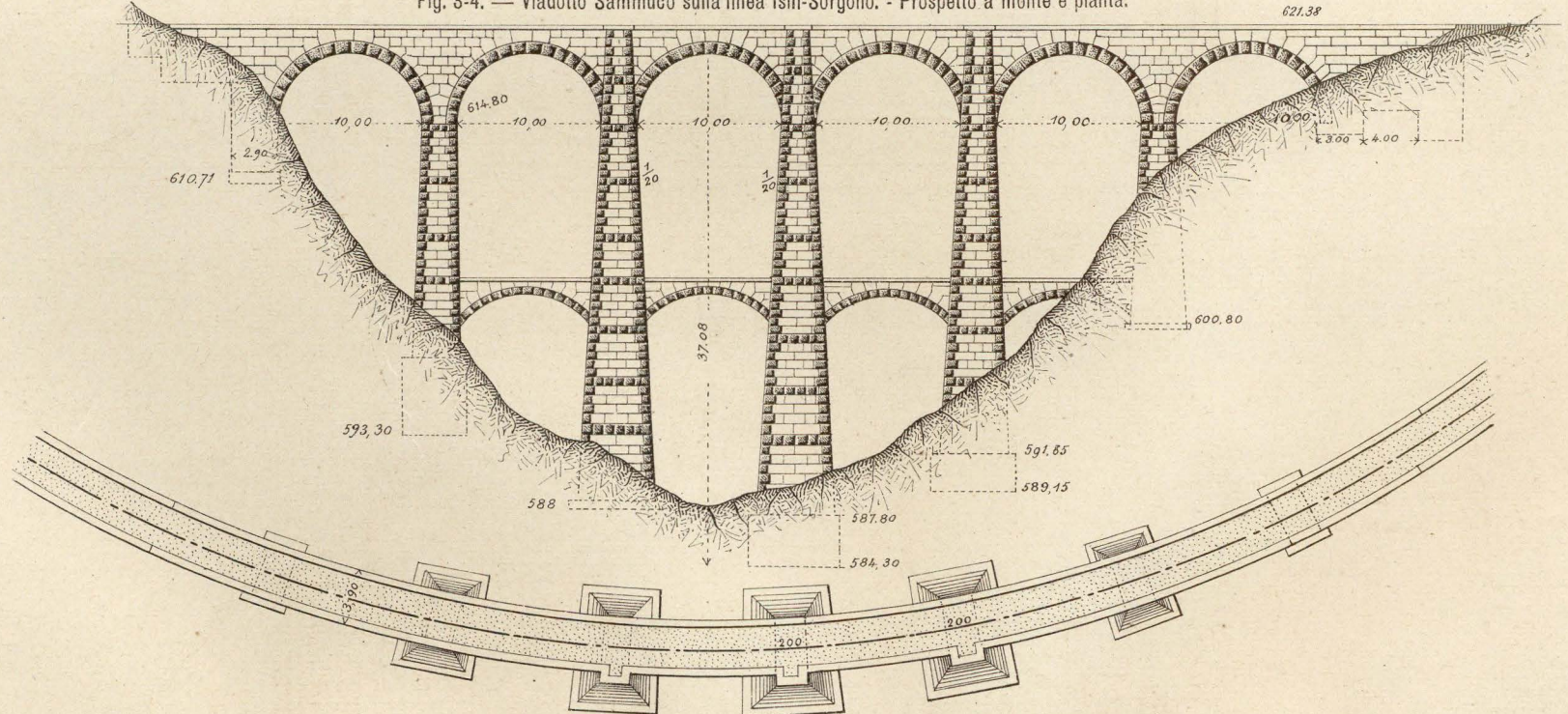


Fig. 5, 6 e 7. — Viadotto S. Gerolamo sulla linea Tortoli-Bivio (Mandas) e sua luce armata di costruzione.

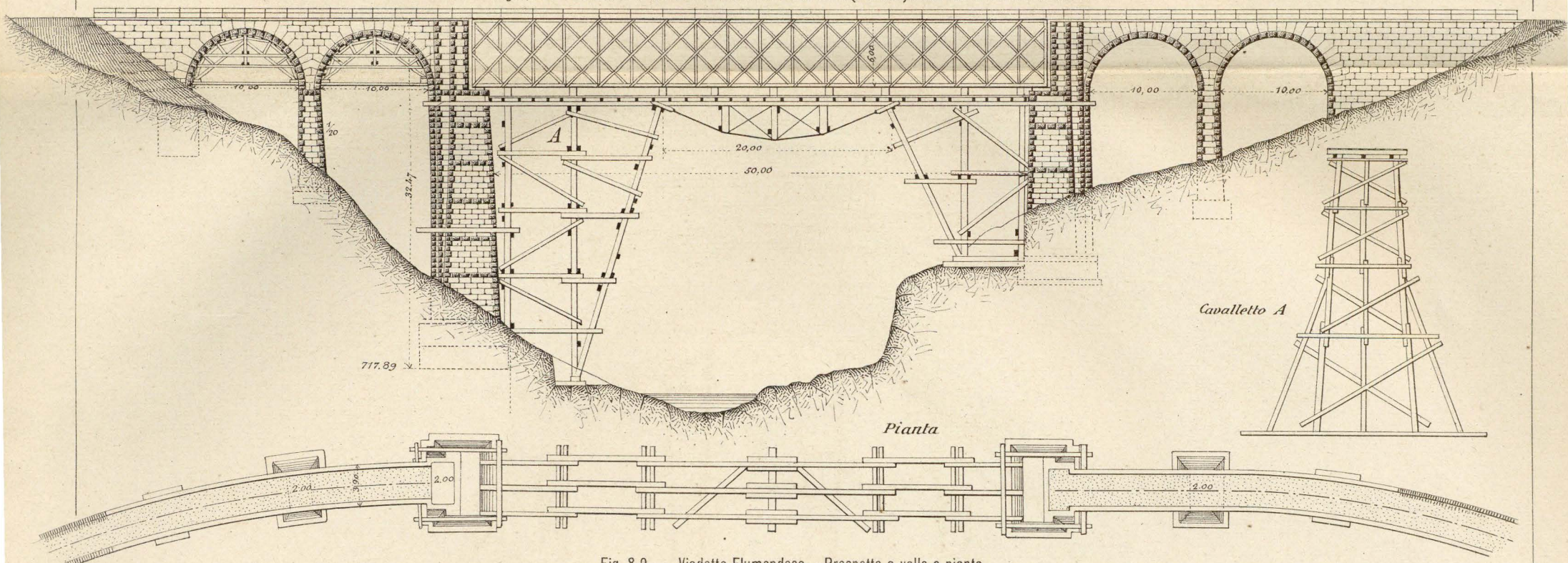
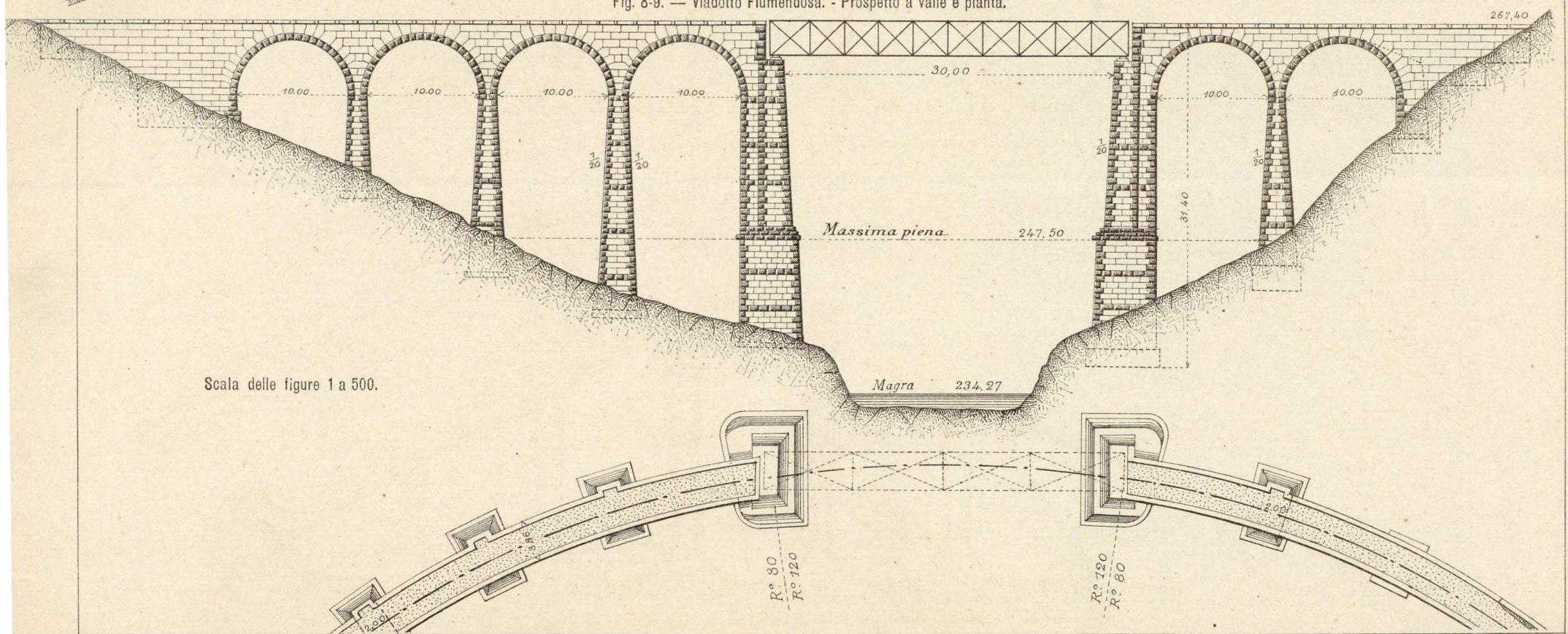


Fig. 8-9. — Viadotto Flumendosa. - Prospetto a valle e pianta.



Scala delle figure 1 a 500.