

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI CIVILI

CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI FRANOSI
ATTRAVERSATI
DA STRADE ORDINARIE E FERRATE.

Memoria dell'Ing. LIBERTINO SODANO

Continuazione

(Veggansi le Tav. IX e X)

CAPITOLO III.

Esposizione dei vari sistemi stati finora adottati
pel consolidamento dei terreni franosi.

Le diverse teorie escogitate per spiegare i movimenti franosi dei terreni diedero naturalmente origine a svariati sistemi di consolidamento.

Muri di sostegno. — Il Collin e lo Chaperon, che ritengono gli scoscendimenti causati dalla gravità, suggeriscono di arrestare il movimento mediante masse murarie continue o discontinue, nel fine di neutralizzare l'azione della forza spingente con l'inerzia della massa stessa.

Il Collin preferisce i contrafforti in muratura a secco, con o senza archi di scarico.

I contrafforti semplici li propone a sezione uniforme ovvero con riseghe, e raccomanda questi ultimi a preferenza.

I contrafforti con archi di scarico li consiglia nei casi più difficili e specialmente quando il prisma di terra che si troverebbe fra i due contrafforti semplici è dotato di poca coesione.

Pel consolidamento delle scarpe dei rilevati suggerisce i soli contrafforti semplici per le difficoltà di potere eseguire gli archi di scarico.

Lo Chaperon invece preferisce i muri a secco continui non forte spessore alla base e di conveniente altezza, nei fine di dare alla scarpata sovrastante di terreno franoso una lieve inclinazione.

Per aumentare la resistenza del muro aggiunge in alcuni casi gli speroni molto vicini nella parte controterra (Ferrovìa di Strasburgo).

Talvolta sostituisce il muro a secco con un muro in malta e dietro a questo nella parte controterra stabilisce un muro a secco di limitato spessore per facilitare lo scolo delle acque che impregnano la massa in frana (Ferrovìa di Lione).

Pietraie di prosciugamento. — Il Sazilly, che pel primo, come abbiamo accennato, ebbe l'idea di attribuire la causa degli scoscendimenti alle acque di filtrazione, elimina queste per mezzo di fossi longitudinali continui poco sottoposti alla superficie scoperta del taglio, e scavati nella separazione dei banchi impermeabili da quelli permeabili.

A questi fossi col fondo in muratura e riempiti di pietraie a secco dà il nome di *pietraie* e la loro disposizione si osserva nella fig. 80.

Le acque da essa raccolte sono convogliate alle cunette di piattaforma mediante opportuni canaletti disposti trasversalmente lungo la scarpata della trincea.

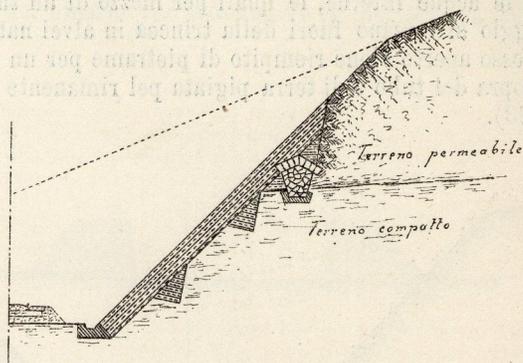


Fig. 80.

Il Sazilly riveste sempre la scarpata, così consolidata, o con muratura a secco, o con zolle erbose, o con terra vegetale. Preferisce però la terra vegetale quando ha praticato il prosciugamento con una o più pietraie a secondo il numero e la distanza dei banchi di stillamento.

Fognatura superficiale, fognatura a trivella. — Altri ingegneri per consolidare le scarpate di terreno argilloso hanno proposto di praticare un taglio longitudinale che si estende fino allo strato acquifero, e costituire quindi una fogna collocando al fondo un tubo di drenaggio e riempiendo il fosso a pareti inclinate con materie permeabili (pietrame o pietrisco) nel modo indicato nella fig. 81.

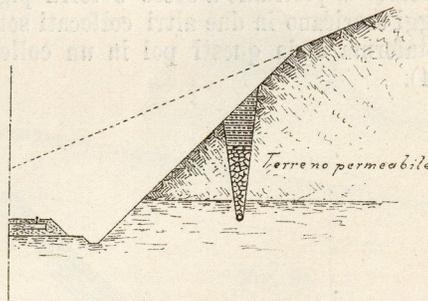


Fig. 81.

L'ingegnere Lalanne ha sperimentato la cosiddetta fognatura a trivella, la quale consiste nel praticare nella scarpata, dove appaiono le filtrazioni, dei fori, e collocarvi poi dei tubi di ferro lunghi da 2 a 3 metri.

Le acque raccolte dai tubi si versano in apposita cunetta (fig. 82).

Fognature profonde. — L'ingegnere Daigremont ha poca fiducia nei sistemi esposti, e nel caso di consolidamento di terreni argillosi pratica a poca distanza dal ciglio

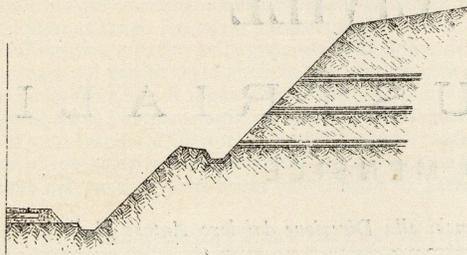


Fig. 82.

della scarpata uno stretto scavo a pareti inclinate parallelo alla trincea, esteso fino al piano impermeabile, dove raccoglie le acque interne, le quali per mezzo di un tubo da drenaggio si versano fuori della trincea in alvei naturali.

Il fosso aperto viene riempito di pietrame per un tratto al disopra del tubo e di terra pigiata pel rimanente tratto (fig. 83).

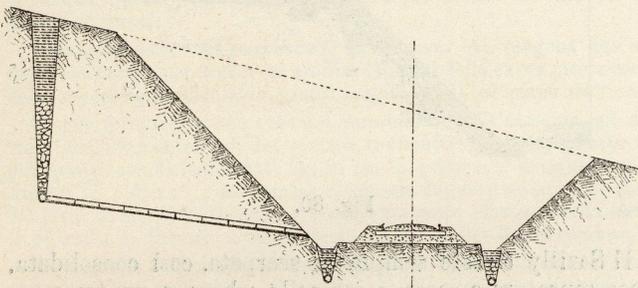


Fig. 83.

Per impedire poi il sollevamento della piattaforma, causato spesse volte dal rammollimento prodotto dalle acque superficiali e di filtrazione e dalla pressione dei letti acquiferi sottostanti, pratica talvolta dei piccoli drenaggi laterali sotto i fossetti di piattaforma i quali, a suo avviso, la prosciugano e la rendono stabile.

L'ingegnere Ledru prosciuga invece le scarpate ed il fondo delle trincee per mezzo di tagli trasversali profondi da metri 1 a 1,20, sul cui fondo colloca tubi di drenaggio e riempie poi il fosso di pietrame a secco e terra pigiata.

Questi drenaggi scaricano in due altri collocati sotto le cunette di piattaforma e da questi poi in un collettore centrale (fig. 84).

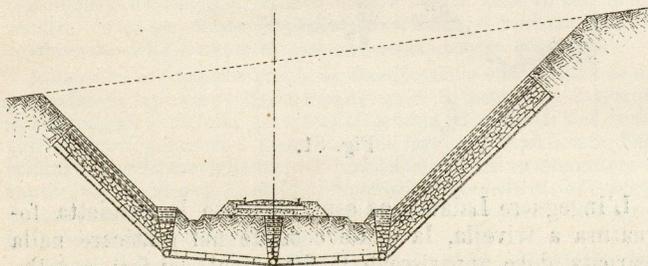


Fig. 84.

Il Perdonnet riferisce alcuni sistemi di consolidamento di trincee e rilevati; i quali, afferma, diedero buoni risultati.

Consistono per le trincee in gallerie trasversali alle scarpate distanti da 10 a 20 metri l'una dall'altra, riempite di pietrame a secco e praticate seguendo l'andamento del piano di scorrimento (fig. 85 e 86).

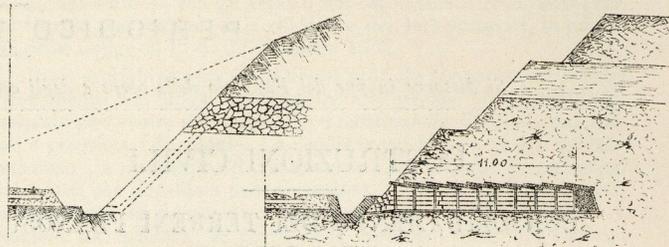


Fig. 85 e 86.

Nei rilevati le stesse gallerie si praticano sia nel terreno riportato sia nel sottosuolo, assecondando sempre la direzione dei letti di scorrimento.

Metodi del Bruère. — Il Bruère distingue ragionevolmente i consolidamenti per le trincee e per rilevati in due grandi categorie: *preventivi* e *repressivi*.

Fra i lavori di consolidamento, preventivi, per trincee annovera i seguenti:

Pietraie di prosciugamento sistema Sazilly;

Rivestimento delle scarpate con zolle erbose e con terre pigiate;

Banchine intermedie;

Scarichi d'acqua;

Fossetti di piattaforma;

Seminazione e piantagione;

Fascinate per terreni sabbiosi, come nella fig. 87;

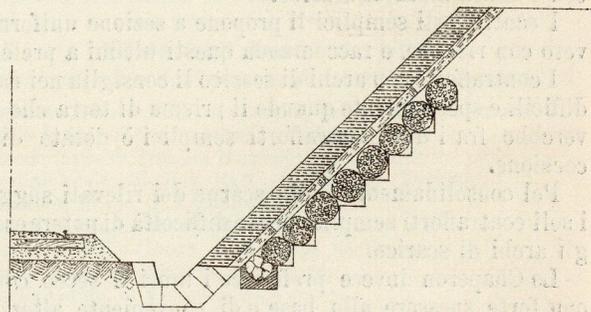


Fig. 87.

Contrafforti di terra pigiata o banchettoni, per impedire gli scorrimenti di massa, con diaframma di muro a secco fra il terreno naturale e le masse riportate (fig. 88).

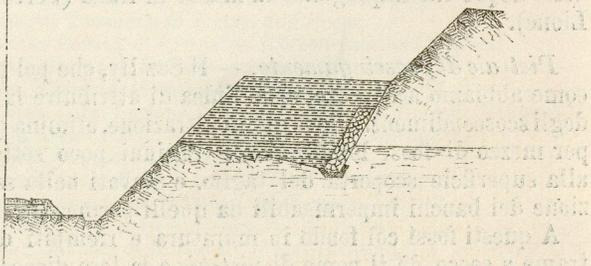


Fig. 88.

Fra i lavori repressivi enumera:

Per gli scoscendimenti superficiali da 2 a 3 metri gli ordinari lavori preventivi già citati;

Pei veri movimenti di massa: l'applicazione di contrafforti di terra pigiata a sostegno della scarpata della trincea, ed in via affatto eccezionale l'applicazione di un prosciugamento della frana al limite superiore del distacco, praticato per mezzo di un fosso longitudinale a pareti inclinate che raggiunge la superficie di scorrimento.

Questo fosso ha il fondo rivestito di una cunetta in muratura sulla quale si eleva un impietramento a secco, completato da riempimento di terra pigiata (fig. 89).

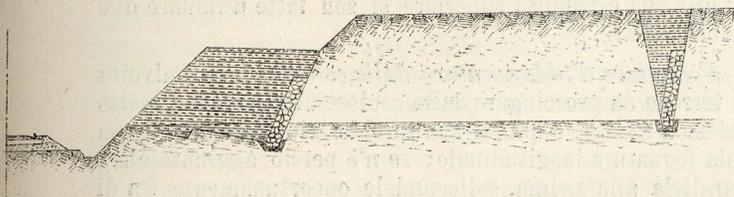


Fig. 89.

Nel caso in cui il piano di scorrimento è sottostante alla piattaforma, estende l'impetramento a tutta la superficie scoperta come è indicato nella fig. 90.

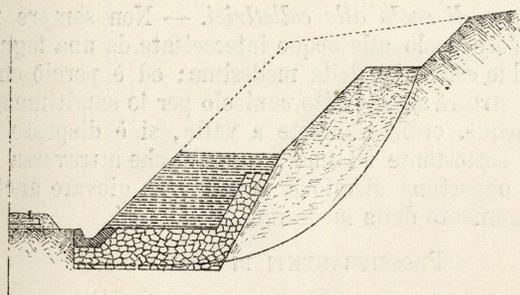


Fig. 90.

Pei consolidamenti preventivi di *rilevati* consiglia i seguenti lavori:

Per terreni molto inclinati: gradoni nel terreno naturale in senso contrario alla scarpa e contrafforte con muro filtro formato colle materie di scavo di detti gradoni (fig. 91).

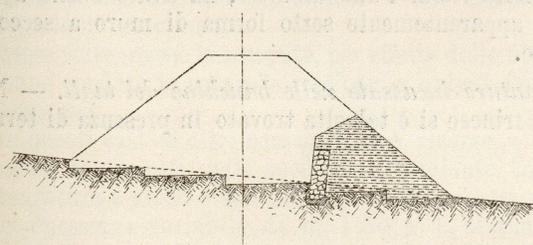


Fig. 91.

Nel caso di terreni torbosi propone il prosciugamento con fognature a limitate profondità longitudinali al piede delle scarpe, collegate da altre trasversali.

Nel caso di scorrimento del sottosuolo propone un contrafforte a valle con relativo impietramento incastrato sotto lo scorrimento (fig. 92).

Nel caso di scorrimento di scarpate propone un contrafforte con retrostante impietramento in entrambe le

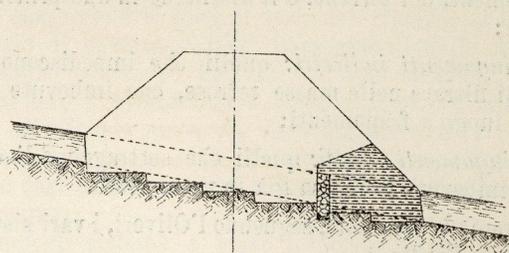


Fig. 92.

scarpate per prevenire lo scorrimento delle medesime, quando il rilevato è formato con terre argillose trasportate con vagoni; ed impietramento sotto la massiciata nel senso del binario per prosciugare la piattaforma (fig. 93).

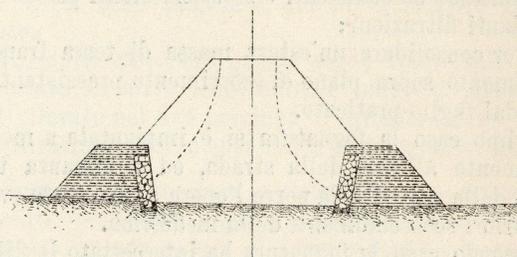


Fig. 93.

I lavori repressivi li adopera quando per la cattiva formazione del rilevato, o per le cattive materie che lo costituiscono, o pel loro costipamento ineguale si verificano scoscendimenti o deformazioni.

In ogni caso applica contrafforti di terra pigiata con retrostante impietramento in modo da formare ampia banchina; completa il rilevato con buone terre, ed interpone fra queste e le vecchie terre un diaframma di muratura a secco secondo le disposizioni indicate nella fig. 94.

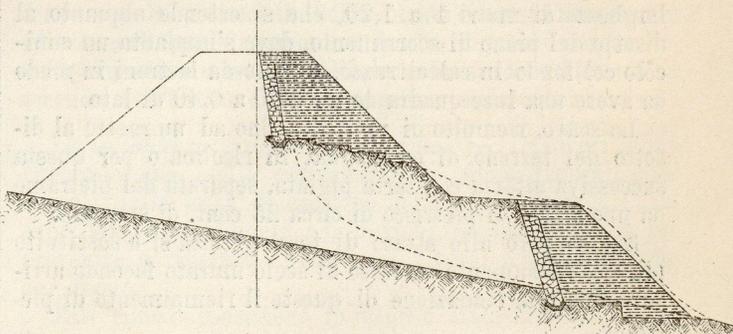


Fig. 94.

Il Bruère infine cita le trincee de l'Alouette presso Vierzon (Ferrovie del Centro), ed una trincea della linea Parigi-Mulhouse consolidate per mezzo di gallerie artificiali.

Prosciugamenti. — L'ingegnere Oliveri nel suo pregevole trattato, di cui abbiamo fatto cenno, fa un'accurata esposizione dei mezzi di consolidamento praticati nelle terre argillose della Sicilia, specialmente dei prosciugamenti; i quali, come sappiamo, hanno per iscopo di sottrarre l'acqua di filtrazione che produce gli smottamenti e

gli scorrimenti del terreno, e li distingue in due principali categorie:

Prosciugamenti indiretti: quelli che impediscono all'acqua di filtrare nelle masse terrose, che imbevute possono dar luogo a franamenti;

Prosciugamenti diretti: quelli che sottraggono l'acqua di cui è imbevuta la massa già in movimento.

Esporremo brevemente, seguendo l'Oliveri, i vari sistemi adoperati in Sicilia.

PROSCIUGAMENTI INDIRETTI.

Fognature collettrici nella campagna a monte delle trincee. — Queste fognature sono state adoperate allo scopo di prosciugare la campagna soprastante al taglio in due casi distinti:

a) Per consolidare scarpate a monte, le quali danno luogo a continui smottamenti e scoscendimenti per effetto di abbondanti filtrazioni;

b) Per consolidare un'estesa massa di terra franosa con movimento sopra piano di scorrimento preesistente o prodotto dal taglio praticato.

Nel primo caso la fognatura si è impiantata a monte parallelamente all'asse della strada, ed a distanza tale dal ciglio della scarpata da porre l'opera al sicuro da eventuali ulteriori scoscendimenti della medesima.

Nel secondo caso la fognatura ha intercettato le filtrazioni, praticandola più a monte del ciglio che fu possibile; o anche presso il distacco della frana, con andamento pressochè longitudinale alla via, sinuoso, o normale con imbrancature all'estremità.

In entrambi i casi il cunicolo della fognatura è stato costantemente impiantato nel terreno impermeabile.

Le fognature di cui abbiamo fatto cenno sono state eseguite a cielo aperto o continue, ed a pozzi collegati da gallerie.

Il primo sistema fu adottato quando lo strato impermeabile si trovava a limitata profondità; il secondo invece fu preferito per profondità maggiori, perchè più conveniente ed economico.

La forma generalmente adoperata per le fognature a cielo aperto consiste in uno scavo a pareti verticali della larghezza di metri 1 a 1,20, che si estende alquanto al disotto del piano di scorrimento, dove s'impiana un cunicolo col fondo in calcestruzzo, coperto da lastroni in modo da avere una luce quadra da m. 0,30 a 0,40 di lato.

Lo scavo, riempito di pietrame fino ad un metro al disotto del terreno di campagna, fu ricolmato per questa successiva altezza con terra pigiata, separata dal pietrame da uno strato di pietrisco di circa 25 cent. di spessore.

Spesso però allo strato di terra pigiata si è sostituito più opportunamente un fosso di scolo murato facendo arrivare sino alla fondazione di questo il riempimento di pietrame.

La fognatura a pozzi consiste invece nel praticare questi lungo la prestabilita direzione ad intervalli di metri 4 ciascuno, assegnando loro una sezione quadra di m. 1,50 e nel collegarli inferiormente con una galleria di m. 1,50 di larghezza per m. 2 di altezza.

La galleria è fondata, col consueto cunicolo, al disotto del piano di scorrimento e viene insieme ai pozzi riempita di pietrame a secco.

È superfluo accennare che fu riconosciuto con esattezza volta per volta il piano di scorrimento, e che quando al riguardo non si procedette colle debite cautele, non solo non si raggiunse l'intento del consolidamento, ma si compromise l'opera e conseguentemente la spesa.

Fognature collettrici nella campagna a monte dei rilevati. — Le filtrazioni dell'acqua nel sottosuolo sono sempre l'origine degli scorrimenti di massa dei rilevati, che si esplicano nel modo indicato nelle fig. 12 e 13 a pag. 133.

Per preparare una base solida fu necessario impedire nel maggior numero dei casi il passaggio delle acque superficiali e sotterranee con prosciugamenti appositi; quindi anche in questo caso si è ricorso alle fognature longitudinali, disposte lungo il piede a monte del rilevato, od a distanza più o meno grande quando la frana era alquanto estesa.

Che se poi la frana presentava un asse di depressione nella sua lunghezza ove convergevano le filtrazioni, allora si è disposta la fognatura nel senso di questa depressione ed alla sua estremità superiore si son fatte diramare due imbrancature.

Fognature d'imbrancatura dalle collettrici. — Talvolta il terreno da prosciugare dalle copiose filtrazioni era molto esteso a monte, e quindi non sarebbe riuscita efficace una sola fognatura longitudinale; se n'è perciò aggiunta altra parallela alla prima, collegandole opportunamente fra di loro con fognature trasversali.

In altri casi dalla fognatura longitudinale si sono diramate altre fogne d'imbrancature, dirette a punti convergenti delle filtrazioni nelle stratificazioni sotterranee.

Talvolta si sono praticate due fognature una quasi al ciglio della frana, l'altra all'estremità inferiore, ma indipendenti fra di loro e con scoli separati.

Fognature di scolo alle collettrici. — Non sempre fu possibile dare scolo alle acque intercettate da una fognatura alle due estremità della medesima; ed è perciò che, dovendo costruire un apposito cunicolo per lo smaltimento di dette acque, ordinariamente a valle, si è disposto il medesimo sottostante ad una fognatura che attraversa la frana con opportuna direzione in modo da giovare anche al prosciugamento della medesima.

PROSCIUGAMENTI DIRETTI.

Pietraie. — Fra i prosciugamenti diretti praticati in Sicilia, l'Oliveri cita le pietraie, che abbiamo visto in quale conto siano state tenute dal Sazilly e dal Bruère.

Consistono in incisioni lungo i piani di scorrimento riempite di pietrame a secco col relativo cunicolo che convoglia le acque di filtrazione.

Questa forma di consolidamento, che si è estesa a tutta la superficie della scarpa quando i banchi di stillamento erano molto vicini l'uno all'altro, ha avuto anche applicazione apparentemente sotto forma di muro a secco di sostegno.

Fognature incassate nelle banchine dei tagli. — Nell'aprire trincee si è talvolta trovato in presenza di terreni

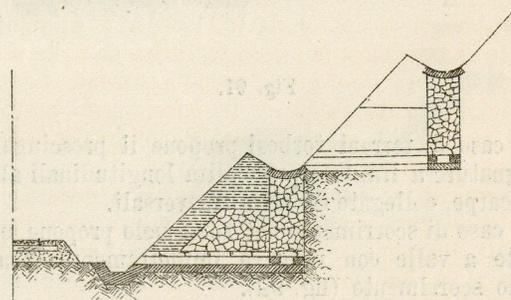


Fig. 95.

argillosi sconvolti e plastici, i quali erano anche attraversati da superficie lisce preesistenti e da trovanti che agevolavano il passaggio delle acque.

In tali casi, nel fine di eliminare il naturale estendersi di queste superficie di scorrimento e quindi prevenire gli scorrimenti di massa, si è ricorso a fognature incassate nelle banchine dei tagli, diretti specialmente nelle trincee molto alte a prosciugare la massa di terreno fra una banchina e la successiva, evitando così la costruzione d'una fognatura profonda nel piano della campagna che avrebbe dovuto arrivare, almeno, sino al piano di piattaforma (fig. 95).

Fognature sottostanti ai fossetti di piattaforma. — Queste fognature si sono applicate con successo per risanare la piattaforma spesso attraversata da sorgive che la rendevano fangosa e compressibile.

Talvolta invece sono state collegate al sistema generale di consolidamento della massa in movimento, quando il piano di scorrimento era alquanto sottostante al piano di piattaforma.

Le accennate fogne si sono praticate sotto il fossetto a monte, ed anche sotto quello a valle nei casi di prosciugamento della piattaforma, ed invece sotto quello a monte soltanto quando trattavasi di intercettare il piano di scorrimento sotto la piattaforma stessa (fig. 96).

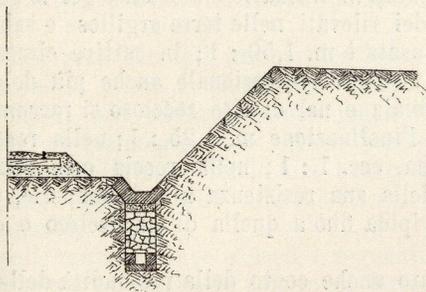


Fig. 96.

Traversate di muratura a secco nelle scarpate in trincea. — La fognatura longitudinale praticata nel piano della campagna qualche volta non riusciva a rendere stabile la scarpata a monte della trincea molto alta; e, sia a causa della cattiva qualità del terreno, sia per effetto dell'assorbimento delle acque piovane, si producevano degli abbassamenti e smottamenti abbastanza estesi con superficie cicloidale di scorrimento.

Altre volte invece le scarpate, per effetto delle filtrazioni, avevano perduto la naturale coesione e quindi facilmente smottavano.

In questi casi ed altri consimili si è ricorso a prosciugamenti trasversali delle medesime, mediante traversate di muratura a secco o speroni, costituiti da muri a secco, della spessore variabile da m. 1,50 a 1, ai quali esternamente si assegnava la stessa inclinazione della scarpata, addentrandoli in essa più o meno a seconda l'entità del prosciugamento da eseguire. In base, questi speroni, venivano muniti del solito cunicolo murato per raccogliere ed esitare le filtrazioni.

Nel caso di scoscendimenti parziali o generali i medesimi sono stati associati ad altri mezzi, talvolta invece adoperati isolatamente, ovvero collegati con fognature al piede o al ciglio della scarpata.

Fognature trasversali al suolo dei rilevati. — Quando si sono dovuti impiantare degli estesi ed alti rilevati

sopra terreno alluvionale argilloso, che a priori si giudicava compressibile sotto il peso del riporto, si è corretto il vizio di compressibilità, conseguenza delle filtrazioni, con fogne pressochè normali all'asse stradale, parallele fra di loro e spinte fino a tutto lo spessore di detto terreno alluvionale sul quale doveva costruirsi il riporto.

Queste fogne a valle si protendevano oltre il piede fino a dare al cunicolo del collettore un libero scolo nella campagna.

Analogo sistema è stato adottato anche nei terreni paludosi.

Queste fogne trasversali sono state anche impiegate per consolidare il suolo in seguito a scorrimenti provocati dalle filtrazioni della massa del rialzo. In taluni di questi casi, anzichè dare alle fogne una regolare disposizione, le medesime si sono dirette in modo irregolare e per quei siti riconosciuti più adatti per un efficace prosciugamento; oppure si è internata la fogna in una data direzione e poi vi si sono associate due imbrancature in opposto senso.

In molti casi però queste fogne trasversali sono state associate ad altra longitudinale lungo il piede a monte del rilevato nel fine precipuo di arrestare colla medesima le filtrazioni provenienti dalla campagna a monte.

Speroni di muratura a secco addentro le scarpate dei rilevati. — Questi speroni sono stati adoperati per aumentare in una massa di terra riportata la coesione diminuita dalle filtrazioni, e prevenire quindi gli scoscendimenti.

Fognature sussidiarie lungo il piede a valle dei rilevati. — Queste fogne in generale si sono adoperate per allacciare ed esitare le filtrazioni raccolte coi prosciugamenti trasversali.

Fognature sottostanti alla piattaforma dei rilevati. — La piattaforma di un rilevato costituito di materie argillose, fu spesso deteriorata dalle piogge per un dato spessore; specialmente se la piattaforma stessa era in orizzontale.

In tali casi nei rilevati di discreta altezza, senza attendere che ne derivasse qualche scivolamento, si sono stabilite a destra ed a sinistra dell'asse stradale due fogne per la profondità dello strato deteriorato, e per affrettare il prosciugamento; queste fogne si sono collegate con altre trasversali intercalate a varie distanze a seconda dell'entità del prosciugamento da operare.

Consolidamento dei corsi d'acqua. — L'Oliveri infine riferendo che molti scoscendimenti sono generalmente causati dalla forza di erosione delle acque scorrenti alla superficie, specialmente nei burroni, espone i rimedi per prevenire o riparare i guasti cui i corsi d'acqua possono dar luogo.

Tali rimedi consistono in briglie attraverso i letti dei burroni medesimi, opportunamente disposte e conformate; ed in rivestimenti parziali o continui delle loro sponde, le quali opere tutte tendono a mantenere inalterato l'andamento altimetrico del corso d'acqua ed a impedire la corrosione ed il rammollimento delle sponde.

CAPITOLO IV.

Razionale divisione delle opere relative alla stabilità del corpo stradale.

I vari mezzi già descritti, finora stati adoperati per ottenere la stabilità del corpo stradale, hanno, a nostro avviso, due scopi essenzialmente distinti, cioè:

di impedire che si manifestino deterioramenti di qualunque natura nel corpo stradale;

di riparare i guasti avvenuti;

quindi le opere che mirano alla conservazione e ripristinazione del corpo stradale si possono razionalmente dividere in due grandi categorie:

Lavori di difesa o di conservazione.

Lavori di consolidamento propriamente detti.

Pei consolidamenti propriamente detti, come abbiamo esposto, si sono proposti ed sperimentati vari mezzi. cioè: i sostegni sia in muratura che in terra pigiata; i prosciugamenti mediante pietraie, fognature, traversate di muratura a secco, diaframmi, gallerie filtranti, ecc.; ovvero i sostegni ed i prosciugamenti associati insieme. Questi mezzi quindi si possono classificare in tre gruppi distinti ed indipendenti:

1° *Consolidamento con sostegni.*

2° *Consolidamento con prosciugamenti.*

3° *Consolidamento a sistema misto con opere di prosciugamento e di sostegno.*

Tutti gli accennati mezzi possono applicarsi in via *preventiva* od in via *repressiva*.

In generale le opere di difesa o di conservazione del corpo stradale che costituiscono la 1ª categoria si applicano sempre in via *preventiva*; i lavori di consolidamento propriamente detti, che costituiscono la 2ª categoria, invece possono essere: *preventivi*, se diretti a correggere nei terreni il vizio di instabilità già preesistente, o di probabile anzi sicura manifestazione; *repressivi*, se diretti a rimediare i guasti già avvenuti.

La indicata classificazione, che trova riscontro nella esposizione già fatta dei sistemi di consolidamento sinora adottati, sembra la più razionale; e seguendo la medesima esamineremo, pei vari guasti che nella pratica si possono verificare al corpo stradale, i mezzi di consolidamento finora stati adoperati; discuteremo i risultati ottenuti, mettendo in rilievo i mezzi riconosciuti più adatti dall'esperienza e che all'efficacia accoppiano l'economia; e quindi da questa analisi dedurremo i criteri generali da seguire nel progettare per casi analoghi le opere di consolidamento.

§ 1. — LAVORI DI DIFESA

O DI CONSERVAZIONE DEL CORPO STRADALE.

Le scarpate in terra di cattiva natura esposte all'azione degli agenti atmosferici, e, più specialmente, delle acque superficiali, raramente conservano la loro profilatura, se con opportuni ed adeguati mezzi non si provvede a difenderle da tali agenti, che, distruggendo a poco a poco la coesione naturale, saranno causa prima di smottamenti più o meno superficiali; poscia potranno generare veri scosscendimenti, a riparare i quali occorrerà una spesa di gran lunga superiore a quella che sarebbe stata richiesta sin dall'inizio della costruzione.

Le acque poi, che liberamente scorrono per la campagna, nei burroni e nei torrenti, come abbiamo visto, possono causare al corpo stradale gravi danni, provocando cioè franamenti e movimenti estesissimi.

Sarà quindi buona pratica quando si è in presenza di terreni di cattiva natura, facili a smottare, a scoscedere, ad essere alterati e corrosi dalle acque, provvedere a tempo; il vantaggio e l'economia di spesa che da tale oculatezza si ricava costituirebbe il migliore elogio pel costruttore.

A tal uopo i lavori di difesa o conservazione del corpo stradale possono essere *diretti* ed *indiretti*.

Sono *diretti* quelli che hanno per iscopo di proteggere e difendere le scarpate delle trincee e dei rilevati dagli

anzidetti agenti provocatori; *indiretti* quelli che mirano ad evitare i danni che alla sede stradale potrebbero apportare le corrosioni delle acque agendo fuori della sede stessa.

I principali mezzi adoperati per la difesa delle scarpate, ossia i provvedimenti diretti sono i seguenti:

a) *Raddolcimento dell'inclinazione delle scarpate.* —

Tale rimedio, che consiste nell'assegnare alle terre l'inclinazione che si adatta alla loro natura per mantenerle in equilibrio, fu certamente il primo a sorgere nella mente dei costruttori, quando si trovarono in presenza di terreni facili a smottare.

A tale scopo si stabilirono dati pratici dedotti man mano dall'esperienza e confermati da ottimo successo.

Così, per esempio, per le strade carrettiere e per terre ordinarie si ritenne come sufficiente una scarpa di uno di base per uno di altezza; ai rilevati delle ferrovie si assegnarono scarpe di tre di base per due di altezza; per le trincee si ammisero di uno di base per uno di altezza; per le trincee e pei rilevati con altezza eccedente i 10 m. si proposero banchine di 10 in 10 m. ed anche più vicine; pei tufi e per le rocce di mediocre consistenza scarpe di uno di base per quattro di altezza; per le rocce dure e compatte anche un pendio di uno di base per dieci di altezza.

In Francia e nel Belgio si assegnarono alle scarpate da 1 m. ad 1,25 di base per 1 m. di altezza.

In Germania in ordinarie circostanze per le scarpe delle trincee e dei rilevati nelle terre argillose e sabbiose l'inclinazione usata è m. 1,50 : 1; in cattive circostanze fino m. 2 : 1; ed in via eccezionale anche più dolce.

Nella ghiaia e nel detrito roccioso si raccomandano le scarpe con l'inclinazione m. 1,25 : 1; nella roccia tenera, nella marna, ecc. 1 : 1; nella roccia compatta, secondo il grado della sua resistenza alle intemperie, una giacitura più ripida fino a quella di un decimo o di un ventesimo.

Fu tenuto anche conto della profondità delle trincee e dell'altezza dei rilevati, le quali dimensioni hanno influenza sensibile sulla inclinazione da assegnare alla scarpa, giacchè evidentemente questa deve essere più dolce a misura che crescono le accennate dimensioni.

Infatti su alcune ferrovie del Belgio e della Francia per profondità e altezze maggiori di m. 8 si è prescritto il rapporto 1,50 : 1 e 2 : 1; per profondità ed altezze inferiori a 4 m. quello 1 : 1; e simili disposizioni vennero adottate sulle ferrovie dell'Oldenburg.

Di tutti questi dati empirici i più convincenti sono quelli adottati in Germania ed in Francia; ma non si saprebbe però consigliare di adoperarli in via assoluta, poichè la stessa qualità di terra può facilmente variare colle circostanze locali e colle influenze atmosferiche. E poichè l'equilibrio delle terre, studiato dapprima empiricamente, ha ora assunto forma di razionale teoria, non sarebbe fuori di luogo determinare all'atto della costruzione con la teoria stessa l'inclinazione da assegnare alle scarpate delle masse terrose; tenendo conto dell'altezza del taglio o del riporto, della natura delle terre, della loro coesione, dell'attrito e delle banchine da intercalarvi; o quanto meno confrontare, per le scarpate in condizioni eccezionali, i dati della pratica coi risultati teorici e correggerli opportunamente, se del caso.

È però accertato che il maggior numero degli scosscendimenti derivano dalla difettosa sistemazione delle scarpate; alle quali, nell'intento di risparmiare lavori di terra e maggiore occupazione di terreno, in generale si assegna una inclinazione troppo ripida.

Devesi quindi, con opportune disposizioni, proibire tale improvvida economia, la quale, spesso in breve periodo di tempo, dà luogo a considerevoli nuove spese pei lavori di riparazione degli scoscendimenti che ne derivano.

b) *Banchine*. — Le scarpate di considerevole altezza ordinariamente si interrompono con gradini orizzontali o leggermente inclinati, denominati *banchine*, nel precipuo scopo di diminuire la velocità delle acque scorrenti sulla superficie delle scarpate stesse, le quali altrimenti vi potrebbero produrre solcature e provocare scoscendimenti più o meno estesi.

Sulla utilità ed opportunità di tali banchine i costruttori non sono concordi.

Difatti mentre prima venivano generalmente praticate, specialmente in Germania ed in Francia, ora molte Amministrazioni ferroviarie non le adottano più nelle loro costruzioni, perchè recenti esperienze le avrebbero fatto apparire spesse volte inutili, anzi dannose.

In Inghilterra vengono eseguite raramente.

In Italia finora se ne è fatto un uso estesissimo.

Gli svantaggi che si attribuiscono alle banchine sono principalmente i seguenti:

1° Aumentano sensibilmente la spesa di costruzione, essendo necessario espropriare una più larga zona di terreno con aumento del movimento di terra;

2° Impediscono il rapido smaltimento delle acque, le quali, arrestandosi più a lungo ed in maggior quantità in determinati punti della scarpa, possono penetrarvi e guastarla.

Non sembra però che tali inconvenienti siano incontestabili, giacchè il primo è compensato dalla minore inclinazione che si può assegnare man mano che si sale alla scarpa, specialmente nelle trincee profonde; il secondo poi si può eliminare dando alla banchina una leggera pendenza verso l'esterno, affinchè l'acqua possa scolare rapidamente.

I principali vantaggi invece sono i seguenti:

1° Arrestano le particelle sciolte di terra che scorrono lungo le scarpate, ed impediscono che esse arrivino fino alle cunette, dove renderebbero difficile il deflusso dell'acqua;

2° Facilitano l'accesso alla superficie delle scarpe per le riparazioni, pel taglio delle erbe, pel governo delle piantagioni, ecc.;

3° Costituiscono per sè stesse un mezzo che permette di stabilire le piantagioni;

4° Determinano dei punti di appoggio agli eventuali rivestimenti delle scarpate;

5° Contribuiscono ad impedire i forti distacchi esercitando successivamente un notevole contrasto all'azione spingente della gravità.

Il Sazilly ed il Bruère, che le consigliano, propongono di assegnare fra banchina e banchina un'altezza verticale da 3 a 4 m.; distanza ragionevole, in generale adottata.

Alle banchine lo stesso Bruère assegna una larghezza di m. 1 con contropendenza interna di 0,15 per metro.

In Sicilia si è creduto opportuno aggiungere sulla banchina un fossetto murato ed in conseguenza la larghezza si è portata a m. 1,50.

Quest'ultimo sistema deve però limitarsi a circostanze eccezionali, perchè è costosissimo e richiede un'attenta manutenzione per lo spurgo dei fossetti durante la stagione invernale, spurgo che raramente viene eseguito, e quindi il fossetto non funziona più regolarmente.

Nel tronco Montemaggiore-Roccapalumba della linea Palermo-Porto Empedocle, fin dalla costruzione, alle scarpate delle trincee e dei rilevati fu assegnata unica incli-

nazione; ciò certamente contribuì a provocare gli estesi franamenti che si verificarono; ed in tutte le successive sistemazioni si curò di suddividerle con banchine.

Non possiamo quindi non riconoscere la efficacia delle banchine ed a meglio raggiungerla crediamo di consigliare:

la larghezza di m. 1 da ridursi quando è possibile a m. 0,75;

l'inclinazione di m. 0,15 per metro verso l'esterno della scarpa;

il rivestimento con materiale impermeabile pigiato o con piote per un'altezza di m. 0,20; e, quando riesca economico, il rivestimento in muratura di pietrame in malta idraulica o di mattoni nell'intersezione della banchina con la scarpa sovrastante, assegnando al rivestimento nei due lati dell'angolo una lunghezza di m. 0,50 circa; ovvero il fossetto murato quando la scarpa è molto estesa.

In quest'ultimo caso è però preferibile dare alle banchine una inclinazione verso l'interno di m. 0,10 per m., ed una pendenza longitudinale non minore di m. 0,15 per metro, e quando sono estese è opportuno collegarle con scivole fino al fossetto di piattaforma, per smaltire le acque più rapidamente.

In talune ferrovie è prevalsa l'idea di collocare sulle banchine, specialmente dei rilevati, tegoloni di argilla per raccogliere le acque e convogliarle fuori della scarpa.

Tale pratica è quanto mai dannosa, perchè coi cedimenti del terreno le unioni dei tegoloni si sconnettono e poi le terre facilmente li ingombrano; quindi l'acqua, anzichè scolare, penetra e rammollisce la massa sottostante alla banchina, provocando smottamenti ed anche scoscendimenti estesi.

Molti rilevati della linea Canicatti-Licata scoscesero per tale improvvida disposizione, e la loro riparazione è costata somme ingenti.

c) *Fossi di guardia*. — I fossi di guardia che si impiantano parallelamente al ciglio delle trincee, e nell'intersezione dei rilevati colla campagna, più specialmente nella falda sovra corrente, servono a raccogliere le acque della campagna superiore, impedendo così alle medesime di riversarsi sulla scarpa danneggiandola o di penetrare nella massa del riporto: sotto questo punto di vista sono di utilità indiscutibile.

Questi fossi di guardia venivano prima scavati a distanza di 1^m,00 dal ciglio della scarpa, nel terreno vegetale, assegnando loro la forma trapezia, e tutto al più si rivestiva il fondo con zolle erbose.

Il Bruère è contrario ai fossi di guardia così costruiti e li annovera, a ragione, fra le cause provocatrici degli scoscendimenti, perchè una porzione dell'acqua che essi raccolgono, facilmente s'infiltra attraverso la scarpa e la rammollisce.

Egli, per allontanare le acque di pioggia della campagna superiore alla scarpa, propone di formare, a partire sul ciglio della medesima, una banchina della larghezza di 1 metro, inclinata in senso contrario e rivestita con zolle erbose.

A tali banchine dà il nome di *revers d'eau* e le ritiene preferibili ai fossi di guardia murati, anche per l'economia cui danno luogo.

Un tale sistema, che può riuscire utile nei terreni lievemente declivi, sembra che difficilmente possa convenire in quelli a forte pendenza; giacchè le acque, con la velocità di cui sono animate, nella maggior parte dei casi supereranno il piccolo arginello, riversandosi nella falda della trincea.

Sulla ferrovia Palermo-Corleone di 4° tipo economico si è sperimentato tale sistema, anzi l'arginello fu costruito con maggiori dimensioni; ma diede tali cattivi risultati, da consigliarne tosto l'abbandono.

I fossi di guardia invece riescono veramente utili quando sono perfettamente stagni, cioè rivestiti di muratura in malta.

Il loro impianto deve praticarsi almeno a m. 3,00 circa dal ciglio della trincea, e la capacità deve proporzionarsi alla quantità delle acque che devono raccogliere e smaltire.

Però si crede opportuno far presente che il loro impianto è molto costoso, ma sommamente utile, ed è perciò che con savio accorgimento devono impiantarsi soltanto in quelle località cui sovraincombe un versante abbastanza esteso, e dove si ha ragione di temere i danni delle corrosioni della scarpata, notando che nelle costruzioni ferroviarie se ne fa un largo abuso, con pregiudizio della economia dell'opera, mentre nelle costruzioni di strade ordinarie raramente vengono usati.

d) Fossetti di piattaforma. — L'acqua che cade sulle scarpate delle trincee tende naturalmente a raggiungere il piede delle medesime, ed ivi raccogliersi: è necessario evitare che vi possa rimanere stagnante od invadere la piattaforma stradale.

A ciò si provvede mediante i fossetti di piattaforma, i quali si stabiliscono lateralmente alla medesima, con pendenza e sezione variabili in dipendenza della quantità di acqua che devono convogliare e scaricare fuori della trincea.

Il Bruère consiglia di rivestire, specialmente nei terreni argillosi, i fossetti laterali di piattaforma con muratura a secco dello spessore da 20 a 30 cm. per conservare la regolarità della loro forma e rendere facile il loro pulimento; e di introdurre nella scarpata, appena al di sopra di essi, una banchina larga da 20 a 50 cm. che serve per trattenerne le materie disaggregate che scorrono sulla scarpata stessa per effetto delle corrosioni, e per deporvi le materie di pulimento.

Il suggerimento del Bruère non sembra pratico, perchè il rivestimento a secco non impedisce che l'acqua penetri e rammolisca il fondo sottostante al rivestimento; e così pure non sempre è possibile lasciare l'accennata banchina lateralmente ai medesimi senza incorrere in una maggiore spesa di espropriazione.

Quindi tali fossetti nei terreni argillosi ed in quelli facili ad essere corrosi devono costantemente rivestirsi con muratura in malta, come si pratica nei fossi di guardia; e solo si consiglia di fare a meno di tale rivestimento nei terreni di buona qualità.

Le forme che si sono date ai fossetti di piattaforma sono svariatissime; e quindi si lascia al giudizio del costruttore la scelta del tipo più adatto alla natura del terreno.

Soltanto si crede opportuno raccomandare, specialmente nei terreni cattivi, di aggiungere al fossetto un muretto a secco od anche in malta di controscarpa dell'altezza di 1^m a partire dal piede della scarpata, avendosi avuto occasione di riconoscerne l'efficacia, specialmente nelle trincee argillose delle strade ordinarie e delle ferrovie economiche.

e) Cunette di scarico. — Queste cunette, alle quali si dà ordinariamente la forma concava, si stabiliscono per scaricare di tratto in tratto le acque raccolte dai fossi di guardia, dalle cunette delle banchine e dalle fogne delle trincee nei fossetti di piattaforma, e si collocano nella linea di massima pendenza della scarpata.

Il loro uso deve però limitarsi alle scarpate molto estese, ed a quelle che hanno richiesto importanti lavori di consolidamento.

f) Rivestimenti delle scarpate. — Per difendere le scarpate in taglio od in rilevato, specialmente delle terre argillose, dagli agenti atmosferici, si sono finora adottati vari sistemi, che discuteremo brevemente.

1° Rivestimento di terra vegetale. — Questo rivestimento, che si ottiene con uno strato ben pigiato di terra non suscettibile di diventare fluente a contatto dell'acqua, è adatto a difendere le scarpate nei terreni argillosi dall'azione degli agenti atmosferici, e riesce molto economico.

Il Bruère dà grande importanza a questi rivestimenti, ne indica lo spessore in cm. 30, assegnando alle scarpe un'inclinazione compresa fra 1,25 e 1,50 di base per 1 di altezza, e suggerisce opportune prescrizioni sul modo d'esecuzione di tali lavori, affinché se ne abbia un effetto sicuro.

Egli, fra le terre più adatte alla pigiatura, preferisce la sabbia argillosa, la quale riesce, a suo avviso, più impermeabile e di rassettamento minore.

Condividiamo completamente al riguardo le idee del Bruère; soltanto facciamo osservare che la sabbia argillosa è poco adatta per le seminagioni.

In alcune ferrovie si è fatto uso con successo di buona terra vegetale, la quale, con la pigiatura, acquista un certo grado d'impermeabilità: è capace di resistere senza sensibili degradazioni all'azione degli agenti atmosferici; è eminentemente favorevole alla vegetazione, e riesce molto economica per la facilità di potersi trovare spesso a breve distanza dal lavoro.

Per queste ragioni il rivestimento con terra vegetale pigiata viene generalmente preferito.

Tale rivestimento, cui in pratica si usa dare lo spessore di 0^m,30 a 0^m,40, si esegue a strati orizzontali di 0^m,10 a 0^m,15 di spessore, o leggermente inclinati in senso opposto alla scarpata, praticando in questa intaccature da 5 a 6 cm. di profondità.

Però, per quanta cura si metta nella costruzione di questi rivestimenti, non riesce quasi mai possibile renderli assolutamente impermeabili, e si corre quindi il pericolo che l'acqua, penetrando, rammolisca le terre pigiate verso il piede, producendo il loro scoscendimento.

Ad evitare tale inconveniente è prudente impiantare lungo il piede del rivestimento un piccolo canaletto di scolo longitudinale, riempito di ghiaia e di pietrame grezzo a guisa di pietraia, in comunicazione, mediante canaletti trasversali, col fossetto di piattaforma.

L'Olivieri osserva che in Sicilia i tentativi fatti colle terre vegetali pigiate con le modalità tecniche e con gli spessori indicati dal Bruère non diedero buoni risultati, perchè non mancarono di gonfiare, restringersi, fendersi e poi scoscendere.

Egli attribuisce l'insuccesso alla non accurata scelta delle materie di rivestimento, ed alla poca fiducia che in essi si riponeva, e conclude dicendo che merita essere studiato con maggiori esperienze l'effetto di tali rivestimenti, attenendosi alle prescrizioni tutte e cautele nell'esecuzione, che suggerisce il Bruère, senza tralasciare la seminazione delle scarpate così rivestite.

Rivolgiamo tale raccomandazione ai costruttori, facendo loro presente l'economia del provvedimento che bene si adatta specialmente per le strade ordinarie e per le ferrovie economiche a scartamento ridotto, ed in generale per tutte le scarpate delle trincee e dei rilevati quando la loro inclinazione è inferiore di 45°.

2° Rivestimento in zolle erbose. — Nelle scarpate con inclinazione di 45° o maggiore non sono più consigliabili i rivestimenti con terre pigiate.

In questi casi si è con successo ricorso al rivestimento

con zolle erbose, quando in vicinanza della località che deve attraversare la ferrovia si trova il terreno che le produce.

Tale rivestimento si esegue disponendo le zolle a strati, dello spessore da 0,25 a 0,40, orizzontali o normali alla scarpata, o secondo una inclinazione media fra la normale e l'orizzontale.

Ma se non è possibile avere con economia le cotiche, la surrogazione di queste colla muratura a secco cessa di essere contestabile.

3° Rivestimenti con viminate e con fascinate. —

Alcune scarpate molto ripide, facili a smottare, si sono difese subito per mezzo delle viminate, che consistono in un intreccio di vimini su paletti piantati nella scarpa in modo da costruire un reticolato a quadri.

I risultati ottenuti sono stati eccellenti soltanto quando si è impiegato legno, di alberi resinosi tagliati di fresco, capace di mettere radici.

Alcuni tratti delle scarpate della trincea Germignana (linea Germignana-Luvino) furono assodate in questo modo.

Quando gli smottamenti sono più estesi con copiose filtrazioni, come accade spesso nelle trincee aperte in terreni sabbiosi, sono stati impiegati con successo i così detti piani fascinati, formati da piani di fascine alternati con piani di pietrame a secco.

Con soddisfacente risultato furono in questo modo consolidate le scarpe della trincea Cascina Cancilla fra i chilometri 27+650 e 28+250 in marna argillosa e la trincea Monbello, scavata in terreno argilloso della linea Novara-Pino, e molte trincee aperte in terreni sabbiosi.

4° Rivestimenti in muratura. — Nei paesi montuosi può talvolta riuscire difficile procurarsi buona terra vegetale per la difesa delle scarpate; invece si ha in abbondanza materiale roccioso, col quale possono costruirsi delle incamiciate per difendere le scarpate stesse dagli agenti atmosferici.

Da principio tali rivestimenti furono eseguiti in malta, ma in generale diedero cattivi risultati; ora si preferiscono quelli a secco, perchè più economici e più adatti, specialmente nei terreni argillosi.

Ai medesimi ordinariamente si dà uno spessore variabile da 0,25 a 0,50.

Nelle trincee argillose è però opportuno far poggiare il rivestimento sopra un muretto in malta da costruirsi al piede della scarpata e sopra un letto di scaglie di pietrame, disponendo apposite fenditure per lo scolo delle acque.

g) Seminazione e piantagione. — La seminazione e la piantagione delle scarpate si approssima negli effetti ai rivestimenti.

Difatti, osserva il Bruère, le piante proteggono le scarpate colle foglie, collo stelo e colle radici; perocchè le foglie e lo stelo impediscono lo scolo troppo rapido delle acque piovane e fanno sentire gli effetti del gelo e del disgelo soltanto a piccole profondità; le radici, poi, quando sono sufficientemente lunghe e ramificate, servono ad impedire il distacco e scorrimento di masse voluminose di terre rammollite e disaggregate.

Egli quindi preferisce le piante a radici profonde, e impiega le graminacee solo quando la stagione troppo avanzata farebbe dubitare lo sviluppo delle altre piante, o quando vi è urgenza di proteggere le scarpate.

Ma sulla opportunità di piantumare le scarpate con alberi ed arbusti, diverse sono le opinioni dei costruttori.

In Francia ed in Italia la piantagione è molto usata, più di rado in Germania, e pochissimo in Inghilterra, poichè quivi si ammette che scopo precipuo della consolidazione delle scarpate sia quello di conservar le asciutte:

ciò che non si otterrebbe con la vegetazione, la quale, ad avviso di quei costruttori, impedisce la ventilazione, trattiene la nebbia e la pioggia, e quindi facilita la penetrazione delle acque nel suolo.

Non si può in fatto disconoscere il valore di tale osservazione, ma essa è collegata direttamente alle circostanze climatologiche della regione.

Si comprende benissimo infatti che in un clima umido come quello dell'Inghilterra e di parte della Germania le piantagioni debbano riuscire svantaggiose, mentre in un clima più asciutto e più caldo, come in Francia ed in Italia, possano dare buoni risultati.

Condividendo quindi pienamente le opinioni del Bruère sull'utilità delle piantagioni, facciamo rilevare che la natura delle terre, il clima e l'orientazione delle scarpate devono regolare la scelta delle piante; e che in massima deve darsi la preferenza a quelle dotate di radici profonde.

Le piante erbacee in generale si sviluppano rapidamente nei tagli, e volendosi ripromettere immediato effetto, sono certamente più adatte degli arbusti che si sviluppano con più difficoltà, e vegetano invece rigogliosamente nelle terre di riporto.

Fra le piante erbacee sono preferibili l'erba medica (*medicago sativa*), che riesce bene nei terreni argillosi; la graminacea (*panicum dactylon*), che vegeta in qualunque terreno, purchè smosso e non troppo secco, e che con le sue radici lunghe e serpeggianti in breve tempo riesce a legare validamente la superficie delle scarpe e ad impedire gli scoscendimenti (1).

Spesse volte però la natura del sottosuolo e l'azione dei raggi solari rendono quasi impossibile la rapida produzione dell'inerbamento, e conviene quindi ricorrere in tali casi ad opportuna scelta di arbusti e di alberi per ottenere una buona consolidazione.

L'acacia e la robinia, come arbusti, hanno dato eccellenti risultati nei terreni argillosi, poichè colle profonde radici rilegano le terre formandone quasi una massa sola.

Il salice ed il vinco hanno pure fatto buona prova nei terreni umidi.

Sulla ferrovia Friedrich-Franz nel Mecklenburg i rilevati furono piantumati con bastoni di salice con ottimo successo.

In Sicilia si sono iniziati tentativi con piantagioni di sommacco nei terreni adatti alla vegetazione del medesimo, e se i risultati saranno coronati da successo, è a ripromettersi anche un notevole vantaggio finanziario; hanno dato però splendidi risultati le piantagioni di acacia e di *eucalyptus*.

Devesi quindi in tutti i modi propugnare la seminazione e piantagione delle scarpate delle trincee e dei rilevati facili a scoscendere; non devesi poi assolutamente trascurarla quando si è eseguito un consolidamento.

Nei terreni dove esistono o possono verificarsi grandi franamenti, oltre la piantagione delle scarpate sarebbe da promuoversi l'*imboschimento* impedendo il dissodamento a norma delle vigenti leggi, in modo da formare un bosco ceduo, i cui tagli si dovrebbero succedere in età poco avanzata, cioè da 10 a 12 anni.

Riteniamo fermamente che l'*imboschimento* è il mezzo più adatto per ottenere il consolidamento delle frane estesissime, al quale scopo gli ordinari processi sarebbero o inefficaci o costosissimi; ma pur troppo tale pratica è raramente seguita, forse per le difficoltà cui va incontro.

Certamente l'*imboschimento* sarà efficace, ma dopo pa-

(1) In questi ultimi tempi è stato sperimentato con successo, per le piantagioni delle scarpate, il *latyrus silvestris* che appartiene alla famiglia delle graminacee e costituisce un eccellente foraggio.

recchi anni; quindi nell'inizio non si potrebbero trascurare gli ordinari mezzi in vicinanza del sito attraversato dalla ferrovia per ottenere subito la stabilità della sede stradale; però l'economia sensibile ed i benefici effetti che dal medesimo si ricaverrebbero, dovrebbero incitare opportuni e più estesi studi al riguardo (1).

Consolidamento dei corsi d'acqua. — I mezzi adoperati per evitare i danni derivanti alla sede stradale dalla corrosione dei burroni e dei torrenti, ossia i provvedimenti indiretti, consistono nel consolidamento dei medesimi.

È noto che la forza di erosione dell'acqua è in massima parte dipendente dalla velocità con la quale scorre, ed è ovvio che dovendosi attraversare un burrone con un rilevato è necessario stabilirvi attraverso un'opera d'arte, la quale ordinariamente ha una sezione minore di quella che l'acqua raggiunge quando scorre liberamente.

In tempi di forti piogge, dovendo le acque passare attraverso la luce ristretta, devono necessariamente acquistare maggior velocità a valle; quindi più facilmente corrodono le sponde, abbassano il letto, rammolliscono il piede dei versanti argillosi. Provocano così improvvise frane, che talvolta otturano il rivo facendone rialzare il letto, o spostano il corso in un altro senso, o creano dei ristagni d'acqua i quali alla loro volta determinano i movimenti del terreno su cui poggiano gli argini e dove sono aperte le trincee.

Ad evitare tali gravi inconvenienti non vi è altro rimedio che impedire le variazioni dell'alveo naturale del burrone o del torrente con opportune opere, cioè: con rivestimenti parziali o continui delle sponde, con briglie o catene disposte a conveniente distanza lungo il corso e nei siti più minacciati.

Non è qui il caso di discutere i vari sistemi di briglie adottate, giacchè ne sono state costruite di diverse forme; soltanto faremo notare che il tipo il quale ha dato migliori risultati è quello a pozzetto.

Soggiungiamo infine che il consolidamento di un corso d'acqua va studiato con molta accortezza per non incorrere in ispezie inutili; e che il medesimo, quando si ha dubbio che il versante del burrone è collegato ad un movimento estesissimo, deve intraprendersi soltanto dopo di avere frenato il movimento stesso.

§ 2. — LAVORI DI CONSOLIDAMENTO PROPRIAMENTE DETTI.

Consolidamento con sostegni. — Le opere di sostegno, state adottate per impedire i movimenti franosi, sono di due specie: in muratura ed in terra pigiata; e lo scopo principale del loro impiego è stato quello di opporre la loro inerzia all'azione spingente della gravità.

Sostegni in muratura. — Le opere di sostegno proposte dal Collin e dallo Chaperon ebbero larghissima applicazione nelle costruzioni ferroviarie pel consolidamento delle scarpate delle trincee e dei rilevati nei terreni franosi, specialmente in quelli argillosi.

Si adoperano infatti una infinita varietà di forme di sostegni in muratura, quali p. e.: i muri con archi di scarico, con gradinate, con speroni; a sezione rettangolare, trapezia, curvilinea, ecc., costruiti in muratura a secco od in malta.

Nelle prime costruzioni delle ferrovie italiane, e specialmente di quelle dell'interno della Sicilia, dove per la natura eminentemente argillosa dei terreni si svilupparono

imponenti frane, si fece largo uso dei muri di sostegno, ma i risultati furono pur troppo sconcertanti.

Nel tronco da Montemaggiore a Lercara, per contrastare le spinte di enormi masse in movimento, si costruirono muri in malta idraulica di considerevole spessore e con fondazione sul terreno stabile.

Non ostante le murature siano state eseguite con molta cura, i muri furono quasi dappertutto rotti e spostati dalle frane in modo tale da compromettere la sicurezza dell'esercizio.

Le ingenti spese fatte per tali costruzioni, l'importanza e la novità del caso richiamarono a quell'epoca l'attenzione del Governo, che mandò sul luogo, nel 1875, una Commissione composta di due illustri ingegneri, Siben, Direttore delle Ferrovie Liguri, ed Imperatori, Ispettore del Genio civile, per esaminare lo stato di quelle costruzioni e proporre i rimedi.

La Commissione nella sua Relazione (1) proponeva la completa abolizione dei muri di sostegno, giudicandoli inadatti allo scopo cui erano diretti, perchè tali risultavano dall'attenta osservazione dei fatti che avevano provocato la loro rottura in relazione alle cause che producevano i grandi movimenti franosi.

Indicando infatti quale causa precipua di questi movimenti le acque sotterranee, che bisognava espellere nel fine di aumentare la coesione e l'attrito della massa spingente, deduceva in modo indiscutibile: che le masse murarie formando dighe impedivano il passaggio delle acque, le quali accumulandosi dietro il muro rammollivano e deterioravano il terreno dietrostante; che per tale fatto necessariamente doveva fallire l'intento di ristabilire coi muri l'equilibrio delle masse, le quali, anche quando non avessero rotti i medesimi, continuamente rammollite dalla presenza delle acque, avrebbero finito per sorpassare il ciglio e precipitarsi nella via; che, anche quando ciò non si fosse verificato, in un periodo più lungo le acque stesse a poco a poco si sarebbero infiltrate fin sotto la fondazione, avrebbero lubrificato l'argilla sottostante alla medesima e quindi il muro doveva senza ragione apparente rovinare improvvisamente e trascinare dietro di sé il terreno che doveva sostenere.

Suggeriva quindi di abbandonare del tutto l'impiego dei muri all'accennato scopo, sia nei rilevati che nelle trincee; e proponeva invece di raccogliere e smaltire le acque di filtrazione, causa principale dei danni, con opportuni prosciugamenti.

Quella competente Commissione dava così razionale indirizzo ai lavori di consolidamento delle linee siciliane; ed infatti i criteri direttivi da essa suggeriti, applicati per ristabilire l'equilibrio delle frane di gran mole, furono coronati da un felice successo: di ciò va tributata la dovuta lode a quella Commissione.

Si presentano tuttavia nella pratica casi di terreni in frana nei quali però è necessario ricorrere ai muri di sostegno sia per evitare fortissimi movimenti di terra, come p. e. nel praticare l'approccio delle gallerie, sia per mantenere una strada od altri edifici ed opere preesistenti.

In questi casi però il costruttore non deve affidarsi soltanto al muro di sostegno, ma vi associerà opportuni prosciugamenti che valgano ad espellere le acque di filtrazione: senza di ciò correrà il rischio di vedere fra un periodo più o meno lungo di tempo, rotta e dissestata l'opera costruita con rilevante spesa, e non meno grave sarà quella che occorrerà poi per rimediare al danno avvenuto.

I danni recentemente sofferti dai muri delle trincee Corneda, Menarolo e Filattiera nella linea Parma-Spezia (tronco

(1) Alcune pregevoli notizie sulla utilità dello imboscamento pel consolidamento delle frane furono raccolte dall'ingegnere GAETANO TENORE, *Consolidamento delle rocce franabili e processi grafici geologici di progetti stradali.* — *Atti del R. Istituto d'incoraggiamento di Napoli*, vol. III, N. 2, 1890.

(1) SIBEN ed IMPERATORI, *Relazione sulla visita d'ispezione ai lavori delle Ferrovie Sicule.* — Roma, giugno 1875.

Spezia-Pontremoli), e le costose riparazioni praticatevi, confermarono in modo indiscutibile la verità di quanto abbiamo esposto; e poichè l'associazione dei sostegni alle fognature conduce al sistema misto, esporremo parecchi casi pratici quando ci occuperemo di questo sistema.

Nelle strade ordinarie i muri di sostegno pel consolidamento di frane sono ancora in grande uso ed ordinariamente dietro di essi viene costruito un diaframma di muratura a secco nello scopo di raccogliere l'acqua di filtrazione. Muri così costruiti però non hanno mancato di rovinare; dovrebbero quindi evitarsi o limitarsi a casi affatto speciali, potendosi con maggior economia sostituire mezzi più adatti, cui accenneremo fra breve.

Sostegni in terra. — Il merito di avere escogitato i sostegni in terra pigiata contro il movimento di massa delle trincee e dei terrapieni spetta al Bruère; il quale, come abbiamo visto, applicò questi sostegni, detti anche *contrafforti* o *banchettoni*:

Nelle trincee, in via preventiva, per impedire gli scorrimenti di massa; ed in via repressiva, per opporre la inerzia della massa riportata alla forza spingente già esplicata;

Nei rilevati, in via preventiva, quando questi poggiavano su terreni molto inclinati, e contro i temibili scorrimenti del sottosuolo e scoscendimenti delle scarpate; ed in via repressiva, contro tutti i guasti ed i movimenti cui danno luogo i rilevati, fatta eccezione pel cedimento del sottosuolo nel qual caso soltanto ricorre ai prosciugamenti.

Secondo l'Oliveri, il Bruère ha il torto di volere generalizzare i suoi sistemi a tutti i casi di scorrimento, e di escludere e combattere con molta passione le fognature; che ammette, come abbiamo accennato, in via eccezionale nel solo caso dei terreni compressibili sotto il peso di un riporto.

Il Bruère, a dire dell'Oliveri, spiega i suoi principii contro le fognature nella critica che fa ai drenaggi superficiali proposti da qualche autore, ed alle fogne Daigremont; negando a quelli la virtù di raccogliere le filtrazioni, e contestando a questi il principio che prosciughino lo spazio di terreno interposto fra la superficie della scarpa e la fogna.

Egli infatti ripone completa fiducia nelle pietraie e nei contrafforti in terra pigiata, e così conclude il suo pregevole lavoro:

« Notre système, tel que nous le présentons, est applicable dans tous les cas puisqu'il repose sur un principe (1) qui resume ceux qui servent de base à tous les autres systèmes connus.

« Quant à la valeur de nos procédés, nous la croyons suffisamment prouvée par des faits nombreux et incontestables, et nous pouvons assurer que n'avons plus maintenant d'autre préoccupation que celle de chercher à les perfectionner et à les simplifier ».

Invece l'Oliveri propugna, come mezzo di consolidamento delle frane estese e dovute al trapelamento delle sorgive, l'applicazione delle fognature, e così conclude nella difesa che fa delle medesime:

« Per altra parte giudichiamo insufficiente a contrastarsi lo scorrimento della falda a monte d'una trincea, da una massa pigiata, la quale col relativo impietramento non

(1) Il principio fondamentale su cui il Bruère basa i suoi sistemi di consolidamento è quello generalmente ora ammesso, cioè: che vi è stabilità quando la risultante delle due forze, coesione ed attrito, è superiore alla gravità; e vi è movimento nel caso contrario.

Tale principio, applicato ai terreni, meglio può esprimersi così:

I terreni saranno in istato di equilibrio, qualunque sia la loro natura e la disposizione dei differenti strati, tutte le volte che la coesione e l'attrito danno luogo ad una forza più grande dell'azione della gravità; saranno in movimento quando quest'ultima forza vincerà le due altre.

» interrompa il passaggio delle sorgive in tutta la profondità di terreno impermeabile; e quando impietramento e contrafforte basassero sulla stratificazione compatta, sarebbe tuttavia utile ed economica l'associazione delle fogne al consolidamento della frana.

« Siamo egualmente persuasi che il contrafforte di terra pigiata applicato a valle dei rilevati, in cui il sottosuolo argilloso è attraversato da sorgive, non sia un consolidamento completo: più che tutto non toglie la causa di compressibilità e deterioramento del suolo e del sottosuolo nella sede stradale.

« Come mezzi preventivi riteniamo utili i contrafforti in ristretto numero di casi nei rilevati e trincee, ma siamo per ricorrere ad essi il più delle volte, in cui si tratti di ricostruire le scarpate scoscese.

« Li adoperiamo raramente nel trattamento radicale, ma molto spesso in via ausiliaria.

« E dopo tutto siamo lontani dall'ammettere dai medesimi il punto esclusivo di partenza di un sistema razionale di consolidamento delle terre franose ».

In sostanza quindi l'Oliveri demolisce completamente l'opera del Bruère, frutto di molte esperienze convalidate da lavori ben riusciti; e mentre egli gli rimprovera di combattere con molta passione le fognature, cade nello stesso inconveniente di combattere ad oltranza i contrafforti in terra pigiata.

Ed in questo egli ha maggior torto del Bruère, perchè questi basava il suo giudizio sulle fognature in dipendenza dei risultati ottenuti coi drenaggi superficiali e colle fogne Daigremont, i quali mezzi, pur troppo, non corrisposero alla generale aspettativa dei costruttori. Basta leggere la critica spassionata che fa di questi sistemi per convincersi della ragionevolezza delle conclusioni cui arriva, cioè: che le acque di filtrazione hanno tendenza a traversare sia il banco di materie permeabili, sia i letti superiori di terra pigiata per portarsi alla superficie della scarpata, anzichè discendere al fondo del drenaggio; che se le terre di riempimento del drenaggio stesso sono pigiate a strati, le acque seguiranno la direzione di questi strati ed arriveranno ancora alla superficie della scarpata; che in caso contrario ridurranno in melma queste terre di riempimento, producendo l'ingorgo dei tubi di drenaggio e la completa inutilità del medesimo.

A noi, del resto, non sembra che il Bruère sia in modo assoluto contrario alle fognature con impietramenti, come vorrebbe sostenere l'Oliveri; giacchè in fatto così si esprime parlando dei consolidamenti delle trincee con piani di scorrimento:

« On arrive très bien à ce resultat en construisant à la surface des talus un contre-fort en terres pilonnées dont la base est inférieure au glacis, et que l'on met à l'abri de l'humidité au moyen d'un empierrement qui sert en même temps à l'assainissement des terres sur toute sa hauteur ».

E più sotto:

« Quoique l'empierrement ne soit destiné qu'à l'assainissement des terres, il est bon cependant de le construire avec assez de soin, de manière qu'il forme en quelque sorte un mur en pierre sèche avec un'espece de parement du côté des terres pilonnées ».

Il Bruère quindi riconosce nei soliti impietramenti la proprietà di prosciugare il terreno, ma non ne potè provare completamente la loro efficacia, perchè non ebbe campo di fare esperimenti, preoccupato come era di constatare il successo dei contrafforti di terra pigiata, che, come abbiamo già detto, adoperò sia in via preventiva che in via repressiva.

Nella pregevole opera dell'Oliveri non abbiamo potuto

rintracciare in modo concreto le ragioni per le quali egli è condotto a concludere che i contrafforti non possono essere un sistema razionale di consolidamento; nè ci sembra che il principio ammesso da lui, di ritenere il più delle volte necessario risalire alla causa del danno e combatterla con prosciugamenti indipendenti dalla massa pigiata, pur mettendo questa a profitto nella sede stradale o presso (2), sia sufficiente per escludere e condannare un sistema che ha fatto ottima prova.

Infatti, nell'epoca in cui scriveva l'Oliveri, erano state fatte esperienze su vasta scala lungo la ferrovia Ionio-Potenza del sistema dei banchettoni con diaframma a secco, o senza, quando venivano utilizzate materie ghiaiose; tanto che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con voto del 23 dicembre 1880, considerato l'incontestabile successo ottenuto su quella linea, ed il fatto, già assodato, che non si comprometteva in nessun modo l'efficacia dei banchettoni stessi col sopprimere il diaframma a secco o muro filtro salvo per un metro di altezza su canaletta, ed anche gli speroni a secco, purchè le materie di formazione fossero di natura ghiaiosa e regolarmente funzionasse il cunicolo sottostante per smaltire sempre le acque allacciate in modo continuo, prescriveva per il consolidamento del rilevato km. 67 + 650 della linea Palermo-Porto Empedocle la soppressione dei diaframmi e degli speroni.

Dopo ciò non crediamo che sia il caso di illustrare ulteriormente il principio sul quale il Bruère basa il suo sistema di consolidamento coi contrafforti di terra pigiata e la bontà del sistema stesso, giacchè riteniamo che tutti gli ingegneri che si sono occupati di simili lavori abbiano certamente studiato la sua importante opera.

Soltanto a confermare in ciò la fiducia dei costruttori, riteniamo doveroso riportare alcuni importanti casi di consolidamenti eseguiti recentemente con contrafforti sulla linea Parma-Spezia, la buona riuscita dei quali deve dissipare ogni dubbio sulla validità dei medesimi.

Consolidamento della trincea Menarola fra le progressive
 $\frac{26 + 577}{26 + 670}$ da Spezia (Tav. IX, fig. 1, 2 e 3). —

Questa trincea, aperta in terreno argilloso, era stata consolidata con un robusto muro di sostegno, il quale poco dopo costruito apparve subito insufficiente a contrastare la spinta delle sovrastanti masse argillose disturbate nel loro equilibrio dal taglio; ed infatti in breve tempo fu talmente danneggiato da minacciare prossima rovina, con grave pericolo dell'esercizio.

Dagli assaggi praticati risultò che il terreno sconvolto ed in movimento si estendeva poco al disotto del piano di piattaforma.

Si demolì quindi il muro fino a poca altezza dalla medesima, sbancando di conseguenza le terre che esso sosteneva, e dietro fu impiantato un robusto banchettone o contrafforte, costituito di materie ghiaiose, di cui disponevasi in vicinanza.

L'opera fu divisa in tre tratte nel fine di far seguire, al più presto possibile, allo scavo d'insediamento la costruzione del banchettone.

Si cominciò quindi il lavoro prima dalle parti laterali e poi dall'intermedia, suddividendo il banchettone che costruivasi con diaframmi di muratura a secco, destinati unicamente a sostenere la ghiaia, mentre lateralmente proseguivasi lo scavo.

Il consolidamento così praticato ha dato eccellente risultato.

Consolidamento della trincea di approccio dell'imbocco Nord della galleria Santo Stefano fra le progressive
 $\frac{12 + 943}{13 + 012}$ da Spezia (Tav. IX, fig. 4). — Anche in questa

trincea, per contrastare le spinte prodotte dalla natura frangosa del terreno, si era costruito un muro di sostegno con grosso spessore; ma poco dopo aperta la linea all'esercizio, si manifestarono in esso fortissime lesioni e spostamenti.

Dagli assaggi praticati risultò che inferiormente alla quota di fondazione del muro esisteva un piano di scorrimento.

Anche in questo caso si pensò di ricorrere al contrafforte; ma sia per l'esistenza della strada nazionale a monte, che non permetteva alcun sbancamento, sia per la profondità considerevole del piano di scorrimento, che non avrebbe permesso di sostenere in qualunque modo lo scavo per l'insediamento, non fu possibile impiantare il banchettone stesso a tergo del muro; quindi si prese il savio partito di eseguire il detto banchettone davanti al muro, scavando la piattaforma stradale e sostituendo al terreno argilloso altrettanta ghiaia.

Il lavoro presentò gravissime difficoltà, perchè dovette eseguirsi senza sospendere l'esercizio, raggiungendo cogli scavi la profondità massima di m. 8,00 sotto il piano del ferro.

Queste difficoltà furono felicemente superate dividendo il lavoro a tratte di sei o sette metri, costruendo il banchettone per tratte saltuarie, interponendo dei diaframmi a secco, i quali, oltre a sostenere la ghiaia, formavano altrettanti punti di contrasto alla fondazione del muro esistente ed offrivano un solido appoggio alle armature degli scavi.

Il passaggio dei treni, durante i lavori, fu assicurato sostenendo il binario in corrispondenza degli scavi con robusto castelletto (impalcatura) in legname, che trasportavasi in corrispondenza o superiormente alle tratte ove era in corso di esecuzione lo scavo e la formazione del banchettone.

Il lavoro diede ottimo risultato e merita speciale encomio.

Consolidamento della trincea Cornuda fra le progressive
 $\frac{25 + 729}{25 + 774}$ da Spezia (Tav. IX, fig. 5). — La frana svi-

luppata in questa trincea aperta in terreno argilloso interessava anche la nazionale esistente a monte.

Fu anch'essa consolidata con un robusto contrafforte formato di materie ghiaiose come è indicato nella fig. 5.

Consolidamento della frana di Citerna fra le progressive
 $\frac{41 + 435}{41 + 635}$ da Parma (Tav. IX, fig. 6 e 7). — Su

questo consolidamento la Direzione Tecnica Governativa della linea Parma-Spezia riferisce quanto appresso:

« Una delle maggiori frane che si dovette attraversare fu quella presso la Stazione di Citerna.

« La linea doveva necessariamente mantenersi sulla sponda destra del fiume Taro e precisamente di fronte alla frana Citerna ne esiste un'altra importantissima, detta di Oriano, la quale nel 1871 aveva trascinato a rovina un intero paese e che non sarebbesi potuto altrimenti evitare.

« Si pensò dapprima di circondarla al piede con un lungo viadotto a travate metalliche; in seguito di internarsi disotto di essa con una galleria sotterranea; ben presto le osservazioni geognostiche e le gravi difficoltà, che l'esperienza di altre opere consimili, addimostrano sussistere, fecero sorgere gravi dubbi circa l'attendibilità di tali progetti.

« La galleria sotterranea sarebbe stata totalmente im-

(1) BRUÈRE, opera citata, pagina 188 e seguenti.

(2) OLIVERI, opera citata, pagina 112.

mersa nelle argille fluide della frana la quale aveva una estensione di 2 km. circa ed indubbiamente avrebbe dovuto essere trascinata nel suo movimento, tuttavolta non si fosse provveduto con opere di fasciamento al piede, adatte a ristabilirne l'equilibrio.

« Il viadotto metallico, sia che fosse stato eseguito a più luci, sia ad una luce unica di metri 150 di ampiezza, come anche proposto, non avendo disponibile un forte dislivello fra il piano del ferro ed il greto del fiume, sarebbe stato in breve tempo ostruito dalle argille, che forse anche avrebbero trascinato a ruina i sostegni delle travate.

« D'altra parte mediante numerosi pozzi di assaggio praticati lungo l'asse della ferrovia nell'anno 1885, si era acquistata la certezza, che in corrispondenza della sede ferroviaria lo spessore dello strato delle argille aveva una limitata profondità, e che desse si erano riversate sull'intero greto del fiume Taro: i detti pozzi infatti penetrarono per circa due metri nelle ghiaie alluvionali le quali trovavansi a preciso livello con quello apparente del greto attuale.

« Si decise allora di adottare la costruzione del banchettone in ghiaia rappresentato dalla fig. 6, Tav. IX.

« Scavato il piede della frana per una rientranza media di circa metri 20 dall'asse della ferrovia, e ad una profondità tale da mettere allo scoperto le ghiaie alluvionali, vi si costruì con materie estratte da cave di prestito, aperte nel mezzo dell'alveo del Taro, il detto banchettone nell'intendimento che si dovesse ad un tempo contrastare al movimento della frana, e formare la piattaforma stradale.

« Tutto il detto banchettone venne munito dalla parte verso fiume di un muro di rivestimento e sostegno del tipo normale, difeso da una robusta scogliera del volume di m.c. 15 per metro corrente.

« L'esito di tale provvedimento corrispose splendidamente alle speranze concepite, in questo, che dopo la sua ultimazione non ebbero occasione di avvertire il benchè minimo spostamento nel piano stradale, e la frana che originariamente aveva un movimento pressochè normale all'asse del tracciato con una velocità di circa metri 18 all'anno, oggi giorno tende ad espandersi dalle due estremità del consolidamento occupando le vaste e capaci insenature rimaste a tergo dell'argine ferroviario, e la sua velocità è di tanto diminuita da fornire la quasi assoluta certezza, che in pochi anni si rimetterà in equilibrio.

« Tutto il movimento di materie consistette in un volume di circa 60.000 m.c. di scavo e pressochè altrettanti di rilevato con materie di prestito; cosicchè ognuno vede come non potevasi riuscire ad efficacemente risolvere un problema di tanta difficoltà con un provvedimento di questo più economico ».

Consolidamento della trincea Vizzana fra le progressive km. $\frac{33+200}{33+282}$ da Parma (Tav. X, fig. 1). — In questa trincea abbastanza profonda per evitare un forte taglio si costruì in un tratto un muro di controripa con retrostante filtro.

Al disopra del ciglio del medesimo si manifestò però lo scorrimento della massa argillosa sovrastante, impegnando nel tratto dove non venne costruito il muro la piattaforma stradale.

Fu consolidata con banchettone di materie ghiaiose, opportunamente insediato sopra piani inclinati a monte e disposti a gradoni profondamente intagliati al disotto del piano di scorrimento.

Una rete di cunette di scolo coordinate ad un collettore principale, disposto su una linea di compluvio del gradone inferiore, serve a scolare tutte le acque, che trasudano dalle

pareti dello scavo e quelle di infiltrazione che attraversano le materie ghiaiose del banchettone stesso, in modo da mantenerle costantemente asciutte.

Consolidamento della trincea presso la casa cantoniera km. $40+010$ da Parma (Tav. X, fig. 2 e 3). — Il piano di scorrimento in questa trincea, aperta anch'essa in terreno argilloso, non impegnava la sede stradale.

Fu consolidata con banchettone impiantato con le accennate disposizioni.

Consolidamento della frana di Berceto fra le progressive km. $\frac{44+746}{44+931}$ da Parma (Tav. X, fig. 4). — Per

questo consolidamento la Direzione dei lavori riferisce quanto appresso:

« In questo punto la linea, oltre ad essere alquanto alta sul greto del fiume, trovasi ad una certa distanza da questo, epperò il ricorrere ad un provvedimento radicale del genere di quello di Citerna non lo si ritenne del caso, tanto più che il terreno, quantunque costituito di argille, era dotato di un certo equilibrio, che però temevasi di profondamente turbare coll'apertura della sede stradale.

« Si cominciò col premunire il piede dalle offese del fiume, eseguendo tutto all'ingiro di esso uno dei consueti banchettoni in ghiaia a modo di opera di fasciamento; tale banchettone fu rivestito in muratura e presidiato con scogliera di massi naturali.

« In seguito si intraprese l'apertura della sovrastante trincea, per strati dell'altezza determinata dalle diverse banchine progettate nella falda a monte di essa trincea.

« Prima di cominciare lo scavo di uno strato inferiore, ultimavasi completamente il taglio della falda sovraccennata, rivestendola in ghiaia, ed eseguivasi al piede la cunetta in muratura destinata a convogliare allo estremo della trincea nella cunetta di guardia le acque di trasudamento e di infiltrazione. Cosicchè ultimato il taglio della trincea fino a raggiungere il piano di regolamento, quello trovavasi regolarmente sistemato, onde furono scongiurati tutti i pericoli di un movimento generale della massa, e non fu mestieri di provvedere ad altro che all'esecuzione di banchettoni di lieve importanza laddove in seguito si manifestarono dei rilasci parziali ».

Consolidamento della frana a tergo della casa cantoniera semplice n. 26 alla progressiva km. $26+033$ da Parma (Tav. X, fig. 5 e 6). — In questo tratto la linea doveva passare in rilevato, ma si avevano sufficienti indizi, per giudicare che quella località costituita di argille, era in frana; anzi con opportuni assaggi potè determinarsi la posizione del piano di scorrimento.

Anche in questo caso si impiantò un banchettone in ghiaia per impedire il movimento del terreno e su questo si rialzò il rilevato.

Le disposizioni adottate sono indicate nelle figure 5 e 6 della tavola X.

Consolidamento del rilevato Cadibana fra le progressive km. $\frac{43+801}{43+845}$ da Parma (Tav. X, fig. 7). — Questo rilevato era in movimento per scorrimento sul suolo di formazione.

Si consolidò con un banchettone al piede a valle disposto come è indicato nella fig. 7 della Tav. X (1).

(Continua).

(1) In tutti i lavori di consolidamento della linea Parma-Spezia i banchettoni sono stati piantumati con acacie che li preservano a meraviglia dalle corrosioni delle acque piovane.

NOTIZIE

Il miglior modo di togliere le incrostazioni nei tubi di condotta delle acque potabili. — Queste incrostazioni sono essenzialmente a base calcare, diversamente l'acqua non sarebbe potabile; quindi deve ritenere che le parti solide, ocracee, silicee od argillose che possono essere meccanicamente trascinate e poi deposte sulle pareti sono necessariamente cementate da carbonato calcareo.

Si potrà quindi sciogliere il corpo cementante, ossia il carbonato, formando una melma delle parti insolubili che con opportuno lavaggio possono essere espulse fuori meccanicamente.

Nel 1882 la Direzione territoriale del Genio di Firenze aveva derivato per gli usi del poligono di artiglieria una condotta dalla fontana principale, esistente nella piazza Guerrazzi in Cecina (condotta di ghisa: lunghezza m. 2600; diametro interno 5 cm.; portata litri 20 al minuto primo; spesa lire 25,000).

Nel marzo 1894, a motivo delle incrostazioni, la portata era ridotta a mezzo litro al l'. Nel primo tratto, fra la presa ed un sifone, lungo 600 metri (della pendenza del 3,4 per mille), il diametro interno si trovò ridotto da 5 a 2 cent., e in alcuni punti perfino ad 1 cent.

La Direzione del Genio di Firenze consultò quindi il prof. di chimica del R. Istituto pomologico di Firenze, signor Papisogli, il quale consigliò una soluzione d'acido cloridrico al 10 per cento (cioè 90 parti d'acqua e 10 di acido), perchè le soluzioni a titolo maggiore attaccano facilmente la ghisa.

Risultava così la convenienza del metodo, in vista del limitatissimo valore dell'acido (lire 13 al quintale) e si procedette all'esperimento su di un tratto di 40 metri, saldando alle due estremità due tubi di piombo che facessero capo a due tini, l'uno di imbuto di alimentazione e l'altro di ricevuata. Il liquido raccolto nella botte a valle veniva di nuovo versato in quella a monte, ripetendo l'operazione fino a che non reagisse più su pezzetti di marmo, i quali venivano usati per prova.

Per la energica reazione che nell'interno del tubo avveniva fra il carbonato calcareo e la soluzione acida, l'acido carbonico libero produceva sul liquido una pressione relativamente forte per effetto della quale il gas usciva dalla botte più elevata e le incrostazioni staccate in piccoli pezzi dalla parete del tubo venivano con violenza trascinata dal liquido e riversate nella botte inferiore, di dove erano sollecitamente separate dal liquido, perchè questo, continuandosi la reazione, non si impoverisse dell'acido.

Con 800 chilogrammi di soluzione acida (al succennato titolo del 10 per cento) passati più volte nel tratto di 40 metri di tubulatura, si ottenne la completa ripulitura in otto ore.

Epperò la circostanza verificatasi nell'esperimento pratico sul luogo che le incrostazioni staccavansi a pezzi fu causa di un risultato economico più soddisfacente di quello previsto dall'esperimento di gabinetto, perchè la pulitura del condotto risultò potersi ottenere con soli Chg. 2 di acido cloridrico, a vece di 5, per ogni metro corrente di tubo.

Il lavoro venne poi proseguito direttamente dal personale della Direzione, per tratti di condotto aventi lunghezze crescenti da 100 a 200 metri, man mano che gli operai acquistavano pratica.

Naturalmente, crescendo la lunghezza del tratto di tubo, aumentava la differenza di livello fra le estremità e si rendeva quindi necessario di abbassare la botte a monte e di alzare quella a valle con apposita impalcata, in modo che la differenza di livello fra le due botti rimanesse quella che l'esperienza aveva dimostrato la più conveniente.

In conclusione, la spesa per la completa pulitura di 600 m. di condotta di ghisa del diametro interno di cm. 5 è stata la seguente:

Chg. 1200 di acido cloridrico dato sopra luogo a L. 0,15	L. 180,00
48 giornate di operai a L. 2	» 96,00
14 giornate di stagaio a L. 4	» 56,00
Acquisto di botti, tubi di piombo, ecc.	» 171,10

Totale L. 503,10

Tenendo però conto del valore del materiale rimasto in proprietà dell'Amministrazione (24 damigiane, due botti, tubi di piombo, ecc.) la spesa effettiva per la pulitura dei 600 metri di tubatura può ritenersi limitata a L. 300, corrispondente a L. 0,50 al metro lineare.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

BIBLIOGRAFIA

Bau, Betrieb und Verwaltung der natürlichen und künstlichen Wasserstrassen auf den internationalen Binnenschiffahrts-Congressen in den Jahren 1885 bis 1894. Relazione di ALFREDO WEBER RITTER VON EBENHOF, k. k. Ober-Baurath, per incarico del Regio Imperiale Ministero dell'Interno. — Volume di pagine 447, con 2 tavole e 229 figure nel testo. Vienna, 1895.

L'utilità dei Congressi è ormai generalmente riconosciuta; essi, oltre ai vantaggi d'ordine generale che producono, obbligano a ricercare le questioni che hanno maggior bisogno di studio e che ancora aspettano una soluzione conveniente; per essi vengono le medesime in prece-

denza preparate e dilucidate da specialisti competenti; sottoposte poi alla discussione di tanti uomini illustri, che partecipano ai Congressi, si chiariscono, si approfondiscono, e, mediante lo scambio reciproco delle opinioni, finiscono per arrivare ad una conclusione, che è generalmente la migliore e la più opportuna, o per indicare, quando occorre, nuove esperienze, studi e ricerche da farsi per meglio elucidare le medesime. I Congressi offrono inoltre occasione ad uomini fra loro estranei, e che pure seguono nella loro attività lo stesso cammino, di conoscersi e di lavorare uniti, coadiuvandosi a vicenda.

Non tutti però possono prendere parte ai Congressi; i documenti relativi, atti, verbali di discussione, ecc., vengono distribuiti ai soli membri, quindi è ristretta la cerchia a cui arrivano, e le decisioni restano in tal modo sottratte al gran pubblico. Egli è perciò necessario di dare alle medesime una larga estensione. Questo noi ci eravamo proposti di fare per vari Congressi internazionali di navigazione interna tenutisi nell'ultimo decennio ed ai quali partecipammo; ma distratti da altre occupazioni, ci fu impossibile di attuare tale proposito. Ora questo venne appunto fatto dall'illustre idraulico A. Weber Ritter von Ebenhof, nell'opera sopra annunciata: « Costruzione, esercizio ed amministrazione dei fiumi navigabili e canali nei Congressi internazionali di navigazione interna negli anni 1885-1894 », e noi ci compiaciamo di richiamare l'attenzione dei Colleghi italiani sopra quest'opera, di un'importanza veramente grandissima, e per la natura degli argomenti trattati, e per le decisioni riportate, dovute ad uomini tutti specialisti nei medesimi, e per la rara competenza del suo Autore, il quale, oltre alla propria esperienza e alla profonda conoscenza che ha della materia, si trova di aver assistito alla maggior parte dei Congressi suddetti.

Anche il momento per scrivere un'opera così sintetica è stato opportunamente scelto; dopo cioè che già sei Congressi hanno avuto luogo, e che perciò un materiale enorme è reso disponibile, e che i germi messi dai primi Congressi hanno avuto agio di svilupparsi e di dare dei frutti negli ultimi. Il libro del signor Weber tutti li riassume, e mette in grado i cultori degli studi idraulici, di dominare lo stato attuale della scienza in questo campo, di orientarsi con facilità e quindi di accingersi all'esame di qualunque questione del ramo, anche delle più importanti, tenendo conto di tutte le conquiste già fatte, e non in un paese solo, ma in quasi tutti gli Stati civili del mondo. Esso contiene un corredo di dati e risultati tecnici che non troverebbersi riunito in alcun altro libro, poichè in parte sono sparsi, come già si disse, nei vari atti e nelle diverse pubblicazioni dei singoli Congressi, e in parte sono il risultato di considerazioni, studi e discussioni fatte da un gruppo di uomini illustri e competentissimi, in presenza delle molteplici costruzioni idrauliche da essi appunto visitate. Con una simile ricchezza di cognizioni l'ingegnere idraulico si trova così preparato e in grado di farne le opportune applicazioni ai casi particolari della sua pratica, apportandovi quelle modificazioni, che le circostanze locali possono e devono necessariamente richiedere.

L'Autore, nel trattare i singoli argomenti, ha saputo conservare una giusta misura, proporzionando l'estensione del suo dire all'importanza che ai medesimi hanno attribuito i Congressi stessi. Era naturale che nei primi si fosse proceduto con qualche esitazione, dipendente in parte dalla novità della cosa, e in parte anche dalle questioni trattate, le quali richiedevano di essere poste e discusse e poi studiate; il che si poteva fare negli intervalli fra l'uno e l'altro Congresso; così andarono sempre assumendo uno sviluppo maggiore, e la trattazione segue nel libro di Weber questo andamento, si mantiene alquanto sulle generalità nei primi Congressi, e si allarga sempre più nei successivi.

Se noi volessimo esaminare anche solo sommariamente l'opera di Weber, avremmo bisogno di molto maggior spazio che non ci è concesso in questo periodico, per cui dobbiamo limitarci a riassumere le materie trattate, accennando alle questioni svolte, onde mettere il lettore in grado di giudicare della somma importanza del libro e dell'utilità che egli può ricavarne, incoraggiandolo così allo studio del medesimo.

* *

L'opera è divisa in sei parti, ciascuna delle quali è dedicata ad uno dei sei Congressi; alcuni cenni preliminari predispongono il lettore, con una breve esposizione dello sviluppo dei corsi d'acqua navigabili e dei canali in Europa, e con l'accennare all'origine dei Congressi.

Benchè la costruzione dei canali si possa far risalire fino ai Romani, deve ritenere che i primi veri canali si eseguirono nei Paesi Bassi e in Italia; da noi si inventarono fino dal XIII secolo i sostegni, che la Francia per prima utilizzò nell'attraversamento di importanti spartiacque. Le ferrovie arrestarono per qualche tempo lo sviluppo dei canali, ma si fece presto e vittoriosamente strada la convinzione, che navigazione e ferrovie costituiscono mezzi di trasporto, non già in concorrenza fra loro, ma che reciprocamente si sussidiano e si completano.

La prima idea dei Congressi per la navigazione interna deve all'ingegnere A. Gobert, il quale colla sua attività riuscì ad ottenere che il Re dei Belgi Leopoldo II, con decreto del 26 marzo 1885, stabilisse il primo Congresso in Brüssel.

L'Autore in ciascuna parte del suo libro comincia dall'esporre i preliminari del Congresso di cui tratta, poi esamina le singole questioni al medesimo sottoposte, riassume le discussioni e le deliberazioni prese, e finalmente riferisce intorno alle opere visitate, descrivendole nei loro particolari più importanti, ed accennando alle considerazioni critiche che hanno provocato nei membri visitatori.

Nella prima parte, dedicata al Congresso di Brüssel, che ebbe luogo dal 25 al 30 maggio 1885, manca quest'ultimo accenno, probabilmente perchè l'Autore non partecipò alle visite fatte, che furono diverse e interessantissime.

Le questioni sottoposte a questo primo Congresso si dividono in due categorie, amministrative e tecniche; sono però così numerose che nel breve spazio disponibile non poterono venire tutte discusse; ed anche quelle esaminate lo furono in modo incompleto. Ciò dipese anche dalla novità della cosa, dal gran numero dei membri accorsi, dall'entusiasmo che tutti vi avevano apportato e dalla mancanza di elementi direttivi adatti; perciò l'importanza di questa prima riunione consiste nell'aver messo la prima pietra di un edificio, che i Congressi successivi dovevano innalzare, e nell'aver indicato le questioni che offrivano un maggiore interesse internazionale e che richiedevano ulteriore studio.

Nel campo amministrativo le questioni d'indole generale rimasero senza soluzione; nel campo tecnico si perdettero di vista gli argomenti proposti per dilungarsi in particolari di costruzione, interessantissimi sì, ma che non possono fare oggetto di un Congresso internazionale.

* *

Il secondo Congresso ebbe luogo nel giugno del 1886 in Vienna, sotto il protettorato del Principe ereditario arciduca Rodolfo. La Commissione ordinatrice, per evitare gli scogli contro i quali si era urtato il primo Congresso, limitò il numero delle questioni a quattro sole, di interesse generale, escludendo a disegno quelle che potevano avere un'importanza speciale per l'Austria, e che avrebbero quindi potuto suscitare discussioni di partito, alle quali gli stranieri difficilmente si sarebbero interessati; e incaricò eminenti specialisti di riferire su ciascuna di esse, predisponendo in tal modo la materia per una proficua discussione in seno al Congresso.

Le questioni esaminate sono le seguenti:

1. Importanza economica dei corsi d'acqua navigabili;
2. Sezione-tipo pei canali e dimensioni dei manufatti che vi occorrono;
3. Organizzazione dell'esercizio della navigazione interna.

La quarta questione « Utilità dei canali marittimi » fu rinviata al successivo Congresso.

L'Autore nel suo libro riassume per ogni questione le Relazioni relative, le discussioni cui diedero luogo e le risoluzioni del Congresso.

Relativamente alla prima il Congresso fu di avviso che l'importanza economica dei canali è così grande pel commercio, che la loro costruzione è da consigliarsi anche nei paesi dove già esistono ferrovie, e con dimensioni e apparecchi di esercizio tali, da poter soddisfare ai bisogni moderni del traffico.

La seconda questione doveva necessariamente suscitare una lotta in seno al Congresso, e, in previsione della medesima, la trattazione preliminare era stata affidata dalla Commissione ordinatrice, molto saggiamente, a due eminenti campioni dei due diversi partiti: al prof. Holtz, delegato francese, e al prof. Schlichting, presidente della Società per l'incremento della navigazione interna tedesca. L'uno si sforzò di difendere la pratica seguita in Francia, dove già da molti anni esiste una rete assai estesa di canali con piccole dimensioni; l'altro fece omaggio alla idea prevalente in Germania e nell'Europa Occidentale, di assegnare ai canali le maggiori dimensioni possibili per metterli in grado di soddisfare economicamente ad un traffico grandioso. La lotta fu combattuta con argomenti di grande valore da ambe le parti, e sebbene tutti i Francesi si siano schierati in favore del prof. Holtz, coadiuvandolo nella discussione con ragioni assai interessanti, la vittoria rimase ai Tedeschi, specialmente in considerazione che anche nei canali si dovesse ammettere la navigazione a vapore, il che non è possibile, adottando le dimensioni dei canali francesi. Il Congresso stabilì quindi le dimensioni minime seguenti:

Rapporto della sezione sommersa (di m. 1,75) di un	
legno per rispetto al perimetro bagnato del canale	1 : 4
Profondità normale nelle tratte aperte	m. 2 —
Larghezza al fondo nelle tratte aperte e rettilinee »	16 —
Larghezza al fondo nelle tratte per un sol legno	7,50
Altezza libera sotto i ponti e nelle gallerie dal livello dell'acqua	» 4,50
Nei sostegni { Lunghezza utile	» 57,50
{ Profondità ai portoni	» 2,50
{ Luce libera ai portoni	» 7 —

Anche per la terza questione i due Relatori furono di avviso contrario; l'uno sostenne doversi monopolizzare la navigazione, l'altro invece reclamò per essa la maggior libertà possibile. Il Congresso fu d'avviso che, senza intralciare l'industria privata nella navigazione, si doveva provvedere ad un'organizzazione del servizio di trazione, e

stabilì una serie di disposizioni, la cui attuazione sarà di grande utilità alla navigazione in genere, sia essa organizzata, sia libera.

Esauriti gli argomenti discussi nel Congresso, Weber dedica il nono capitolo della sua opera, alla descrizione dei lavori visitati dai membri del Congresso, nella escursione sul Danubio da Linz fino alle Porte di ferro, e nelle vicinanze di Vienna; le varie correzioni di questo gran fiume, che costituisce una delle arterie più importanti d'Europa, offrono una quantità di particolari degni di studio, e dimostrano, che gli ingegneri austriaci, sebbene non avessero ancora costruiti grandi canali, nel campo idraulico non sono da meno da quello che si erano mostrati nella costruzione delle difficili ferrovie alpine, quali il Brenner, il Semmering e l'Arlberg.

Prendendo occasione dalla gita suddetta, Weber descrive la correzione delle rapide presso Grein, quella del Danubio presso Vienna; poi le sistemazioni dalla confluenza dell'Isper fino a Nussdorf, e da Fischamend fino a Theben, la regolarizzazione del Danubio nell'Ungheria, e finalmente i lavori, ormai di fama mondiale, alle Porte di ferro. L'importanza di questi ultimi è così grande, che già i Romani vi si erano accinti, ed una lapide (Tabula Traiana) ivi apposta conserva tutt'ora la memoria di così difficile intrapresa. L'esposizione di Weber è sobria, ma completa, corredata da numerose incisioni che rappresentano le particolarità di maggior interesse.

* *

Il Congresso di Vienna, restringendo l'opera sua a poche questioni, ma fondamentali e di massima, ha, per così dire, tracciata e resa sicura la via per la continuazione dei lavori abbozzati nel primo Congresso e che ora nei successivi vedremo prendere forma e ingigantire. Già nel terzo, tenutosi in Francoforte sul Meno nell'agosto del 1888, sotto il patronato dell'Imperatore di Germania Guglielmo II, le discussioni seguite e le deliberazioni prese furono importantissime. Le questioni poste erano sei. E per l'esame delle medesime si costituirono tre Sezioni, a ciascuna delle quali si assegnarono due questioni.

Noi non possiamo seguire l'Autore nell'esposizione dei lavori del Congresso, e rimandiamo il lettore alla sua opera; ci accontenteremo di riassumere le decisioni del medesimo.

Sulla prima questione: « Completamento della statistica del traffico relativo alla navigazione fluviale », si fissarono delle norme direttive e si nominò una Commissione, chiamando a farne parte un membro per ognuno degli Stati rappresentati al Congresso.

La seconda questione: « Miglioramento della navigabilità dei fiumi a monte del limite delle fluttuazioni marittime », venne svolta con larghezza d'idee e molteplicità di notizie, per parte dei relatori; e il Congresso, facendo plauso ai provvedimenti proposti, concluse essere necessario di ben stabilire, mediante opportune determinazioni idrotecniche, il grado di navigabilità dei corsi d'acqua nei quali le dimensioni in uso sono affatto empiriche, e mediante nuove esperienze ed osservazioni, ricavare i perfezionamenti di cui sono suscettibili i manufatti in servizio della navigazione.

Il Congresso, in merito alla terza questione: « Quali sono i legni più adatti e i loro motori più convenienti pei grandi fiumi e canali », fu di avviso, che si intraprendessero esperienze pratiche e scientifiche, e più specialmente sotto la direzione dei Governi interessati alla navigazione e con programma da convenirsi, dirette a determinare la forma e le dimensioni dei battelli, nonché i motori, sia uniti al legno, sia staccati da esso, che meglio soddisfino alle tre condizioni: velocità, regolarità e minor spesa.

La quarta questione: « Utilità dei canali marittimi », era stata dal secondo Congresso rinviata a questo di Francoforte; i Relatori si sforzarono di dimostrare l'alta importanza dei medesimi, e la necessità di fare usufruire dei vantaggi della navigazione marittima, anche le città che non hanno la fortuna di trovarsi vicine al mare; per motivare questa conclusione, presentarono un ricco materiale statistico sul quale appoggiarono i loro calcoli. Il Congresso, pur dichiarandosi di accordo colle vedute dei Relatori, non si credette in grado di approvarne i calcoli, e così la questione restò incompletamente risolta; ma non è men vero che la quantità dei dati forniti dai Relatori e magistralmente compendiate dal nostro Autore, costituirà un tesoro per coloro che vi hanno un interesse speciale.

Nelle altre due questioni: « Utilità che la creazione di vie navigabili ha per l'agricoltura », e « Foci dei fiumi, loro navigabilità e manutenzione », il Congresso, dopo accurate e lunghe discussioni, adottò le conclusioni dei Relatori in numero di quattro per la prima questione, e di due per la seconda.

Terminata così la rivista dei lavori del Congresso, l'Autore accenna all'esposizione di modelli, disegni, progetti e simili che ne costituiscono le principali e istruttive attrattive; indi dedica i due ultimi capitoli, di questa parte del suo libro, alla descrizione di due grandi opere, l'una costruita e l'altra progettata. La prima è il canale fra il mare Baltico e quello del Nord, certamente il più grande della Germania e uno dei principali del mondo, la cui apertura all'esercizio ebbe luogo nel corrente anno e del quale molti giornali tecnici riportarono la descrizione; l'altro, il canale dal Reno alla Weser ed all'Elba; e Dortmund-Ems; quest'ultima parte del canale è già in costruzione; i lavori principiarono nella primavera del 1892, e uno dei manufatti più

importanti del medesimo è l'apparecchio galleggiante di sollevamento dei battelli, il primo che si costrusse in Germania e capace di sollevare battelli di 700 tonnellate, dal livello inferiore al superiore con una differenza di 14 metri.

* *

Nella quarta parte del suo libro, Weber discorre delle questioni sottoposte al Congresso di Manchester, tenutosi nell'estate del 1890 dal 28 luglio al 2 agosto, sotto il patronato del Principe di Wales. Le questioni esaminate in esso e nei successivi, vanno sempre più divenendo numerose, le discussioni ognor più proficue, ma il voler anche semplicemente accennarle, ci dilungherebbe di troppo; senza quindi entrare nei particolari, diremo che il Congresso di Manchester si era proposto di trattare:

1. Del miglioramento della navigazione interna e delle foci dei fiumi;
2. Della necessità di richiamare l'attenzione pubblica sull'importanza economica delle vie d'acqua;
3. Della revisione generale di tutte le questioni che si riferiscono alla costruzione ed all'esercizio dei canali;
4. Dei dati statistici raccolti dalla Commissione all'uopo nominata nel Congresso di Francoforte; e finalmente:
5. Degli ulteriori mezzi da escogitare per continuare la raccolta dei dati statistici relativi alla navigazione interna.

A quest'uopo stabilì quattro Sezioni e divise le materie da trattarsi in undici categorie, predisponendo 36 Relazioni speciali da servire di base alle discussioni del Congresso. I lavori di questo furono grandiosi e bene ordinati, e vengono magistralmente riassunti nell'opera di Weber. La parte più interessante di essi è quella relativa allo stato, all'esercizio e alle spese d'esercizio dei corsi d'acqua navigabili e canali; le diverse Relazioni redatte per ciascun Stato dalle persone più competenti, e i vari discorsi tenuti nelle molte sedute, riguardano la Francia, l'Italia, l'Inghilterra, il Belgio, la Russia, la Germania, i Paesi Bassi, la Spagna e la Svezia, e contengono una quantità straordinaria di dati statistici di grande valore. Le conclusioni della Sezione si possono riassumere come segue:

Le vie d'acqua pel loro costo di costruzione e di esercizio relativamente piccolo, costituiscono un mezzo di trasporto assai prezioso per le merci voluminose, e sussidiano nel paese la rete ferroviaria; per la qual cosa il loro sviluppo dovrebbe essere condotto in modo parallelo alla medesima e venire promosso dagli Stati o dagli Enti preposti a interessi pubblici.

Per giustificare, in certo qual modo, la decisione suddetta, diremo che l'economia avuta col trasporto sui fiumi e canali per rispetto alle ferrovie fu, in cifre rotonde, nell'anno 1888 in Francia di 16 milioni di lire con una lunghezza totale dei corsi d'acqua e canali navigabili di Chm. 13141; nel Belgio di 1,84 milioni con una lunghezza di chilometri 2205 e in Germania di 61,80 milioni, con 10000 Chm. di lunghezza.

Nel 22° capitolo, Weber accenna alle escursioni fatte, che furono cinque.

* *

Il V Congresso si tenne in Parigi dal 21 al 30 luglio del 1892, sotto il protettorato del Presidente della Repubblica, Sadi Carnot, e fu certamente il più numeroso, contando esso 1042 membri, ed essendovi rappresentati ufficialmente 18 Stati. Il resoconto dei lavori di questo Congresso forma la quinta parte del libro di Weber, ed è redatto con quell'estensione e quell'accuratezza, che richiedeva l'importanza del medesimo.

Le questioni da sottoporsi alla discussione del Congresso erano 10, e per ciascuna di esse si delegarono parecchi Relatori speciali, in modo analogo a quanto si era fatto precedentemente, ma con la differenza che le Relazioni dei medesimi, distribuite prima della riunione, furono tradotte nelle tre lingue francese, inglese e tedesca, in modo da renderle accessibili a tutti. Le 10 questioni riguardano:

1. Il consolidamento delle rive dei canali;
2. L'alimentazione dei canali;
3. L'impermeabilità dei canali;
4. I serbatoi d'alimentazione dei medesimi;
5. L'interruzione della navigazione sui fiumi e canali;
6. La trazione dei battelli sui canali, sui fiumi canalizzati e sui corsi d'acqua liberi;
7. I dazi e i diritti sulle vie navigabili;
8. L'amministrazione dei porti della navigazione interna;
9. I rapporti reciproci fra le vie navigabili e le strade ferrate;
10. Le migliori dei fiumi e loro foci nel mare.

Su queste questioni si ebbero 54 Relazioni distinte, le quali vengono riassunte singolarmente dal Weber in un capitolo speciale (il 27°), e accompagnate dalle discussioni, sommariamente compendiate. A questo capitolo però l'Autore ne fa precedere uno, nel quale espone domanda per domanda le conclusioni e le deliberazioni del Congresso e delle sue speciali Sezioni; in tal modo, riesce facile al lettore di orientarsi senz'altro, e nello stesso tempo, se desidera di approfondire lo studio delle questioni trattate, trova nel capitolo 27° tutti gli elementi necessari. Non era certamente facile il compendiarle in circa 100 pagine tanta ma-

teria distribuita in numero di Relazioni così grande da formare cinque volumi, e nei processi verbali delle sedute raccolti in altri due volumi; ma Weber ha saputo superare le difficoltà che gli si paravano innanzi, e il suo lavoro rispecchia in modo esatto i lavori e le decisioni del Congresso.

Nel 28° capitolo si descrivono le escursioni eseguite nei dintorni di Parigi e sulla Senna marittima, nel Nord, nel centro della Francia, a Lione e a Saint-Etienne, esponendo le particolarità più importanti delle opere visitate, illustrate da bellissime e numerose incisioni. Così, accompagnati da una guida tanto esperta, passiamo in rivista gli impianti per caricare il carbone sulle vie navigabili del Nord e del Passo di Calais; visitiamo l'ascensore idraulico di Fontinettes sul canale di Neufossé presso Saint-Omer, che serve per superare un'altezza complessiva di m. 13,13, elevando dei battelli caricati fino a 300 tonnellate, a differenza di quello d'Anderton in Inghilterra, sul quale è modellato, che non innalza battelli con carico maggiore di 100 tonnellate.

Percorriamo la Senna da Parigi a Rouen visitando la chiusa di Poses; e nel centro della Francia i sostegni della Saona. La nostra guida poi non si accontenta di descriverci le opere visitate, ma sa opportunamente ricordare quelle che in altri paesi hanno con le medesime analogie; e così, davanti all'ascensore di Fontinettes, illustra quello di Louvière sul canale del centro nel Belgio, che è costruito sullo stesso principio, ma supera un'altezza di m. 66; descrive i modelli esposti pel trasporto di grandi battelli sul canale di Panama e per quello di Dortmund-Ems, e, in presenza della chiusa di Poses, ricorda quella di Pretzien presso Magdeburgo.

* *

L'ultima parte del libro di Weber, è tutta consacrata al VI Congresso tenutosi in Haag nell'anno 1894, sotto il patronato della Regina reggente dei Paesi Bassi; e in modo analogo a quanto fece pel precedente Congresso, il nostro Autore comincia dall'espone il programma del medesimo, e immediatamente dopo, le risoluzioni del Congresso sulle singole questioni trattate; indi passa a riferire sommariamente, ma in modo assai esauriente, il contenuto delle Relazioni preparatorie e il sunto delle discussioni tenute. Le questioni, in numero di 7, vennero classificate in 4 categorie, e assegnate per l'esame a 4 Sezioni speciali. Esse sono:

1. Costruzione dei canali destinati ad un esercizio con grandi velocità;
2. Attrezzamento e disposizioni dei porti per la navigazione;
3. Modo di evitare le interruzioni cagionate dal gelo;
4. Movimento dei battelli nei canali e nei fiumi canalizzati e liberi;
5. Tariffe sulle vie d'acqua;
6. Rapporti fra la forma del letto dei fiumi e il tirante d'acqua;
7. Sistemazione dei fiumi per le acque magre.

Su queste sette questioni si prepararono e distribuirono trentatré Relazioni speciali in francese e tedesco, dovute a specialisti eminenti, le quali servirono di base per le relative discussioni.

Noi non possiamo, nemmeno superficialmente, seguire Weber nella sua esposizione; basterà dire che la materia da lui trattata occupa ben 100 pagine del suo libro: il rimanente, ossia gli ultimi capitoli di questa VII parte, formanti 68 pagine, è riservato alla descrizione delle opere visitate nelle escursioni predisposte dal Comitato ed eseguite dal Congresso. L'estensione che Weber diede a questa parte del suo lavoro sembrerebbe a prima vista eccessiva, superando di molto le altre analoghe del suo libro; ma quando si considera che l'Olanda è il paese classico per eccellenza delle costruzioni idrauliche, e che perciò offre, a preferenza di qualsiasi altro, numerose occasioni per studiare e vedere in pratica tutte le più importanti questioni di questa scienza, si comprende facilmente come Weber, approfittando di tale circostanza, abbia fatto saggiamente estendendosi nella propria esposizione.

Le escursioni eseguite furono sei; Rotterdam e dintorni, Amsterdam, Harlem e dintorni, visita della nuova foce del fiume Haas, visita del Zuider-See e Zwolle, e viaggio alle torbiere di Dedemsvaart e di Overijssel; e tutte sono descritte con molta accuratezza ed una ricchezza di dati tecnici e statistici, da costituire ciascuna descrizione per sé stessa una vera monografia; i principali manufatti vengono illustrati da opportuni disegni; profili e piante completano l'opera.

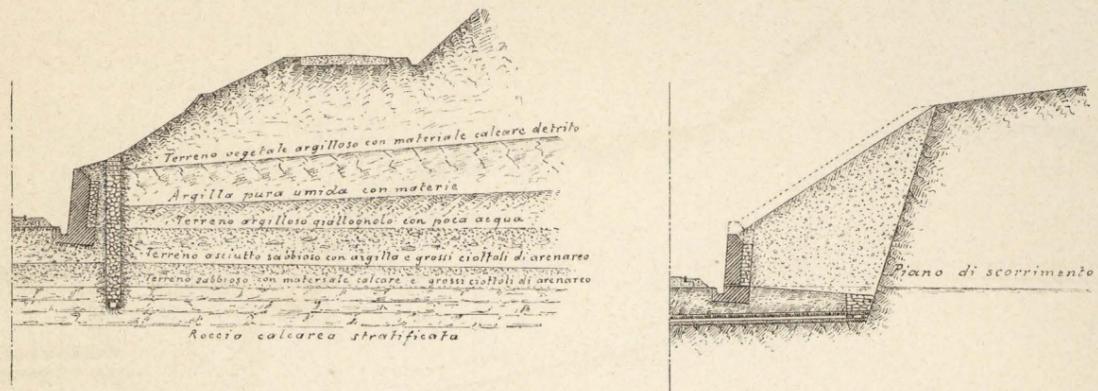
* *

Con questa esposizione sommaria speriamo di avere dimostrato di quanta importanza è il lavoro di Weber, non solo per i cultori delle scienze idrauliche, ma in ispecial modo per i Governi dei vari paesi dove esistono corsi d'acqua navigabili, e per tutti coloro che hanno un interesse, più o meno diretto, colla navigazione interna, giacché essi vi troveranno raccolti in un volume unico, le più importanti questioni che vi si riferiscono, ed una quantità di materiali di interesse generale, studiati e svolti dai più eminenti specialisti di tutto il mondo civile; il lavoro di sei Congressi, gli uni più importanti degli altri, per lo spazio di oltre due lustri, è presentato da Weber in modo compendioso ma completo; per cui richiamiamo su quest'opera l'attenzione dei Colleghi italiani, persuasi che dallo studio della medesima ne ricaveranno vantaggio grandissimo.

Teramo, 31 ottobre 1895.

GAETANO CRUGNOLA.

Fig. 1, 2 e 3. — Consolidamento alla frana della trincea Menarola fra i Km. $\frac{26 + 577}{26 + 670}$ da Spezia. — Scala di 1:400.



NB. — Le figure 1 a 5 si riferiscono al tronco Spezia-Pontremoli.

Fig. 4. — Consolidamento alla frana della trincea di approccio dell'imbocco Nord della Galleria Santo Stefano fra i Km. $\frac{12 + 943}{13 + 012}$ da Spezia. — Scala di 1:400.

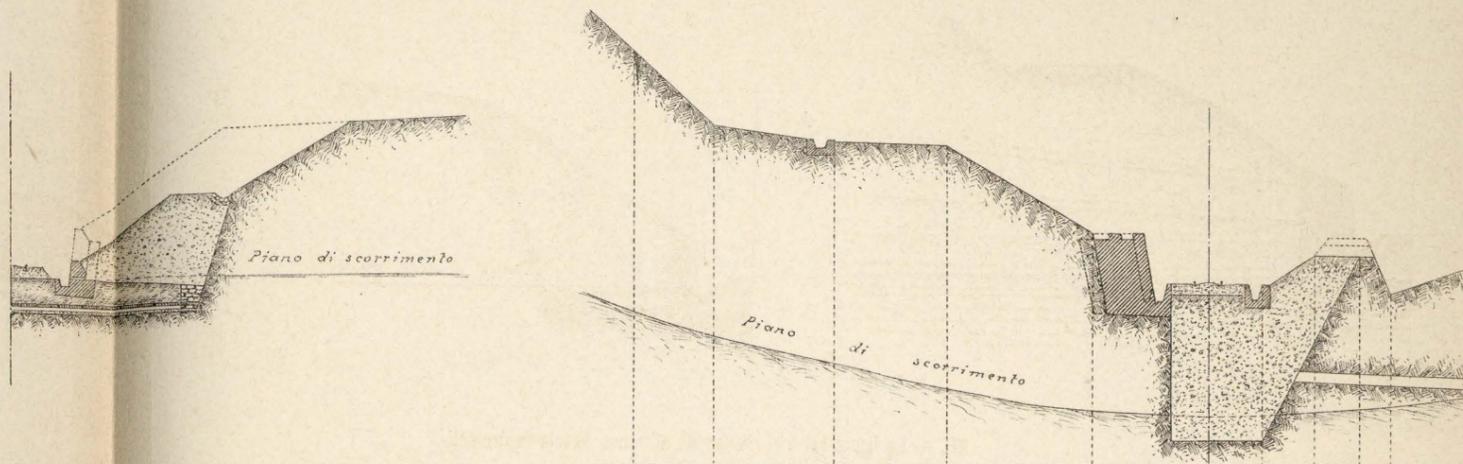


Fig. 5. — Consolidamento alla frana della trincea Corneda fra i Km. $\frac{25 + 729}{25 + 774}$ da Spezia. Scala di 1:400.

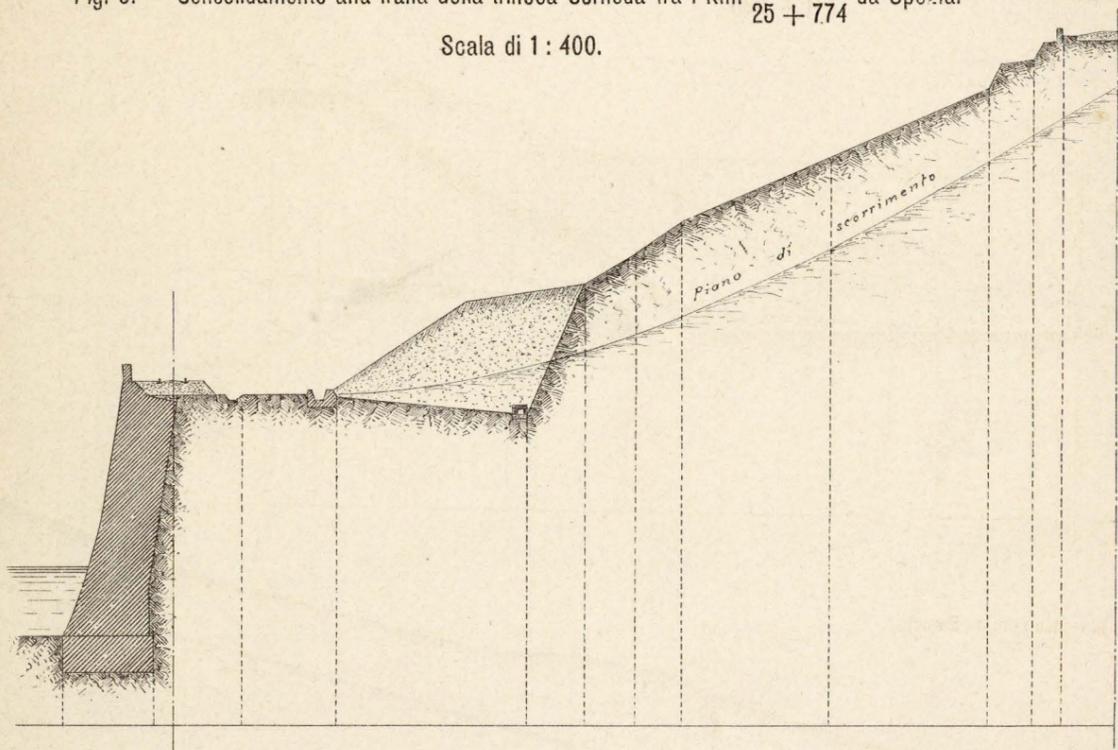
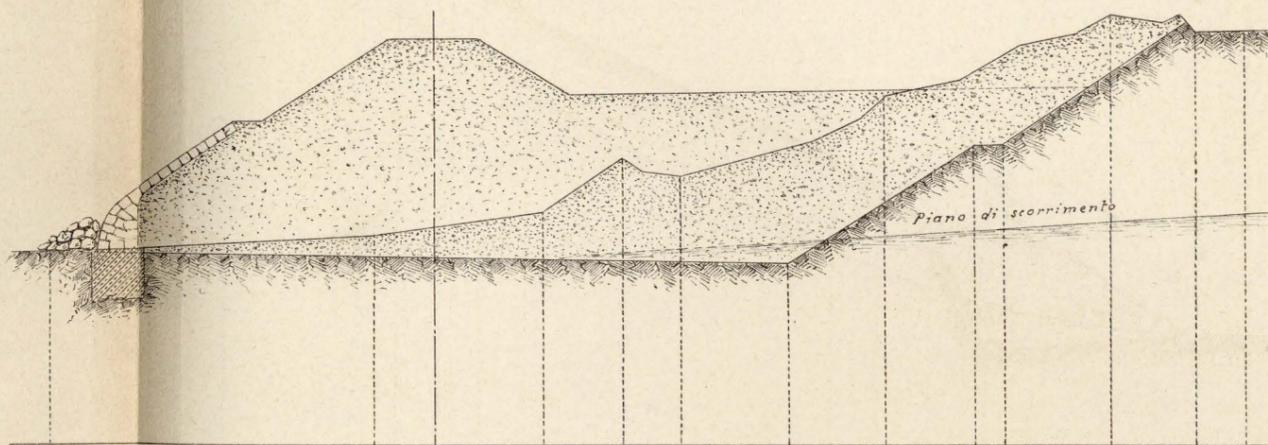


Fig. 6. — Consolidamento alla frana Citerna fra i Km. $\frac{41 + 435}{41 + 635}$ da Parma. — Scala di 1:400.



NB. — Le figure 6 e 7 sono relative al tronco Fornovo-Berceto.

Fig. 7. — Profilo longitudinale (vedi fig. 6). — Scala di 1:5000.

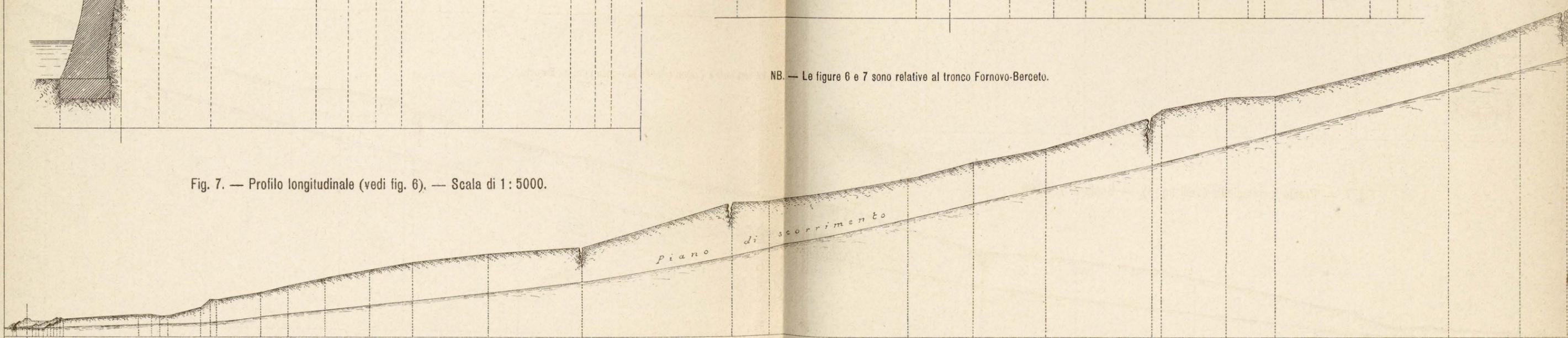


Fig. 1. — Consolidamento della trincea Vizzana fra i Km. $\frac{33 + 200}{33 + 282}$ da Parma.

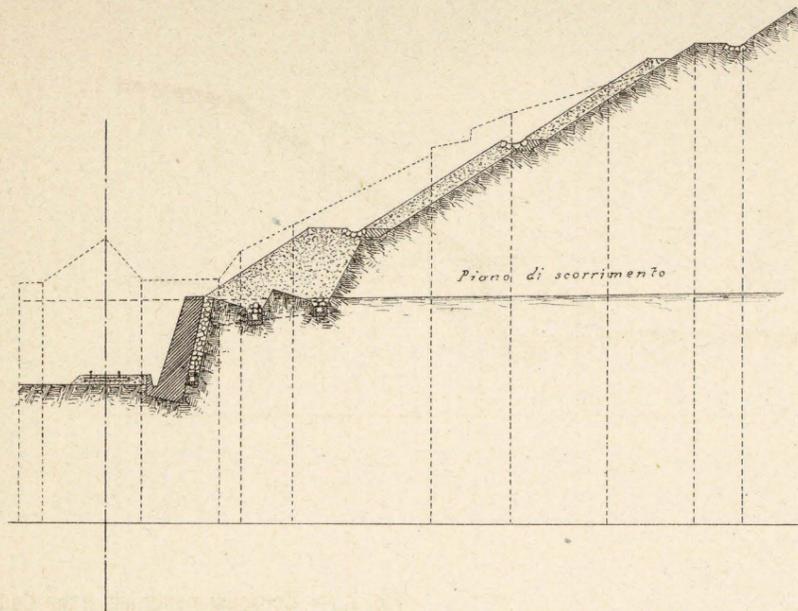


Fig. 2 e 3. — Consolidamento della trincea presso la casa cantoniera al Km. 40 + 010 da Parma.

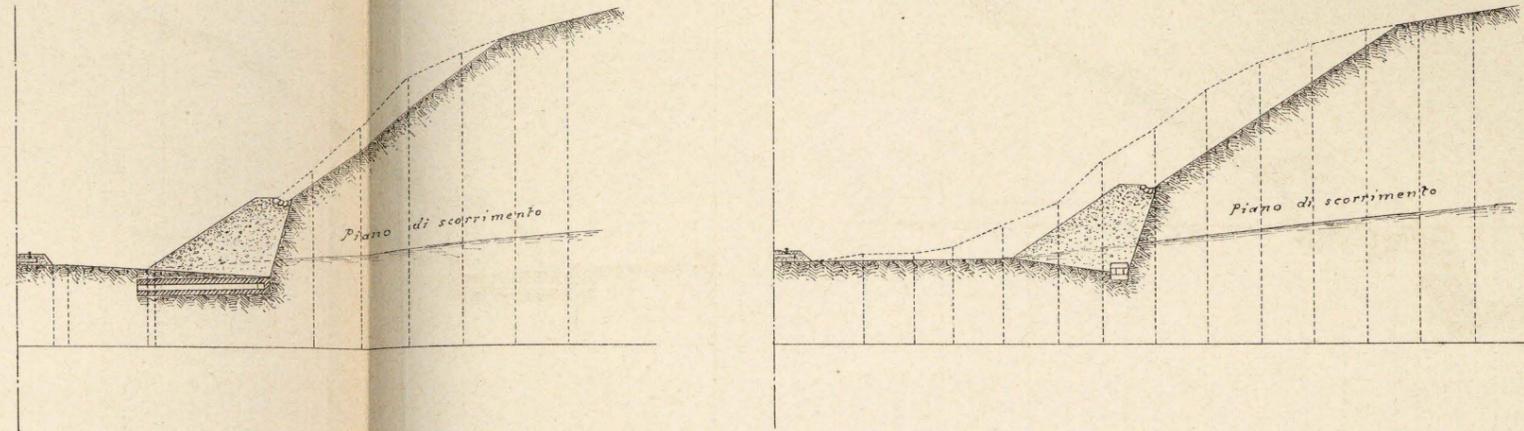


Fig. 5 e 6. — Consolidamento a tergo del Casello n. 26 al Km. 26 + 033 da Parma.

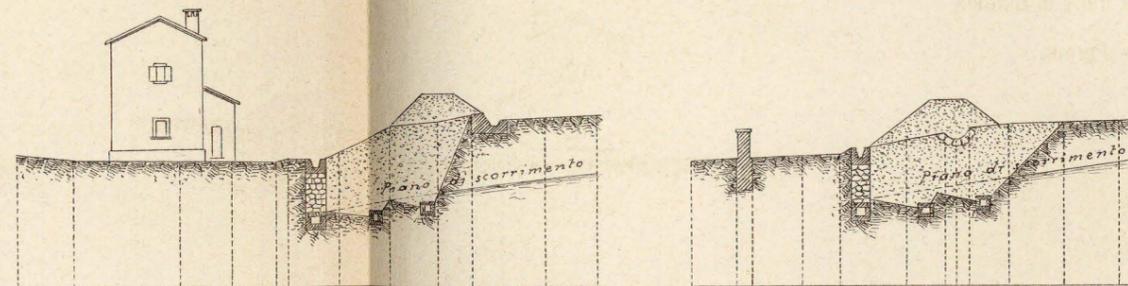


Fig. 7. — Consolidamento alla frana Cadibana fra i Km. $\frac{43 + 801}{43 + 845}$ da Parma.

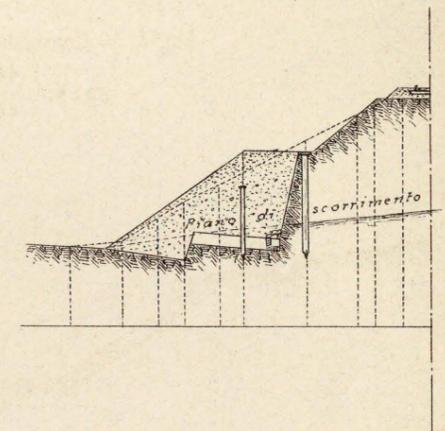
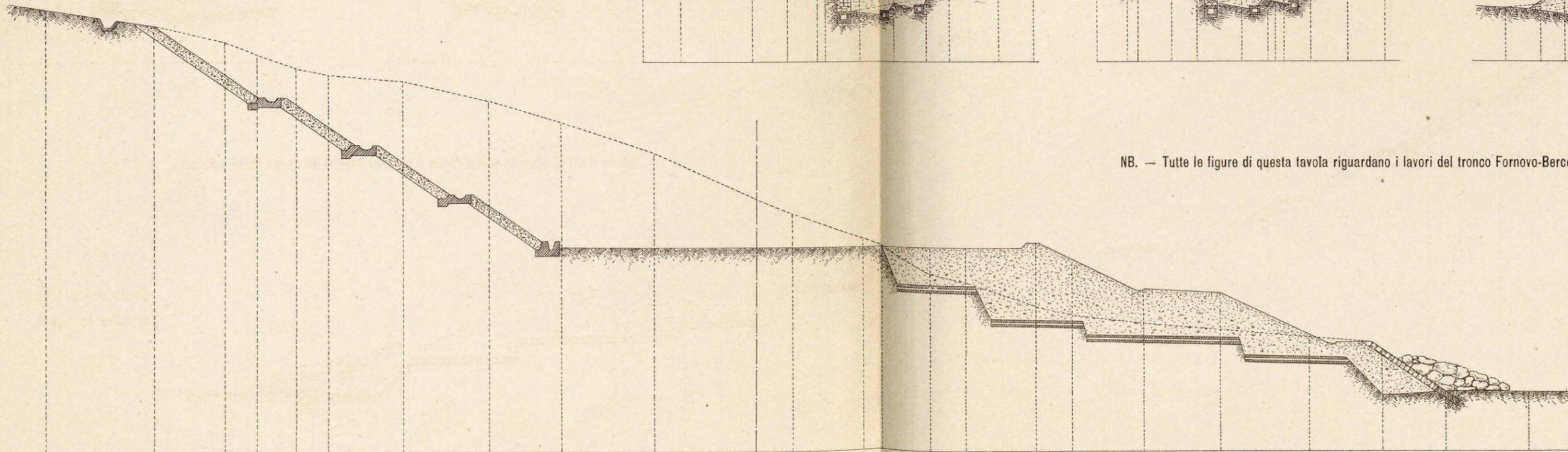


Fig. 4. — Consolidamento alla frana di Berceto fra i Km. $\frac{44 + 746}{44 + 931}$ da Parma.



NB. — Tutte le figure di questa tavola riguardano i lavori del tronco Fornovo-Berceto.

Scala di 1 a 400 per tutte le figure.