
E) SISTEMAZIONI SPECIALI.

§ 1. Sistemazione dei burroni e dei tratti a forte pendenza.

Accade di frequente di dover sistemare burroni, valoni e quasi sempre poi i tronchi superiori dei torrenti nei quali si riscontrano ordinariamente pendenze fortissime, cioè perfino del 40 e 50 % e anche più.

La norma da seguire anche in questi casi è quella di diminuire il più possibile la pendenza creando delle gradinate o terrazzi che si sovrappongono le une alle altre col progredire della colmata.

I manufatti che si richiedono sono ancora delle briglie che d'ordinario si costruiscono dunque in fasi successive.

Trattandosi di letti incassati e stretti non si tratta di manufatti di grande impegno e quindi si cerca di ricorrere a strutture economiche, cioè alla muratura a secco, alla struttura mista di legno e pietrame o di solo legno e finalmente anche alla semplice terra.

Oltre ai casi già retrocitati di Nieder Urnen, ecc., anche in Italia, abbiamo degli esempi veramente degni di essere citati di sistemazioni ottenute con questi mezzi. Per esempio le colmate di monte eseguite dai marchesi Ridolfi in Toscana mezzo secolo fa e dalla famiglia Severi a Cà di Roggio (Reggio-Emilia) ottenuti col sistema dei rinterri gradualmente successivi.

Si sono creati dei terrazzi che per colmata successiva si alzavano e che si ottenevano per lo più solo con traverse in terra.

Meritano di essere rammentati i suaccennati casi anche per terreni coi quali quivi si è dovuto trattare; per esempio, a Cà di Roggio si avevano argille scagliose e turchine della peggiore qualità, tanto che la superficie del suolo era originariamente formata da una continua successione di guglie e da creste frastagliatissime che si alternavano con valloncelli e burroni ripidi e profondi, dove a motivo della forte pendenza e della eccezionale accidentalità non era possibile introdurre la vegetazione. La sistemazione si è ottenuta aggiungendo agli sbarramenti in terra un altro procedimento tutto speciale.

Proprio dove vi era maggiore ripidità sulle creste si sono scavati dei fossetti di scolo e le materie ricavate dagli sterri furono utilizzate ributtandole lateralmente in modo da colmare le attigue depressioni.

Di mano in mano le piogge portavano maggior acqua nei fossi, i quali venivano così ad acquistare una facoltà escavatrice e livellatrice sempre crescente; in pari tempo riusciva possibile di sbandare lateralmente maggiori materie, con le quali non solo si faceva progredire la colmata delle depressioni, ma anche si costruivano ai fianchi dei fossi arginelli sui quali si impiantavano dei sentieri, che poi vennero ingranditi e trasformati in vere strade.

In tempo relativamente breve si poté così trasformare quelle regioni che erano orribili a vedere, in superfici lievemente ondulate (vedi la fig. 93).

Ora quei terreni sono ridotti a bellissime campagne solcate da strade.

I bonificatori in soli 50 anni riuscivano così a trasformare terreni pessimi sotto tutti gli aspetti in terreni a coltivazione irrigua alimentata da piccoli serbatoi ap-

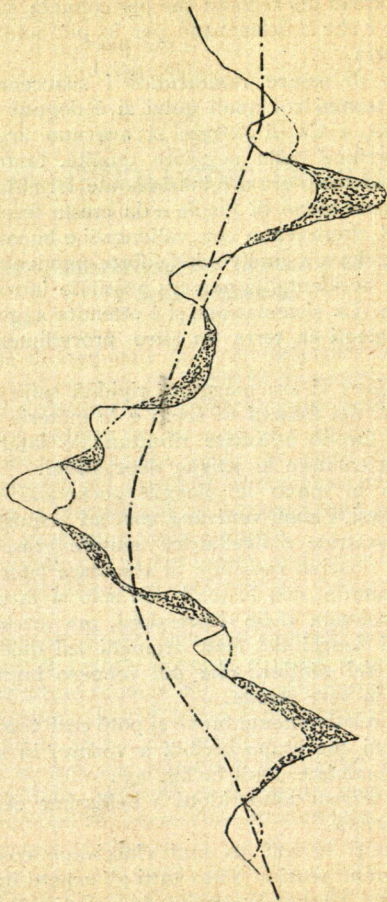


Fig. 93.

positamente costruiti nelle maggiori depressioni spendendo in tutto circa 150 lire all'anno per ogni 100 ettari.

Sono dunque 7500 lire in tutta la durata dei lavori che divise per i 100 ettari danno la tenue spesa di lire 75 per ogni ettaro di terreno che da affatto sterile è ora suscettibile di ottima coltivazione.

Nelle parti più basse si erano poi costruite tante briglie od arginelli trasversali di terra che sbarravano tutti i valloncelli; e siccome la terra non era la materia più adatta per resistere allo stramazzo e al deflusso delle acque di fianco agli argini di terra stessi si costruivano dei cunettoni selciati oppure l'argine stesso veniva attraversato da diversi tubi di cemento. Si provvedeva così al deflusso dell'acqua di salto in salto senza che questa passasse al disopra dell'argine e ne provocasse quindi quelle erosioni che certo si sarebbero manifestate non ostante le piantagioni e i cespugli coi quali si coprivano gli arginelli stessi subito dopo la loro costruzione.

Tanto i tubi che le cunette selciate si impiegavano in numero più grande del necessario richiesto dal regolare deflusso e ciò per averne sempre alcuni in riserva in caso di ostruzione di quelli in servizio. In generale in ogni sbarramento invece di una cunetta sola se ne costruivano due, una per parte della briglia. Solo in casi eccezionali è occorso di dover costruire delle briglie in pietrame.

Talvolta per la sistemazione dei burroni e valloni, si ricorre al metodo della pavimentazione generale del letto del torrente (fig. 94 *a-c*). Questa si preferisce però quando non si abbia timore di grandi trasporti ma piuttosto di pericolose erosioni. In questi casi, e qualora la pendenza sia molto forte, invece di ricorrere a briglie molto alte e costosissime può tornare preferibile di farne un numero maggiore, ma basse e lastricare il

fondo tra l'uno e l'altra in modo continuo, dando così luogo alla pavimentazione generale.



Fig. 94 a. — Profilo.

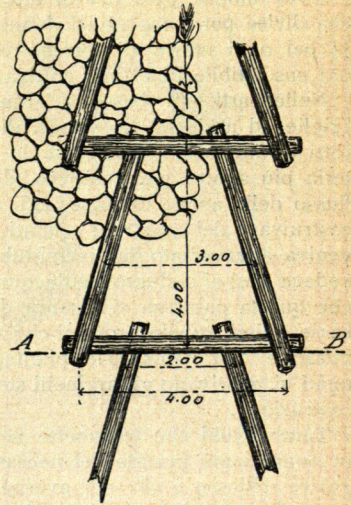


Fig. 94 b. — Pianta.

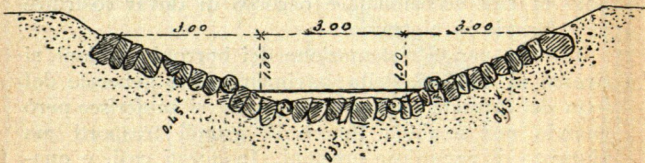


Fig. 94 c.
Sezione A B.

Canalizzazione del Silbeyraben mediante pavimentazione (Carinzia).

Questo espediente è stato per esempio applicato sul torrente Samère presso Barcellonetta, dove la pendenza che in alcuni punti raggiungeva anche il 40⁰/₀ fu ridotta all'11⁰/₀ costruendo una pavimentazione generale

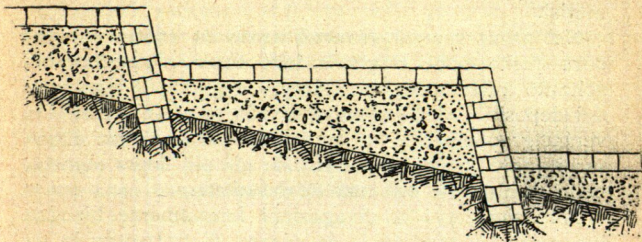


Fig. 95.

con una serie di soglie e di piccoli risalti in pietra a secco come si vede nella figura 95.

§ 2. Sistemazione nei tronchi a poca pendenza e sui coni di deiezione.

Nei tronchi a poca pendenza il torrente di solito tende non solo a depositare ma anche a spandersi e a divagare.

Il miglior provvedimento è sempre quello di favorire i depositi, poichè in generale è meglio che questi avvengano prima dello sbocco del torrente nel suo recipiente, ossia prima che le materie arrivino al fiume e ne perturbino il regime.

In pari tempo si procura però di disciplinare le di-

vagazioni in modo che tanto questi quanto i depositi stiano contenuti entro gli spazi più opportuni.

Il che si ottiene ricorrendo alle briglie e alle piazze di trattenuta, delle quali si è già parlato.

Quanto ai coni di deiezione bisogna distinguere quelli ancora in via di formazione da quelli già formati.

Nel primo caso il provvedimento da adottarsi è ancora quello delle briglie e delle piazze di trattenuta; soltanto avvertendo che bisogna regolare il fenomeno dei depositi e delle divagazioni, in modo che esso avvenga gradatamente su una zona dopo l'altra e non turbi quindi il processo, naturale già più sopra esposto, della formazione dei coni di deiezione.

Per evitare poi le divagazioni lateralmente bisogna incanalare il torrente e la piazza di trattenuta in un alveo artificiale contenendo la corrente entro rive costituite da argini o da pennelli che d'ordinario sono formati con grosso pietrame, oppure con materie minute rivestite da grosso pietrame, oppure anche con struttura mista di pietrame e legname (cassoni).

Un sistema di incanalamento assai economico è quello che si ottiene raccogliendo i grossi massi che sono sparsi nell'alveo e ordinandoli alle due rive in guisa di scogliera. Questo sistema, per quanto non sia molto diffuso, non sarà mai abbastanza raccomandato, qualora il regime del torrente sia perturbato dalla presenza nell'alveo dei detti massi: perchè esso offre due vantaggi, cioè oltre a dare una valida opera di contenimento e di difesa delle rive, rimuove dal mezzo dell'alveo un ostacolo che costituisce il principale motivo di disordine essendo la causa prima delle corrosioni delle rive e delle disalveazioni.

Con questo tipo di incanalamento si preferisce procedere da valle a monte, poichè con questo ordine riesce più facile di allestire il canale in modo da averlo

interamente pronto a funzionare senza che l'opera possa essere colta a mezzo da una alluvione del torrente, che arrischi di frustrare anche i lavori fatti.

Quando poi si tratta di un cono completamente formatosi, il che spesso si verifica dopo avvenuta la sistemazione del bacino montuoso, il torrente tende ad approfondirsi, escavandosi il letto nelle proprie alluvioni. Quando questa tendenza possa portare pregiudizio, oppure quando si voglia impedire che l'approfondimento si spinga oltre un certo limite, si ricorre preferibilmente al sistema delle briglie di limitata altezza cioè semplici soglie che si incominciano a valle proseguendo gradatamente verso monte, a mano a mano che quelle già erette sono completamente interrite.

§ 3. Frane, loro cause e rimedi.

Qualunque movimento o scoscendimento di terreno si dice frana.

Le frane possono essere *superficiali* o *profonde*.

Quando la frana è superficiale, specialmente se si ha l'accorgimento d'intervenire prontamente appena che la frana si è manifestata, non riesce difficile il portarvi rimedio. Ma la cosa riesce ben diversa quando la frana non è soltanto superficiale perchè allora si tratta di arrestare il movimento di una massa che assai spesso arriva a una profondità notevole, la quale non è quasi mai nota in precedenza (Tav. 37).

La causa prima di qualunque frana sta sempre nell'inclinazione troppo forte del terreno, perchè lo scorrimento non avverrebbe se l'inclinazione stessa non superasse l'angolo naturale di declivio di quel dato terreno il quale, come è noto, è anche l'angolo che ne assicura l'equilibrio.

Questo angolo varia però certamente secondo la natura del terreno stesso e anche secondo il suo grado di umidità perchè tende sempre a diminuire col crescere dell'umidità.

Per le terre sabbiose l'angolo di naturale declivio è in media $\varphi = 35^{\circ}$, al quale corrisponde un coefficiente d'attrito $f = \tan \varphi = 0.70$; per tutte le altre terre il detto angolo è maggiore oscillando da 40° a 45° e arrivando anche a 55° per le terre forti molto compatte, cosicchè il coefficiente d'attrito oscilla da 0.84 ad 1.00 ed arriva fino a 1.43. Soltanto per le terre pantanose ed argillose allo stato di fango (le quali sono le peggiori terre che si possano trovare) l'angolo φ scende sotto i detti valori e da 10° può anche diminuire fino a 0° a cui corrispondono angoli d'attrito f variabili da 0.18 a 0.

Ma la forte inclinazione non basta da sola a spiegare i movimenti franosi che improvvisamente si manifestano qua e là quasi ogni giorno; perchè se essa ne fosse l'unica causa, la pendenza, tranne nei periodi eccezionali di terremoto, rarissimi ecc., essendo costante ed immutata da tempo immemorabile, la frana dovrebbe essersi già manifestata fin dai tempi geologici più remoti nei quali i versanti montuosi si sono formata quella inclinazione ed oggigiorno ogni movimento franoso dovrebbe essere completamente esaurito.

Invece quotidianamente possono avvenire e purtroppo avvengono frane e queste se trovano nel declivio più o meno forte secondo la natura del terreno la loro spiegazione prima, hanno però sempre origine anche da qualche altra causa determinante, la quale viene lì per lì a modificare il così detto strato di copertura biologica e può essere di natura assai varia. Così un recente ed inconsulto diboschimento, oppure inopportuno dissodamento, oppure anche il semplice passaggio di mandrie che avvenga su terreni sciolti e non sia

opportunamente sorvegliato, può provocare il movimento franoso. Ma la causa determinante di gran lunga più frequente sta nelle acque, le quali scorrendo sia alla superficie che a profondità diminuiscono la coesione delle materie in modo da promuovere lo scoscendimento.

Perciò il rinsodamento e rinsaldamento di una frana richiede quasi sempre i seguenti provvedimenti:

1^o Anzitutto, la *regolazione delle acque sia superficiali che sotterranee*.

2^o La regolarizzazione del terreno riducendolo a quella pendenza che ne assicuri il voluto equilibrio anche alla superficie.

3^o Da ultimo il *rimboschimento* o *l'inerbimento*, il quale è destinato a coronare l'opera, procurando alla superficie del terreno sciolto quella corazza protettiva che valga a presidiarlo dall'azione distruttrice degli agenti atmosferici e specialmente dalla erosione delle acque di pioggia.

Non di rado poi, oltre a questi tre provvedimenti d'indole generale, ne occorrono altri di natura affatto speciale e che quindi possono essere suggeriti soltanto dallo studio attento di ogni caso ⁽⁷⁶⁾.

Così per es. quando la frana termina al suo piede in un torrente o in un burrone, è ovvio che le acque che scorrono in quest'ultimo favoriscono il progresso della frana. Perciò è allora conveniente aggiungere qualche opera che valga o a presidiare il piede della frana (ciò che può essere fatto tanto con un muro, quanto con una robusta scogliera di grossi massi) oppure meglio ad allontanare le acque dal piede del terreno franoso.

L'allontanamento delle acque del torrente dal versante

⁽⁷⁶⁾ RICCARDO SIMONETTI, « Consolidamento dei terreni franosi », Giornale del Genio Civile, 1893.

in movimento si può ottenere in più modi, sia mediante galleria, sia mediante canale a cielo aperto appositamente scavato nell'opposto solido versante. Oppure anche quando la larghezza del letto e le condizioni del torrente lo consentano mediante un ben combinato sistema di opere longitudinali e trasversali, od anche con sole opere trasversali cioè con pennelli, speroni, o briglie declivi dalla riva franosa verso il thalweg e per-

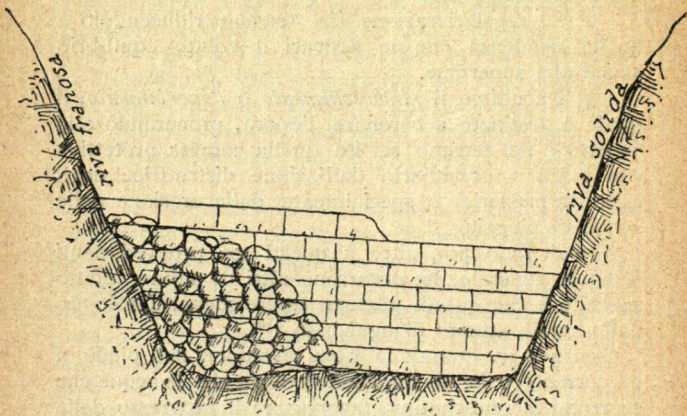


Fig. 96.

pendicolari all'asse del torrente (vedi fig. 96) quali si stabilisce una sassaia di grossi elementi appoggiata alla riva in movimento.

In altri casi mentre una riva del torrente è rocciosa, e quindi solida e compatta, l'altra è costituita di materie sciolte, e inoltre la riva rocciosa invece di essere regolare presenta delle sporgenze e delle rientranze per modo che la corrente viene dalle sinuosità della riva

stessa respinta contro la riva opposta che, per la sua debole struttura non potendo resistere, diventa franosa. In questo caso naturalmente un provvedimento ottimo sarà quello di rettificare la sponda sinuosa, rimuovendone le irregolarità che possono essere la causa di frane.

Il mezzo migliore per raddolcire la pendenza di una superficie franosa è sempre quello di ridurla a terrazze artificiali, mediante briglie rustiche di muro o anche mediante fascinate oppure semplici palizzate (come si vede nelle fig. 97-100) e talvolta anche mediante tutte queste opere assieme opportunamente combinate, in guisa da disporre le briglie in muro nei punti dove si richiede maggior resistenza e le fascinate e palizzate nei punti secondari.

Naturalmente però queste regolarizzazioni del suolo devonsi intraprendere soltanto dopo che ogni movimento franoso è cessato e devono essere precedute da tutte quelle operazioni di adattamento, ossia di sterro e di rinterro che sono indispensabili per ridare alla superficie del terreno tormentata dalla frana la forma meno irregolare possibile.

Queste regolarizzazioni superficiali poi non devono mai eseguirsi con terrazzi molto alti perchè questi raggiungono tanto maggiore effetto e sono tanto più durevoli, quanto più l'altezza dei gradini è moderata. È opportuno che questa altezza, tranne in casi eccezionali, non sorpassi m. 1 o m. 1.50 al più.

Le Tav. 38-46 mostrano alcune pendici franose prima e dopo la loro sistemazione.

Il provvedimento al quale però, ripetesì, bisogna ricorrere prima d'ogni altra opera è quello della regolarizzazione del deflusso di tutte le acque sia superficiali che sotterranee. Questo provvedimento è della più alta importanza ed ha un grandissimo valore, non solo come rimedio repressivo, ma anche come rimedio preventivo.

Rinsaldamento di una frana col sistema degli interrimenti artificiali mediante muri, viminate e fascinate.

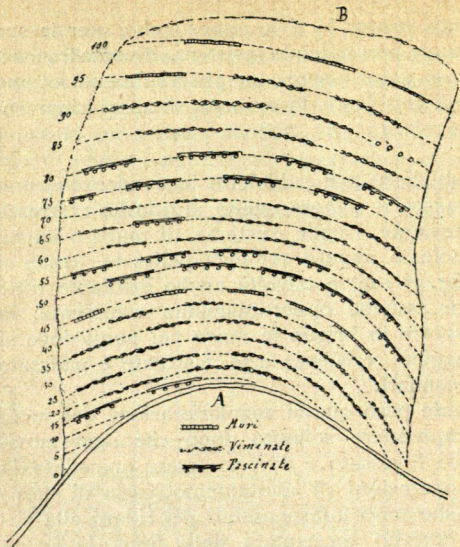
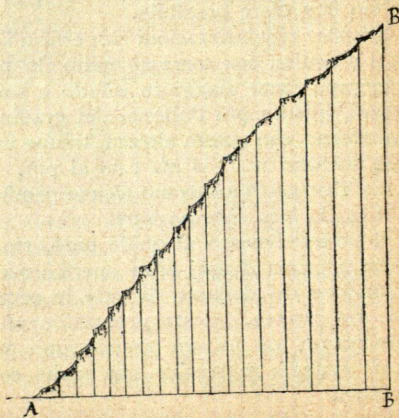


Fig. 97 a.

Fig. 97 b.



Sotto quest'ultimo punto di vista, esso anzi non sarà mai abbastanza raccomandato, perchè su quei versanti montuosi, dove sia severamente praticata e conservata

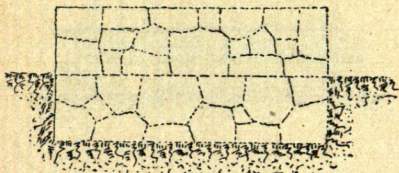


Fig. 98 a. — Prospetto.

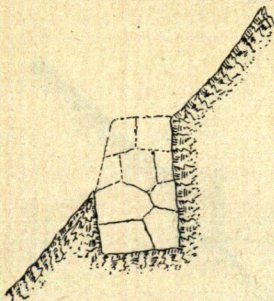


Fig. 98 b. — Sezione.

una razionale condotta di tutte le acque che possono scorrervi, dai punti più alti dello spartiacqua fino al fondo della valle, si può essere sicuri e tranquilli, che

non avverranno nè disordini gravi nè notevoli franamenti.

Anche sotto il punto di vista dell'azione dissolvente che esercita l'acqua, le qualità di terra peggiori sono

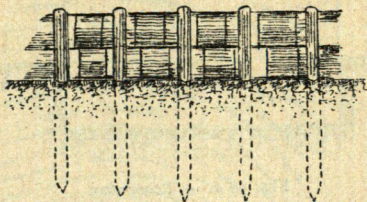


Fig. 99. a. — Prospetto.

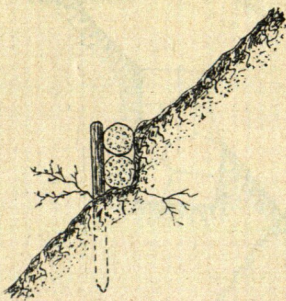


Fig. 99 b. — Sezione.

le terre argillose, le quali come si è già pure visto, allo stato di fango assumono un angolo di scarpa naturale assai piccolo, e quindi tale che il loro equilibrio non si verifica nemmeno quando esse riposano su un

bisce un restringimento che fende la massa terrosa e la divide in piccoli frammenti, cosicchè essa si trova ridotta senza coesione e tende a cadere verso il fondo della valle.

Se invece l'acqua è in tale abbondanza da saturare l'argilla, allora questa si converte in una massa semifluida che scorre con grande facilità anche su piani quasi orizzontali.

È anzi così, che si spiegano le frane aventi notevole profondità. Infatti queste avvengono quasi sempre per l'esistenza di uno strato di materie permeabili sovrapposto a un banco impermeabile che talvolta è anche assai profondo e il cui piano superiore forma piano di scorrimento dello strato stesso (vedi fig. 101). Ma quasi sempre la frana è aggravata dalla presenza di uno strato d'argilla più o meno potente situato sul banco impermeabile e che sotto l'azione dell'acqua o della umidità cambiando consistenza si converte, come si è detto or ora, in una massa semifluida che cola in basso trascinando con sè il banco di materie che per avventura vi si trova sovrapposto.

In questo caso, bene esaminando le materie franate, si trova che le acque del sottosuolo trapelano al piede della massa crollata.

Non di raro però le acque scaturiscono non al fondo della massa crollata, ma in punti intermedi della massa stessa, dimostrando così che la frana ha avuto una formazione diversa. Cioè le acque piovane, dopo essere state assorbite dal suolo ed avere attraversato lo strato di terreno permeabile, raggiungendo la faccia superiore dello strato argilloso, ma prima che abbiano avuto il tempo di convertirlo interamente in una massa fluida, specialmente se esso consta di un banco di notevole spessore, sono penetrate in qualche fessura che preesisteva nel banco stesso oppure impedito nel loro corso da qualche ostacolo ne hanno staccato la parte soggia-



Tav. 45. — Frana Cantarol prima della correzione (Belluno).

cente trascinando con sè porzione del terreno sovrastante.

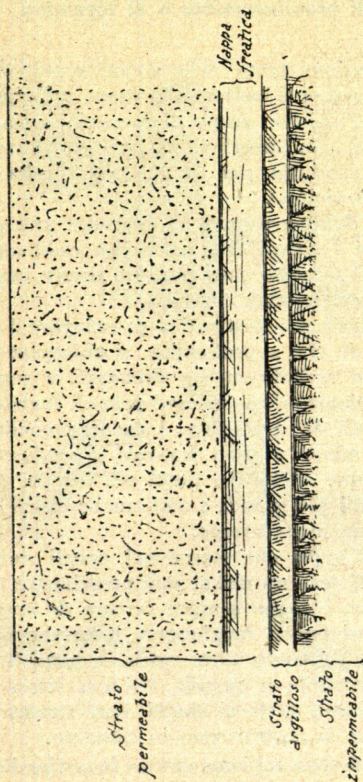


Fig. 101.

§ 4. **Regolazione delle acque superficiali e lavori di prosciugamento o di fognatura.**

La regolazione tanto delle acque superficiali che di quelle sotterranee è basata sullo stesso principio, perchè ha sempre l'identico scopo di raccogliere sia le acque che scorrono alla superficie sia quelle che imbevono il suolo, per condurle per la via più diretta al corso d'acqua più vicino.

Si tratta dunque sempre di costruire una opportuna rete di fossi a canali che, nel primo caso sono a cielo aperto, e nel secondo caso possono essere tanto a cielo aperto che sotterranei.

Questi canali poi destinati a prosciugare il suolo, sia alla superficie che a profondità, si chiamano canali di drenaggio o semplicemente drenaggi, e sono di due qualità, distinguendosi in ogni rete di fognatura i canali principali dai secondari. I canali secondari hanno dimensioni minori e sono destinati a condurre e raccogliere le acque anche dai punti più lontani portandole in altri canali più grandi e detti anche canali collettori, che terminano nel torrente.

Affinchè l'acqua che scorre nei canali non abbia a spandersi nel terreno che si vuol prosciugare aggravandone il male, bisogna sempre cercare di approfondire i canali stessi fino a raggiungere il terreno impermeabile e sodo, passando oltre anche a tutto il banco di argilla deformabile e quando ciò non riesca assolutamente possibile, si dà ai canali una struttura impermeabile, cioè si costruiscono in cemento.

Per la medesima ragione, tranne le poche diramazioni trasversali assolutamente necessarie, i canali di fognatura non si dispongono mai secondo le linee orizzontali, lungo le quali ordinariamente si manifestano i cre-

pacci e le fenditure, ma si stabiliscono invece secondo la linea del massimo pendio e con inclinazione, che talvolta supera anche il 30 ‰.

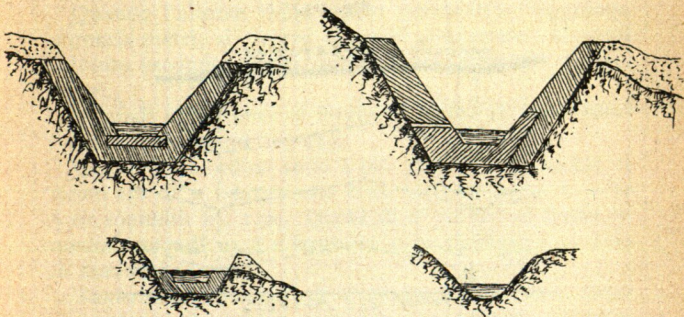
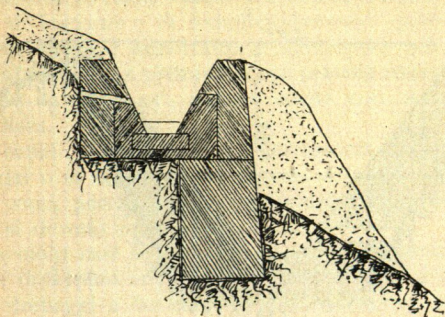


Fig. 102. — Canali aperti per prosciugamenti montani.

In via eccezionale si aprono i canali di prosciugamento secondo linee trasversali e orizzontali, soltanto quando si possono spingere fino alla roccia soda ed impermeabile, ed inoltre quando, esistendo anche uno

strato argilloso che può provocare lo scorrimento dei terreni superiori, questo strato sia sottile; perchè altrimenti il canale non basterebbe a fognare lo strato

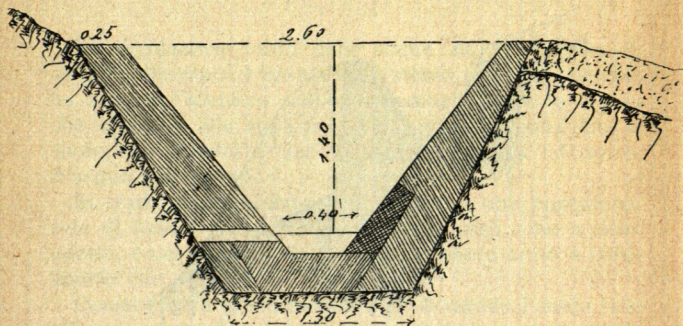


Fig. 103.

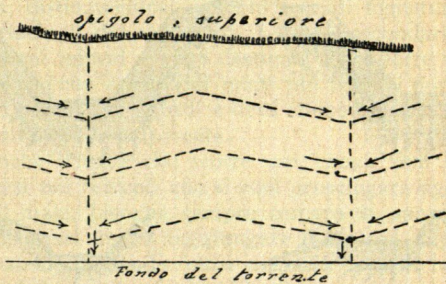


Fig. 104.

stesso e qualora questo entrasse in movimento non potrebbe resistere alla spinta che lo distruggerebbe inevitabilmente.

Quando lo strato di terreno permeabile non è molto alto si ricorre ai canali a cielo aperto (vedi fig. 102-104).

Questi assumono dimensioni variabili secondo il bisogno; nei casi più semplici si fanno con sezione rettangolare e se hanno la larghezza appena di qualche decimetro si rivestono tanto sul fondo, quanto sulle pareti, di legname o di semplici viminate; quando invece hanno maggior importanza e dimensioni più notevoli, si costruiscono in pietrame e con sezione trapezia avente scarpa da 30° a 45° , oppure anche con sezione semi-circolare.

I canali di fognatura si costruiscono anche con tubi laterizi o di cemento, fra i quali si lasciano gli opportuni vani, perchè possano assorbire l'acqua dai terreni che si devono prosciugare.

In molti casi si eseguisce il prosciugamento di una zona di terreno anche con semplici drenaggi a filtro, o con drenaggi a fascinata oppure anche con tubi (vedi le figure 105-113).

Quando l'altezza dello strato permeabile raggiunge parecchi metri, si ricorre ai canali sotterranei; ai quali soltanto secondo alcuni autori spetta il nome di drenaggi.

I canali sotterranei si fanno di solito di due ordini (vedi ancora figure 105-113).

Quelli di 1° ordine sono i più grandi e in media si fanno alti m. 2 e larghi alla base talvolta anche m. 0.70 e in sommità m. 1.50. Quelli di 2° ordine si fanno in media profondi m. 1 e larghi m. 0.40 alla base e m. 0.80 in sommità.

Tanto poi i drenaggi di 1° quanto di 2° ordine, dopo che sono stati costruiti vengono riempiti con pietrame grosso, che mentre assicura la stabilità delle rive, permette alle acque superficiali di filtrare fra i loro interstizi e di arrivare al fondo dell'acquedotto.

Nei punti di unione delle linee di 1° e di 2° ordine, e anche lungo le linee stesse di tratto in tratto si stabiliscono dei pozzetti di guardia con pareti a secco e

Tipi di canali sotterranei per drenaggi montani.

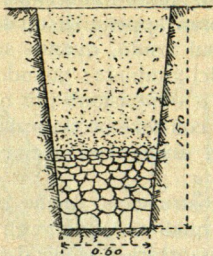


Fig. 105.

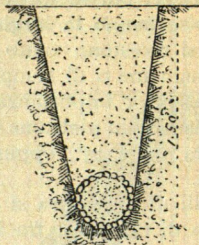


Fig. 106.

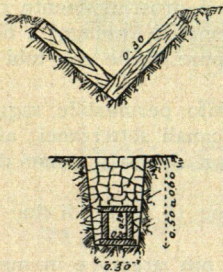


Fig. 107 e 109.

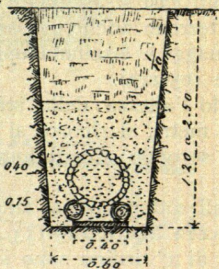


Fig. 108.

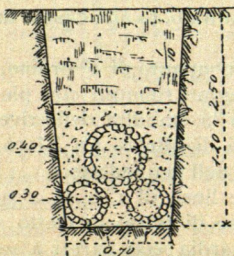


Fig. 110.

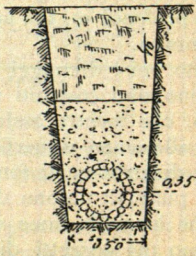


Fig. 111.

col vano centrale di circa m. 0.30 di lato, che si copre con una lastra.

Quando l'altezza dello strato permeabile è assai grande, anche i drenaggi assumono la stessa notevole profondità.

I drenaggi molto profondi si costruiscono in questo modo. Si apre anzitutto nel terreno la necessaria trincea con pareti inclinate il meno possibile, sostenendole con le opportune sbadacchiature e spingendo la trincea fin

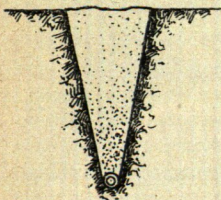


Fig. 112.



Fig. 113.

sotto il piano che separa il terreno permeabile dal sottostante strato impermeabile. Essendo questo piano ordinariamente inclinato, il fondo della trincea si fa a gradinata. Sul fondo stesso si costruisce un piccolo acquedotto di circa m. 0.20 o m. 0.30 di lato con muratura a secco che si ricopre di pietre fino a m. 0.40 o m. 0.50 circa sopra la superficie di scorrimento disponendo le singole pietre non alla rinfusa ma ordinatamente in modo che questa specie di muro a secco si sostenga da sè e adempia la parte di contrafforte. Sopra il detto muro a secco si mette altro materiale incomin-

ciando dal più grosso, e decrescendo in volume a mano a mano che si va più in alto; ed in fine presso alla superficie si mettono zolle erbose rovesciate e sopra queste della terra ben battuta.

Si ottengono così dei drenaggi che per la loro disposizione e direzione facilitano la filtrazione delle acque e quindi il prosciugamento del terreno, ed in pari tempo con la loro struttura simile a quella dei muri a secco si oppongono allo scoscendimento del terreno, perchè dividono la massa scorrevole in diverse parti e ne rompono la solidarietà.

Quando il terreno in iscorrimento ha una grande profondità, per prosciugarlo bisognerebbe ricorrere a gallerie. Ma essendo queste costosissime, si devono intraprendere soltanto quando siano in giuoco interessi molto grandi come, per esempio, la sicurezza di un abitato o la difesa di una ferrovia o di una grande strada.

Una avvertenza degna di essere rilevata è quella che qualche volta, quantunque la spessezza del terreno in movimento sia assai grande, si riesce a consolidare la scarpa franosa mediante un drenaggio superficiale o poco profondo diretto a prosciugare completamente il terreno per una profondità sufficiente. Questo sistema è stato applicato per es. con successo nel bacino del torrente Sècheron influente dell'Isère, nel cui bacino di ricevimento vi era un enorme scorrimento, dello spessore valutato in media da 30 a 40 m. e che in alcuni punti raggiungeva anche più di 100 m.

Talvolta gli scorrimenti sono dovuti alla infiltrazione delle acque provenienti dalla fusione delle nevi accumulate nelle depressioni superficiali ed allora basta un drenaggio superficiale (o quasi) e sufficientemente ramificato per produrre un rapido scarico delle acque verso i collettori che, come al solito, si dirigono secondo la linea del più grande pendio.

I lavori di prosciugamento e di fognatura richiedono



Tav. 46. — Parte destra della frana Cantarol
guardando dall'alto al basso (sistemata).

sempre uno studio assai diligente ed accurati assaggi preventivi del terreno da prosciugarsi.

Da ultimo interessa la ricerca della *distanza alla quale si devono porre i canali di fognatura o di prosciugamento*.

Teoricamente è facile a comprendere che due canali di fognatura per es. *A* e *B* (vedi fig. 114) dovranno essere tenuti fra loro a distanza *d* tale che anche nel punto *O* intermedio e da loro più lontano, il livello freatico, ossia il livello della nappa sotterranea, non salga oltre la quota che esso non deve mai superare.

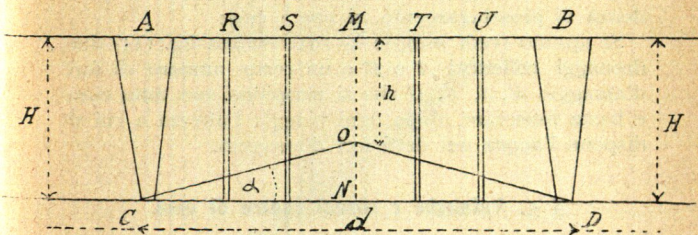


Fig. 114. — Diagramma per l'altezza dei canali di drenaggio.

Allora detta *h* la profondità minima alla quale deve essere mantenuta la nappa freatica, detta *H* la profondità dei due drenaggi e detto *a* l'angolo formato da ognuna delle *OC*, *OD* con la orizzontale *CD*, si avrà la relazione

$$ON = H - h = \frac{d}{2} \operatorname{tag} . a = \frac{d}{2} p ,$$

la quale permette di determinare *d* in funzione di *H* o inversamente, essendo date le quantità *h* e *p*.

La quantità *p* che è eguale a *tang a*, si dice pendenza di prosciugamento, ed equivale alla pendenza che as-

sume la nappa freatica. Essa ha il valore espresso dalla suindicata formola, e deve fissarsi in modo che la nappa freatica non salga a saturare la massa argillosa o quella franosa di cui si vuole impedire lo scorrimento.

Dalle esperienze fatte per determinare p si è trovato che la pendenza di prosciugamento varia da 0.015 a 0.020 per 1.000 nelle terre sabbiose; da 0.025 a 0.030 nella terra vegetale, nelle terre miste e nei terreni permeabili; da 0.07 a 0.08 nelle terre argillose e ordinarie, ed è di 0.09 nelle materie argillose compatte.

Quando si voglia determinare direttamente la pendenza di prosciugamento, si opera così:

Si aprono (vedi sempre la suaccennata fig. 114) due drenaggi collettori A e B e un certo numero di fori d'assaggio R, S, T, U che si ricoprono con tutta cura e basta osservare, dopo ogni pioggia l'altezza a cui si dispone l'acqua nei detti fori d'assaggio.

§ 5. Valanghe e rimedi contro di esse.

In tutte le regioni montuose e anche in quelle prive di ghiacciai, ma ricche di nevi, le valanghe sono frequentissime.

Le valanghe possono essere di 2 specie: *Valanghe di freddo o superficiali*; che avvengono anche d'inverno quando su neve già caduta e indurita dal gelo viene a cadere altra neve. Basta allora un colpo di vento o anche spesso la semplice azione della gravità, perchè uno scoscendimento avvenga.

Valanghe profonde o di caldo che interessano invece tutta la massa di neve caduta in una certa regione e che per lo più sono provocate da un improvviso disgelo. Queste naturalmente sono le più imponenti e pericolose.

Fino a pochi decenni fa, le opere di difesa, contro

le valanghe si costruivano immediatamente a monte dell'abitato o della strada, che si voleva proteggere.

Esse consistevano d'ordinario per gli abitati, in barbacani, in taglia (valanghe vedi fig. 115-119) in cumuli di terra e in muraglioni; e per le strade, in gallerie artificiali di legno o di muratura; ma erano sempre insuf-

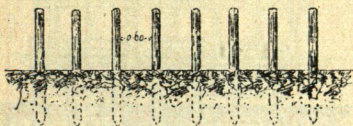


Fig. 115 a. — Prospetto.

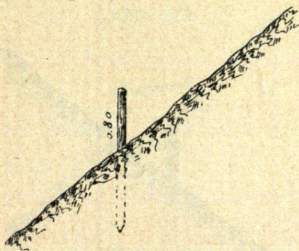


Fig. 115 b. — Sezione.

Palafitte per difesa contro le valanghe. - Palafitta semplice.

ficienti ad arrestare la valanga e non sempre servivano a deviarla dal punto che si voleva difendere.

Ora invece si cerca di curare il male alla sua origine, impedendo lo scorrimento iniziale della valanga, perchè si ha molto maggior probabilità di riuscita cercando di arrestare la valanga al suo principio che non dopo quando ha già acquistata una velocità più o meno grande.

Essendo però innumerevoli le valanghe che si formano nelle regioni elevate, basta circoscrivere la difesa nei limiti strettamente necessari, provvedendo solo alla difesa contro le valanghe, che molestano strade o abitati, oppure a quelle che possono dar luogo a nuovi e pericolosi torrenti, o produrre insomma gravi danni.

Il miglior rimedio contro le valanghe è il bosco,

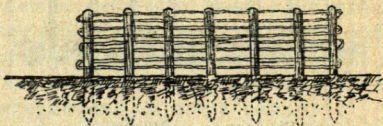


Fig. 116 a.

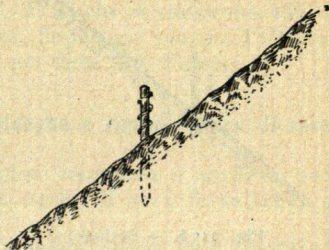


Fig. 116 b.

Palafitte per difesa contro le valanghe. - Palafitta semplice.

perchè l'osservazione prova all'evidenza che le valanghe non si formano mai dove esiste bosco. Però nei luoghi dove non può attecchire nessuna vegetazione, o bisogna attendere che il bosco abbia a svilupparsi, si ricorre alle opere d'arte. Queste possono essere (vedi figure 115-119) muri oppure palafitte, o palchi di legno, secondo il materiale che si ha a disposizione. Si dà però sempre la preferenza ai muri nei luoghi ove il fondo è roccioso ed occorre un'opera durevole.

Si era introdotto in Svizzera anche il sistema di stabilire delle fosse orizzontali, ove le nevi potessero accumularsi senza dar luogo a valanghe. Ma questo sistema è stato abbandonato per parecchi inconvenienti. Anzitutto le fosse sono quasi sempre soggette a frane verso l'orlo inferiore; poi sono pericolose, nella sta-

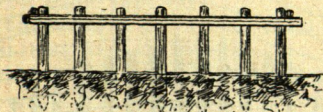


Fig. 117 a.

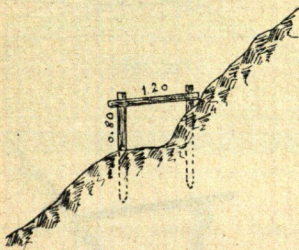


Fig. 117 b.

Palafitte per difesa contro le valanghe. - Palafitta semplice.

gione del pascolo, per il bestiame e richiedono inoltre spese considerevoli per gli spurghi annuali.

Le palafitte (vedi fig. 115-117) si costruiscono con pali lunghi da m. 1.50 a m. 1.60 grossi in media da 14 a 15 cm. e possibilmente squadrati, ma che non si sottopongono alla carbonizzazione, perchè per l'inclemenza del clima e l'attività degli agenti atmosferici, in quelle elevate regioni ogni processo di preservazione varebbe poca efficacia.

I pali si piantano verticalmente secondo le curve

orizzontali fino ad una profondità possibilmente non inferiore di 60 o 70 cm. alla distanza di circa m. 0.60 l'uno dall'altro, talvolta sul declivio naturale e talvolta presso l'orlo di banchine, che si dispongono previa-

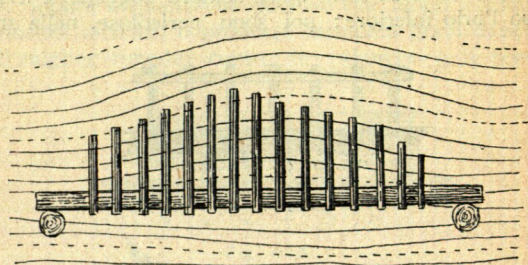


Fig. 118 a.

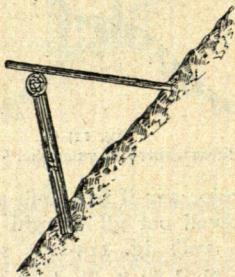


Fig. 188 b.

Palafitte per difesa contro le valanghe. - Palafitta semplice.

mente orizzontali e colla larghezza di 50 o 60 cm. Spesso i pali s'intrecciano con vimini.

La lunghezza e la distanza delle palafitte si regolano secondo la conformazione e il pendio del suolo.

Al passo dell'Albula fra le palafitte ordinarie si sono inserite delle palafitte alte m. 6 per impedire gli accumulamenti di neve causati dal vento.

Qualche volta, quando il fondo è roccioso e non si possono infiggere pali, si formano artificialmente delle terrazze, destinate a trattenere, la neve mediante palchi, o ponti di legno (fig. 118).

Questi si costruiscono con travetti posti alla distanza fra loro non maggiore di 20 o 30 cm., assicurati od internati con una testa alla falda della montagna e ap-

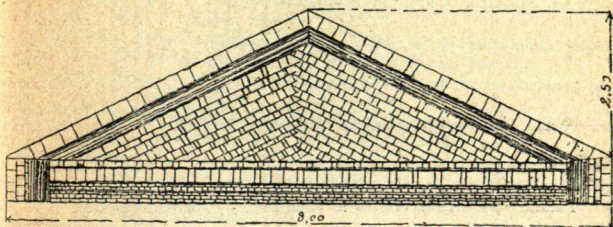


Fig. 119 a.

Palafitte per difese contro le valanghe. - Palafitta semplice.

poggiati all'altra su un corrente orizzontale sostenuto da puntelli ripartiti alla distanza di m. 1.60 a m. 2 fra loro.

I muri, dovendosi erigere in luoghi molto elevati, dove il trasporto della calce riesce assai costoso, si costruiscono a secco impiegando la calce solo alle estremità per renderli più solidi. Si fanno grossi in sommità m. 0.60 alti da m. 0.80 a m. 1 fuori terra, verticali internamente, colla scarpa di $\frac{1}{5}$ esternamente, e si fondano su terreno roccioso, e in mancanza di questo, su terreno sodo, ridotto a piano leggermente declive verso l'interno.

Si può dare ai muri anche la forma dei tagliavalanghe usati in Savoia (tournes) cioè la forma di piramide triangolare stoncata obliquamente in sommità collo spigolo a monte foggianti in guisa di sperone che taglia la neve e cogli spigoli laterali smussati. L'altezza dello

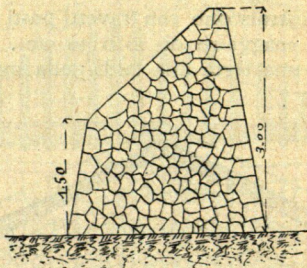


Fig. 119 b.

Palafitte per difese contro le valanghe. - Palafitta semplice.

spigolo a monte può arrivare anche a 3 m. e la lunghezza del muro a 8 m. e più (vedi la fig. 119).

Devesi da ultimo notare che bisogna porre molta attenzione nello scegliere la località dove si costruiscono le opere di difesa perchè la loro conservazione e riuscita dipende assai da questa scelta.