

**MINISTERO DI AGRICOLTURA INDUSTRIA E COMMERCIO
DIREZIONE GENERALE DELL'AGRICOLTURA**

Norme per gli Ingegneri incaricati dell'estensione di progetti preliminari di grandi serbatoi.

INDICE

	Pagina
Principali norme da seguirsi dagli ingegneri incaricati della estensione di progetti preliminari di grandi serbatoi:	
I. - Ricognizione dei terreni irrigui	1
II. - Scelta della località pel serbatoio e condizioni alle quali deve soddisfare la roccia di fondazione della diga.....	3
III. - Rilievi sul terreno	11
IV. - Icnografia e profilo della traversa.....	12
V. - Accessori della diga.....	15
VI. - Computo metrico e stima.....	15
VII. - Dighe in terra.....	16

Allegati.

Medie dell'acqua caduta annualmente in 73 stazioni meteorologiche	19
Opere che possono venire consultate	22

**PRINCIPALI NORME DA SEGUIRSI DAGLI INGEGNERI INCARICATI
DELL'ESTENSIONE DI PROGETTI PRELIMINARI DI GRANDI SERBATOI.**

I.

RICOGNIZIONE DEI TERRENI IRRIGUI.

È necessario che l'ingegnere che s'accinge a redigere un progetto, anche preliminare, di un grande serbatoio abbia perfetta conoscenza dei terreni ai quali vuole impartire il beneficio della irrigazione. E però prima di ogni altra operazione, dovrà riconoscere quali terreni siano suscettibili di essere irrigati *non molto distanti dal corso del fiume sul quale deve erigersi la diga*. Dovrà di questi

determinare la estensione e la natura, e il genere di coltivazione irrigua a cui sono maggiormente disposti, in seguito a che, stabilita la quantità d'acqua necessaria annualmente all'irrigazione di un ettare, fisserà quel massimo di portata che dovrebbe ricavarsi dal serbatoio, tenendo conto delle diverse perdite per evaporazione e per filtrazione nei canali e del numero *effettivo* di ettari che verranno poi irrigati nella zona prescelta.

Siccome per ogni coltura è variabilissima la quantità di acqua richiesta per ogni ettare, così l'ingegnere la fisserà in ogni caso particolare e secondo le norme più razionali, tenuto conto delle abitudini che vi fossero nel paese.

Non ostante, per norma dell'ingegnere si riportano alcuni dati più importanti relativi alle quantità d'acqua impiegata per l'irrigazione di un ettare posto a differenti colture.

Il Pareto nel suo «*Traité d'irrigation*» dà la seguente tabella:

QUANTITÀ D'ACQUA IMPIEGATA PER L'IRRIGAZIONE DI UN ETTARE DI PRATO.

LOCALITÀ	Litri al 1''
Alta Garonna(<i>M. Mescur-de Lasplanes</i>).....	0,58
Canali derivati dal Tech e dal Thet (<i>Ingegneri di ponti e strade</i>)	1,00
Pirenei Orientali (<i>Jaubert de Passa</i>)	0,169
Bocche del Rodano, presso Arles	1,02
Bocche del Rodano, presso Arles (<i>Montluisant, ingegnere capo</i>)	1,66
Bocche del Rodano, presso Arles (<i>M. Peyret-Lullier</i>)	1,00
Alte Alpi e Isère (<i>M. Favraud</i>).....	0,68
Nadault de Buffon, trattato di irrigazione.....	0,25
Piemonte, circondario d'Ivrea	1,00
Piemonte, circondario di Mortara	0,80
Lombardia - Milano.....	1,00
Lombardia - Pavia	0,75
Arcachon (<i>Progetto degl'ingegneri</i>)	0,50
Provenza, canale di Aix	0,83
Pirenei orientali e Spagna.....	0,25
Canali derivati dal Tech (<i>Langeon, ingegnere di ponti e strade</i>).....	0,60
Grenoble, canale derivato dal Drac	0,65
Alvergna, Latour presso Tauve	2,00
Alvergna, Mont-Doré	1,25
Piemonte, presso Torino	0,80
Piemonte, serbatoio	0,36
Epinal (<i>Mosella</i>) irrigazione di M. Dutac.....	100,00
Vosgi (<i>M. Perrin</i>)	65,00

Deve osservarsi che la grande discrepanza fra la quantità d'acqua impiegata nella irrigazione di un ettare della stessa coltura dipende specialmente dal fatto che in alcuni luoghi è adoperata come semplice solvente delle sostanze assimilabili dalle piante, mentre in altri essa serve come ingrasso fornendo una parte di azoto.

Le esperienze fatte dall'ingegnere Hervé Mangon sulle irrigazioni del Mezzogiorno e del Nord della Francia hanno dimostrato che l'azoto che si trova nelle acque allo stato di acido nitrico, ammoniaca o contenuto nelle sostanze organiche in esse disciolte o in sospensione, va a profitto del suolo e viene assimilato dalle piante. Nel Mezzogiorno, ove si impiega in media un litro per secondo e per ettare, l'effetto dell'acqua è quello di rinfrescare la terra, fornire l'acqua alle piante, tenere umido il suolo, ciò che favorisce una abbondante nitrificazione. Nella Mosella e nei Vosgi invece l'acqua riscalda sovente il terreno, e gli cede dei composti azotati raccolti nell'aria o nelle terre attraversate fornendo al terreno tutto l'azoto contenuto nei prodotti, e anche quello che aumenta la fertilità del suolo; infatti in questi paesi si dà poco o nessun concime ai prati. Essendosi per prova diminuita la quantità d'acqua nella irrigazione i prati diedero minore prodotto.

In Italia si ritiene come media un litro al 1" per ettare.

Dai dati forniti dalle Commissioni idrauliche agrarie, nominate dal Ministero di agricoltura, industria e commercio, si rileva che per un ettare coltivato a prato occorrono litri 0,80 al 1" nella provincia di Alessandria, da litri 0,60 a litri 0,90 nel Piacentino, circa litri 0,50 nelle provincie di Reggio Emilia e di Bologna, e litri 1,23 in quella di Ravenna.

A questa tabella si aggiungono alcuni dati relativi alle altre colture.

Per le risaie si ammette da litri 1,25 a 5 per 1" e per ettare, a seconda della natura del terreno; per le marcite da 35 a 45; per i terreni a coltivazioni miste (cereali, meliga, ecc.) da 0,8 a 1,6; per gli orti da 1 a 2, e per gli agrumi da 1,5 a 3 litri al 1" per ettare.

Il tempo dell'irrigazione è variabile nei differenti paesi e per le diverse colture fra i limiti di mesi 3 e 5.

Le perdite per evaporazione e per filtrazione variabili anche esse secondo il clima e secondo la natura dei terreni, ecc., possono però fissarsi in media a 0^m,07 di altezza al giorno complessivamente per tutta la superficie dei canali *principali e secondari* per la durata dell'irrigazione. Se si avranno dati più precisi potranno assumersi coefficienti diversi da questo.

II

SCELTA DELLA LOCALITÀ PEL SERBATOIO E CONDIZIONI ALLE QUALI DEVE SODDISFARE LA ROCCIA DI FONDAZIONE DELLA DIGA.

Per procedere alla scelta della località adatta alla creazione del serbatoio, dopo che si sarà fissata la portata del canale di derivazione secondo le norme del paragrafo I, converrà prima calcolarne la

capacità necessaria per la progettata irrigazione. Tale capacità si otterrà conoscendo: 1° la durata dell'irrigazione; 2° le perdite del serbatoio per evaporazione e filtrazione.

La durata dell'irrigazione è variabile, come fu detto, fra i limiti di mesi 3 e 5.

Le perdite per evaporazione e filtrazione nel serbatoio saranno calcolate nel capitolo III.

Dopo di che l'ingegnere dovrà percorrere il torrente per scegliere la posizione più adatta alla formazione del lago artificiale.

Questa scelta deve essere fatta in base ai seguenti principii:

1° Che il bacino idrografico del torrente superiore alla scelta località sia assai ampio perché il serbatoio possa venire certamente riempito tutti gli anni, senza ledere i diritti già acquistati se mai ve ne hanno. Il bacino imbrifero se già non è conosciuto può misurarsi col planimetro polare su carte topografiche al 50.000 al 75.000 o al 100.000.

Le osservazioni pluviometriche degli osservatorii più prossimi daranno la misura della quantità di pioggia che cade annualmente sul bacino montuoso considerato. Tale quantità è variabile da 0^m,40 (in Sicilia e Sardegna) ad 1^m (nell'Appennino dell'Emilia e della Liguria) e a 2^m sulle Alpi. Nell'allegato annesso alla presente sono riassunte le medie dell'acqua annualmente caduta in 73 stazioni meteorologiche italiane nelle quali le osservazioni datano da più di un decennio. Il *coefficiente di disperdimento* ossia il rapporto fra la quantità di *acqua caduta* e quella che va dispersa per evaporazione ed assorbimento varia troppo colla natura dei terreni, col loro pendio e col clima perché possa darsene neanche una misura approssimata. Può ritenersi che esso sia altissimo e quasi 1 in terreni sciolti ed in rocce calcaree; piccolissimo invece e prossimamente un quinto in terreni argillosi, e a forte pendenza.

Può tuttavia tornare utile qualche dato sul rapporto della quantità di acqua scorrente nei principali fiumi e di quella piovuta sul loro bacino imbrifero.

Humphreys e Abbot (*Physics and hydraulics of the Mississippi River*. Washington, 1861) danno i seguenti numeri per alcuni fiumi d'America:

FIUME	Proporzione fra l'acqua scorrente e quella caduta annualmente sul bacino imbrifero
Mississippì intero tolto il Red River.....	0,25
Missouri	0,24
Mississippì superiore	0,24
Arkansas e Fiume Bianco	0,15
Tributari minori	0,90
Fiume Rosso (Red River)	0,20
Fiume Jazoo	0,90
San Francesco	0,90

Si calcola che per l'Elba in Germania il rapporto sia 0,25, per la Senna 0,33; e che per il Tamigi, e in generale pei fiumi della Gran Bretagna, quel rapporto vari fra 0,33 e 0,25.

Per i fiumi italiani non si conoscono dati esatti se non pei grandi. Dalle misure fatte dal Lombardini delle portate del Po a Pontelagoscuro risulterebbe che l'acqua che esso conduce al mare rappresenta un'altezza d'acqua di metri 0,781 su tutto il suo bacino imbrifero ritenuto di 69.382 chilometri quadrati.

Pel Tevere la stessa altezza sarebbe di metri 0,49 e per l'Arno di 0,37.

Per i piccoli corsi d'acqua che vennero sbarrati con alte dighe di ritenuta si hanno i seguenti dati:

NOME del corso d'acqua	PRINCIPALI ROCCIE sulle quali scorre il fiume	Rapporto fra la quantità d'acqua piovuta annualmente e quella scorrente nel fiume
Gileppe (Belgio)	Arenaria, psammiti, quarziti con qualche banco calcareo intercalato	0,80
Ternay (Francia)	Granito	0,83
Furens (Francia).....	Granito	0,65
Escoriza (Spagna).....	Arenaria e calcari	0,24
Habra (Algeria).....	Arenaria, argille e calcari	0,017 - (1/60)
Sig (Algeria)	Id.	0,018 - (1/56)
Tlélat (Algeria)	Id.	0,062 - (1/16)
Djidiouia (Algeria)	Argille e arenarie	0,062 - (1/16)

Pei grandi fiumi dell'Algeria, quali il Cheliff, si ritiene che non scorra nei medesimi che circa un trentesimo dell'acqua piovuta; la massima parte si perde per evaporazione e ben poca va nel sottosuolo poco permeabile; mancano infatti le grandi sorgenti.

Come vedesi da queste cifre non si può dedurre una media da applicarsi ad ogni singolo caso.

In mancanza di altri dati può tuttavia tornare molto utile lo studio delle sorgenti nella valle che si intende sbarrare; esse daranno un'idea abbastanza approssimata della permeabilità del terreno, poiché se rare e di grande portata accusano terreni molto permeabili, se piccole e numerose terreni poco permeabili.

In prossimità al mare la assenza di sorgenti non può fornire dato sicuro per la impermeabilità del terreno, perché le acque possono scaturire sotto il livello del mare medesimo. Se si hanno dirette misure di portata in piena od in magra ed in vicinanza alla prescelta località, su quelle si fonderà il calcolo della portata integrale del torrente.

Condizioni alle quali deve soddisfare la roccia su cui si fonda la diga.

Le grandi dighe di ritenuta dell'acqua costrutte a traverso le valli debbono essere poste in località ove il terreno sia stabile, resistente ed impermeabile.

Sabbia ed alluvioni. - È quindi da rigettarsi a priori la possibilità d'impiantare tali dighe su terreno alluvionale detritico e sciolto. In conseguenza le fondazioni delle dighe dovranno sempre essere spinte sino alla roccia solida sottostante alle ghiaie ed alle sabbie.

E qui giova richiamare l'attenzione dell'ingegnere incaricato del progetto sulla necessità di determinare lo spessore del terreno alluvionale soprastante alla roccia in posto, tanto nel letto del torrente, quanto sulle sponde, per poter precisare in ogni singolo punto la profondità alla quale dovranno essere spinte le fondazioni. Col crescere di questa profondità aumenta rapidamente il volume della muratura e nascono grandi difficoltà di eseguire le fondazioni, specialmente se il torrente non trovasi asciutto nell'estate, di modo che queste debbono essere fatte o sott'acqua o esigono impianti speciali e forti spese per l'esaurimento delle acque. Nel capitolo IV delle presenti istruzioni sono riportati i profili empirici di due dighe, la prima per un'altezza di ritenuta di 25^m e l'altra di 50^m. Il masso di fondazione di un metro corrente per la massima altezza della prima rappresenta il 50 per cento della muratura del metro corrente della diga se lo si deve spingere solamente a 5m, sale ad 80 per cento per una profondità di 7^m,50, e al 130 per cento se lo si deve approfondire a 10^m, cioè esso ha, in quest'ultimo caso, un volume superiore a quello della diga stessa.

Per la seconda diga avente una ritenuta d'acqua di 50^m di altezza, i medesimi rapporti per profondità delle fondazioni di 5^m, 10^m e 15^m, sono rispettivamente 25 per cento, 55 per cento e 90 per cento circa.

Pertanto sarà conveniente che l'ingegnere cerchi con un accurato e minuzioso esame delle località, facendo, ove lo creda necessario, eseguire qualche scavo, di poter determinare la profondità del terreno alluvionale del letto, e del terreno detritico sulle sponde, e la indichi nel suo rapporto in via approssimata, proponendo, nello stesso tempo, tutti i lavori di assaggio che a suo parere sono necessari per determinare con sufficiente approssimazione le varie profondità cui trovasi la roccia solida.

Se poi i fianchi delle montagne sono costrutti essi stessi da sabbie, morene, alluvioni, o da terreno franato dall'alto è assolutamente impossibile fondare su di essi un'alta diga di ritenuta senza pericolo di perdite considerevoli e anche di disgrazie.

Rocce massicce. - Le migliori rocce per fondazioni di un'alta diga di ritenuta sono quelle massicce, graniti, serpentine, porfidi, trachiti e basalti. In queste rocce sono tuttavia da osservarsi le numerose fenditure che esse possono presentare, le quali quantunque in genere non

compromettano la stabilità delle dighe su di esse fondate, tuttavia possono dar luogo ad infiltrazioni e perdite.

Nei graniti, porfidi e trachiti molte volte il feldspato è alterato dagli agenti atmosferici in modo che la roccia alla superficie non è molto compatta; generalmente però a pochi metri di profondità l'alterazione non si è fatta risentire. Identico fenomeno si presenta nelle rocce scistose alquanto argillose.

Rocce stratificate. - Le argille in generale male si prestano per una buona fondazione di un'alta diga. Non si ha finora esempio di dighe fondate su tale roccia, salvo quella di Grosbois, alta metri 22 circa, posta sulle argille liasiche e che nei primi anni diede luogo a movimenti di rinculo, e quella del Chélif alta 18^m.

Le rocce stratificate presentano generalmente alcune difficoltà per buone fondazioni e sicuro incastro delle alte dighe di ritenuta dell'acqua.

Riguardo alla permeabilità bisogna distinguere quelle molto fessurate e contenenti grotte e caverne per cui l'acqua passa liberamente, da quelle poco permeabili in se stesse, ma in cui l'acqua può tuttavia passare con qualche facilità fra strati e strati non aderenti fra di loro.

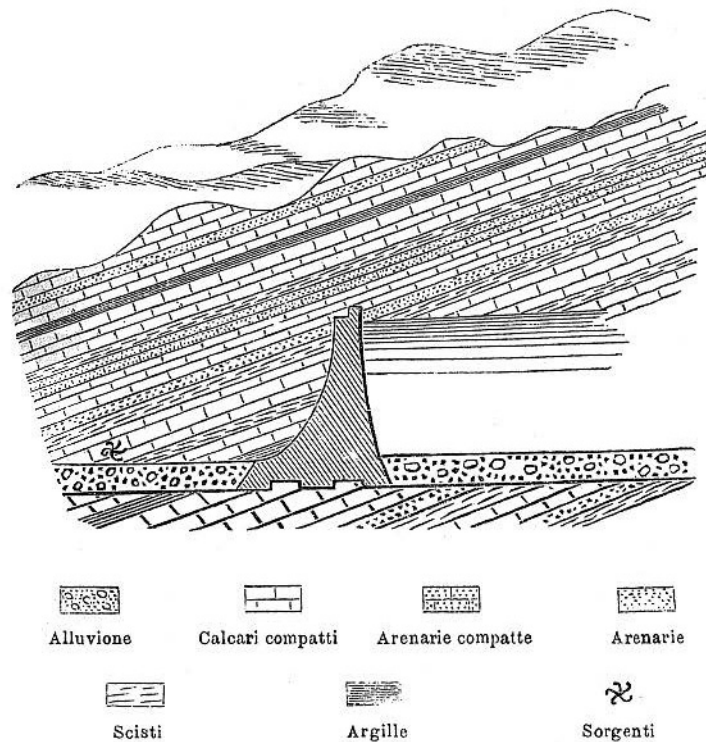
Per le prime, se esse occupano gran parte del fondo e delle sponde del bacino sarà impossibile impedire gravi perdite d'acqua; ma, qualora esse formino soltanto la parte ristretta su cui la diga deve essere costrutta, le perdite d'acqua potranno essere in gran parte impedito con otturazione, mediante cemento e calcestruzzo, delle fessure e delle grotte. Inoltre, in questo caso, siccome l'acqua di infiltrazione formerà sorgenti poco a valle della diga così sarà sempre possibile immettere queste nel canale.

Le rocce calcaree compatte a grossi banchi si presentano sovente nelle condizioni ora descritte: esse offrono però solidità per le fondazioni.

Per le seconde, quando cioè gli strati sono di debole potenza e l'acqua trova facile passaggio nei piani di stratificazione, conviene avere riguardo alla direzione ed inclinazione dei medesimi.

Se questi s'immergono nel terreno verso monte della diga poco vi ha da temere per riguardo alle fughe d'acqua: se invece essi sono orizzontali o quasi, o pendono verso valle, si produrranno numerose sorgenti inferiormente alla diga.

Il caso più sfavorevole si presenta quando gli strati hanno una pendenza presso a poco uguale a quella del rio, perché in tal caso essi presentano le loro testate in modo che l'acqua vi può facilmente penetrare per tutta la lunghezza del bacino, e di più le sorgenti possono verificarsi molto a valle della diga, di maniera che non sia possibile il raccoglierle nel canale. Col crescere però della inclinazione degli strati diminuisce la lunghezza della parte sommersa delle testate dei medesimi ed inoltre le sorgenti non possono manifestarsi che a poca distanza a valle della diga.



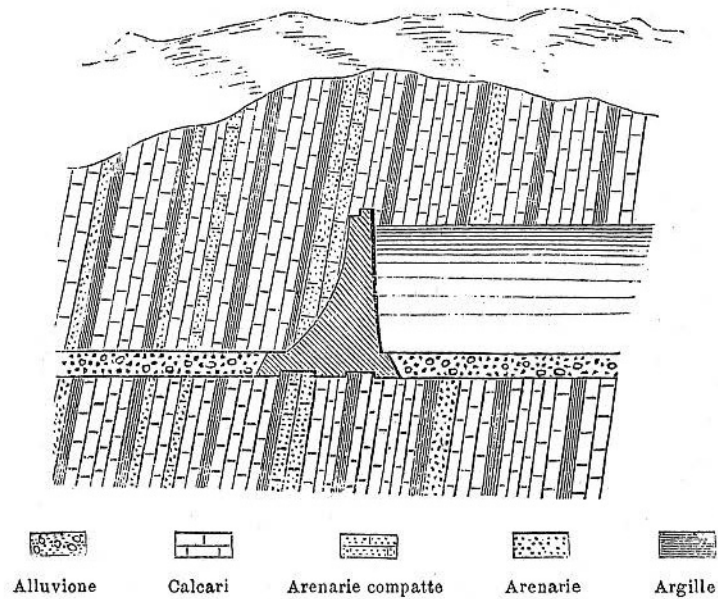
Riguardo poi alla stabilità delle fondazioni gli strati di debole potenza presentano inconvenienti variabili a seconda della loro direzione ed inclinazione.

Sarebbe desiderabile che tutta la diga riposasse sopra una roccia della medesima composizione e natura, ma se gli strati non hanno grande potenza, ciò riesce impossibile. L'inconveniente resta però meno sensibile qualora l'asse della diga possa farsi parallelo alla direzione degli strati, dimodoché ogni assisa di quella riposi sopra un solo strato, ossia su roccia omogenea. Per soddisfare a questa condizione è necessario che la direzione dei banchi sia presso a poco normale al corso del fiume. Nel caso opposto, quando essi corrono parallelamente od obliquamente alla valle, le fondazioni su una sponda non sono negli stessi strati che quelle dell'altra sponda.

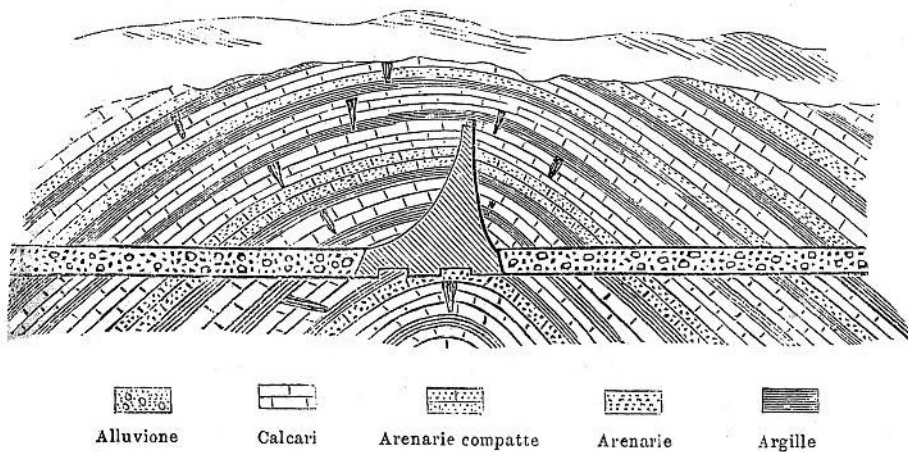
Questo fatto si avrebbe anche quando l'asse della diga fosse in traverso alla linea di contatto fra due terreni di epoca e natura differente.

Qualora fra i banchi di roccia compatti sieno intercalati piccoli straterelli di argilla, questi ultimi bagnati dall'acqua facilmente si comprimono, le fondazioni cedono e nella diga si manifestano fenditure.

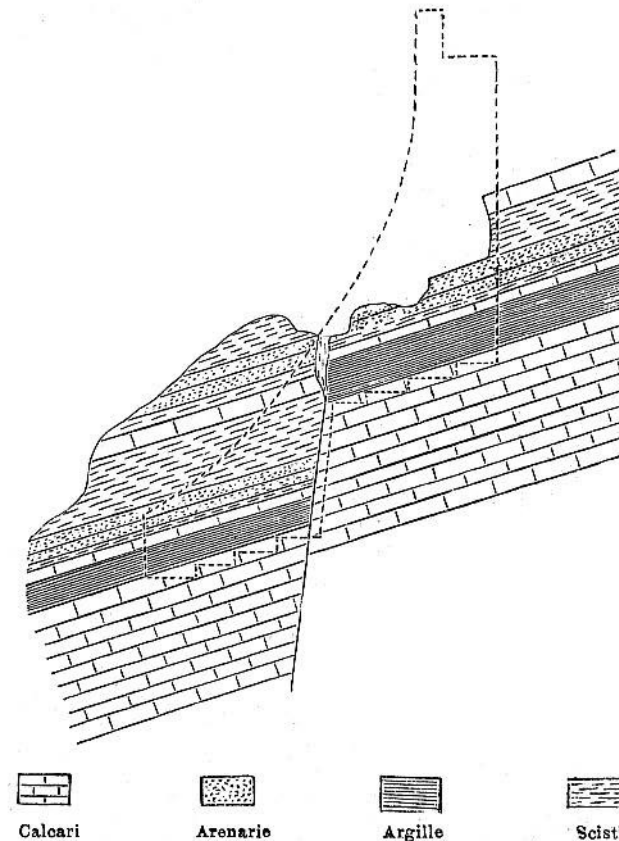
Un tale terreno composto di alternanze di banchi compatti e straterelli argillosi male si presta ad una buona fondazione a meno che l'asse della diga sia parallelo all'andamento della stratificazione ed i banchi sieno raddrizzati sino quasi alla verticale come si vede nella figura seguente:



Se nella località scelta per la fondazione della diga gli strati presentano un'anticlinale, essi saranno in caso generale molto fessurati e tormentati e possono dar luogo a serie difficoltà nelle fondazioni.



Devesi eziandio fare avvertenza alle faglie e scegliere la località in modo che le fondazioni della diga non cadano su una di esse, poiché in tal caso la muratura da una parte non riposerebbe sul medesimo strato che dall'altra a meno che non si spingano più in basso le fondazioni al tetto della faglia di una quantità uguale al salto o rigetto, come scorgesi nella figura seguente:



Concludendo, per quanto riguarda la stabilità delle fondazioni, sarà opportuno in primo luogo determinare la profondità dell'alluvione nel letto del fiume, e del terreno detritico sulle sponde ed in secondo luogo converrà fare un accurato studio delle condizioni litologiche e stratigrafiche della roccia di fondazione e di imposta della diga.

Sarà bene che l'ingegnere proponga tutti i lavori che egli crede necessario siano fatti *a priori* per accertarsi delle buone condizioni della roccia. Convieni perciò che egli tenga presente come ciascun serbatoio deve avere uno scarico di fondo e un condotto per la presa d'acqua.

Ora, se nella maggior parte dei bacini questi consistono in gallerie lasciate nel masso murale della diga, in altri invece, come in quello della Gileppe nel Belgio, sono formate da gallerie scavate nei fianchi della stretta. Queste gallerie, che vengono eseguite prima di cominciare le fondazioni della diga, servono non solo per deviare l'acqua e diminuire l'esaurimento nelle fondazioni, ma anche a riconoscere le condizioni della roccia di incastro della diga. L'ingegnere indicherà nella sua relazione quale dei due sistemi crederà preferibile per ogni singolo caso, avvertendo che, se in rocce eccezionalmente solide possono tornare convenienti le gallerie nei fianchi della montagna, invece in rocce non tanto consistenti sarà preferibile l'altro sistema di lasciarle aperte nella muratura, la quale si può eseguire con la solidità e stabilità volute, mentre nelle prime gallerie si potrebbero temere frane che avrebbero effetti disastrosi.

Oltre le buone condizioni di stabilità della roccia nella località scelta per la costruzione della diga, bisogna, per la convenienza della formazione del bacino artificiale, che sieno soddisfatte le seguenti condizioni:

1° che a monte della stretta il fiume presenti un subito e prolungato allargamento, talché il rapporto tra il volume d'acqua immagazzinato e quello della muratura della diga sia molto grande. È necessario perciò che il fiume non abbia in quel tronco soverchia pendenza, per esempio, più del 10 per mille.

2° che nelle vicinanze della stretta si possano ricavare buoni materiali da costruzione, e si abbia facilità di trasportarli in cantiere.

3° che i terreni che verranno inondata non siano intensivamente coltivati e non si abbiano a fare troppo costose espropriazioni o a danneggiare importanti costruzioni già esistenti.

III.

RILIEVI SUL TERRENO.

Scelta per tal modo la località, procederà immediatamente l'ingegnere al rilievo della medesima, ciò che potrà eseguire mediante una poligonale tracciata nel fondo del fiume e delle sezioni trasversali più o meno numerose secondo che le sponde saranno più o meno accidentate. Le sezioni trasversali saranno frequentissime nel punto in cui deve erigersi la diga, cosicché il terreno resti determinato in ogni particolare. Dal rilievo si ricaverà poi una planimetria generale nella scala di 1:10.000 a curve orizzontali colla equidistanza di 2 a 5 metri, ed una pianta della stretta del torrente nella scala di 1:500 con curve orizzontali equidistanti di 1^m.

Misurate, al planimetro polare, le aree delle curve orizzontali della planimetria generale, si potranno dedurre i volumi del serbatoio corrispondenti ad ogni altezza, ricavando il volume di ciascun tronco mediante la formula

$$v = \frac{(S + S_1)}{2} h$$

in cui S ed S_1 rappresentano le aree orizzontali di due curve successive e h la equidistanza. La somma dei volumi parziali v darà poi il volume totale V . Coi valori di V a diverse altezze descrivendo un diagramma che abbia per ascisse le altezze medesime, si potrà avere il volume che corrisponde ad una ritenuta qualunque intermedia a quelle considerate, e così verrà determinata quella altezza H di diga che è necessaria per avere la portata Q prima stabilita.

Si può anche determinare prossimamente il volume E perduto per evaporazione nel serbatoio colla formula

$$E = \frac{3}{5} eS \frac{V}{Q} \left[1 - \left(1 - \frac{Qt''}{V} \right)^{\frac{5}{3}} \right]$$

in cui

e è la quantità che evapora nella unità di tempo e su un m^2 , che può ritenersi variabile fra

$$\frac{0,^{m^3}004}{86.400} \text{ e } \frac{0,^{m^3}010}{86.400} ,$$

S la superficie superiore orizzontale del serbatoio che ora conosciamo,

V la capacità del serbatoio che pure abbiamo determinata,

Q la portata, da erogarsi dal serbatoio in m^3 e al 1",

t il tempo in 1" che dura l'irrigazione.

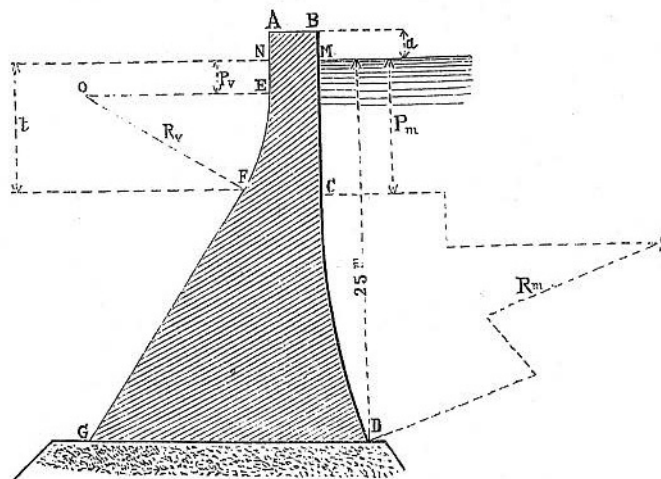
Il volume E così determinato si aggiunge a V e si ricava un'altra capacità V' che si assumerà definitivamente, e a cui corrisponderà un'altezza di ritenuta H' che si ha dal diagramma dei volumi. Le perdite per filtrazione dal serbatoio non vi ha luogo per lo più a considerarle, perché sono in generale insignificanti per dighe ben fondate, e in località convenientemente scelte, e quando vi sono si riacquistano in generale facilmente a valle della traversa.

Se l'altezza H' così determinata non supera il massimo ammesso per ora dalla pratica, che può ritenersi di 50^m a 60^m per rocce eccezionalmente resistenti, si adotterà; se riesce troppo grande, o si progetteranno due serbatoi, o si diminuirà l'estensione dei terreni da irrigarsi.

IV.

ICNOGRAFIA E PROFILO DELLA DIGA.

La diga dovrà sempre collocarsi, non nel punto più stretto del fiume, ma appena a monte della stretta, cosicché le sponde presentino alla spinta dell'acqua una grande massa resistente. La pianta sarà preferibilmente circolare colla convessità rivolta a monte e il raggio potrà determinarsi colla $R = 5L$, essendo L la larghezza media del fiume nel punto ove si colloca la diga. Dovrà però avvertirsi, e ciò farà talvolta cambiare il valore di R , che la diga deve impostarsi nelle sponde normalmente, più che sia possibile, alle curve orizzontali.



Lo spessore al ciglio della diga si determinerà colla

$$s_c = 1,35 + 0,07 H'$$

essendo H' l'altezza di ritenuta già prima determinata.

Il franco del ciglio sul più alto livello di ritenuta, che voglia ammettersi, si fissi colla

$$a = 0,15 + 0,07 H'$$

Alla diga si assegnerà in seguito un profilo empirico dato dalle seguenti formole in cui i simboli hanno i significati che veggonsi nella figura precedente.

Faccia a monte.

1° - Profondità della porzione verticale MC sotto il livello superiore dell'acqua.

Per altezza H' di ritenuta fra 10^m e 40^m

$$MC = p_m = 4 + \frac{1}{5} H';$$

per $H' > 40^m$,

$$p_m = 0,3 H'.$$

2° - Raggio del cerchio CD .

$$CS = R_m = 8^m + 1,6 H'.$$

Faccia a valle.

1° - Profondità della porzione verticale NE .

$$NE = p_v = 1,60 + 0,02 H'.$$

2° - Raggio del cerchio EF .

$$EO = R_v = 2 + 0,4 H'.$$

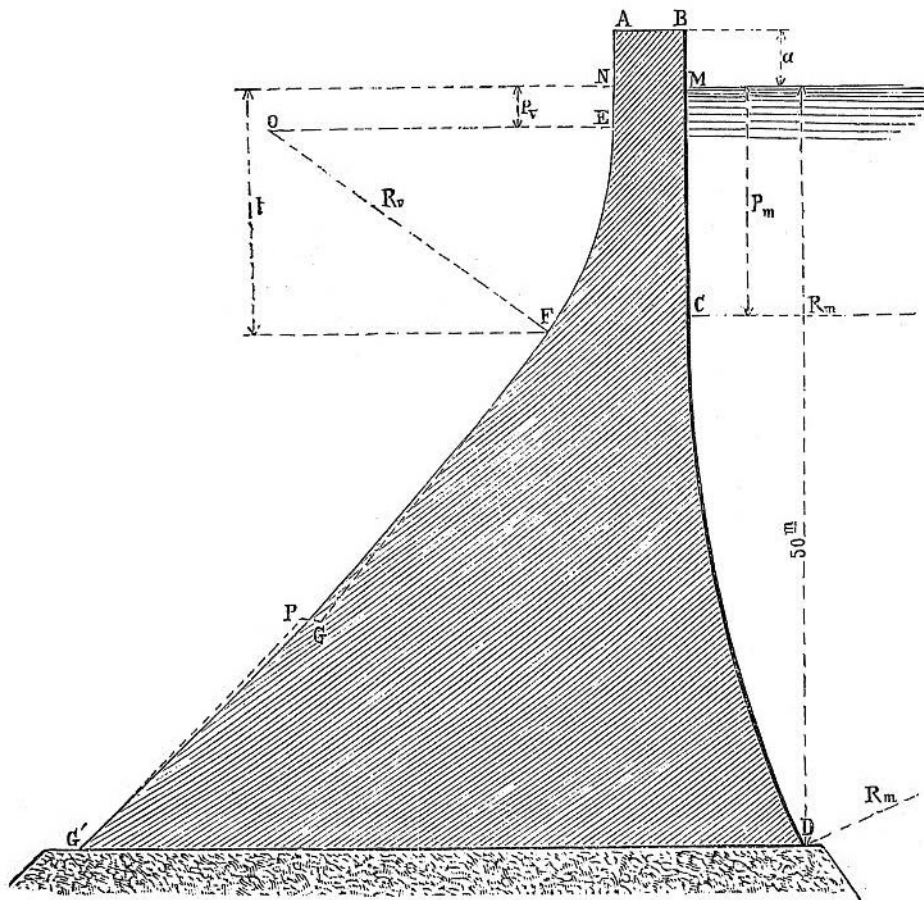
3° - Profondità t sotto MN a cui arriva la curva EF .

Per altezza un'altezza di ritenuta compresa tra 10^m e 25^m

$$t = 2,25 + 0,25 H';$$

per $H' > 25^m$,

$$t = 1 + 0,3 H'.$$



Dal punto F estremo dell'arco EF parte la tangente FG che costituirà l'ultima parte del profilo quando sia $H' < 35^m$. Ma se sarà $H' > 35^m$ si faranno, per ottenere il rimanente arco di cerchio, costituente l'ultima parte del profilo, le seguenti linee di costruzione; a 35^m sotto NM una risega GP orizzontale, di 1^m , e da P una parallela PG' a FG , se $H' < 45^m$, o una retta PG' inclinata a 45° se $H' > 45^m$. Così si determina un punto G' che sarà l'estremo a valle della base del muro, e si completerà il profilo facendo passare per F' e per G' un arco di cerchio FG' raccordato in F con FE .

La DG' sarà la base del muro al livello del thalweg del torrente. Esso poi riposerà sopra un masso di fondazione che avrà una sporgenza di 2^m a valle e di 1^m a monte e che sarà approfondito con scarpe inclinate colla verticale di 45° a valle, e di 35° a monte fino ad incastrarsi nella roccia solida.

V.

ACCESSORI DELLA TRAVERSA.

Della presa dell'acqua e dello scarico di fondo e di superficie non è necessario che l'ingegnere dia i particolari. Dovrà soltanto determinare prossimamente la portata delle massime piene, anche eccezionali, a cui va soggetto il torrente nel punto della diga. Ciò potrà farsi per mezzo di osservazioni dirette, se ve ne hanno, o per mezzo di informazioni assunte sui luoghi, dalle quali possa ricavarsi l'altezza massima delle piene e il profilo bagnato.

Si determinerà ancora la proporzione, in volume ed in peso delle torbide del torrente mediante esperienze dirette fatte per piccoli volumi di acqua raccolti quando il torrente si trovi in diversi gradi di piena. Si può, ad esempio, prendere un litro d'acqua torbida, pesarla coll'approssimazione di un grammo; lasciarla in seguito deporre e determinarne giornalmente il volume dei sedimenti per 30 dì consecutivi.

VI.

COMPUTO METRICO E STIMA.

Al progetto preliminare, compilato secondo le norme precedenti, dovrà unirsi un computo metrico ed una stima approssimativa che tenga conto anzitutto del volume di muratura della diga e delle fondazioni, in seguito delle spese di espropriazione, casa del guardiano, ecc.

Si aggiungeranno poi da 300.000 a 500.000 lire per gli accessori del serbatoio, secondo che l'altezza di ritenuta sia piccola o grande.

A tutto ciò va aggiunta la spesa per la rete dei canali principali e secondari che si preventiverà approssimativamente tenendo conto all'uopo delle opere consimili che siano state eseguite nella località.

Alla muratura fatta in pietrame, si attribuirà il prezzo corrente del paese, avvertendo che va usata malta eminentemente idraulica e che la muratura va molto bene eseguita, specialmente la parte a monte. L'ingegnere esaminerà, se nelle vicinanze trovisi pietra da calce che abbia le volute condizioni, e in caso diverso, indichi da quale località debbasi provvedere, e tenga conto delle spese di trasporto.

Finalmente si determinerà, con quella precisione che si potrà maggiore, il prezzo di vendita dell'acqua, onde valutare la maggiore o minore convenienza dell'opera. Questo prezzo varia nei paesi ben coltivati da lire 20 a lire 50 e più all'ettare.

VII.

DIGHE IN TERRA ⁽¹⁾,

Quantunque siavi poca probabilità di poter arrivare a formare laghi artificiali di grande capacità mediante dighe in terra, poiché la pratica insegna che non conviene dare a queste un'altezza maggiore di 20m ⁽²⁾, pure sarà opportuno che l'ingegnere esamini se in quelle località che non si prestano per una buona fondazione di una diga in muratura, possa convenire farne una in terra.

Generalmente non sarà possibile con dighe alte non più di metri 20 formare un lago artificiale della capacità di qualche decina di milioni di metri cubi, poiché in via approssimata la capacità del serbatoio cresce proporzionalmente alla terza potenza dell'altezza della diga, e quindi sono le parti alte di questa quelle che ritengono un maggior volume d'acqua. Però se la configurazione del suolo si presta, in qualche caso eccezionale, una diga, di una ritenuta di 20 metri solamente, può formare un bacino di grande capacità; tanto più che il costo del metro corrente di diga potendo essere molto minore per una in terra che per quella in muratura si potrà sbarrare con convenienza una valle anche quando essa non presenti una stretta.

In terreni pianeggianti si sono costrutte dighe in terra di qualche chilometro di lunghezza il cui asse forma quasi una curva chiusa, cioè la diga serve per sbarrare la valle e per innalzarne le sponde.

Le dighe in terra, sebbene costruite con tutte le regole d'arte, possono rompersi con maggiore facilità che non quelle in muratura, specialmente per le filtrazioni fra la diga e la base di fondazione. La diga non deve fondarsi né su roccia nuda perché con questa non si collega, né su ghiaia o sabbia, ma su terreno argilloso o terra alquanto argillosa impermeabile all'acqua.

L'acqua non deve poter mai tracimare dalla diga perché essa gettandosi sulla scarpa esterna la degrada e forma una apertura che va sempre più ingrandendosi fino a che la pressione dell'acqua nel serbatoio rompe la parte ridotta a piccole dimensioni, ed allora si forma una corrente che distrugge la diga intera.

Natura delle terre da impiegarsi nella costruzione della diga.

Una condizione essenziale alla quale deve soddisfare la diga è l'impermeabilità. Non possono quindi essere impiegate le sabbie e le ghiaie. L'argilla, sebbene soddisfi alle condizioni dell'impermeabilità, non può tuttavia essere impiegata sola, poiché all'asciutto si screpola e l'acqua penetrando nella fenditura la ingrandisce e si apre ben presto uno sbocco che riesce fatale alla diga.

(1) Cenni sulle dighe in terra desunti dal trattato dell'ingegnere Crugnola citato negli allegati.

(2) Le dighe in terra furono costruite di preferenza nell'India, nel Perù, in Inghilterra e nella Scozia, dove si incontrano dei serbatoi giganteschi con dighe di 30 e fino di 36^m; però stante le rotture di molte altre dighe aventi altezze minori si ritiene dai pratici che non convenga sorpassare l'altezza di 20^m. Il professore Mary consiglia, come limite, l'altezza di 12^m. *Sganzin* cita delle dighe alte da 12 a 21^m che hanno resistito in modo soddisfacentissimo.

L'ingegnere Comoy, specialista in questo genere di costruzioni, consiglia una terra contenente una parte d'argilla per una parte e mezza di sabbia. Nella costruzione delle numerose dighe per i bacini di alimentazione del canale del Centro in Francia si trovò che la proporzione più conveniente, per le terre provenienti dalla disaggregazione dei graniti, è di 65% di sabbia quarzosa e 35% di argilla.

Pertanto l'ingegnere incaricato del progetto dovrà vedere se, nelle vicinanze della località scelta per la formazione del lago artificiale, si possono trovare delle terre che soddisfino alle condizioni sopra enunciate. Dove non è possibile avere della terra impermeabile in grande quantità si può costruire il solo nucleo interno con argilla pura, che non essendo esposta ai raggi del sole si mantiene umida anche a bacino vuoto; l'ufficio di questo nucleo che gli inglesi, i quali seguono di preferenza tale sistema di costruzione, chiamano Clay-Puddle, è appunto quello di rendere la diga impermeabile. Il resto della diga può essere costruito con terra permeabile purché offra la stabilità voluta alla resistenza.

Dimensioni della diga.

Si darà alla diga una larghezza al ciglio determinata colla seguente formula empirica:

$$l = 3 + 5 \frac{(h-3)}{17};$$

nella quale h rappresenta l'altezza di ritenuta.

La sopraelevazione del ciglio sul livello di massima ritenuta sarà di 1^m a 3^m,50 a seconda dell'altezza.

Alla scarpa interna si assegnerà una inclinazione di 2^m di base per 1^m di altezza ed anche 3^m di base per 1^m di altezza a seconda delle terre, ed alla scarpa esterna quella che corrisponde al naturale declivio della terra impiegata.

La scarpa interna delle dighe in terra si foggia quasi sempre a gradoni separati da banchine quasi orizzontali e si riveste di muratura per difenderla dalla azione delle onde. La muratura non va fatta con malta, ma a secco, perché lo assettamento delle terre provocherebbe delle fenditure.

La scarpa esterna verrà accuratamente protetta mediante un inzollamento generale od anche con piantagioni opportune.

La banchina superiore, dove l'infiltrazione delle acque è maggiormente da temersi, verrà protetta mediante un selciato o meglio una massicciata impermeabile.

La costruzione della diga viene fatta trasportando le terre con carretti a mano o tirati da cavalli, in seguito si fa scorrere prima un rullo del peso di 700 a 800 chilogrammi a superficie liscia, poi un secondo a scanellature rettangolari del peso di 12.000 a 15.000 chilogrammi per completare l'assetto delle terre.

Il costo di ogni metro cubo di diga dipende specialmente dal prezzo della mano d'opera e dalla distanza dalla quale debbono venire prese le terre e trasportate.

Può tuttavia tornare utile il citare qualche esempio.

Per la diga di Paroy avente un'altezza di ritenuta di 5^m,55, il prezzo medio per metro cubo di terra della diga compresa la compressione al rullo, alla mazzaranga, il regolarizzamento e la rifilatura delle scarpe, ecc., fu di lire 1,80, e il prezzo medio per metro quadrato di rivestimento della diga fu di lire 9,80.

La diga sulla Liez, ultimata alla fine dell'anno scorso è alta 16^m, ha uno spessore al ciglio di 5^m,50, alla base di 63^m,32, ed una lunghezza di 459^m,30; la capacità del bacino è di 15:000.000 di metri cubi. Il costo totale, meno lo acquisto dei terreni, fu di lire 1.300.000.

ALLEGATO A.

Medie dell'acqua caduta annualmente nelle seguenti stazioni meteorologiche.

Numero d'ordine	BACINO principale	BACINO secondario	NOME della stazione	Altitudine sul mare	ACQUA caduta in millimetri	Periodo delle osservazioni Anni
1	Po	Po	Casale Monferrato	121	834,3	13
2	Po	Po	Torino	275	826,0	17
3	Po	Po	Piacenza	72	734,0	11
4	Po	Po	Moncalieri.....	259	784,6	17
5	Po	Dora Baltea	Aosta.....	603	572,2	29
6	Po	Dora Baltea	Cogne.....	1143	697,9	12
7	Po	Ticino, Toce	Domodossola	294	1420,2	11
8	Po	Ticino	Vigevano.....	115	806,9	10
9	Po	Ticino	Pavia	98	757,0	66
10	Po	Sesia	Varallo	465	1830,7	12
11	Po	Sesia-Cervo	Biella.....	434	1321,2	16
12	Po	Adda	Como	112	1318,55	13
13	Po	Oglio-Mello	Brescia	172	975,3	13
14	Po	Oglio	Verolanuova.....	70	957,9	12
15	Po	Olona	Milano.....	147	999,6	110
16	Po	Mincio	Mantova	40	644,4	42
17	Po	Tanaro	Alessandria	98	668,1	26
18	Po	Tanaro	Bra.....	308	646,6	21
19	Po	Tanaro	Mondovì.....	556	876,3	16
20	Po	Cugnone	Volpeglino	237	740,35	12
21	Po	Volano	Ferrara.....	15	697,3	18
22	Po	Parma	Parma	89	635,95	50
23	Po	Crostolo	Reggio Emilia.....	62	807,95	12

Numero d'ordine	BACINO principale	BACINO secondario	NOME della stazione	Alitudine sul mare	ACQUA caduta in millimetri	Periodo delle osservazioni Anni
24	Po	Panaro	Nonantola.....	72	749,85	10
25	Po	Secchia	Modena	64	715,8	53
26	Po	Reno	Bologna.....	85	634,65	70
27	Piave	Piave	Belluno.....	404	1426,5	8
28	Isonzo	Isonzo	Udine.....	116	1551,05	56
29	Bacchiglione	Bacchiglione	Vicenza	54	1158,9	25
30	Bacchiglione	Bacchiglione	Padova.....	31	861,2	158
31	Adige	Adige	Verona.....	66	844,4	84
32	Mare	-	Venezia	21	789,25	47
33	Mare	-	Chioggia.....	12	930,0	56
34	Mare	-	Genova.....	54	1307,0	50
35	Mare	-	San Remo.....	37	746,1	16
36	Fiumi uniti	Montone	Forlì.....	49	646,6	10
37	Marecchia	Marecchia	Rimini	21	779,4	17
38	Foglia	Foglia	Pesaro.....	14	568,3	17
39	Foglia	Foglia	Urbino	451	1019,1	30
40	Mare	-	Ancona.....	30	727,3	19
41	Scheggia	Scheggia	Jesi	118	568,8	15
42	Arno	Villano	Pescia	81	1451,6	15
43	Arno	Arno	Firenze	73	917,2	51
44	Mare	-	Livorno	24	872,15	26
45	Mare	-	Portoferraio	5	599,4	17
46	Ombrone	Merse	Siena	349	783,9	44
47	Ombrone	Ombrone	Grosseto	-	668,5	9
48	Chienti	Chienti	Camerino.....	664	1026,85	36
49	Tevere	Tevere	Perugia	520	1021,7	17

Numero d'ordine	BACINO principale	BACINO secondario	NOME della stazione	Alitudine sul mare	ACQUA caduta in millimetri	Periodo delle osservazioni Anni
50	Tevere	Tevere	Roma (C.R.)	50	759,7	58
51	Mare	-	Velletri	380	1066,8	15
52	Pescara	Aterno	Chieti	341	751,35	11
53	Pescara	Aterno	Aquila	735	650,4	9
54	Candeloro	Candeloro	Foggia	87	463,3	10
55	Mare	-	Bari	12	528,5	17
56	Mare	-	Locorotondo	420	915,8	54
57	Volturno	Calore	Benevento	170	751,9	14
58	Volturno	Volturno	Caserta	76	950,5	11
59	Mare	-	Napoli (S.R.)	149	823,9	62
60	Mare	-	Napoli (U.)	57	916,0	14
61	Mare	-	Salerno	53	965,0	19
62	Crati	Crati	Cosenza	256	1202,4	10
63	Mare	-	Catanzaro	343	969,7	13
64	Mare	-	Lecce	72	542,4	8
65	Mare	-	Reggio Calabria	18	536,5	9
66	Mare	-	Portotorres	?	449,4	17
67	Mare	-	Cagliari (Saline)	-	433,9	30
68	Mare	-	Messina	27	601,65	17
69	Mare	-	Palermo	72	595,8	77
70	Mare	-	Palermo (C.N.)	?	580,5	?
71	-	-	Padura	?	692,2	10
72	Mare	-	Catania	31	474,7	17
73	Mare	-	Siracusa	22	473,2	15

OPERE CHE POSSONO VENIRE CONSULTATE

1. Sui serbatoi e sulle dighe di ritenuta in generale.

VALLEÉ. - *Mémoire sur les réservoirs d'alimentation des canaux et notamment sur ceux du Canal du Centre*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1883, 1° semestre, pag. 261-324.

DE SAZILLY. - *Note sur un type de profil d'égale résistance, proposé pour les murs de réservoirs d'eau*. Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1853, 2° semestre, pag. 191-222.

DELOCRE. - *Mémoire sur la forme du profil à adopter pour les grands barrages en maçonnerie des réservoirs*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1866, 2° semestre, pag. 212 e seguenti. Trovasi pure svolto nella parte non ufficiale del *Giornale del Genio Civile*, 1867, pag. 456.

KRANTZ J. B. - *Étude sur les murs de réservoirs*, Parigi, 1870.

BELOE C. H. - *On the construction of Catch-water reservoirs in mountain districts for the supply of towns or for other purpose*. Londra, 1872.

DE LAGRENÉ. - *Cours de navigation intérieure*, volume II - *Fleuves et rivières*. Parigi, 1873, parte III, capitolo III.

NAZZANI ILDEBRANDO. - *Idraulica matematica e pratica. Trattato di idrostatica ed idrodinamica*. Palermo, 1875, volume I, capitolo V.

BOUVIER. - *Calculs de résistance des grands barrages en maçonnerie*. Pubblicati nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1885, agosto, pag. 173-205.

INTZE. - *Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalsperren, mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit der Materialien und etwaige Fehler bei der Ausführung*. Pubblicato nella *Deutsche Bauzeitung*, 1875, n. 47, 49 e 51.

PELLETREAU. - *Mémoire sur les murs qui supportent une poussée d'eau*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1876, ottobre, pag. 356-438; 1877, agosto, pag. 258-290; 1877, novembre, pag. 480-539.

PELLETREAU. - *Note sur les barrages cintrés en forme de vôte*. Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1879, marzo, pagina 181-182.

HUMBER W. - *A comprehensive treatise on the water supply of cities and large towns*. Lockwood, 1876.

SCIOLETTE GIOVANNI BATTISTA. - *Nota sul calcolo dei muri di sostegno per alte ritenute d'acqua*. Roma, 1878.

CALMELS. - *Dévasement des barrages-réservoirs en Algérie*. Pubblicato nelle *Annales industrielles*, 1879, fascicolo II, pag. 774-806; 1880, fascicolo I, pag. 26-91 e fascicolo II, pag. 456-465.

CHOPINEAUX P. - *Étude sur le désenvasement des barrages; description des moyens propres à y parvenir*. Costantina, 1880.

CERADINI. - *Sul calcolo delle alte dighe di sbarramento*. - *Politecnico*, 1883.

CASTIGLIANO. - *Sui muri di sostegno delle acque*. - *Politecnico*, 1884.

LLAURADÓ. - *Las aguas y riegos*.

CRUGNOLA. - *Sui muri di sostegno*. Editore Augusto Federico Negro, Torino.

GUILLEMAIN. - *Navigation intérieure*.

TORRICELLI. - *Calcolo delle alte dighe di ritenuta*. - *Genio civile*, 1885.

ID. - *Presa d'acqua, scarico di fondo e di superficie dei grandi serbatoi*. - *Genio civile*, 1885.

ID. - *Calcolo delle alte dighe di ritenuta a profilo parabolico*. - *Genio civile*, 1885.

Annales des ponts et chaussées, maggio 1885.

TORRICELLI. - *Dei grandi bacini per irrigazioni e del serbatoio Grisanti sull'Enza*. - *Considerazioni generali*. - *Progetto e cenni sui principali serbatoi esistenti*. Roma, tipografia del Genio Civile, 1886.

2. Descrizione dei principali serbatoi.

STOECKLIN. - *Notice sur les travaux d'endiguement des lacs dans la vallée d'Orby*. Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1859, 2° semestre, pag. 53-73.

ROZAT DE MAUDRES. - *Mémoire sur les réservoirs de Passy*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1859, 2° semestre, pag. 90-112.

AYMARD. - *Irrigations du Midi de l'Espagne. - Étude sur les grands travaux hydrauliques et le régime administratif des arrosages de cette contrée*. Parigi.

GRAEFF. - *Rapport sur la forme et le mode de construction du barrage du Gouffre d'Enfer, sur le Furens et des grands barrages en général*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1866, settembre e ottobre.

ROZAT DE MAUDRES. - *Mémoire sur les réservoirs de Gentilly et de Coulanges-la-Vineuse*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1867, gennaio, pag. 51-62.

Exposition universelle à Paris en 1867. Empire français. Notices sur les modèles, cartes et dessins relatifs aux travaux publics réunis par les soins du Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Parigi, 1867.

MARCHALL O. - *Barrage de l'Habra sur l'Habra*. Pubblicato nelle *Annales du Génie civil*, 1868, pag. 33-46 e seguito nell'annata 1869.

HIRSCH. - *Réservoir et déversoir-siphon de Mittersheim*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1869, marzo, pagine 218-240.

Descrizione di vari bacini e traverse in terra. Vedasi l'articolo sull'alimentazione d'acqua della città di Paisley nel numero di dicembre dell'*Artizan*, 1870, pag. 271 ed anche nel *Mechanical Magazine*, 1870, pag. 388.

TOURNADRE. - *Description d'un barrage exécuté sur la rivière du Verdon et de la prise d'eau du canal du Verdon en Provence*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1872, 1° semestre, pag. 428-455.

LAMAIRESSE. - *Notice sur le barrage du Chélif*. Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1874, 1° semestre, pagine 569-622.

DE MONGOLFIER. - *Notice sur les travaux exécutés pour la conduite d'eau de la ville de Saint-Etienne et la construction du réservoir du Furens*. Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1875, febbraio, pag. 99-209. Specialmente il capitolo II.

HARLACHER A. R. - *Das Reservoir im «bösen Loch» bei Komotau*. Pubblicato nelle *Technischen Blätter; Vierteljahrschrift des deutschen polytechnischen Vereines*. Annata VII, fascicolo II.

POCHET LEON. - *Mémoire sur la mise en valeur de la plaine de l'Habra (province d'Oran, Algérie). - Barrage-Réservoir. - Assainissement. - Irrigations.* Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1875, aprile, pag. 261-387.

LASTARRIA V. AURELIO. - *Memoria presentada al Empresario-Constructor de las represas par aumentar las aguas del Rio Rimac.* Lima, 1876.

BODSON, DETIENNEE et LECLERQ. - *Barrage de la Gileppe*, 1877.

Projectirte Thalsperre im Boberthal. Pubblicato nella *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1878, pag. 392.

Die Thalsperre bei Kusel in der Rheinpfalz. Pubblicato nella *Wochenschrift des oesterreichischen Ingenieur-und Architekten-Vereins*, 1879, pag. 181-182.

RIEDEL J. - *Beschreibung einer Thalsperre in der Rheinpfalz.* Pubblicata nella *Wochenschrift des oesterreichischen Ingenieur-und Architekten-Vereins*, 1879, n° 43.

Su una traversa di 30 metri destinata a sbarrare la valle del Perkiomen per poi alimentare il serbatoio di Germantown, vedasi il *Scientific American*, 1879, novembre, pag. 304-305, ed anche: *Engineering news*, 1878, pag. 226-229 e nel *Journal of the Franklin Institute*, 1878, luglio pag. 38-51, un articolo di Birkinbine.

Le barrage du Hamiz en Algérie. Pubblicato nel giornale *Annales industrielles*, 1879, giugno, pag. 769-770, e nelle *Nouvelles Annales de la construction*, 1879, pag. 141.

FUNK. - *Die Thalsperre der Gileppe bei Verviers.* Pubblicato nella *Zeitschrift für Baukunde*, 1879, fascicolo 2°, pag. 185-192; e nel *Civil-Ingenieur*, 1879, pag. 1-24.

MIEG. - *Le barrage de la Gileppe.* Pubblicato nel *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 1880, pag. 44-47.

PICARD. A. - *Notice sur la construction du réservoir de Paroy.* Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1880, febbraio, pag. 86-127.

Le barrage du Chagres à Panama. Pubblicato nelle *Annales industrielles*, 1880, fascicolo 1°, pag. 874.

BAZIN. - *Note sur les travaux d'agrandissement du réservoir de Panthier (Canal de Bourgogne).* Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1880, settembre, pag. 241-260. *Agrandissement du*

réservoir de Panthier (Canal de Bourgogne). Pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1880, semestre 2°, pag. 706.

CARRIÉ. - *Le réservoir Oredon et l'alimentation de Nesle*. Pubblicato nei *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, 1881, maggio, pag. 491-499 .

CAMÉRÉ. - *Mémoire sur divers barrages en cours d'exécution en France*. Pubblicato in un volume dal *Congrès international du Génie civil*, 1881, novembre.

LLAURADÓ. - *Tableau comparatif des barrages-réservoirs les plus importants de l'Espagne*. Pubblicato nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1881, settembre, pag. 224.

La traversa della Gileppe in vicinanza a Verviers. Pubblicato nella *Ingegneria civile e le arti industriali*. Torino, 1882, n° 8.

CALMELS. - *Le barrage de Marengo (Algérie)*. Pubblicato, nel *Génie Civil*, 1882, ottobre, n° 23.

Annales des obras pùblicas, tomo II, Serbatoio antico e nuovo di Puentes.

Revista de obras pùblicas, 1854, Serbatoio di Lozaya, 1873, Serbatoio del Villar.

Serbatoio di Cagliari, Giornale del Genio Civile, 1867, tomo VIII.

Revue Universelle des Mines. Serbatoio della Gileppe, tomo 39 e 40.

BATEMAN. - *History and description of the Manchester waterworks*. London, 1884

Annali di agricoltura, n° 106. Serbatoi dell'Algeria, della Francia e del Belgio (in corso di pubblicazione).