

# **Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici**

**del 2 aprile 1921**

**che approva le norme generali per i progetti e per la costruzione di dighe di sbarramento per serbatoi e laghi artificiali**

## **Cap. I**

### **Disposizioni generali.**

1. Per i progetti di massima valgono le norme delle leggi e regolamenti vigenti, salvo facoltà dell'Autorità competente di richiedere, anche in fase di istruttoria ed entro congruo termine, la documentazione definitiva.
2. Qualsiasi progetto esecutivo di diga di sbarramento destinato alla formazione di serbatoi o laghi artificiali, deve essere firmato in tutti i suoi documenti dall'ingegnere progettista e dal concessionario, e corredato degli allegati seguenti:
  - a) relazione tecnica generale sintetica;
  - b) relazione geognostica sulla località dello sbarramento e sul bacino interessato dalla ritenuta;
  - c) relazione idraulica sugli organi e provvedimenti di smaltimento delle piene, tanto in fase di costruzione che di esercizio e sugli elementi idrologici in quanto possano interessare il regime del serbatoio ed il carico sulla diga;
  - d) relazione tecnica giustificativa della scelta della località, del tipo della diga e della sua stabilità;
  - e) relazione sommaria in merito ai metodi di costruzione che s'intende adottare per la struttura, con particolari indicazioni per i materiali che verranno impiegati e per le loro caratteristiche;
  - f) carta topografica nella scala 1:50.000 o 1:100.000 con indicazione del limite del bacino imbrifero, della ubicazione della diga e della regione a valle di questa in quanto direttamente interessata dalla nuova opera;
  - g) rilievo diretto del serbatoio a curvo di livello in scala non inferiore a 1 a 5000;
  - h) planimetria delle opere di sbarramento in scala 1:500 o 1:200, secondo la natura e l'ampiezza dell'opera; in base al rilievo particolareggiato della località, con precise indicazioni topografiche e di riferimento;

- i) sezione longitudinale della diga lungo la sommità del paramento a monte in scala 1:500 o 1:200 con indicazione della linea di fondazione; sezioni tipo in scala 1:200, sezioni trasversali distribuite in modo da definire l'andamento delle fondazioni;
- l) tutti i disegni occorrenti alla rappresentazione della diga, delle opere di scarico e dei suoi accessori in quanto ne interessino la stabilità ed il funzionamento.

3. La relazione tecnica generale deve riassumere il contenuto delle relazioni speciali.

La relazione geognostica, ben documentata e redatta da persona competente in simili studi, deve esporre le investigazioni eseguite, i risultati degli assaggi compiuti nell'ordine di ricerche di cui trattasi ed i mezzi scientifici o tecnici impiegati per compierle, onde le conclusioni diano affidamento sicuro sul buon risultato dell'opera.

La relazione idraulica deve esaurientemente giustificare il valore della massima piena assunta a base dei calcoli, il margine di eccedenza adottato per criterio di sicurezza sul detto valore, la correlativa potenzialità, semplicità e sicurezza di funzionamento delle opere progettate per lo scarico della piena stessa, col margine di cui sopra. Dovranno pure essere specificate le modalità con cui si intende provvedere, durante il periodo di costruzione dello sbarramento, allo smaltimento delle massime piene e ciò tenuto pure conto del tipo di diga progettato.

## **Cap. II.**

### **Divisione tipica delle dighe.**

Agli effetti delle presenti norme, vengono distinti i seguenti tipi di dighe di sbarramento:

- a) dighe in muratura a gravità;
- b) dighe in muratura a volta;
- c) dighe a speroni con pareti di ritenuta a volta od a lastroni;
- d) dighe in terra;
- e) dighe in muratura a secco;
- f) dighe di tipi vari.

## Cap. III.

### Tipo A – Dighe in muratura a gravità.

#### *Della forma e del calcolo statico.*

1. La diga avrà disposizione planimetrica arcuata ogni qualvolta ciò sia possibile e conveniente; per dighe rettilinee, tranne in casi speciali di limitata altezza e lunghezza, verranno previsti i giunti di dilatazione.

2. Nel calcolo statico della diga si terrà conto, oltre che dei consueti fattori di sollecitazione (peso proprio della muratura, spinta dell'acqua e di eventuali terrapieni), della possibile esistenza di sottopressioni (o pressioni interne dell'acqua di permeazione) nei giunti o alla base della diga stessa.

Nel detto calcolo si ammetterà convenzionalmente l'esistenza di una sottospinta variante linearmente del valore  $m y \alpha j$  nel paramento a monte della sezione orizzontale considerata fino al valore zero nel paramento a valle della sezione stessa, dove  $j$  è l'altezza d'acqua sul livello della sezione,  $y \alpha$  il peso dell'unità di volume dell'acqua e  $m$  un coefficiente di riduzione costante per tutta l'altezza della diga considerata, ma variante da zero all'unità secondo le circostanze del caso in esame, come in appresso:

Per norma di massima è da adottarsi la seguente graduazione del coefficiente  $m$  anzidetto:

Dighe di piccole o mediocri altezze fino a 25 metri.

- a.)  $m =$  zero per diga a fondazione su terreno costituito da roccia avente eccezionali requisiti di omogeneità, compattezza, impermeabilità.
- a..)  $m = \frac{1}{2}$  idem idem in condizioni buone e con minimi difetti.
- a...)  $m = 1$  idem idem in condizioni mediocri e con difetti, intesa però la correzione dei difetti, intesa però la correzione dei difetti stessi mediante iniezioni cementizie.

Dighe di medie e grandi altezze oltre 25 metri fino a 50 metri.

- b.)  $m = \frac{1}{3}$  nelle condizioni di fondazione del caso a.)
- b..)  $m = \frac{2}{3}$  nelle condizioni di fondazione del caso a..)
- b...)  $m = 1$  nelle condizioni di fondazione del caso a...).

Dighe per grandissime altezze da oltre 50 metri in su.

- c.)  $m = \frac{1}{2}$  nelle condizioni di fondazione del caso a.)
- c..)  $m = 1$  nelle condizioni di fondazione del caso a..)

L'anzidetta graduazione può essere modificata in un senso o nell'altro, anche mediante interpolazioni del valore  $m$ , da criteri complementari o dalle circostanze speciali attinenti al caso in esame.

E cioè ad esempio:

Nel senso di una riduzione del coefficiente  $m$ :

per la disposizione a pianta arcuata, nei limiti di utile influenza della disposizione stessa;

per l'adozione del provvedimento di efficace drenaggio.

Nel senso invece di aumento di coefficiente  $m$ :

per la capacità assai elevata del serbatoio;

per le condizioni di popolosità della vallata ad esso soggiacente;

per la vicinanza più o meno immediata di sottostanti considerevoli centri abitati.

3. Per le dighe di serbatoi nelle regioni alpine, ad altitudine notevole da circa 800 a 1000 metri s.m. in su, si considererà altresì nel calcolo statico della diga l'esistenza di possibili sollecitazioni determinate dall'espansione del campo di ghiaccio di ragguardevole spessore sotto l'azione di rapidi rialzi della temperatura.

Come provvedimento correlativo di sicurezza si ammetterà l'esistenza di uno sforzo orizzontale contro la diga applicato all'altezza corrispondente al ciglio dello sfioratore nel serbatoio. Tale sforzo è da graduarsi dalle 5 alle 25 tonn. per ml. di fronte e ciò a norma di un presunto spessore del campo di ghiaccio da 30 cm. a un metro od oltre.

Tale ammissione può essere evitata quando, o per dispositivi adottati, o per le circostanze topografiche o speciali del caso in esame (come la relativa distanza ed il debolissimo pendio della sponda nel serbatoio) sia accertato che non può realizzarsi uno sforzo contro la diga dovuto all'espansione termica del campo di ghiaccio.

4. Con fattori ordinari di sollecitazione e con quelli testè considerati, il profilo della sezione trasversale deve essere determinato in modo che gli sforzi principali o che si generano nella muratura a diverse profondità, in corrispondenza dei paramenti a monte ed a valle, soddisfino alle seguenti condizioni <sup>(1)</sup>

(1)

Lo sforzo unitario principale  $\sigma_1 = \frac{\sigma - j \alpha y \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}$

dove  $\sigma$  è lo sforzo normale unitario nell'elemento orizzontale dedotto con la regola del trapezio  $y$ .  $\alpha$  è il peso dell'unità di volume dell'acqua,  $j$  è la profondità sotto il livello dell'acqua = è l'angolo che il paramento fa coll'orizzontale. Se il paramento non è premuto dall'acqua (paramento a valle e anche paramento a monte a serbatoio vuoto) risulta

$$\sigma_1 = \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha}$$

A serbatoio pieno fino al livello di massima piena.

In ogni punto del paramento a valle deve essere  $\sigma_1 \geq k$  essendo  $k$  il carico di sicurezza alla compressione per la muratura di cui è formata la diga.

In ogni punto del paramento a monte  $\sigma_1 \geq 0$ .

A serbatoio vuoto.

In ogni punto del paramento a monte dev'essere  $\sigma_1 \geq k$ .

In ogni punto del paramento a valle dev'essere  $\sigma_1 \geq 0$ .

Il valore di  $k$  non deve superare 1/9 della resistenza allo schiacciamento della malta da impiegarsi, a un mese di maturazione se eseguita in cemento, a tre mesi se eseguita in calce idraulica, e seguendo per quanto riguarda i metodi di prove le norme del decreto 10 gennaio 1907. Tale resistenza sarà comprovata da certificato, rilasciato da un laboratorio ufficiale del Regno, relativo a prove su campioni formati coi materiali che s'intende impiegare.

Il peso per metro cubo della muratura da introdursi nei calcoli statici verrà comprovato da altro certificato ufficiale.

Dovrà inoltre farsi verifica a serbatoio pieno della stabilità allo scorrimento nella sezione di fondazione.

Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra il livello di massima piena, sarà tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago.

Salvo le maggiori indicazioni date dal calcolo statico di cui sopra, il franco non sarà inferiore a  $1/12 h$  per altezza  $h$  della diga  $\leq 40$  metri; a  $1/15 h$  per  $h \geq 50$  metri con rapporto interpolato per altezze intermedie.

Lo spessore di sommità non sarà inferiore ad  $1/10$  della ritenuta, con un minimo di due metri.

6. Il paramento a monte, agli effetti dell'impermeabilità, verrà protetto con intonaco o con stilatura dei giunti se questa è possibile in relazione alla natura del pietrame.

7. Per le dighe stramazzanti, il profilo della sezione trasversale, oltre che ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena d'acqua stramazzante del tutto staccata dalla diga, o di avere il paramento a valle profilato in modo che la detta vena, tenuto pure conto della velocità di arrivo, si adagi sempre sul paramento stesso.

Al piede a valle verrà normalmente prevista idonea difesa contro l'erosione della base di fondazione.

### *Della costruzione*

8. La diga verrà fondata esclusivamente su terreno costituito da roccia compatta, e in questo incassata quanto occorre, sia alla base che sui fianchi; la roccia verrà ovunque ripulita con getti di acqua sotto pressione, e le sue eventuali fenditure verranno chiuse con cemento liquido sotto pressione, o direttamente o mediante fori praticati nella massa rocciosa. Speciale cura verrà data a raggiungere il pieno e continuo contatto fra la roccia di fondazione e muro sovrastante, ciò che si ottiene con facilità con largo impiego di iniezioni di cemento lungo la superficie di contatto.

9. Per assicurare al massimo grado la tenuta sul fondo e sui fianchi e limitare per quanto è possibile le sotto pressioni, il piede del paramento a monte, verrà profondamente incassato a taglione con sufficiente spessore, e spinto fino alla roccia che non presenti alcuna fenditura.

10. Nei periodi di freddo intenso o di gelo la costruzione potrà venire continuata a condizione che, per evitare ogni danno alla muratura, vengano usati tutti i necessari provvedimenti (miscele di carbonato di soda, riscaldamento dei materiali, coperture per la muratura, lavaggi prima delle riprese, maggiori cura di costruzione, ecc.)

11. Durante la costruzione verranno eseguite regolarmente le prove per i vari materiali, e particolarmente per le malte, a garanzia che si abbia per essi la voluta buona qualità ed omogeneità e, in ogni caso, la certezza della loro costante corrispondenza ai requisiti prefissati. Di dette prove dovrà essere tenuta regolare documentazione.

La resistenza del saggio cubico del pietrame impiegato a qualsiasi inizio di rottura e secondo le tre direzioni, dovrà risultare al minimo di 300 kg per centimetro quadrato.

12. Durante la costruzione della diga si adotteranno disposizioni che rendano possibile anche ad opera finita il controllo di eventuali pressioni idrauliche interne a diverse profondità e specialmente al fondo.

## **Cap. IV.**

### **Tipo B. – Dighe in muratura a volta**

#### *Del calcolo*

1. Verranno calcolate in base agli ordinari fattori di sollecitazione (sottopressioni escluse) ed in modo che lo sforzo unitario in qualsiasi punto della volta, considerata come un complesso di anelli indipendenti, e prescindendo dalle deformazioni elastiche e dalle

sollecitazioni termiche, non abbia ad eccedere di 1/10 del carico di schiacciamento della malta o del calcestruzzo ed  $\frac{1}{2}$  del carico di snervamento del ferro nel caso che la volta sia costruita in cemento armato.

Quando le dimensioni degli anelli siano tali da giustificare l'applicazione della teoria degli archi elastici, si dovrà verificare la loro stabilità col calcolo relativo.

2. Per ciò che può essere comune alle norme del tipo A sta quanto è detto per lo stesso.

3. Qualora tutta o parte della diga venga costruita in cemento armato, valgano le prescrizioni vigenti per tali opere.

#### *Della costruzione.*

4. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a volta è quella di avere agli incastri terreni costituiti da rocce di particolare compattezza, stabilità e resistenza.

I piani d'imposta, risegati, quando non sia possibile altrimenti dovranno sempre essere bene addentrati nella roccia viva, e profilati eventualmente con riseghe in modo da risultare normali all'asse della volta.

Deve essere assolutamente assicurato il pieno e continuo contatto fra roccia e struttura muraria particolarmente con impiego di iniezioni di cemento.

5. Per la qualità dei materiali o le precauzioni contro il gelo valgono le norme del tipo A.

6. Nella preparazione delle imposte sarà di regola evitato l'impiego di esplosivi; nei casi in cui possa essere ammesso, dovrà essere praticato in modo da evitare ogni danno alla compattezza della roccia.

## **Cap. V.**

### **Tipo C. – Dighe a speroni con pareti di ritenuta a volta od a lastroni piani.**

#### *Della forma e del calcolo statico.*

1. La diga è costituita da speroni o contrafforti aventi il paramento a monte di regola inclinato (verticale solo in casi eccezionali) e la parete di ritenuta a lastroni piani od a volte che si impostano a detti speroni trasmettendovi le pressioni.

Di regola la diga avrà disposizione planimetrica rettilinea; per casi eccezionali potrà essere ammessa disposizione circolare purchè a grande raggio.

2. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a speroni, è quella di perfetta e uniforme stabilità, resistenza e compattezza della roccia, su cui si fondano gli speroni.

Per il calcolo statico degli speroni valgono le norme indicate per il tipo A, aggiungendovi particolare verifica rispetto alle massime sollecitazioni tangenziali. Si prescindere dalla considerazione delle sottopressioni.

E' consigliabile per la parete a monte degli speroni una inclinazione di  $50^\circ$  a  $55^\circ$  sull'orizzontale.

3. Di regola, e sempre in ogni caso per altezze maggiori di 20 metri, gli speroni saranno fra loro convenientemente sbatacchiati.

E' consigliabile, quando gli speroni abbiano esiguo spessore in rapporto alla loro altezza e al loro interesse, di rinforzarli con nervature particolarmente ai paramenti o in prossimità di essi.

4. La parete di ritenuta, se piana, e quindi di cemento armato, verrà calcolato in base alle vigenti prescrizioni per tali opere.

Se la parete tra i vari speroni è a volta (armata o no) verrà calcolata applicando ai vari anelli elementari normali all'inclinazione della parete, in cui la volta può immaginarsi scomposta, la teoria degli archi elastici incastrati, computando l'azione del suo peso proprio, e tenendo conto degli sforzi termici in base ad una variazione di  $10^\circ$  per tutta la struttura e di  $5^\circ$  fra parete a monte e parete a valle.

E' consigliabile che all'imposta delle volte sugli speroni venga provveduta una adeguata armatura che assicuri il necessario collegamento, allo scopo di ottenere la migliore trasmissione delle pressioni.

Il valore di  $k$  (carico massimo a cui verrà sollecitato il materiale) non deve superare  $1/8$  della resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo o della malta da impiegarsi (composta esclusivamente con cemento), a un mese di maturazione, e seguendo per quanto riguarda i metodi di prova le prescrizioni del decreto 10 gennaio 1907.

Per il ferro è ammessa una sollecitazione massima di  $\text{kg } 1200$  per centimetro quadrato.

5. Per le dighe stramazanti, il profilo della sezione trasversale, oltre ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizioni o di avere la vena di acqua stramazante del tutto staccata dalla diga e non cadente fra gli speroni, o di avere una parete appoggiata a valle sugli speroni e il cui profilo soddisfi ai requisiti di cui al tipo A. Dovrà sempre essere assicurato un conveniente accesso di aria alle camere fra gli speroni ed essere esclusa in modo assoluto ogni possibilità di erosione al piede di fondazione degli speroni.

6. Il paramento a monte agli effetti dell'impermeabilità verrà protetto con intonaco.

7. Per quanto è comune al tipo A valgono le norme per esso indicate.



8. Qualora tutta la struttura della diga venga eseguita in cemento armato valgono in più le prescrizioni vigenti per tali opere.

*Della costruzione.*

9. Per quanto riguarda l'impostazione e la costruzione generale, la qualità dei materiali, le prove relative, e le precauzioni contro il gelo, valgono le norme indicate per i tipi A e B con particolare riguardo dovuto alla relativa sottigliezza delle strutture componenti la diga.

10. E' consigliabile che le impostazioni sui fianchi della montagna, per la diga a volte multiple, vengano fatte a preferenza sistemando la sponda con muratura a perfetta intasatura, e bene incassata nella roccia, in modo che l'imposta delle volte estreme sia ricavata sulla muratura anziché direttamente sulla roccia.

11. Le gettate delle volte, sia che si facciano contemporaneamente a quelle degli speroni, sia che susseguano dovranno avanzare in altezza in modo uniforme e contemporaneamente sopra tutte le volte.

Le armature di ferro alle imposte dovranno essere profondamente amarrate agli speroni e collegate a due volte contigue.

12. Per assicurare la tenuta sul fondo e sui fianchi, al piede del paramento a monte verrà incassato nella roccia un taglione di sufficiente spessore, spinto fino alla roccia compatta che non presenti alcuna fenditura.

## **Cap. VI.**

### **Tipo D. – Dighe in terra.**

*Delle condizioni inerenti al tipo.*

1. Tale tipo potrà essere applicato solo quando non essendo possibile la adozione dei precedenti, si abbiano nelle circostanze locali tutti i requisiti richiesti, primo fra essi il conseguimento della omogeneità fra la struttura in terra e il terreno sottostante.

2. L'altezza del carico di acqua non dovrà eccedere il limite di 25 a 30 metri salvo eccezioni da giudicarsi particolarmente caso per caso. Tale carico si intende calcolato dal fondo dell'alveo fino al massimo livello d'acqua presunto nel serbatoio, colle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

3. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento. Lo

scarico deve avvenire di regola per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga e tali altresì nella fase costruttiva da evitare ogni invasamento che possa dar luogo a conseguenze dannose.

4. Il profilo della sezione trasversale per altezze minori di 15 metri deve soddisfare alla condizione di un minimo di inclinazione dei paramenti di tre di base per due di altezza. Per dighe eccedenti i 15 metri di altezza si seguirà il principio della decrescente inclinazione delle scarpate con un minimo iniziale di tre per due in sommità e raggiungendo l'inclinazione media di tre per base su uno di altezza per il paramento a monte e di due di base su uno di altezza per il paramento a valle. Il paramento a monte sarà in ogni caso rivestito con una struttura di idonea protezione contro ogni causa di deterioramento.

5. L'impermeabilità dello sbarramento dev'essere sempre assicurata tanto nel corpo della diga quanto nel terreno di fondazione.

L'impermeabilità del corpo della diga verrà assicurata preferibilmente dalla qualità omogeneità e lavorazione del materiale componente l'intero ammasso terroso oppure in virtù di un potente nucleo centrale o di equivalente struttura a monte.

L'impermeabilità sull'intero contorno di fondazione sarà conseguita da un taglione di guardia di materia impermeabile raccordato alla parte omologa del corpo soprastante e spinto alla profondità occorrente ad eliminare ogni possibilità di travenazioni dannose.

6. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile sarà, tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago. Non sarà in ogni caso inferiore a metri quattro.

7. Tranne casi e dispositivi eccezionali, le opere di scarico di fondo e di presa troveranno sede fuori del corpo della diga.

8. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

#### *Della costruzione.*

9. Il materiale impiegato deve essere omogeneo e scelto, esente da ogni residuo vegetale, evitando le terre troppo sabbiose o troppo argillose. Il nucleo centrale, se di materiale incoerente, od in genere le parti della struttura a cui è affidata l'impermeabilità della stessa dovranno contenere una proporzione di argilla non inferiore al 30 per cento e non eccedente il 60 per cento.

Salvo procedimenti di tecnica costruttiva speciale, quale il sistema idraulico di colmata, la struttura verrà eseguita per strati orizzontali successivi, di spessore non superiore a 30 centimetri, e ripetutamente compressi.

10. Durante la costruzione il costipamento dell'argine sarà verificato a mezzo di appositi apparecchi.

11. Quando le condizioni del terreno di fondazione lo consentano sono vivamente consigliabili muri di presidio a monte e a valle a sostegno delle scarpate.

12. Non è ammesso l'invasamento nel serbatoio prima dei sei mesi dal termine dell'opera.

## Cap. VII.

### Tipo E. – Dighe in muratura a secco.

#### *Delle costruzioni inerenti al tipo.*

1. Tale tipo potrà essere adottato, salvo eccezioni da considerarsi, caso per caso, quando le condizioni locali del terreno escludono l'applicabilità dei primi tre tipi, e non rendano consigliabili il quarto.

2. L'altezza del carico d'acqua non dovrà eccedere il limite di 25 a 30 metri, salvo eccezioni da giudicarsi ancora particolarmente, caso per caso. Tale carico s'intende calcolato dal fondo dell'alveo sino al massimo livello d'acqua presunto nel serbatoio, tenuto conto delle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

3. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento.

Lo scarico deve avvenire di regola per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga. E' tollerato che, con le debite cautele e garanzie da dimostrarsi, lo smaltimento delle piene in fase di costruzione avvenga a mezzo di disposizioni speciali entro il corpo della diga escludendo però ogni invasamento che possa provocare danni.

4. Il profilo della sezione trasversale deve soddisfare alla condizione di avere un'inclinazione della parete a monte di almeno 0,5 per base per 1 di altezza, e una larghezza non inferiore ovunque a 1/7 dell'altezza.

5. Il profilo della sezione trasversale deve in ogni caso soddisfare alla condizione di stabilità allo scorrimento, tenuto conto del vuoto nella massa del muro (vuoto che non deve eccedere il 40 per cento del totale), e del coefficiente d'attrito applicabile alla natura della fondazione, però con un valore massimo di 0,6 nelle circostanze più favorevoli.

6. La diga verrà fondata a sufficiente profondità onde raggiungere un terreno che garantisca un appoggio sicuro, ed analogamente verrà provveduto ad una corrispondente incassatura nei fianchi. Deve essere protetta da paramento a monte che assicuri permanentemente la impermeabilità attraverso il corso dell'opera tenuto conto anche degli effetti termici e degli assestamenti.

Il taglione del paramento a monte verrà incassato profondamente sul fondo e sui fianchi con idoneo spessore sino al raggiungimento della roccia o di strato impermeabile assolutamente compatto.

7. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima altezza d'onda che può aversi nel lago.

Non sarà in ogni caso inferiore a metri tre.

Lo spessore di sommità sarà un decimo della ritenuta, in ogni caso mai inferiore a metri tre.

8. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

9. Le opere di presa e di scarico di fondo possono essere tollerate anche nel corpo stesso della diga con le convenienti disposizioni e cautele.

#### *Della costruzione.*

10. Il pietrame impiegato sarà di ottima qualità, non facilmente alterabile e accuratamente sistemato a mano: i blocchi più grossi e regolari verranno posti ai paramenti, formandovi struttura maggiormente chiusa e regolare. Sarà limitato allo stretto necessario l'uso delle scaglie.

Si curerà una intima legatura della massa specialmente nelle riprese.

Il piede a valle della struttura sarà formato con blocchi più grossi e regolari, sistemati con particolare cura.

11. E' vivamente consigliabile, ove è possibile, la costruzione di una banchina di contrafforte al piede a valle, formata dai blocchi più grossi sistemati con cura particolare.

## **Cap. VIII.**

### **Tipi vari.**

Includono le dighe a struttura in ferro, particolari forme di dighe in muratura, particolari tipi a struttura mista di terra, ghiaia e pietrame, le dighe a struttura in legno, le dighe mobili e altre.

Tali tipi possono solo venire considerati singolarmente come struttura di carattere specifico, convenienti in condizioni particolari non classificabili però in senso generale, e quindi il giudizio sui progetti con tali sbarramenti verrà fatto per ogni singolo caso.

In quanto sia consentito, valgono per detti tipi le norme indicate per i tipi principali ad essi assimilabili.

Il Ministro dei Lavori Pubblici

PEANO