

Master Universitario di II Livello  
IV Edizione  
Anno Accademico 2014/2015  
Direttore: Prof. Ing. Salvatore Miliziano

Seminari Maggio 2015

**1) Introduzione generale alla ingegneria delle dighe e degli  
impianti idroelettrici**

Lezione 2 : DIGHE IN MATERIALI SCIOLTI

**STUDIO PIETRANGELI Roma, 12 Maggio 2015**

## CLASSIFICAZIONE

La classificazione più usata per le dighe si basa sui materiali da costruzione utilizzati per il corpo diga.

Le dighe in materiali sciolti possono essere di due tipologie fondamentali:

- Dighe in pietrame ( rockfill )
- Dighe in terra ( earthfill )

Il materiale di base per le dighe in rockfill è pietrame con pezzatura fino ad un massimo di 0.5-1 m.

Il pietrame deve essere preferibilmente denso e resistente.

Il rilevato deve essere permeabile, anche dopo la compattazione effettuata in strati di 0.5-1 m.

Per una diga in terra, si utilizzano argilla, argilla sabbiosa, sabbia limosa, possibilmente con ghiaia ed in miscele ben graduate.

Il rilevato, o parte di esso, deve essere impermeabile con più del 15% di passante al setaccio 0.075 mm.

Il rilevato include filtri, scogliere, e per le dighe in rockfill, un elemento di tenuta.

Gibe I, Ethiopia  
BFRD – Bituminous Face Rockfill Dam (H=40 m)



Arcichiaro, Italia  
BFRD – Bituminous Face Rockfill Dam (H=88 m)



Acerenza, Italia  
Earthfill (H = 46 m)



Acerenza, Italia  
Earthfill (H = 46 m)



Il corpo diga deve realizzare due funzioni essenziali :

- Stabilità rispetto alla spinta dell'acqua
- Impermeabilità

Queste funzioni possono essere affidate allo stesso elemento oppure a due elementi separati.

Per le dighe in rockfill l'impermeabilità è sempre assegnata ad un elemento separato dal rilevato, che è permeabile, che può essere realizzato a monte o nel corpo del rilevato in pietrame.

Per le dighe in terra, il rilevato deve garantire sia la stabilità che l'impermeabilità attraverso un unico materiale ( diga omogenea ) oppure con materiali diversi ( diga zonata ) che garantiscono le due funzioni differenti.

DIGHE IN ROCKFILL

# DIGA IN ROCKFILL

Le dighe in rockfill sono convenienti quando :

- Sono disponibili grandi quantità di pietrame, ricavato da cave in prossimità della diga oppure dallo scavo di parti del progetto come lo sfioratore
- Il progetto deve essere realizzato in tempi brevi, essendo la diga in rockfill veloce da realizzare rispetto ad una diga in terra.
- I materiali fini per una diga in terra non sono disponibili e/o le condizioni climatiche (pioggia) sono sfavorevoli ad una diga in terra.

Le dighe in rockfill includono un elemento impermeabile sul paramento di monte , che prende il nome di manto, o nel corpo del rilevato che prende il nome di nucleo. Le opzioni più comuni oggi sono:

- Manto in calcestruzzo (Concrete Face Rockfill Dam)
- Manto o Nucleo bituminoso (Bituminous Face Rockfill Dam o Bit. Core Rockfill Dam)
- Nucleo con membrana impermeabile



BUMBUNA HPP, Sierra Leone  
Bituminous face Rockfill dam (H=88 m)



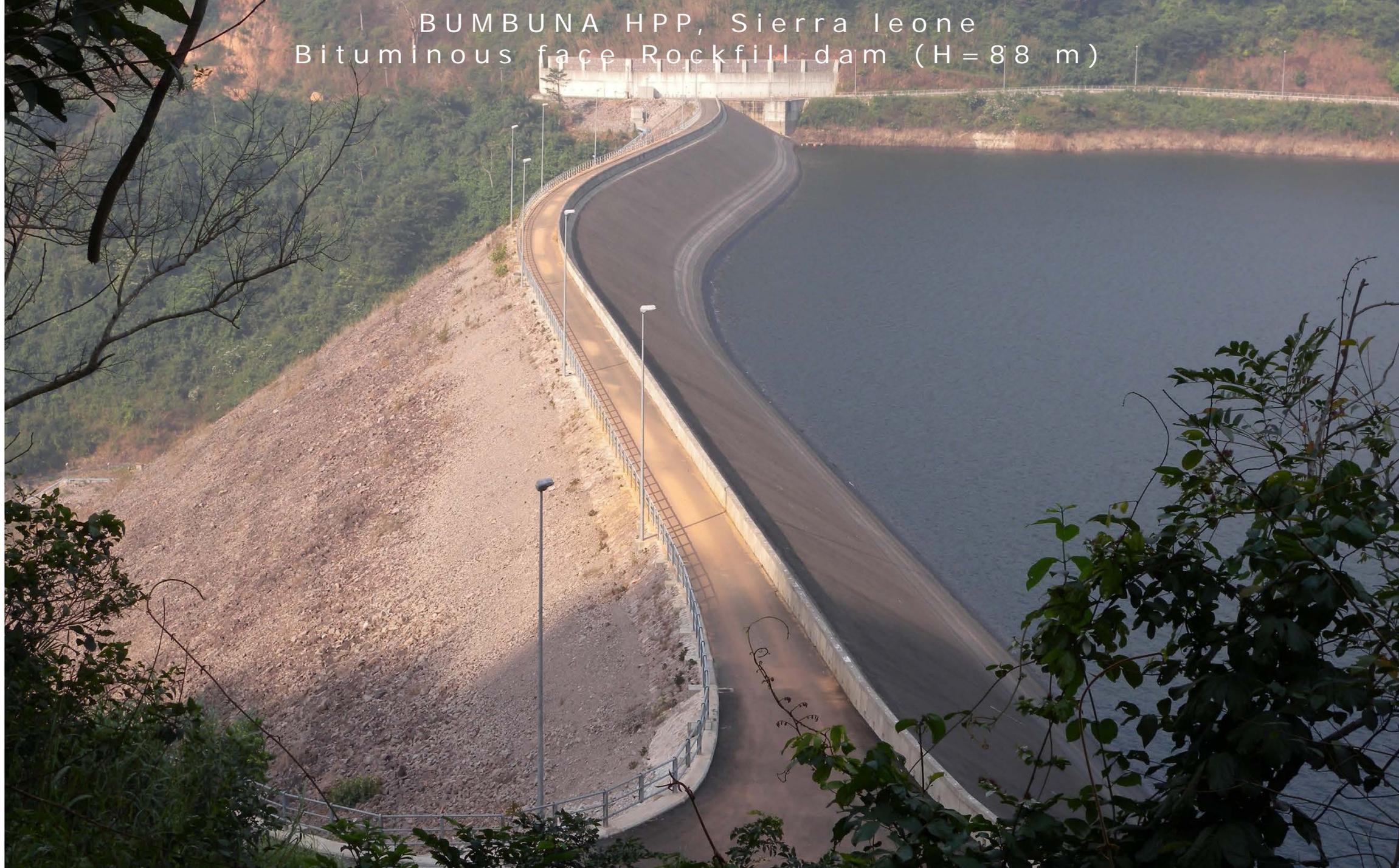
Arcichiaro, Italia  
Bitum. Face Rockfill dam (H=88 m)



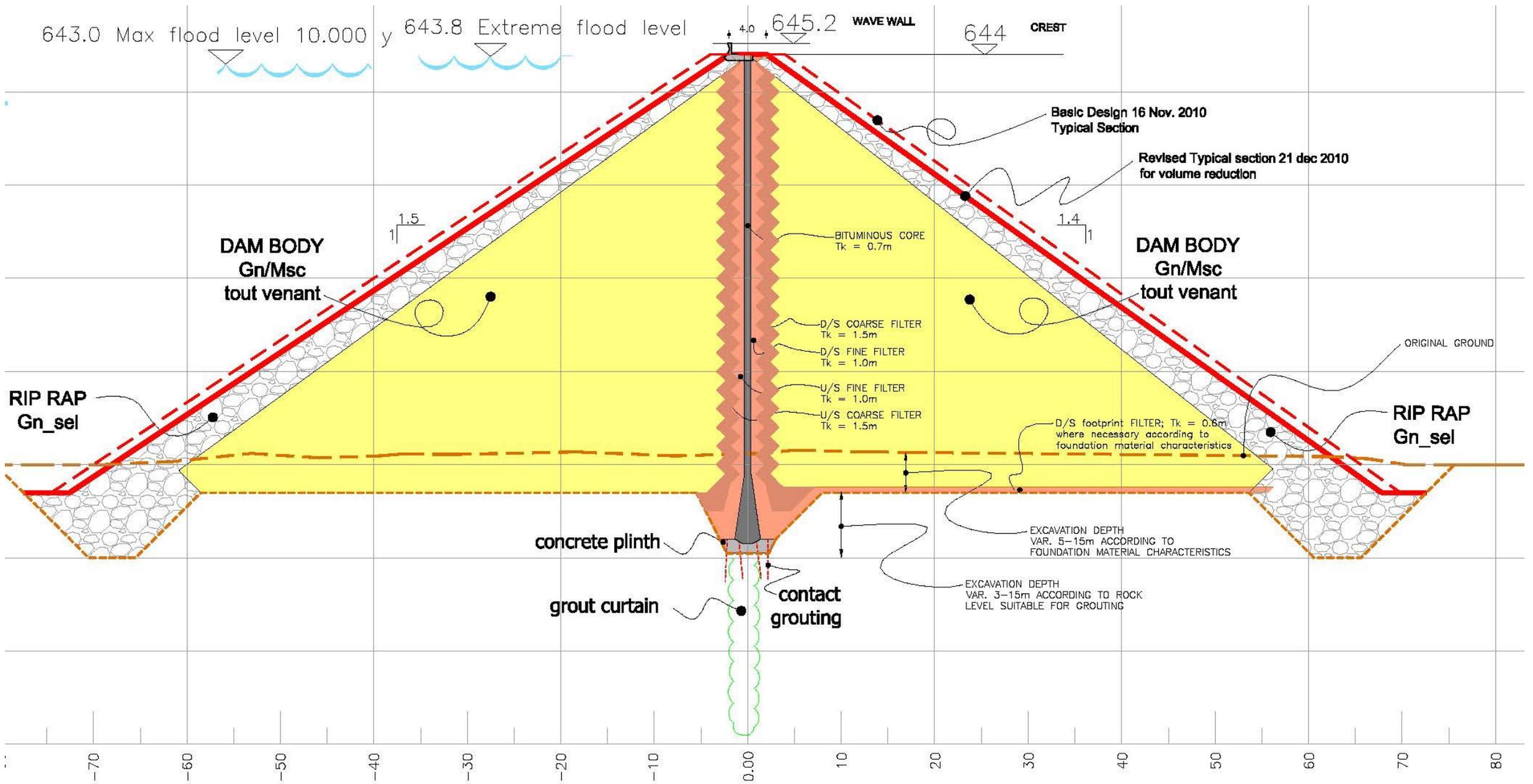
RAHNKJUKAR, Islanda  
Concrete Face Rockfill Dam (H=193 m)



BUMBUNA HPP, Sierra Leone  
Bituminous face Rockfill dam (H=88 m)

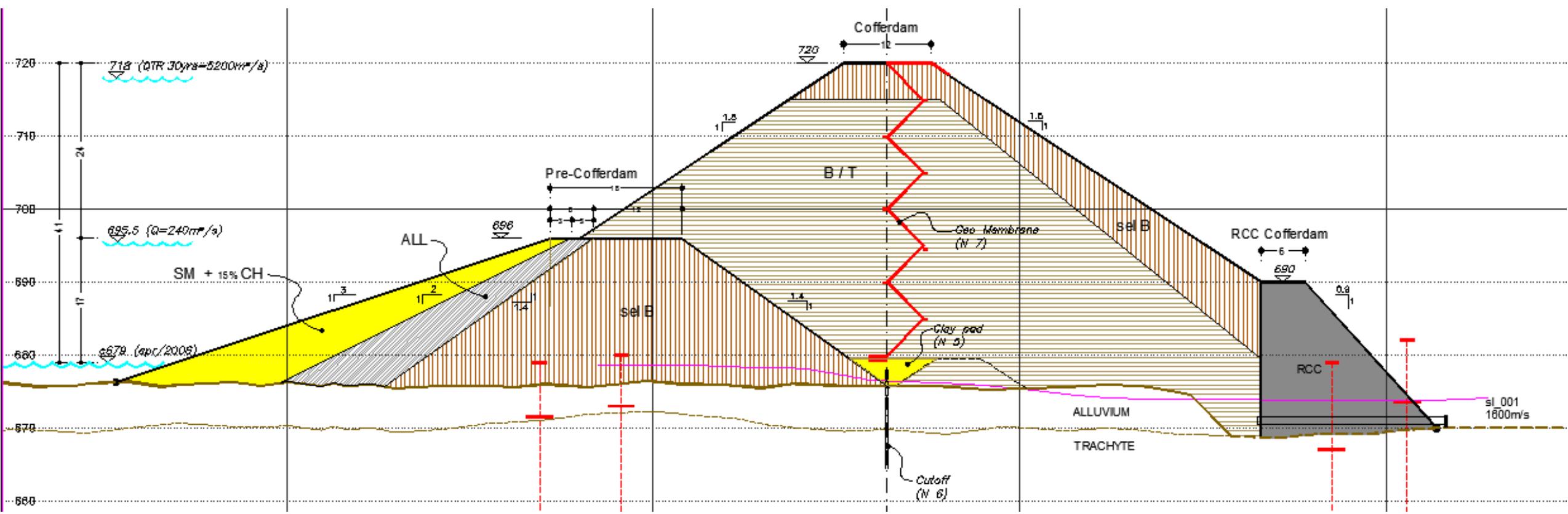


# GERDp saddle dam, Ethiopia Bituminous Core Rockfill Dam with (H=45 m)



# GIBE III cofferdam, Ethiopia

## Rockfill dam with innovative zig-zag geo-membrane (H=50 m)



GIBE III cofferdam, ETHIOPIA –  
Innovative solution with zig-zag geo-membrane H=50 m



GIBE III cofferdam, ETHIOPIA –  
Innovative solution with zig-zag geo-membrane H=50 m



GIBE III cofferdam, ETHIOPIA –  
Innovative solution with zig-zag geo-membrane H=50 m



DIGHE IN TERRA

# DIGHE IN TERRA

La realizzazione di una diga in terra prevede:

- Indagini approfondite delle condizioni della fondazione e dei materiali disponibili
- Procedure costruttive controllate e meticolose

Hanno uno sviluppo più diffuso negli USA e meno in Europa.

Nelle dighe in terra il rilevato è costruito tramite una serie di strati successivi, compattati meccanicamente (es. compattazione mediante rullo a zampa di pecora).

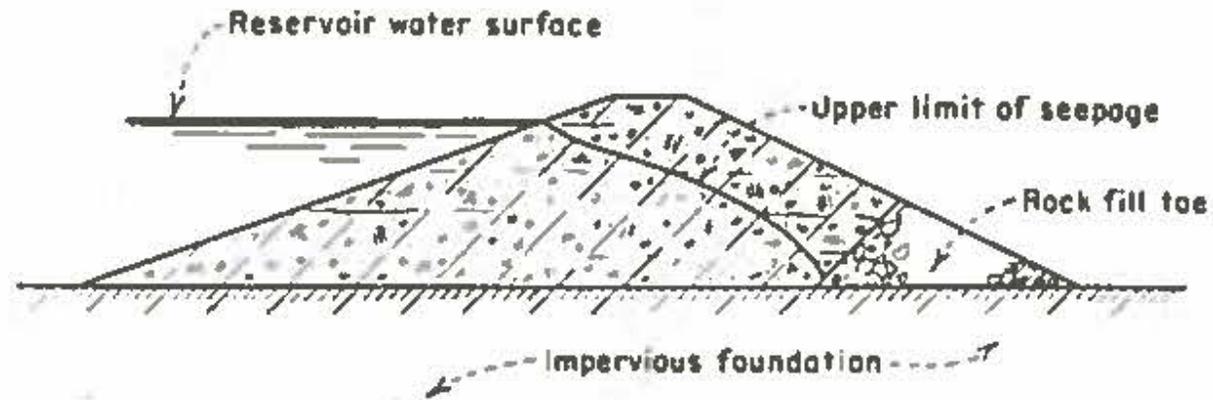
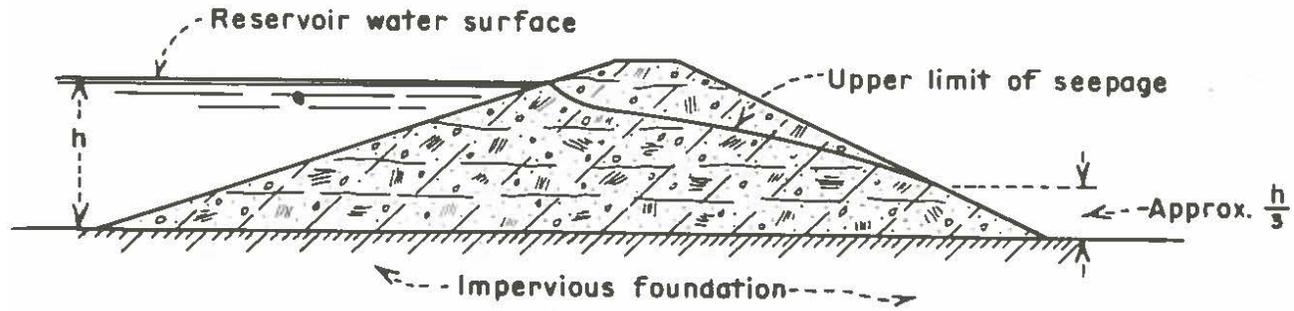
Le dighe in terra possono appartenere a due differenti tipologie:

- Dighe omogenee (Homogenous earthfill dams)
- Dighe zonate (Zoned earthfill dams)

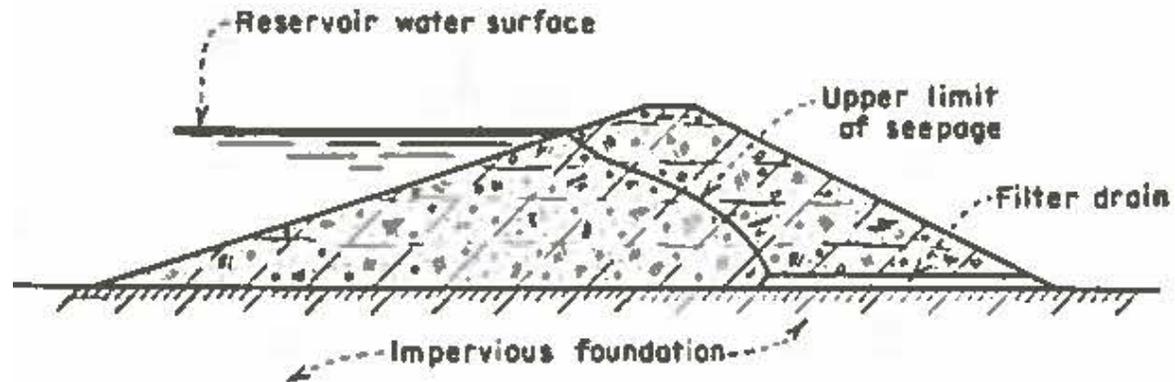
# HOMOGENEOUS earthfill dams

EARTHFILL DAMS

161



(A) WITH ROCK FILL TOE



(B) WITH FILTER DRAIN

# ZONED earthfill dams

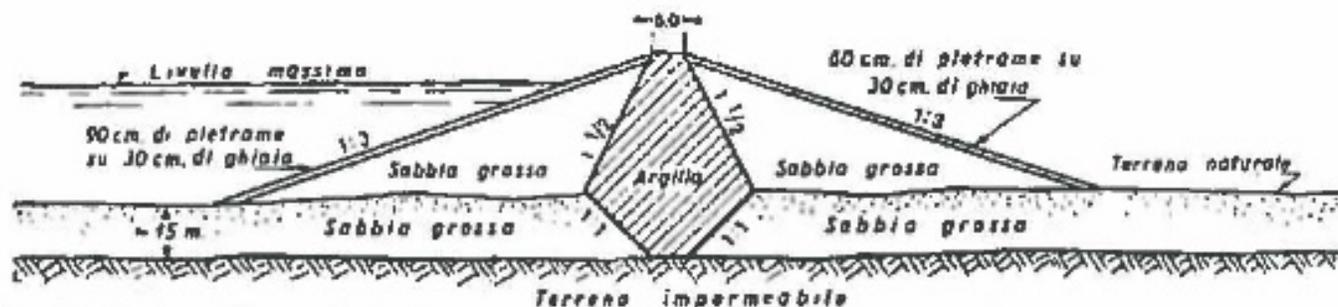


Fig. 21. - Sezione tipo per diga in terra appropriata per un sito ove siano disponibili sabbia ed argilla, e la fondazione su terreno impermeabile non ecceda i 15 metri di profondità sotto il piano generale di fondazione.

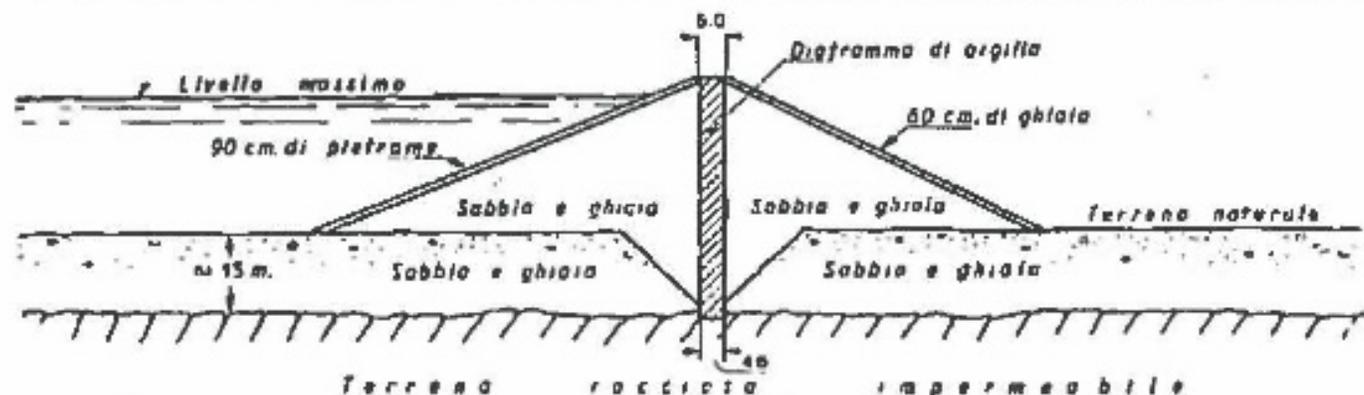


Fig. 22. - Sezione tipo appropriata per un luogo ove siano disponibili sabbia e ghiaia e magari l'argilla, che deve essere importata.

del paramento di valle, un filtro; questo ha lo scopo, come chiariremo tra poco,

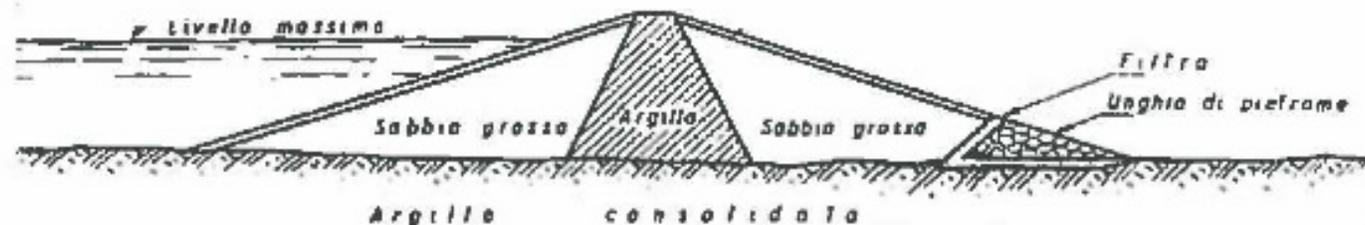


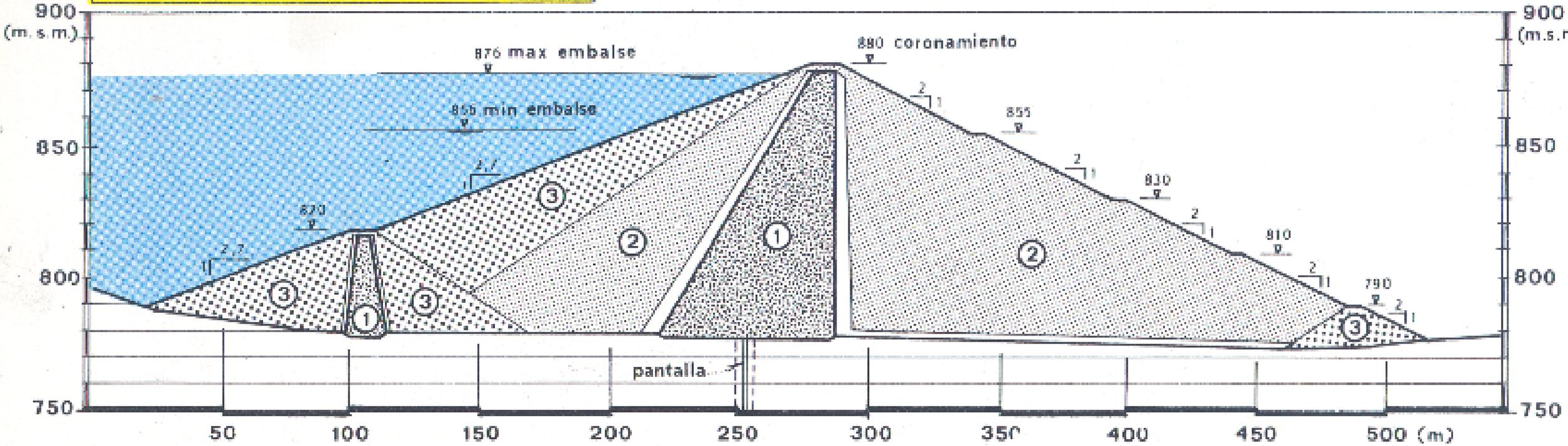
Fig. 23. - Sezione tipo per un luogo ove sia disponibile sabbia grossolana ed argilla (come nel caso della fig. 21) ed il piano impermeabile di fondazione sia superficiale.

RIO GRANDE, Argentina – Zoned earthfill dam H=104 m



**PRESA CERRO PELADO**

(H=104 m; L=410 m; V=3,6 Mmc)



**LEYENDA**

- ① NÚCLEO IMPERMEABLE (limo inorgánico de media plasticidad)
- ② CONTRANÚCLEO (grava mas o menos uniforme GW; GP)
- ③ RIP-RAP (gneiss proveniente de las excavaciones)

## Diga di TETON - Earthfill dam - COLLAPSE

La diga in terra di Teton, USA (H= 100 m) crollò nel '76 durante l'invaso. La causa del collasso è stata il piping (sifonamento)  
VIDEO



# BIBLIOGRAFIA

Testi fondamentali:

- 1953, F. Contessini, Dighe e Traverse
- 1987, USBR, Design of small dams
- 2005, Fell et al., Geotechnical engineering of dams