

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Scorrimento del corpo diga | 5 | Collasso della fondazione |
| 2 | Scorrimento di blocchi isolati | 6 | Assestamento eccessivo del corpo diga |
| 3 | Punzonamento o rifluimento della scogliera di imbasamento | 7 | Trascinamento eccessivo con danni |
| 4 | Rimozione masso guardiano o di massi dell'imbasamento | | |

Fig. 12

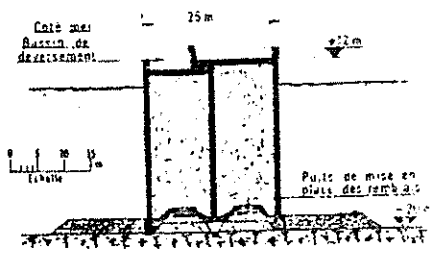


FIG. 28 - Opera di tipo verticale imbasata direttamente sul fondo marino

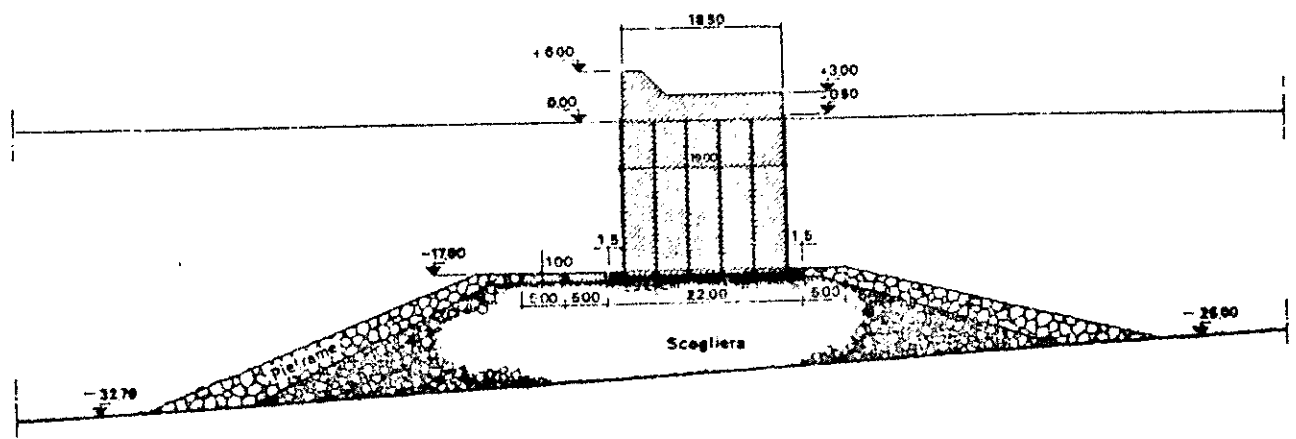


FIG. 29 - Opera di tipo verticale imbasata su gettata di massi naturali

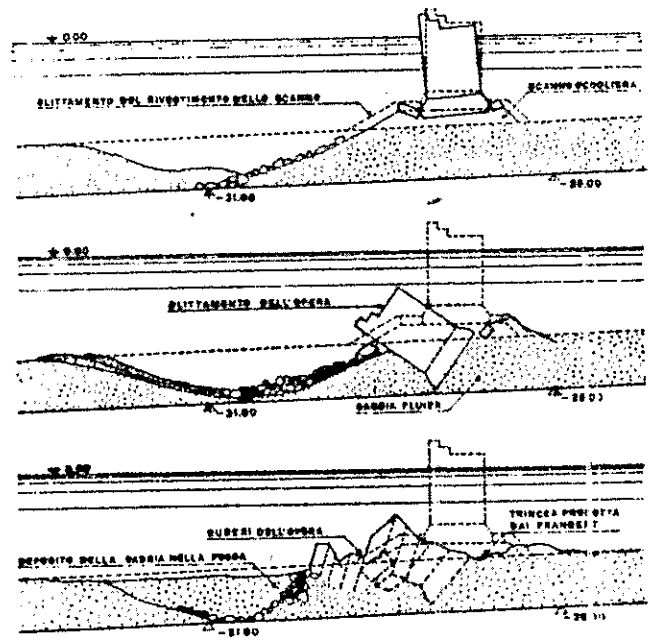
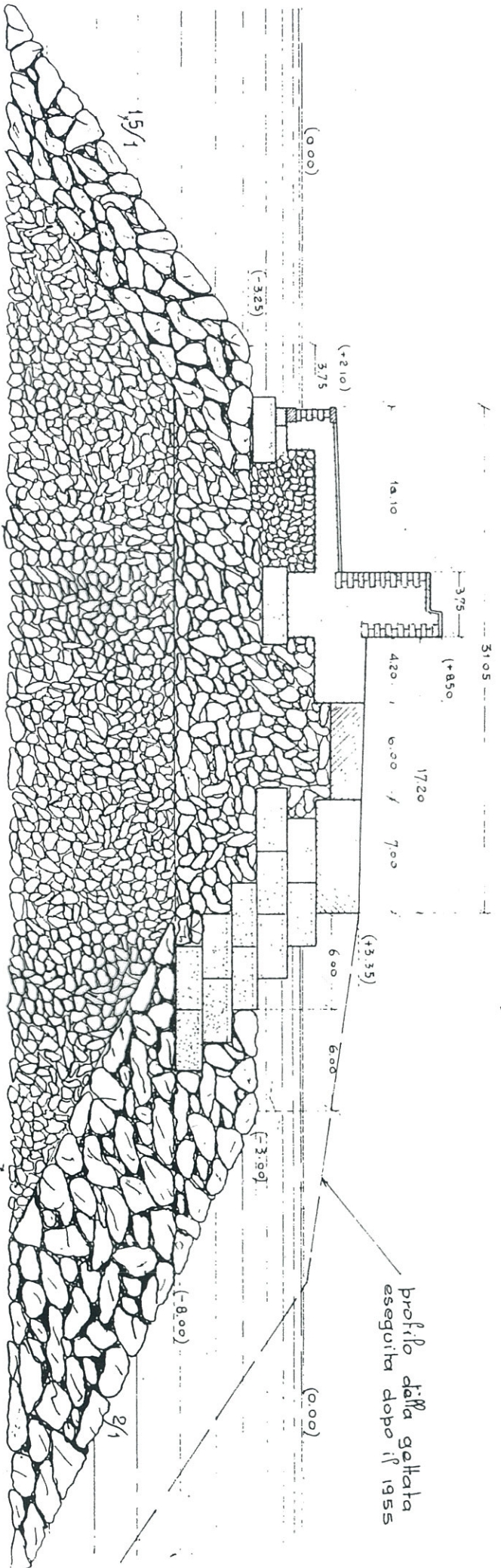
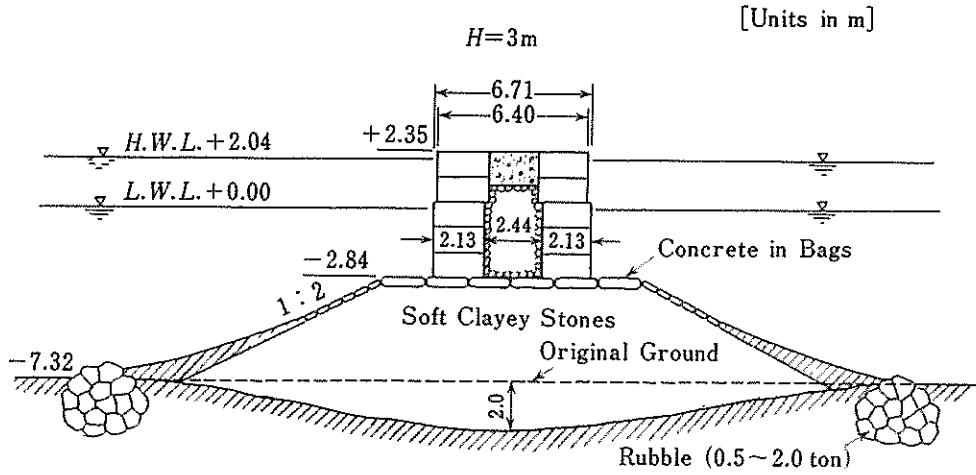


FIG. 30 - Crollo diga Mustafà ad Algeri

SEZIONE TRASVERSALE MOLO DUCA DI GALLIERA

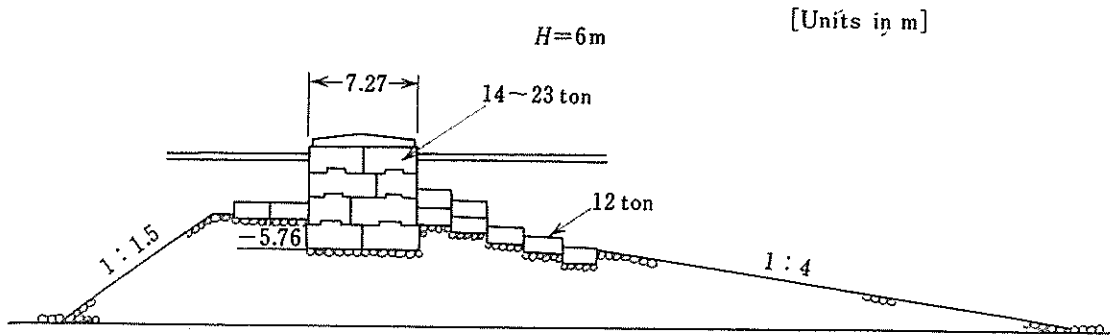


YOKOHAMA PORT East Breakwater (1890~1896)



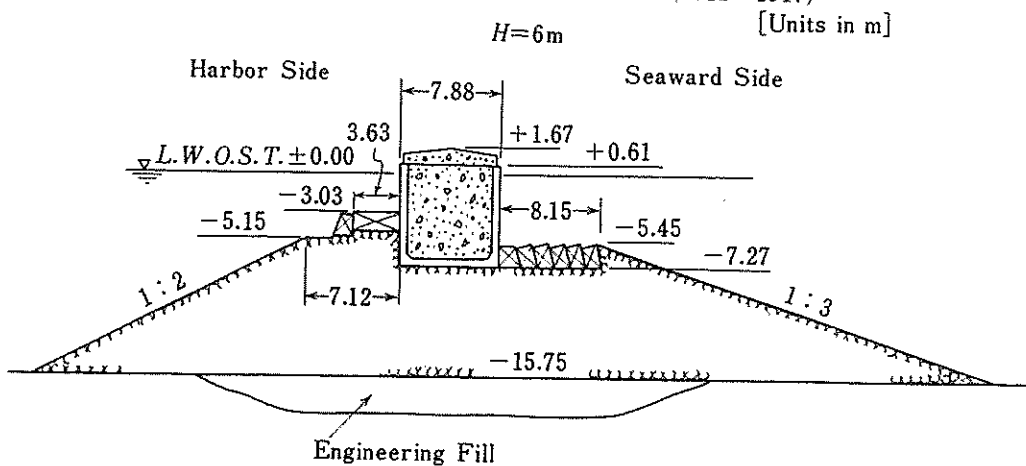
(a)

OTARU PORT North Breakwater (1897~1907)



(b)

OTARU PORT Island Breakwater (1912~1917)



(c)

Fig. 4.1(a-c). Historical development of vertical breakwaters in Japan.

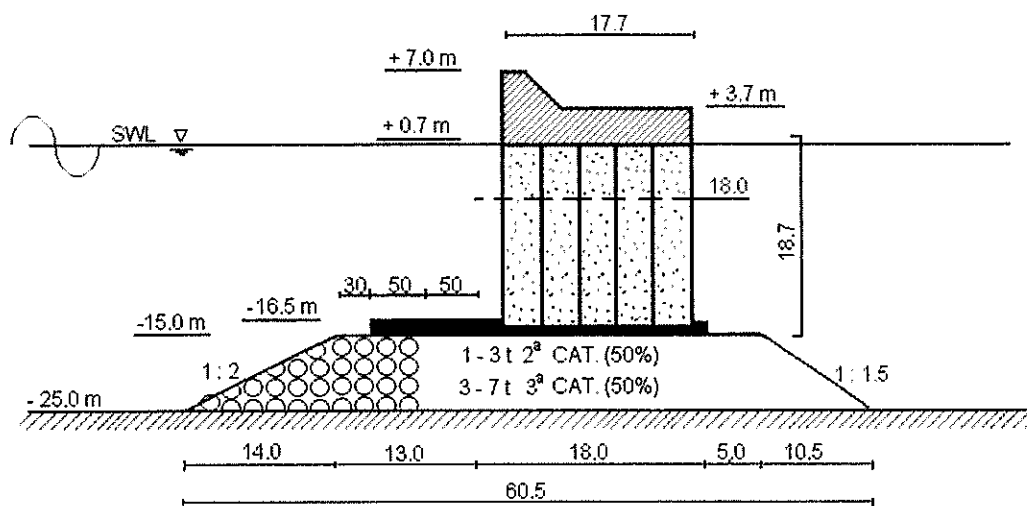
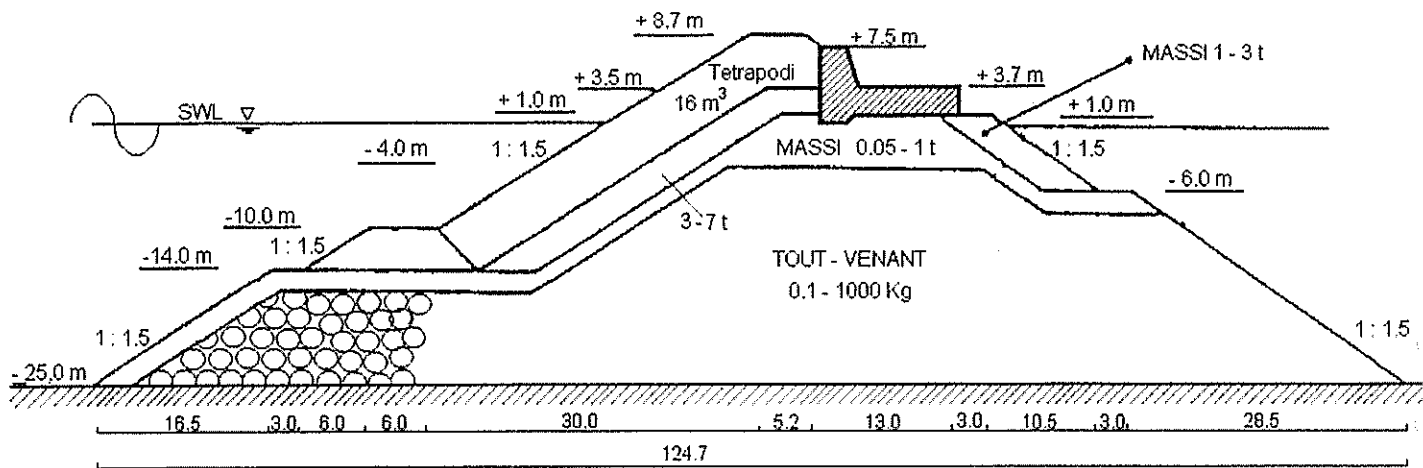


Figura 58 - Diga di Punta Riso (Brindisi): Sezione a scogliera (a) e a cassoni (b) (d et al., Giornale del Genio Civile, Fasc. 1°, 2°, 3°, 1986)

Studi particolari e ricerche di laboratorio furono pure applicati per la progettazione estensione del molo principale di Civitavecchia (1990) su fondali 25/30m (Figura

¹² Una dettagliata descrizione del progetto è contenuta nella nota sulla diga di punta presentata al 27th Congress PIANC (1990) da: Chiumarulo, Franco, Lamberti, Riotta, Tomasicchio.

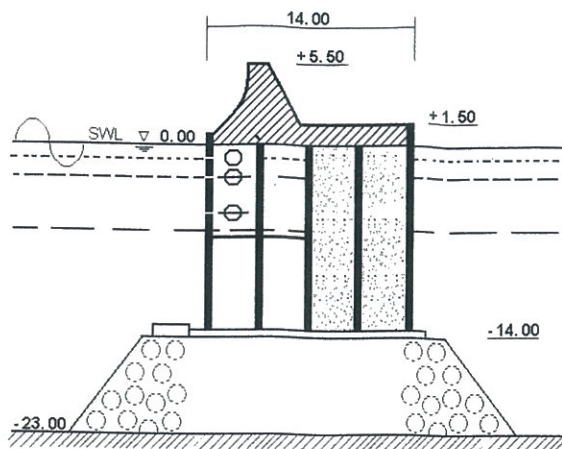


Figura 81 - Diga di Sorrento (1985)

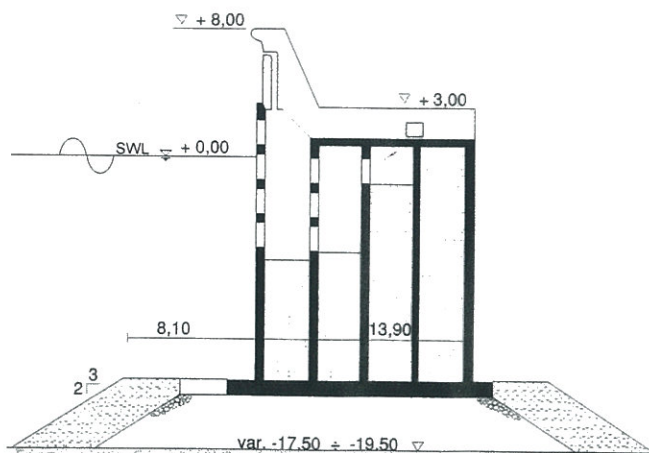


Figura 82 - Diga del molo Porto Torres (1992)

Una particolare diga a parete è quella che prevede al posto della infrastruttura a cassoni un corpo dell'opera realizzato con unità prefabbricate concepite in modo modulare incastrate tra loro così da assicurare una elevata permeabilità. L'opera fu studiata presso il laboratorio dell'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Napoli e presso l'Hydraulics Research Station in Wallingford nel Regno Unito negli anni 1981-82. Il sistema, denominato MONOBAR, che costituisce il nucleo dell'opera si articola in due tipi di blocchi prefabbricati, che incastrandosi tra loro formano un insieme ordinato capace di assumere complessivamente un volume prismatico molto permeabile. La sezione trasversale dell'opera è riportata nella Figura 83, mentre i tipi di blocchi separati e nel loro insieme sono riprodotti nella Figura 84 e Figura 85. Il rapporto del volume dei vuoti rispetto al totale è del 50%.

10. REALIZZAZIONI

Al fine di rendersi conto di quanto le realizzazioni abbiano seguito l'evolversi ricerche svolte sulle dighe a parete con infrastrutture a cassoni si ritiene utile descrivere e commentare le principali¹¹ opere costruite in Italia e all'estero di tal tipo.

10.1 DIGHE A PARETE CON INFRASTRUTTURA A CASSONI IN ITALIA

Negli anni dal 1956 al 1990 vennero realizzate in Italia diverse importanti dighe a parete con infrastruttura formata con grandi cassoni cellulari in c. a., zavorrata con sabbia dragata dal mare, seguendo sostanzialmente i criteri generali di progetto e costruzione applicati (1938 - 1943) nella Diga dell'Aeroporto di Genova-Sestri (Fig. 53).

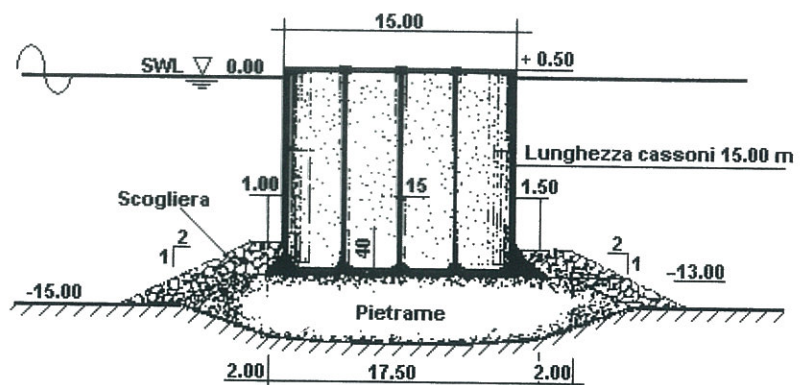


Figura 53 - Sezione trasversale del cassone della diga di Genova - Sestri (1938/1943)

Subito dopo il collasso della Diga Foranea, avvenuto nel 1956 a Genova, considerò che tale evento fosse dovuto alla insufficiente altezza della parete verticale (per rapporto all'altezza delle onde) e non ancora consapevoli che la causa del collasso fosse addebitarsi all'insorgere delle pressioni di impatto, fu dato inizio alla costruzione della Diga dell'Aeroporto Cristoforo Colombo (Figura 54).

¹¹ Nella descrizione si è fatto riferimento alla letteratura esistente ed in particolare a "Evoluzione dei criteri di progettazione delle dighe marittime di difesa dei porti" di G. Borzani pubblicate nelle Giornate Italiane di Ingegneria Costiera ICCE - PIANC - Genova 1993 e alla nota "Ricerche Italiane sull'esperienza nella progettazione e costruzione di breakwaters verticali" in Short Course on Design and Reliability of Coastal Structures ICEE 23rd Congress - Venice.

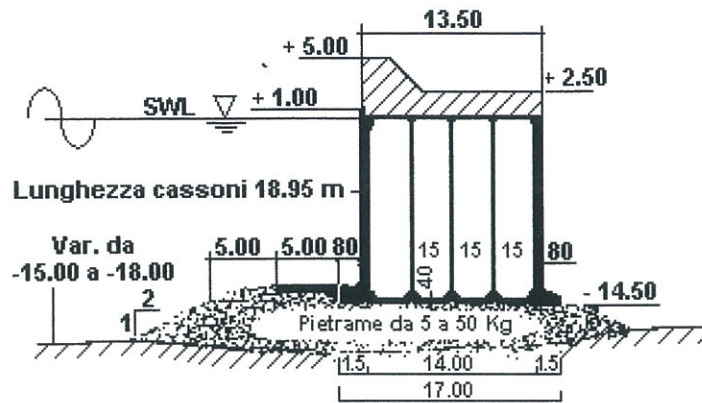


Figura 54 - Sezione trasversale della diga dell'Aeroporto Cristoforo Colombo di Genova

La diga è formata con cassoni poggiati a quota -14.5 m dal livello medio marino, altezza del fondale 15 m. Per verificare questo progetto, che seguiva i criteri vigenti all'epoca, furono eseguite esperienze su modello idraulico, effettuate presso il Laboratorio di Grenoble con simulazione sia pure semplificativa, anche di treni di onde irregolari. Successivamente sempre a Genova furono realizzate la diga Cornigliano (1961/66) con cassoni poggiati a quota -18.50 (Figura 55), e poi la diga di Voltri (1970/1986) (Figura 56), che con cassoni poggiati su scanno a quota -20.00 dal livello medio marino, fondale 30 , rappresentò per quell'epoca una delle maggiori opere del genere realizzate in paraggi molto esposti.

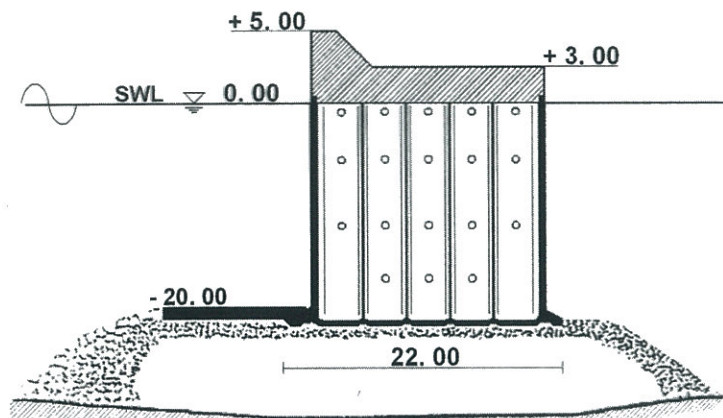


Figura 55 - Diga di Cornigliano (1961 - 1966)

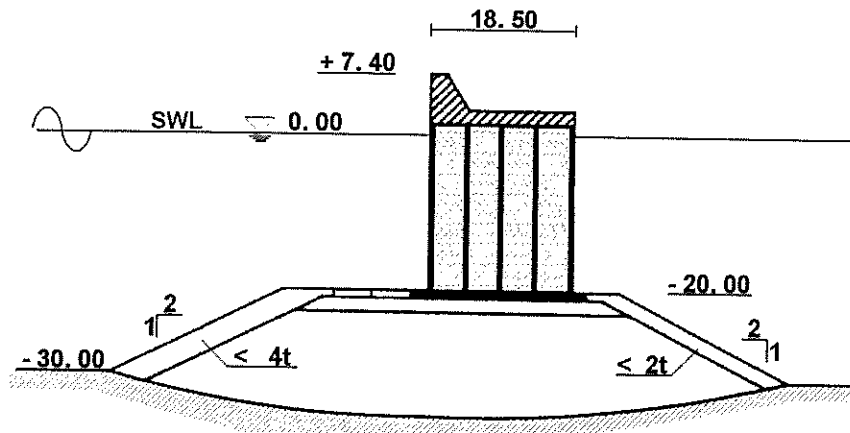


Figura 56 - Diga di Genova - Voltri (1970 - 1986)

Tra le diverse importanti dighe del tipo realizzate successivamente in altri porti dell'Italia merita una citazione la diga di Palermo (1980) ricostruita dopo il crollo del 1974 e disposta su fondale di circa 35 m con cassone imbasato a quota -16.8 m (Figura 57).

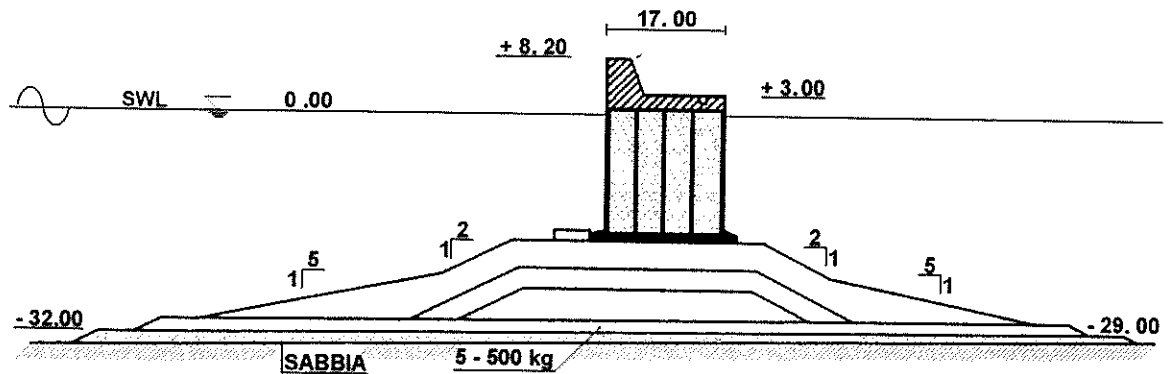


Figura 57 - Diga di Palermo (1980)

Altre importanti realizzazioni possono considerarsi la diga di Vado Ligure (1988) e la diga di Punta Riso del porto di Brindisi (1989). Per la prima furono adoperati cassoni di 19 m di larghezza imbasati a -19.5 m e su fondali di 30 m. Significativa fu la realizzazione della diga del porto di Brindisi (Figura 58). Il tratto radicato alla riva della diga stessa fu realizzato con una soluzione "a gettata" (Figura 58a), seguendo il criterio per il quale si tende ad evitare l'impiego delle soluzioni a parete in presenza di azioni di impatto.

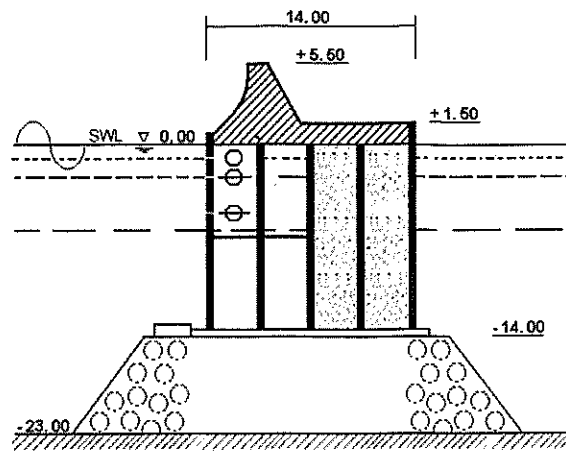


Figura 81 - Diga di Sorrento (1985)

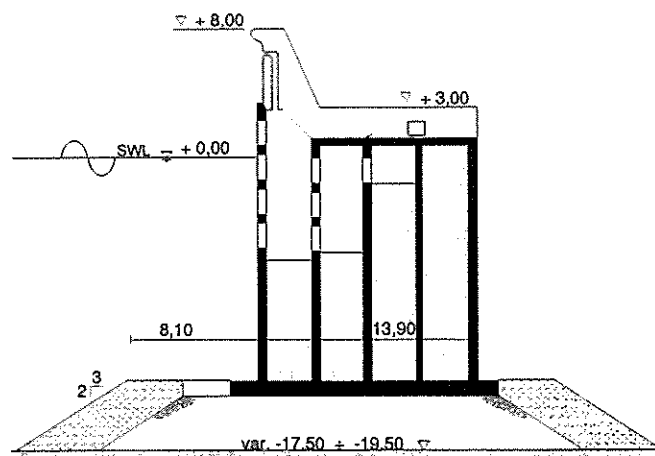


Figura 82 - Diga del molo Porto Torres (1992)

Una particolare diga a parete è quella che prevede al posto della infrastruttura a cassoni un corpo dell'opera realizzato con unità prefabbricate concepite in modo modulare incastrate tra loro così da assicurare una elevata permeabilità. L'opera fu studiata presso il laboratorio dell'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Napoli e presso l'Hydraulics Research Station in Wallingford nel Regno Unito negli anni 1981-82. Il sistema, denominato MONOBAR, che costituisce il nucleo dell'opera si articola in due tipi di blocchi prefabbricati, che incastrandosi tra loro formano un insieme ordinato capace di assumere complessivamente un volume prismatico molto permeabile. La sezione trasversale dell'opera è riportata nella Figura 83, mentre i tipi di blocchi separati e nel loro insieme sono riprodotti nella Figura 84 e Figura 85. Il rapporto del volume dei vuoti rispetto al totale è del 50%.

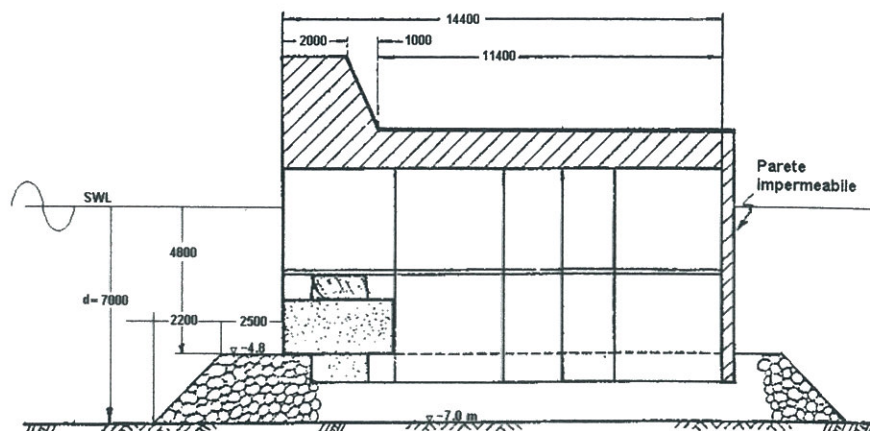


Figura 83 - Sezione trasversale dell'opera

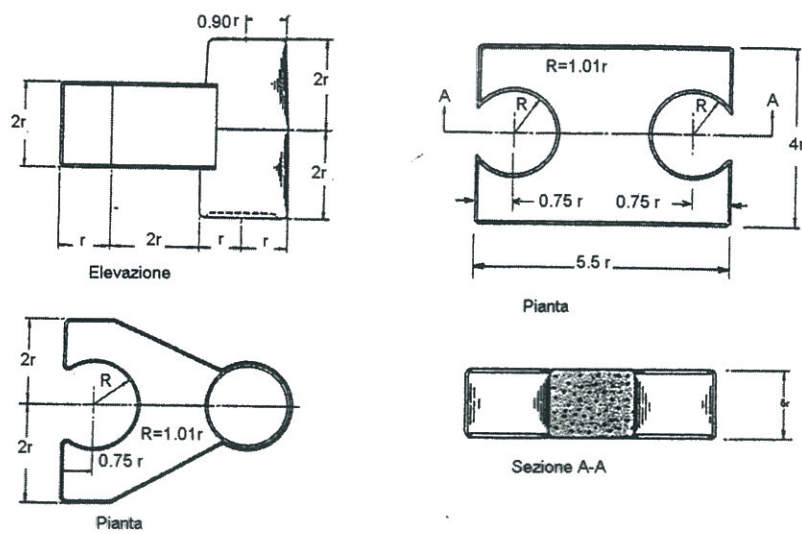


Figura 84 - Elementi costituenti il sistema MONOBAR

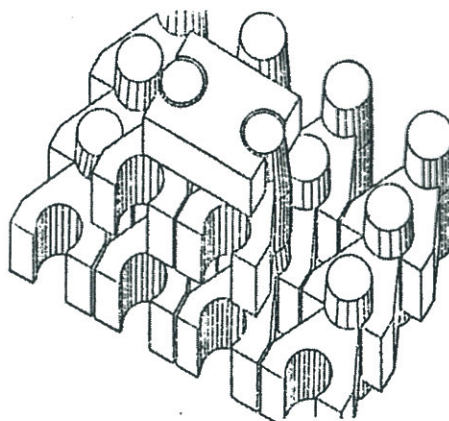


Figura 85 - L'insieme del sistema MONOBAR

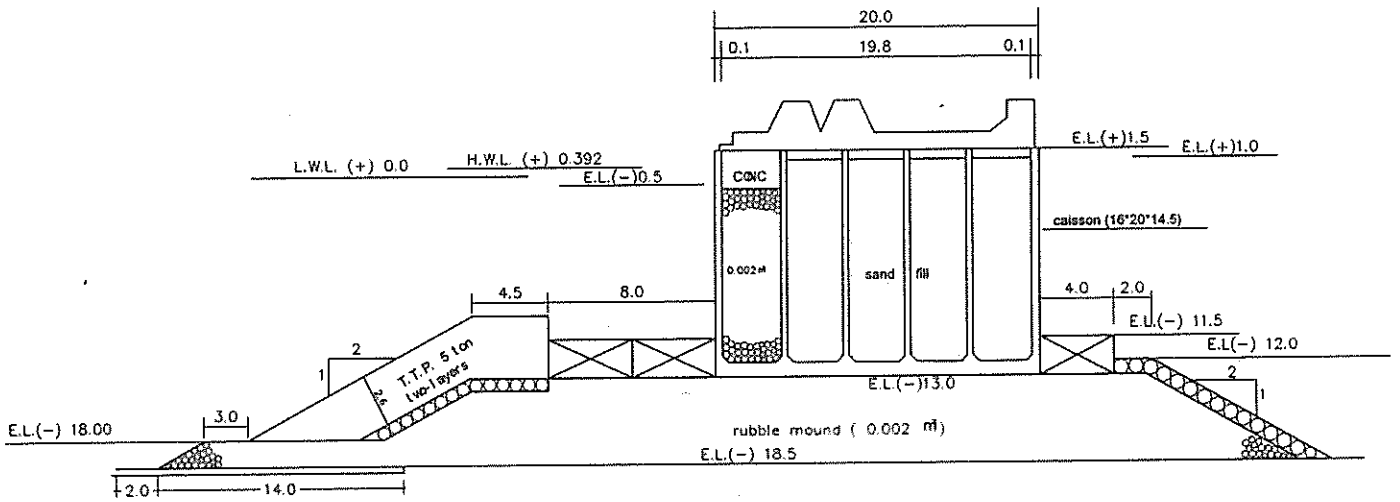


Fig. 3. Cross-section of Sec. 11 before reinforcement (unit: m).

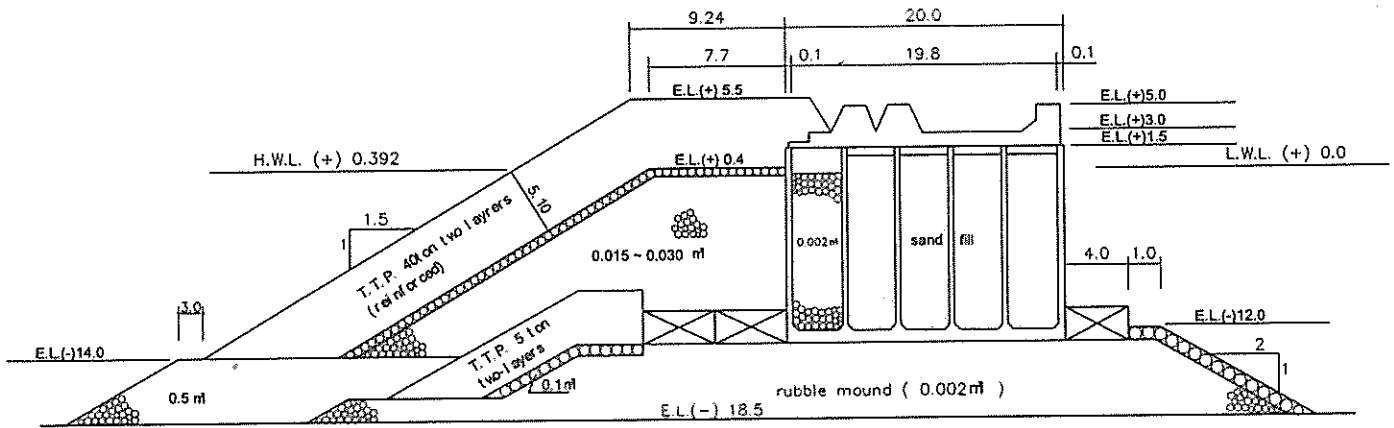


Fig. 4. Cross-section of Sec. 11 after reinforcement (unit: m).

Table 1. Deepwater significant wave heights and periods for different return periods.

Return period (yr)	Wave height (m)	Wave period (s)
10	6.3	10.0
20	7.1	11.0
30	7.6	12.0
50	8.2	13.0
70	8.6	13.0
100	9.0	14.0

and significant wave period, T_s , as

$$T = 1.154 H_s + 0.824$$