

Notizie sulla costruzione delle dighe di Fades e Candes.

« TRAVAUX » - Settembre 1967.

Fedele ad una tradizione ormai consolidata, la rivista « TRAVAUX » ha dedicato un numero speciale al 9° Congresso delle Grandi Dighe, svoltosi ad Istanbul lo scorso settembre.

Oltre alla diga del Moncenisio, che fa spicco per la sua importanza, il fascicolo descrive le caratteristiche di altri undici sbarramenti realizzati in territorio francese nel corso dell'ultimo quinquennio. È interessante notare come ben cinque tra questi siano dighe a scogliera con manto di tenuta sul paramento di monte.

Le dighe a scogliera e le loro caratteristiche fondamentali sono elencate nella tabella I.

Riferiremo sulle caratteristiche sa-

delle formazioni rocciose anche a notevoli profondità, si è optato per la soluzione in materiali sciolti e, stante l'assenza di adatte terre entro un ra-

gionevole ambito, per la diga a scogliera con tenuta sul paramento di monte.

La preparazione dell'imposta della diga è stata limitata all'asportazione della vegetazione e del poco materiale sciolto presente, nonché al lavaggio con aria ed acqua in pressione della roccia in posto.

I rilevati hanno praticamente la stessa sezione tipo: la fig. 1 riporta quella di Candes. Le tre zone EI, EII e EIII, pur corrispondendo allo stesso materiale, differiscono per l'altezza degli strati e la percentuale in « fino », come appare dalla tabella II.

Le cave per la scogliera ricadono anch'esse in formazioni granitiche.

I materiali, scaricati da dumper, sono stati stesi a strati con l'ausilio di bulldozer. Per quanto attiene in particolare il materiale EIII, costituente una fascia di 4 m a monte, il bulldozer curava, durante la stesa, di spingere verso il ciglio gli elementi di maggiori dimensioni che, per una larghezza di 0,50 ÷ 0,75 m, sono stati poi somma-

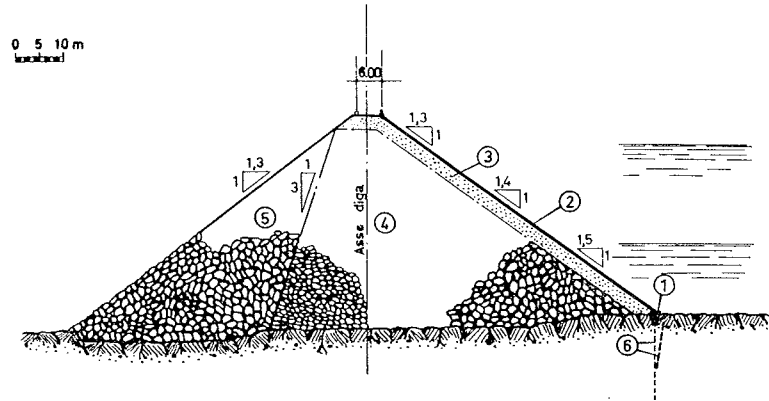


Fig. 1. - Sezione tipo della diga di Candes. 1) Taglione; 2) Manto di tenuta; 3) Scogliera EIII; 4) Scogliera EI; 5) Scogliera E'I; 6) Iniezioni di cucitura e di schemo.

TABELLA I

Diga	Altezza m.	Cubatura rilevato m³	Pendenze		Tipo del manto
			di monte	di valle	
1. Fades	68	730.000	1,3/1	1,3/1	Lastroni di calcestruzzo
2. Candes	46	210.000	1,3-1,4-1,5/1	1,3/1	Lastroni di calcestruzzo
3. S.te Cecile D'Andorge	45	250.000	1,7/1	1,6/1	Conglomerati bituminosi
4. Alesani	65	520.000	1,6-1,7/1	1,4/1	Conglomerati bituminosi
5. Salagou	63	800.000	1,5/1	1,4/1	Conglomerati bituminosi

lienti delle prime due dighe, descritte in due distinti articoli rispettivamente a firma degli Ingg. VIEU, PEUCH, MARCHAND, ROBERT e COMBEAU, LASSAGNE, ROBERT.

Le dighe di Fades e Candes, poste ai piedi del Massiccio Centrale, presentano tra loro caratteristiche molto simili sia per le condizioni morfologiche, sia per la concezione dei progetti.

Ambedue le opere poggiano interamente su graniti affioranti, le cui condizioni apparenti non avrebbero « a priori » fatta escludere la soluzione di diga muraria a volta. Solo in seguito a studi e prospezioni geologiche più accurate, che hanno posto in evidenza l'intensa ed eterogenea fratturazione

TABELLA II

	EI	E'I	EIII
Altezza strati m	1,00	2,00	0,50
n. passaggi del rullo	10	10	6
% in peso ammissibile di inferiore ai 5 mm	15 %	15 %	5 %
dimensioni massime degli elementi	inferiori all'altezza dello strato		

riamente sistemati e scagliati a mano. L'impiego di mano d'opera per questa ultima lavorazione viene stimato dagli Autori in circa 1/3 di quello necessario per una muratura ciclopica vera e propria.

La scogliera è stata lavata con getti d'acqua in pressione e costipata con

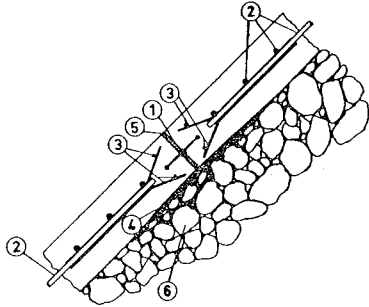


Fig. 2. - Particolare del manto di tenuta. 1) Nastro in gomma; 2) Ferro d'armatura principale; 3) Ferri d'armatura di ripartizione; 4) Calcestruzzo di allettamento; 5) Materiale distanziatore «flexcel»; 6) Scogliera EIII.

rullo vibrante ABG da 8,5 t o BROS. È di particolare interesse quanto rilevato a Candes circa il lavaggio: i migliori risultati sono stati ottenuti indirizzando il getto dei « monitors » — anziché sul materiale all'atto dello scarico — sullo strato già completato a pochi metri dal piede del sovrastante strato in corso di stesa. In tal modo il materiale fine, inevitabilmente formatosi sul piano di lavoro per effetto del passaggio dei mezzi e della stessa compattazione, viene proiettato e disperso entro la massa del rilevato.

È opinione degli Autori che la cenata tecnologia, adottata anche al Moncenisio, sia la più adatta a ridurre al

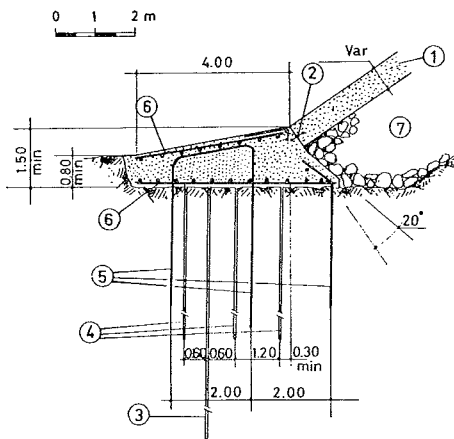


Fig. 3. - 1) Manto di tenuta in lastroni di calcestruzzo; 4) Iniezioni di cucitura; 5) Ferri d'ancoraggio.

minimo i cedimenti complessivi dell'opera poiché essa, oltre a garantire un buon ammassamento di ciascuno strato al precedente, evita la formazione di una struttura con intercalazioni ricche in fino e perciò molto cedevoli. Per compattare al massimo la superficie di appoggio del manto lo stesso rullo vibrante di cui sopra, trainato dal coronamento lungo le linee di massima pendenza, è stato fatto agire sul parametro di monte.

In ambedue le dighe le cave di prestito della scogliera hanno riservato agli esecutori non pochi inconvenienti poiché, sotto un mantello di roccia sana, sono stati rinvenuti strati degra-

namento, è stata armata con una maglia di ferro tondo posta nel piano mediano. La incidenza d'armatura è stata dell'ordine di 80 kg/m<sup>3</sup>. Il collegamento a tenuta fra i lastroni è assicurato da « water-stop » in gomma della larghezza di 225 mm.

Alla diga di Fades il manto è collegato alla fondazione rocciosa mediante un muretto in calcestruzzo la cui sezione (fig. 3) è stata studiata con il criterio di arrecare il minor disturbo possibile alla roccia in sito, considerato che funzione precipua della struttura è quella di assicurare la tenuta e non di creare un incastro. Solo in zone nelle quali la fratturazione era

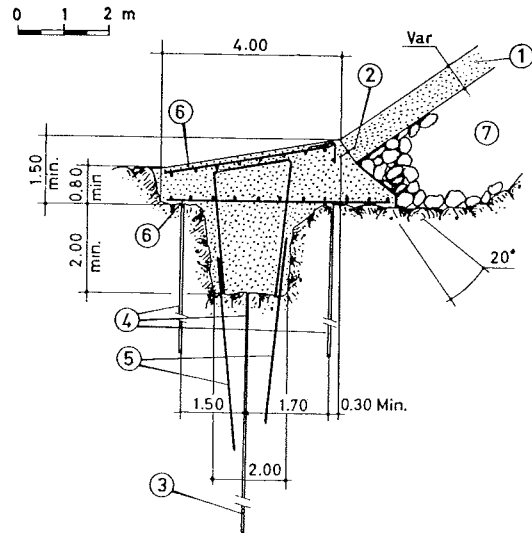


Fig. 4. - 2) Nastro di tenuta in gomma; 3) Iniezioni di schermo; 6) Ferri d'armatura; 7) Scogliera EIII.

dati non utilizzabili in diga.

I materiali provenienti da tali intercalazioni sono stati portati a discarica, adottando però il principio di ricompensare l'impresa in base ai volumi globali estratti da cava prescindendo dalla loro utilizzazione o meno.

La porosità media del rilevato è risultata a Fades del 22 %.

La scelta del tipo di manto è stata effettuata sottoponendo alle imprese concorrenti agli appalti sia l'alternativa in conglomerati bituminosi sia quella a lastroni di calcestruzzo. In ambedue i casi le migliori quotazioni sono state ottenute per la seconda soluzione, che è stata adottata in via definitiva.

I manti sono stati realizzati con piastre (fig. 2) di calcestruzzo contenenti 325 Kg. di cemento per metro cubo di impasto in opera. Ciascuna piastra, delle dimensioni massime di m 13,50 × 13,40 e dello spessore variabile da 0,60 al piede diga sino a 0,35 al coro-

particolarmente intensa si è fatto ricorso la sezione di fig. 4.

In ambedue i casi sono state effettuate iniezioni di cucitura e di schermo dopo l'esecuzione del muro.

A Candes si è invece adottato il taglione di fig. 5.

Il calcestruzzo dei lastroni è stato gettato direttamente contro il materiale EIII servendosi di un cassero scorrevole largo 2 m e lungo 15 m. Il cassero, usato in ambedue le dighe, è costituito da due putrelle da 600 mm distanziate fra loro 1,60 m. e portante la lamiera da 6 mm formante il cassero.

Il cassero, muovendosi sul paramento in direzione normale al coronamento a velocità media dell'ordine di 0,80 m/ora, ha consentito di gettare ciascun lastrone senza riprese intermedie.

Il calcestruzzo, portato in opera a mezzo di gru situata sul coronamento o al piede diga, veniva vibrato entro

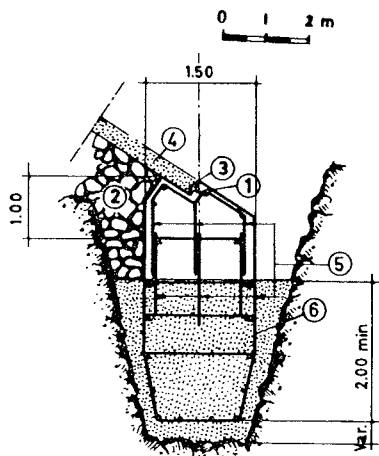


Fig. 5. - 1) Nastro di tenuta in gomma; 2) Scogliera EIII; 3) Materiale distanziatore; 4) Manto di tenuta.

il cassero; la sua consistenza era tale da consentire il disarmo entro le poco più di due ore di permanenza del cassero sul getto fresco.

Solo durante le giornate più fredde, causa il rallentamento dell'inizio della presa, si è dovuto rallentare la velocità di avanzamento del cassero per la tendenza del calcestruzzo a rifluire.

Mediante si è riusciti a gettare 2 piastre (ca. 420 m<sup>2</sup>) ogni 3 giorni.

La superficie del manto della diga di Fades è di 16.500 m<sup>2</sup>, quella di Candès di 6.500 m<sup>2</sup>.

Il dispositivo delle misure di controllo comprende il rilievo degli spostamenti topografici di numerosi punti posti sul coronamento e sui paramenti. Vengono osservati inoltre gli eventuali scorrimenti tra i lastroni del manto. Alcuni piezometri si spingono nella fondazione per misurare le pressioni idrauliche entro la roccia.

Essendo state ambedue le dighe da poco ultimate manca sinora ogni dato relativo alle misure.

(Antonio Chiari)

### Il laser trova applicazione in un lavoro di galleria.

*Laser finds application on tunnel job.*  
World Construction, June 1966.

Forse mai nessuna recente scoperta si è affacciata nel campo della tecnica così ricca di promesse come il laser.

Ed infatti a distanza di meno di un decennio dalla sua invenzione si vedono già realizzate nuove tecniche che sfruttano questa nuova forma « inventata » di luce con risultati brillanti e talora addirittura sorprendenti. I campi di utilizzazione del laser sono veramente estesissimi ed altri sicuramente se ne aggiungeranno nel futuro: se ne va sempre più diffondendo e perfezionando l'uso in metallurgia; nella lavorazione dei diamanti ed in molte lavorazioni industriali; in medicina, dove si è dimostrato particolarmente utile nella microchirurgia ed in oculistica; nelle comunicazioni è recente l'impiego del laser nella comunicazione tra satelliti e base terrestre nella delicata fase di rientro nell'atmosfera del satellite; in biologia e nella ricerca fisica e chimica.

Ora è la volta anche dell'ingegneria civile a sfruttare il laser; nel breve articolo che qui si recensisce si dà notizia di una delle prime applicazioni in questo settore.

Il laser è stato utilizzato per la guida di una macchina per lo scavo continuo di gallerie in rocce dure. Tale macchina, usata nei lavori per un grande impianto di irrigazione nel Nuovo Messico, USA, è una delle più potenti sin ora realizzate: costruita dalla Hughes Tool Company ha un peso di 280 t, 1000 hp di potenza e può forare gallerie a tutta sezione con diametro fino a 6,4 m e con velocità di oltre 3 m l'ora in arenaria. Una tale gigantesca macchina ha deviato dal suo percorso di progetto di soli 1,58 cm dopo un avanzamento di 2,4 km. Senza la guida con laser essa potrebbe avere deviazioni di alcuni centimetri dopo avanzamenti di qualche metro e quindi richiederebbe frequentissimi aggiustamenti che renderebbero inefficace l'alta potenzialità di scavo della macchina.

Il fascio di luce laser impiegato nel sistema di guida è prodotto da un piccolo strumento ad elio-neon costruito dalla Perkin-Elmer Corporation, Norwalk, Connecticut, USA; tale fascio di luce visibile e di colore rosso è sottile, brillante e perfettamente rettilineo; esso può essere proiettato per oltre 60 m conservando un diametro più piccolo di un pollice. È dotato di bassa energia ed è quindi innocuo per gli uomini

al contrario di altri tipi di raggi laser adoperati ad esempio per il taglio dei metalli e che sono altamente energetici.

Il sistema di guida consiste nell'inviare tale raggio di luce su due pannelli, costituiti ciascheduno da una griglia di 400 fotocellule, posti avanti e dietro alla macchina scavatrice; il fascio di luce venendo a contatto con i due pannelli di fotocellule provoca l'accensione di opportuni segnali luminosi su di un quadro disposto in vista dell'operatore alla macchina, consentendo a quest'ultimo di correggere le deviazioni con continuità appena esse si verificano. Il laser è solidale e parallelo all'asse di un normale teodolite mediante il quale, procedendo per stazioni successive e nel modo tradizionale, si individua l'asse di progetto della galleria.

L'ultima parte dell'articolo è dedicata alle future possibili applicazioni del laser nel campo dell'ingegneria civile. Si può prevedere l'impiego dello stesso sistema di guida sopra descritto in altri tipi di macchinari come i graders ed i pavers, ed anche durante la posa in opera delle condotte. Inoltre il laser può trovare impiego in lavori di rilevamento topografico; in queste applicazioni il diametro del raggio luminoso può essere ridotto a 10 cm dopo oltre sei km di distanza. Inoltre — e questo ci sembra di particolare importanza — si sta cominciando ad usare il laser nella ricerca petrolifera quale strumento più sensibile di quelli tradizionali per l'interpretazione di dati sismici.

Nell'articolo si descrive anche una telecamera a laser che potrebbe essere usata in sistemi di sorveglianza ed ispezione e le cui caratteristiche più sorprendenti sono oltre al peso modesto — 12 kg in una versione miniaturizzata — la mancanza di sistemi ausiliari di illuminazione: è sufficiente che i soggetti anche in totale oscurità siano colpiti dalla debole luce rossa del laser per apparire sul monitor come illuminati in pieno giorno.

L'articolo termina con una frase che ci piace riportare letteralmente: « It's a safe bet that the industry will be hearing more and more about lasers in the future ».

(Edoardo Santucci)