



Sezione tipo della diga di Aursiø

Il rivestimento impermeabile è stato costruito dopo aver raggiunto il quasi completo assestamento del materiale del rilevato. Esso è costituito da lastre in cemento armato, di forma quadrata con lato di 12 m e dello spessore di 0,50 m. Le lastre poggiano su un letto di pietrame dello spessore di 3 m al piede della diga e 2 m alla sua sommità; in corrispondenza dei cambiamenti di pendenza del paramento, esse poggiano su travi in cemento armato. Su queste travi sono disposti i giunti orizzontali delle lastre.

Queste ultime esternamente sono protette da un rivestimento in legno.

Per la deviazione provvisoria del fiume è stata costruita una avandiga in calcestruzzo, che successivamente è stata incorporata nella diga e ne costituisce il suo piede a monte.

Mancano nell'articolo recensito notizie sui terreni di fondazione.

Per la costruzione della diga sono stati impiegati 800.000 m<sup>3</sup> di pietrame e 17.500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

A. Pellegrino

### Indagini sulla corrosione delle palancole metalliche nei canali Rhein-Herne e Dortmund-Ems (*Korrosionsuntersuchungen an Stahlspundwänden des Rhein-Herne Kanals und des Dortmund-Ems Kanals*)

ILLIGER - Die Bautechnik H. 6, 1956.

L'argomento della corrosione delle palancole metalliche è poco noto perché raramente si è presentata l'occasione di effettuare indagini sistematiche estese ad un periodo di esercizio di queste strutture sufficientemente lungo. Pertanto, allo stato attuale, i pareri sull'opportunità di adottare le palancole metalliche nella costruzione di palancolate a carattere permanente sono discordi.

L'A. dell'articolo che recensiamo ha effettuato una approfondita indagine su questo argomento ed è giunto a conclusioni rassicuranti circa la durata della vita media delle palancole metalliche in relazione a quella di altre strutture.

L'indagine è stata svolta prendendo in esame le

palancole in esercizio già da molti anni sulle sponde dei canali Rhein-Herne e Dortmund-Ems. Questi canali convogliano acqua dolce esente da sostanze aggressive e con un contenuto di cloro relativamente alto. Le palancole hanno la funzione di proteggere le sponde e pertanto sono lambite dall'acqua da un lato e sono a contatto del terreno umido dall'altro. Nell'articolo non vi sono sufficienti notizie per identificare il tipo di terreno di cui è costituito il terzapieno.

Allo scopo di esaminare lo stato di queste palancole sono state scelte cinque zone, distanti un centinaio di Km l'una dall'altra; l'epoca della posa in opera delle palancole era diversa per ciascuna zona e variava tra 21 e 29 anni.

Da ciascuna zona è stata prelevata una serie di campioni, asportando dalle palancole una striscia di metallo delle dimensioni di cm 6 x 12. I campioni sono stati prelevati a diverse quote rispetto al livello dell'acqua e precisamente alle quote: +1,00; +0,50; 0,00; -1,00; -2,00 m. In totale sono stati prelevati 105 campioni; tra di essi alcuni provenivano da strutture costituite di solo ferro, altri da strutture costituite da una lega di ferro e rame con percentuale di questo ultimo metallo variabile tra il 0,2 ÷ 0,3 %.

Su ogni campione, è stata eseguita una serie di misure dello spessore della zona interessata da fenomeni di corrosione. In totale sono state eseguite 4420 misure.

Senza entrare in dettagli circa le modalità con le quali sono state eseguite le misure, riassumiamo i principali risultati ai quali è pervenuto l'A.

L'entità dello spessore della zona corrosa, che l'A. esprime mediamente in mm diviso per gli anni di servizio delle palancole, è risultata molto piccola se paragonata ai valori riportati finora nella letteratura tecnica. Infatti le misure di cui finora si aveva notizia hanno fornito valori dell'ordine del decimo di mm/anno o più, mentre i valori trovati dall'A. sono mediamente dell'ordine del centesimo di mm/anno.

Circa l'influenza della quota del punto in esame rispetto al livello dell'acqua, è risultato dalle esperienze dell'A. che in alcuni casi la corrosione aumen-

ta passando dalla quota + 0,50 alla quota - 2,00; in altri casi è stato riscontrato un andamento opposto, senza apparente influenza degli altri fattori sperimentali.

Pertanto l'opinione corrente secondo la quale le palancole si corrodono più intensamente in corrispondenza della quota dell'acqua non risulta confermata.

Passando ad esaminare l'influenza della presenza del rame nella lega di cui sono costituite le palancole, l'A. fa notare che le palancole costituite di ferro e rame non si sono corrose meno delle palancole costituite di solo ferro. Si deve concludere perciò che la presenza del rame non favorisce la resistenza alla corrosione.

Un altro fattore sperimentale nell'indagine dell'A. è rappresentato dagli anni di servizio delle palancole; come si è accennato questi variavano tra 21 e 29. Per le palancole con minor numero di anni di servizio si è ottenuto uno spessore medio annuo di corrosione pari a 0,012 mm; per le palancole con il massimo numero di anni di servizio tale valore è risultato di 0,008 mm. Da questi dati risulta quindi che il fenomeno della corrosione non procede linearmente nel tempo, ma è più intenso nei primi anni. Ciò confermerebbe i risultati di indagini precedenti; per trarre delle conclusioni definitive al riguardo occorrerebbe però estendere le osservazioni ad un periodo di vita delle palancole più esteso.

Vi sarebbe ancora da chiedersi infine se lo spessore della zona corrosa sia maggiore sulla faccia della palancola rivolta verso l'acqua o su quella rivolta verso il terrapieno. Su ciò l'A. non istituisce un vero confronto fra le misure, ma si limita ad osservare che da un esame qualitativo dei campioni la corrosione è sembrata relativamente più intensa sulla faccia rivolta verso l'acqua.

Sulla base delle misure eseguite, l'A. istituisce in ultimo calcolo del tempo necessario perchè la palancola si perfori; risulta che con il valore medio annuo più sfavorevole di 0,017 mm, ottenuto nelle misure, la vita di una palancola dello spessore di 7 mm (profili *Larssen I<sup>a</sup>*, *Hoesch I<sup>a</sup>*, *Krupp KS*) dovrebbe essere di 410 anni.

Ammettendo una corrosione di 1 mm, che nell'ipotesi precedente si dovrebbe verificare in 59 anni, la diminuzione del momento resistente di una palancola con profilo analogo risulterebbe del 15 %. Una diminuzione del momento resistente del 50 % si verificerebbe in 235 anni.

Calcolando in base al valore annuale di 0,010 mm, che è il valore medio e non il più sfavorevole, la stessa diminuzione si verificerebbe teoricamente in 400 anni.

Come si è posto in evidenza, l'A. ha eseguito una serie di confronti tra i vari fattori sperimentali che possono influenzare lo spessore della zona soggetta a corrosione nelle palancole metalliche. Non tutti questi confronti sono chiaramente interpretabili sul piano statistico, specialmente per quanto riguarda le interazioni. Ma valutando i risultati delle misure nel loro complesso è possibile concludere con l'A. che la corrosione non influenza apprezzabilmente la vita del-

le palancole metalliche e che lo spessore della zona corrosa non è tale da alterare sensibilmente il valore del momento resistente, se si ammette che la vita normale di un'opera di ingegneria è limitata a qualche secolo.

E' da tener presente però che le indagini dell'A. sono state eseguite su palancole che si trovano a contatto di acqua dolce ed esente da sostanze aggressive; poiché la composizione dell'acqua è senza dubbio uno dei fattori più importanti che influenzano il fenomeno della corrosione, le conclusioni dell'A. non possono senz'altro trasferirsi a tutti i casi della pratica.

R. Jappelli

### L'uso delle iniezioni quali mezzo d'opera (*Iniektionen als Bauhilfsmassnahme*)

GÜMBEL K. - Die Bautechnik H. 3, 1956, pagine 94-96.

In occasione del II Convegno di Geotecnica (Roma, 1954), l'Ing. G. BARONCINI (1) illustrò un interessante caso di impermeabilizzazione di alluvioni profonde a mezzo di iniezioni di miscele di cemento e bentonite; scopo delle iniezioni era quello di consentire lo scavo per la costruzione del tampone della diga di Barrea della Società Meridionale di Elettricità. L'esperienza acquisita in occasione di questo lavoro indusse allora l'Ing. BARONCINI a concludere che nel caso delle alluvioni a grana grossa è possibile ottenere un consolidamento ed un'impermeabilizzazione tecnicamente perfetti mediante l'iniezione di particolari sostanze o miscele.

Un'interessante conferma di queste conclusioni viene portata dall'A. dell'articolo qui recensito, che descrive un caso in cui le iniezioni sono state adoperate quale mezzo d'opera per consentire l'esecuzione di un grande scavo in acqua in alluvioni a grana grossa.

I lavori, cui si riferisce l'A., sono quelli in corso sul « *Grand Canal d'Alsace* » nel tratto tra Basilea e Strasburgo per conto della Electricité de France.

Come è noto, lungo il Reno è già da molto tempo in costruzione una serie di traverse di sbarramento con annesse centrali idroelettriche. Finora è stato costruito, nell'ordine da monte verso valle, l'impianto di Kembs (1932) e quello di Ottmarsheim (1952); è in corso di completamento l'impianto di Fessenheim e sono stati da poco iniziati i lavori per l'impianto di Biesenheim. Altri tre impianti sono in fase di studio.

I terreni lungo l'asta del fiume sono costituiti da una formazione marnosa di base del terziario, molto compatta e poco permeabile, ricoperta da alluvioni recenti costituite da ghiaia e sabbia in strati alternati. Le curve granulometriche rappresentative della ghiaia e della sabbia sono riportate nella figura 1. Lo spessore della coltre alluvionale, che va aumen-

(1) BARONCINI G. - *Impermeabilizzazione di alluvioni profonde a mezzo di iniezioni con miscele stabilizzate di cemento e bentonite* - Geotecnica n. 5, 1954.