

zione quando si utilizzano solo tre letture.

Gli AA. si sono limitati ad applicare il metodo a pochi dati riportati da Taylor. Dal confronto con i metodi di Taylor e Scott sembrerebbe che i valori ottenuti con il metodo proposto siano accettabili.

Sarebbe stato tuttavia interessante esaminare un maggior numero di dati relativi a vari tipi di terreni per indagare sulla influenza della terna di letture scelte e per trarne quindi conclusioni di carattere più generale. Il vantaggio principale del metodo proposto è infatti quello di fornire facilmente più di un valore del coefficiente di consolidazione in dipendenza del numero di letture effettuate durante la prova.

(Giuseppe La Rosa)

BIBLIOGRAFIA

- CASAGRANDE A., FADUM R. C. (1940) - *Notes on soil testing for engineering purposes*. Soil Mechanics Series N. 8, Pub. N. 268 Harvard University Cambridge, Mass.
- COUR F. R. (1971) - *Inflection point method for computing c_v* . J.S.M.F.D., Proc. Asce, vol. 95, SM5.
- SCOTT R. F. (1961) - *New method of consolidation coefficient evaluation*. J.S.M.F.D., Proc. Asce, vol. 87, SM1.
- TAYLOR D. W. (1948) - *Fundamentals of Soil Mechanics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Contributi recenti sulle iniezioni pubblicate nei Proceedings ASCE

Scorrendo i Proceedings della benemerita ASCE abbiamo preso alcuni appunti sulle iniezioni dei terreni: pensiamo che possano interessare i lettori della RIG.

A mano a mano che terreni iniettati danno buona prova nel tempo, alcune principali proprietà delle miscele adoperate vengono confermate; nel contempo l'attività critica dei ricercatori e dei tecnici si appunta su altre proprietà, prima trascurate perché « maiora premebant ». In definitiva, si assiste ad alcune messe a punto, utilissime per il prosieguo.

I principali punti di dibattito possono così riassumersi:

1) l'esame e l'interpretazione di risultati di prove e di esperimenti, eseguiti allo scopo di chiarire l'aspetto generale e particolare dei fenomeni desunti dal comportamento di alcuni insieme iniettati;

2) la messa in luce di alcuni parametri di particolare importanza, da tener

presenti nell'esecuzione di alcune operazioni quali ad es. l'impermeabilizzazione delle fondazioni di una diga;

3) i metodi seguiti in recenti interventi, per le più svariate finalità.

Per quanto riguarda il primo punto, ricordiamo una nota di KOENZEN [1977], professore a Karlsruhe, il quale, partendo dall'osservazione che in molti casi sono stati notati degli scorrimenti di materiali iniettati, sostiene che questo comportamento, dipendente dal tempo, sia dovuto alla sovrapposizione delle proprietà elastoplastiche delle sabbie e della resistenza al taglio del gel di silicato. Da un lato è interessante approfondire la conoscenza dell'influenza che sul gel ha il rapporto fra l'indurente e il silicato, in quanto il grado di policondensazione che si forma all'atto della gelificazione (e di conseguenza la struttura del gel e quindi le sue proprietà meccaniche) dipende da quel rapporto, e, dall'altro, è necessario conoscere il comportamento del materiale iniettato, al variare degli sforzi e delle deformazioni. L'Autore insiste sulla necessità di adeguare la velocità di deformazione di un provino iniettato, allorché vengono effettuate le prove monoassiali, alle velocità che si verificano nella realtà, se si vogliono ottenere risultati utilizzabili ai fini delle previsioni sul comportamento del terreno iniettato. L'A. dimostra che la usuale velocità di deformazione adottata nei laboratori (0,2% al minuto primo) fornisce carichi di rottura molto elevati che non si riscontrano in sito, ove le velocità di deformazione sono più basse: diminuendo anche di poco la velocità di deformazione si ottengono carichi di rottura molto inferiori ai primi. Ne consegue che occorre studiare il comportamento del gel allo scopo di conoscere, per le pratiche applicazioni, come vari nel tempo il rapporto sforzi-deformazioni. L'A. ha studiato il comportamento della sabbia, consolidata con gel di silicato, mediante prove di « rilassamento » consistenti nel misurare la progressiva riduzione degli sforzi, durante una prova a rottura, mantenendo costante l'iniziale deformazione. Utilizzando precedenti modelli reologici, ideati per rappresentare il comportamento di suoli in frana sotto diverse condizioni di sollecitazioni e di contenuto d'acqua, modelli quindi idonei a rappresentare il comportamento di materiali che possono essere chiamati « visco-plasto-elastici », e facendo i debiti raffronti si può stabilire innanzitutto che il comportamento di una sabbia iniettata con silicato, nei confronti del rapporto sforzi-deformazioni, dipende notevolmente dal tempo, e inoltre che, mediante i suddetti modelli reologici, possono essere individuate tre principali categorie di materiali:

- elastici, indipendenti dal tempo;
- viscoelastici, dipendenti dal tempo con andamento lineare;

— dipendenti dal tempo in maniera non lineare, prossimi alla rottura.

Ne consegue che per i materiali iniettati occorre valutare il « loading path » e cioè l'andamento dei carichi quale sarà nella realtà; conoscendosi poi il comportamento del materiale iniettato nei confronti del rilassamento sarà possibile adeguare il comportamento dell'insieme alle previste sollecitazioni.

Nella discussione che ne seguì, nel giugno 1978, LUONG, GANDAIS e ALLEMAND [1977] nel confermare che le prove rapide uniassiali a rottura non si convenivano alle sabbie iniettate, hanno dato notizia dei risultati ottenuti da loro ricerche su materiali iniettati con silicati, riassumendo una loro memoria pubblicata altrove. Le ricerche riguardarono il comportamento meccanico di una sabbia iniettata con gel di silicato e resine acriliche e sottoposta a:

- compressione uniassiale con variazione della velocità di deformazione;
- scorrimento (creep) sotto differenti livelli di sollecitazione;
- rilassamento (relaxation) sotto differenti sollecitazioni, applicate anche mediante serie successive;
- scorrimento sotto condizioni di punzonamento.

Gli Autori avrebbero individuato innanzitutto nella percentuale di Na_2O neutralizzato l'indice idoneo a rappresentare l'influenza dell'indurente nei rapporti del comportamento reologico dei materiali iniettati con gel di silicato e con indurenti di varia natura; un secondo indice è costituito dalla diluizione del silicato.

Dalle esperienze si è ricavato:

- a diluizione costante, e a costante incremento di deformazione, il carico di rottura aumenta con l'aumentare della percentuale di sodio neutralizzato;
- con la percentuale suddetta costante e con costante andamento della deformazione, il carico di rottura diminuisce con l'aumentare della diluizione del silicato;
- il decremento della percentuale di Na_2O neutralizzato comporta una maggiore influenza dell'andamento della deformazione, mentre una minore influenza si verifica all'aumentare della diluizione del silicato.

Nel quadro di una ricerca sui fattori che controllano il comportamento delle sabbie, il passaggio da liquido a gel delle soluzioni e le proprietà di adesione di queste, è da annotare un'interessante serie di prove tendenti a chiarire sia il comportamento del materiale granulare in sé, sia allorché iniettato [O'CONNOR *et al.*, 1978]. Innanzitutto vengono ripresi i concetti di « caratteristiche dell'insieme granulare » quale funzione di parametri come: concentrazione dei grani, numero dei contatti intergranulari, a loro volta funzione di: dimensione e forma dei grani, distribuzione delle dimensioni, indice dei vuoti; successivamente sono state iniettate,

con miscele di silicato, alcune sabbie tipiche ed esaminate al microscopio al fine di identificare l'effetto di ogni componente della miscela sul comportamento della sabbia iniettata. In primo luogo gli Autori hanno determinato, su una serie prescelta di otto sabbie, il numero dei grani esistente in un dato volume e su una determinata superficie impiegando le seguenti formule:

$$n_v = \frac{6 f_s}{\pi (1 + e) d_n^3 f_d^3} \quad 2/3$$

$$n_s = \frac{6 f_s}{\pi (1 + e) d_n^3 f_d^3}$$

ove: f_s , denominato «shape factor», cioè fattore di forma, tiene conto della sfericità e levigatezza superficiale dei grani, e

f_d , denominato «size factor», cioè fattore di dimensione, lega il diametro medio dei grani d_m col diametro nominale dei grani d_n :

$$d_m = f_d d_n.$$

Gli Autori mostrano come i dati desunti dalle formule si accostino a quelli delle misure tanto meglio quanto più i grani sono sferoidici e arrotondati. Quanto ai contatti intergranulari di un ammasso, caratteristica del suo stato di addensamento, sono stati effettuati esperimenti per controllare quale sia l'influenza, sul numero medio di contatti per grano, del fattore di forma, derivandone la conclusione che il comportamento d'insieme delle sabbie, che più frequentemente si presentano in natura, è diverso da quello che si dedurrebbe da un modello composto da sfere. Inoltre, e per sabbie poco assortite, il numero medio di contatti per ogni grano non aumenta con la dimensione del grano, il che invece avviene per ammassi bene assortiti; inoltre, le caratteristiche d'insieme di un ammasso, nei confronti dei contatti intergranulari, è comandata dalle frazioni dimensionali che contengono il maggior numero di grani. Questi risultati sono stati poi completati da prove d'iniezione in cui si impiegò una miscela di silicato di sodio con acqua avente per reagente una soluzione di formamide e di acetato di etile. Fu innanzitutto verificato che l'azione dell'acetato è prevalentemente devoluta a ridurre i tempi della gelificazione, mentre quella della formamide consiste nella creazione di legami tra i granelli; in secondo luogo fu verificato, com'era prevedibile, che miscele con eccesso d'acqua danno composti meno resistenti. Furono verificate altresì alcune caratteristiche di miscele, già messe in luce da WARNER [1974] e di cui è stata data notizia su queste pagine: in particolare, è stata confermata la differenza esistente tra miscele indurite all'aria e in acqua, la poca resistenza di miscele

aventi un elevato contenuto d'acqua mescolato al silicato e anche poco reagente; fu anche concluso che, seppure le proprietà chimiche dell'acqua non influiscono sulla microstruttura della miscela, esse influenzano però il tempo di gelificazione. Fu riconosciuto inoltre che, in sabbie iniettate, la percentuale dei pori occupata dalla miscela dipende dalle condizioni di stagionatura e dalla distanza del volume trattato dal punto d'iniezione. Risultò anche che, nei pori, dopo l'iniezione, resta circa il 50% d'acqua.

Per quanto riguarda le resine, e cioè il miglioramento dei terreni mediante miscele a base di resine, dobbiamo citare uno studio di MAJUMDAR [1975] relativo all'iniezione di una sabbia sciolta con una resina composta di anilina e furfurolo nei rapporti di 2:1; la stessa miscela, designata come A₃F, venne impiegata per ricerche sulla stabilizzazione di sabbie di spiagge. Come reagenti furono sperimentati due prodotti: il pentaclorofenolo e il cloruro di ferro, nelle percentuali di 3, 5 e 7; la stagionatura avvenne in acqua a varie temperature; i provini vennero rotti a dilatazione libera.

Risultò che:

— i provini stagionati in aria mostrano una resistenza maggiore di quelli stagionati in acqua;

— le resistenze dei provini variarono con i contenuti d'acqua delle sabbie, con le percentuali dei reagenti e con le temperature di stagionatura.

L'A. interpreta i risultati ottenuti attribuendo la resistenza di una sabbia così iniettata all'avvicinarsi di due azioni ad opera della miscela: la lubrificazione e la formazione di resina. Alle alte temperature l'effetto della lubrificazione si riduce e perciò si verifica una diminuzione della resistenza. E anche risultato che il cloruro di ferro può essere impiegato come reagente.

Nella discussione che ne seguì (maggio 1976) K. RAJAGOPALAN mise in luce il

fatto che le resine furfuroliche rigonfiano in presenza d'acqua, il che le rende utili per la stabilizzazione di sabbie in una grande varietà di situazioni.

Quanto al secondo punto di dibattito, abbiamo un lavoro di HOULSY [1977] che si occupa di definire, in termini di «standard», il grado d'impermeabilizzazione che debba essere raggiunto da una cortina d'iniezioni. La miscela che si considera è l'acqua-cemento; le fondazioni ove s'inietta sono costituite da roccia. Per raggiungere un dato standard in una cortina d'iniezioni si hanno principalmente a disposizione lo spazio tra i fori e la loro profondità; i mezzi poi per misurare se si è raggiunto lo standard richiesto sono sia le prove d'acqua sia la misura del quantitativo di cemento iniettato.

Lo standard delle prove d'acqua è il «lugeon» secondo la tabella I.

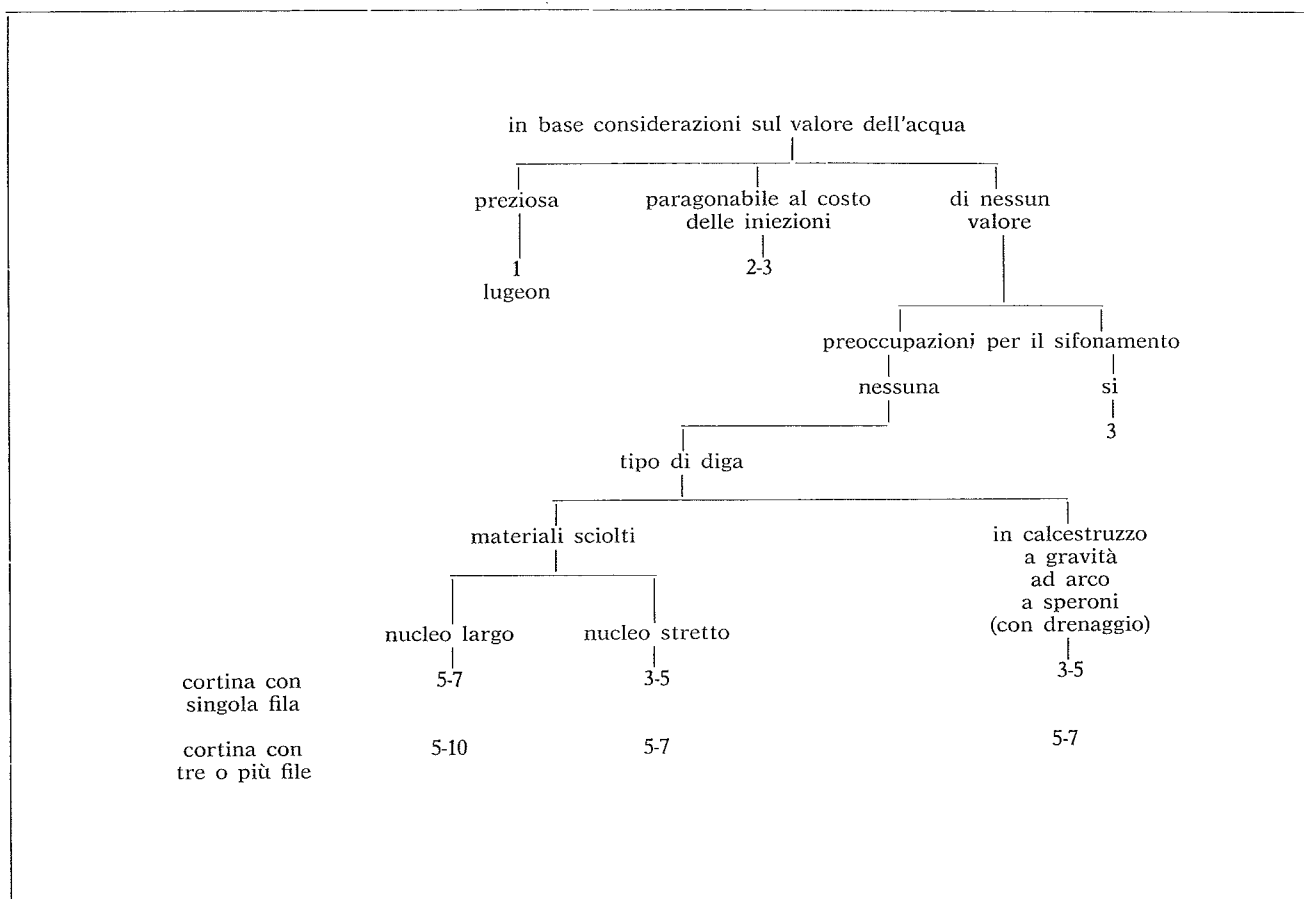
Mentre per le dighe in calcestruzzo a gravità le iniezioni sono necessarie allorché si supera il lugeon, in altri casi si può superare tale standard dopo aver valutato tutte le circostanze. L'A. fornisce una tabella di standard, desunta dalla sua esperienza e valevole solo per iniezioni in rocce (tabella II).

In linea generale, e per le dighe in materiali sciolti, occorre che la pressione dell'acqua, in fondazione, sia leggermente minore di quella all'interno del nucleo impermeabile, allo scopo di facilitare la dissipazione delle pressioni neutre e anche di evitare che l'acqua sovrappassi l'estremità superiore della cortina; in ogni caso però il problema è sempre quello di evitare iniezioni inutili o superflue. In proposito l'A. esprime il parere che la posizione più opportuna di una cortina in fondazione sia poco a monte del centro della base del nucleo, esattamente a un terzo della metà della lunghezza di base. Una minore impermeabilità si può consentire alle dighe con paramenti impermeabili a monte, sempreché dotate di dispositivi di drenaggio subito a valle

TABELLA I

valori in lugeon	volumi notevoli di roccia resistente, con connessioni continue	rocce deboli fortemente giuntate
0	completamente impermeabili	completamente impermeabili
1	aperture (fessure) occasionali sino a mm 1,25	fessure occasion. sino a mm 0,30
3-5	fessure occasionali sino a circa mm 2,50	fessure occasion. sino a mm 1,00
20	aperture frequenti sino a 1 mm	aperture frequenti sino a 1 mm
50	aperture frequenti sino a 2,5 mm	
100	aperture frequenti sino a 6 mm	

TABELLA II



del paramento, benché nella corrente pratica si effettuino anche in questo caso cortine accuratamente impermeabili.

L'A. cita due casi pratici: la Blowering Dam e la Toonumbar Dam, ambedue site nel New South Wales. La prima fu dotata di una cortina con standard variabile da 2 a 10 lugeon e in essa la pressione dei pori nel corpo diga risultò leggermente maggiore di quella in fondazione; la seconda, la cui fondazione era suscettibile di sifonamento, fu dotata di una cortina di più alto standard: 2 lugeon, con la conseguenza che, a valle del nucleo, la pressione in esso è alquanto maggiore di quella in fondazione per cui si verificano migrazioni di particelle fini dal nucleo alla fondazione.

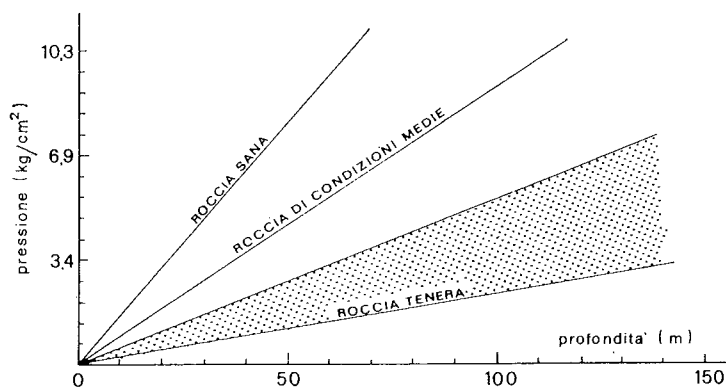
Quando si è certi di aver raggiunto un prefissato standard? Occorre usare tutti i mezzi a disposizione, dall'inclinazione dei fori al loro spaziamento, dalla lunghezza delle tratte alla pressione in ciascuna di esse, in specie allorché si siano notate perdite d'acqua durante la perforazione. Le operazioni devono essere svolte secondo i risultati delle precedenti indagini che in genere vengono spinte a una profondità pari all'altezza della diga. L'A. altresì suggerisce, per dighe di altezza maggiore di 60 metri e per standard da 7 a 10 lugeon, cortine d'iniezioni formate da più

file, delle quali le esterne da eseguire per prime e quelle verso monte da eseguire a un più rigoroso standard e a maggiore profondità delle successive. Normalmente le file sono spaziate di m 1,5 fra loro.

Presupposto di ogni buon risultato è la durezza della miscela iniettata. L'A. avrebbe osservato che rapporti in volume tra acqua e cemento maggiori di 5 mostrerebbero a lungo andare effetti di deterioramento. Circa la tecnologia, viene data importanza all'alta velocità di mescolamento del cemento (1500 giri/min) e al ritorno in circuito della miscela non assorbita dal foro. Viene anche fornita una guida per la pressione d'iniezione (vedi figura).

L'A. si sofferma a raccomandare la continua interpretazione, durante le operazioni d'iniezione, dei risultati di esse, foro per foro e per intervalli di tempo non superiori ai 15 minuti d'iniezione; tiene inoltre a far sapere che, per le dighe citate nell'articolo, ci fu un ingegnere, lui medesimo, preposto dall'inizio alla fine a tutte le operazioni d'iniezione, dal progetto alla costruzione.

Nella discussione WTBNER [1978] ha espresso il parere che devono essere evitate miscele con rapporti acqua/cemento maggiori di 3 e cioè sempre che possibile occorre limitare l'acqua d'impasto. In riguardo però all'inclinazione degli strati e dei giunti è ne-



cessario spesso variare composizione e pressione d'iniezione per adattarsi alla situazione reale del terreno. Sempre nella discussione H. CAMBEFORT (luglio 1978) ha sostenuto l'opportunità di cominciare l'iniezione col rapporto di 4/1 in peso e anche più, e di ridurre il rapporto via via che l'iniezione procede: solo le condizioni di fratturazione della roccia possono dare una guida sul valore iniziale del rapporto acqua/cemento.

Nei riguardi del 3° argomento di dibattito citiamo dapprima un lavoro di BENZEKRI e MARCHAND [1978] il quale tratta dei lavori d'iniezione alle fondazioni della diga Moulay Youssef sita a 60 km da Marrakech in Marocco. Gli AA. parlano addirittura di un « new approach » al problema delle iniezioni in fondazione di una diga, il quale consisterebbe nel preparare un ampio sistema di drenaggi e nell'iniettare solo allorché e dove gli effetti dell'invaso lo richiedano, beninteso valendosi di cunicoli all'uopo predisposti.

Alla base del metodo sta la considerazione che in ogni caso debbono essere salvaguardate la velocità e la pressione di filtrazione, in modo da non mettere in pericolo la stabilità della diga.

La giustezza del « nuovo approccio » deriverebbe dalla constatazione che difficilmente può essere definito « a priori » in modo soddisfacente un buon sistema di drenaggio e un efficiente trattamento d'iniezioni, prima cioè del riempimento del serbatoio. Così, alla diga Moulay Youssef la fondazione fu divisa in zone, furono tracciate le linee di filtrazione, fu costruito un adeguato tunnel di controllo e fu iniettato solo ove richiesto dalle perdite verificatesi durante il riempimento del serbatoio. Ciò perché la roccia di fondazione era divisa in zone di caratteristiche molto variabili, il che indusse a ridurre al minimo le iniezioni preliminari, limitate a sigillare i più larghi giunti. Fu così eseguito inizialmente solo un velo, con fori distanziati di m 10 e spinti sino a 60 metri sotto la base del nucleo impermeabile, con miscela di acqua, cemento e bentonite nelle proporzioni di 200:100:4,7 rispettivamente. Fu eseguita altresì la cucitura tra nucleo e roccia di fondazione (blanket grouting) collegata col velo anzidetto.

Il riempimento del serbatoio ebbe inizio nell'aprile 1971: solo allorché l'acqua arrivò ai 2/3 del massimo livello si riscontrarono perdite da alcuni dreni. Prima d'iniettare per diminuire le perdite, furono eseguiti altri dreni per chiarire la provenienza dell'acqua; individuata, furono eseguite le ulteriori iniezioni intese a eliminare pressoché del tutto le perdite. Gli AA. affermano, dimostrandolo con una tabella di costi, che questo modo di procedere si è dimostrato economico e adottabile in casi simili (rocce di fondazione) sempreché si predispongano i mezzi atti a indivi-

duare le perdite e a intervenire successivamente (piezometri, drenaggi, tunnel di controllo). Essi spezzano inoltre una lancia a favore del tunnel di controllo sotto la diga, anche per la possibilità, da questo offerta, di procedere autonomamente con i lavori d'iniezione. In sostanza, con il metodo descritto (che si potrebbe chiamare « vedi e provvedi ») si può:

— limitare i lavori d'iniezione a una succinta cortina atta a bloccare i più notevoli passaggi d'acqua;

— associare alla cortina un efficace sistema di drenaggi, un altrettanto efficace sistema di registrazione delle perdite e delle pressioni in fondazione, e un tunnel di controllo in fondazione (dal quale possano essere condotti i lavori d'iniezione) nonché preparare la spesa e l'impresa per intervenire quando e dove occorra.

Un'altra importante memoria concerne l'iniezione del blocco di fondazione alla diga di Oroville [O' ROURKE, 1977]. In questa diga, alta circa 230 metri, al disotto del nucleo impermeabile fu gettato un grosso blocco di calcestruzzo, del volume di 220.000 mc circa. Questo blocco durante la costruzione della diga per effetto del peso del rilevato subì numerose lesioni che raggiunsero lunghezze di 150 metri e larghezze variabili da 6 a 150 mm. Fatte le indagini del caso, si pervenne alla decisione d'iniettare le fessure. Il blocco di calcestruzzo si estendeva in profondità per circa 30 metri ed aveva larghezza in sommità di circa 300; era suddiviso in monoliti larghi 15,3 metri collegati tra loro con water-stop. L'A. espone con grande minuzia le esplorazioni e i lavori fatti allorché alla fine del 1965, durante l'innalzamento del rilevato sul blocco di fondazione, gli strumenti in esso sistemati dettero indicazione di notevoli deformazioni. Anche un periscopio per fori venne impiegato per osservare le lesioni all'interno dell'ammasso. Per oturare le lesioni venne impiegata una miscela di acqua e cemento in varie proporzioni; dopo svariate operazioni, anch'esse minutamente descritte nell'articolo, le perdite si ridussero a meno di 4 litri/min; assieme al drenaggio di circa 1800 metri di gallerie drenanti l'attuale perdita in fondazione è inferiore a 304 litri/min con un carico d'acqua di m 213,5.

Contiamo ben tre articoli sulla tecnica, piuttosto nuova, denominata « Compaction grouting ». Un primo articolo [WARNER, 1978] dà notizia dei lavori eseguiti per riparare i cedimenti verificatisi al Palazzo di Giustizia di West Orange Country, in California. Con 162 fori e 916,5 mc di miscela compatta, e con iniezioni a tratte di circa m 1,83 che densificarono il suolo da m 4,6 a m 20 di profondità, la struttura fu riportata al giusto livello. Fu impiegata una miscela di sabbia fina con l'aggiunta del 12% di cemento, senza additivi; i lavori

furono eseguiti senza turbare l'attività del palazzo.

La stessa miscela fu adoperata per sollevare il piano viabile della 405 Freeway in S. Fernando Valley (South California). Ce ne parla lo stesso A. dell'articolo precedente (J. WARNER) assieme a T. FERA [1977].

L'attività del « Compaction grouting » rivolta al sollevamento dei pavimenti e delle strutture a piastra ha indotto il Comitato delle iniezioni della Divisione d'Ingegneria Geotecnica dell'ASCE a redigere uno « State-of-the-Art » della materia [1977].

Benché in uso da circa 40 anni, solo da 10 circa il sistema ha preso piede, sia per riempire semplicemente i vuoti sotto le lastre sia per rialzare ogni sorta di pavimenti. Il Comitato indisse un referendum in 50 Stati avendone risposta da 41. Vengono citati undici casi d'interventi e vengono date informazioni su:

- numero e disposizione dei fori;
- procedimento d'iniezione;
- pressioni d'iniezione;
- controllo dei sollevamenti;
- materiale d'iniezione;
- mescolatori e pompe.

Infine, riteniamo interessante dare notizia di un libretto frutto di un congresso tenutosi in California nel marzo 1974. Ne stralciamo un capitolo dedicato alle differenze tra le pratiche d'iniezioni americana ed europea. P. RIGNY, della Soletanche, ha sintetizzato come segue le principali differenze: *Iniezioni in rocce*

La prima differenza consiste nel fatto che gli operatori americani dedicano congruo tempo al lavaggio delle fessure. La seconda sta nella pressione di iniezione, tenuta più alta in Europa in base ai risultati di apposite prove.

Iniezioni in alluvioni

La prima differenza è che le alluvioni in Europa vengono iniettate con una serie di miscele diverse; la seconda sta nell'impiego diffuso della tecnica del tubo « à manchètes » (che ormai ha più di trent'anni di vita: gli autori francesi non tralasciano di illustrarne minuziosamente il funzionamento in ogni occasione).

La differenza più sostanziale è nel tipo di contratto. In America un contratto per iniezioni contiene specificazioni dettagliate su ogni parte del procedimento, mentre in Europa lo stesso procedimento viene definito nel corso del lavoro, utilizzando i risultati che via via si ottengono e affidandosi mani e piedi all'impresa specializzata.

E seguita la voce di J.M. POLATTY, già Ingegnere Capo dell'U.S. Army, il quale ha detto che in America i progetti sono fatti bene e quindi è fatta bene anche la parte di essi che riguarda le iniezioni. In Europa, generalmente l'Impresa fa il programma e garantisce il lavoro, benché anche in America vi siano organismi, come il TVA, che

mostrano un adeguamento alla pratica Europea. L'A. si sofferma a descrivere le principali caratteristiche delle prescrizioni del Corp of Engineers cui ha appartenuto: da segnalare quella riguardante il cemento per le cortine di iniezioni, che deve essere fornito in sacchi. Per quanto riguarda le iniezioni cosiddette « chimiche », il Corpo degli Ingegneri, allo scopo di aumentare la conoscenza dei relativi materiali da parte dei suoi ingegneri, ha pubblicato un « Manuale d'Ingegneria sulle iniezioni chimiche ». Tra i problemi ancora non completamente risolti l'A. annovera, tra gli altri, la mancanza di personale esperto e la scarsa flessibilità delle operazioni all'atto pratico.

Successivamente, J. F. DALY ha messo l'accento sulla necessità di conoscere bene gli scopi da raggiungere per ogni singolo intervento, prima di programmare le varie operazioni con cui attuarlo. Ha messo anche in evidenza i progressi fatti dal 1940 a oggi e ha affermato che il progresso, per essere tale e cioè per consentirci di affrontare tutti i problemi, dev'essere basato sulla conoscenza di tutti i vari aspetti

di una data questione, desumibili solo dal largo raggio d'azione e di visione.

Infine J. P. WELSH ha puntualizzato che negli USA sono possibili molti miglioramenti ai metodi e ai materiali comunemente impiegati per le iniezioni; ma finché le organizzazioni governative non sopporteranno in proprio le spese della ricerca ci sarà poco da attendersi al fine di rapidi progressi nel campo.

Tal quale in Italia.

(Franco Mercogliano)

BIBLIOGRAFIA

BENZEKRI M., MARCHAND R. J. (1978) - *Foundation Grouting at Moulay Youssef Dam*. J.G.E.D., settembre.

FERA T., WARNER J. (1977) - *Rehabilitation of Concrete Pavement*. Journal of the Construction Division, A.S.C.E., settembre.

HOUSLY A. C. (1977) - *Engineering of Grout Curtains to Standard*. J.G.E.D., settembre.

KOENZEN J. P. (1977) - *Time dependent*

stress-strain behavior of silicate grouted sands. Journal of the Geotechnical Division, agosto.

LUONG M. P., GANDAIS M., ALLEMAND P. (1977) - *Comportement Mécanique des Sols injectés aux produits chimiques*. Annales de l'Institut Technique B.T.P., ottobre.

MAJUMDAR D. K. (1975) - *Effect of Catalyst in Soil-Resin Stabilization*. J.G.E.D., giugno.

O'CONNOR K. M., KRIZEK R. J., ATMATZIDIS D. K. (1978) - *Microcharacteristics of Chemically Stabilized Granular Materials*. J. G.E.D., luglio.

O'ROURKE J. E. (1977) - *Structural Grouting of Oroville Dam Coreblock*. J.G.E.D., maggio.

WARNER J. (1974) - *Strength Properties of Chemically Solidified Soils*. Proceedings ASCE, J.S.M.F.D., novembre.

WARNER J. (1978) - *Compaction Grouting. A significant Case History*. J.G.E.D., luglio.

— (1974) - *Foundations for Dams*. An Engineering Foundation Conference. Pacific Grove, California.

— (1977) - *Slabjacking. State of the Art*. J.G.E.D., settembre.