Note tecniche

IL SOSTEGNO DELLA VOLTA E LA PROTEZIONE CON INTONACO SPRUZZATO NELLO SCAVO DELLE GALLERIE IN ROCCIA

1 - Generalità

Nelle gallerie praticate attraverso alcune formazioni rocciose è stato attuato con risultati soddisfacenti [1] l'ancoraggio dei paramenti mediante chiodi. Tale metodo trova particolare impiego nel sostegno temporaneo di paramenti destinati ad accogliere rivestimenti aderenti alla roccia, per i quali costituisce ostacolo notevole la presenza delle armature di sostegno in legname.

Le formazioni che più si prestano all'ancoraggio con chiodi sono quelle che, pur avendo necessità di essere sostenute, permettono di scavare senza ricorrere ad un'armatura immediata. Si presume che subito dopo lo scavo si determini nella volta una superficie di scarico ad andamento arcuato, al disotto

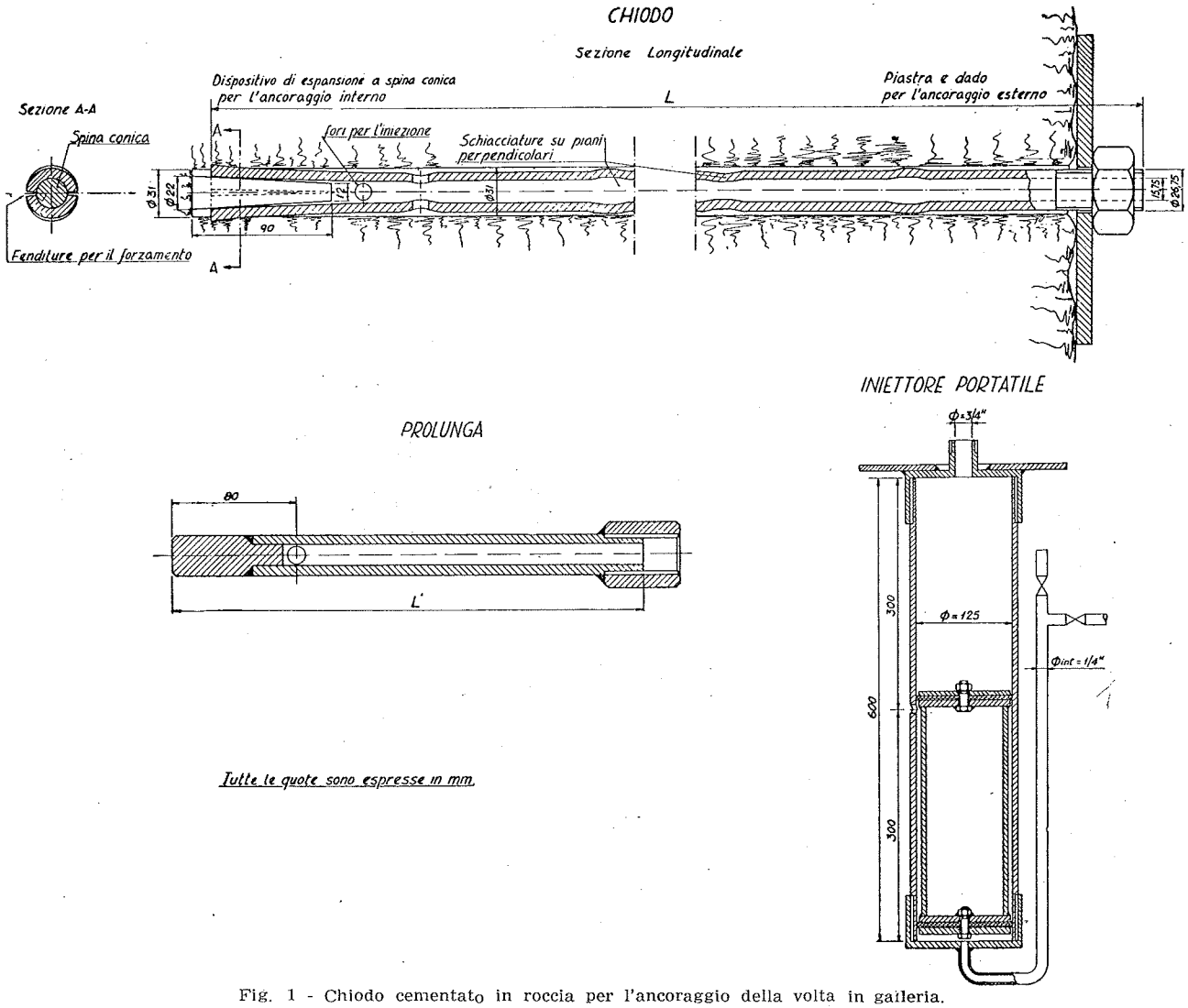

Fig. 1 - Chiodo cementato in roccia per l'ancoraggio della volta in galleria.

della quale il materiale tende a staccarsi. Questa superficie è limitata dai piedritti in senso trasversale e, longitudinalmente, è compresa tra il fronte di avanzamento e l'ultimo sostegno applicato [2]. La freccia della superficie di scarico è tanto maggiore quanto più è ampia la sezione di scavo e quanto maggiore è la distanza dell'ultimo sostegno dal fronte di avanzamento: essa non è comunque superiore alla metà della distanza tra due punti fissi [2]. Perciò, introducendo bulloni di lunghezza pari al doppio della freccia dell'arco di scarico, si ottiene l'ancoraggio del paramento a roccia certamente stabile.

In presenza di rocce non degradabili, la chiodatura, con chiodi cementati, può costituire provvedimento di carattere definitivo, quando la destinazione delle gallerie non richieda la costruzione di un rivestimento in calcestruzzo. E' il caso delle finestre di accesso, delle gallerie per canali a pelo libero (per la parte superiore al livello massimo della corrente), delle gallerie per l'attraversamento di condotte, delle gallerie minerarie, ecc.

In rocce degradabili ciò non è possibile, perché la degradazione interesserebbe successivamente zone sempre più pronfonde della roccia ancorata e, dopo un tempo più o meno lungo, ne comprometterebbe l'equilibrio. D'altra parte la caduta dei detriti renderebbe precario l'esercizio della galleria.

Si è pensato allora di impedire la degradazione superficiale della roccia, ricoprendola con uno strato di intonaco spruzzato. In tal modo l'ancoraggio può essere attuato come provvedimento definitivo, nelle gallerie la cui destinazione non richieda la presenza di un paramento di caratteristiche particolari.

Una applicazione di questo metodo è stata effettuata nella costruzione di alcune gallerie in Liguria.

Si tratta di gallerie a sezione minima, destinate ad accogliere un canale di gronda a pelo libero.

Le formazioni attraversate sono marne calcaree stratificate, di colore grigio scuro, a tessitura scistosa. La direzione degli strati, generalmente parallela all'asse della galleria, e la loro pendenza variabile, determinano rilasci in fase di scavo di avanzamento, a seguito dei quali si hanno zone di paramento costituite dalle teste degli strati asportati e zone costituite da piani di stratificazione messi a nudo.

2 - Ancoraggio della roccia

L'ancoraggio della roccia mediante chiodi può essere realizzato in diversi modi: con chiodi ad espansione, recuperabili e no; oppure con chiodi cementati di tipi diversi [1], [3]. I chiodi ad espansione sono adatti per l'intervento immediato su zone del paramento da sostenere subito dopo lo scavo; ma la loro efficacia decresce nel tempo, più o meno rapidamente, secondo la natura della roccia di ancoraggio [3].

I chiodi cementati mantengono indefinitamente la loro ancorabilità, ma non sono adatti per l'intervento immediato.

Nella costruzione delle galelrie di cui si è fatto cenno, è stato ideato e messo a punto un tipo di chiodo ad espansione (Fig. 1), che dopo l'installazione veniva cementato. Si aveva così la possibilità di sostenere la roccia subito dopo lo scavo e di rendere costante l'efficacia dell'ancoraggio, con la successiva cementazione.

Il chiodo consiste in una barra di acciaio forata, munita, all'estremità diretta verso il fondo del foro, di un dispositivo di espansione con spina conica. Battendo l'estremità esterna si ottiene l'ancoraggio del chiodo al fondo del foro: all'esterno si effettua il serraggio con dado e relativa piastra. La cementazione viene effettuata iniettando pasta di cemento attraverso l'anima del chiodo tramite alcuni fori, praticati trasversalmente sulla barra.

La posizione dei chiodi è stata adattata alle condizioni della roccia: in particolare si è cercato di ancorare le teste degli strati in corrispondenza del taglio provocato dallo scavo di avanzamento (Fig. 2). Si è inoltre procurato di sostenere in punti intermedi le zone lasciate libere dallo scavo secondo piani di stratificazione.

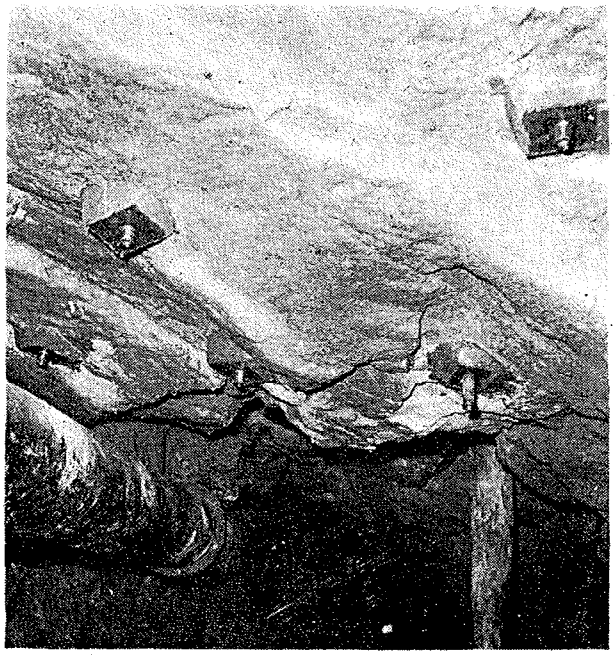

Fig. 2 - Chiodi cementati in opera.

L'orientamento dei chiodi è stato fissato con il criterio di attraversare gli strati secondo direzioni, quanto più possibile, vicino alla perpendicolare. La lunghezza è stata tenuta pari alla larghezza della sezione libera; circa m 2.

E' risultato un impiego di 1 1/2 chiodi per metro di galleria.

3 - Protezione dei paramenti

Dopo effettuato il disgaggio ed un accurato lavaggio dei paramenti, è stato spruzzato l'intonaco con intonacatrici ad aria compressa in due passate,

date ad un giorno di distanza l'una dall'altra.

E' opportuno che l'applicazione dell'intonaco segua al più presto la chiodatura. Ciò ad evitare che il processo di disgregazione della roccia sia troppo spinto e comprometta la buona riuscita del lavoro. La malta spruzzata riempie le fessure superficiali della roccia, le isola dal contatto dell'atmosfera bloccando il processo disgregativo. Risulta un manto dello spessore medio di 2 ÷ 3 cm che, pur seguendo le irregolarità dello scavo sul paramento, lo regolarizza e lo consolida (Fig. 3).

4 - Considerazioni economiche

Il confronto economico con il tradizionale rivestimento di calcestruzzo deve tener conto di diversi fattori, alcuni dei quali si riferiscono più propriamente alla fase dello scavo, dal momento che la chiodatura della roccia dei paramenti consente di eliminare, in massima parte, le armature in legname di sostegno della volta [1].

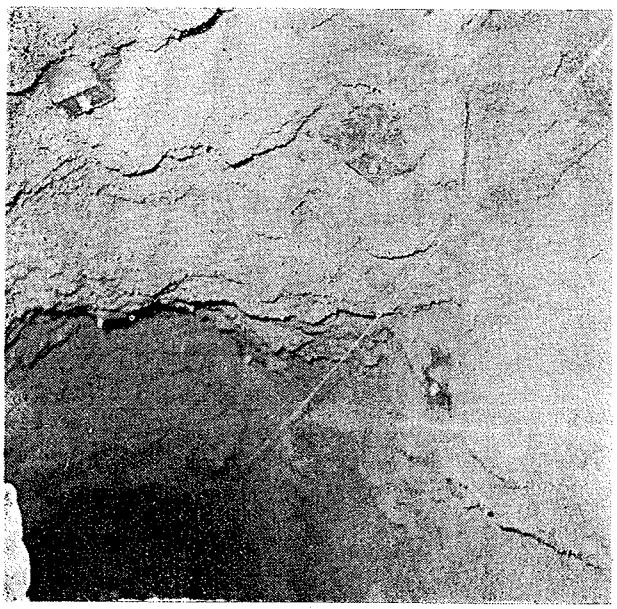

Fig. 3 - Sistemazione definitiva con chiodi e intonaco spruzzato.

A questo proposito possiamo aggiungere che la « novità » del sistema, ancora poco conosciuto dal personale di galleria, induce ad usare qualche struttura di legname anche là dove non sarebbe del tutto necessaria.

L'eliminazione del legname di armatura costituisce l'elemento che, nel confronto, incide nel modo più variabile: perché la necessità di dette armature varia con la compattezza della roccia in posto, con la intensità del processo di degradazione della roccia stessa e con il tempo di esposizione agli agenti atmosferici.

Nel caso delle gallerie in questione possiamo considerare di aver evitato il sostegno con legname sulla quasi totalità della galleria ove questo si rendevva necessario.

Sono inoltre da tenere in conto:

a) il maggiore scavo per fare posto al rivestimento;

b) il calcestruzzo del rivestimento;

c) i sovrascavi per rilasci con relativo riempimento.

Nelle gallerie sopra descritte, il confronto economico della sistemazione realizzata mediante chiodi ed intonaco, con quella prevista in rivestimento di calcestruzzo, risulta dallo specchio che segue:

Costo della sistemazione di m 1 di galleria

A) Con rivestimento in calstruzzo		*B) Con chiodatura con intonaco*	
Calcestruzzo m³ 1,6	L. 16.000	Chiodi m 3 . .	L. 8.600
Sovrascavi m³ 1,6	L. 14.000	Intonaco m² 6 .	L. 3.600
Totale	L. 30.400	Totale	L. 12.200

Nel quadro A) è stato trascurato il costo dei sovrascavi per rilasci e del successivo riempimento, che nelle rocce attraversate sarebbe stato particolarmente sensibile.

Bibliografia

[1] M. Beomonte - E. Taroni - *Su alcuni sistemi di ancoraggio della roccia per il sostegno della volta nella costruzione di una galleria* - Geotecnica, 1958, pag. 319.

[2] C. Lotti - *Sulla costruzione delle gallerie in roccia, con particolare riguardo al sostegno della volta* - Geotecnica, 1956, pag. 249.

[3] *Aria Compressa:* n. 31.

Dott. Ing. Luigi Francesconi