

COSTIPAMENTO DI RILEVATI CON APPARECCHI INTASATORI

G. GENTILE - G. PAGANI ISNARDI (*)

SOMMARIO: Sono raccolti i risultati di prove di cantiere eseguite per rilevare gli effetti di costipamento ottenuti su rilevati di varia natura con due differenti tipi di apparecchi intasatori.

Nel 1937 durante i lavori di ricostruzione dell'impianto idroelettrico di Vizzola Ticino nel tratto di canale pensile vennero impiegati intasatori a piastra vibrante per il costipamento dei rilevati.

Si eseguirono allora prove intese a determinare le migliori condizioni d'impiego delle macchine agendo sia su materiale asciutto che su materiale bagnato in diversi modi (Ing. Giulio GENTILE: *Costipamento di un rilevato per canale a mezzo di vibrazione - «L' Energia Elettrica», Maggio 1938*).

Il miglior intasamento si ottenne immettendo acqua nel materiale da costipare servendosi di appositi tubi forati.

Di fronte però alle difficoltà di realizzare un esteso servizio idrico si adottò il costipamento senz'acqua con almeno due passate. Come già era risultato dalle prove anche questo sistema diede ottimi risultati che furono confermati da numerosi rilievi durante i lavori.

Ultimamente abbiamo eseguito sui nostri impianti della Valle d'Aosta una nuova serie di prove sperimentali per il costipamento dei rilevati impiegando un intasatore a piastra vibrante ed un mazzapicchio a scoppio.

L'apparecchio a piastra vibrante è il « *Vibromax A.T. 5000* » costituito essenzialmente da un piatto intasatore azionato da forze vibranti eccitate dalla rotazione di due masse eccentriche accoppiate in modo da ottenere spinte che si sommano nel senso verticale e che si elidono in quello orizzontale. Mediante un apposito volantino di comando si può variare la posizione delle masse eccentriche in modo da ottenere anche spinte inclinate rispetto al piano di intasamento e quindi dotate di componente orizzontale che permette l'avanzamento della macchina.

Le masse vibranti sono azionate da un motore Diesel che poggia con quattro molloni sul piatto intasatore.

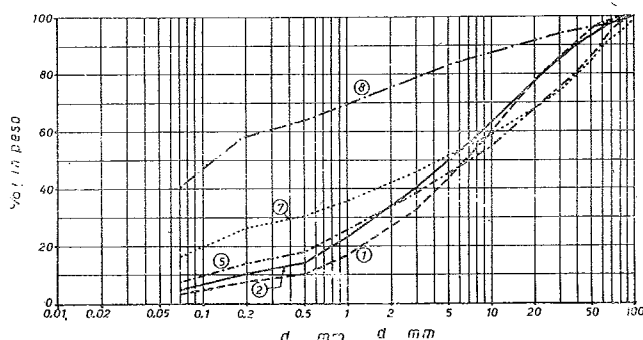


Fig. 1 - Prove con intasatore Rana - curve granulometriche

Le caratteristiche principali del compressore sono:

— peso	Kg 1.900
— forza vibrante attiva max	Kg 5.000
— frequenza di oscillazione	per. al min. 600 ÷ 1200
— velocità di traslazione	m/min. 0 ÷ 8
— potenza del motore	CV 11

Il secondo apparecchio impiegato nelle prove è un mazzapicchio tipo « *Rana* ».

Questo compressore, mediante lo scoppio di una miscela di gas di benzolo in un cilindro, viene proiettato a circa 30 cm di altezza dal suolo.

Il terreno riceve una prima compressione al momento dello scoppio, quando il mazzapicchio gli trasmette la pressione necessaria per sollevarsi, ed una seconda, più efficace, la subisce quando il compressore ricade dopo il salto.

(*) Dott. Ing. Giulio GENTILE e Dott. Ing. Giancarlo PAGANI ISNARDI della Società Idroelettrica Piemonte - Direzione Costruzioni Idrauliche.

L'asse del cilindro è opportunamente inclinato in modo che la macchina ad ogni esplosione fa un balzo in alto ed in avanti; di qui il nome di mazzapicchio « Rana ».

L'accensione della miscela è a magnete ed il raffreddamento ad acqua.

I dati caratteristici del modello impiegato sono:

— peso del compressore senza acqua e carburante	Kg	590
— peso del compressore in assetto di funzionamento	Kg	650
— spostamento nel senso di marcia ad ogni scoppio	cm	15
— velocità media di traslazione	m/min.	5

Le prove in sito sono consistite nella misurazione degli abbassamenti della superficie del rilevato rispettivamente dopo il primo, dopo il secondo e dopo il terzo passaggio dei compressori e nel prelievo di campioni dello strato superficiale del terreno (fino alla profondità di 25 cm) prima del costipamento e dopo due passaggi.

In laboratorio invece si è proceduto all'analisi dei campioni, determinandone per ognuno la granulome-

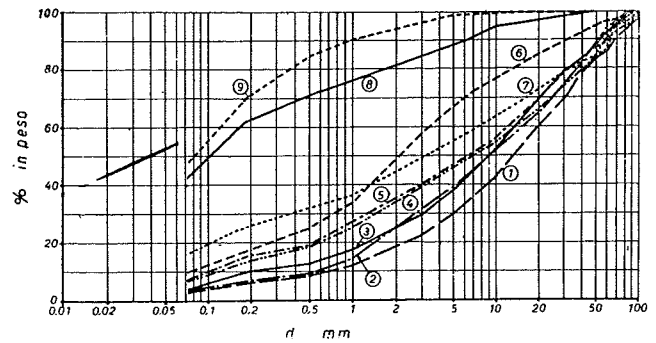


Fig. 2 - Prove con intasatore Vibromax - curve granulometriche

tria, il grado di umidità riferito al peso secco, il peso di volume, e la percentuale dei vuoti.

Per misurare gli abbassamenti della superficie del rilevato ci si è serviti di speciali chiodi a testa larga, lunghi cm 30, che conficcati nel terreno e quotati con il livello permettevano l'esatta misurazione degli abbassamenti.

I chiodi impiegati per ogni prova erano in numero di sei ed i valori riportati nelle seguenti tabelle rappresentano le medie dei sei abbassamenti misurati.

Per estrarre i campioni di terreno si sono adope-

TABELLA 1 - PROVE ESEGUITE CON « Vibromax A.T. 5000 »

Terreno	Composizione percentuale del terreno (1)				% umidità (2)	Abbassamenti cm				% Vuoti prima (3)	% Vuoti dopo (3)	Peso di volume prima gr/cm ³	Peso di volume dopo gr/cm ³
	Ciottoli Ghiaietto Sabbione	Sabbia fine	Terra	Terra finissima		1 ^a pas-sata	2 ^a pas-sata	3 ^a pas-sata	Totale				
	%	%	%	%									
1	77,69	15,54	6,77	—	2,17	4,4	1,0	0,6	6,0	27,20	9,68	1,967	2,454
2	68,96	23,96	7,08	—	5,11	3,8	1,1	1,3	6,2	24,98	17,80	1,974	2,149
3	70,15	18,92	10,93	—	7,50	6,2	0,8	0,5	7,5	25,21	12,46	2,035	2,268
4	60,87	24,52	14,61	—	7,34	2,5	0,6	0,2	3,3	17,14	8,71	2,034	2,376
5	60,15	23,73	16,12	—	6,88	5,2	1,4	0,7	7,3	11,39	4,53	2,253	2,365
6	42,55	38,89	18,56	—	6,52	3,5	0,8	0,8	5,1	20,63	15,82	2,063	2,089
7	51,13	21,73	27,14	—	10,4	1,7	0,7	0,4	2,8	16,05	12,58	1,994	2,090
8	15,45	20,56	21,16	42,8	11,55	1,5	0,9	0,6	3,0	24,42	15,36	1,838	1,977
9	4,25	22,41	24,74	48,6	15,45	2,0	0,2	0,2	2,4	31,76	25,67	1,539	1,623

- (1) Terra finissima < 0,07 mm
 Terra 0,07 ÷ 0,25 mm
 Sabbia fine 0,25 ÷ 3,00 mm
 Sabbione, ghiaietto, ciottoli > 3,00 mm

(2) Percentuale in peso sul secco.

(3) Rispetto al volume totale occupato dal campione umido estratto.

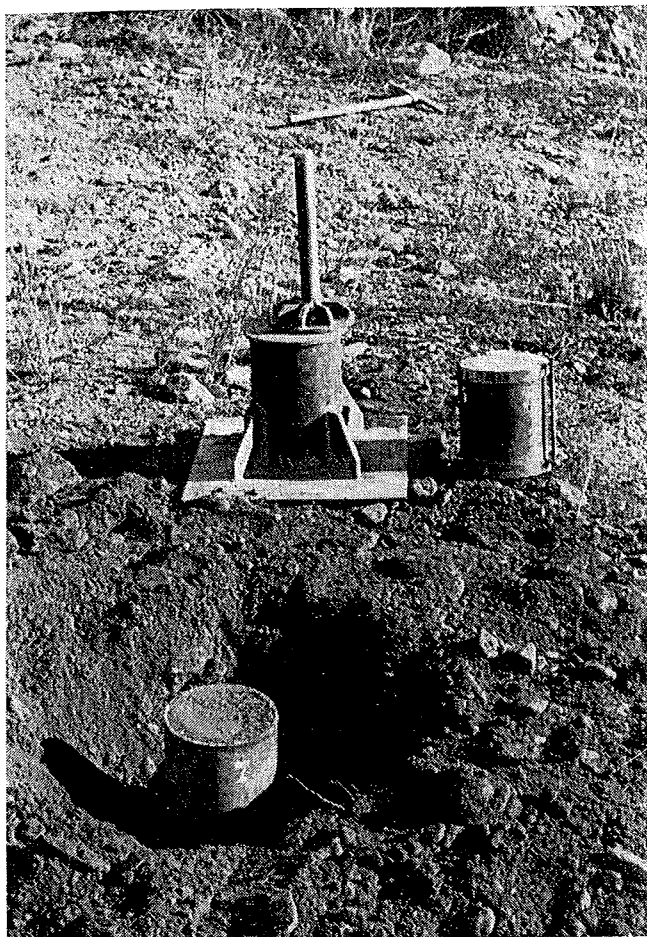


Fig. 3 - Apparecchiatura usata per il prelevamento dei campioni



Fig. 4 - Intasatore a piastra Vibromax

rati, come sonde, spezzoni di cilindro metallico a bordo tagliente.

Questi spezzoni lunghi cm 25 e con diametro di 20 cm venivano infissi nel terreno attraverso una guida cilindrica battendo con la mazza su apposito pestello.

Ad affondamento effettuato, rimossa la guida cilindrica con il pestello, si scavava tutto attorno al provino in modo da isolarlo dal terreno circostante e quindi recuperarlo. I cilindri colmi venivano poi chiusi alle estremità con appositi coperchi a tenuta in gomma onde mantenere inalterato il grado di umidità del campione fino al momento della prova di laboratorio.

TABELLA 2 - PROVE ESEGUITE CON MAZZAPICCHIO « Rana »

Terreno	Composizione percentuale del terreno (1)				% umidità (2)	Abbassamenti cm				% Vuoti prima (3)	% Vuoti dopo (3)	Peso di volume prima gr/cm ³	Peso di volume dopo gr/cm ³
	Ciottoli Ghiaietto Sabbione	Sabbia fine	Terra	Terra finissima		1 ^a pas-sata	2 ^a pas-sata	3 ^a pas-sata	To-tale				
	%	%	%	%									
1	66,47	25,64	4,28	3,61	2,95	4,9	1,0	1,2	7,1	29,48	18,58	1.900	2.155
2	59,33	29,84	6,12	4,71	8,17	4,2	1,3	1,2	6,7	13,82	12,88	2.150	2.150
5	61,14	24,28	7,25	7,33	15,00	7,1	2,0	1,4	10,5	17,44	10,85	1.947	2.082
7	54,01	19,18	10,16	16,65	11,92	2,1	0,7	0,6	3,4	8,41	6,69	2.104	2.215
8	21,48	19,67	17,64	41,21	17,28	6,0	1,5	0,8	8,3	13,44	6,87	1.876	2.096

- (1) Terra finissima < 0,07 mm
- Terra 0,07 ÷ 0,25 mm
- Sabbia fine 0,25 ÷ 3,00 mm
- Sabbione, ghiaietto, ciottoli > 3,00 mm

(2) Percentuale in peso sul secco.

(3) Rispetto al volume totale occupato dal campione umido estratto.



Fig. 5 - Mazzapicchio tipo Rana

Per le prove sono stati scelti vari tipi di terreni aventi caratteristiche granulometriche diverse.

Essi sono qui ordinati con numeri progressivi iniziando da quelli a forte percentuale di materiale grosso e man mano procedendo verso quelli in cui predomina il materiale fine e la terra.

Gli esperimenti con il « *Vibromax* » si sono svolti su nove tipi di rilevati, cinque dei quali sono stati scelti per la ripetizione delle prove con il mazzapicchio « *Rana* ».

Occorre segnalare che i rilevati di prova riguardano discariche di cantiere in parte già assestate naturalmente, per cui l'effetto del costipamento risulta meno sensibile di quello che si sarebbe ottenuto con rilevati appena costituiti od in fase di costruzione.

Tuttavia i dati qui raccolti danno un'indicazione abbastanza significativa dell'efficacia del costipamen-

SOMMAIRE: Les auteurs ont groupé les résultats d'essais effectués en chantier en vue de relever les effets de compactage obtenus sur des remblais de nature variée à l'aide de deux types différents de compacteurs.

TABELLA 3 - RAFFRONTO FRA I RISULTATI OTTENUTI CON I DUE INTASATORI

Terreno	V_1 Percentuale vuoti prima	V_2 Percentuale vuoti dopo	$\alpha = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$ Riduzione vuoti %	$\Delta\alpha$
1 V	27,20	9,68	64,4	+ 27,5
1 R	29,48	18,58	36,9	
2 V	24,98	17,80	28,7	+ 21,9
2 R	13,82	12,88	6,8	
5 V	11,39	4,53	60,2	+ 22,4
5 R	17,44	10,85	37,8	
7 V	16,05	12,58	21,6	+ 1,2
7 R	8,41	6,69	20,4	
8 V	24,42	15,36	37,1	- 11,8
8 R	13,44	6,87	48,9	

Le prove eseguite con il « *Vibromax* » sono indicate con la lettera « V » e quelle eseguite con il mazzapicchio « *Rana* » sono contrassegnate con la lettera « R ».

I terreni sono ordinati iniziando da quelli a forte percentuale di ghiaia e ciottoli e terminando con quelli costituiti essenzialmente da terra.

I valori $\Delta\alpha$ rappresentano le differenze percentuali delle riduzioni dei vuoti e sono indicate positive o negative a seconda che il maggior intasamento si è ottenuto con il « *Vibromax* » o con il « *Rana* ».

to se si osservano per ogni tipo di terreno: gli abbassamenti della superficie, la diminuzione della percentuale dei vuoti e l'aumento del peso di volume determinati dal passaggio dei compressori.

Per quanto riguarda un confronto fra i due tipi di intasatori, pur tenendo presente l'impossibilità di trovare per lo stesso terreno identiche caratteristiche granulometriche, di compattezza ed umidità, dalle prove risulta ugualmente confermato che l'intasatore a piastra vibrante dà risultati migliori sui terreni con ciottoli, ghiaietto e sabbia, mentre il mazzapicchio agisce con maggior efficacia sui terreni a forte percentuale di fine e di terra (v. Tabella n. 3).

SUMMARY: Here are collected the results of in situ tests executed in order to observe the compacting effects obtained on embankments of a various nature with different types of compactors.