

dovette romperlo con speciale ordigno, mosso dalla forza idraulica; e ciò nondimeno l'avanzamento medio giornaliero nell'approfondare il cassone fu di centimetri 20 soltanto.

Per la diversa profondità a cui giace la roccia basaltica, i quattro cassoni poggiano a quote differenti: la minima è di m. —21,60, la massima di m. —27,15.

La massima pressione dell'aria nella camera di lavoro fu di circa n.º 3 atmosfere; epperò a causa di questa forte pressione, ed anche per invasione di gas deleterii che si accumulavano nel cassone sviluppati dal banco di argilla, molti operai soffrirono, nonostante che ogni tre ore se ne mutasse la squadra (*).

Nei descritti cassoni fu adoperata la luce elettrica.

2.º — Cassone smontabile — tipo Klein-Schmoll-Gaertner.

Sebbene al Capo III—1º (§ *d*) parlando della camera di caricamento abbiamo fatto un rapido cenno di alcuni tipi di cassoni con tale camera a pareti smontabili, pure ritorniamo sull'argomento, dando la descrizione di un tipo di *cassone smontabile*, che, pel modo com'è stato concepito, eliminando molti degl'inconvenienti già enumerati, merita d'essere particolarmente additato in questo capitolo di tipi speciali.

a) Descrizione.

I costruttori signori fratelli *Klein*, *A. Schmoll* ed *E. Gaertner* di Vienna nel 1883-84 idearono e costruirono un cassone con camera superiore a pareti smontabili, allo scopo di utilizzarne tutto il materiale metallico. Tale sistema (descritto dallo stesso signor *A. Schmoll* nel *Technische Blätter*) consiste nell'inviluppo della camera di caricamento (v. fig. 37) costituito da zone orizzontali di lamiere incastrate col lembo inferiore della prima zona in una scanalatura *b* formata da due ferri piatti, i quali sono inchiodati e sporgono sull'orlo superiore del soffitto della camera di scavo. La detta prima zona *m*, *m'*, *m''*... dell'inviluppo è tenuta nell'incastro (che è reso stagno mercè una guernizione speciale, come ad esempio una corda di caucciù ben compressa) mediante stecche metalliche *l*, le quali, inchiodate all'inviluppo superiore, assicurano tale inviluppo alla sottostante parete fissa del cassone, a cui sono fermate mediante bulloni *g*.

Le zone superiori *n*, *n'*, *n''*... che si sovrappongono alla prima, sono inchiodate l'una all'altra generalmente con ferri piatti, in ma-

(*) Per altri particolari e notizie consultisi il Biadego: *Fondazioni ad aria compressa*. Cap. II, § 13 — ed il Sacheri: *Ingegneria Civile*. Vol. XVI, n. 6.º

niera cioè da non avere risalti, specialmente alla faccia esterna: ciò semprechè la pressione a cui esse van soggette non sia tale da richiedere speciali nervature od armature di rinforzo, le quali possono venire ad ambo le facce, o ad una di esse soltanto.

In ciascuna zona le lamiere hanno anche dei giunti verticali, i quali alternatamente sono costrutti di tipo smontabile. Tutti i giunti per altro, sia cioè orizzontali, che verticali, vengon muniti di apposita guernizione impermeabile, come, ad esempio, di strisce di tela imbevute di minio.

I giunti smontabili *o* sono costituiti ciascuno da un ferro speciale *p* sagomato quasi ad \cup a pareti un po' divergenti, il quale risalta all'esterno dell'inviluppo come una nervatura: il suo estremo inferiore è fermato alla camera di scavo mediante una stecca, similmente come si è detto per le lamiere. In tal ferro sagomato vengono ripiegati i bordi verticali di due lamiere consecutive, i quali sono tenuti strettamente alle pareti inclinate di quello, per l'azione di una serie di piccoli dadi *v* a forma di coni tronchi di base ellittica. Questi dadi sono inchiodati al ferro speciale, ed hanno ciascuno un'appendice *u* a braccio di leva con arpione che va ad impegnarsi in apposito bullone *w* di un tirante verticale *f* di ferro, restando così in posizione orizzontale; per cui essi funzionano da cunei contro i suddetti bordi delle lamiere.

Prima dell'estrazione dell'inviluppo è d'uopo sbollonare le stecche dei ferri sagomati, contemporaneamente a quelle delle lamiere: se poi si vogliono rendere liberi i giunti verticali, bisogna per ognuno di essi sollevare il rispettivo tirante *f*. Ciò facendo, la serie di leve uncinata *u* girando un po' verso l'alto, fa girare i rispettivi dadi *v*, che per la loro forma ellittica cessano dal comprimere le ripiegature delle lamiere contro le facce del ferro sagomato *p*; e le lamiere così son rese indipendenti tra loro, e possono di conseguenza essere separatamente estratte.

Terminato l'affondamento pneumatico, prima che la camera di lavoro sia del tutto riempita di smalto o di muratura—nella quale sonosi previamente lasciati dei cassonetti *h* al sito dei bulloni delle stecche—questi vengon rimossi, ed i relativi fori vengon chiusi immediatamente con tappi di legno dolce o di sughero, per impedire perdita d'aria compressa od invasione d'acqua. L'inviluppo metallico rimane così libero per essere estratto dall'alto, la quale operazione dev'esser fatta per mezzo di martinetti agenti contemporaneamente.

La resistenza d'attrito nell'estrazione dell'inviluppo può ritenersi in media metà circa di quella da vincersi per affondare un cassone, dato che l'inviluppo sia di lamiera. Contrariamente poi a ciò che avverasi nelle manovre di affondamento, tale resistenza d'attrito per unità di superficie di fodera da estrarsi, in eguali strati di ter-

reno, diminuisce col diminuire la profondità: il che non distrugge, se ben si riflette, anzi conferma le nostre osservazioni fatte al Capo II sulla resistenza unitaria d'attrito in rapporto all'affondamento del cassone.

b) Considerazioni economiche.

In quanto alla convenienza economica degl'inviluppi amovibili, stralciamo dalla succitata descrizione dell'ing. Schmoll le seguenti particolarità relative al costo, tenendo conto del reimpiego del materiale:

« Nella presupposizione che le piastre complementari (*) diventino fuori d'uso dopo d'averle impiegate per n.º 4 volte, e che tutte le altre parti componenti l'inviluppo estraibile della fondazione lo diventino dopo di averle adoperate per n.º 10 volte, e rappresentino ancora $\frac{1}{6}$ del valore primitivo; il costo di un simile inviluppo amovibile, in base ai risultati dell'esperienza avuti nella fondazione di alcune pile (**) ammonta solo al 40 % di quello di un inviluppo della medesima grandezza restante fisso nel terreno, e del peso di circa kg. 41 per m.q., come nelle antiche costruzioni, con lamiere di $\frac{m}{m}$ 4 di spessore e con nervature orizzontali a mezzo di ferri ad angolo del peso di kg. 6 al metro corrente.

« Sebbene il peso di questo inviluppo mobile (circa kg. 64 per m. q.) superi di circa il 50 % quello del suaccennato inviluppo fisso, e sebbene il costo di finimento per un quintale d'inviluppo mobile sia presso a poco del 33 % più caro che quello per un quintale d'inviluppo fisso, escluse per entrambi le montature; pure l'economia ottenuta con l'impiego dell'inviluppo mobile sale ancora al 60 % del costo per metro quadrato dell'inviluppo secondo l'antico sistema, montatura inclusa.

« Il costo per metro quadrato d'inviluppo estraibile si può suddividere nel seguente modo:

« Quota d'ammortizzazione per le parti di ferro componenti l'inviluppo	44,00 %
« Montatura, comprese le guarnizioni	16,50 »
« Tramezza di legno, compresa la montatura e la lubrificazione	9,50 »
« Estrazione, compreso il deterioramento del materiale, riparazioni, posa in opera e toglimento delle armature.	24,00 »
« Deprezamento e manutenzione dei materiali occorrenti all'estrazione	3,50 »
« Compenso e spese diverse.	2,50 »
« Totale	100,00.

(*) Le piastre cioè di rimpiazzo o di ricambio.

(**) Quelle pei due ponti sul piccolo e grande Raab presso Sawar in Ungheria.

I pregi speciali del sistema lo stesso Schmoll li riassume così. Il relativo piccolo peso e quindi il tenue costo: la forma maneggevole delle singole lastre e la loro rigidità, ossia la loro capacità a resistere alle inflessioni durante il carico e lo scarico: la data possibilità di una pronta montatura durante l'affondamento pneumatico, e ciò a causa delle serie orizzontali di lamiera di un metro di altezza, ed al bisogno anche di altezza minore: la possibilità di ottenere una tura, ossia un involuppo a tenuta d'acqua: l'unione orizzontale e longitudinale di tutte le piastre e dei singoli scompartimenti fra loro: ed infine la facilità di montatura e di estrazione dell'involuppo.

Riguardo all'economia, che può valutarsi a circa lire 10 a m.q. d'involuppo estraibile, essa è realizzabile solamente se, come si è detto, lo stesso materiale si possa adoperare circa n.º 10 volte, e se si abbia occasione e tempo disponibile per eseguire le fondazioni l'una di seguito all'altra, e non già contemporaneamente.

Nondimeno resta sempre all'involuppo fisso il vantaggio della maggiore sicurezza per le fondazioni, come già s'è cennato altrove; garantendo esso la muratura fresca, e riparandola dall'effetto delle acque correnti.

3.º—Cassoni galleggianti.

a) Tipi primitivi.

È opportuno, per completare la rassegna fatta dei diversi tipi di cassoni, tenere qui parola anche dei cassoni *amovibili* o *galleggianti* (*caissons flottants*), i quali permettono di costruire sott'acqua mediante l'aria compressa. Tali cassoni, mentre costituiscono un'altra applicazione alle fondazioni subacquee, formano in loro stessi un progresso della primitiva *campana da palombaro*, già perfezionata dall'Halley; ed infatti essi possono servire al ricovero del marangone per eseguire qualsiasi esplorazione, o per fare un lavoro di salvataggio, od un lavoro manuale. Nel caso, per esempio, di escavazioni di dure rocce, meglio che con le semplici campane, col cassone galleggiante può farsi lo scavo, preparare le mine, rimuovere il materiale, ed eseguire così qualsiasi altra operazione.

Tra i sistemi più recenti e più sicuri, indichiamo quelli riportati nelle due figure 33 e 34. Le parti che compongono essenzialmente l'apparecchio del primo, sono: un cassone cilindrico A'' di lamiera di ferro di spessore $\frac{m}{m}$ 12, avente m. 4,00 di diametro e l'altezza di m. 2,20, che contiene una camera A' di sezione triangolare, nell'interno della quale s'introduce dell'acqua o dell'aria, secondo che la campana debba affondare od emergere. La cassa è sormontata da un tubo C di m. 1,00 di diametro e m. 6,00 di altezza, all'estremità del quale, fuori acqua, sono aggiunte due camere cilindriche B , di