

# Le sei relazioni del convegno dei tecnici per l'organizzazione dei cantieri civili

*I problemi essenziali affiorati nel convegno di tecnici che ha avuto luogo nel Teatro Nuovo (Palazzo delle Esposizioni al Valentino) ai margini della Mostra della Casa Moderna, sono sintetizzati nelle relazioni che seguono. Aderendo all'invito del prof. ing. Giuseppe Albenga, che ha presieduto il convegno, verranno prossimamente riassunte le osservazioni e le nuove idee sottoposte dai partecipanti alla riunione, perchè pensiamo di fare cosa utile per la tecnica dei cantieri. Altre proposte che ispireranno i lettori e che ci perverranno in tempo utile saranno esaminate con attenzione e pubblicate integralmente o per riassunto.*

## Organizzazione delle imprese edilizie e dei cantieri relativi

Nelle note che seguono alcuni fra i più noti specialisti della materia riassumono brevemente i risultati della loro particolare esperienza, impostano problemi, tentano soluzioni, avanzano proposte.

Impari al compito che la Direzione della Rivista mi ha assegnato, io fermo qui, telegraficamente, qualche aspetto di quella tecnica organizzativa delle Imprese e dei cantieri che risultati tanto fecondi ha già dato per la riduzione dei costi delle costruzioni. L'argomento richiederebbe almeno un volume, la brevità del tempo e dello spazio concessimi può scusare, in parte, le manchevolezze del testo.

### Importanza dell'industria edilizia nazionale

Il censimento industriale del 1937-1939 dà per il 1938:

su 1.022.539 esercizi attivi 64.055 riguardano imprese edilizie cioè il 6,35 %; su 4.373.652 addetti ad esercizi attivi 558.544 sono addetti ad imprese edilizie cioè il 12,5 %;

su 102 miliardi di valore totale netto della produzione 4,687 sono prodotti dalle Imprese edilizie cioè il 4,6 %;

su 33,646 miliardi di valore aggiunto della produzione 2,431 sono prodotti dalla industria edilizia cioè il 7 %;

il valore aggiunto medio della produzione nazionale è il 33% circa del valore netto prodotto, per l'industria edilizia esso raggiunge il 52 %, indice fra i più

alti dei vari rami fondamentali che concorrono alla formazione del reddito nazionale.

Il valore netto della produzione edi-

TABELLA I — Stanze ad uso di abitazione esistenti, distrutte, costruite in Italia e nel Piemonte (Istituto Centrale di statistica).

Anno	Stanze abitabili esistenti in totale N°	Stanze per abitante	Stanze costruite N°	Stanze distrutte per cause belliche N°
1938	32.636.116	—	149.382	—
1939	32.783.791	—	147.675	—
1940	32.980.650	—	126.859	—
1941	32.987.065	—	76.415	—
1942	33.057.453	—	70.388	—
				1.953.419
1946	31.203.530	—	99.496	—
1947	31.262.376	0,69	78.846	—
Situazione del Piemonte				
1931	3.327.731	0,925	189.538	135.886
1945	3.381.383	0,941		

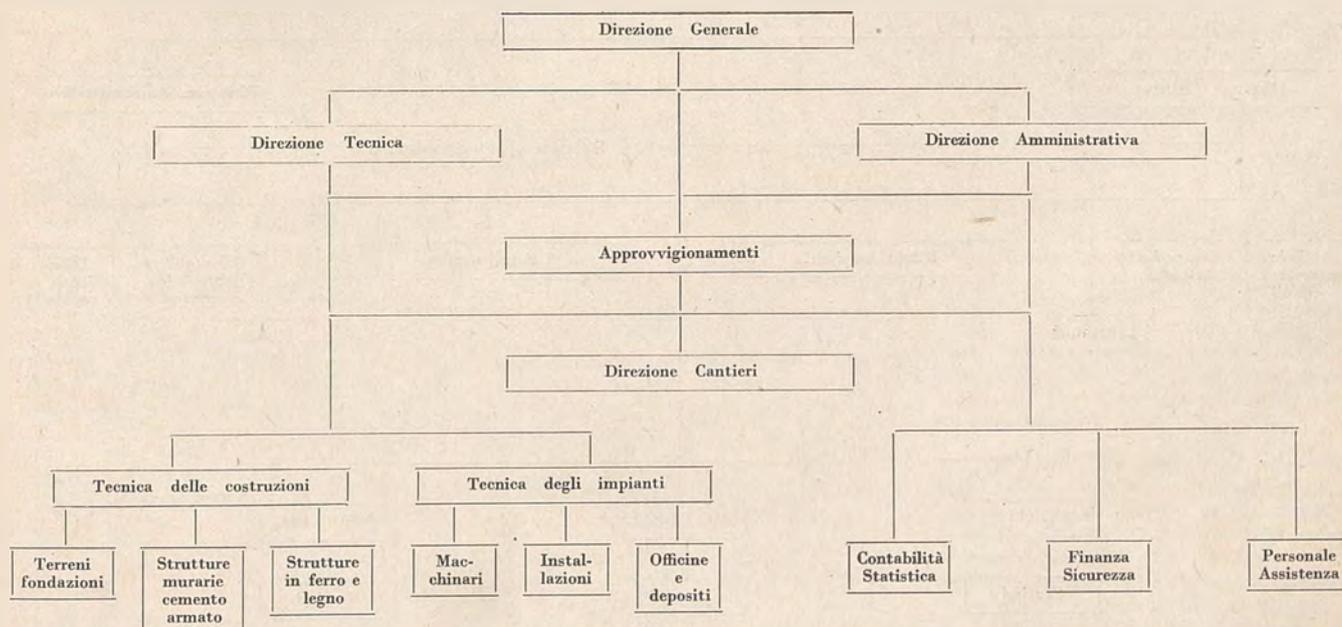


Fig. 1 — Diagramma strutturale dell'impresa.

lizia ha richiesto Lire 2.216.700.000 di materie prime e ausiliarie e Lire 1.628.770.000 di mano d'opera a Lire 2,20 in media all'ora, con un totale di 743.500.000 ore di lavoro.

Se si passa alle case di abitazione la tabella I illustra il numero delle stanze abitabili disponibili in Italia dal 1938 al 1947, tenuto conto dei vani distrutti o gravemente danneggiati dalla guerra, e indica il numero di stanze abitabili prodotti in più, annualmente.

La tabella II fornisce invece i costi presunti per i lavori edilizi nel periodo dal 1950 al 1952 assieme a quelli delle opere collegate all'edilizia e che in parte rientrano nel suo campo, la corrispondente prevedibile occupazione operaia, e i suoi corrispondenti fabbisogni di materie prime, secondo le previsioni fatte per il piano ERP.

### Organizzazione strutturale dell'impresa e del cantiere.

L'organizzazione strutturale comune dell'impresa ben equilibrata risulta dal diagramma della (fig. 1) che indica esclusivamente le funzioni dei vari organi preposti al suo funzionamento, funzioni che possono essere assunte dalla stessa persona nelle piccole imprese, e suddividersi ulteriormente in vari servizi ed uffici nelle maggiori.

Così ad esempio, una grande Impresa la Wayss e Freytag di Francoforte, ha materialmente realizzato il diagramma ideale precedente secondo lo schema della (fig. 2).

Per quanto riguarda i cantieri, lo schema strutturale più usato è quello della (fig. 3).

### L'organizzazione del cantiere

Lo studio preventivo del cantiere si può molto vantaggiosamente condurre utilizzando appositi grafici, tra i quali molto utili si sono dimostrati i seguenti:

TABELLA II — Ammontare presunto delle opere di costruzione edilizia e affini in Lire, della corrispondente occupazione operaia e del quantitativo di materiali necessari secondo il piano ERP per l'Italia, e per gli anni 1950 - 1951 - 1952.

	ANNI		
	1950	1951	1952
<i>Costo dei programmi di sviluppo per:</i>			
Bonifiche . . . . . migliaia di L.	27.060.000	30.790.000	32.330.000
Irrigazione . . . . . » »	18.860.000	23.710.000	24.280.000
Lavori stradali . . . . . » »	59.500.000	72.000.000	88.500.000
Lavori marittimi . . . . . » »	30.000.000	25.000.000	25.000.000
Opere idrauliche . . . . . » »	50.000.000	58.000.000	58.000.000
Impianti fissi ferroviari . . . » »	109.800.000	95.800.000	40.800.000
Impianti elettrici . . . . . » »	150.000.000	112.000.000	218.000.000
Edilizia per abitazioni e simili » »	237.000.000	281.000.000	324.000.000
Opere igieniche e varie . . . » »	55.000.000	65.000.000	65.000.000
<b>Totali migliaia di L.</b>	<b>737.220.000</b>	<b>763.300.000</b>	<b>870.910.000</b>
<i>Occupazione operaia prevedibile:</i>			
per l'edilizia, per abitazioni e simili . . . N°	262.000	312.000	357.000
per le altre opere sovra elencate . . . . »	319.020	332.180	382.550
<b>Totali operai N°</b>	<b>581.020</b>	<b>644.180</b>	<b>739.550</b>
<i>Fabbisogno dei principali materiali previsto per i programmi suddetti:</i>			
Cemento e calce idraulica . . . . . Tonn.	4.074.000	4.365.000	4.390.000
Calce viva . . . . . »	1.584.000	1.762.000	2.042.000
Laterizi (pezzi) . . . . . »	2.567.000.000	2.990.000.000	3.155.000.000
Prodotti siderurgici . . . . . Tonn.	512.000	525.000	455.000
Legnami . . . . . mc.	1.100.000	1.250.000	1.290.000

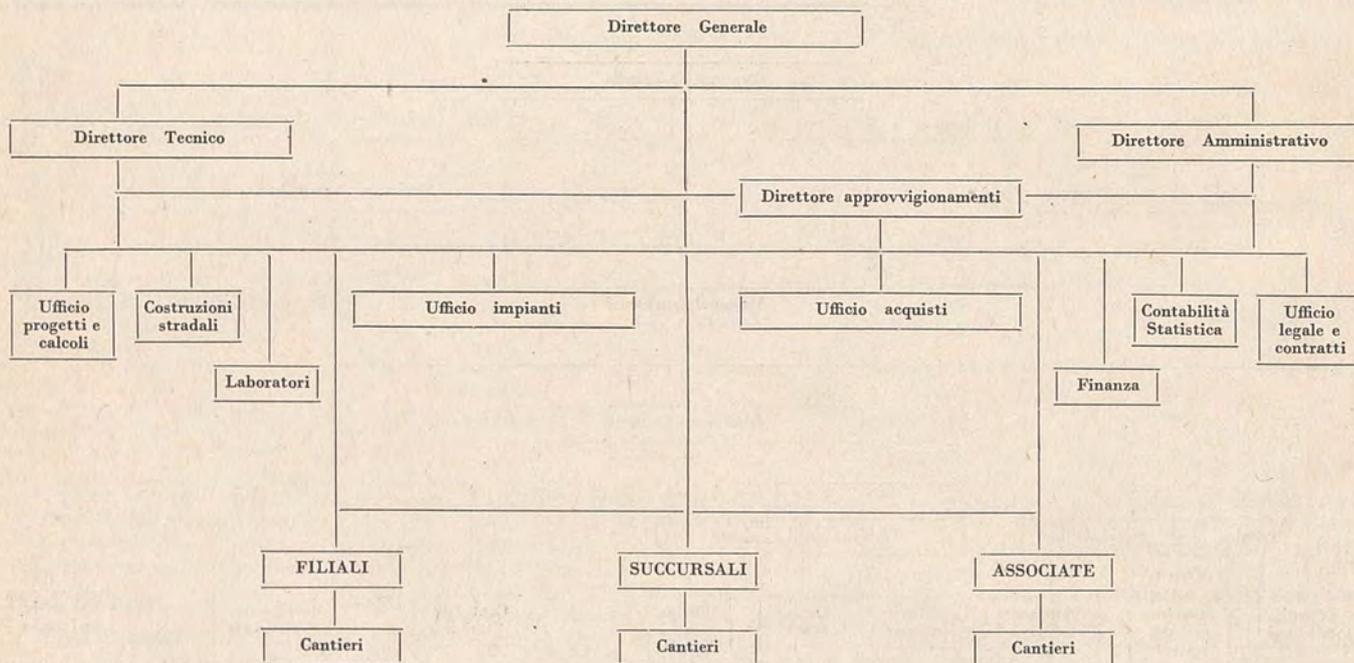


Fig. 2 — Diagramma strutturale dell'Impresa Wayss e Freytag.

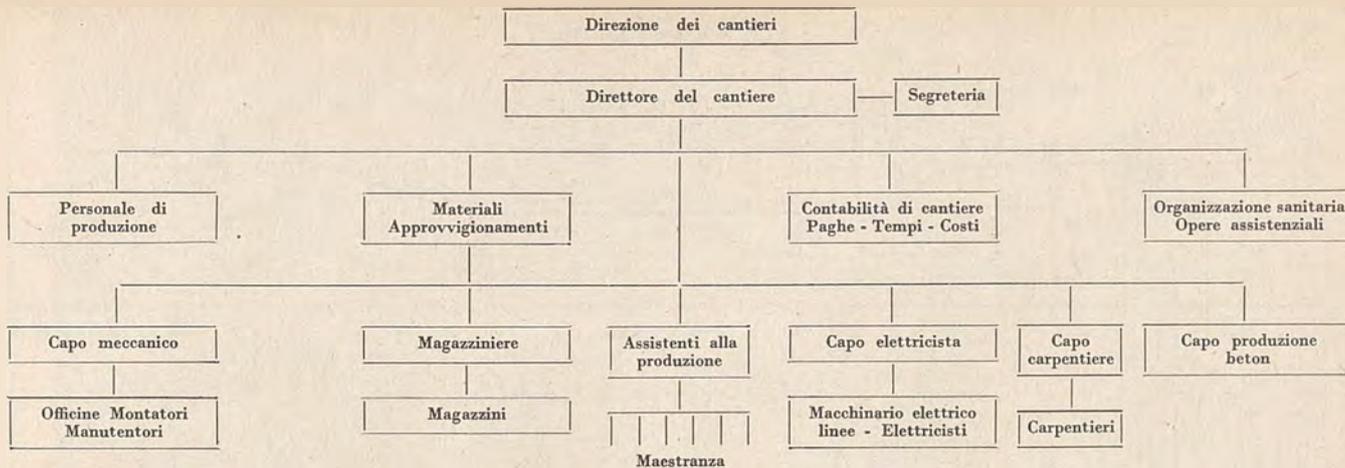


Fig. 3 — Schema strutturale antropico del cantiere.

**Il diagramma funzionale.** — Le varie operazioni da compiere vengono schematizzate utilizzando dei segni convenzionali fra i quali molto usati quelli generali della tabella III e quelli particolari indicanti le varie operazioni principali e i vari mezzi di trasporto della sezione inferiore della stessa tabella.

La (fig. 4) mostra un esempio di schema funzionale per la produzione del beton necessario per la costruzione di una grande diga.

**Il diagramma spaziale.** — Il diagramma funzionale viene poi sviluppato in un diagramma spaziale mediante una assonometria nella quale i vari elementi (macchinari, sili, depositi) e i tratti di collegamento delle varie operazioni corrispondenti a trasporti, vengono riportati in iscala affinché sia possibile segnare accanto ad ognuno le distanze da superare e i quantitativi di materiale da trasportare e risulti così evidente se si presentano nelle traiettorie singolarità di

percorso, intrecci, inutili prolungamenti e sia possibile migliorare i tracciati per ottenere il complesso più favorevole.

Molto spesso i trasporti si compiono quasi complanarmente, in tal caso il diagramma diventa complanare.

**Il diagramma di avanzamento del lavoro.** — È ora necessario passare al diagramma di avanzamento del lavoro nel quale si stabiliscono i tempi necessari per le varie operazioni e le relative sequenze per saturare completamente, e senza soluzioni di continuità nel tempo, l'operosità delle maestranze e degli impianti, sovrapponendo, ove sia possibile, le operazioni stesse, ed indicando per ognuna di esse i quantitativi di materiali da trattare.

Questo diagramma, tracciato in base agli impegni contrattuali assunti, deve lasciare un certo margine per gli imprevisti. Il disegno che lo rappresenta permette frequentemente e vantaggiosamente di rappresentare in alto l'opera in elevazione, completata inferiormente dalla planimetria del cantiere; sotto, si imposta sulle stesse ordinate, il diagramma di avanzamento nel quale è possibile delineare, anche convenzionalmente, alcune principali attrezzature, come nel chiaro esempio della figura 5.

**I cartellini del macchinario.** — Tutto il macchinario esistente deve essere catalogato in schede presso la Direzione Tecnica dell'Impresa, tali schede vanno completate col macchinario speciale che si prevede di acquistare o far costruire appositamente per il lavoro progettato, che si riassume in cartellini ove si schematizzano le misure di ingombro e i dati tecnici delle macchine da approvvigionare. La fig. 6 indica ad esempio il cartellino delle varie gru progettate appositamente per l'esecuzione del ponte Venezia - Mestre.

**Lo studio dei tempi e il rendimento della mano d'opera.** — Il diagramma di avanzamento del lavoro non è completo se non si definisce il numero degli operai necessari per ogni fase di esso e ciò si può fare, in base ai quantitativi di lavoro da compiere in un determinato tempo e ai rendimenti dei macchinari prescelti, fissando l'operosità dei singoli operai.

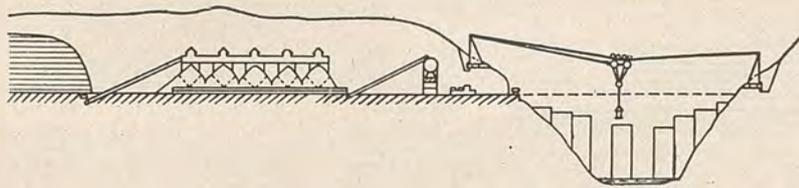


Fig. 4. — Impianto di produzione beton e distribuzione con blondin in una diga.

TABELLA III — Segni convenzionali usati dai tecnici americani per lo studio dei diagrammi funzionali dei cantieri (le sigle sono modificate per tener conto delle iniziali italiane ove necessario).

Simboli generali				
● operazione	○ trasporto	▽ deposito temporaneo < 24 h permanente > 24 h	□ ispezione	
Simboli delle operazioni				
○ betoniera	mescolatore di malta	fossa per calce	a scosse	vaglio
piogatrice ferri	cesoia	lavatrice	a tamburo	
Simboli per trasporti				
montacarichi	braccio girevole	gru	decauville	vagoncino
elevatore	skip	trasportatore a nastro	blondin	

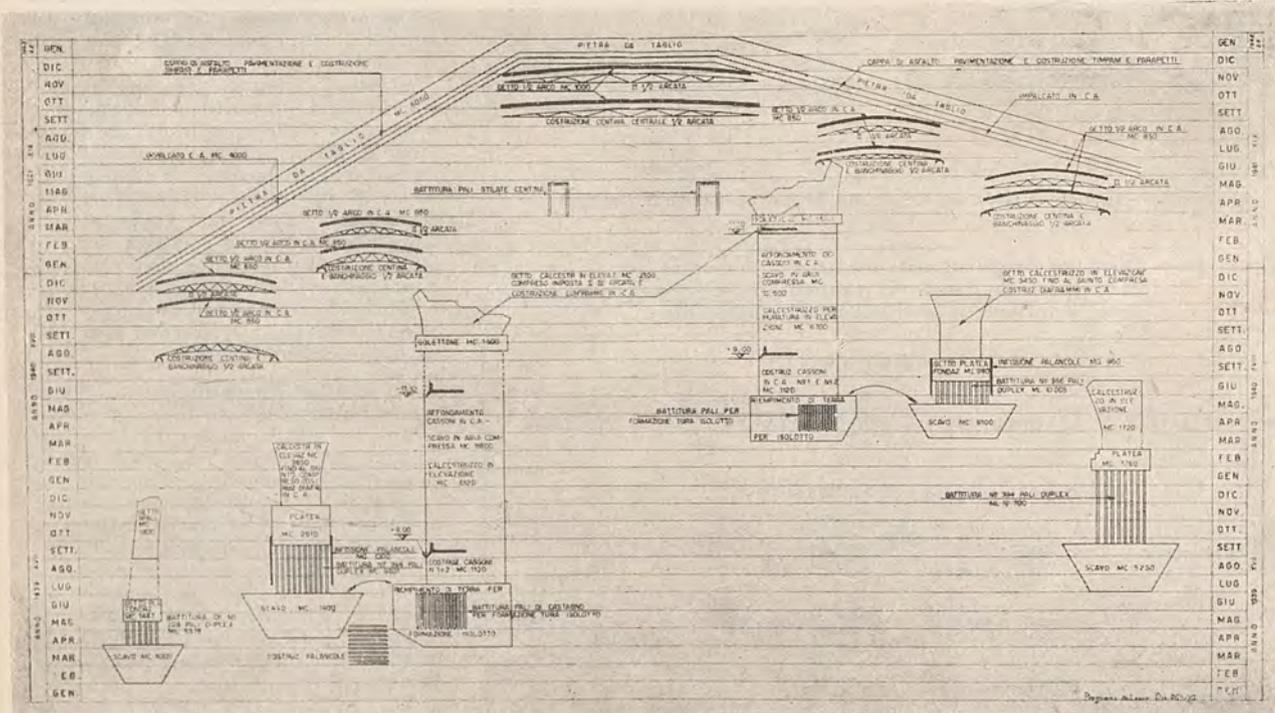
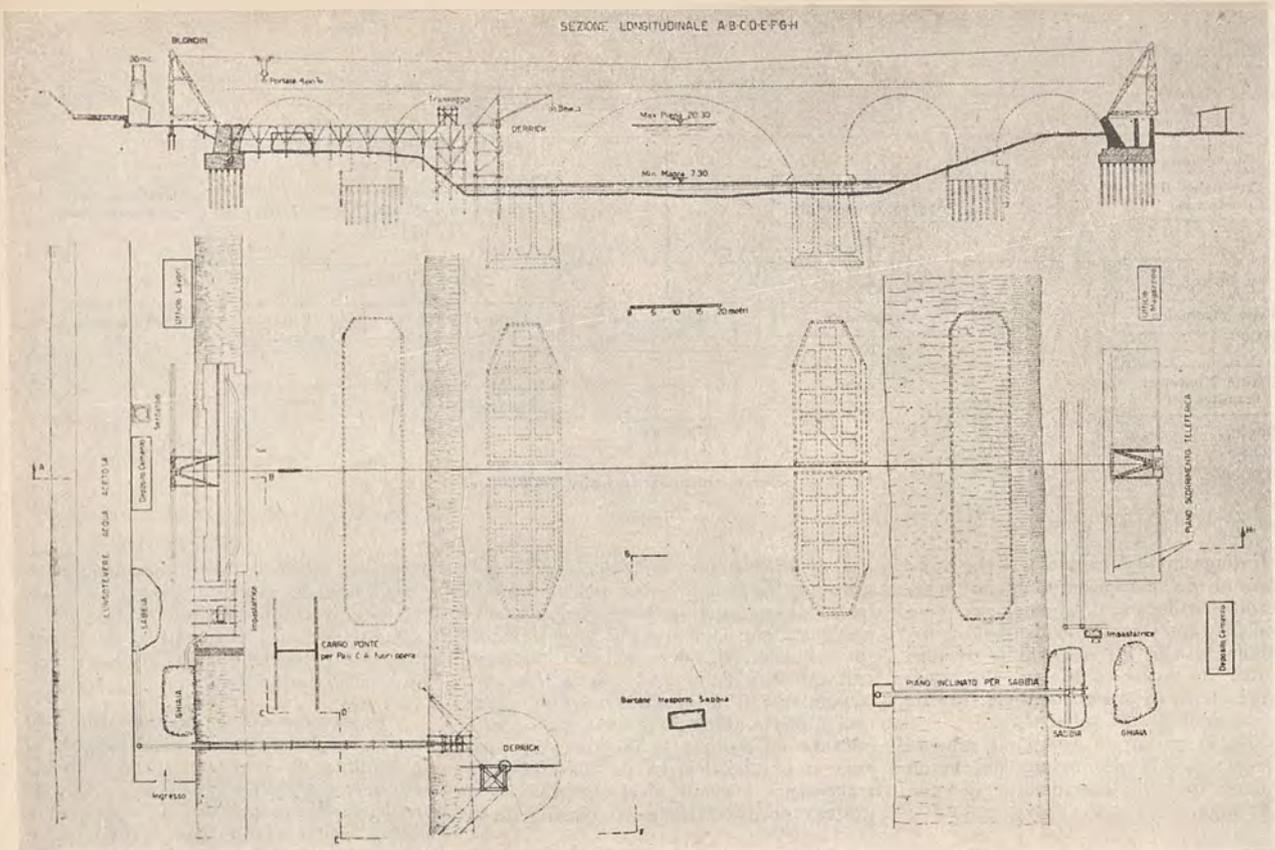


Fig. 5. — Cantiere per un ponte a Roma (Ferrobeton).

Di solito questo dato fondamentale si stabilisce col metodo della stima, basato però sui valori pratici rilevati in precedenti cantieri e fissati in tabelle fondamentali.

La tabella IV elenca, ad esempio, i tempi rilevati per le operazioni elementari di carreggio, la tabella V i tempi rilevati per l'esecuzione di un mc. di muratura di mattoni normali in varie

sezioni, la fig. 7 i mc gettati mensilmente in alcune delle più importanti dighe americane.

*I grafici economici.* — Non meno importanti sono le previsioni economiche

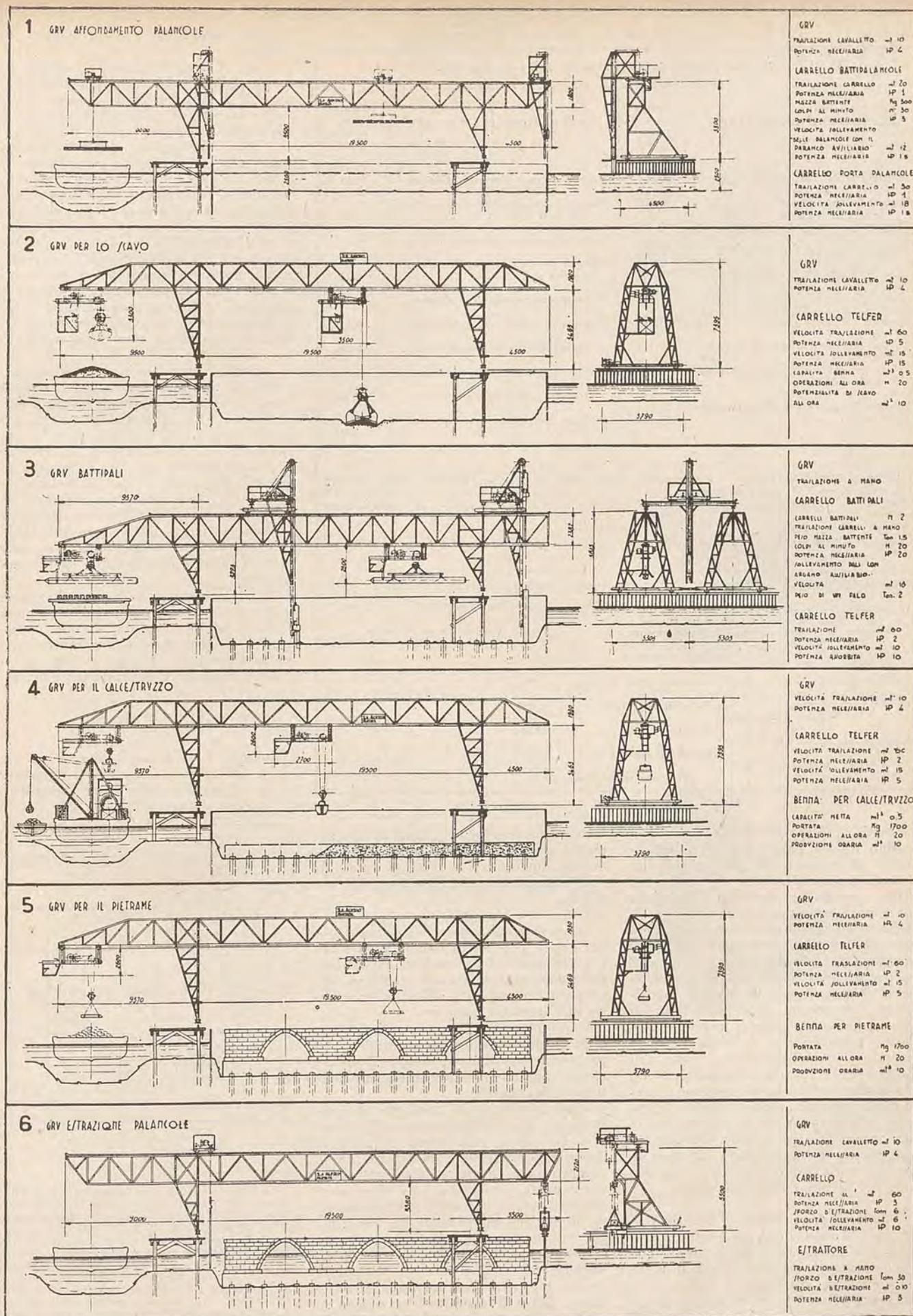


Fig. 6. — Schema delle diverse gru studiate per il cantiere del ponte di Venezia-Mestre.

TABELLA IV — Tabella dei tempi rilevati per operazioni di carreggio.

DATI DI BASE — Peso vagoncino decauville vuoto Kg. 250, carico Kg. 1000.			
OPERAZIONI ELEMENTARI	Tempo in minuti primi	OPERAZIONI ELEMENTARI	Tempo in minuti primi
Prendere un attrezzo (pala, picco, mazza)	0,057	Mettere il cuneo d'arresto al vagone .	0,13
Deporre l'attrezzo " " "	0,027	Manovrare uno scambio e sorpassarlo col vagoncino carico . . . . .	0,31
Prendere una palata e caricarla . . . . .	0,104	Idem col vagoncino vuoto . . . . .	0,24
Caricare un blocco fino a Kg. 20 . . . . .	0,150	Spingere per 10 m. il vagoncino scarico in salita dell'1% . . . . .	0,21
" " " " " " 15 . . . . .	0,087	Attaccare un vagone pieno al treno . .	0,144
" " " " " " 8 . . . . .	0,040	Staccare un vagone vuoto dal treno . .	0,114
Spaccare un blocco grosso . . . . .	1,20	Attaccare una placca al vagone . . . .	0,06
Togliere il cuneo d'arresto del vagone .	0,114	Per lavoro in galleria:	
Spinta per avviare il vagoncino carico in discesa dell'1% . . . . .	0,35	attaccare una lampada a parete . .	0,15
Spingere il vagone per 10 m. su detta pendenza . . . . .	0,105	Staccare lampada e appenderla al vagone . . . . .	0,135
Arrestare il vagoncino . . . . .	0,120		
ESEMPIO D'APPLICAZIONE — Composizione di un carico di 750 Kg. Rilevato: palate N. 77, Blocchi grossi N. 9; medi N. 27; piccoli N. 38. Tempo necessario per caricare il vagoncino: $77 \times 0,104 + 9 \times 0,15 + 27 \times 0,087 + 38 \times 0,04 = 13,20$ primi.			
Trasporto per 120 m. con carico, scarico e ritorno:			
	min.	min.	m n.
Prendere la pala . . . . .	0,057	riporto 15,938	
Caricamento . . . . .	13,200	Arresto e posa cuneo . .	0,249
Deporre pala . . . . .	0,027	Rovesciamento . . . . .	0,800
Togliere cuneo . . . . .	0,114	Raddrizzamento . . . . .	0,500
Avviamento . . . . .	0,350	Ritorno a vuoto $12 \times 0,41 =$	2,100
Spingere per 120 m. $12 \times 0,105 =$	1,260	N. 3 scambi $3 \times 0,24 =$	0,720
Superare 3 scambi $3 \times 0,31 =$	0,930	Arresto . . . . .	0,120
a riportare 15,938		Mettere il cuneo . . . . .	0,129
		Tempo necessario min.	20,556
		Tempo stimato . . . . .	20,556
		Aumento tempo perduti e guadagno cottimo 30%	6,166
		Totale arr. min.	27,000

sui costi, i fabbisogni di denaro, e i prevedibili incassi basati sui dati contrattuali e gli avanzamenti previsti nei diagrammi precedenti.

Tali previsioni debbono consentire una rappresentazione chiara delle necessità di tesoreria lungo il corso dell'opera onde sia possibile provvedere tempestivamente ai capitali necessari. La fig. 8 mostra come si possa condurre graficamente questo studio, costruendo inizialmente i diagrammi degli sborsi singoli per macchinario, materie prime, mano d'opera, spese generali di cantiere e spese generali di amministrazione, come tali diagrammi si possano totalizzare in un solo grafico nel quale si riportano anche gli incassi previsti, e come risulti subito, dalla differenza attiva o passiva fra le due curve, in ogni tempo, durante la costruzione, la disponibilità di capitale esistente o da approvvigionare, e al termine del lavoro l'utile conseguito.

**I grafici di controllo.** — Definiti così i grafici più importanti per lo studio preventivo dell'opera, durante la produzione è necessario riportare su di essi le risultanze effettive, studiando le ragioni delle differenze riscontrate e provvedendo immediatamente ad eliminare i possibili

inconvenienti affinché il ritmo di avanzamento previsto sia raggiunto e possibilmente superato, e i costi preventivati non vengano superati, ma possibilmente ridotti.

**La meccanizzazione del cantiere.** — Un mezzo potente di economia di costo e sveltimento della costruzione è dato dalla meccanizzazione del cantiere, che va però commisurata all'entità finanziaria dell'opera da compiere.

Non è possibile, in spazio così ristretto approfondire questo interessante lato del problema, mi limito perciò a ricordare alcuni spunti, emersi recentemente nella tecnica dei cantieri:

per i macchinari destinati alla costruzione di abitazioni a non molti piani e a fabbricati industriali, si nota in America la tendenza ad utilizzare gruppi montati su autocarri speciali, attrezzati per ricevere sulla stessa base macchinari diversi (gru, montacarichi, skip, impianti di produzione di calcestruzzo, ecc.). La fig. 9 mostra un impianto completo per la produzione del beton e la sua distribuzione con skip a torre e tramoggia mobile lungo di essa, montato su autocarro. Tutto il complesso si ripiega in pochi minuti cosicché l'autocarro può

ritirarsi ogni sera, se necessario, in rimessa;

per il trasporto lungo il cantiere di terre, sabbie, ghiaia, beton, le solite carrie a trazione manuale sono sostituite da carrie automobili con benne rovesciabili in leghe leggere (fig. 10);

per la produzione del calcestruzzo, nelle città di una certa importanza, si ricorre sempre più a impianti centrali, nei quali un produttore specializzato fabbrica il conglomerato che fornisce ai vari impresari i quali vanno a fare il carico ai suoi silos come da noi si usa frequentemente per la sabbia. Speciali autocarri rapidi dotati di grandi benne autorovesciabili (fig. 11) permettono il trasporto del beton anche a grande distanza, senza pericolo di presa parziale, e la sua distribuzione immediata è regolata mediante rovesciamento;

per le costruzioni in cemento armato l'uso di casseforme metalliche rapidamente spostabili e parziali è sempre più in favore, la fig. 12 mostra le forme metalliche trasportabili e rapidamente messe in opera per la costruzione dei rivestimenti di gallerie. La fig. 13 mostra lo schema del cantiere che si realizza in questi casi, con successivi elementi di casseforme e con distribuzione del calcestruzzo mediante pompe con tubazione flessibile limitata a lunghezze non superiori ai 30 metri, per evitare i noti inconvenienti;

per lo scavo delle gallerie in rocce non franose ha sempre maggiore sviluppo l'avanzamento in piena sezione realizzando la perforazione mediante carri portaperforatrici (Jumbo) dei quali un esemplare medio è illustrato dalla fig. 14.

TABELLA V — Tempi rilevati per la costruzione di 1 m<sup>3</sup> di muratura di mattoni delle forme fondamentali disegnate (1).

Elemento considerato	Minuti caricamento	Altezza muratura in metri	Numero di mattoni	Numero di mattoni
	per m <sup>3</sup>		in fila	in totale
	76,30	1,42	400	315
	135,00	1,42	420	185
	84,60	1,42	410	292
	166,50	1,42	350	126
Valore medio	113,35	1,42	385	228,5
Valore medio per 1 m di altezza	80 min.	1 m	280	
Per leser tutto dei tempi perduti quegli tempi vanno maggiorati del 30%				

(1) È noto che il Gilbreth (Motion Study N. J. 1911) col suo celebre studio dei movimenti di un muratore riuscì a portare il numero effettivo dei mattoni posati all'ora da un muratore da N. 120 a N. 350; a risultati analoghi arrivò la Michelin a Clermont Ferrand. L'ing. Petchonkine in una comunicazione a Ginevra affermò che in Russia, mediante il movimento Stakanovista, il numero medio dei mattoni posati all'ora fu portato da 160 a 400-800 e perfino in qualche caso a 2000 il che sembra incredibile salvo che non si tratti di una gara di tipo sportivo limitata a pochi minuti.

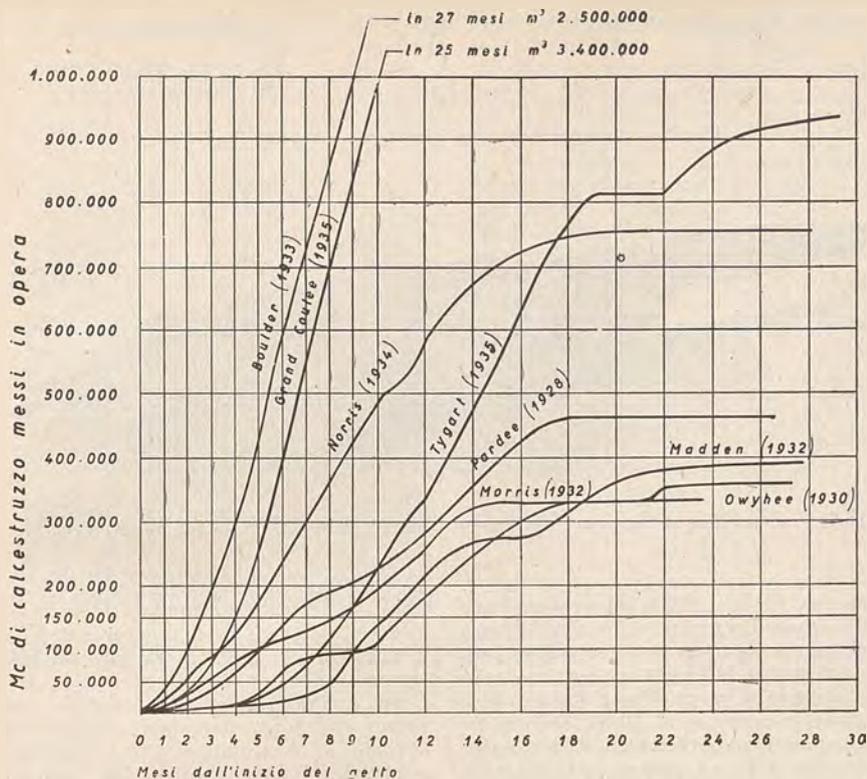


Fig. 7 — Metri cubi di calcestruzzo gettati mensilmente in alcune grandi dighe americane.



Fig. 9. — Impianto automobile per la produzione e distribuzione del beton.



Fig. 10. — Carriola automotrice con benna rovesciabile.



Fig. 11. — Autocarro rapido per il trasporto del beton.

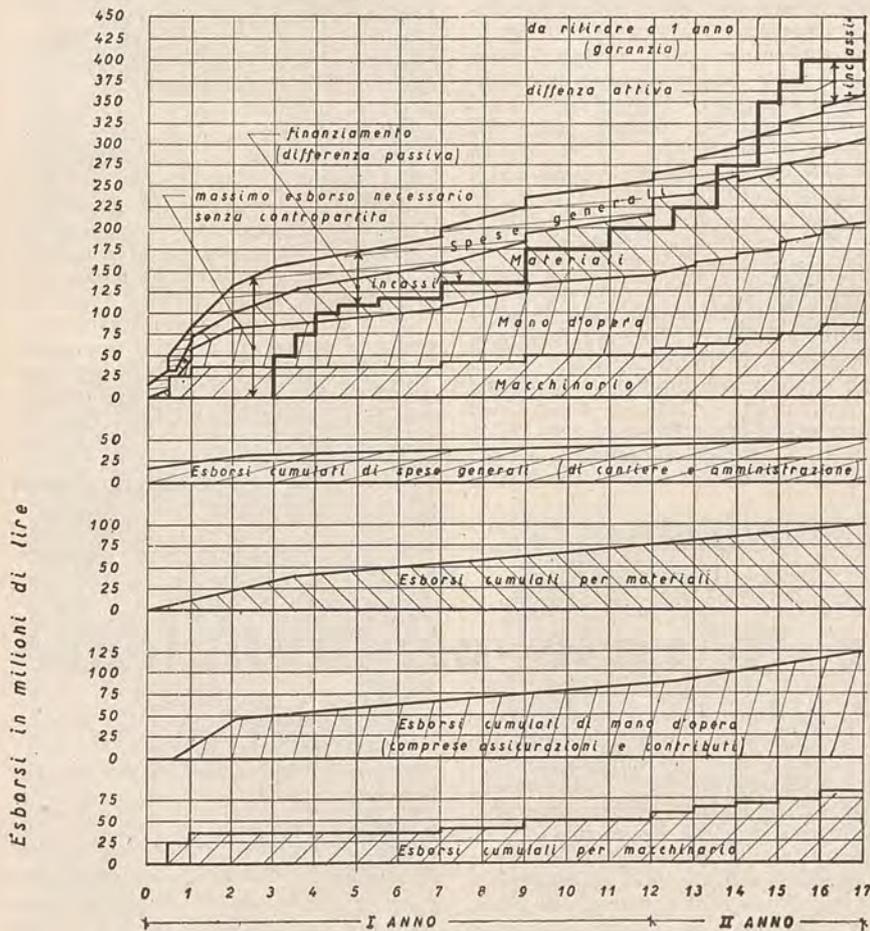


Fig. 8 — Studio grafico degli esborzi, degli incassi e del capitale necessario.

In alcuni casi si sono costruiti Jumbo adatti per portare fino a 32 perforatrici; oggi però si ritiene che non convenga superare le 10 perforatrici, data la grande rapidità di perforazione che è permessa dalle nuove teste ricambiabili in carburo di tungsteno e cobalto, le quali possono perforare senza affilatura fino a 30 metri di granito;

per sgombrare le gallerie dal materiale abbattuto, onde poter utilizzare le grandi velocità di avanzamento (fino a 15 metri al massimo per cantiere) che i nuovi metodi consentono, occorre, per le grandi sezioni, utilizzare impianti auto-

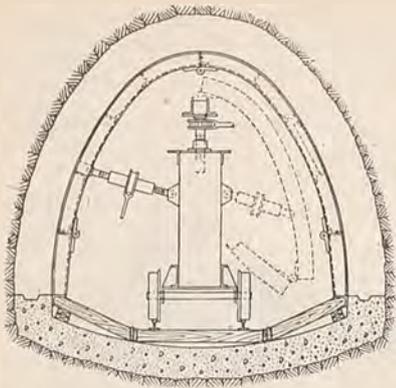


Fig. 12. — Esempio di forma metallica espansibile per rivestimenti di gallerie.



Fig. 14. — Jumbo a 6 perforatrici usato per la galleria dell'acquedotto del Colorado.

matici molto potenti. Tra i molti messi a punto in questi ultimi anni, ottima prova hanno dato i tipi della fig. 15 che possono caricare su vagoncini decauville fino a 150 mc di « tout venant » all'ora.

### Bibliografia

Per coloro che desiderassero approfondire le loro conoscenze su questa materia, dò qui di seguito una breve bibliografia delle pubblicazioni più utili.

L'editoria italiana non è molto ricca. Cito il modesto manuale dell'ASTORRI, *Il cantiere edile*, Roma, 1931, Enios, ottimo per capimastri, e l'accurato riepilogo, destinato soprattutto a scopo scolastico, di L. GUARNIERI, *Organizzazione razionale del cantiere edile*, Görlich, Milano, 1947.

Fondamentale per lo studio dei cantieri edilizi è l'opera di G. GARBOTZ, *Handbuch des Maschinenwesens beim Baubetrieb*,

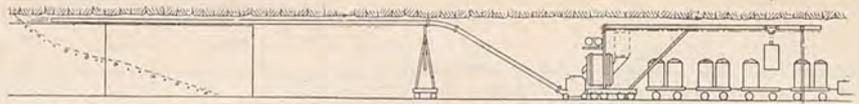


Fig. 13. — Cantiere moderno per il getto di rivestimento di gallerie.

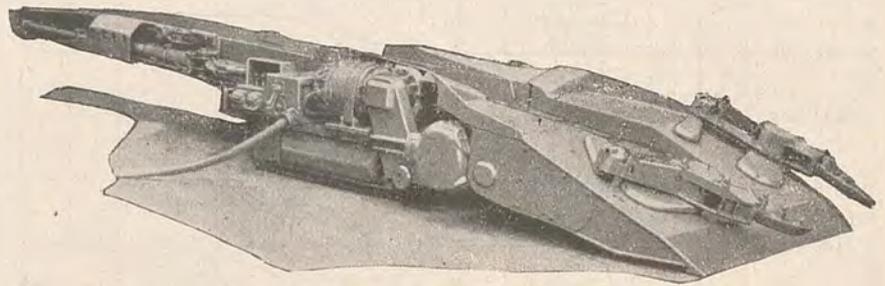


Fig. 15. — Caricatore di vagoncini per materiale abbattuto in galleria. Produzione fino a 300 T/ora.

Springer, Berlino, 1931, nel primo volume della quale l'organizzazione dell'Impresa e dei cantieri sono accuratamente trattati. Una accurata bibliografia posta al fondo del volume offre quanto è stato scritto sull'argomento fino al 1931. Nei successivi volumi sono trattati i vari macchinari per lo scavo, costruzioni di strade comuni e ferrate, e i relativi impianti e cantieri anche dal lato economico. Interessanti studi particolari con notevoli dati sperimentali la scuola del Garbotz (Berlino) ha pubblicato sui vari impianti per l'edilizia, come trasportatori a nastro per beton, pompe per beton, pompe per eduazione e scavo, ecc.

Fondamentale, per l'organizzazione delle imprese e dei cantieri per la costruzione di fabbricati è l'opera di O. RODÉ la cui traduzione francese, edita dal Dunod, porta il titolo: *Organisation rationnelle des Entreprises de Construction de Bâtiment* (1937).

Discretamente ricco di dati è il volume del MAGNY, *Ouillage mécanique des entreprises de travaux*, edito dal Beranger, Paris, 1935, molto buono per quanto riguarda i cantieri dotati di mezzi di sollevamento e trasporto è il CAJAR, *Baukrane*, Oldembourg, Berlin, 1930.

Di straordinario interesse è il volume di ACKERMAN - LOCHER, *Construction Planning and Plant*, M. Graw, 1940, N.Y., il quale si riferisce ai numerosi cantieri magnificamente organizzati e destinati a

lavori di tutti i generi, montati per l'esecuzione costruttiva del programma della Tennessee Valley ed è ricchissimo di dati rilevati.

Sull'organizzazione dei cantieri per aeroporti dati interessanti fornisce il volume di GLIDDEN - LAW e COWLES, *AIRPORTS: Design Construction Management*, edito dal M. Graw 1946, N. Y.

Sugli impianti di frantumazione, classificazione, lavaggio, ecc.; fondamentale è il TAGGART, *Handbook of Mineral Dressing*, Wiley, 1945, N. Y., modesto è il BLANC, *Tecnologie des concasseurs broyeur et tamiseurs*, Béranger, Paris, 1924.

Sulla costruzione dei tunnels e relativi cantieri ottimi il volume di RICHARDSON e MAYO, *Tunnel Driving*, Mc Graw, N. Y. 1941, ed il volume riservato edito per utilizzazione interna dalla *Electricité de France* di B. LEO, *Les Tunnels aux Etats Unis*, 1946.

Interessante lo studio di J. DRICOT pubblicato nei « Cahiers du Centre Sc. et Tech. du Bâtiment »: *Une expérience d'application au Bâtiment des méthodes de l'organisation rationnelle*, Paris, 1948.

Studi profondi su questo argomento e numerosi esempi di cantieri si troveranno su « Construction Methods » rivista edita dal M. Graw a N. Y., su « Travaux », su « Engineering, Engineer ed Engineering News - Record ».

Vittorio Zignoli

## I cantieri per le case prefabbricate

Per fissare le idee sulle caratteristiche dei cantieri edilizi adatti alle case prefabbricate conviene anzitutto fare qualche suddivisione.

Una prima classificazione generale è basata sulla grandezza della costruzione.

Le grandi case a molti piani possono costruirsi con elementi in tutto o in parte prefabbricati, ma questo sistema costruttivo non è entrato per ora nell'uso comune salvo per i grandi grattacieli americani a struttura metallica per i quali lo sche-

letro, gli elementi di protezione antincendio delle ossature metalliche e i pannelli formanti i divisori e talvolta gli stessi muri esterni, sono in buona parte costruiti in stabilimento e messi in opera con grandi gru derrick o a braccio girevole (fig. 1).

I cantieri tipici delle case prefabbricate sono perciò quelli destinati all'erezione di casette ad uno o al massimo, due piani, adatte per una o due o quattro famiglie.

Fra questi, nuove suddivisioni s'impongono in base:

— al sistema costruttivo, che può essere completamente murario, in parte murario e in parte metallico o completamente metallico, salvo alcuni accessori secondari;

— all'entità del gruppo costruttivo da eseguire, e cioè se costituito da una o poche casette isolate disposte irregolarmente, oppure di una grande serie di elementi disposti in una o più file regolari;



Fig. 1. — Erezione dell'Esso Building di 33 piani mediante una derrick da 16 Tonn. con braccio di 27 metri e colonna alta 30 m.

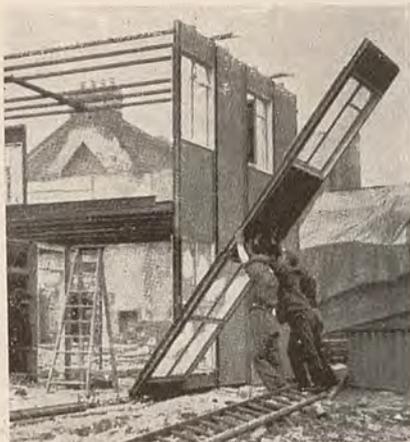


Fig. 2. — Erezione manuale di pannelli vetriati.

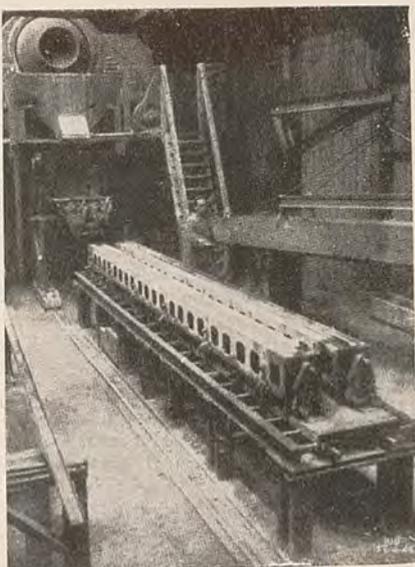


Fig. 3. — Forme metalliche per travetti precompressi in uno stabilimento per la costruzione di elementi murari prefabbricati.

— al sistema esecutivo, che può essere basato su parti completamente, o in massima parte, approntate in stabilimento, oppure su elementi preparati a piè d'opera, in serie, per tutte le casette del gruppo.

Evidentemente le casette metalliche o prevalentemente metalliche (che del resto per ragioni economiche non hanno nel nostro mercato alcuna importanza) sono costruite in appositi stabilimenti talvolta molto lontani dal luogo di utilizzazione e perciò gli elementi che le costituiscono sono studiati in modo da rendere facile ed economico il trasporto e il montaggio, curando la limitazione degli ingombri e dei pesi.

Per contro le casette costruite interamente in muratura, sia in laterizi che in calcestruzzo, generalmente armato, con elementi prefabbricati, un tempo si costruivano prevalentemente a piè d'opera mentre oggi si nota la tendenza a preparare tali elementi in stabilimenti particolarmente attrezzati per la produzione in linea, specialmente per quelle parti nelle quali si utilizzano armature in acciaio pre-tese o colonne centrifugate. Si comprende però facilmente che in questo caso, anche se gli elementi singoli sono relativamente leggeri, il peso totale della costruzione è tale da renderne il trasporto proibitivo a grandi distanze.

Corrispondentemente alle caratteristiche messe in luce abbiamo soprattutto tre tipi di cantieri:

1) il cantiere per il montaggio di ele-

menti prefabbricati che vi giungono già completi;

2) il cantiere nel quale si provvede, in posizione centrale adatta, alla preparazione degli elementi necessari per il gruppo di edifici da costruire e poi alla loro posa in opera lungo la o le file dei caseggiati;

3) il cantiere di costruzione degli elementi prefabbricati indipendentemente dal cantiere di montaggio; si arriva in tal modo fino a veri e propri stabilimenti per la produzione in serie a catena, però le costruzioni servite da tali stabilimenti, per ragioni economiche, debbono trovarsi entro un raggio non troppo grande. Sfuggono a questa soggezione gli stabilimenti per la preparazione degli elementi metallici, che da noi non hanno applicazione, almeno finora.

È chiaro che se le casette da costruire sono in numero limitato o vengono erette singolarmente, è necessario, per ragioni economiche, ricorrere ad elementi prefabbricati in stabilimento, atti ad essere montati con mezzi semplici e universali (fig. 2) mentre se si provvede alla costruzione di una serie di fabbricati regolarmente disposti, è utile uno studio economico tendente a definire:

se conviene ricorrere a tipi prefabbricati in stabilimento, posto che ve ne siano nei pressi, o a tipi con elementi prefabbricati in cantiere;

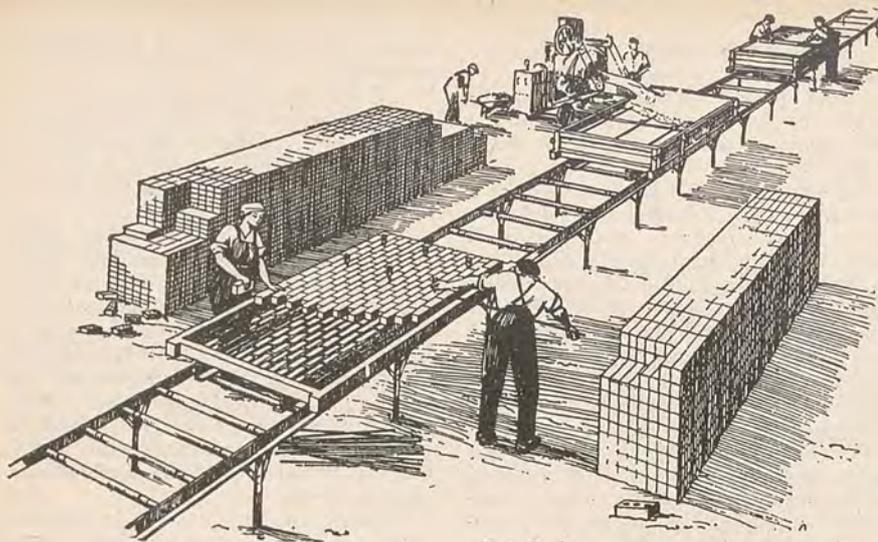
se conviene utilizzare i mezzi usuali grossolani di montaggio oppure ricorrere a macchinari appositamente studiati, più

TABELLA I. - Tipi più usati di solai prefabbricati e loro dati tecnici (luce 4 m.)

Tipo del solaio	Peso a m <sup>2</sup>	Produzione	Materiali necessari a m <sup>2</sup> in Kg				Peso di un elemento Kg	Ore di operaio per m <sup>2</sup> (costruzione e erezione)
			acciaio Kg	cemento Kg	laterizi Kg	inerti varie Kg		
travetti cavi affiancati in c. a. . . . .	172	stabilimento	6,8	25,6	—	140	150	2,1
travetti con casseforme in laterizio . . . . .	162	cantiere	6,7	22	76	68	165	1,7
travetti in c. a. precompressi . . . . .	158	stabilimento	1,85	26,7	—	130	210	1,5
travetti in laterizi armati	120	cantiere	5,2	5,3	78	30	75	1,3
travetti con profilati in lamiera incorporati . . . . .	110	cantiere	9	17,1	—	84	33	1



Fig. 4. — Fabbricazione di travetti con casseforme di laterizio incorporate a piè d'opera.



complessi e costosi, ma di più rapida utilizzazione.

Molto spesso i sistemi costruttivi sono strettamente connessi con quelli esecutivi, tanto che i loro ideatori hanno contemporaneamente studiato gli elementi della costruzione e i mezzi per metterli in opera, in questo caso, le stesse modalità costruttive circoscrivono il campo economico di utilizzazione dei vari sistemi.

### Cantieri per la preparazione degli elementi murari prefabbricati.

Gli elementi si possono produrre:

in casseforme (di legno, talvolta parzialmente metalliche);

in forme a staffa frequentemente metalliche, talvolta con fondo in calcestruzzo o gesso e bordi metallici, il tutto cosparso di sapone liquido o di polvere inerte per facilitare la sformatura;

in casseforme di laterizio incorporate;

in laterizio armato ad alta resistenza;

in cemento armato precompresso.

Una delle parti che assume particolare importanza per le esigenze di leggerezza, resistenza, coibenza, e rigidità che le sono proprie è costituita dai solai coi relativi pavimenti.

La tabella precedente riporta i dati medi dei tipi più usati attualmente che possono fornire un'utile guida per la scelta di caso in caso.

Le colonne, le travi e gli elementi di parete, se opportunamente progettati, possono vantaggiosamente fabbricarsi in cantiere, a piè d'opera, mediante una macchina a sagomare che ripete (a mezzo di un carrello che un sistema funicolare fa scorrere lungo una forma in gesso o calcestruzzo di una cinquantina di metri di lunghezza) l'opera dello stuccatore quando, con la sagoma in lamierino, costruisce in sito le cornici.

La fig. 3 mostra il reparto costruzione dei travetti precompressi di uno stabilimento per elementi prefabbricati, la fig. 4 la preparazione in cantiere di travetti a cassaforma ceramica incorporata.

In Inghilterra hanno avuto discreto successo elementi prefabbricati in laterizio per la parte esterna dei muri, in calcestruzzo per la parte interna, con intercapedini di alleggerimento, che vengono costruiti entro quadri in legno sopra trasportatori a rulli per la produzione a ciclo continuo (fig. 5).

### Cantieri per l'erezione delle strutture.

Per le costruzioni singole conviene ricorrere a mezzi di circosanza adottando elementi maneggevoli di facile montaggio.

L'attrezzo più semplice per questi montaggi è il falcone, formato da una semplice abetella di cantiere. La fig. 6 mostra l'utilizzazione di due abetelle per formare un falcone doppio, atto a sollevare elementi di travi prefabbricate.

Parimenti semplice, ma più leggero e durevole, è il falcone in traliccio di dural della fig. 7.

Quando le costruzioni assumono maggiore importanza è giustificato l'uso di gru su cingoli (escavatori attrezzati a

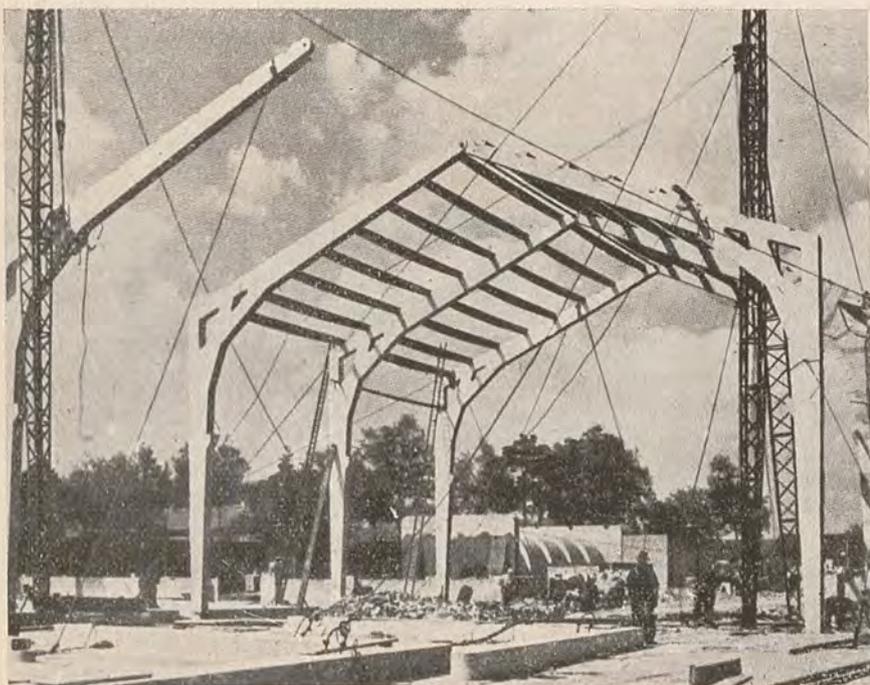
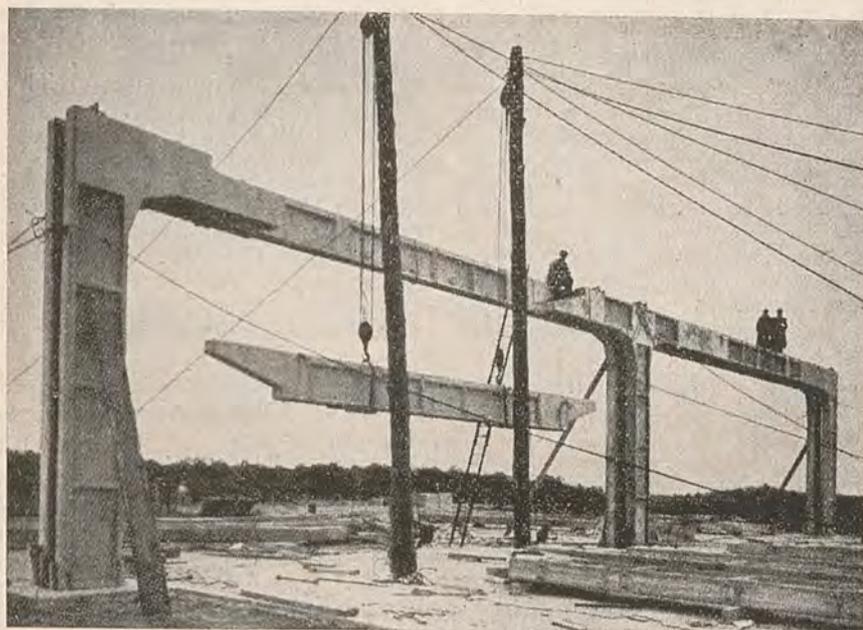


Fig. 5. — Un cantiere inglese per la preparazione di elementi di muro rivestito di laterizi, prefabbricati.

Fig. 6. — Falconi in legno per il montaggio di strutture prefabbricate in cemento armato.

Fig. 7. — Falconi in traliccio per l'erezione di strutture prefabbricate in cemento armato.

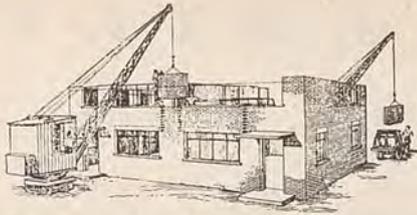


Fig. 8. — Messa in opera di pannelli murari con gru su cingoli.

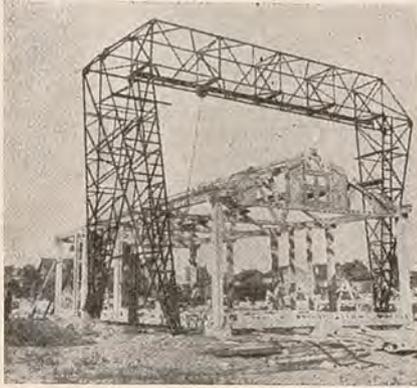


Fig. 9. — Gru a cavalletto in traliccio leggerissimo per montaggio di strutture prefabbricate in cemento armato.



Fig. 10. — Gru elettrica a cavalletto per il montaggio di grandi pannelli murari.

gru) sempre consigliabili anche per grandi cantieri se l'elevazione non supera i due piani (fig. 8).

Talvolta i costruttori preferiscono montare una gru scorrevole a cavalletto molto leggera, con comandi a mano come nella fig. 9, o più complessa, adatta per una serie di cassette in fila, con comandi completamente elettrici, come in fig. 10.

Discretamente complesso sembrerebbe invece il sistema inglese della fig. 11, col quale si costruisce una vera e propria gabbia in traliccio attorno alla casa, utilizzandola per formare i ponteggi e per sollevare, mediante gli argani posti al piede delle colonne esterne e i bracci posti superiormente ad esse, le varie parti della struttura muraria che poi vengono distribuite facendole scorrere sulle monorotaie superiori.

Malgrado la complessità apparente, questo attrezzo si monta con 8 uomini in 4 ore, ed esso permette, secondo esperimenti ripetuti, di montare una casa di 800 mc. con 240 ore di operaio (muri, pavimenti, tetto, finiture escluse).

Questo sistema permette anche un facile controllo dell'esattezza della posa dei vari elementi, mediante riscontri con le



Fig. 11. — Struttura in traliccio per la costruzione di case prefabbricate.

strutture a traliccio. In tutti i casi del montaggio rapido di costruzioni con grossi elementi di pareti, sorge il problema della esatta quadratura dei muri e del loro allineamento. Un sistema elegante per il controllo dell'esecuzione, da questo punto di vista, è illustrato dalla fig. 12 nella quale si vedono quattro grandi truschini posti agli angoli dell'edificio che a mezzo squadre, fili a piombo e funicelle distese da arganini, guidano l'opera dei muratori

innalzando, mediante cremagliere, le aste verticali man mano la costruzione si eleva.

Un ultimo cenno merita il sistema Laffaille mediante il quale i vari solai si costruiscono a terra, in sito, uno sull'altro e poi mediante martinetti si sollevano interi fino a portarli all'altezza voluta, sostenendoli con apposite colonne metalliche che possono costituire anche la cassaforma delle colonne definitive in cemento armato.

Vittorio Zignoli

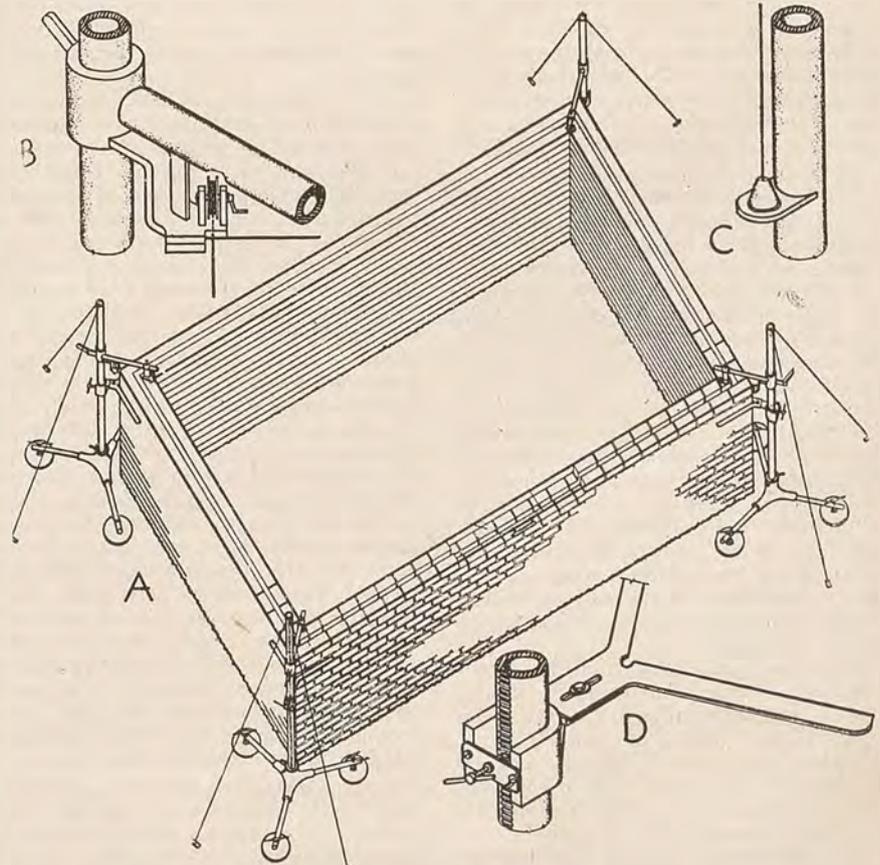


Fig. 12. — Dispositivo per controllo della quadratura e dell'allineamento dei muri.

# I L C A N T I E R E E D I L E

L'industria delle costruzioni, date le sue peculiari caratteristiche di saltuarietà, nomadismo, stagionalità; è quella che richiede uno sforzo organizzativo continuo, senza riposo. Quasi tutte le altre industrie una volta creato lo stabilimento ed avviata la produzione, richiedono soltanto una oculata organizzazione di carattere tecnico commerciale, per seguire con gli impianti i perfezionamenti atti a ridurre i costi, a migliorare la produzione, adeguandola alle richieste dei mercati. L'industria delle costruzioni, ogni qual volta deve procedere all'apertura di un cantiere di lavoro, deve provvedere allo studio ed alla creazione di un nuovo stabilimento, attrezzandolo con impianti che variano sostanzialmente da caso a caso, a seconda delle opere da costruirsi, delle caratteristiche del terreno, delle possibilità di valersi o meno, delle risorse locali.

Se si pensa all'organizzazione che possedeva un'impresa di costruzioni poco più di cinquant'anni or sono, e la si paragona a quella costituita dai più moderni impianti e macchinari che oggi sono d'uso comune, si deve riconoscere che anche in questa branca dell'attività industriale, si sono compiuti passi da gigante.

Il progresso nell'impiego dei macchinari nel cantiere edile, è stato continuo e costante, ed ha presentato per noi due forti sbalzi, rispettivamente susseguenti ai periodi delle due guerre mondiali, con la conoscenza e l'introduzione nel nostro paese dei progressi compiuti in America in tale campo.

L'impiego della macchina nell'industria edile, sempre su più vasta scala, ha consentito di rendere più rapido il ritmo delle costruzioni, ma soprattutto di alleviare la fatica fisica alla quale erano sottoposti gli operai, costretti a compiere ripetute manovre faticose, ed a trasportare carichi pesanti, anche a spalla.

La tecnica moderna produce oggi per il cantiere edile un'infinità di macchine, con le quali il lavoro manuale pesante ed estenuante di un tempo, è ridotto ad un minimo sopportabile anche da individui normali, ai quali è affidato il compito di condurre la macchina e di collaborare con essa alla produzione. In America, dove la mano d'opera non qualificata difetta, ed il tenore di vita dell'individuo è più elevato che da noi, l'impiego della macchina è giunto ad un grado elevatissimo, creando di ogni operaio un conduttore di determinato tipo di macchina. Nei nostri confronti si deve rilevare che l'abbondanza di materie prime basilari per l'industria delle costruzioni, nonché dei carburanti, fa sì che si impieghino con grande larghezza macchinari la cui gestione sarebbe invece da noi molto più onerosa ed anche antieconomica.

In Italia si verifica il fatto della sovrabbondanza di mano d'opera non qualificata, che da un lato renderebbe difficile l'impiego di macchinario su vasta scala, per mancanza di personale idoneo a manovrarlo, e dall'altro lato resterebbe disoccupata nel caso di una più completa meccanizzazione dei cantieri edili. È quindi necessario, caso per caso, cantiere per cantiere, eseguire uno studio accurato per poter

giustamente progettare e dosare l'impiego del macchinario, in modo da poter conciliare la riduzione dei costi col maggior possibile impiego della mano d'opera, onde ottenere il miglior risultato economico. Solo col tempo, con il progressivo addestramento degli operai all'impiego delle macchine, si potrà migliorare l'attuale situazione, col risultato di eseguire a parità d'impiego di mano d'opera, un maggior quantitativo di lavori, ed in minor tempo.

Impostato il problema del cantiere edile nei termini di cui sopra, possiamo ora esaminarlo nei particolari, per giungere a quelle conclusioni che ci proponiamo di presentare.

Il macchinario, nei cantieri edili, salve rare eccezioni, viene impiegato poco razionalmente, ed il più delle volte in modo empirico, con impianti improvvisati e successivamente ampliati, che male rispondono allo scopo; gli stessi impianti, preventivamente studiati con criterio e con cura, darebbero certamente dei migliori risultati. I fatti lamentati dipendono da diverse ragioni:

1) Non tutti i costruttori sono dei tecnici, o dispongono di tecnici particolarmente al corrente in fatto di macchinario edile, e capaci di procedere allo studio razionale ed integrale di un impianto per un determinato cantiere. In genere i costruttori si limitano ad interpellare l'amico ed il collega che hanno già impiegato un tipo di macchina, per conoscerne il fornitore, le caratteristiche, il prezzo, il rendimento, il costo del funzionamento, e poi l'acquistano dalla Ditta costruttrice, la quale, il più delle volte non è in grado di fornire maggiori chiarimenti.

2) Non esistono in Italia delle ditte costruttrici di macchinari ed impianti edili, in grado di progettare e di suggerire alle Imprese le più convenienti disposizioni per impianti di cantiere, a partire dal più semplice e modesto, fino a giungere al più importante e più meccanizzato. Abbiamo però l'esempio di alcune Ditte che stanno sviluppando i loro uffici tecnici in modo da poter assistere il costruttore, e progettare per lui alcuni tipi di macchinari e d'impianti, ma limitatamente ad un solo settore di cantiere, e non nel suo complesso. Il più delle volte i costruttori si trovano di fronte a Ditte fornitrici di macchine, ed a loro rappresentanti, che si limitano a fornire la macchina, coi dati di catalogo e colle caratteristiche di impiego desunte da riviste tecniche straniere. All'atto pratico, nella maggior parte dei casi, l'esperienza sull'impiego delle macchine viene fatta dalle ditte costruttrici sui cantieri edili, a spese del costruttore, che funziona da cavia, e col suo buon senso, e coll'assistenza dei suoi tecnici ed operai, segnala gli inconvenienti, propone i rimedi, li attua, perfezionando l'impianto che gli servirà così migliorato, per i cantieri futuri.

3) La maggior parte dei costruttori, dato il ciclo lentissimo dei capitali investiti nell'industria, ha visto decurtare il valore di essi per effetto della svalutazione della moneta. Per far fronte alle

necessità di cassa per il finanziamento di nuovi lavori, e per l'organizzazione dei cantieri, deve forzatamente valersi del credito bancario, molto oneroso. D'altra parte, il rinnovamento di un'attrezzatura ed il suo ampliamento ed aggiornamento, per permettere ad un'Impresa di assumere qualunque genere di lavoro, la porterebbe ad un investimento di capitali dell'ordine di centinaia di milioni, con la prospettiva, una volta ultimato un determinato lavoro, di mantenere forzatamente inoperosi diversi impianti, fino all'apertura di altro cantiere. Potrebbe eventualmente noleggiarli ad altre imprese, ma dovrebbe nel complesso sottostare a forti spese per magazzini, depositi, manutenzioni, ecc.

4) Mancano in Italia degli ingegneri specializzati nello studio degli impianti di cantiere, e che siano al corrente di tutte le novità che si presentano in fatto di macchinari applicati all'industria edilizia moderna, e capaci di progettare, costruire gli impianti, e dirigerne il funzionamento.

5) Mancano o per lo meno scarseggiano gli operai specialisti capaci di montare gli impianti di cantiere, con tutte le particolarità ad essi inerenti. Così pure mancano gli operai qualificati, capaci di far funzionare una determinata macchina col massimo rendimento, e di procedere alle riparazioni e manutenzioni ordinarie.

Secondo il nostro modesto punto di vista, il problema potrebbe essere avviato ad una soluzione, con l'adozione dei seguenti provvedimenti:

1) Creazione, a cura dell'A.N.C.E. (Associazione Nazionale Costruttori Edili) di uno speciale ufficio tecnico di consulenza per impianti, costituito da tecnici ed Ingegneri che abbiano una larga esperienza fatta sui cantieri edili, e particolarmente all'estero. Eventualmente essi potrebbero essere assistiti, in un primo tempo, da tecnici americani e stranieri, specializzati in materia, in attesa della formazione di un gruppo di tecnici da inviarsi appositamente all'estero, col compito di studiare la tecnica dei cantieri edili, nei suoi particolari, e nelle possibilità di adattamento nel nostro paese.

Detto Ente dovrebbe essere sovvenzionato coi cespiti ricavati dagli studi di progetti di cantieri eseguiti per conto delle Imprese, e da un piccolo contributo da versarsi dalle Ditte fornitrici del macchinario e degli impianti attuati, sopra il valore fatturato alle Imprese.

L'Ente dovrebbe inoltre provvedere alla tenuta di un archivio molto aggiornato, riguardante tutti gli studi e progetti di cantiere, tutti i tipi di macchinari ed impianti adottati nei diversi casi; monografie su lavori eseguiti ed in corso, con particolare riguardo all'organizzazione dei cantieri, ai dati sul loro funzionamento, rendimento, costi, ecc. Dovrebbe anche pubblicare una rivista particolarmente studiata per spiegare ai costruttori i nuovi tipi di macchinari lanciati sul mercato, ed i più moderni impianti di cantiere realizzati in Italia ed all'estero.

I costruttori, gli Ingegneri, le ditte costruttrici di macchinario edile, avrebbero

il massimo interesse dalla realizzazione di un Ente creato per gli scopi suddetti.

2) Per facilitare la meccanizzazione dei cantieri edili, l'Ente di cui sopra dovrebbe creare alcuni centri, regionali, provinciali, a seconda dei casi e della richiesta, incaricati dell'acquisto, della manutenzione e del noleggio alle Imprese dei più svariati tipi di macchinari ed impianti occorrenti per un cantiere edile.

Le ditte fornitrici dei macchinari potrebbero cederli a detti centri anche su vasta scala, accordando loro l'assistenza tecnica di personale specializzato, per ottenere la massima efficienza e rendimento, e provvedere alla pronta manutenzione e riparazione.

L'Ente dovrebbe noleggiare alle Imprese il macchinario, fornendo, ove necessario, anche il personale adatto per la sua manovra e funzionamento. Gli introiti realizzati coi noleggi, dedotte le spese di esercizio dei magazzini, le quote di ammortamento, le manutenzioni, ecc. dovranno essere utilizzati per una metà per l'acquisto di nuovi tipi di macchinari, e per l'altra metà devoluti al finanziamento dei corsi di addestramento per lavoratori, di cui in appresso.

3) Istituzione, presso tutti i Poli-

tecnici d'Italia e scuole per tecnici edili in genere, di corsi speciali destinati a quegli Ingegneri e tecnici che desiderano approfondire i loro studi sulle caratteristiche dei cantieri moderni, sulla progettazione d'impianti ed attrezzature, e sul loro funzionamento e manutenzione. I corsi dovrebbero essere affidati ad Ingegneri dotati di larga esperienza per aver praticata la vita movimentata dei cantieri edili; e corredati da visite pratiche ad importanti cantieri di costruzioni allo scopo di rendere più pratico, interessante e facile l'insegnamento.

4) Istituzione di scuole di addestramento per capi montatori e tecnici per il montaggio ed il funzionamento del macchinario.

Corsi teorici serali e corsi diurni pratici sotto forma di apprendisti meccanici negli stabilimenti che costruiscono le macchine.

5) Istituzione, nelle scuole già esistenti per la qualifica dell'operaio edile, di corsi speciali, pratici, per quegli operai che intendono diventare conduttori di macchine edili; costituiti, anch'essi, da corsi serali d'insegnamento, integrati da apprendistato presso le Imprese.

Riteniamo, con quanto sopra esposto

di aver esaminato, sotto i suoi vari aspetti, il problema del cantiere edile, della sua modernizzazione e meccanizzazione, nel suo complesso, e quale oggi si presenta in Italia. Abbiamo pure esaminato le possibilità per una pratica risoluzione del problema stesso, nell'interesse dell'industria delle costruzioni, che è strettamente legato a quello dei tecnici, e dei lavoratori addetti, nonché a quello delle industrie meccaniche che lavorano per l'edilizia, nel quadro generale dell'economia del paese.

Non abbiamo ritenuto di fare un'arida esposizione di tipi di macchine e di attrezzature, limitandoci alla parte generale, che è la maggiormente interessante. Sopra quanto abbiamo esposto, la discussione può essere aperta a tutti, e ci auguriamo che altre idee possano scaturire, per portare a tangibili frutti, per il maggiore potenziamento della nostra industria edilizia, troppo trascurata e dimenticata, anche dai poteri responsabili, mentre è sempre stata tradizione e vanto degli italiani, che l'hanno esercitata, ed ancora oggi l'esercitano, da veri pionieri, in tutte le parti del mondo.

Franco Borini

## ORGANIZZAZIONE RAZIONALE DI CANTIERI STRADALI

L'organizzazione razionale di un cantiere stradale è compito di particolare complessità; in primo luogo l'estensione di terreno interessata dall'opera è molto notevole in rapporto alla sua entità, il che aggrava notevolmente l'onere dei trasporti, della sorveglianza e della direzione dei lavori e ne complica l'organizzazione; in secondo luogo l'opera stradale risulta costituita da un complesso di lavori di diversa natura, come movimenti delle terre, manufatti di mole e di arditezza diversissimi, gallerie, sistemazione di terreni franosi, soprastrutture, il che richiede notevole varietà di attrezzature particolari e di personale specializzato.

Organizzare razionalmente un lavoro vuol dire usare i mezzi più appropriati colle modalità più indicate, caso per caso: nel campo stradale l'enorme numero di casi possibili rende vana la ricerca di norme ben definitive, atte ad inquadrare l'argomento; la mancanza di una letteratura in merito ne è la più chiara conferma. Esistono quindi solo dei principi informativi che il tecnico deve sempre ricordare, applicandoli con l'aiuto del suo personale criterio. Tra questi spesso trascurato, ed a torto, è il principio di cercare di ridurre al minimo la durata dei lavori, in modo però che l'operaio possa rendere al massimo senza che si raggiunga, quindi, una eccessiva densità di mezzi lavorativi. Sarà compito del tecnico dirigente di predisporre il piano dei lavori in modo che sia dato il massimo impulso,

sempre nei limiti di convenienza, a quei lavori il cui prevedibile decorso è più lungo; l'opera sia pure iniziata contemporaneamente in tutti i punti in cui, in rapporto alle possibilità date dalla viabilità preventiva (o anche da quella che sarà opportuno creare nella fase preparatoria, ciò sia economicamente conveniente: si dovranno però concentrare i mezzi normali o si useranno i mezzi disponibili di maggiore potenza specifica ove gli ostacoli sono più marcati in modo da terminare contemporaneamente l'opera in ogni punto.

Principio base dell'organizzazione del lavoro è quello di poter fornire ad ogni unità lavorativa i mezzi per esercitare la sua attività: bisognerà quindi organizzare al più presto i trasporti su via provvisoria, apportatori di materiali di alimentazione ed asportatori di tossine a più d'opera; il programma dei lavori sarà studiato in modo che siano particolarmente intensificate, all'inizio, le opere necessarie perchè possa essere attivata, su tutto il tracciato, la via di servizio, opere che sono però di ridotta entità ancora più di quanto è ridotta la via provvisoria in rapporto alla via da costruire. Possibilmente la via di servizio deve essere continua, esercita dallo stesso mezzo di trasporto per tutto il tracciato e collegata alla viabilità esistente. Le interruzioni obbligate (ponti, gallerie, alti rilevati, profonde trincee) potranno anche essere rimosse in breve tempo con soluzioni

particolari (ponti di servizio, teleferiche, cunicoli) quando l'interruzione di continuità possa essere di troppo danno. Le interruzioni di notevole imponenza giustificano lo spezzarsi del cantiere.

Appena attivato il collegamento fra tutti i punti del cantiere il lavoro prenderà respiro: non mancheranno gli approvvigionamenti di materiali per le opere, le masse rocciose potranno essere portate, senza contrattamenti, alla loro destinazione finale. Aumenterà il rendimento ed il ritmo dei lavori migliorerà.

I mezzi di lavoro correntemente usati in Italia sono una logica conseguenza della necessità di dare il massimo impiego alle maestranze; non è però oggi lecito non considerare la possibilità di impiego delle attrezzature meccaniche particolarmente create per i lavori stradali, e ciò per parecchi motivi:

esse valgono a ridurre il costo di prima costruzione delle opere, qualora siano usate con criterio e cioè in quei lavori dalla cui imponenza ne è giustificato l'uso;

sollevano la manovalanza dai lavori più pesanti da svolgersi in cattive condizioni climatiche;

consentono l'adozione di modalità costruttive più corrette, di solito abbandonate perchè troppo costose, a discapito dei risultati;

riducono la durata dei lavori consentendo l'immediata entrata in reddito del bene che ne deriva (il bene-strada);

consentono una esecuzione più accurata particolarmente necessaria nella costituzione e rifinitura delle soprastrutture.

È corrente la convinzione che la massa dei disoccupati sia impieghibile, con buon rendimento, nei lavori in terra; è convinzione comoda, ma errata ché infatti anche in questi lavori occorre una preparazione, se non tecnica, fisica, un allenamento; chissà perché l'industria delle costruzioni civili deve segnare il passo nel cammino del progresso, rinunciando alla meccanizzazione, quando in tutte le altre industrie la meccanizzazione stessa, causa con altre della disoccupazione, è adottata senza ritegno?

Altre ragioni hanno ostacolato la meccanizzazione dei cantieri stradali nazionali; prima fra tutte la situazione del mercato dei lavori che non garantisce a nessuna impresa una continuità di attività sufficiente a consentire un comodo ammortizzo delle attrezzature di costo notevole. È questione da risolvere con urgenza e con buona volontà.

Sta di fatto che, oggi, non si può concepire una razionale organizzazione del lavoro senza considerare una adeguata meccanizzazione dei mezzi; prescindiamo pure dalle macchine troppo specializzate, adatte a territori di maggiore estensione ma non priviamo un cantiere di quelle poche unità che valgono a ridurre il costo dell'opera, la durata dei lavori e valgono anche al conseguimento di un bene di maggior efficienza.

Prima di scendere alla organizzazione dei lavori di dettaglio considero utile prospettare un esempio di grande semplicità, studiato in modo da illustrare alcune delle difficoltà sudennunziate; si vedrà, dallo schema che definisce le durate dei singoli lavori, come si siano seguiti i principi generali già esposti.

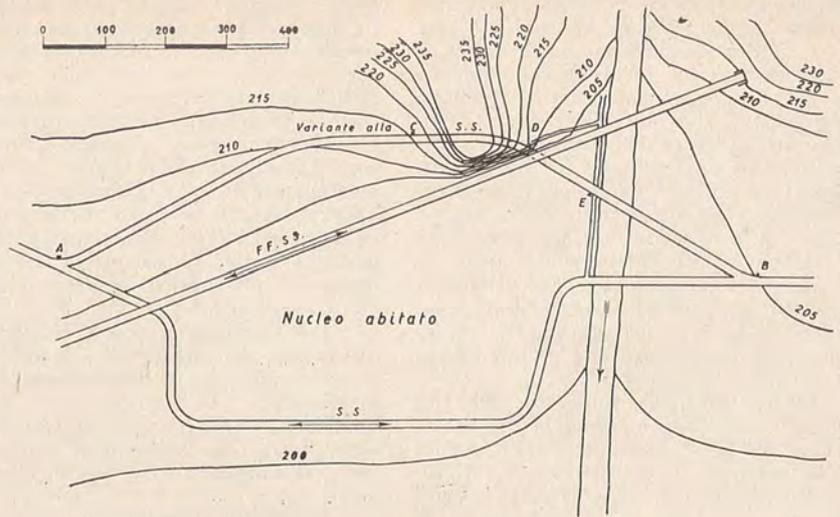
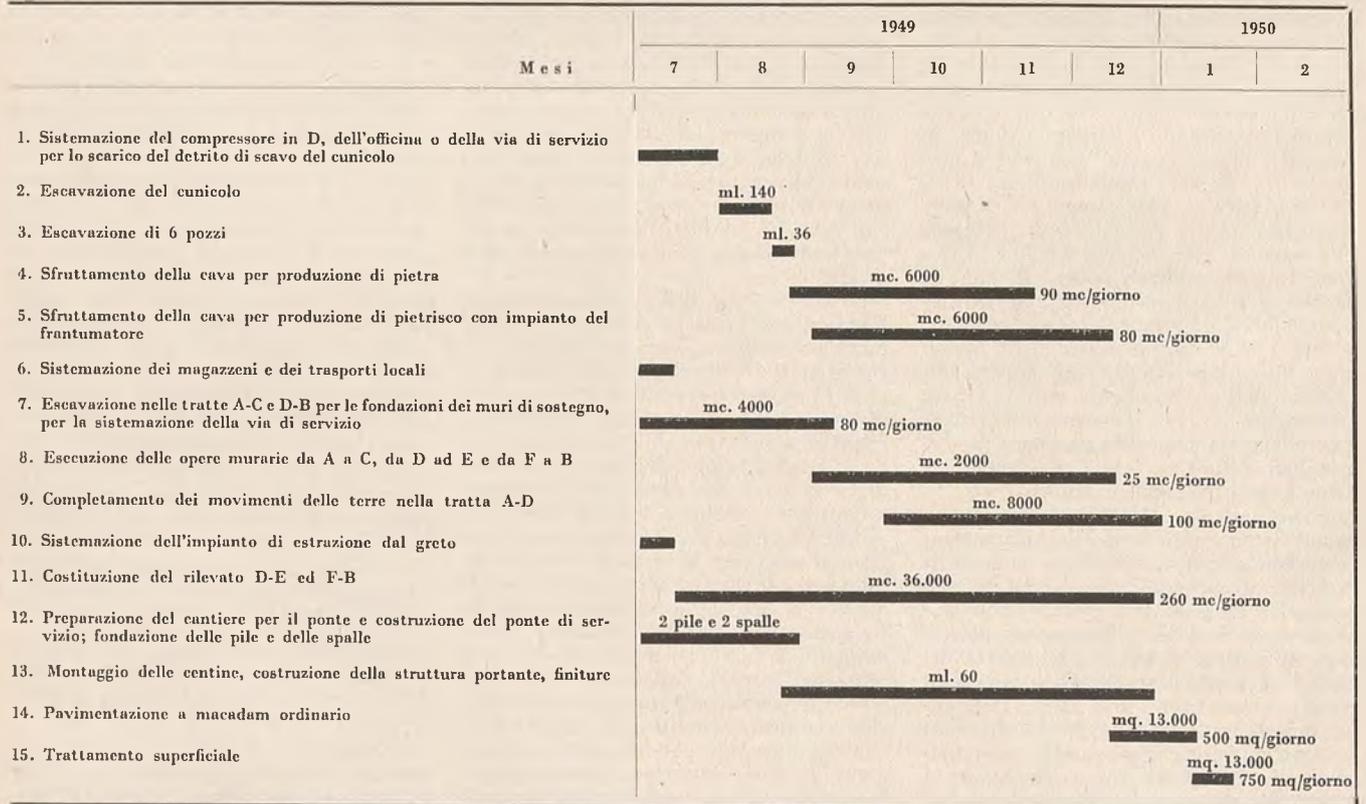


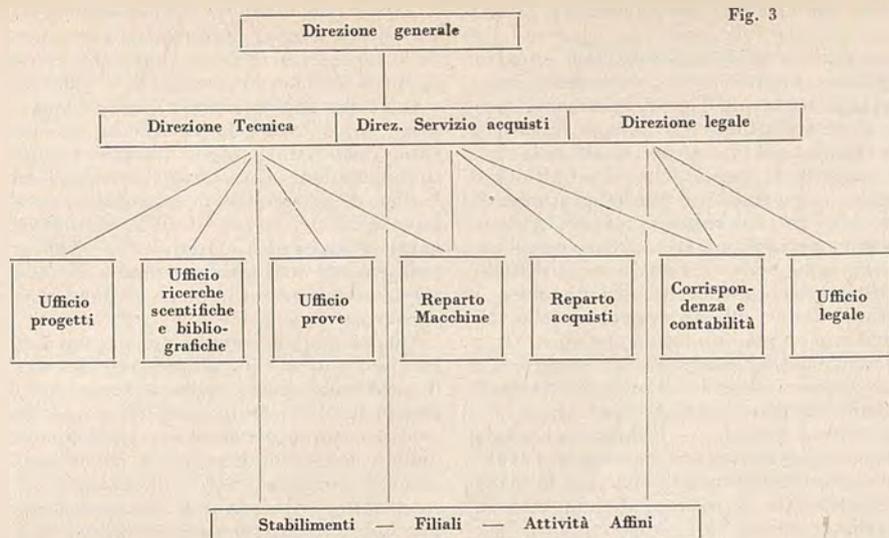
Fig. 1

Si deve costruire una variante, di Km. 1,2, collegante due punti A e B di una S. S. (v. fig. 1); l'opera è di entità ridotta e non richiede una attrezzatura eccezionale. La variante, intesa ad eliminare un incrocio a livello colla linea ferroviaria, una traversa abitata e la tortuosità del vecchio tracciato, parte da quota 205 e si innalza, sviluppandosi a mezza costa, fino a quota 211, necessaria per il sorpasso della strada ferrata; quindi si abbassa, attraversando il fondo valle su un alto rilevato ed il corso d'acqua su di un ponte a tre luci. La preesistente viabilità consente, oltrecché agli estremi, un comodo accesso in E, un accesso per strada a forte pendenza in D e l'accesso continuo nella tratta AC, DE ed FB su mulattiere o sul terreno naturale.

Parecchie decine di ml. di muri di sostegno e di controriva saranno costruiti col pietrame ricavando dallo scavo della profonda trincea fra C e D; la sabbia e ghiaia estraibili in gran quantità nel greto del corso d'acqua a regime torrentizio serviranno, oltrecché per gli impianti, anche per la formazione del rilevato fra D ed E; il compressore per la perforazione della roccia fra C e D può essere sistemato nelle immediate vicinanze di D con una fatica giustificata dal risparmio di tubazioni cui si dovrebbe ricorrere sistemando il compressore in E; l'approvvigionamento d'acqua è comodo in molti punti e non preoccupa; l'impresa giudica conveniente di organizzare il lavoro di scavo della trincea in roccia (calcare compatto) della tratta CD col

Fig. 2





metodo inglese, anche per dare al più presto il passaggio alla via di servizio; il pietrisco ricavato dall'escavazione del cunicolo viene sistemato a riporto nel rilevato DE; la perforazione procede nel solo senso da D a C.

Calcolata la velocità di avanzamento nello scavo del cunicolo, come verrà spiegato in seguito, si ricava il tempo necessario per l'apertura della galleria (di ml. 140) in giorni 20; nei pozzi occorrono 10 giorni; un mese è previsto per le sistemazioni esterne (compressore ecc.); i lavori sono condotti con una certa tranquillità, essendo concesso un periodo di mesi 8 per la consegna dell'opera.

Lo schema di figura 2 dà una chiara rappresentazione del decorso dei singoli lavori, molti dei quali sono collegati; nessuna difficoltà si incontra nella costruzione delle pile e delle spalle; dallo schema stesso risulta chiaro che è possibile ridurre i periodi di lavorazione, ove necessario, ma le riduzioni debbono essere introdotte considerando sempre l'intima relazione che collega i diversi lavori. L'esecuzione delle opere murarie al punto 8 è il lavoro più pesante; può essere iniziato solo dopo che la cava di roccia (trincea CD) è entrata in funzione nella sua fase di allargamento; adottando il conglomerato cementizio invece della muratura di pietra con malta con paramento a faccia vista si potrebbero accelerare notevolmente i lavori.

L'unico lavoro che è di durata già ridotta al minimo è la perforazione del cunicolo e dei pozzi, nei quali si è considerato di far lavorare il personale su tre turni per trenta giorni al mese, sempre procedendo per il cunicolo, dal polo estremo D e nei pozzi dal basso, iniziando contemporaneamente due pozzi per volta. Raddoppiando il numero dei perforatori si può ancora ridurre a metà il periodo di escavazione. I lavori relativi alla costruzione della sovrastruttura sono concentrati alla fine, per non impegnare per un periodo troppo lungo la attrezzatura meccanica necessaria; la costruzione della massicciata a mosaico di fondazione viene compresa nel punto 11 (costituzione del rilevato); la roccia in eccezione, per circa 5000 mc. viene impie-

gata nei rinterri. — La organizzazione imprenditrice, come da schema di fig. 3, provvederà alla assistenza tecnica, agli approvvigionamenti, ecc. —

Molto maggiori complessità possono presentarsi nei cantieri di maggiore importanza e per più marcate difficoltà di esecuzione e per trasporti più gravosi. Schemi del tipo di quello di fig. 2, accuratamente studiati a priori e fedelmente osservati nel corso dei lavori valgono a rendere più facile l'organizzazione del cantiere e del lavoro e più certo il felice esito.

L'organizzazione d'insieme dei lavori di cui vi è dato un facile esempio, deve però appoggiarsi all'organizzazione dei singoli lavori, studiata anche in rapporto ai mezzi disponibili.

Non starò a ricordare i diversi metodi d'attacco in trincea, di costituzione dei rilevati, ecc. metodi organizzativi ben noti ai tecnici. Cercherò di enunciare quei principi generali che risultano evidenti dallo studio dei diversi procedimenti di lavoro e che servono di guida nel distribuire i mezzi disponibili. — Espongo inoltre come può essere valutata la velocità di avanzamento della escavazione di un cunicolo, opera di particolare difficoltà organizzativa perchè costruibile con attacco su superficie limitata e non ampliabile.

La velocità di avanzamento in galleria deve essere calcolata in rapporto alla perforazione ed al marinaggio; il minore dei due valori risultanti, ove non possa essere aumentato, dovrà essere considerato il valore reale.

L'avanzamento in metri al giorno in rapporto alla perforazione sarà direttamente proporzionale al numero N dei perforatori contemporaneamente in azione, al numero di minuti M della giornata lavorativa ed al rendimento  $\alpha$ , del tempo di lavoro (considerando il tempo che si perde nella perforazione propriamente detta ed il tempo necessario per la carica ed il brillamento delle mine e la successiva ventilazione del cunicolo); inversamente proporzionale al tempo T specifico di perforazione (numero dei minuti per forare un metro di foro), al numero n dei fori contenuti

nella sezione retta del cunicolo ed al rendimento  $\beta$  dei fori [per la maggior (di m. 0.10 ~) lunghezza dei fori persa all'atto dello scoppio]. Ne risulta la:

$$[1] \frac{\text{metri di avanzamento}}{\text{giorno}} = \frac{N \times M \times \alpha}{T n \beta}$$

che nell'esempio riportato, per un cunicolo di mq. 5 circa (2 x 2,50) in roccia sana e compatta, di durezza ridotta, diventa:

$$\frac{\text{m. di av.}}{\text{giorno}} = \frac{2 \times 24 \times 60 \times 0,52}{15 \times 12 \times 1,085} = 7,65 \text{ m/g}$$

potendo lavorare, se pur con sacrificio, 2 martelli perforatori su tre turni di 8 ore al giorno ed essendo possibile sistemare 12 fori (di cui 4 centrali convergenti) nella fronte di attacco; la lunghezza

$$\text{di foro, data dalla } f = \sqrt{\frac{5mq.}{\pi}} = 1,26 \text{ m,}$$

ci permette di ricavare il valore di

$$\beta = \frac{1,26}{1,26 - 0,10} = 1,085.$$

L'avanzamento giornaliero in metri in rapporto al marinaggio risulta direttamente proporzionale al numero O degli operai impiegabili, alla potenza specifica P di marinaggio (metri cubi rimossi all'ora da un operaio), alla durata D della giornata lavorativa in ore ed al rendimento  $\gamma$  della durata stessa; inversamente proporzionale alla sezione S (che è però in relazione con O) moltiplicata per 1,1 (maggiorazione dovuta alla irregolarità del perimetro dello scavo e per  $\delta$ , aumento di ingombro della roccia per la frantumazione. Ne risulta la

$$[2] \frac{\text{metri di avanzamento}}{\text{giorno}} = \frac{O \times P \times D \times \gamma}{1,1 \times S \times \delta}$$

che, nell'esempio suddetto diventa:

$$\frac{\text{m. di av.}}{\text{giorno}} = \frac{2 \times 1,5 \times 24 \times 0,75}{1,1 \times 5 \times 1,35} = 7,3 \text{ m/g}$$

Il valore di P è in relazione allo sbraccio richiesto e può essere maggiorato coll'uso di una leggera attrezzatura meccanica facilmente allontanabile e installabile (p. es. un nastro trasportatore mobile). Qualora, per cunicoli di sezione maggiore, si volesse ricorrere a macchine escavatrici (caricatrici) il valore di  $\gamma$  deve essere ridotto a 0,5 ÷ 0,3.

Da quanto è esposto risulta quindi lecito assumere, per l'esempio riportato, la velocità di avanzamento di ml. 7 al giorno con una produzione giornaliera di pietrisco di mc.  $5 \times 1,1 \times 1,35 \times 7 =$  mc. 52 circa; l'avanzamento nei pozzi, pur non richiedendo marinaggio in prossimità della fronte di attacco, per la minor comodità di lavoro di perforazione non può essere accelerato.

Il primo e più noto principio generale che risulta evidente dallo studio dei metodi organizzativi dei lavori in terra è quello di concentrare gli sforzi iniziali, anche se ne consegue un basso rendimento (però per un lavoro di entità ridotta), allo scopo di aprire una breccia nella resistenza della natura attraverso la quale altre unità lavorative possano esplicare la loro attività. Tale principio figura nello

«grotto» nel quale il masso distaccato dalla fronte di attacco è demolito ed asportato dagli operai di seconda schiera, mentre quelli di prima schiera continuano nella loro azione di attacco; figura nello scavo della trincea col metodo dell'attacco in cunetta e dell'attacco inglese dove la preventiva esecuzione della cunetta e del cunicolo consente, in fase di allargamento, l'impiego di gran numero di mezzi lavorativi per la notevole estensione del fronte di lavoro; figura anche per le stesse ragioni nello scavo in galleria.

Altri principi suggeriscono di fare in modo che il trasporto dei materiali avvenga col minor numero di mezzi, che la via sia sistemata al più presto possibile, senza spostamenti nel corso dei lavori che portano interruzioni di attività, che i mezzi di trasporto a notevole distanza (decauville e automezzi) possano avvicinarsi al massimo e alla fonte di produzione del materiale e al luogo di deposito definitivo e che la loro utilizza-

zione sia massima, con riduzione al minimo del tempo perso al carico ed allo scarico. — Particolari installazioni vengono edificate e particolari attrezzature meccaniche usate per l'applicazione dei suddetti principi, quali le trameghe di carico, i nastri trasportatori, carriribaltabili, ecc.; le spanditrici meccaniche ed i bull-dozzer servono egregiamente per lo spostamento di massi in provvisorio deposito. Attrezzature speciali sono state create per poter usare, nello scavo delle trincee, il metodo dell'attacco superficiale senza subire i ritardi dovuti allo spostamento della via di servizio, quali gli aratri elevatori. Oggi si tende ad abbandonare gli armamenti provvisori ricorrendo all'impiego di veicoli particolarmente costruiti per transitare su terreni sciolti. — Il primo principio esposto suggerisce di impiegare l'eventuale escavatore in dotazione per lo scavo della cunetta di attacco di una trincea, dando mandato alla manovalanza per la fase di allargamento e completamento dello scavo.

Infine non è lecito tralasciare l'argomento relativo ai cantieri di costruzione delle soprastrutture. Essi possono valersi di un complesso di attrezzature studiate e costruite appositamente per la costruzione, la finitura e la protezione provvisoria dello strato; nelle pavimentazioni in conglomerato cementizio il loro impiego è una delle condizioni essenziali per il buon esito del lavoro, date le particolari caratteristiche del materiale. — Non si può parlare di organizzazione razionale senza considerare l'impiego di macchine da lavoro.

Questa rapida scorsa dell'argomento, pur non potendo inquadrare rigidamente il problema spero valga a ricordare i principi basilari che in qualunque caso e con qualunque mezzo si lavori, debbono guidare di grande massima il criterio del tecnico dirigente, alla cui capacità è sempre devoluta la più assennata ed appropriata interpretazione di essi.

Carlo Becchi

## Il cantiere per scavo di gallerie

Alcune osservazioni, suggerite più che altro dalla pratica, possono riuscire utili a chi si propone di studiare l'organizzazione tecnica di un cantiere per lo scavo di gallerie. La materia logicamente è troppo vasta per poter essere raccolta in un breve articolo; lo scavo di gallerie di qualsiasi tipo e per qualsiasi destinazione rientra nell'ambito dell'arte mineraria che, appunto perchè tale, non può essere trattata in tutta la sua essenza; si potranno cioè dare esempi, suggerire sistemi, etc., ma non si potranno mai abolire certi imprevisi di diversa natura per i quali sarà essenziale l'iniziativa o meglio l'estro delle persone a cui sono affidate questi lavori. Una conseguenza naturale di queste premesse è il fatto che per lo scavo di una galleria non si può definire un preventivo di esecuzione con la stessa sicurezza con la quale si preventiva una macchina, una casa, etc. Necessità quindi assoluta di attuare una perfetta organizzazione di cantiere in modo di far aderire il più possibile la realtà al programma. L'importanza di questo studio preliminare è comprovata dai risultati pratici: in una galleria di 10 mq. di sezione con una discreta organizzazione si sono ottenuti 6 mt. di avanzamento in 24 ore di lavoro con un successivo perfezionamento si è giunti a 9 mtl., ed infine si è potuto avere ben 12 mtl.

1. — L'organizzazione di questo cantiere deve avere, prima di tutto, a disposizione un profondo studio geologico del tracciato della galleria; spesso sono consigliabili anche sondaggi geofisici, in collaborazione con lo studio geologico, per acquisire particolari conoscenze su certe zone. Se il tracciato non potrà essere variato per la previsione di difficili attraversamenti, si potranno almeno predisporre i mezzi più adatti per superarli; la conoscenza della natura e della giacitura delle rocce da attraversare sarà indispensabile per la perforazione, per la posizione delle

mine, per l'armatura eventuale, per la muratura, etc.

Non si possono assolutamente trascurare questi elementi se si vuole, con una certa approssimazione, stabilire un programma di esecuzione, eseguire un preventivo di spesa, organizzare tutti i servizi necessari ed utili.

2. — Se analizziamo i prezzi di costo delle gallerie di una certa entità, costruite in questo ultimo secolo, notiamo che la spesa incidente per gli impianti di cantiere è sempre aumentata con il successivo e costante perfezionamento dei mezzi meccanici impiegati mentre un tempo erano sufficienti pochi martelli perforatori di costo limitato, vagonetti, pale a mano, etc., ora si deve giungere ad una attrezzatura complessa e costosa generalmente proveniente dall'estero, poichè gli impianti minerari italiani non giustificano un'industria del genere. D'altra parte si nota che il prezzo di costo per ml. o mc. è notevolmente diminuito, tanto da rendere possibile l'esecuzione di certe gallerie che un tempo non erano state realizzate per il loro costo eccessivo. Questa riduzione è stata possibile unicamente per l'aumentata velocità di scavo: sono ormai lontani per una galleria di sezione media i 3 ml. al giorno, che eccezionalmente potevano essere portati a 5, attualmente sono normali i 9 ml., che qualche volta vengono spinti a 12.

L'organizzazione del cantiere per lo scavo di galleria costituisce quindi l'operazione principale: le opere, le installazioni ed i servizi devono corrispondere esattamente ai lavori da eseguirsi in modo razionale, sicuro ed economicamente vantaggioso: ogni elemento deve essere accuratamente vagliato e studiato, i mezzi meccanici da mettere a disposizione devono essere perfettamente conosciuti per poterli sfruttare secondo le previsioni. Solamente ad un'ottima organizzazione del cantiere potranno corrispondere un buon

andamento del lavoro, l'impiego del tempo programmato e quindi il previsto costo complessivo dell'opera. Troppe sorprese si sono avute in questo campo dovute solo ad una mediocre organizzazione dei servizi, per non insistere su questo punto così essenziale e così predominante.

3. — Non è possibile soffermarsi sulla disposizione e costruzione dei vari edifici ed impianti che costituiscono il cantiere esterno: cabine di trasformazione o generatori di energia, compressori, forgie ed officine, magazzini, etc., devono essere proporzionati all'entità e qualità dei lavori spesso all'ubicazione stessa delle gallerie: troppo vaste risultano quindi le osservazioni per poter essere trattate in questo articolo. Preferiamo d'altra parte accennare soltanto ad alcune innovazioni interessanti una migliore organizzazione dei lavori al fronte di scavo.

4. — Il problema più importante che si presenta per lo scavo di gallerie è quello relativo alla perforazione ed al caricamento dei prodotti delle mine. Essenziale per l'imprenditore è adottare quei mezzi che gli permettono di ottenere le massime velocità di perforazione dei fori da mina, per giungere quindi al maggior numero di metri di avanzamento giornaliero ottenendo così un risparmio notevolissimo di mano d'opera impiegata, corrispondente ad una rilevante riduzione del costo totale.

I mezzi meccanici per la perforazione continuano ad essere azionati ad aria compressa i pochissimi tipi elettrici non trovano ancora pratica applicazione particolarmente nelle rocce a durezza alta e media. D'altra parte anche nei martelli perforatori comuni sono stati apportati in questi ultimi tempi miglioramenti sensibilissimi: a parità di peso un martello moderno ha una velocità di perforazione del 50% superiore a quello che si poteva ottenere con lo stesso tipo anteguerra.

Va notata la rapida scomparsa in tutte le macchine perforatrici dell'iniezione d'aria per la pulizia del foro: viene sostituita con l'acqua che evita la formazione di polveri tanto dannose alla salute degli operai. Nello studio dell'organizzazione dei servizi va quindi tenuto presente questo rifornimento di acqua al fronte di avanzamento: la pressione dell'acqua al martello non deve superare i 3 Kg./cmq. per non danneggiare la macchina con l'asportazione del lubrificante; alquanto discussa è la quantità necessaria: secondo il nostro parere non si può scendere sotto i 6 l./m' senza il pericolo di « impastare » il fioretto e di creare un ambiente solo apparentemente puro. Secondo risultati pratici l'iniezione d'acqua non esclude assolutamente la formazione di polveri, ma affinché queste rientrino nel limite sopportabile (1200 particelle per cmc.) è indispensabile che l'acqua nel foro sia abbondante e comunque non inferiore alla portata precedentemente accennata.

I vari tentativi di aspirazione delle polveri dal fioretto o dall'orifizio stesso del foro non hanno trovato fino ad ora pratica applicazione particolarmente per le complicazioni meccaniche: sarebbe però bene aggiungere ad una soluzione di questo importantissimo problema poichè con l'aspirazione dal fioretto si realizzerebbe un ambiente veramente puro con trascurabilissime presenze di polveri (come hanno dimostrato alcune perforazioni sperimentali: particelle 800 per cmc.; mentre con l'iniezione d'aria sono normali 11000 particelle per cmc.).

La meccanizzazione più completa di un moderno cantiere per galleria si ottiene con l'adozione di carrelli perforatori ad avanzamento automatico e con l'uso di pale meccaniche pneumatiche per il caricamento del materiale sui vagonetti. Schematicamente il carrello perforatore a due martelli è rappresentato nelle figure 1 - 2 - 3 con l'indicazione delle misure di ingombro (carrello perforatore della ditta

JOY). Esso è composto di un carrello a scartamento facilmente variabile che porta due bracci, a comando idraulico, ai quali sono applicati, mediante supporti a snodo, le slitte di sostegno dei martelli: l'avanzamento di questi è dato da un motore ad aria compressa a mezzo di catena Galle; con la regolazione dell'aria a questo motore si agisce facilmente sulla velocità di avanzamento. Il carrello viene posto rapidamente in opera al fronte: una colonna a cannocchiale azionata da pressione pneumatica prima, per il rapido spostamento, idraulica dopo, per il completo contrasto contro la galleria, assicura la stabilità del carrello che viene anche bloccato da due freni a vite azionati sulle ruote. I bracci possono ruotare in senso orizzontale e sollevarsi con una pressione idraulica, mentre le slitte possono assumere la posizione desiderata mediante lo snodo. In questo modo possono eseguirsi tutti i fori per la volata di galleria di mt. 3,60 x 3,60 permettendo di realizzare un avanzamento a piena sezione. Sul carrello sono montati martelli perforatori del tipo pesante ad iniezione di acqua con dispositivo di avanzamento meccanico, in modo da ottenere il minimo sforzo e la minima perdita di tempo nella perforazione.

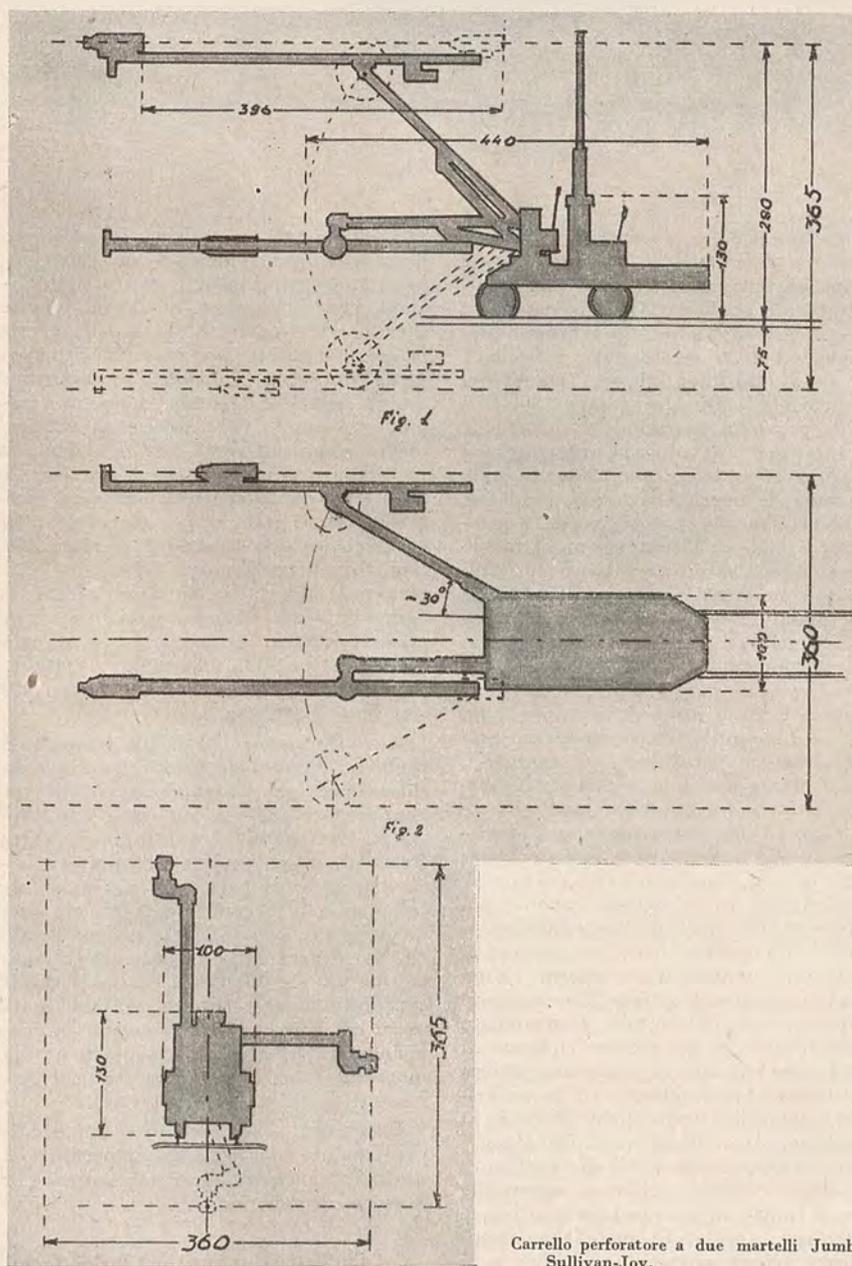
Secondo la casa costruttrice è possibile ottenere con questa macchina una velocità di perforazione di 60 cm. al m', con un rendimento percentuale di tempo lavorato rispetto al tempo complessivo di perforazione del 75%; secondo la stessa il tempo totale necessario per la perforazione di una volata di trenta fori (15+15) della profondità media di mt. 1,80 è ridotto ad 80 minuti, di cui 10 sono calcolati per la messa in opera del carrello ed altrettanti per l'allontanamento dal fronte. Questi elementi variano naturalmente con il variare della durezza della roccia.

Questi risultati possono essere ottenuti con una squadra ben addestrata di operai e con una distribuzione ben studiata di fori. Sono comunque da considerarsi molto lusinghieri e certamente, in confronto dei metodi usati in precedenza, con questi sistemi si può aumentare di 3 ed anche 4 volte l'avanzamento giornaliero in galleria ottenuto con i mezzi meccanici precedenti.

Lo stesso carrello è costruito con un martello solo per le piccole gallerie; esistono d'altra parte carrelli con numerosi martelli, adatti alla sezione della galleria che si vuole costruire; in questi casi generalmente si installano su una struttura metallica, a profilati, i martelli con i relativi bracci in modo che ciascuno possa perforare su una superficie di 4 mq. Altre ditte costruiscono tipi diversi di carrelli con risultati analoghi.

Con questi martelli pesanti debbono essere usate aste (fioretti) in acciaio tondo forato da 32 mm. di diametro con impugnatura ad alette, di lunghezza variabile da mt. 2,50 a 3; per queste, particolare attenzione deve essere usata nella scelta dell'acciaio e nella tempera delle estremità.

Per tutti i mezzi meccanici di perforazione si generalizza ormai l'uso delle punte fissate all'asta con filettatura. Non possiamo soffermarci ad illustrare dettagliatamente le caratteristiche di queste punte ed i vari tipi esistenti; vogliamo però soltanto far notare questo principio base: con una punta si deve riuscire ad ottenere la perforazione completa di un foro



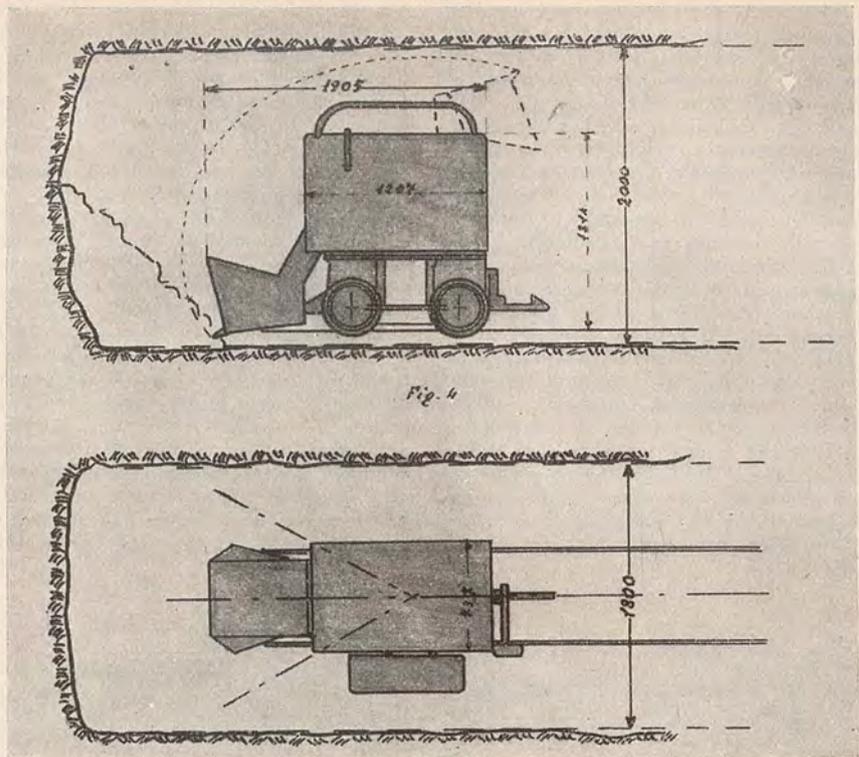
Carrello perforatore a due martelli Jumbo Sullivan-Joy.

da mina in rocce di qualsiasi durezza; si considera la lunghezza media del foro per una volata normale di mt. 2,50. In questo modo è evitato il cambio della punta o dell'asta che fa perdere molto tempo ed il martello può lavorare effettivamente alla perforazione durante la maggior parte del tempo in cui si trova davanti al fronte di scavo.

È necessaria quindi la conoscenza della roccia da perforare ed in relazione si deve compiere lo studio accurato del tipo di acciaio più adatto alle punte da adottare ed il trattamento da eseguire per ottenere i migliori risultati. Per le rocce durissime sono consigliabili le punte con placchette di metallo duro: mentre un tempo venivano solamente usate per i martelli a mano con grande numero di colpi leggeri, ormai possono resistere all'urto provocato dai martelli più pesanti; l'alto costo, la provenienza estera ed il pericolo di perdita per incaglio, rottura o smarrimento ne limitano ancora l'uso. D'altra parte rispetto alle punte di acciaio hanno l'inconveniente di avere un angolo di taglio molto forte che riduce notevolmente la velocità di avanzamento. Con le punte di acciaio si può realizzare invece l'angolo più adatto al tipo di roccia ed il costo è molto limitato: le nostre industrie si stanno attrezzando per la costruzione di queste punte in serie e prove eseguite sugli acciai « COGNE » hanno dato risultati veramente ottimi, superiori a quelli ottenuti con le punte di fabbricazione estera.

L'ufficio del cantiere deve essere in grado di fornire le punte necessarie alla perforazione: si tratta di una attrezzatura alquanto complessa che comprende macchine per la forgiatura o stampaggio, forni per la tempera, mole per la rettifica, etc. Si giungerà perciò certamente a fornire al cantiere da parte di qualche ditta particolarmente attrezzata le punte pronte per l'uso, e la stessa ditta provvederà a ritirarle per rimetterle in efficienza; si libera in questo modo l'organizzazione del cantiere da uno studio molto delicato che richiede speciali cognizioni tecniche in un campo particolarmente vasto.

5. — Un altro problema che deve essere attentamente considerato è quello del caricamento e trasporto del materiale. L'uso della pala strisciante (scraper) ha ricevuto un duro colpo dai più recenti tipi di pala meccanica pneumatica: mentre la prima è destinata ormai a particolari lavori, la seconda acquista sempre maggior diffusione per la varietà di tipi che si adattano a qualsiasi sezione di galleria, alla rapidità delle manovre, etc. Le figure 4 e 5 rappresentano schematicamente il tipo più piccolo e le sue dimensioni: si vede come essa si adatta a gallerie di sezione normale, potendo anche compiere nello sgombrò uno spostamento di 40° da ogni lato. Sul rendimento di queste macchine hanno notevolissima influenza tutte le manovre dei vagoncini necessari per lo sgombrò. Mentre l'addestramento degli operai all'uso di questi nuovi mezzi meccanici può essere acquisito rapidamente, i particolari sul rifornimento dei vagoncini devono essere studiati razionalmente: se per es. la sezione della galleria lo permette si può adottare sopra il binario normale fisso uno scambio leggero mobile, che si tiene costantemente ad una certa distanza dal fronte (20 ÷ 30 ml.);



su questo possono scambiarsi le diverse macchine operatrici e possono trovare posto i vagoncini vuoti e pieni costituenti il treno di servizio. Altri accorgimenti possono essere studiati in relazione alla sezione ed al tracciato della galleria.

6. — Il consumo di aria compressa per i carrelli perforatori (fino a 5000 litri al m' per ogni martello) e delle pale meccaniche è notevole; naturalmente non si può avere un buon rendimento facendo funzionare le macchine a pressione ridotta. L'installazione dei compressori deve quindi essere studiata accuratamente, tenendo presente che i vecchi coefficienti di simultaneità sono ormai superati dalla rapidità delle manovre e principalmente dalla resistenza delle punte in qualsiasi roccia: se un tempo un coefficiente di 0,50 ÷ 0,60 poteva considerarsi buono, ora viene spinto a 0,80 ed in qualche caso a 0,90.

7. — La ventilazione va presa in seria considerazione per ridurre al minimo il tempo necessario alle « sfumate »: normalmente viene usato il sistema aspirante che oltre ad assicurare un tempo brevissimo (10 ÷ 15 m') mantiene la galleria per tutta la sua lunghezza completamente sgombra dai fumi. Questo tipo è poi indispensabile oltre una certa lunghezza, perchè altrimenti occorre far giungere al fronte una quantità di aria enorme prima che i fumi escano all'esterno. Il ventilatore elicoidale, con la ventola direttamente calettata all'asse del motore elettrico di costruzione speciale, assicura una ottima ventilazione fino a 500 ml. ed ha pochissimo ingombro: si può anche invertire la ventilazione con buoni risultati. Dopo i 500 ml. viene spesso usato un ventilatore elicoidale, che è facilmente spostabile verso il fronte, in serie con un ventilatore centrifugo: questo, di installazione più delicata, viene portato in avanti ogni

400 ÷ 500 metri ed assicura la pressione necessaria per lunghezze di tubazioni assai rilevanti. L'ultimo tratto di tubazioni verso il fronte per 10 ÷ 15 ml. rientra a cannocchiale nel tubo fisso della ventilazione: in questo modo quando il personale ritorna in cantiere, fa avanzare questo tubo che assicura lo sgombrò rapido dei fumi. Per gallerie di sezione media sono sufficienti 500 l. al m'; il ventilatore elicoidale ha una potenza di 5 ÷ 6 HP e quello centrifugo di 15 HP fino a 2000 ml. di galleria; per questa portata è sufficiente una tubazione di circa 300 mm. di diametro (lamiera 1000 × 2000 × 2,5 piegata a tubo) che da una perdita di carico di 2 mm. di acqua ogni 10 ml. con quella portata; scompaiono le flangie piane, sostituite da un innesto a maschio e femmina con guarnizioni di canapa per una tenuta perfetta.

8. — Numerosi ed altri importanti problemi dovrebbero essere presi in considerazione per l'organizzazione di un cantiere per galleria, sui quali non possiamo trattenerci in queste brevi note. Basta accennare ancora all'armatura, all'armamento, al personale: per quest'ultimo va notato come per tutti gli altri lavori la rapida scomparsa del manovale che per il progredire dei mezzi meccanici non ha più ragione di esistere; il perforatore deve saper perforare, ma anche armare ed avere certe conoscenze meccaniche per poter usare razionalmente le macchine a sua disposizione (carrelli perforatori, pale meccaniche, etc.).

Da quanto sopra esposto si può giudicare quanto sia delicata, importante e vasta l'organizzazione di un cantiere per lo scavo di galleria.

Cigliuti Giovanni - Clerici Luigi

# IL CANTIERE PER OPERE MARITTIME

Le opere marittime, considerate sotto l'aspetto dell'attrezzatura del cantiere, possono essere divise nei seguenti gruppi:

I - Opere di difesa e muri di sponda a massi artificiali in calcestruzzo.

II - Opere di difesa e muri di sponda a cassoni monolitici in béton armato.

III - Bacini di carenaggio.

IV - Muri di sponda in aria compressa.

V - Muri di sponda con fondazione a pozzi.

VI - Muri di sponda eseguiti all'asciutto al riparo di ture.

VII - Pontili e muri di sponda a palancole.

Mentre i cantieri degli ultimi gruppi, dai muri di sponda in aria compressa ai pontili, sono generalmente analoghi a quelli dei corrispondenti lavori eseguiti all'infuori dei porti, e, pur presentando qualche particolare caratteristica, in relazione allo scopo, all'estensione o alla esposizione delle opere da costruire, non si distaccano sensibilmente da quelli, i cantieri delle opere di difesa e dei muri di sponda, sia a massi che a cassoni, rappresentando invece il caso tipico delle opere marittime; sono questi ultimi che costituiranno l'argomento della nostra breve rassegna.

Opere che vorrebbero una speciale trattazione sono invece i bacini di carenaggio; ci limiteremo a ricordare il

bacino di Le Havre, la cui platea è costituita da un unico cassone in aria compressa, incorporato nell'opera, della lunghezza di mt. 345 e della larghezza di m. 60, (costruito al riparo di una tura) che, nella fase di galleggiamento, aveva un dislocamento di 46.000 Tonn.; quello di Cadice costituito dall'unione di 14 cassoni in conglomerato armato con sezione ad U, del dislocamento di 3000 Tonn. ciascuno, costruiti su di un bacino galleggiante; quello attualmente in costruzione a Napoli per il quale sono state disposte esternamente alle fiancate due robuste passerelle di servizio in béton armato, sostenute da pile circolari di 3 m. di diametro, con fondazione al di sotto della platea del bacino; su queste passerelle sono le rotaie di scorrimento di due ponti mobili a travata metallica, ai quali sono sospesi il cassone ad aria compressa (di m. 60 x 13) per il getto della platea e quello per il getto delle fiancate.

I tre tipi di bacino, cui abbiamo fatto cenno, mostrano chiaramente come ogni cantiere per questi lavori costituisca un caso particolarissimo; la necessaria brevità di questi appunti ci impedisce di esaminarli nei loro interessanti dettagli.

## Cantieri per le opere di difesa, e per muri di sponda a massi artificiali.

### a) Le cave.

Possono queste essere adiacenti al cantiere, caso favorevole, ma purtroppo

non sempre realizzabile; molte volte non basta una sola cava e si deve ricorrere a due ed anche tre cave diverse; generalmente si preferiscono quelle in diretto contatto col mare per ridurre il costo di trasporto utilizzando mezzi marittimi, anche in considerazione che un buon terzo della produzione della cava è destinato ad essere scaricato direttamente in mare per costituire le sottostrutture. Il vantaggio perciò di avere in cava un pontile o una banchina per l'imbarco degli scogli e dello scapolame destinati alla sottostruttura delle dighe, è fattore decisivo nel costo di produzione; in questi casi allo stesso pontile si imbarca il pietrame destinato alla produzione del pietrisco, che generalmente si eseguisce al cantiere di costruzione dei massi. Nei trasporti marittimi la maggiore distanza ha molto minore influenza che in quelli terrestri e non è raro il caso di cave poste ad una distanza di alcune decine di chilometri dal luogo d'impiego, come per es. ad Algeri; in tali casi però la bontà dell'impianto sta tutta nella scelta opportuna dei mezzi di trasporto marittimo, che possono ed anzi devono essere di notevole portata, e particolarmente nell'accurata disposizione di un sicuro ancoraggio al punto d'imbarco, fino alla creazione di un vero e proprio porticciolo di servizio adiacente alla cava; quest'opera accessoria, talvolta dispendiosissima, sarà, nel caso di grandi opere, largamente compensata dal costo di esercizio.

È ovvio che la qualità della pietra è fattore importantissimo sia per le scogliere come per i calcestruzzi; è fattore addirittura negativo l'eccesso del materiale di scarto dato dalla cava; danno diretto, in quanto riduce la proporzione del materiale utile, indiretto, in quanto ne aumenta il costo per la maggiore spesa di discarica. A questo proposito, oltre all'accorgimento del lavaggio, che permette in molti casi l'utilizzazione del 95% del materiale di cava, non sono mai studiati abbastanza accuratamente i diagrammi della produzione di cava e del consumo delle varie pezzature, che permettono, se ben combinati, l'utilizzazione costante durante il lavoro di tutto il materiale minuto nella produzione del calcestruzzo, senza incorrere, nell'ultima fase, nella sua perdita quasi totale; questo, in particolare, avviene molto comunemente nella costruzione dei muri

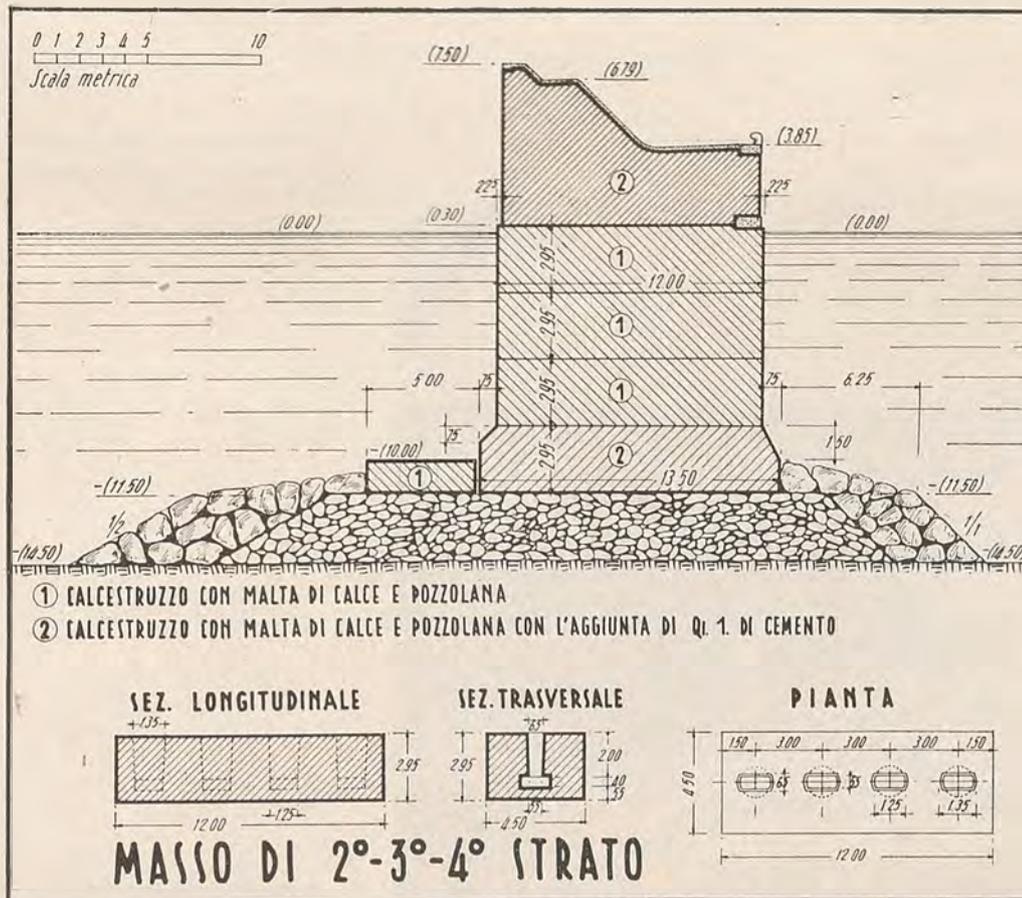


Fig. 1 - Sezione trasversale II tratto della Diga Forneca a difesa del Bacino di Sampierdarena nel Porto di Genova.

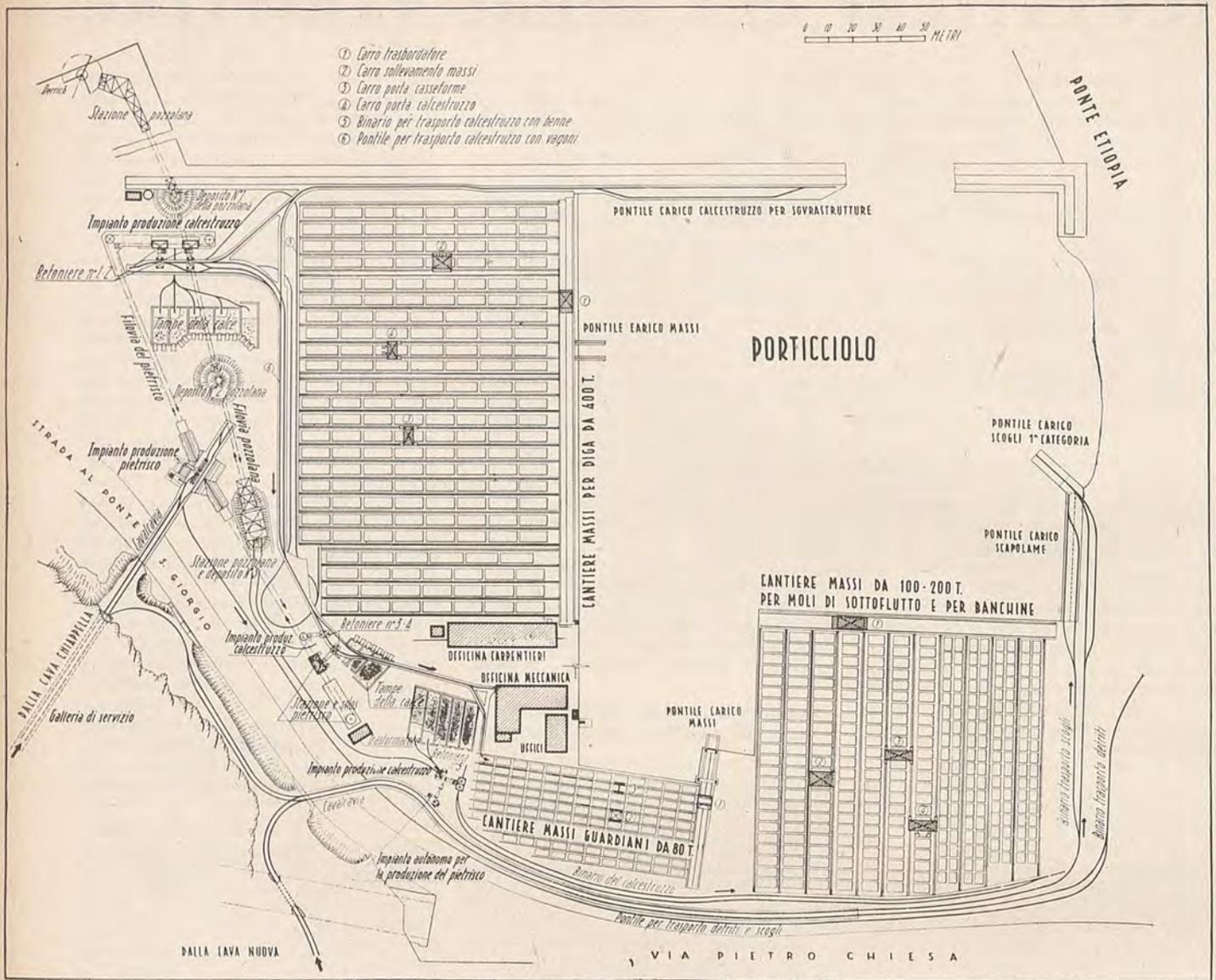


Fig. 2 — Planimetria Cantiere « FINCOSIT » nel Porto di Genova.

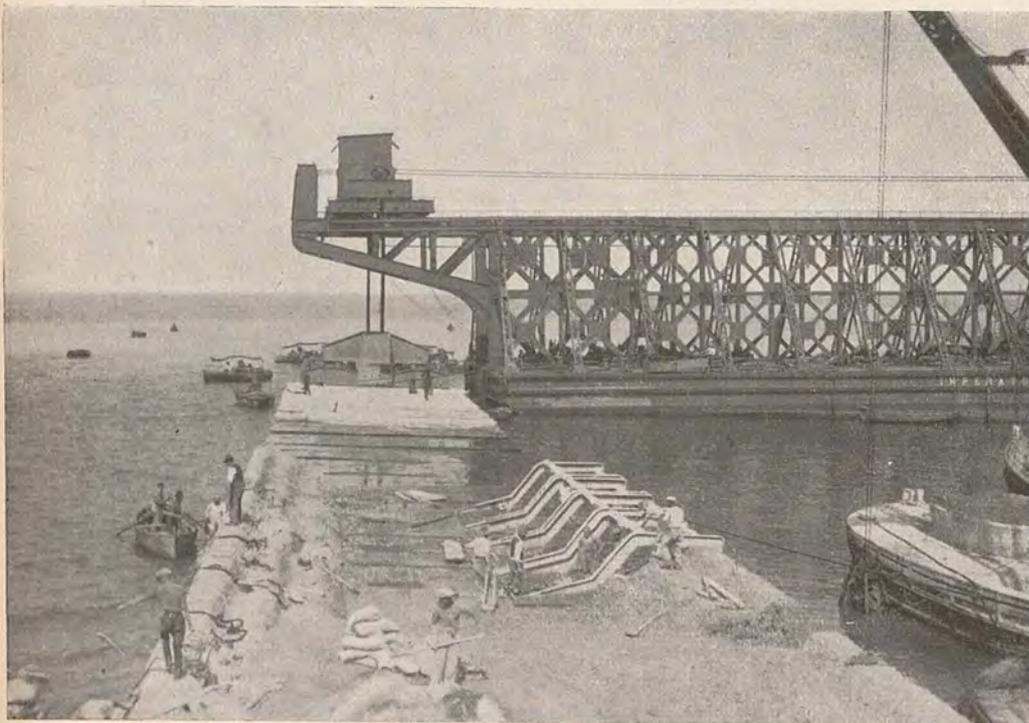


Fig. 3 — Il Pontone « IMPERATOR » al lavoro per la posa dei massi della Diga Foranea del Porto di Genova.

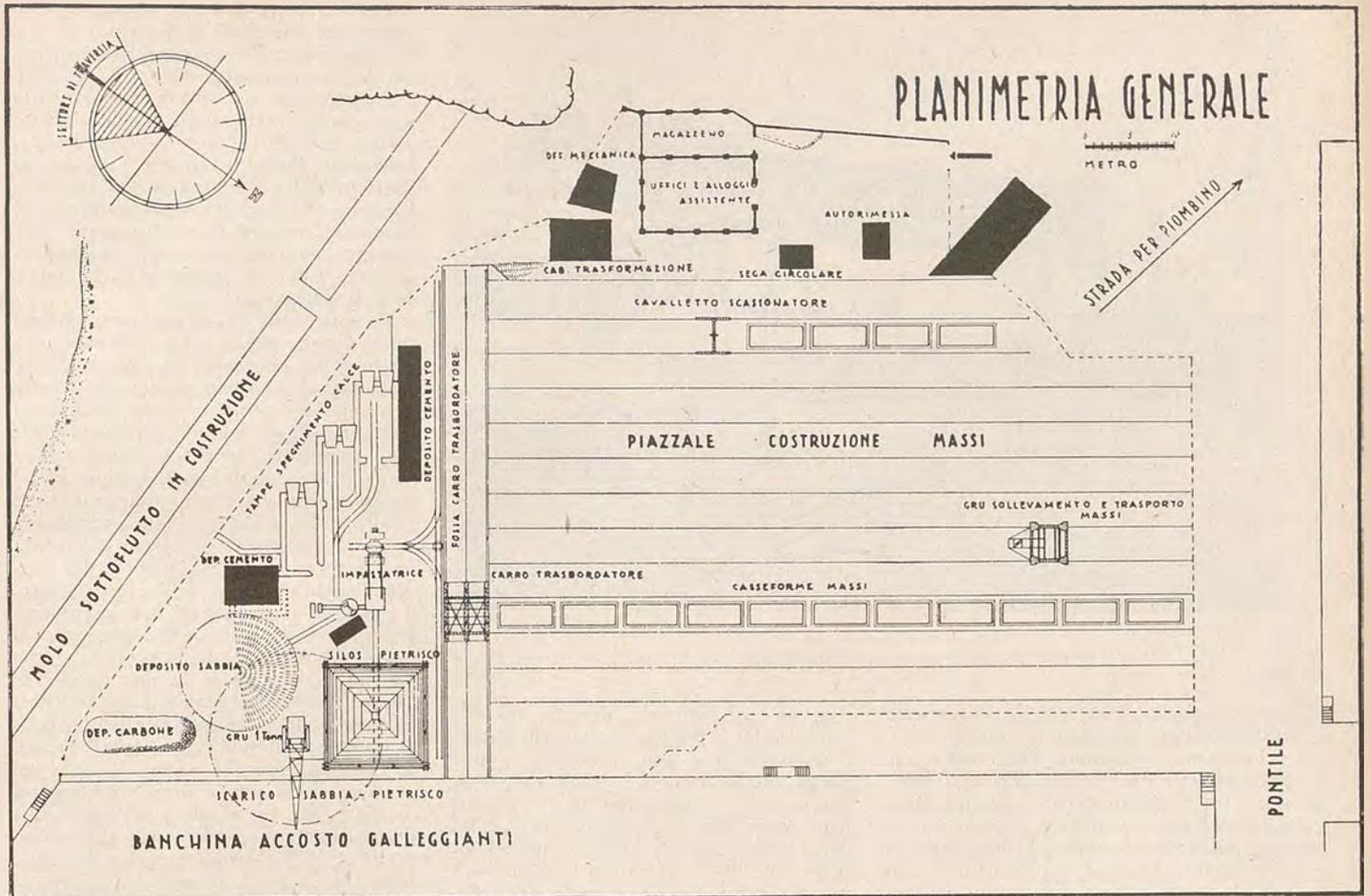


Fig. 4 — Cantiere per confezione massi nel Porto di Piombino.

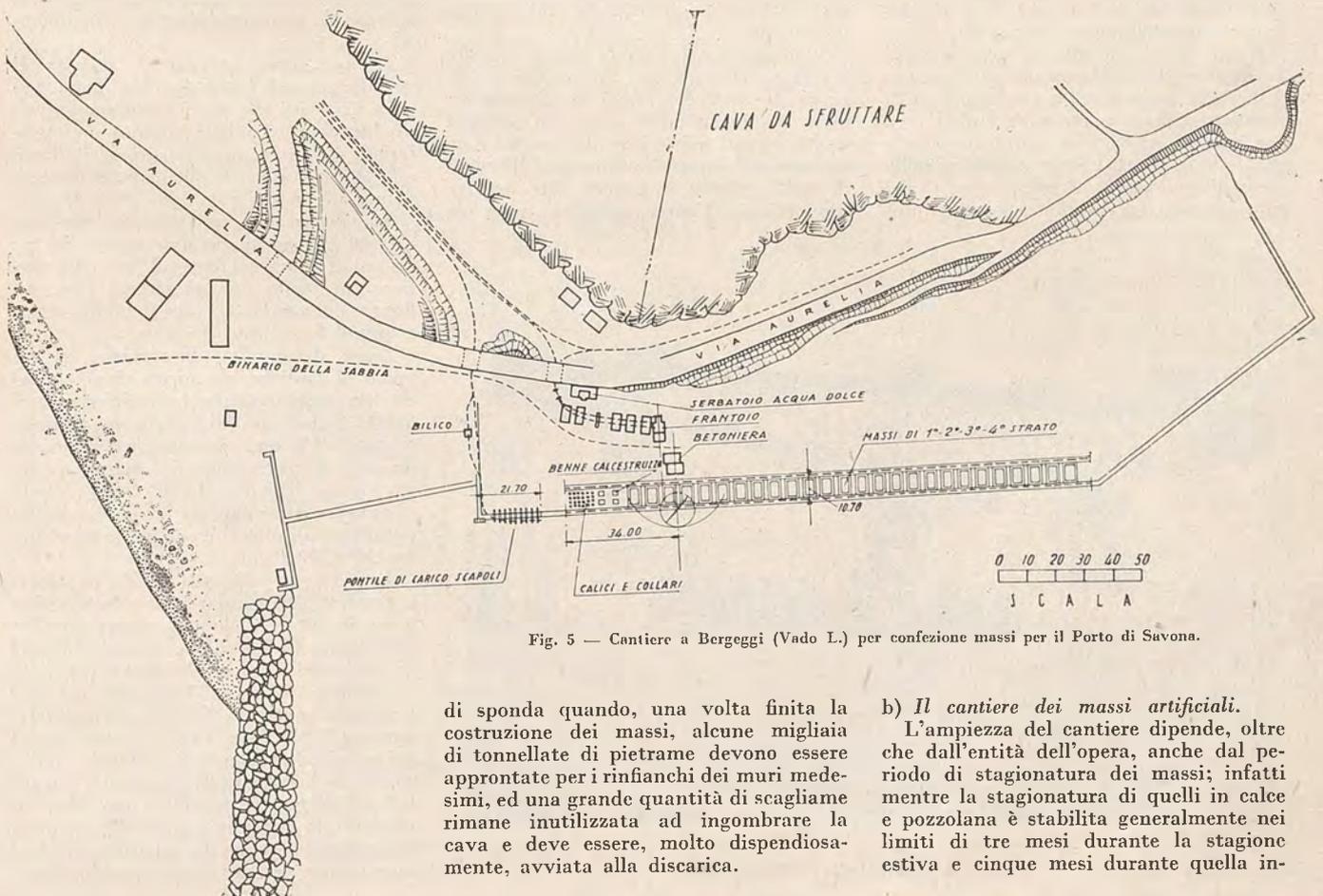


Fig. 5 — Cantiere a Bergoggi (Vado L.) per confezione massi per il Porto di Savona.

di sponda quando, una volta finita la costruzione dei massi, alcune migliaia di tonnellate di pietrame devono essere approntate per i rin fianchi dei muri medesimi, ed una grande quantità di scaglie rimane inutilizzata ad ingombrare la cava e deve essere, molto dispendiosamente, avviata alla discarica.

b) *Il cantiere dei massi artificiali.*

L'ampiezza del cantiere dipende, oltre che dall'entità dell'opera, anche dal periodo di stagionatura dei massi; infatti mentre la stagionatura di quelli in calce e pozzolana è stabilita generalmente nei limiti di tre mesi durante la stagione estiva e cinque mesi durante quella in-

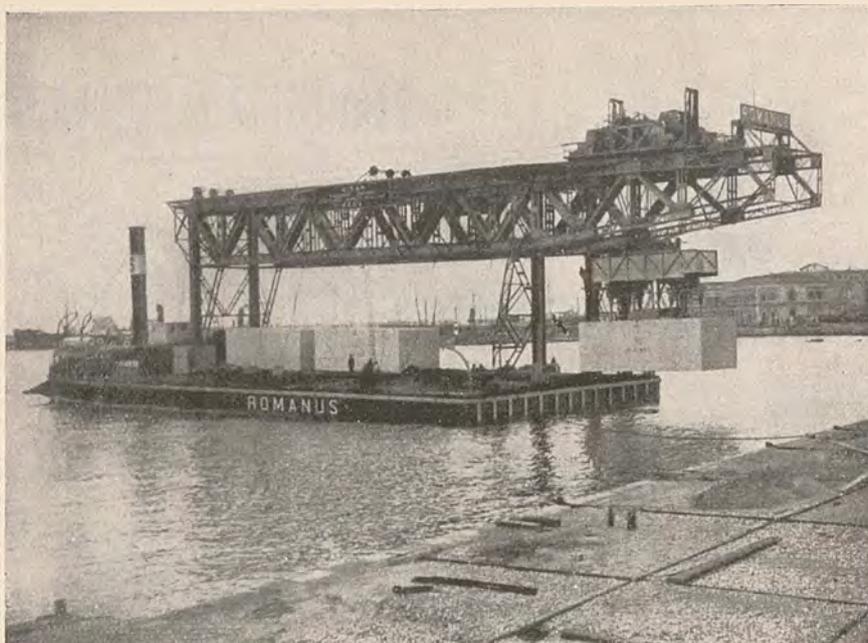


Fig. 6 — Pontone posamassi «ROMANUS» da 400 Tn.

vernale, quella dei massi in calcestruzzo cementizio può essere limitata a 20 giorni.

Facciamo astrazione dalla questione del confronto dei due tipi di calcestruzzo, sia sotto l'aspetto della resistenza all'azione dell'acqua marina, questione che si deve oggi ritenere quasi del tutto superata dall'impiego dei cementi pozzolanici, alluminosi e d'alto forno, sia sotto l'aspetto del costo che dipende da molti fattori, ed osserviamo le difficoltà che sorgono in cantiere per l'uno e l'altro tipo.

Per il primo è necessaria un'area circa 6 volte maggiore del secondo ed il numero delle casseforme diventa triplo, perchè la sformatura dei massi in calce e pozzolana non avviene prima di 6 giorni; il secondo che gode di un così forte vantaggio nella spesa d'impianto, cade nella difficoltà del rifornimento della sabbia che, per pro-

duzioni così notevoli, diventa talvolta impossibile. Il più moderno orientamento è quello di una loro economica quanto logica combinazione — pozzolana, calce e cemento —, che permette di raggiungere resistenze meccaniche dell'ordine del calcestruzzo di calce e pozzolana, dopo soli 30-40 giorni di stagionatura, mentre evita l'inconveniente del rifornimento della sabbia, e mantiene le caratteristiche e qualità dei calcestruzzi pozzolanici.

L'ampiezza del cantiere è legata inoltre nel caso delle opere di difesa, alla possibilità di posa dei massi in dipendenza delle condizioni del mare. In paraggi molto esposti non è raro il caso di interruzioni nella posa dei massi dell'ordine di 20-25 giorni; a queste cifre occorre proporzionare l'ampiezza del cantiere, ove



Fig. 7 — Gru posamassi «TITANO» da 130 Tn.

non si disponga di adatti depositi provvisori per i massi già stagionati.

Dopo queste brevi considerazioni generali, riteniamo di descrivere, con qualche particolare, un cantiere che può ritenersi classico nel genere: quello allestito dalla « Fincosit » (allora « Società per i Lavori del Porto di Genova ») per la costruzione della Diga Foranea (fig. 1) e delle banchine dei bacini della Lanterna e di Sampierdarena nel Porto di Genova; esso raggiunge la produzione media giornaliera di 2000 Tonn. di pietrame e 800 metri cubi di calcestruzzo.

Il cantiere (fig. 2 - orientamento a Sud) sorse inizialmente in mare aperto ad occidente della Lanterna, al ridosso di un molo appositamente costruito, che si nota in alto nel disegno; è un tipico esempio di porticciolo di servizio adiacente alla cava; originariamente era aperto a ponente dove attualmente sta il Ponte Etiopia ed al riparo del molo venivano ricoverati tutti i galleggianti adibiti ai lavori; per il successivo ampliamento del Porto a ponente fu aperto un varco nel molo di difesa e, con il prolungamento della Diga foranea, il porticciolo divenne un bacino interno. La cava della Chiappella, adiacente al cantiere, era collegata con esso da una galleria di servizio e da una decauville esterna (visibile nel grafico a sinistra), che, oltrepassando la strada al Ponte S. Giorgio, avviavano il pietrame a due grandi gruppi di frantumazione; il primo, a tergo del cantiere massi per la diga, distribuiva il pietrisco, per mezzo di una teleferica, a due impianti di produzione calcestruzzo costituiti dalle betoniere n. 1 e 2 e dalle betoniere n. 3 e 4. Il secondo gruppo di frantumazione del pietrisco — adiacente al cavalcavia che si nota in basso nel disegno — era connesso con la betoniera n. 5.

La pozzolana proveniente da Bacoli con piroscafi di 1.000 ÷ 2.000 Tonn. veniva scaricata alla stazione di sbarco con un derrick, e avviata, mediante una teleferica, a due grandi depositi del volume complessivo di circa 8000 mc. o direttamente alle betoniere.

La calce in zolle, proveniente dalle cave di Sestri Ponente, veniva spenta in tre gruppi di tampe col fondo al piano del cantiere, in modo da permettere l'accesso diretto dei vagonetti entro le tampe stesse e quindi facilitarne il carico.

Linee decauvilles di servizio, sia al piano di cantiere, sia ad un piano sovralevato, trasportavano il calcestruzzo, mediante benne apribili inferiormente della portata di 3 mc. ciascuna, a tre grandi piazzali di costruzione dei massi; quello per i massi della diga da 400 Tonn., quello per i massi guardiani da 80 Tonn., quello per il molo di sottoflutto e per le banchine da 100 e 200 Tonn.

I massi sono disposti in file parallele, normali alla banchina; fra queste file sono poste le rotaie a doppia verga, del tipo ferrovie da 47 Kg/ml., costituenti i binari di corsa delle tre gru a cavalletto dello scartamento di m. 6,70 indicate nel grafico con il numero 2, 3 e 4; la gru n. 2 della portata di 400 Tonn. è adibita al trasporto dei massi e la sua apparecchiatura di sospensione è azionata da due cilindri idraulici, del diametro interno di mm. 500, comandati da due pompe, una a bassa pressione per il movimento veloce a vuoto ed una ad alta pressione per il movimento a

carico. La gru n. 3 trasporta due benne per il calcestruzzo che arrivano, come detto sopra, su decauvilles sul fronte del piazzale opposto alla banchina, fino alle casseforme predisposte per il getto; la gru n. 4 serve al movimento ed al montaggio delle casseforme, che per la loro altezza rilevante, fino a m. 3,75, sono costituite da una robusta armatura metallica a traliccio rivestita internamente in legno; noto a questo proposito che la spinta dei calcestruzzi di calce e pozzolana sulla cassaforma, durante il getto di massi di altezza rilevante, risulta elevata, per la particolare natura di questo tipo di calcestruzzo; per il dimensionamento di queste casseforme si assume di solito un angolo d'attrito interno del calcestruzzo di circa  $17^\circ \div 20^\circ$ .

Le tre gru a cavalletto sopra descritte possono spostarsi da un binarione all'altro mediante il carro trasbordatore n. 1, che corre parallelamente alla banchina su tre rotaie poggiate a quota inferiore; la gru n. 2 viene traslocata, insieme al masso da 400 Tonn., mediante il carro trasbordatore n. 1, fino al pontile d'imbarco, dove questa gru prosegue la sua corsa su apposite rotaie e deposita il masso in posizione opportuna per essere ripreso dal pontone.

Il getto dei massi guardiani, del peso di 80 Tonn., era eseguito con decauvilles volanti; carri analoghi a quelli già descritti provvedevano al movimento dei massi stagionati ed al loro imbarco su pontoni.

Il cantiere è dotato di una officina meccanica per la riparazione dei galleggianti e degli impianti a terra e di una officina carpentieri per la riparazione dei natanti in legno. Sia per il numero dei macchinari e dei natanti, che per il loro uso ininterrotto e gravoso, le due officine hanno una grande importanza ed a questo proposito accennerò che il personale addetto a questa officina si aggirava, all'epoca, intorno a 80 operai.

A destra del grafico si nota il pontile di carico per l'imbarco del pietrame destinato alle sottostrutture, pontile che era allacciato alla cava attraverso un viadotto percorso da decauvilles scartamento 80. Nelle immediate adiacenze vi era lo scivolo per l'imbarco degli scogli, scivolo che costituiva pure un deposito, sì che il carico degli scogli sui corrispondenti pontoni avvenisse nel modo più rapido. In alto nel grafico si nota il pontile per il carico del calcestruzzo destinato alle soprastrutture, allacciato con decauvilles alle betoniere. Questo calcestruzzo veniva trasportato alla diga in costruzione su chiatte munite di pozzi in béton armato, a forma di mezzo ellissoide; pontoni derrick con benne a spicchi lo scaricavano rapidamente, grazie alla particolare forma dei pozzi.

### c) I mezzi d'opera marittimi del cantiere di Genova.

Il Pontone «Imperator» (fig. 3) della portata all'apparecchio di sollevamento di 450 Tonn., può caricare a bordo 3 massi e portarne uno appeso; era adibito al trasporto ed alla posa dei massi della diga foranea; lo scafo è metallico, la sua lunghezza è di mt. 63, la larghezza di mt. 19, l'altezza totale di mt. 4,80; è visibile nella fotografia l'incastellatura superiore, costituita da due robuste travi longitudinali a traliccio alte mt. 10 sopra la coperta, ed interessanti anche lo scafo, che si prolunga a poppa con uno sbraccio utile, all'apparecchio di sospensione, di mt. 8. Ad un carrello corrente su rotaie, poggiate su questa incastellatura, fanno capo i cavi del paranco, che porta la morsa per la sospensione dei massi. Il dislocamento del pontone scarico è di 1400 Tonn.

La forza motrice necessaria a tutte le manovre è fornita da una centrale termoelettrica costituita da un motore Diesel da 220 HP e da un alternatore da 170 Kw., erogante corrente trifase a 220 volt.

Il paranco dell'apparecchiatura di so-

sensione ha 24 fili; due argani di sollevamento accoppiati sono disposti a prora; ciascuno è dotato di due tamburi sui quali si avvolgono, nello stesso senso, le estremità di ognuno dei due cavi d'acciaio, del diametro di 48 mm e della lunghezza di 470 m.; l'impiego di un cavo speciale, con formazione a 722 fili e quindi molto flessibile, nonostante la sua notevole sezione, ha consentito diametri modesti delle puleggie.

La morsa per la sospensione dei massi è costituita da due bilancieri, ciascuno dei quali porta due stampe, che introdotte nel corrispondente pozzetto, ruotano di  $90^\circ$  (fig. 1). A differenza di altre apparecchiature del genere questa è, sotto l'aspetto del funzionamento meccanico, della massima semplicità; essa evita inoltre ogni armatura di sospensione nel masso e, sia realizzando una equilibrata distribuzione degli appoggi, sia consentendo una notevole ampiezza alle superfici delle stampe, permette di ridurre le sollecitazioni nel calcestruzzo. È questo un fattore di grande importanza quando si debbano impiegare calcestruzzi di calce e pozzolana che, come è noto, hanno limitate resistenze specifiche alla compressione e bassissime alla tensione, a meno di ricorrere a particolari ed onerosi artifici, come quello di introdurre un elemento intermedio di maggiore resistenza, quale sarebbe ad esempio una piastra di béton convenientemente armata.

Il pontone «Italo», adibito alla posa dei massi di calata e del molo di sottoflutto, ha una portata all'apparecchio di sospensione di 220 Tonn. ed è in tutto simile a quello già descritto.

Oltre a questi mezzi d'opera di maggiore portata, altri minori costituivano l'attrezzatura del cantiere che andiamo descrivendo; due pontoni a bigo da 90 Tonn. erano adibiti alla posa dei massi guardiani, mentre due pontoni portascogli, della capacità rispettiva di 300 e 200 Tonn., servivano al versamento della scogliera al

pie' esterno della sottostruttura; due pontoni attrezzati con gru-derrick girevoli e con benne a spicchi di un yard cubico di capacità, servivano per lo scarico del calcestruzzo di soprastruttura e giornalmente posavano in opera 200 mc. di calcestruzzo ciascuno.

Una draga a secchie, con una produzione oraria di 150 mc., provvedeva allo scavo dei bacini fra gli sporgenti alla quota -12,00, mentre una draga aspirante e rifulatrice, della capacità di 400 mc., era adibita alla costituzione dei ter-

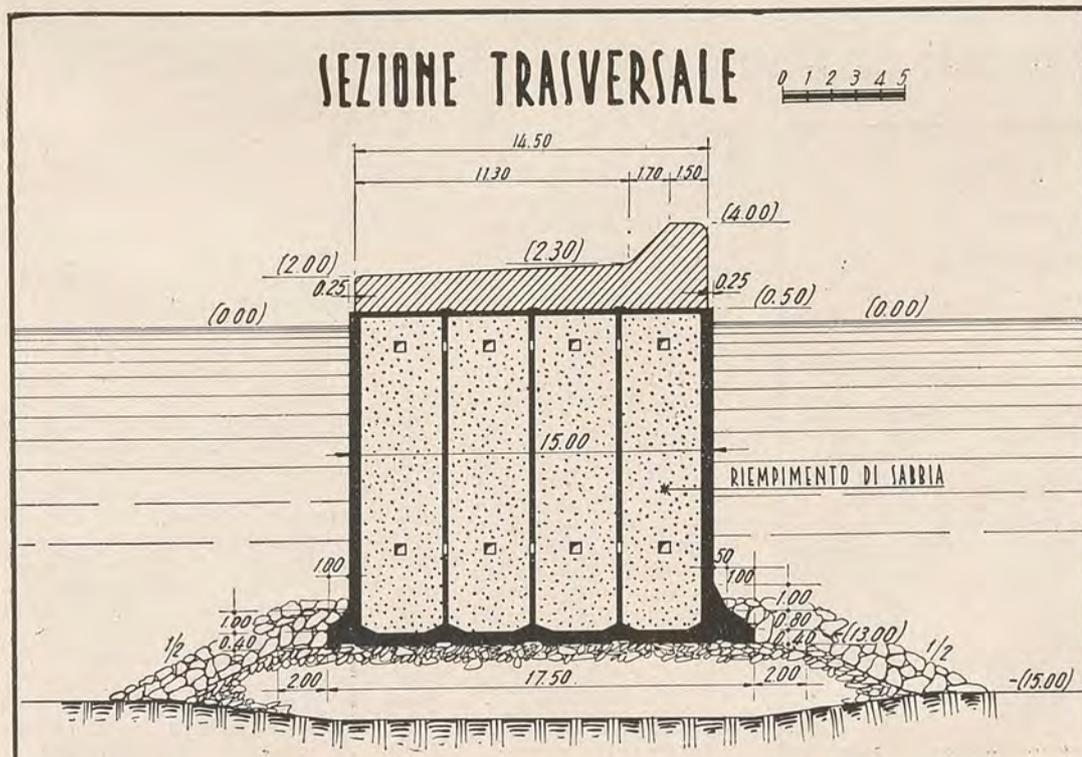


Fig. 8 — Sezione trasversale di un cassone per fondale a q. — 13,00 della Diga dell'Aeroporto a Genova.

rapienti raggiungendo una produzione di 1200 mc. al giorno. La draga a secchie aveva anche il compito di eseguire un primo grossolano spianamento sullo scanno di scogliera costituente la sottostruttura della diga; il pietrame che veniva versato con bette di notevole capacità, presentava infatti cumuli e dislivelli tali, da rendere troppo oneroso l'affidare ai soli palombari il suo spianamento per la successiva posa dei massi; il sistema diede ottimi risultati accelerando notevolmente la costruzione dell'opera.

Un gruppo di cinque rimorchiatori, di potenza variabile fra i 450 HP e i 150 HP, completava l'attrezzatura marittima del cantiere in esame, insieme ad una decina di bette, della capacità di circa 100 mc. adibite al trasporto del pietrame o al servizio della draga a secchie, oltre ad un notevole numero di galleggianti minori, quali chiatte copertate, barche da palombaro, salpancore, cisterne, ecc.

Dopo aver descritto in modo particolareggiato, un cantiere come quello di Genova nel quale, in quattro anni, furono messi in opera circa 570.000 mc. di calcestruzzo e versate 650.000 Tonn. di scogliera, per la costruzione di un tratto di diga

foranea (fig. 1) della lunghezza di mt. 1950, o del molo sottoflutto al Polcevera, della lunghezza di mt. 550,0 e delle nuove banchine, del primo e secondo sporgente del Bacino di Sampierdarena, per una lunghezza complessiva di 1600,0 mt., diamo ora un rapido sguardo ad altri cantieri.

#### d) Sistemazioni diverse in altri cantieri

La disposizione generale di altri cantieri differisce planimetricamente in ragione della disponibilità delle aree e della necessità di costruire, contemporaneamente, massi di tipo diverso; in quest'ultimo caso, è opportuno avere un maggior numero di file, magari di lunghezza più ridotta, allo scopo di ottenerne il massimo sfruttamento. Quando sia disponibile una banchina di carico e si debbano costruire massi in calcestruzzo cementizio, il cantiere assume la forma più semplice di una sola fila di massi, come a Bergeggi (Savona) (fig. 5); si elimina in tal caso la gru a cavalletto portamassi ed il carro trasbordatore; in questo cantiere un unico carro distribuisce il calcestruzzo e muove le casseforme.

Nella fig. 4 si vede la disposizione del cantiere di Piombino con le file di massi

generale, all'« Italo » ed all'« Imperator » può infatti caricare a bordo tre massi da 400 Tonn. ed ha uno sbraaccio utile di mt. 8. Lo scafo ha una lunghezza di 65 mt., una larghezza di 25, un'altezza tot. di mt. 4,40 il suo dislocamento è di circa 2300 Tonn. La soprastruttura è costituita da una grande travata metallica, sostenuta da un montante a due cerniere nella parte poppiera, analoga quindi ai carri ponte per lo scarico del carbone. Sulla travata sono disposte le vie di corsa del carrello, che porta l'apparecchiatura di sospensione dei massi; il pontone è semovente; il suo macchinario comprende due caldaie e due macchine compound per l'apparato propulsivo della potenza di 200 HP ciascuna, una macchina compound della potenza di 125 HP per l'apparato di sospensione dei massi, nonché una installazione di draga aspirante della potenzialità media oraria di 90 Tonn. Il sollevamento di massi avviene per mezzo di staffe articolate che agiscono in due pozzetti e sono studiate in modo da avere su di esse una uniforme ripartizione del carico.

Il pontone impiegato nella costruzione delle prime grandi dighe del porto di Algeri è molto diverso da quelli già descritti; esso è composto di due pontoni delle dimensioni in pianta di  $39,50 \times 8,70$ , accoppiati da un robusto portale della luce netta di 15 mt., sul quale poggia una soprastruttura ruotante, che porta l'apparecchiatura di sospensione dei massi da 450 Tonn. La disposizione dei due scafi accoppiati, uno dei quali sta all'esterno della diga, ed è perciò maggiormente soggetto all'azione del mare, non ha dato buoni risultati. Con questo mezzo d'opera è necessario l'impiego di altri pontoni per il trasporto dei massi e la manovra di ripresa del masso, fra i due natanti in mare, è manifestamente soggetta ad inconvenienti.

Il Pontone « Atlas » sostituì ad Algeri quello ora descritto; la sua soprastruttura è analoga a quella dei normali pontoni a biga, quindi anch'esso può portare un solo masso; lo scafo misura 50 mt. di lunghezza e 18 di larghezza, la sua potenza di sollevamento è di ben 550 Tonn. per m. 7,50 di sbraaccio utile, e di Tonn. 150 con lo sbraaccio di mt. 21,50.

Il giudizio dei tecnici francesi sul nuovo pontone fu molto lusinghiero; chi scrive è tuttavia del parere che pontoni *autoportanti*, del tipo « Imperator » e « Romanus » rispondono assai meglio del tipo « Atlas » alle esigenze del lavoro.

Il pontone « Archimede », impiegato a Catania nella costruzione del molo foraneo, è lungo mt. 48 e largo mt. 15; ha una potenza di sollevamento di 350 Tonn. e può portare un solo masso; la limitata distanza (circa 700 mt.) fra il cantiere di costruzione dei massi ed il luogo d'impiego ha permesso di utilizzare il pontone anche per il trasporto dei massi.

Particolare interesse ha la costruzione del molo foraneo nel Porto di Bengasi. In questo porto, a causa delle frequentissime agitazioni dovute al predominio quasi assoluto dei venti del settore marino, sarebbe stato arduo ricorrere all'impiego di mezzi galleggianti per la costruzione del molo; perciò la « SICAM », impresa costruttrice, decise di impiegare per questa opera una gru-titano (fig. 7) che avanzasse sui binari predisposti sul molo, una volta stagionata la soprastruttura; lo

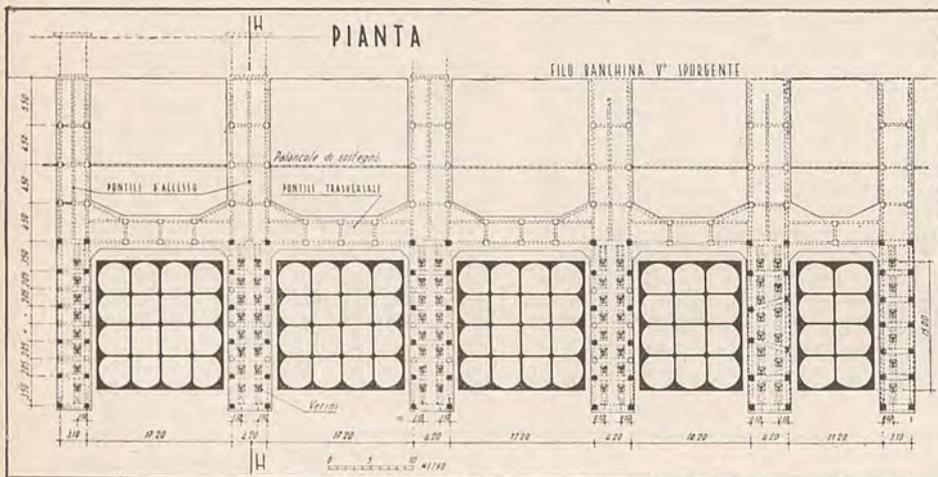
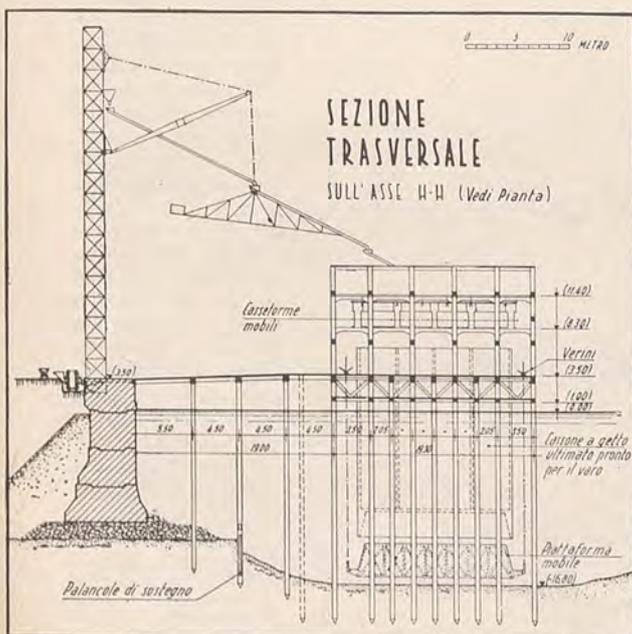


Fig. 9 — Impianto confezione cassoni nel Porto di Genova.



parallele alla banchina ed un grande silo per il pietrisco che, per mancanza di cave locali, giunge dall'Elba.

In altri cantieri infine, come a Napoli ed a Bari, la distribuzione del calcestruzzo nelle casseforme viene effettuata con teleferiche mobili.

#### e) Mezzi d'opera usati in altri porti.

Il Pontone « Romanus » della « SICAM » (fig. 6) fu adibito alla costruzione delle opere di difesa alla bocca del porto di Napoli e di quelle del porto di Bari. Esso, pur con soluzione diversa nell'incastellatura, è analogo, come disposizione

Fig. 10 — Impianto confezione cassoni nel Porto di Genova.

sbraccio di questo mezzo d'opera doveva essere tale, da consentire la posa dei massi dell'infrastruttura, oltre il tratto di soprastruttura in costruzione.

I piloni di massi sono disposti con una inclinazione di  $18^\circ$ , nel senso longitudinale dell'opera, così da ottenere l'appoggio su due facce di ciascun masso. In tal modo si ritenne di poter ridurre il peso singolo dei massi a 120 Tonn. e pertanto la gru accennata, pur avendo sempre dimensioni notevolissime, comportò una spesa minore.

Nel cantiere di costruzione i massi sono disposti in un'unica fila, sita in posizione normale rispetto all'asse del molo in costruzione. Una gru a cavalletto da 130 Tonn. corre a cavallo dei massi, su apposito binario dello scartamento di mt. 13,50 e li trasporta fino all'origine del molo, dove li depone sul carrello portamassi. Il carrello automotore, percorrendo il molo, va a disporsi sotto il « titano » e questo ultimo riprende i massi per la loro posa in opera sull'avanzamento dell'infrastruttura.

Il « titano » ha una lunghezza di mt. 65, un'altezza massima sul piano del ferro di mt. 18, una potenza di sollevamento di Tonn. 130 con sbraccio di mt. 13,75, e Tonn. 80 con sbraccio di mt. 21,75. Lo scartamento del binario di scorrimento è di mt. 5,50. La gru è del tipo detto a *martello*; sullo sbalzo anteriore sono fissate le rotaie di scorrimento del carrello; sullo sbalzo opposto l'argano di sollevamento ed il contrappeso.

La distanza fra i due portali che costituiscono il cavalletto, ossia la luce del cavalletto, è di mt. 18. Ogni piede del cavalletto è munito di un bilanciario principale e di due bilanciari secondari per equilibrare le distribuzioni del carico sulle sue 8 ruote. L'apparato di sollevamento per i massi da 130 Tonn. è comandato da un motore elettrico della potenza di 25 HP; l'argano di traslazione da un motore da 25 HP.

#### Cantieri per le opere di difesa e per muri di sponda a cassoni monolitici in conglomerato armato.

Questi cantieri non differiscono da quelli per le opere a massi artificiali per tutto quanto riguarda le cave e l'attrezzatura marittima per la costruzione delle sottostrutture in scogliera; ne tratteremo pertanto solo la parte relativa alla costruzione dei cassoni ed al loro riempimento.

La costruzione dei cassoni può essere eseguita con diversi sistemi:

— entro piccoli bacini di carenaggio, come quelli di Genova della « Silm »; (la conca ha le dimensioni interne di mt.  $23,50 \times 7,90$  e fondo a quota  $-9,50$ ; la porta è costituita da una struttura metallica fasciata di legno e zavorrata in modo da rimanere verticale in posizione di galleggiamento).

Talvolta, quando il cassone ha una altezza rilevante, per l'impossibilità di costruirlo finito dentro un bacino di questo tipo, esso viene varato e ultimato in una zona a maggiori fondali, sia in stato di galleggiamento, come anche posato su scanni a quota progressivamente crescente.

— In alcuni casi può essere conveniente la costruzione su di uno *scalo*, spe-

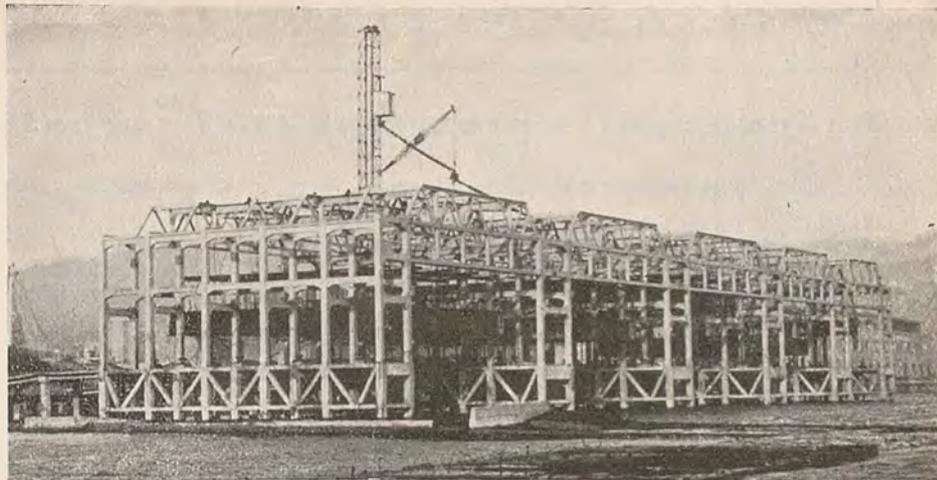


Fig. 11 — Impianto confezione cassoni nel Porto di Genova.

cie quando questo sia disponibile; i cassoni vengono allora costruiti su apposita invasiatura e varati come una nave. Per grandi cassoni si preferisce la posizione sdraiata, cui segue, dopo il varo, il raddrizzamento con zavorra d'acqua.

— Ma il sistema più generalmente adottato specialmente nel caso di grandi opere è quello delle costruzioni su *pontile con piattaforma mobile*.

Il più grande ed il più moderno impianto in Italia di questo tipo, è quello di Genova di proprietà del Consorzio Autonomo del Porto. Fu realizzato nel 1938, dalle due imprese associate « Silm e Finco-sit », per la costruzione dell'Aeroporto Industriale di Genova Sestri.

Il cantiere doveva permettere in 48 mesi la creazione di 3850 - metri di moli in mare aperto sulla spiaggia di Sestri Ponente (fig. 8). Occorrevano per quest'opera 256 cassoni di galleggianti dei quali 154 del dislocamento di circa 2500 Tonn. e gli altri di dislocamento variabile fra 1800 e 1200 Tonn.

Il cantiere fu allestito al V° Sporgente del Bacino di Sampierdarena. Una struttura in béton armato (fig. 9, 10, 11) fondata su pali pure in béton armato sorregge grandi piattaforme metalliche sospese a verini, sulle quali viene eseguita, con graduale affondamento, la costruzione dei cassoni. In tal modo i cassoni, via via che procede la loro costruzione, risultano progressivamente immersi e la relativa spinta idrostatica riduce il carico sulla piattaforma. Gli elementi mobili di casseforme sono sospesi alle incastellature superiori.

Apposite variazioni di zavorra con calcestruzzo magro e con acqua, rendono stabili i cassoni per l'inoltro, in fase di galleggiamento, al luogo d'impiego e permettono poi il loro affondamento nella posizione definitiva.

L'impianto permette la confezione contemporanea di 5 cassoni: tre del tipo grande delle dimensioni in pianta di mt.  $15 \times 15$ , uno di mt.  $12 \times 15$  ed un altro di mt.  $9 \times 15$ . La distribuzione del calcestruzzo cementizio, dosato a 350 Kg. di cemento pozzolanico normale per mc. di getto avviene mediante un impianto del tipo a gravità.

I cassoni venivano posti in opera su uno scanno di scogliera a quote variabili fra  $-11,00$  e  $-13,00$ , e successivamente venivano riempiti di sabbia prelevata dal fondo marino. Questo riempimento di sabbia, che rappresenta una innovazione nella tecnica delle costruzioni marittime per opere di questo tipo, doveva essere eseguito con la massima celerità, non potendo il cassone, anche se totalmente pieno d'acqua dopo il suo affondamento, presentare per se stesso la necessaria resistenza all'azione delle onde, nel caso di improvvise mareggiate. A questo scopo venne impiegata una draga aspirante che aveva una capacità di carico di 400 mc.; essa riusciva, mediamente, ad eseguire tre carichi al giorno e quindi, tenuto conto delle perdite, a rifulare circa 1000 mc. di sabbia. Il fondo marino, a Genova, è costituito da sabbie sottili, e siccome la portata della draga nella fase di rifulamento era molto forte, e il rapporto sabbia-acqua si aggirava intorno a  $1 : 5 \div 1 : 7$ , la sedimentazione della sabbia avveniva con difficoltà in un campo ristretto come quello di un cassone; i cassoni venivano pertanto raggruppati a due a due, mediante la costruzione di un muricciolo provvisorio perimetrale, dell'altezza di  $50 \div 60$  cm., che costituiva una vasca di decantazione della sabbia. In tal modo il gruppo dei due cassoni, che aveva una capacità complessiva variabile fra 4000 e 5000 mc., poteva essere riempito nel giro di pochissimi giorni.

Il getto della soprastruttura venne eseguito con un'impianto galleggiante, uno speciale pontone dotato di un gruppo elettrogeno erogante l'energia necessaria al funzionamento di una betoniera, di un derrick per lo scarico, in un piccolo silo, del pietrisco e della sabbia portati dalle barche di rifornimento e di una gru a carrello, sospeso ad una trave a sbalzo per lo scarico del calcestruzzo.

L'opera fu sospesa durante la guerra; per la grandezza dei suoi elementi monolitici e più ancora per l'innovazione del loro riempimento di sabbia, costituisce un esempio, anche se da taluni discusso, pur sempre grandioso.

Paolo Vian

## La legge sulla protezione dei segnali

*Poichè la maggior parte dei lavori di pubblica utilità si appoggia alla cartografia ufficiale, poichè il collocamento a posto dei capisaldi dei quali trattasi (capisaldi appunto su cui la cartografia viene costruita) ha costato allo Stato milioni e milioni, ed ha richiesto decenni di paziente lavoro astronomico-geodetico, poichè infine il rigoroso stabilimento di ciascuno dei capisaldi stessi è il risultato di tutto un insieme di laboriose e costose determinazioni riferite a punti circostanti, l'Istituto geografico non ha mancato e non manca di fare tutto quanto è in suo potere perchè da tutti si sappia quale è il danno che in genere recano allo Stato i cittadini che consapevolmente o inconsapevolmente manomettono i segnali stessi, riteniamo utile pubblicare qui di seguito il testo della recente legge sulla protezione dei punti trigonometrici.*

Riportiamo i 7 articoli della legge 3 giugno 1935, n. 1024 (pubblic. nella «G. U.» del 27-6-1935, n. 149 e sul «G. M.» del 5-7-1935, dispensa, n. 34):

Art. 1. - È fatto divieto di distruggere, rimuovere, deteriorare o rendere comunque inservibili i segnali che precisano stabilmente negli immobili la posizione dei punti trigonometrici, dei capisaldi di livellazione, dei punti di riferimento marittimo, gravimetrici, magnetici e della rete di artiglieria, siano essi stabiliti dall'Istituto geografico militare o da altri Enti statali.

Coloro che violano tale disposizione sono puniti a norma dell'art. 673 del Codice penale, salvo che il fatto non costituisca reato più grave.

Art. 2. - Ogni proprietario deve nei propri immobili permettere, secondo le modalità da stabilirsi nel regolamento, la costruzione e la manutenzione dei segnali indicati nell'art. 1 della presente legge.

Al proprietario è dovuta una indennità la quale deve essere determinata tenendo conto del pregiudizio che, per effetto della permanenza del segnale, subisca l'immobile.

L'indennità è determinata dall'Ente che appone il segnale salvo, in caso di disaccordo, il diritto da parte dell'interessato di ricorrere all'autorità giudiziaria.

Art. 3. - L'Ente che colloca il segnale o i segnali, ha facoltà d'imporre limitazioni o vincoli necessari al funzionamento del segnale.

Nel caso che vengano imposti tali vincoli o limitazioni, si applicano le norme

indicate nei capoversi secondo e terzo del precedente art. 2.

Art. 4. - Il proprietario dell'immobile, nel quale è stabilito il segnale, ha facoltà, qualora risulti necessario per la migliore utilizzazione dell'immobile stesso, di chiedere all'Ente interessato lo spostamento del segnale, offrendo, in quanto sia possibile, altro luogo adatto per stabilire il nuovo segnale.

Art. 5. - L'elenco dei segnali, di cui alla presente legge, è tenuto costantemente a giorno a cura dell'Istituto geografico militare, secondo le norme da stabilirsi nel regolamento.

Art. 6. - Il possessore dell'immobile in cui è stabilito il segnale, deve avvertire il Sindaco del Comune o il più vicino Comando dei Carabinieri, di quei danneggiamenti subiti dal segnale, dei quali egli venga a conoscenza.

Art. 7. - La vigilanza sui segnali, formanti oggetto della presente legge, spetta ai Comandi di Corpo d'Armata territoriali, secondo le disposizioni da stabilirsi nel regolamento.

*Gli 11 articoli del regolamento per l'esecuzione della legge (Decreto n. 2195 pubblicato sulla «G. U.» n. 5 dell'8-1-1937 e sul «G. M.» n. 3 del 21-1-1937):*

Art. 1. - In relazione agli art. 1 e 7 della legge per la protezione dei punti trigonometrici, dei capisaldi di livellazione, dei punti di riferimento marittimo, gravimetrici, magnetici e delle rete di artiglieria, il compito di organizzare la sorveglianza dei segnali dei punti stessi e di procedere agli incumbenti derivanti dalla protezione, è affidato all'Istituto geografico militare, con le modalità di cui ai seguenti articoli.

Art. 2. - Ogni Ente statale, il quale stabilisca un segnale che intende mettere sotto la protezione della legge, deve darne preventiva notizia all'Istituto geografico militare, comunicando in seguito, a mezzo di stampato conforme al modello alleg. 1, tutti i dati relativi al segnale stesso.

Gli stampati sono forniti, a pagamento, dall'Istituto geografico militare.

Art. 3. - Per la prima applicazione della legge, tutti gli Enti debbono trasmettere all'Istituto geografico militare i dati predetti corrispondenti ai segnali già costruiti che richiedono particolare protezione.

Art. 4. - Al proprietario nel cui immobile è costruito un segnale, deve essere consegnata, a cura dell'Ente, una succinta monografia del segnale, contenente le precise concrete indicazioni relative ai vincoli ai quali il segnale è sottoposto, mediante uno stampato conforme al modello allegato 2.

L'Ente si fa rilasciare ricevuta dal proprietario.

Art. 5. - Di ogni variazione che intervenga, l'Ente deve dare notizia sollecitata all'Istituto geografico militare mediante apposito stampato conforme al modello allegato 3.

Art. 6. - L'Istituto geografico militare è incaricato di tenere al corrente appositi schedari, nei quali debbono essere iscritti i segnali di cui all'art. 3.

Art. 7. - L'Istituto geografico militare comunica ai comandi territoriali i dati relativi ai segnali sottoposti alla vigilanza di ognuno di essi e le variazioni che si renderanno necessarie.

Art. 8. - I comandi territoriali provvedono, per i territori della rispettiva giurisdizione, ad organizzare in modo sicuro e sistematico la vigilanza dei segnali di cui ai precedenti articoli, valendosi degli elementi che giudicheranno - anche per ragioni di dislocazione meglio indicati per l'assolvimento del compito, come ad esempio i comandi delle stazioni dei Carabinieri, della Guardia di Finanza, e simili, che nel disimpegno delle loro ordinarie funzioni possono facilmente esercitare anche tale vigilanza. Nessuna spesa perciò dovrà gravare per tali visite ordinarie sugli Enti interessati alla vigilanza dei segnali.

Art. 9. - La vigilanza deve effettuarsi con visite possibilmente periodiche, secondo le disposizioni che sono impartite da ogni comando territoriale.

Art. 10. - Di ogni deterioramento o manomissione, come di ogni infrazione dei vincoli fissati per ciascun segnale, gli Enti incaricati della vigilanza debbono dare sollecita comunicazione, per il tramite dei comandi territoriali, all'Istituto geografico militare che ne informa l'Ente interessato.

Art. 11. - I segnali di particolare importanza potranno essere contraddistinti con apposite targhe o con speciali scritte; fermo però rimane il principio che anche il segnale non contraddistinto da alcuna scrittura, sia o no descritto negli elenchi corrispondenti conservati presso l'Istituto geografico militare, deve senz'altro intendersi protetto dalla legge.

## TARIFFA NAZIONALE INGEGNERI e ARCHITETTI

Con legge 2 marzo 1949, n. 143 è stato approvato il testo unico della tariffa nazionale Ingegneri e Architetti, stato pubblicato in supplemento alla «Gazzetta Ufficiale» del 19 aprile 1949.

La nuova tariffa e la vigente tariffa giudiziaria dei compensi a periti e consulenti tecnici per operazioni richieste dall'autorità giudiziaria sono state pubblicate in apposito supplemento al fascicolo di aprile del Bollettino di legislazione tecnica.

Tale supplemento può essere richiesto mediante invio, con qualunque mezzo, di L. 60 all'ing. D. de Paolis, via G. B. de Rossi, 35 - Roma.