

Alcune realizzazioni in cemento armato prefabbricato

Si descrivono le caratteristiche tecnico-esecutive di strutture di copertura per capannoni con archi semiplici ed archi-shed prefabbricati, nonché le strutture portanti di gallerie coperte in portici di vario tipo.

Nell'importante complesso industriale di Tristan Suarez, situato nel raggio della grande Buenos Aires, è sorto lo stabilimento della Società Italo-Argentina « Supercemento », stabilimento la cui costruzione ha permesso alcuni interessanti esempi di prefabbricazione su strutture in cemento armato.

I problemi statici da risolvere erano sostanzialmente problemi di coperture con differenti esigenze di illuminazione e problemi di strutture portanti per gallerie coperte destinate alla circolazione di carrelli sospesi a monorotaie. Mentre per queste ultime il numero delle unità portanti eguali o similari era notevole, per le prime era assai più ridotto: tuttavia l'impresa cui venne affidata la costruzione (FINMA S. A. de Construcciones) decise di adottare la prefabbricazione sia per gli elementi di galleria che per le strutture di copertura, in vista della notevole ristrettezza nei termini di consegna e delle necessità di realizzare la massima economia di costruzione, dati i ridottissimi margini del prezzo di aggiudicazione.

L'unica differenza che si fece fu di limitare — nei capannoni — la prefabbricazione alle coperture gettando in opera basi e colonne, mentre gli elementi portanti per galleria furono totalmente prefabbricati ad eccezione delle basi.

Il capannone principale (Fig. 1) constava di una navata centrale di 14 mt. di luce e di una laterale di 7 mt. di luce. Data l'orientazione (il lettore non dimentichi che siamo al di sotto dell'equatore) era consigliabile l'illuminazione dal lato SO e pertanto la navata principale poteva prendere luce solamente dall'alto e non dalle pareti laterali. Si pensò pertanto di adottare, come elementi portanti, archi-shed con travi secondarie per irrigidimento e so-

stegno della copertura in laterizio. Il primo tipo di arco-shed studiato fu quello di Fig. 2: peraltro, date le forti sollecitazioni in corrispondenza della zona angolare — vedasi il diagramma dei momenti riferito all'asse dell'arco — esso richiedeva sezioni notevoli ed eccesso di armatura (sopra i 250 Kg/m^3) senza dare nè una linea estetica soddisfacente nè speciali vantaggi costruttivi agli effetti della prefabbricazione e della messa in opera. Si decise pertanto di adottare il tipo di Fig. 1, arco a due articolazioni con spinta eliminata mediante tirante: tale tipo di elemento portante si rivelò più economico del precedente malgrado la dissimetria di carico. Lo studio del regime di sollecitazioni fu condotto considerando l'arco col vincolo delle due cerniere e sottoposto ai carichi concentrati dovuti alle travi secondarie nonché al momento di incastro della trave inclinata superiore. Tale trave fu a sua volta considerata semplicemente appoggiata all'altro estremo sopra la colonnina verticale, escludendosi, grazie alla voluta esilità ed alla debole armatura di quest'ultima, la possibilità di un effetto di telaio del triangolo semiarco-trave-colonna, effetto che non sarebbe stato giustificabile nè dal punto di vista funzionale nè da quello statico.

In tali condizioni il diagramma dei momenti, riferito all'asse dell'arco e della trave inclinata, risultò quello di Fig. 3.

Una volta definito il regime statico principale fu tenuto conto dell'effetto secondario Vierendeel dovuto ai fori di alleggerimento, effetto che peraltro, dato il valore relativamente piccolo degli sforzi taglienti nelle sezioni dell'arco, risultò praticamente trascurabile. Lo stesso non si verificò per la trave di luce 7 mt. adottata a copertura della campata laterale: tale trave, sottoposta al carico uniforme della copertura in laterizio armato, fu considerata semplicemente appoggiata, non essendo evidentemente possibile invocare vincolo alcuno di incastro, dato il sistema di realizzazione. In essa l'effetto Vierendeel — anche a causa delle dimensioni notevoli dei fori — diede luogo a momenti nei montanti e nei correnti che fu necessario tenere in conto nel dimensionamento e

Fig. 1. - Schema della struttura di copertura del capannone principale.

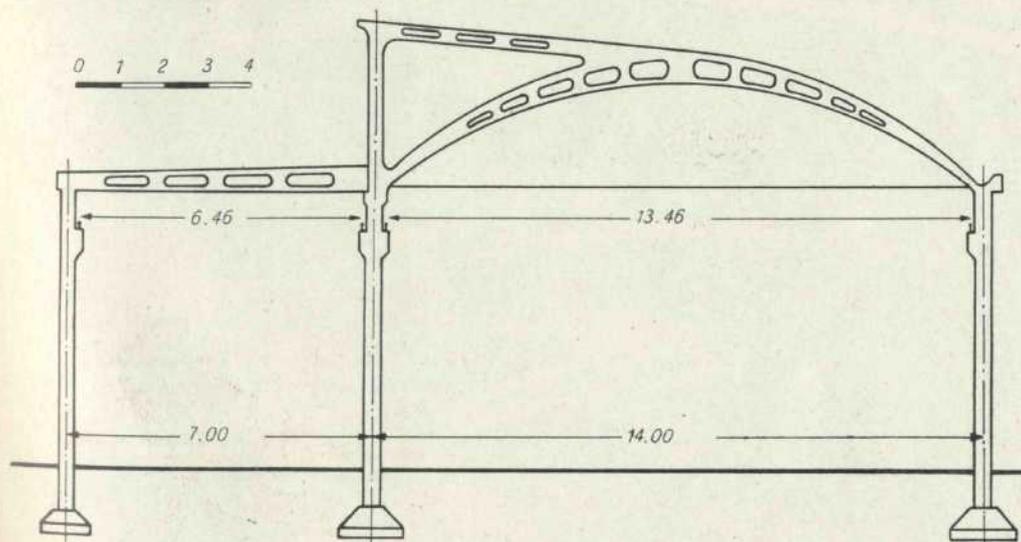


Fig. 2. - Diagramma dei momenti nell'arco-shed - tipo I.

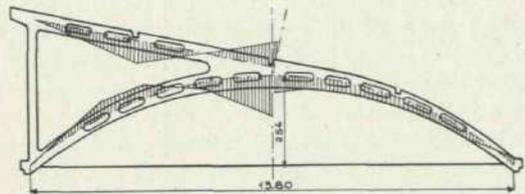
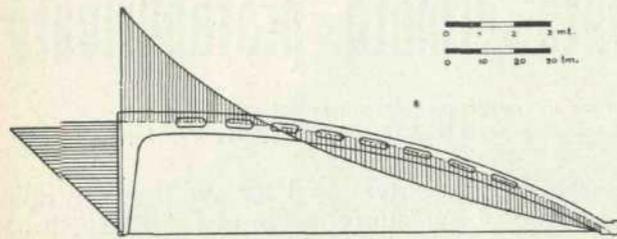


Fig. 3. - Diagramma dei momenti nell'arco-shed - tipo II.

nell'armatura (Fig. 4). Quanto agli archi di copertura degli altri capannoni, non presentarono particolari problemi dal punto di vista calcolo, data l'uniformità del carico della copertura in laterizio armato: la curva delle pressioni relativa fu assai benigna anche nell'ipotesi di sovraccarico dissimetrico (Fig. 5) e pertanto la quantità di armatura impiegata fu contenuta entro limiti assai ragionevoli.

Per quanto riguarda la realizzazione pratica, tutti gli elementi: archi-shed - archi normali - trave di 7 mt. - travi secondarie - furono gettati a terra in cataste di 6-7 elementi ciascuna: lo spessore adot-

tato sia in vista delle esigenze statiche che della comodità di esecuzione fu di 16 cm. per gli archi-shed e per gli archi normali, di 18 cm. per la trave di 7 mt. e di 10 cm. per le travi secondarie.

I fori di alleggerimento furono realizzati con forme metalliche che venivano tolte a poche ore dal getto: i vuoti da esse lasciati venivano riempiti di sabbia allo scopo di ristabilire il piano continuo di appoggio per l'elemento successivo, che veniva isolato dal precedente grazie ad una mano di calce grassa.

Per quanto riguarda i componenti del calcestruzzo le proporzioni adottate furono le seguenti:

cemento 350 kg.
arena del Rio della Piata 0,400 m³

Fig. 4. - Effetto Vierendeel nella trave di copertura navata laterale.

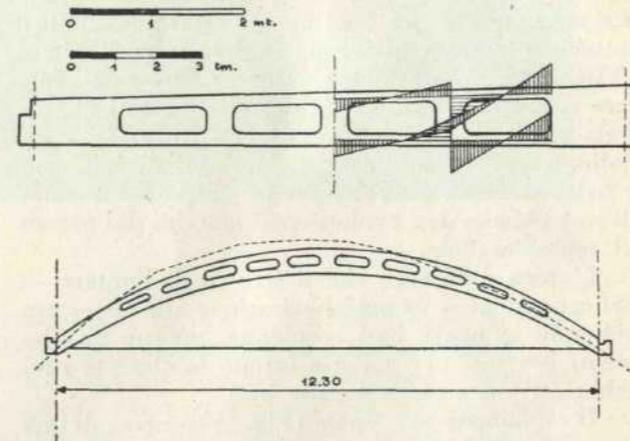
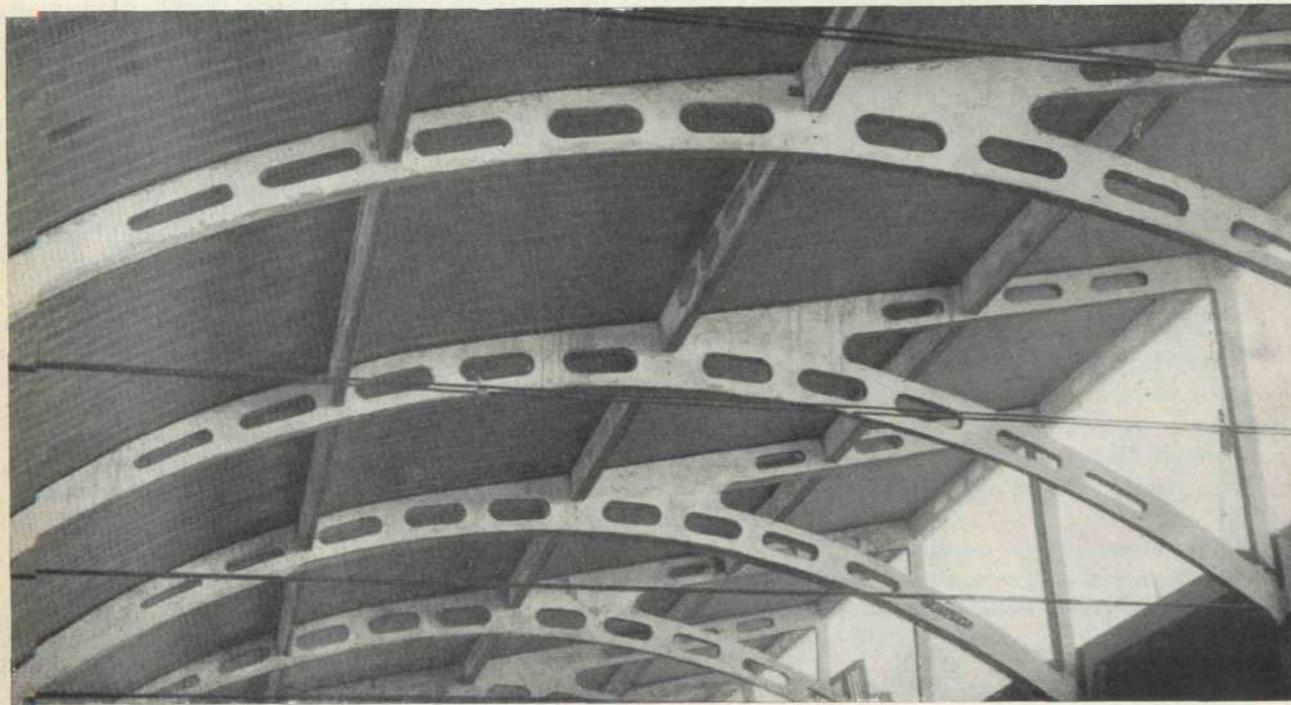


Fig. 5. - Curva delle pressioni nell'arco tipo di copertura degli altri capannoni.

Fig. 6. - Aspetto delle coperture terminate nel capannone principale.



pietrisco granitico di Olavarria, pezzatura 2-10 mm 0,450 m³
pietra granitica di Olavarria, pezzatura 10-30 mm 0,450 m³

Benchè le proporzioni granulometriche non rappresentassero l'« optimum » non fu possibile migliorarle molto dati i problemi notevoli di approvvigionamento degli inerti per cemento armato che soffre Buenos Aires, dove bisogna generalmente accontentarsi di sabbia fine del Rio della Piata, non esistendo nel mercato — a prezzi ragionevoli — la sabbia media o grossa che deve essere trasportata da distanze variabili dai 600 ai 1000 Km. Meno grave, seppure sensibile, il problema dell'approvvigionamento del pietrisco e della pietra di cava che furono trasportati da Olavarria (circa 320 Km. da Buenos Aires). Si preferì l'inerte di cava granitica alla ghiaia del Rio — seppure anch'essa soddisfacente — per le ottime caratteristiche resistenti e perchè lo si giudicò più idoneo agli effetti della

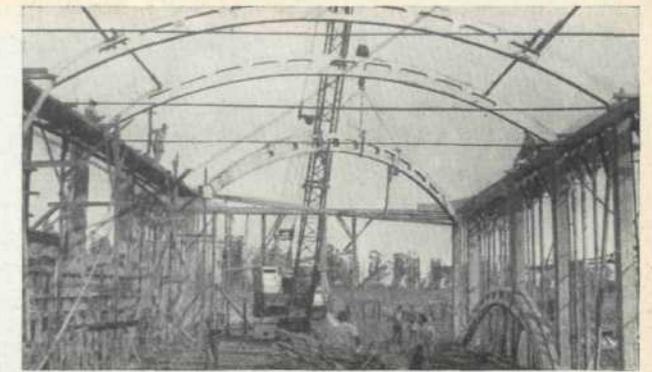


Fig. 8. - Messa in opera degli archi prefabbricati di copertura degli altri capannoni.

omogeneità del getto, data la forma delle sezioni resistenti.

Il calcestruzzo venne vibrato con vibratori ad ago — 6.000 vibrazioni al minuto — e si poté mantenere il tenore di acqua entro limiti non eccessivi (0,45-0,50) grazie alla notevole estensione del fronte di getto: le prove su cubetti a 28 gg. diedero una resistenza media alla compressione di 410 Kg./cm². Il peso teorico dei singoli elementi prefabbricati risultò:

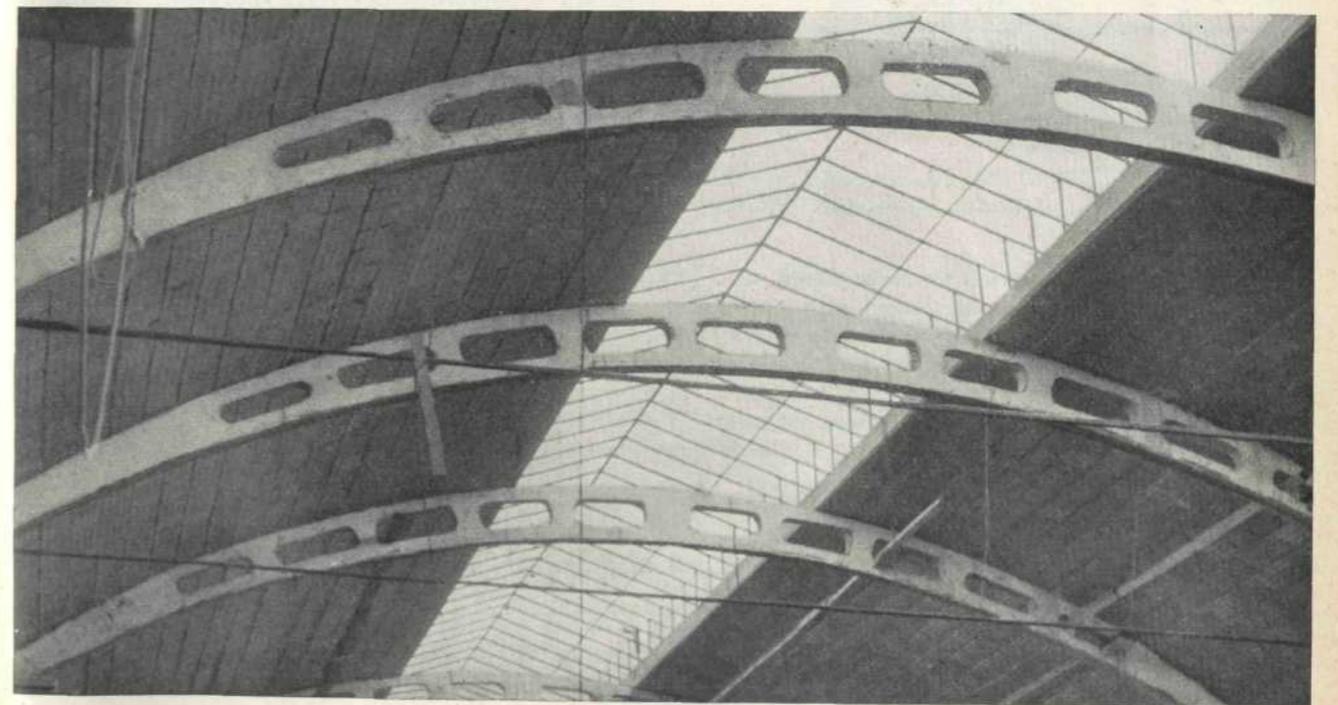
arco-shed luce 14 mt 3700 kg.
arco luce 12,30 mt 1500 »
trave luce 7 mt 1450 »
travi secondarie da 350 a 750 kg.

La messa in opera fu effettuata utilizzando una gru su cingoli del tipo « LIMA », portata sino a 5 tonn., lunghezza della benna 12 mt. Di una certa delicatezza risultò l'operazione di sollevamento degli archi-shed specialmente nella fase di passaggio



Fig. 7. - Messa in opera degli archi shed prefabbricati a copertura del capannone principale.

Fig. 9. - Aspetto delle coperture terminate in un altro capannone.



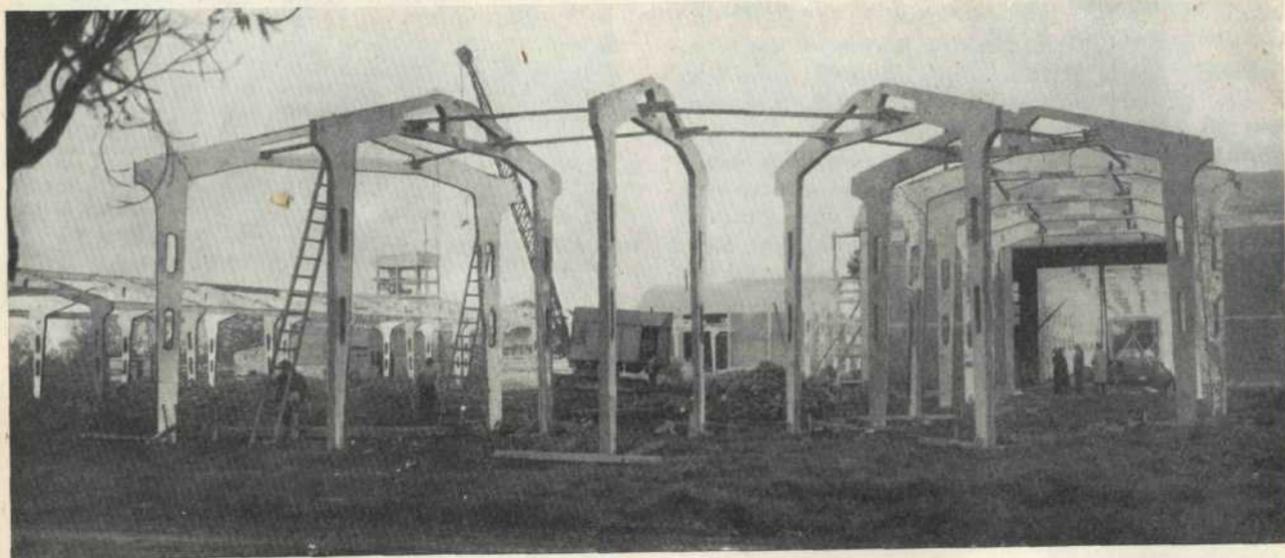


Fig. 10. - Messa in opera di portici prefabbricati nella galleria principale.

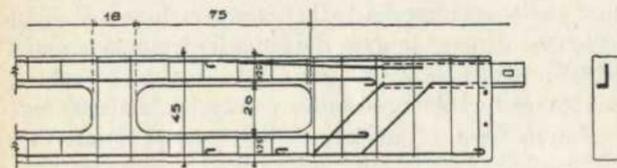


Fig. 11. - Testate di trave secondaria di copertura.

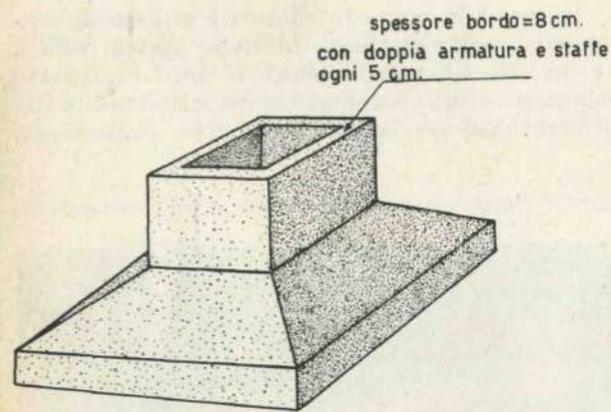
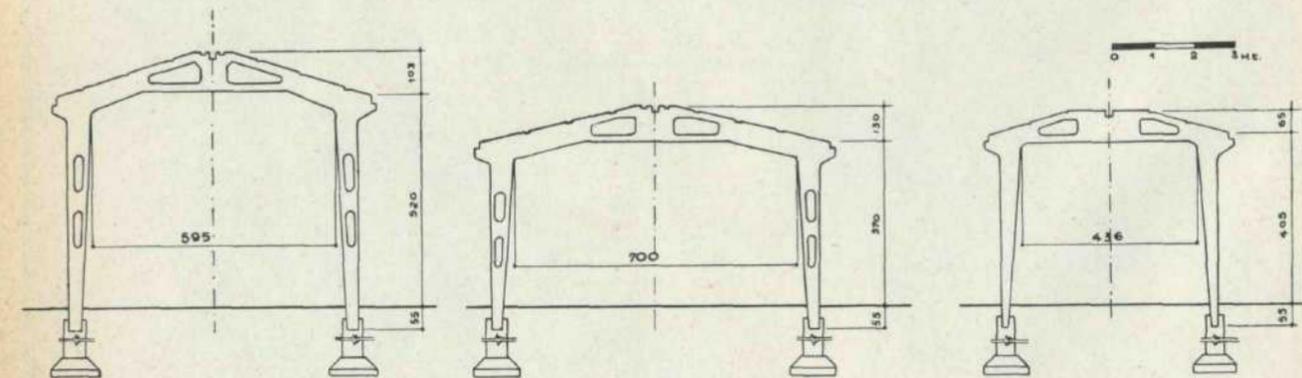


Fig. 12. - Plinto di fondazione per portico prefabbricato.

Fig. 13. - Sagoma statica dei portici-tipo per le gallerie. A technical drawing showing three different static shapes of arches. Each arch is supported by two columns. Dimensions are provided for each: the first has a width of 595 and a height of 103; the second has a width of 700 and a height of 130; the third has a width of 436 and a height of 130. A scale bar at the top indicates 0, 1, 2, 3 meters.



dalla posizione orizzontale alla verticale: peraltro la si poté condurre egualmente con rapidità e senza inconvenienti grazie ad una opportuna attrezzatura (Figg. 7 e 8).

Gli archi furono appoggiati sulle colonne in apposite selle ricavate nel getto di queste a scopo di guida e senza alcuna pretesa di incastro. Le travi secondarie vennero appoggiate agli appositi incavi praticati nell'estradosso degli archi grazie a ferri profilati a L solidali al getto (Fig. 11), il che permise l'ottenimento di un piano di posa senza dislivelli per i laterizi armati di copertura.

Con questo procedimento fu possibile ottenere nodi di incontro di due e di quattro elementi prefabbricati senza alcun inconveniente: tali nodi vennero poi sigillati con getti supplementari previa legatura o saldatura dei ferri sporgenti, a seconda delle condizioni di vincolo tenute in conto nel calcolo.

L'aspetto delle coperture terminate risultò soddisfacente, pur non essendo stata effettuata alcuna intonacatura al soffitto (Figg. 6 e 9).

Più redditizia di quella delle coperture risultò la prefabbricazione dei portici di galleria, previsti

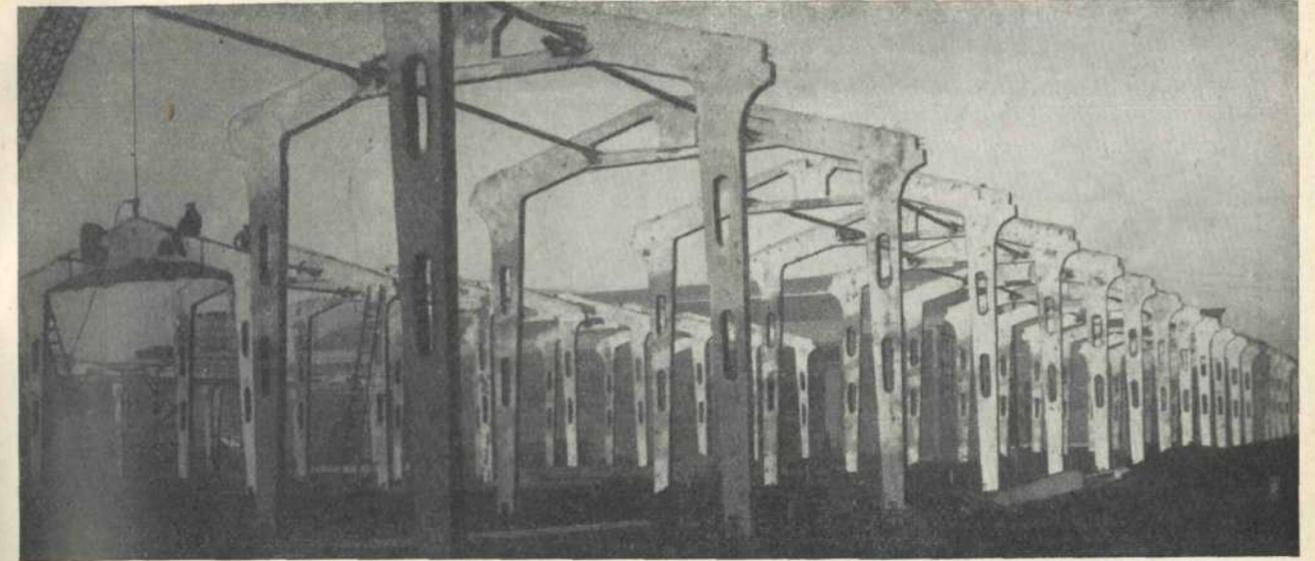


Fig. 14. - Aspetto del complesso dei portici delle gallerie durante la fase di messa in opera.

sostanzialmente in tre tipi, rispettivamente di 54-14 e 15 unità (Fig. 13). Per l'appoggio di tutti i tipi di portici — che erano stati studiati come incernierati al piede — furono previsti plinti di fondazione a colpetto (Fig. 12) che si rivelarono praticissimi agli effetti della rapidità di messa in opera.

Per tutti i portici fu adottato uno spessore costante di 16 cm. che permise di gettarli in cataste di 9-10 unità, e le modalità di esecuzione furono quelle già precedentemente descritte, con sensibili riduzioni dei tempi di getto grazie alla standardizzazione del lavoro. Oltre ai portici si eseguirono 208 travi secondarie di vario tipo destinate all'irrigidimento longitudinale delle gallerie e all'appoggio delle coperture.

Il sollevamento dei portici fu effettuato con ra-

pidità e senza inconvenienti irrigidendo i piedritti — per la durata della manovra — con profilati metallici, il che permise spostamenti e trascinati piuttosto audaci sul terreno dovuti all'imprevista presenza di una linea elettrica ad alta tensione. La messa in opera fu del pari rapida, giungendosi negli ultimi giorni ad una media giornaliera di 9-10 portici di 1,25 m³ cadauno (compresa messa a piombo, controventamento, incuneamento nelle basi, etc.) (Figg. 10 e 14).

L'aspetto del complesso industriale ultimato risultò assai soddisfacente, e tirate le somme, chi scrive può dichiarare che solamente grazie alla prefabbricazione fu possibile una esecuzione rapida ed economica senza pregiudizio del fattore estetico.

Giulio Pizzetti

Problemi di ventilazione delle gallerie autostradali (*)

Si illustrano i sistemi di ventilazione naturale e artificiale delle gallerie autostradali e si espongono i metodi di calcolo dei condotti di distribuzione.

Recenti progetti di trafori alpini per autoveicoli hanno richiamato l'attenzione dei tecnici sulle esigenze della loro ventilazione.

Il problema non è nuovo ed ha ricevuto brillanti soluzioni in vari impianti americani ed europei, specialmente nell'attraversamento mediante tunnel sotterranei di ampi estuari di fiumi come l'Hudson a New York, la Mersey a Liverpool, la Mosa a Rotterdam, l'Escaut ad Anversa, oltre che in alcuni trafori montani, specialmente in California.

1. - La necessità del ricambio dell'aria deriva anzitutto dalla produzione di ossido di carbonio dei motori a benzina, per lo più alimentati con miscele ricche e quindi con difetto d'aria.

La fig. 1 mostra i risultati di alcune esperienze svizzere, che hanno del resto confermato in linea generale precedenti esperienze americane. In essa le ascisse λ rappresentano il rapporto fra la quantità d'aria effettivamente introdotta nel motore e quella strettamente necessaria alla combustione. Le ordinate rappresentano per la curva inferiore le percentuali di ossido di carbonio rilevate nei gas di scarico, per la curva superiore la potenza N in kW sviluppata dal motore.

L'irregolarità dei punti sperimentali, indicati nel primo caso, mette in evidenza che il fenomeno

(*) Conferenza tenuta il 19 novembre 1952 presso la Soc. Ingegneri e Architetti in Torino e la Sezione Piemontese dell'Ass. Termotecnica Italiana.