

d/69(035) FOR

7 MAG. 1979

BIBLIOTECA FACOLTA' DI ARCHITETTURA
CASTELLO DEL VALENTINO
10126 TORINO

LA PRATICA

DEL

FABBRICARE

PER L'INGEGNERE

CARLO FORMENTI

Prof. di costruzioni nel R. Istituto Tecnico di Milano

PARTE PRIMA

IL RUSTICO DELLE FABBRICHE

CON 281 FIGURE INTERCALATE NEL TESTO

E CON UN VOLUME DI 62 TAVOLE IN CROMOLITOGRAFIA



ULRICO HOEPLI

EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

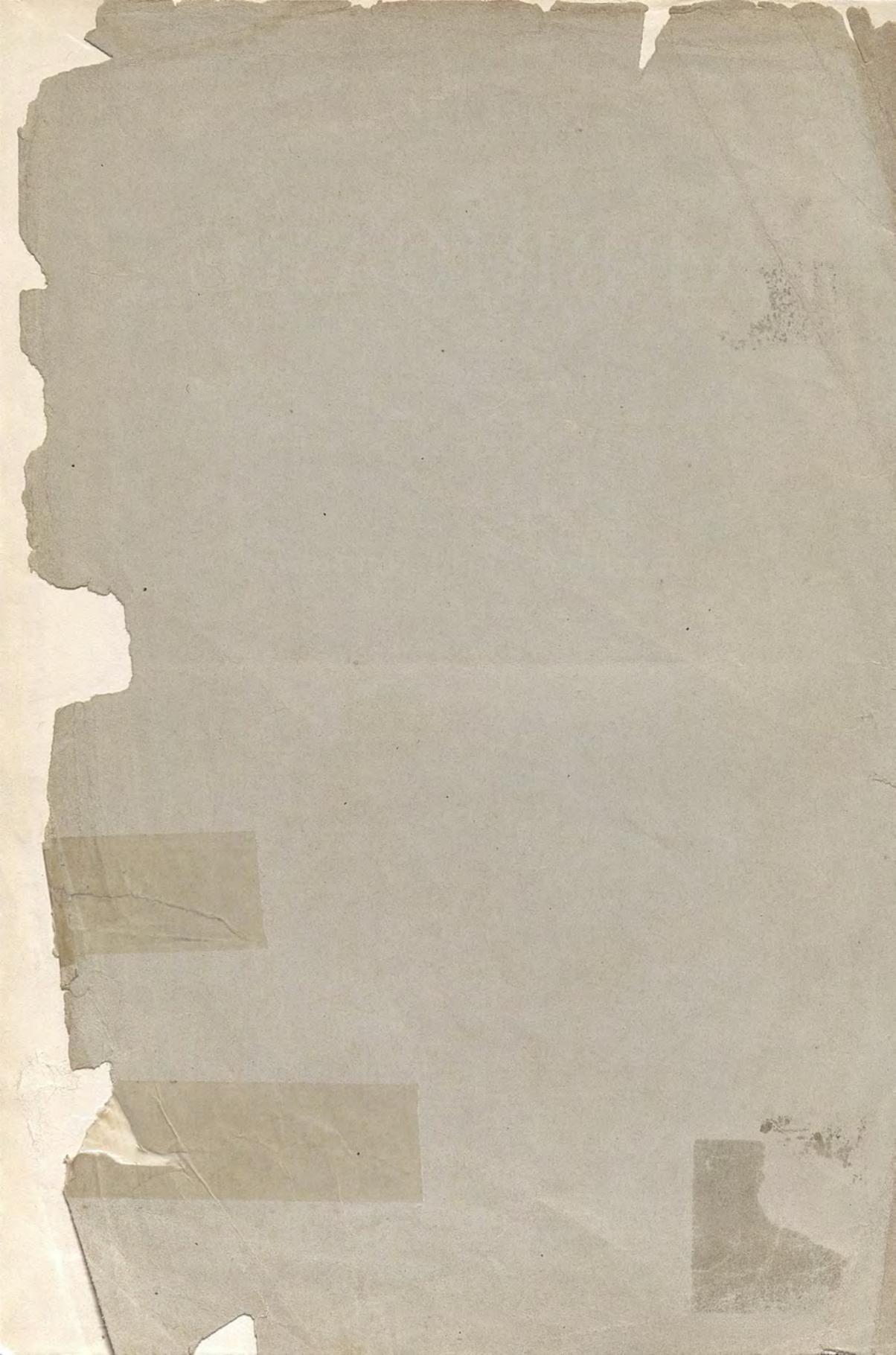
1893

ECA



FAC DI ARCHITETTURA
POLITECNICO - TORINO

... ed ultima parte **Il Finimento delle Fabbriche**, un volume di
... volume di tavole verrà pubblicata nel 1894 e costerà pure L. 65.
... rizzazione dell'opera completa in due volumi di testo e due vol
... folio L. 120.



624 (D. 8) J. Longi 1814

LA PRATICA DEL FABBRICARE

PARTE PRIMA



LA PRATICA

DEL

FABBRICARE

PER L'INGEGNERE

CARLO FORMENTI

Prof. di costruzioni nel R. Istituto Tecnico di Milano

PARTE PRIMA

IL RUSTICO DELLE FABBRICHE

CON 281 FIGURE INTERCALATE NEL TESTO

E CON UN VOLUME DI 62 TAVOLE IN CROMOLITOGRAFIA



ULRICO HOEPLI

EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA

MILANO

—
1893

PROPRIETÀ LETTERARIA

INDICE DELLE MATERIE

PARTE PRIMA

IL RUSTICO DELLE FABBRICHE

Prefazione	Pag.	IX
----------------------	------	----

I

Gli sterri ed il cantiere

1. Le generalità degli sterri	1
2. Il tracciato ed il rilievo altimetrico del suolo per la esecuzione dello scavo e sua valutazione	2
3. La valutazione degli sterri	3
4. La cavatura delle terre	8
5. Il trasporto delle terre e dei materiali	12
6. L'esecuzione dello scavo generale, col trasporto a mezzo di carrette a bilico ad un cavallo	17
7. L'esecuzione dello scavo generale, col trasporto a mezzo di carri del sistema Decauville su binari provvisori	19
8. Il lineamento dei muri ed il tracciato delle fosse di fondazione	21
9. L'esecuzione dello sterro per le fosse di fondazione	23
10. Le puntellature per i tagli del terreno e per le murature di fabbrica in confine	23
11. Il cantiere	26

II

Le opere di fondazione

12. Le generalità delle fondazioni	Pag. 31
13. Le fondazioni nei terreni resistenti	34
14. Le opere di costipamento e di sostegno in genere	34
15. Le palafitte di costipamento.	35
16. Le pilastrate di sostegno in generale e gli arconi	38
17./Le pilastrate di sostegno a pozzo quadrate e rettangolari.	39
18. Le pilastrate di sostegno circolari per sottomurazione.	41
19. Le pilastrate di sostegno circolari per affondamento	43
20. Le palafitte di sostegno	47
21. Le platee	55

III

Le strutture elementari in genere

22. Le generalità delle murature	61
23. Le arcate in generale.	88
24. Le centinature e la costruzione delle arcate	119
25. Le volte in generale	131
26. La costruzione delle volte	143
27. Le impalcature da solaio in generale	176
28. Le travi composte e le travi armate	206
29. Le colonne di ghisa.	217
30. I coperti delle fabbriche in generale	226
31. I cavalletti o capriate e le travi di sostegno delle armature dei tetti.	230
32. L'armatura grossa dei tetti	255
33. L'armatura minuta dei tetti e le coperture	264
34. Il cornicione di gronda.	272

IV

I particolari per le strutture rustiche
e pei lavori dei sotterranei

35. Le strutture murali delle fondamenta.	277
36. Il tracciamento dei muri ed il piano di livello dei sotterranei.	278
37. Le strutture murali, le pilastrate, le arcate, le volte, e le finestre del sotterraneo	284

V

I ponti di servizio ed i loro particolari

38. I ponti di servizio esterni.	Pag. 293
39. I ponti di servizio interni.	308

VI

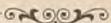
**I particolari per le strutture rustiche
e pei lavori sopra terra**

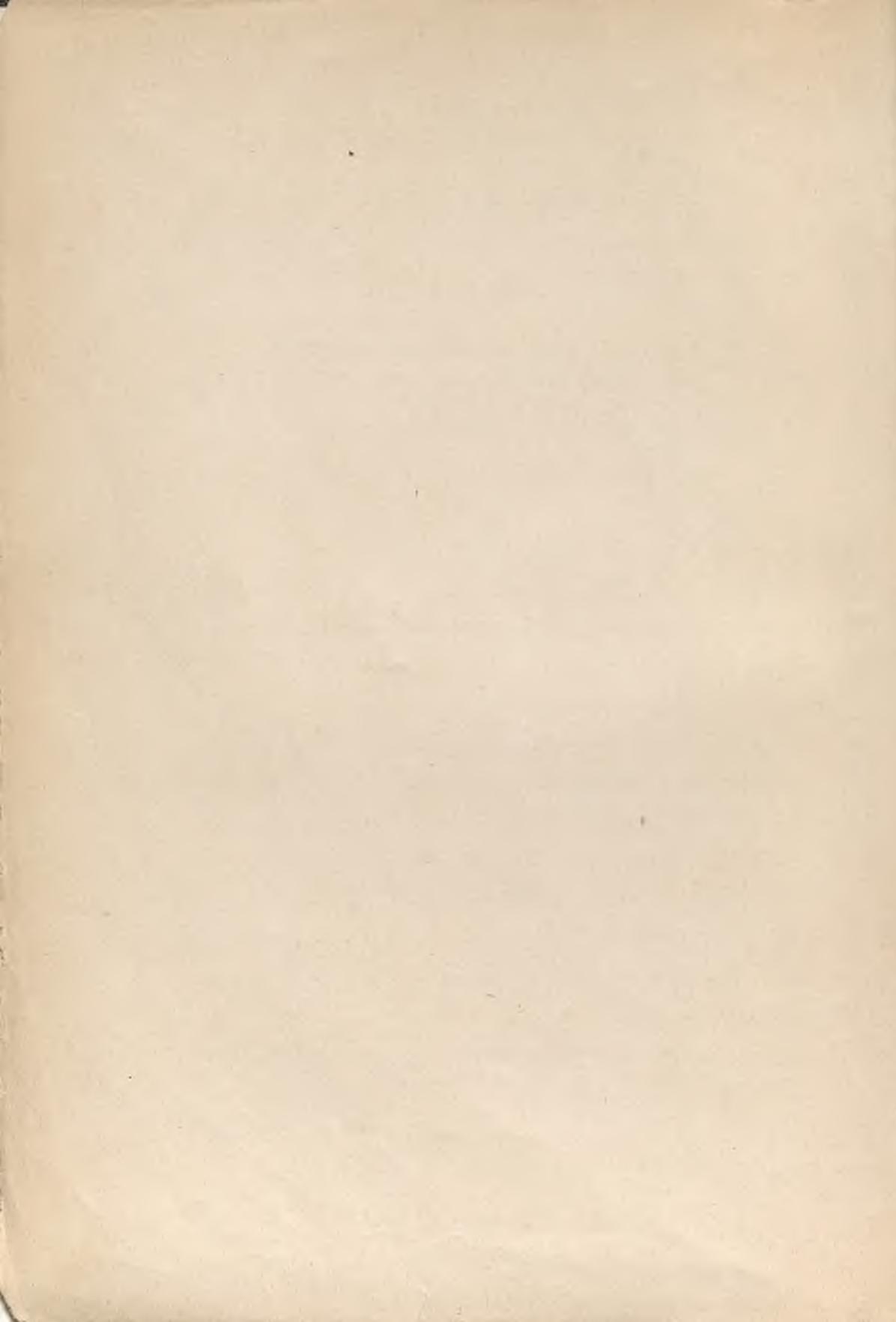
40. Le strutture murali sopra terra, le pilastrate ed i particolari che vi si riferiscono	311
41. Le colonne, i pilastri e gli archivolti dei porticati.	316
42. Le travate di ferro pei muri, le colonne di ghisa, le pilastrate interne e le travi armate.	319
43. La posa in opera delle pietre decorative	322
44. I particolari delle impalcature da solaio e delle loro travature	326
45. L'assieme ed i particolari delle capriate.	331
46. I particolari delle armature di legno pei tetti.	337
47. Le strutture rustiche dei cornicioni di gronda ed i loro particolari.	338
48. I particolari delle coperture a terrazzo	343
49. I particolari delle coperture inclinate e dei fumaiuoli.	345
50. I lucernari.	348
51. Le armature di ferro per le coperture a vetro dei cortili.	351
52. Le coperture delle tettoie e delle baracche.	373
53. Le coperture dei muri di cinta.	377

VII

I trasporti ed i sollevamenti

54. La manovra per lo scarico.	383
55. Il trasporto orizzontale nel cantiere.	386
56. Le macchine e le manovre pei sollevamenti	394





PREFAZIONE

Con questo lavoro, nel quale le generalità riguardanti le strutture delle fabbriche sono brevemente compendiate, ho specialmente inteso di rappresentare i principali particolari costruttivi che vi si riferiscono, studiati in base alle effettive pratiche di esecuzione, nel proposito anche di rendere più evidente l'importanza e l'estensione che gli studî applicati hanno nell'arte del costruire.

Nell'esposizione dei diversi argomenti, ho seguito l'ordine col quale progressivamente si svolgono le costruzioni, dividendoli in due parti, comprendenti rispettivamente il *rustico* ed il *finimento* delle fabbriche; il carattere positivo del lavoro, diretto a giustificarne l'opportunità, ha poi creato il bisogno di numerosi disegni illustrativi, molti dei quali, anche in grande scala, rac-

colti per ciascuna parte in separato volume di tavole, hanno il precipuo scopo di mettere in chiara luce le opere che più sovente trovano nelle fabbriche motivo di loro effettuazione.

Milano, Giugno 1893.

C. FORMENTI



LA PRATICA DEL FABBRICARE

GLI STERRI ED IL CANTIERE

1. **Le generalità degli sterri.** Il primo lavoro che si compie sul terreno, per la esecuzione di un progetto edilizio, è lo sterro; collo sterro, si aprono le *fosse di fondazione*, destinate a ricevere le fondamenta, colle quali la fabbrica si incastra nel suolo; la larghezza e la profondità delle fosse, dipende dalla natura e dalla importanza delle opere di fondamento che si devono eseguire; in generale, esse si richiedono tanto più profonde, quanto più il terreno alla superficie è cedevole e permeabile, dovendo le fondamenta poggiare sul terreno compatto e resistente, ed essere difese dall'azione del gelo; frequentemente poi, tornando opportuno disporre, al disotto del piano terreno, i sotterranei o le cantine, è necessario di far precedere alla escavazione delle fosse di fondazione, uno *scavo generale*, che si estende a tutta l'area di fabbrica, eccettuati i cortili, e che si spinge poco al disotto del pavimento dei sotterranei.

Per evitare le frane, devesi assegnare al contorno degli scavi una scarpa, la cui inclinazione è dipendente dalla coesione delle terre, per la formazione della quale occorre la temporanea occupazione di una zona di terreno circostante a quello su cui devesi costruire. Ordinariamente, per diminuire tale occupazione, non che il volume dello sterro, in vista pure della

breve durata del lavoro, si preferisce, anche nei terreni facili a scoscendere, di assegnare alle scarpe dello scavo generale una base molto piccola, che si fa anche soltanto di $\frac{1}{5}$ dell'altezza, armando, all'occorrenza, i tagli con puntellature provvisorie di legname per assicurarne la stabilità.

Le pareti poi delle fosse di fondazione, che solitamente non sono molto profonde, si fanno verticali, o con scarpe piccolissime, che vengono armate con sbadacchiature.

2. Il tracciato ed il rilievo altimetrico del suolo per la esecuzione dello scavo e sua valutazione. Per dirigere il lavoro di sterro, si individuano sul suolo, con picchetti, il perimetro dell'area di fabbrica e quello dei cortili; in seguito, parimenti con picchetti, si determinano le linee appartenenti al profilo superiore delle scarpe dello scavo generale, le quali linee, convengono tracciate rispettivamente parallele alle corrispondenti linee perimetrali, quand'anche il terreno non sia piano.

Esternamente al profilo delle scarpe, in prolungamento delle linee esterne dei muri d'ambito della fabbrica, si stabiliscono dei caposaldi in pietra, destinati a rimanere compresi nello steccato di chiusura, ai quali poter riferire il tracciamento dei muri dopo compiuto lo sterro.

Nella fig. 1, i picchetti p appartengono al perimetro dell'area di fabbrica, i picchetti p_1 al perimetro del cortile, ed i picchetti p_2 al profilo superiore delle scarpe; in c si hanno i caposaldi in pietra determinanti la linea esterna della fronte.

La larghezza mn , della zona occupata dalla scarpa, come risulta dalla fig. 2, deve essere eguale alla base ab della scarpa, considerata estesa fino al fondo della fossa di fondazione, aumentata di bc , dipendente dai valori delle riseghe dei muri, inferiori al piano di terra.

Per valutare il volume dello sterro, determinati i perimetri della fig. 1, si eseguisce il rilievo altimetrico del suolo nei punti che presentano le maggiori variazioni di livello, scomponendo

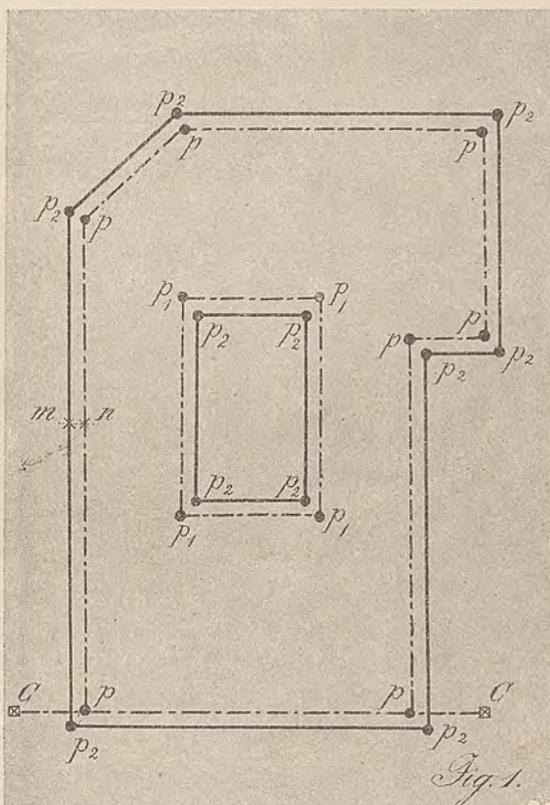
il terreno compreso nel perimetro dei picchetti p_1 in tanti triangoli, le cui superfici possano, senza sensibile errore, considerarsi piane; il piano orizzontale di paragone che si assume per la livellazione del suolo, deve necessariamente avere riferimento al fondo orizzontale dello scavo generale da eseguirsi, onde potere in seguito disegnare un rilievo quotato come quello della figura 3, nel quale si registrano le quote dei punti considerati, riferendole tutte al fondo dello scavo generale, e si registrano anche le lunghezze orizzontali di tutti i lati dei triangoli in cui il suolo si è decomposto.

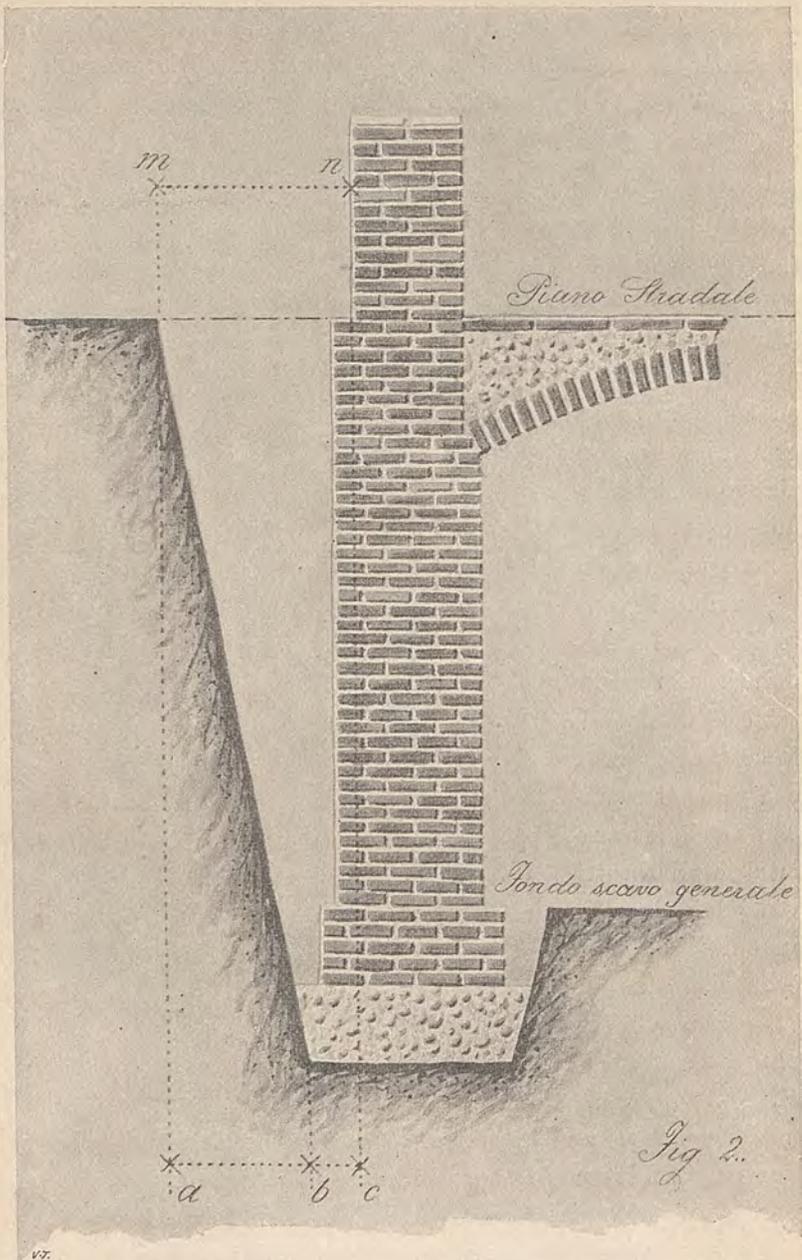
3. La valutazione degli sterri.

Nella determi-

nazione del volume di sterro, lo scavo si considera diviso in due parti, valutandosi separatamente il volume dello scavo generale, e quello per lo scavo delle fosse di fondazione.

Valutazione dello scavo generale. Il volume dello scavo generale si determina, valutando prima il volume V del solido,





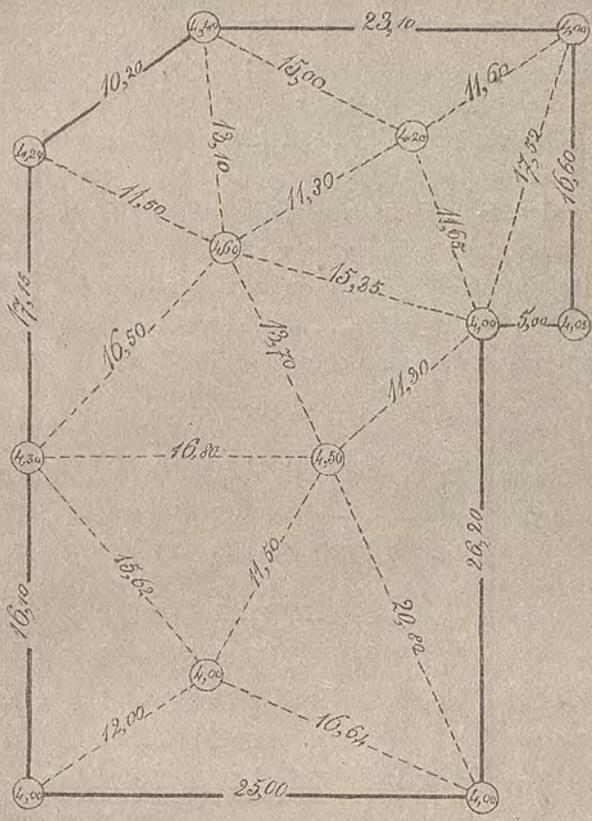


Fig. 3.

limitato inferiormente dal piano orizzontale passante per il suo fondo, lateralmente dai piani verticali passanti pei lati del profilo superiore delle scarpe di contorno, superiormente dalla superficie del suolo, e deducendo dal volume V , così trovato, quello V_1 occupato dalle scarpe di contorno, e quello V_2 occupato dal terrapieno del cortile colle sue scarpe.

Il solido di volume V , si considera formato da tanti tronchi di prisma triangolari, le cui sezioni rette sono i triangoli in cui venne decomposta la superficie del suolo, ed i cui spigoli verticali hanno per altezze le quote dei vertici dei triangoli stessi, date dal rilievo quotato della fig. 3.

Indicando con v, v_1, v_2, \dots, v_n , i volumi dei tronchi di prisma in cui risulta decomposto il solido di volume V , si ha:

$$V = v + v_1 + v_2 + \dots + v_n$$

Se poi per uno dei tronchi di prisma di volume v si indica con A l'area della sua sezione retta, con h_1, h_2, h_3 , le altezze dei suoi tre spigoli verticali, si ha:

$$v = A \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$$

Le aree A delle sezioni rette triangolari si determinano colla formula:

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

nella quale, per ciascun triangolo, s è il semiperimetro ed a, b, c , sono le lunghezze dei lati, le quali trovansi registrate nel rilievo quotato della fig. 3.

Il volume V_1 , è dato dalla somma dei volumi delle scarpe di contorno. Eseguito lo scavo generale, si fa il rilievo delle scarpe di contorno, determinando le sezioni verticali rette di esse nei punti in cui, per le accidentalità del terreno, subiscono delle sensibili variazioni, e rilevando le distanze orizzontali tra le dette sezioni; nella maggior parte dei casi, non essendo il

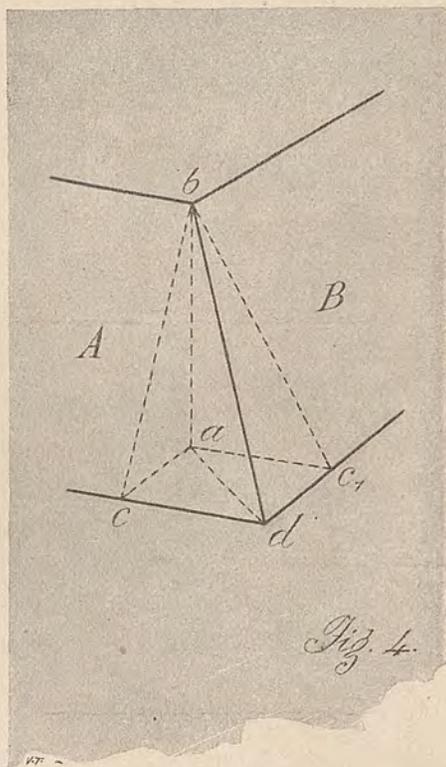
terreno molto accidentato, bastano per ciascuna scarpa le due sezioni triangolari estreme; si viene così a dividere le scarpe in solidi a basi parallele, per ciascuno dei quali, il volume è dato, con sufficiente approssimazione, dalla media delle aree delle due sezioni estreme moltiplicata per la loro distanza.

Negli incontri di due scarpe A e B ad angolo sagliente, fig. 4, tra le sezioni verticali rette estreme di esse, stanno comprese due piramidi, le cui basi triangolari abc , abc_1 , sono le sezioni rette estreme delle due scarpe, e le cui altezze sono cd e c_1d note; il loro volume è dato dall'area della base moltiplicata per il terzo dell'altezza.

Negli incontri invece di due scarpe A e B ad angolo rientrante, fig. 5, tra le sezioni rette estreme di esse stanno com-

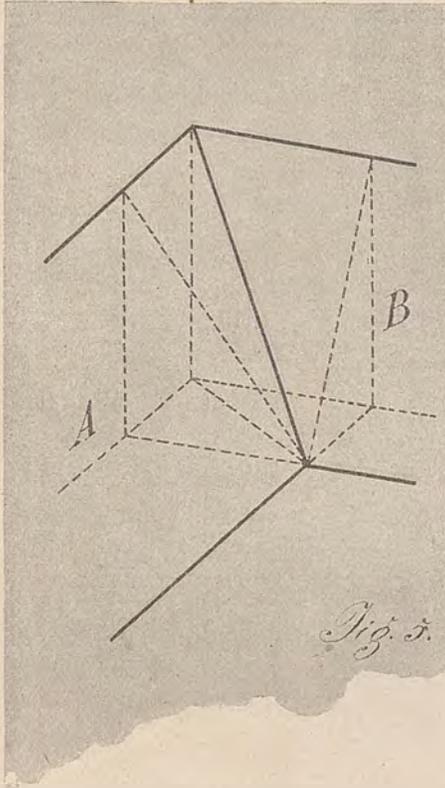
prese due piramidi, le quali, hanno le basi rettangolari nei due piani verticali che passano per i profili superiori delle due scarpe; di queste piramidi si determina il volume come nel caso precedente.

Il volume V_2 del solido corrispondente al terrapieno del cortile, si determina eseguendo il rilievo quotato della piattaforma superiore del terrapieno divisa in triangoli, calcolando i volumi dei tronchi di prisma a base triangolare che vi cor-



rispondono, ed il volume delle scarpe, colle norme già indicate. La somma dei volumi trovati dà, il volume del terrapieno.

Nella fig. 6, il profilo $abcd$ corrisponde alla piattaforma superiore di un terrapieno, e quello $a_1b_1c_1d_1$ rappresenta il piede delle sue scarpe.



Valutazione dello scavo per le fosse di fondazione. Nella valutazione di questa parte dello sterro, si segue una regola pratica approssimata, compensandosi le piccole differenze alle quali conduce, nella somma dei volumi parziali per le diverse fosse. Ciò è reso anche necessario dalla impossibilità che si incontra nella pratica, per le condizioni speciali in cui si eseguono gli sterri per le fosse di fondazione, di rilevare tutte le misure che occorrerebbero per l'applicazione di regole esatte. Si trova l'area

della sezione verticale trasversale delle fosse, moltiplicando la larghezza media di esse per la loro profondità; essendo poi la inclinazione delle scarpe minima, e talora nulla, il volume dello scavo per ciascuna fossa si determina, moltiplicando l'area trovata per la lunghezza della fossa.

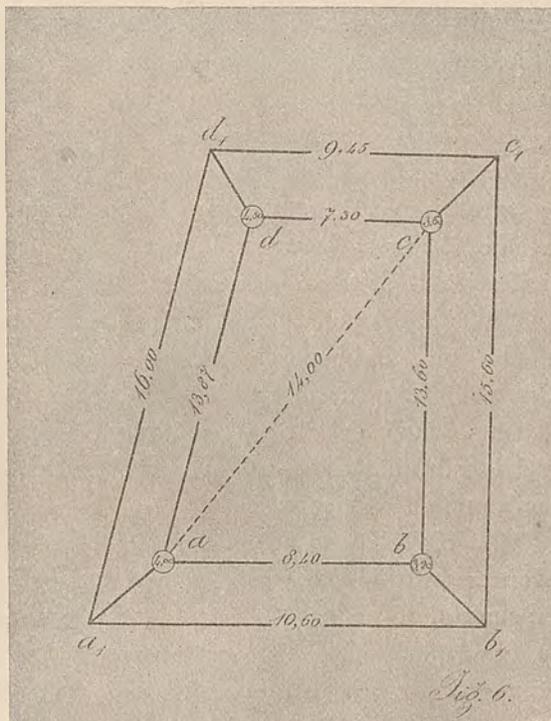
4. La cavatura delle terre. Lo sterro per lo scavo generale delle costruzioni edilizie, si fa, cavando le terre in corrispondenza a tagli verticali che, opportunamente predisposti,

formano le fronti di attacco, al piede delle quali, talora, si forma anche uno scaglione o banchina, di altezza corrispondente a quella dei veicoli di trasporto, per facilitare in essi il carico della terra. Lungo la fronte di attacco il terreno, se è compatto, viene isolato in masse, praticando, lungo i fianchi di queste,

dei solchi verticali, e scalzandole al piede; tali masse si obbligano in seguito a franare, battendo con mazze nella faccia superiore del terreno, dei cunei di legno o di ferro; le terre ghiaiose e sabbiose, invece, si smuovono e si fanno scendere facilmente, anche solo col mezzo di leve opportunamente manovrate; s'intende

però, come queste pratiche, quando non vengano prudentemente applicate, non siano scevre di pericoli, per le frane improvvise che si possono verificare, e ciò segnatamente nel caso di fronti di attacco piuttosto alte, e di terre che abbiano poca coesione, e sieno molto umide.

Gli arnesi per la cavatura sono: il badile, la pala, la vanga,



il piccone, la leva e la mazza; il loro uso si fa dipendere dalla natura delle terre.

Nella tav. I, la fig. 1 rappresenta il badile comunemente usato per le terre vegetali e per quelle leggiere, la fig. 2 la pala per le terre ghiaiose e sabbiose, la fig. 3 la vanga per le terre forti; le fig. 4, 5, 6, 7, 8 e 9, rappresentano rispettivamente il piccone a penna, il piccone a martello, i cunei di ferro, quelli di legno, la leva e la mazza.

Col badile, colla pala, o colla vanga, si opera il dissodamento superficiale ed il paleggiamento delle terre; col piccone, le terre si solcano e si smuovono profondamente; coi cunei di ferro o di legno, battuti colle mazze, oppure colle leve di ferro, si pratica il distacco e lo smottamento delle terre.

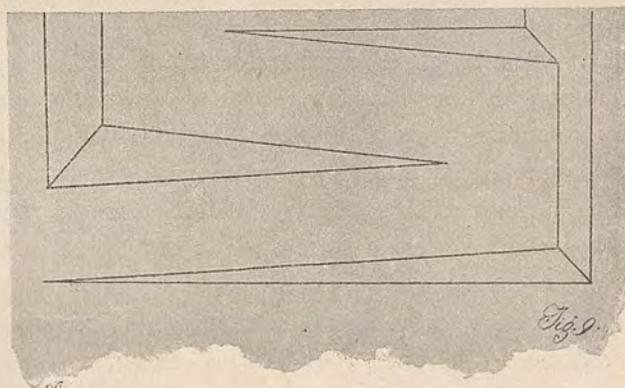
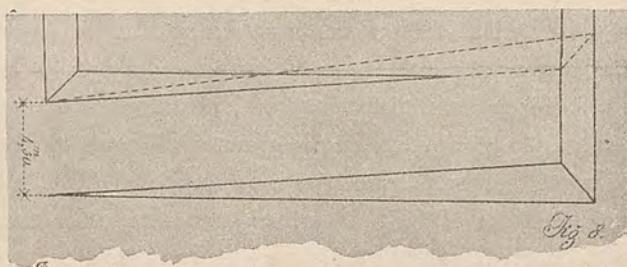
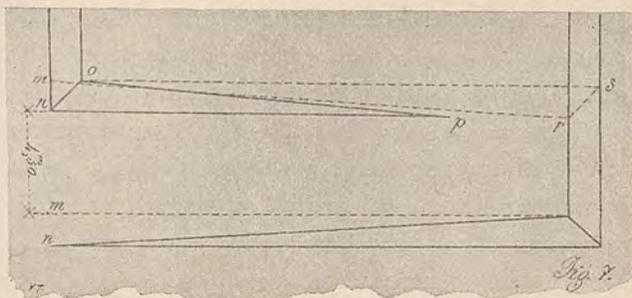
La fig. 10 della tav. I, rappresenta la maniera di avanzamento dello scavo per le terre compatte in genere; essa consiste nello smottare alternatamente e nel verso diagonale, prima le masse superiori *A*, poi le masse *B* della banchina, la quale ultima, durante il lavoro, conserva sempre la stessa larghezza, facilitando il carico della terra.

La fig. 11 della stessa tavola, rappresenta una maniera di avanzamento dello scavo per le terre argillose friabili, che si fa, smottando prima con franamenti successivi, per tutta la sua lunghezza, la massa superiore di terra *A* allargando la banchina *B*, per procedere in seguito allo smottamento della banchina *B*, riducendone la larghezza; l'allargamento della banchina, in questo caso, diventa necessario, perchè su di essa possano ammassarsi le frane, che per queste terre sono piuttosto voluminose.

Per ultimo, la fig. 12 della tav. I, rappresenta lo smovimento delle terre ghiaiose e sabbiose col mezzo delle leve, ed il conseguente avanzamento dello scavo.

L'area di fabbrica da sterrare, non presentando, solitamente, alcun taglio verticale per l'attacco dello scavo, conviene iniziare il lavoro collo scavare il terreno per la formazione della

via inclinata in trincea, destinata al transito dei veicoli per il trasporto della terra; questa via o *rampa*, deve raggiungere al



suo estremo il fondo dello scavo generale; per solito, viene disposta lungo uno dei lati del perimetro dell'area di fabbrica, e preferibilmente nel verso di quello di maggior lunghezza, per diminuirne la inclinazione; lo scavo generale poi, si opera at-

taccando il terreno in corrispondenza alla trincea della rampa, cominciando dall'ultima porzione più bassa di essa. Per lo scambio dei veicoli in discesa ed ascesa, la rampa deve avere, fino al suo termine, una larghezza non minore di m. 4,50. Chiamando con mn la base delle due scarpe al termine della rampa, la larghezza di quest'ultima alla sua origine, dovrà essere di: m. $4,50 + 2 mn$, come si vede dalla fig. 7, che rappresenta la pianta di una di queste rampe; avvertendo che, in detta figura, con linee punteggiate, è demarcata la scarpa mrs , che viene ad essere distrutta col procedere dello scavo generale, per essere sostituita dalla controscarpa nop , a sostegno della rampa sul fianco che vi corrisponde. Per economia di spazio, la rampa potrebbe avere alla sua origine una larghezza anche solo di m. 4,50, adottando per la scarpa laterale della rampa verso l'interno, e per la controscarpa, la disposizione della fig. 8.

La massima pendenza da assegnarsi alle rampe, in vista del loro breve percorso, può arrivare anche al 10 % nei terreni fangosi, ed al 15 % nei terreni compatti; onde non superare questi limiti la rampa può essere in due tratte con risvolta, come è indicato nella fig. 9.

5. Il trasporto delle terre e dei materiali. Le terre cavate subiscono un aumento di volume; in media si ritiene che, le sabbie aumentino cavandole di $\frac{1}{20}$ del loro volume, le terre sciolte e leggere di $\frac{1}{10}$, quelle di comune compattezza di $\frac{1}{5}$, e quelle forti e compatte di $\frac{1}{3}$. Il peso delle terre si ritiene di chg. 1500 per m. c. per le sabbie e per le terre sciolte e leggere, e di chg. 1800 per le terre sassose e ghiaiose.

Pei trasporti a breve distanza, che si eseguono entro i limiti dell'area di fabbrica, per vie sia orizzontali che inclinate, si impiega la carruola detta *italiana*, speciale per le terre, rappresentata nella fig. 1 della tav. II; la forma della cassa della carruola rende spedita la sua vuotatura, che si ottiene col semplice suo capovolgimento; la capacità della cassa è circa di mc. 0,04; il diametro della ruota è di m. 0,47 circa.

Il trasporto delle terre, a maggiori distanze e fuori dell'area di fabbrica, si fa per solito con carrette a bilico ad un cavallo, le quali, per la loro robustezza, per la facilità con cui possono essere caricate, scaricate, manovrate e condotte, sia nelle vie rettilinee, come nelle risvolte, si ritengono molto opportune; queste carrette si adoperano anche per trasporto dei rottami, dei mattoni, delle ghiaie, delle sabbie, e delle calci spente.

Nella fig. 2 della tav. II, è rappresentata la carretta a bilico comunemente usata, segnatamente in Lombardia, e che a Milano è chiamata *marnone*; le ruote della carretta hanno il diametro di m. 1,60, la cassa parallelepipeda misura nel suo interno m. $1,70 \times 0,77 \times 0,50$, la capacità della cassa fino ai suoi bordi superiori è di mc. 0,654, ed il volume delle terre che si possono trasportare varia da mc. 0,60 a mc. 0,80, a norma anche del peso della terra; avvertendo che il carico per un cavallo, su strada buona, può arrivare fino a chg. 1600 e su strada cattiva, fino a chg. 900; l'altezza sul suolo del bordo superiore della carretta è di circa m. 1,40, e permette il carico delle terre colla pala, anche quando non siavi la banchina di caricamento; la parete posteriore poi della cassa della carretta è mobile, e viene levata nel luogo di scarico, acciocchè rendendo indipendente la cassa, ed obbligandola a ribaltare girando attorno ai suoi perni finchè tocchi il suolo, possa la terra, scorrendo sul fondo inclinato della cassa, scaricarsi da sè.

L'ordinamento del trasporto, deve farsi in modo che le carrette non rimangano inoperose nè al carico nè allo scarico; le carrette quindi, converrebbe dividerle in gruppi di egual numero, che si presentino successivamente al carico in ciascuno dei punti di attacco.

Per determinare il numero N massimo delle carrette da assegnarsi a ciascun attacco, si stabilisce il numero n di esse che possono presentarsi contemporaneamente al carico, e che costituiscono il primo gruppo.

Se si indica con T il tempo impiegato dalle carrette per il viaggio in andata e ritorno, dal carico allo scarico, e con t il tempo occorrente per il carico di un gruppo di carrette, essendo sempre per questi trasporti $T > t$, il numero dei gruppi di carrette che si potranno caricare nell'intervallo di tempo T , sarà $\frac{T}{t}$; il numero quindi di gruppi di carrette che potranno successivamente presentarsi al carico per ciascun attacco sarà dato da:

$$\frac{T}{t} + 1$$

ed il numero totale N delle carrette per ciascun attacco sarà:

$$N = n \left(\frac{T}{t} + 1 \right).$$

Negli sterri delle costruzioni edilizie, ordinariamente, a ciascun attacco, possono contemporaneamente presentarsi per carico da due a tre carrette; la percorrenza media delle carrette, compreso il perditempo allo scarico, si ritiene di due chilometri all'ora. Al carico contemporaneo per due carrette, si destinano tre manovali caricatori, ed a quello per tre carrette se ne destinano quattro. Il tempo del carico dipende dalla natura delle terre, e si determina con osservazioni pratiche; il numero dei manovali rompitori, deve essere proporzionale a quello dei caricatori, a norma anche della coesione delle terre.

Per gli sterri delle fabbriche edilizie piuttosto estese, e nel caso in cui sia possibile l'allacciamento dell'area di fabbrica col luogo dello scarico, a mezzo di uno o due binarî, il trasporto delle terre si fa con carri da sterramento su binarî provvisorî. La facilità di trazione che offre questo mezzo di trasporto, rende possibile di effettuare, coll'impiego di poca forza, il movimento dei carri, sia isolati che riuniti in convoglio, su vie orizzontali od inclinate, con una speditezza ed una economia di lavoro che altrimenti non si possono conseguire, e che giustificano le spese per l'impianto del servizio.

Per questi trasporti, si adottano i piccoli carri del sistema Decauville; la cassa dei carri Decauville, in lamiera di ferro grossa mm. 3, è appoggiata con perni su cuscinetti portati da cavalletti in ferro, stabiliti agli estremi del telaio del carro, parimenti in ferro, che alla sua volta poggia sui due assi portanti le piccole ruote di ghisa. La forma della cassa, ed il sistema col quale trovasi equilibrata sui cavalletti di sostegno, facilitano il suo capovolgimento e la sua vuotatura, che si ottiene con pochissimo sforzo, obbligando la cassa a ruotare attorno ai suoi perni di appoggio. La semplicità poi di tutte le parti del carro, e l'assenza di qualsiasi ordigno facile a guastarsi, costituiscono per questi carri una vera prerogativa. Il telaio dei carri destinati ad essere riuniti in convoglio, è munito di repulsore centrale, che ne facilita il movimento nelle curve di piccolo raggio; lo scartamento del binario è variabile, e può essere di m. 0,40, di 0,50, o di 0,60, e rispettivamente vi corrispondono carri di capacità mc. 0,25, 0,30, 0,50 circa. I convogli, ordinariamente, sono composti da cinque, oppure da sei carri, messi in movimento da uomini o da cavalli. Il binario è costituito dalle ruotaie, montate su traversine in ferro, a distanza circa di m. 1 a 1,25; esso è scomponibile in tratte lunghe m. 5, 2,50 e 1,25, e ciò allo scopo di potere effettuare con facilità il trasporto. La congiunzione delle tratte di binario, si fa a maschio e femmina, a mezzo di stecche chiodate sui fianchi ed agli estremi delle ruotaie di una stessa tratta di binario, fra le quali stecche si incastrano gli estremi delle ruotaie della successiva tratta di binario colla loro lama verticale. Uno solo, od al più due operai, bastano al sollevamento, trasporto e posa, di ciascuna delle tratte di cui è costituito il binario, e la manovra di spostamento procede assai spedita.

Per le risvolte, si hanno binari curvi con raggi di m. 2, 4, 6, 8; si hanno poi tratte speciali di binario, che servono per gli scambi, la cui manovra si fa, o semplicemente con una

spinta che si dà lateralmente al binario col piede, oppure con leve.

Nella tav. II, la fig. 3 e la fig. 4 rappresentano due tipi di carri Decauville, la fig. 5 rappresenta il binario collo scambio a leva, la fig. 6 rappresenta la montatura della ruotaia sulla traversina, la fig. 7 l'unione a maschio e femmina delle ruotaie.

Il trasporto viene ordinato con due convogli almeno, dei quali uno trovasi al carico, mentre l'altro percorre in andata e ritorno la via dello scarico. A ciascun carro viene destinato un operaio caricatore, il quale segue il convoglio in tutto il suo percorso, spingendo ove occorra, oppure frenando il proprio carro nelle discese, con una stanghetta di legno che viene insinuata tra la cassa del carro ed uno degli assi delle ruote. Se la via dallo sterro allo scarico non presenta sensibili pendenze, il convoglio è messo in movimento dagli operai, salvo che lungo la salita della rampa nel luogo di sterro, per la quale si ricorre all'impiego di uno od al più di due cavalli. Tali rampe essendo poco estese, vengono superate con un solo cavallo, purchè il convoglio sia costituito al più da sei carri, e la pendenza della rampa non superi il 7 %; per pendenze maggiori fino al 10 %, occorrono due cavalli.

La terra di escavo proveniente dalle fosse di fondazione, solitamente, venendo impiegata per il riempimento dei vani corrispondenti alle scarpe dopo eseguiti i muri dei sotterranei, viene trasportata col mezzo delle carriuole, nelle quali viene caricata dai terraiuoli che stanno entro le fosse, per paleggiamenti successivi, a mezzo di una pala di legno a cucchiara, rappresentata nella fig. 8 della tav. II, e che chiamasi in Lombardia il *palotto*.

Oltre quelli già citati, si hanno dei veicoli specialmente destinati al trasporto dei materiali. Nella tav. II, la fig. 9 rappresenta una carretta a bilico senza sponde, sulla quale si possono agevolmente caricare i materiali anche lunghi; viene

tirata da due uomini che stanno al timone, e spinta da altri collocati dietro di essa. Alla intelaiatura di travi che forma il piano di caricamento della carretta, sono applicate per disotto delle catene, alle quali si possono sospendere i materiali più pesanti, come sono le pietre ed i ferri, onde facilitarne il carico e lo scarico; superiormente alla intelaiatura, si caricano le antenne ed i legnami in genere, i quali internandosi tra le travi longitudinali della intelaiatura stessa, più facilmente si mantengono in equilibrio durante il movimento della carretta.

Per il trasporto delle funi, delle carrucole, e degli altri arnesi, il piano di caricamento della carretta viene completato con tavole, che si dispongono tra le travi di cui esso è formato. Questa carretta a mano, che a Milano chiamasi *la galeotta*, è molto in uso, per la sua robustezza, e per la facilità con cui può essere caricata e manovrata.

Una carretta più piccola, foggata a cassa, è data dalla fig. 10 della tav. II; essa viene tirata da un uomo alle stanghe, e può anche essere spinta da altri uomini per di dietro, serve per il trasporto dei materiali in pasta, come sono, le calci spente, le malte, i calcestruzzi, e torna opportuna anche per il trasporto degli attrezzi leggieri; la sponda posteriore di questa carretta conviene sia apribile, per agevolare lo scarico dei materiali.

Nella tav. II, la fig. 11 rappresenta la carriuola, che serve per il trasporto dei mattoni e delle calci idrauliche in sacchi nell'interno del cantiere; la fig. 12 rappresenta la barella per il trasporto del pietrame.

6. L'esecuzione dello scavo generale col trasporto a mezzo di carrette a bilico ad un cavallo. Nelle figure della tav. III, sono indicati gli stadi successivi dello scavo generale per la costruzione di un fabbricato. L'area di fabbrica, libera su tre lati, ha in corrispondenza al quarto lato, un muro di confine; in p_2 si hanno i picchetti che determinano il profilo superiore delle scarpe; colle lettere c si sono indicati i caposaldi che appartengono alle linee esterne dei muri d'ambito;

tanto i picchetti p_2 , che i caposaldi c , devono trovarsi entro lo steccato di cui è precinta l'area di fabbrica.

Il primo escavo che si fa, è rappresentato dalla fig. 1, ed è destinato alla formazione della rampa lungo il lato libero più esteso, dell'area di fabbrica; in seguito, si fa avanzare lo scavo in direzione perpendicolare alla rampa nella sua parte più bassa, e lungo tutto uno dei lati del perimetro della fabbrica, per la larghezza compresa tra questo lato e quello più prossimo parallelo del cortile; contemporaneamente, come è indicato nella fig. 2, si fa avanzare lo scavo tra la rampa ed il lato del cortile ad essa parallelo, e per tutta la sua lunghezza, avendo cura di stabilire sul fianco della rampa, di mano in mano che procede lo scavo, la scarpa a sostegno di essa; si procede poi, come è indicato nella fig. 3, alla cavatura della terra compresa tra il terzo lato del cortile e quello a lui parallelo del perimetro dell'area della fabbrica; per ultimo, come è indicato nella fig. 4, si pratica il disfaccimento della rampa per compiere lo scavo generale; questo sterro si fa cavando e paleggiando la terra col mezzo di banchine nell'ordine indicato nella fig. 5.

Come si rileva dalla fig. 2, il numero massimo degli attacchi è di tre; ritenuto poi, che il numero n dei veicoli che possono presentarsi contemporaneamente a ciascun attacco pel carico, e che costituiscono un gruppo delle carrette, sia di 3; che il tempo T impiegato dalle carrette per il viaggio in andata e ritorno, compreso il perditempo allo scarico, sia di 2 ore, al quale tempo corrisponde una distanza del luogo di scarico dalla fabbrica di circa m. 2000; che il tempo t per il carico di una carretta sia di 0,50 di ora; il numero totale N delle carrette, per ciascun attacco, essendo dato dalla:

$$N = n \left(\frac{T}{t} + 1 \right)$$

si avrà:

$$N = 15.$$

Il numero complessivo quindi delle carrette da impiegarsi per tre attacchi, sarà di 45; e nell'ipotesi che il lavoro giornaliero abbia una durata di 10 ore, ciascuna carretta, impiegando ore 2,50 per l'andata e ritorno e per il carico, farà 4 viaggi per giorno, ed il numero complessivo dei viaggi sarà di 180 per giorno, col trasporto di circa m. c. 100 di terra, che rappresenta in questo caso il massimo lavoro per giornata.

7. L'esecuzione dello scavo generale col trasporto a mezzo di carri del sistema Decauville su binari provvisori. Il lavoro di scavo, deve essere condotto per modo da agevolare il più possibile, insieme alla cavatura della terra, il carico di essa sui carri; il carico è sempre preferibile venga operato dall'alto e sui fianchi dei carri, perchè contemporaneamente si possano caricare tutti i carri di uno stesso convoglio; i binari quindi, si dovranno a preferenza stabilire sul fondo dello scavo, ed al piede dei tagli del terreno, spostandoli, di mano in mano che la terra viene cavata, per tutta la lunghezza del taglio. Per raggiungere questi intenti, negli scavi per le costruzioni edilizie, torna opportuno aprire una trincea per la formazione della rampa fino all'incontro del fondo dello scavo, per prolungarla in seguito in una o più direzioni, allo scopo di predisporre i tagli del terreno ai cui piedi devono essere stabiliti i binari.

Per la formazione e per l'avanzamento delle trincee, si pratica nel terreno un taglio, largo poco più del binario, nel quale il binario stesso viene addentrato, prolungandolo coll'avanzare dello scavo; il carro di testa del convoglio viene spinto in avanti sul binario, e caricato anteriormente della terra cavata, tenendolo isolato dal resto del convoglio, per predisporre il taglio d'avanzamento della trincea; contemporaneamente, si procede all'allargamento della praticata trincea, cavandosi la terra lungo i due fianchi di essa, e caricandola lateralmente sui carri che stanno dietro del primo riuniti in convoglio.

Nella fig. 1 della tav. IV, è rappresentato lo smottamento della terra per l'avanzamento della trincea, ed il carro isolato di testa del convoglio pel carico; l'avanzamento della trincea, si fa sterrando prima e trasportando la massa 1 di terra, indi sterrando e trasportando la massa 2, per prolungare in seguito il binario fino alla fronte di attacco.

Nella fig. 2 della tav. IV, è rappresentato l'allargamento della trincea, col carico fatto sul fianco dei carri; la numerazione delle masse di terra indica l'ordine del loro sterramento e carico.

Per accelerare il lavoro, si possono mettere in esercizio diversi convogli, che operano alternatamente il trasporto su binari che si spostano parallelamente, per l'allargamento contemporaneo di ambedue i tagli di una stessa trincea; per il regolare movimento poi dei convogli, conviene disporre lungo il binario di allacciamento dell'area di fabbrica col luogo di scarico, un certo numero di scambi, dipendente dal numero dei convogli che sono messi in esercizio, distribuendo al più tre scambi, di cui uno al sommo della rampa, un secondo nel mezzo del percorso, ed un terzo al suo termine presso lo scarico.

La fig. 3 della tav. IV, dà lo schema dei successivi spostamenti da darsi ai binari per uno scavo generale identico a quello considerato al numero precedente; le diverse lettere appartengono ai diversi binari, gli indici delle lettere indicano l'ordine di spostamento dei binari stessi; il binario s di servizio, serve a guidare i convogli sui binari demarcati colle lettere a_3, a_4, b_3, b_4, b_5 e b_6 .

Le fig. 4, 5, 6 e 7, rappresentano i diversi stadi del lavoro di avanzamento e di allargamento dello sterro, essendo in esse diversamente demarcati i carri dei due convogli, uno dei quali è caricato e sta per dirigersi allo scarico, l'altro non è caricato ed è di ritorno dallo scarico, avvertendo che, per l'economia del lavoro, lo stesso convoglio può anche essere diviso

e distribuito sui binari differenti. Ognuno dei convogli è formato da sei carri; a ciascun carro è destinato un terraiuolo che, come si è detto, opera il carico del carro e lo segue nel suo percorso; il numero dei terraiuoli smovitori dipende da quello dei caricatori e dalla natura delle terre.

8. Il lineamento dei muri ed il tracciato delle fosse di fondazione. Pel tracciamento delle fosse di fondazione, si rende necessario il lineamento dei muri della fabbrica, il quale è bene venga fatto dopo che lo scavo generale è compiuto, riferendosi ai caposaldi preventivamente stabiliti sul suolo, come si è indicato.

Qualche volta, il detto lineamento, viene eseguito prima di incominciare lo scavo generale, con fili di ferro tesi, che determinano per ciascun muro i due piani verticali delle sue faccie esterne, rilevati dalla pianta del piano terreno; una tale pratica però, non è scevra di inconvenienti, dovendosi per essa, frequentemente, anche durante il lavoro di scavo, levare i fili già tesi, per evitare il loro ingombro, con pericolo che il tracciato venga a subire degli spostamenti; lineandosi poi per ciascun muro le due faccie esterne, si richiedono numerose misurazioni che rendono più probabili gli errori, e meno facili le verifiche. Si ritiene quindi preferibile, fare il lineamento dei muri, determinando le fondamentali corrispondenti alle linee esterne dei muri d'ambito e dei cortili ed alle mezzarie dei muri interni, agevolando anche così per questi ultimi la determinazione delle riseghe, che possono verificarsi tanto da una parte come dall'altra della mezzaria, oppure anche metà per parte.

Le fondamentali per il lineamento dei muri, vengono desunte da un disegno, il quale solitamente dà anche la pianta della platea di calcestruzzo, o della struttura murale che la sostituisce.

La fig. 1 della tav. V, dà una di queste piante per una porzione di un fabbricato civile costruito in confine di altra

fabbrica; in essa, sono indicate colle lettere *L*, *E* le linee esterne dei muri d'ambito e dei cortili, colla lettera *M* le mezzarie dei muri interni, e colle lettere *M*, *D* la mezzaria del muro di confine. In detta pianta, come nelle altre del fabbricato, devono essere determinate con cifre le distanze tra queste linee fondamentali, alle quali si riferiscono le larghezze delle fosse di fondazione e delle strutture murali; le mezzarie poi di certi muri secondarî, possono essere evitate, riferendo il tracciato di essi alle fondamentali più prossime.

Il tracciamento delle fondamentali dei muri, si fa determinando prima, con fili di ferro tesi poco sopra il suolo, i lineamenti definiti dai caposaldi di pietra stabiliti entro lo steccato della fabbrica avanti di cominciare lo scavo generale; riferendosi a queste linee fondamentali, si stabiliscono successivamente sul suolo, tra lo steccato ed il ciglio della scarpa, i punti estremi degli altri lineamenti, misurando su due lati colle canne metriche le distanze tra essi. In corrispondenza ai termini dei lineamenti, si devono poter saldamente fissare i fili di ferro che ne danno le direzioni, avvertendo però che questi fili devono potere essere, all'occorrenza, rimossi; a questo intento, vengono i detti fili fissati a cavalletti, formati da due picchetti di legno battuti nel suolo a distanza di circa m. 0,30, ai quali si chioda una tavoletta di legno o traversa, che porta una tacca od un segno in matita che precisa l'attacco del filo; gli stessi fili poi, possono facilmente venire con chiodi fissati alle faccie dei muri che eventualmente si hanno al perimetro della fabbrica. Sopra lo scavo generale quindi, si avrà un reticolato di fili di ferro, determinante il lineamento dei muri, e col mezzo di fili a piombo, si potranno determinare, sul fondo dello scavo generale, i punti che vi corrispondono verticalmente. Riferendosi a questi ultimi punti, si stabiliscono le direzioni e le larghezze delle fosse di fondazione, col mezzo di picchetti, tra i quali vengono tese le funicelle, che dirigono sul principio lo scavo delle fosse.

La fig. 2 della tav. V, dà l'ordinamento sul suolo dei cavalletti *a*, dei fili *L*, *E* ed *M*, e dei picchetti *p*, per il lineamento dei muri e pel tracciamento delle fosse di fondazione, per la porzione di fabbricato della fig. 1 della stessa tavola; nella tavola VI sono rappresentati i particolari che vi si riferiscono.

9. L'esecuzione dello sterro per le fosse di fondazione. Lo sterro per le fosse di fondazione deve compiersi con molta regolarità, acciò che si possa poi conseguire un esatto allineamento dei muri; la cavatura della terra nelle fosse di fondazione, riesce meno agevole che per lo scavo generale, sia dipendentemente dall'angustia dello spazio in cui devesi essa eseguire, e per l'ingombro delle puntellature, come per doversi effettuare il sollevamento della terra fino sul piano dello scavo generale.

La smovitura quindi della terra, si fa col piccone, e per le fosse non molto profonde, la terra cavata viene sbracciata verticalmente con pale di legno fuori della fossa.

10. Le puntellature per i tagli del terreno e per le murature di fabbrica in confine. Se i terreni sono facili a franare o disciolti, occorre di stabilire, lungo il contorno dello scavo generale, delle puntellature, per assicurare la stabilità dei tagli delle terre durante l'esecuzione dei lavori; queste puntellature vengono allestite successivamente, per brevi tratte, di mano in mano che, procedendo lo sterro, viene ad acquistare maggiore estensione in lunghezza il taglio della terra.

Nelle fig. 1, 2, 3 della tav. VII, è rappresentata una puntellatura robusta per i tagli sul contorno dello scavo generale di una costruzione edilizia; essa è costituita da un ordine di tavole di legno orizzontali, accostate tra loro, forzate contro la faccia del taglio del terreno, per mezzo di sbadacchi orizzontali *s*, poggiati sul suolo, e di puntelli *u*, *u*₁, i quali contrastano tra una serie di ritti *r* addossati alle tavole, ed i passoni *p*, *p*₁, saldamente battuti nel suolo; gli sbadacchi ed i

puntelli sono mantenuti serrati tra i ritti ed i passoni, mediante i gattelli g , e le zeppe c , e sono concatenati tra loro colle saette t ; l'intervallo tra i ritti r si fa dipendere dalla lunghezza delle tavole, e dalla robustezza che si vuole assegnare alla puntellatura; ordinariamente, varia da m. 1,50 a m. 2,50; le tavole, in Lombardia, sono di pioppo, grosse circa 35 mm., nelle altre regioni, sono di castagno o di cerro, grosse 25 mm.; i ritti, gli sbadacchi, i puntelli, sono di abete od anche di pino. L'apprestamento di questa puntellatura in ciascuna tratta, si fa predisponendo i passoni p , p_1 nel suolo, collocando provvisoriamente in posto i ritti r , distribuendo ed ordinando tra essi ed il taglio del terreno le tavole, serrando in seguito al piede, nel mezzo, ed al sommo, i ritti r , cogli sbadacchi s e coi puntelli u , u_1 , fermando la puntellatura coi gattelli e stringendola colle zeppe.

Al piede della puntellatura del taglio di contorno, dovendosi scavare la fossa di fondazione, dovrà eseguirsi anche in essa una puntellatura, che si tiene indipendente dalla prima, come nella fig. 1 della tav. VII; coll' elevarsi del muro, si leva prima la puntellatura della fossa, poi, come si vede dalla fig. 3 della tav. VII, si scompone parzialmente la puntellatura del taglio di contorno, levando le saette t ed i puntelli u , lasciando aperti nel muro dei vani attraversati dagli sbadacchi s , ed all'occorrenza anche dai puntelli u_1 . Il disarmo definitivo della puntellatura del taglio di contorno, viene fatto quando col muro si è arrivati ad una altezza che tolga i pericoli degli scoscendimenti della terra; subito dopo il disarmo, vengono otturati i vani del muro e si effettua il riempimento di terra tra il muro ed il taglio del terreno.

I tagli delle fosse di fondazione, venendo eseguiti verticali o poco inclinati, devono ognora essere assicurati con puntellature, che vengono rimosse col procedere della costruzione del muro di fondazione; queste puntellature occorrono tanto più robuste, quanto più le fosse sono profonde ed il terreno

è disciolto; consistono sempre di tavole verticali ovvero orizzontali, variamente scostate tra loro, a norma della robustezza che si vuole assegnare alla armatura, e forzate contro i tagli del terreno con sbadacchi, che si serrano con gattelli, adoperandosi legnami di qualità dolce.

Le fig. 5, 6, 7 e 8 della tav. VII, danno diversi tipi di queste armature per terreni di diversa natura.

Avendosi delle murature di fabbrica sul contorno dello scavo generale, occorre di provvedere ad assicurarne la stabilità, durante il lavoro di sterro, con puntellature provvisorie, particolarmente quando, per la loro vetustà, o per difetto di costruzione, presentino crepature, strapiombi, o qualsiasi indizio di poca fermezza. L'altezza, la grossezza del muro, i materiali di cui è formato, i pesi di cui è gravato, ed il loro ripartimento, i concatenamenti cogli altri muri, la grossezza e la profondità delle fondamenta, sono criterî che servono di guida nello stabilire queste puntellature, le quali, di conseguenza, variano per la forma e per la disposizione, a norma delle condizioni particolari del luogo, e della muratura del fabbricato. Ordinariamente, tali opere sono formate da puntelli messi inclinati contro le faccie esterne dei muri dalla parte da sterare, fermati al piede con passoni battuti nel terreno, e da travi o tavole messe orizzontali contro la faccia del muro, nella parte che viene scoperta collo sterro, e forzate contro il muro con sbadacchi. I puntelli, scaricano sul terreno una parte del peso del muro, e contrastano le spinte interne; le tavole serrate contro il muro, formano un rinforzo provvisorio, in sostituzione della terra che viene levata.

La fig. 1 della tav. VIII, rappresenta l'impianto delle puntellature, che si fa coll'avanzare dello sterro. Prima di scavare la terra nella zona che fiancheggia il muro, si praticano i tagli t nella massa superiore di terra A , e si stabiliscono i puntelli provvisorî p , col loro piede sul piano superiore della banchina B ; cavata la massa di terra A , si aprono nella banchina

i tagli t_1 negli intervalli tra i puntelli p , e si stabiliscono i puntelli definitivi p_1 levando quelli p ed otturando i fori di loro incastramento nel muro; continuandosi poi la cavatura della terra presso il muro, si dispone contro di esso il corrente di legno c , che viene serrato cogli sbadacchi s , e si ordinano le tavole, forzandole coi ritti r e coi puntelli p_2 . Ultimato poi lo scavo, le tavole della puntellatura vengono armate, negli intervalli tra le puntellature principali, con puntellature secondarie formate dai ritti r_1 e dai puntelli p_3 . I puntelli che si dirigono al muro, come è indicato nelle fig. 2, 3 e 4 della tav. VIII, si incastrano alla sommità nel muro stesso, contrastano al piede contro i passoni battuti nel suolo, e sono serrati con zeppe cuneiformi z di legno, stabilite con malta di gesso, la quale, coll'indurire, si gonfia e rende rigida la puntellatura. L'angolo formato dai puntelli col suolo, di solito, si fa non minore di 60° , la puntellatura viene apprestata per tratte successive di lunghezza non maggiore di m. 5, in ciascuna delle quali, essa deve avere acquistata la voluta rigidezza prima di procedere alla formazione di quella contigua. Lo sforzo che colle puntellature si viene ad esercitare contro le strutture murali, deve riuscire graduale, evitando le pressioni o spinte repentine, e lo scuotimento del muro, serrando uniformemente, sia i puntelli che gli sbadacchi, onde nessuna membratura della puntellatura risulti inerte; se il muro presenta delle fenditure, prima di incominciare lo scavo, per verificare se, in conseguenza dei lavori che si devono compiere, la stabilità del muro non viene alterata, si distribuiscono attraverso alle medesime ed in diversi punti, delle strisce di malta di gesso, le quali, allorchè si screpolano, anche leggermente, danno indizio del verificarsi di cedimenti.

11. **Il cantiere.** Prima di incominciare il lavoro di sterro, si precinge il terreno della fabbrica con uno steccato esterno al profilo superiore delle scarpe di contorno, comprendendo in esso una zona la quale, ordinariamente, appartiene alle pub-

bliche vie, od alle proprietà in confine; la larghezza di questa zona è bene non sia minore di m. 2,50, perchè in essa si possa eseguire l'impianto dei ponti di servizio lungo i muri d'ambito della fabbrica; se la strettezza delle pubbliche vie, o le condizioni speciali delle proprietà in confine, non concedessero l'occupazione di una zona di sufficiente larghezza, lo steccato si fa ristretto, disponendo a sbalzo i ponti per la costruzione dei muri d'ambito. Al momento poi in cui si stabiliscono i ponti di servizio esterni della fabbrica, lo steccato può essere levato, provvedendosi alla chiusura della fabbrica, con tavole direttamente chiodate agli stili dei ponti; in questi casi quindi, lo steccato diventa un'opera provvisoria, che si rende necessaria solo fino al momento in cui si costruiscono i muri sopra terra.

Lo steccato, formato da ritti di legno, correnti e tavole, deve presentare una sufficiente sicurezza contro i tentativi di penetrare nella fabbrica, e deve avere bastante stabilità per resistere anche all'azione del vento; la sua altezza ordinaria è di m. 3, nè deve essere minore di m. 2,50, e vi deve essere praticata un'ampia apertura per il passaggio dei carri, larga non meno di m. 3,50, munita di porta in due battenti, apribili verso l'interno; in uno dei battenti deve essere praticato lo sportello per il passaggio delle persone.

Nella fig. 1 della tav. VI, che dà i particolari per il lineamento dei muri di una fabbrica, è rappresentato anche lo steccato che la racchiude, colla porta d'ingresso; l'intervallo tra i ritti di legno è di m. 3,50; essi hanno sezione quadrata, col lato di m. 0,14, sono affondati nel suolo di m. 0,50, e sono armati verso l'interno di una saetta, che al suo piede si incastra nel suolo; al piede ed al sommo dei ritti, verso l'esterno, sono chiodati i correnti, formati da tavole orizzontali, esternamente alle quali si fissano le tavole verticali dello steccato messe a paro tra loro, assicurate ai correnti con chiodi ribaditi all'interno, ed incastrate nel suolo di circa m. 0,10.

Talora, si dispongono i ritti a distanza di m. 1,50, fissando direttamente ad essi le tavole esterne, disposte orizzontalmente; non potendosi però effettuare la ribaditura dei chiodi delle tavole all'interno, si ottiene una sicurezza minore.

Entro lo steccato, devono trovare collocazione, la baracca per la direzione dei lavori e per gli assistenti controllori, quella per lo studio dell'impresa, pel magazziniere e pel deposito degli attrezzi, la tettoia per il deposito delle carriuole, delle barelle, delle galeotte, della burbera e del legname minuto, la baracca per le calci vive, i truogoli per l'estinzione delle calci, gli assiti per l'impasto delle malte e dei calcestruzzi, le officine del fabbro e del falegname, il pozzo e la pompa, infine le latrine per gli operai. Si devono inoltre destinare degli spazi per il deposito della sabbia, dei mattoni, dei legnami d'opera, dei ferri, delle pietre e degli altri materiali da impiegarsi. La distribuzione delle baracche e dei luoghi di deposito, deve essere fatta in modo da evitare qualsiasi ingombro e gli inutili trasporti e rimaneggiamenti dei materiali, ammassando questi ultimi in prossimità al luogo del loro impiego od alle vie che vi conducono. La ristrettezza del cantiere però, non sempre concede di potere conseguire tutti questi intenti, dai quali dipende in molta parte la regolarità e l'economia dei lavori; impedisce anzi l'impianto delle officine, delle tettoie, e qualche volta anche delle baracche per la direzione dei lavori e per l'impresa, ed obbliga a disporre questi servizi in diversi riparti della stessa fabbrica ed in locali di essa che vengono, mentre si costruisce, provvisoriamente coperti, chiusi ed allestiti a seconda della loro destinazione.

La fig. 1 e la fig. 2 della tav. IX, danno la distribuzione in pianta ed il prospetto esterno per la baracca della direzione dei lavori, col pavimento rialzato di m. 0,50 sul suolo, collo zoccolo in muratura di grossezza m. 0,25, e colle pareti esterne formate da un telaio di travi, completato con tavolato di mattoni in piano grosso m. 0,15; le travi verticali dell'orditura

delle pareti si incastrano nel suolo, l'armatura pel tetto è legghiera, e la copertura è di cartone catramato, al quale si possono sostituire le lamiere ondulate.

La fig. 1 e la fig. 2 della tav. X, danno la pianta ed il prospetto esterno per la baracca dell'impresa, che si è immaginata addossata alla parete interna dello steccato o ad un muro.

La fig. 3 della tav. X, rappresenta la baracca per il deposito delle calci vive, da stabilirsi prossima al luogo destinato per la estinzione e per l'impasto delle malte; la baracca, deve essere capace pel deposito di tutta la calce che viene di volta in volta scaricata in cantiere.

Nella fig. 3 della tav. IX, sono rappresentati i truogoli per l'estinzione delle calci in zolle, colle fosse per il grassello; i truogoli sono accoppiati in numero di due, e qualche volta anche di tre, per rendere continuo il lavoro del manovale maltirolo il quale, mentre la calce estinta di un truogolo riposa, opera l'estinzione della calce nel truogolo contiguo; la fossa per il grassello è divisa in due compartimenti, che vengono riempiti alternatamente, perchè possa il grassello riposare in ciascun scomparto un certo tempo prima di venire impiegato. I truogoli sono di pianta trapezia, hanno una lunghezza di m. 2,50, i lati paralleli rispettivamente di m. 1,80, e m. 0,80, le sponde alte m. 0,40, formate da tavole grosse m. 0,05, ed hanno il fondo di mattoni in piano, leggermente acclive verso la bocca di scarico aperta nel lato minore del truogolo verso la fossa per il grassello; la bocca di scarico è munita di paratoia in legno e di una rete di filo di ferro; le fosse poi sono profonde m. 2,20, e sono precinte da muri grossi m. 0,25 se piccole, e m. 0,37 se grandi.

La fig. 4 della tav. X, rappresenta l'assito per l'impasto delle malte e dei calcestruzzi, che si rende necessario per impedire gli inconvenienti che presenta l'impasto, quando venga fatto direttamente sullo sterrato.

LE OPERE DI FONDAZIONE

12. **Le generalità delle fondazioni.** Le murature delle fabbriche, devono essere saldamente stabilite sul terreno, evitando per esse qualsiasi cedimento dovuto alla insufficiente resistenza del suolo; da questa condizione essenziale dipende, in moltissima parte, la buona riuscita della fabbrica, per quanto riguarda la sua solidità.

I pesi che le fabbriche trasmettono al suolo, variabili col loro organismo, possono essere anche ragguardevoli; ogniqualvolta quindi, il terreno non sia omogeneo e di sufficiente compattezza, per resistere a questi pesi, si dovranno eseguire lavori speciali che diconsi *opere di fondazione*, per dare alla fabbrica solido appoggio sul suolo. Per le fabbriche piuttosto pesanti, specialmente se il terreno non è buono, conviene estendere la superficie delle opere di fondazione, per diminuire il peso che grava su di esse per ogni unità di misura superficiale; si deve inoltre conseguire, fin dove sia possibile, una uniforme distribuzione dei pesi. Se le pressioni non si possono uniformemente ripartire, o se il terreno non è di omogenea natura e resistenza, si devono maggiormente consolidare quelle parti del suolo, che riescono più gravate, assegnando anche, alle opere di fondazione che vi corrispondono, la massima estensione, per evitare gli ineguali cedimenti, i quali determinano

nelle murature della fabbrica, screpolature e strapiombi, che gravemente ne pregiudicano la solidità, con danno talora irrimediabile.

Le cantonate delle fabbriche, sono le parti che ordinariamente importa di meglio consolidare, affinchè possano resistere, oltrechè ai pesi, anche alle spinte che in esse si concentrano; anche i muri esterni, gli incontri, ed i crocicchi delle murature, devono essere con grande fermezza stabiliti sul suolo, avuto riguardo al peso sempre piuttosto grande che grava su di essi; insieme a queste parti delle fabbriche, si devono saldamente fondare tutte le pilastrate ed i sostegni isolati, sui quali solitamente si concentrano dei grandi pesi, non facendo mai isolate le loro fondazioni, ma collegandole tra loro con strutture continue, per evitare gli ineguali cedimenti che eventualmente potrebbero verificarsi.

Col sussidio di queste norme generali, colla chiara conoscenza dei pesi che la fabbrica trasmette al suolo, e della loro distribuzione, e collo studio della natura del suolo, si determinano, nei diversi casi particolari, le opere di fondazione da eseguire.

Il peso, per unità di misura superficiale, che le costruzioni trasmettono al suolo, non può superare il limite di carico a cui si ammette vengano con sicurezza cimentati i materiali che ne costituiscono le strutture; tali limiti di carico per cmq. si possono ritenere di chg. 4 a 6 per le murature di mattoni comuni, di chg. 6 a 10 per le murature di mattoni delle migliori qualità, o di pietre piuttosto resistenti, di chg. 10 a 15 per le murature di pietre conce arenarie o calcari compatte, di chg. 15 a 30 per le strutture di pietre voluminose cristalline le più resistenti. S' intende quindi che, la resistenza per cmq. che il suolo deve presentare nelle ordinarie costruzioni edilizie, che non sieno monumentali, le cui strutture murali alle fondazioni solitamente sono di mattoni o di pietrame, debba ritenersi compresa tra chg. 4 e 10.

Lo studio della natura del suolo, riesce agevole quando, in prossimità del luogo della fabbrica, si abbiano delle trincee per canali o strade, che permettano di esaminare i tagli del terreno fino ad una sufficiente profondità, e sia possibile di rilevare dai pozzi per l'acqua potabile il livello delle acque sotterranee.

In mancanza di queste osservazioni, occorre di fare degli scandagli nel terreno, che di preferenza si praticano nei luoghi ai quali devono poi corrispondere i maggiori carichi della fabbrica; i mezzi di esecuzione di tali scandagli, variano colla natura dei terreni, e colla profondità a cui devono essere praticati. Gli scandagli poco profondi, qualche volta, si fanno in modo assai semplice, battendo e girando nel suolo la *tenta*, che è una verga di ferro acuminata, la quale, allorchè viene cavata dal suolo, esporta una certa quantità di materie terrose aderenti al suo fusto, per mezzo di artigli rivolti verso l'alto e distribuiti appena sopra la sua punta; questo arnese però, per la poca sicurezza degli indizî che fornisce, non può essere, il più delle volte, convenientemente impiegato.

L'esame del terreno, si fa più utilmente, scavando dei pozzi di sezione quadrata, col lato di circa m. 1,20, che possono essere spinti anche fino a profondità di m. 10, armandone con puntellature i tagli, ovvero perforando il terreno coi trapani e colle trivelle.

Un criterio che da solo sarebbe insufficiente per giudicare della compattezza del terreno, ma che può utilmente servire a convalidare altre osservazioni, si desume talora battendo il suolo con pesanti magli, che vengono lasciati su di esso cadere da una certa altezza, ed osservando se si verifica il rimbalzo; la caduta, il peso, e la superficie della faccia di percussione del maglio, variano in relazione al peso della fabbrica; per le costruzioni edilizie di peso ordinario, si ritiene che il maglio debba rimbalzare cadendo da una altezza compresa tra m. 1,50 e 2, e debba avere un peso di almeno chg. 30 per

ogni metro di altezza della fabbrica, con una superficie di percussione di cmq. 450.

In generale, si ammette che le rocce dure di maggiore resistenza, in strati di grossezza non minore di m. 1, e quelle anche di media resistenza, ma che abbiano giacimento e stratificazione regolare, che non siano friabili, e che formino un banco alto all'incirca m. 3, sieno atte per sè stesse a resistere al peso delle fabbriche; parimenti si ritengono tali le terre argillose, compatte, non screpolate, che non sieno nè fangose, nè umide, in strati grossi non meno di m. 2, le ghiaie e le sabbie asciutte, compatte, che non sieno miste a terra vegetale, in banchi alti m. 4, le sabbie arenose asciutte in banchi estesi, che non sieno mobili ed alti da m. 5 a 6. All'incontro, le terre vegetali, i terreni di riporto, quelli torbosi o paludosi, ed in genere quelli attraversati dalle acque e disciolti, presentano poca o nessuna resistenza.

13. Le fondazioni nei terreni resistenti. Nei terreni rocciosi, ed in quelli che si giudicano atti a resistere al peso delle fabbriche, le opere di fondazione sono di facile esecuzione. Le fosse di fondazione devono presentare il loro fondo piano ed orizzontale, ed essere sufficientemente profonde, per ricevere il muro di fondamento; quando la roccia presenti un pendio, per evitare uno scavo eccessivo, il fondo delle fosse si dispone a scaglioni, e viene sistemato otturando con materiale le cavernosità che presenta.

14. Le opere di costipamento e di sostegno in genere. Nei terreni che non sono sufficientemente compatti, la natura delle opere di fondazione dipende dalle condizioni particolari di resistenza del suolo; si hanno *opere di costipamento*, che si eseguono nei terreni compressibili a mezzo di palafitte, dette appunto di costipamento, che rendono il suolo compatto per una certa altezza, onde possa reggere al peso della fabbrica; e si hanno *opere di sostegno*, pei terreni che non si possono costipare, per mezzo delle quali, con pilastrate o con

palafitte dette di sostegno, si trasmette il peso della fabbrica agli strati più profondi e resistenti del terreno.

15. **Le palafitte di costipamento.** Alcuni terreni alluvionali ghiaiosi e sabbiosi, quand' anche sieno acquitrinosi, si possono costipare, affondando in essi dei pali di legno, il cui numero e la cui lunghezza si fa dipendere dalla resistenza naturale del suolo, e da quella che ad esso si vuol dare, perchè possa reggere al peso di cui deve essere gravato; i pali vengono infissi nel fondo delle fosse di fondazione, fino a che il terreno risulti compatto, serrato e resistente. Chiamasi *rifiuto*, la quantità della quale si affondano i pali sotto l'azione di ciascuno dei ripetuti colpi di battitura; se questa quantità è nulla, il rifiuto dicesi *assoluto*; nelle palafitte di costipamento, ordinariamente, non si può conseguire il rifiuto assoluto, e si ritiene sufficiente un rifiuto relativo cui corrisponda una quantità minima di affondamento. È da avvertire che, segnatamente nei terreni poco compatti, trascorso un certo periodo di tempo dal termine della battitura dei pali, questi acquistano nuovamente la facoltà di essere con una certa facilità affondati, venendo il costipamento del terreno trasmesso a maggiore distanza diminuendo di intensità; è necessario quindi ripetere la battitura dei pali dopo compiuta la loro infissione, per riscontrare se conservino lo stesso rifiuto, e per giudicare con sicurezza del grado di compattezza acquistato dal suolo. Devesi anche ricordare che, le palafitte di costipamento in genere, presentano qualche dubbio, sia sulla durata del costipamento del suolo, come su quella dell'opera stessa, per le alterazioni che subisce il legname in contatto del terreno.

I pali che solitamente si impiegano in queste palafitte sono di rovere; possono però essere anche di ontano, di faggio o di larice; sono semplicemente scortecciati, hanno lunghezze comprese tra m. 1,20 e 3, e diametri rispettivamente compresi tra m. 0,14 e 0,24; vengono lavorati a punta per facilitare la loro infissione, e quelli di maggior lunghezza, che devono essere

fortemente battuti, sono in sommità armati da una ghiera di ferro, per impedire che vengano a fendersi durante la battitura; la ghiera si applica al palo non troppo stretta, fermanola con un chiodo, che viene estratto dopo la infissione, per levare la ghiera ed adattarla ad un altro palo. I pali vengono distribuiti in pianta più numerosi e fitti nelle cantonate, negli incontri, nei crocicchi delle murature, ed in corrispondenza ai pilastri, dove insomma la fabbrica trasmette al suolo i maggiori pesi.

Per la infissione, il palo viene disposto verticalmente sul suolo, e mantenuto in equilibrio da un manovale, finchè battendolo superiormente con una mazza di legno, ed obbligandolo a penetrare parzialmente nel suolo, possa reggersi da sè; in seguito, il palo viene battuto col mazzapicchio sollevato a mano, o manovrato col sussidio di un castello di legname in forma di treppiede. Il mazzapicchio, è un ceppo di legno alto da m. 0,40 a 0,60, di diametro da m. 0,25 a 0,30, del peso di chg. 50 ad 80, cerchiato da robuste ghiera di ferro, provveduto sul contorno di impugnature di legno, ed al sommo di un anello di ferro per l'applicazione delle funi di sollevamento; qualche volta, alla faccia inferiore del mazzapicchio, si adatta un grosso disco di ghisa, per aumentarne il peso.

Il mazzapicchio, viene manovrato da tre od al più da quattro manovali, i quali, stanno su di un palco provvisorio stabilito sopra la fossa, e poggiato direttamente sul suolo, o sopra cavalletti di legno; i manovali, per mezzo di funi che mettono capo all'anello del mazzapicchio, reiteratamente lo sollevano e lo lasciano cadere sulla testa del palo, mentre un manovale che sta sul fondo della fossa, tiene impugnato il ceppo e lo guida nella sua salita e discesa; la caduta del mazzapicchio a mano è di circa m. 0,80; quando la testa del palo arriva al pelo d'acqua, si interpone tra essa ed il mazzapicchio un arnese che chiamasi la *gambetta*, ed è una specie di mazza di legno, tenuta in equilibrio da un garzone, colla quale si tra-

smettono al palo i colpi del mazzapicchio; con questa manovra si battono i pali di non grande lunghezza nei terreni piuttosto cedevoli.

Per la battitura dei pali alquanto lunghi, si fa uso del mazzapicchio più pesante; esso viene adattato ad un treppiede, formato da tre travi di legno riunite al sommo tra loro, che si fissano, provvisoriamente sul suolo, colle punte di ferro che portano al loro piede, nel luogo in cui il palo deve essere affondato; al vertice del treppiede è stabilita una carrucola, sulla quale si avvolge la fune di sollevamento, che porta ad uno dei suoi estremi il mazzapicchio; all'altro estremo la fune di sollevamento si sdoppia in diversi capi, ai quali si applicano i manovali che, manovrando simultaneamente, tendono le funi sollevando il ceppo, e le allentano lasciandolo cadere sul palo; il peso del mazzapicchio è compreso tra chg. 80 e 120, la sua corsa è all'incirca di m. 1, ed al suo sollevamento si destinano da quattro a sei manovali.

Per ottenere un regolare costipamento del terreno, prima si battono nel suolo i pali lungo il perimetro della superficie da costipare, tenendoli ad una certa distanza tra loro, poi si battono, sempre lungo lo stesso perimetro, i pali che stanno compresi tra i primi; per ultimo si battono i pali interni, procedendo dalla periferia verso il centro; se il terreno è piuttosto cedevole, i primi pali si affondano colla estremità più grossa verso il basso, per impedire che vengano a sollevarsi colla battitura degli altri pali.

* Nella tav. XI, la fig. 1 rappresenta la distribuzione dei pali nel fondo delle fosse di fondazione, per il fabbricato di cui si è data alla tav. V, la pianta della platea di calcestruzzo dei muri maestri; le fig. 2 e 3 rappresentano l'allestimento dei pali; la fig. 4 dà il mazzapicchio, la fig. 5 la gambetta di legno che si interpone tra il mazzapicchio ed il palo, per il suo affondamento sott'acqua; le fig. 6 e 7 rappresentano la manovra di battitura dei pali col mazzapicchio a mano; la fig. 8 dà la

stessa manovra col mezzo del treppiede, i cui particolari si vedono nelle fig. 9 e 10.

16. Le pilastrate di sostegno in generale e gli arconi. Nei terreni che non presentano sufficiente resistenza, e che non si possono convenientemente costipare, si piantano le fabbriche su pilastrate di sostegno incastrate nel suolo, disposte in schiere nel verso delle murature maestre della fabbrica, e stabilite col loro piede a tale profondità da poggiare su strati compatti e resistenti; sulle pilastrate si impostano degli arconi incastrati nel suolo, ed aventi le serraglie alla stessa altezza, appena sotto il pavimento dei sotterranei od a quello del piano terreno, destinati a portare le murature maestre della fabbrica. Gli arconi, preferibilmente, si fanno a tutto sesto, e se le pilastrate non sono equidistanti, e gli arconi hanno diversa ampiezza, le faccie superiori delle pilastrate vengono stabilite a diverse altezze, dipendenti, per ciascuna pilastrata, dalla ampiezza dell'arcata massima che vi si imposta, e si elevano sulle faccie stesse i peducci per le imposte degli arconi di minore portata. Talora, pure avendosi i sotterranei, si stabiliscono le faccie superiori delle pilastrate in un medesimo piano, poco al disotto del pavimento dei sotterranei stessi, concatenandole tra loro con piattabande incastrate nel suolo; sopra le pilastrate si elevano dei pilastri isolati nei sotterranei, e su questi pilastri si impostano degli arconi a pieno centro, colle serraglie alla stessa altezza, appena sotto il piano d'imposta delle volte, affinchè non impediscano la libera circolazione tra i locali.

Per agevolare la condotta dei lavori, alcune volte, si dispongono le faccie superiori delle pilastrate nello stesso piano, facendo gli arconi maggiori ribassati, con saette però che non sieno troppo piccole; questa pratica può essere seguita solo per gli arconi incassati nel suolo, per evitare gli effetti delle loro spinte.

Nella esecuzione di queste opere, si impiegano diversi mezzi, avendo però sempre di mira di limitare il più possibile lo sterro,

e di agevolare la costruzione delle pilastrate. Pei muri andanti o di linea delle fabbriche, le pilastrate di sostegno si distribuiscono ad intervalli che non devono essere troppo grandi, per evitare le arcate di corda eccessiva, e si fanno corrispondere verticalmente alle parti piene dei muri; alle pilastrate di sostegno in genere, e particolarmente a quelle che appartengono agli angoli delle fabbriche, a certi crocicchi ed incontri di murature, ed ai pilastri, si assegnano sempre delle sezioni piuttosto grandi, proporzionali ai pesi dei quali devono essere gravate.

17. **Le pilastrate di sostegno a pozzo quadrate e rettangolari.** Questo tipo di pilastrate, può essere convenientemente adottato, quando le terre sieno asciutte e non troppo franabili. Nel luogo dove devesi costruire la pilastrata, si scava un pozzo a sezione quadrata o rettangolare, corrispondente a quella che deve avere la pilastrata di sostegno; la sezione quadrata minima per questi pozzi, deve avere il lato di m. 1,20, perchè gli operai possano lavorare nel loro interno; la terra nel pozzo viene cavata col badile, colla zappa, o col piccone, e viene estratta col mezzo di ceste o secchie che si sollevano colla burbera. Le pareti verticali dei tagli si armano con puntellature, la cui robustezza dipende dalla natura più o meno franabile che hanno le terre, e la cui orditura non deve arrecare ingombro agli operai che eseguiscano i lavori; la base della pilastrata si fa a tronco di piramide, colla faccia più estesa rivolta verso il basso, formando quella che si chiama la *campana* della pilastrata, seguendo con ciò un criterio comune a molte opere di fondazione. Il pozzo viene colmato a strati con calcestruzzo grossolano misto a pietrame od a grossi sassi, che vengono in essi gettati alla rinfusa, procurando sempre che gli strati di materiale riescano bene compressi, e non presentino degli interstizî o delle cavità. Coll' elevarsi della struttura murale nel pozzo, si disarmano i tagli del terreno scomponendone le armature; talora però, questa operazione, presentando

in qualche porzione del pozzo delle difficoltà, viene omessa, rinunciando in parte al disarmo della puntellatura. Ultimate le strutture murali delle pilastrate, si dovrà lasciar trascorrere un periodo di tempo non minore di venti giorni, prima di intraprendere la costruzione degli arconi, perchè le pilastrate possano fare il loro assettamento.

La fig. 1 della tav. XII rappresenta la pianta dei pilastri dei sotterranei che reggono gli arconi per le murature maestre di un fabbricato, sovrapposta a quella delle pilastrate di sostegno quadrate e rettangolari, ritenuto che, i detti arconi, debbano appunto essere costruiti nel piano dei sotterranei; le fig. 2 e 3 rappresentano, rispettivamente, l'escavazione compiuta e le puntellature, per un pozzo di pianta rettangolare, e la costruzione della muratura di una pilastrata quadrata, col disarmo del pozzo. Nelle tav. XIII e XIV sono rappresentate le opere di fondazione a pilastrate di sostegno quadrate e rettangolari, con arconi incastrati nel suolo, per una casa recentemente costruita in Roma nella via Nomentana; tali opere, come non poche altre congeneri della stessa città, sono rimarchevoli per le difficoltà presentate dal sottosuolo, attraversato da cavernosità o gallerie, dovute ad antiche cave di pozzolana o tufo. La fig. 1 della tav. XIV rappresenta la pianta terrena del fabbricato, e nella tav. XIII è data la distribuzione delle pilastrate di sostegno, colle perforazioni per gli scandagli ed il rilievo planimetrico delle gallerie sotterranee.

Gli scandagli per ciascuna pilastrata, si fecero prima di incominciare i lavori, col mezzo di barre da mina, allo scopo di verificare se, ed a quale profondità, vi si riscontrasse alcuna galleria sotterranea; le profondità di alcuni di questi scandagli sono registrate nella fig. 2 della tav. XIV. Le pilastrate che sono capitate sulle gallerie, vennero col loro piede spinte fino a raggiungere il fondo di esse, costituito da un grosso banco di tufo grigio amfibolico assai compatto, ad una profondità compresa tra m. 11 e 13 sotto il suolo stradale; le altre pila-

strate invece, che non sono capitate sulle gallerie, e che nella pianta della tav. XIII sono punteggiate, vennero col loro piede piantate ad una profondità di soli m. 8 circa sotto la strada, su di un banco resistentissimo di pozzolana; le pareti dei tagli vennero armate con puntellature di legname, alcune delle quali, per le difficoltà del disarmo, si dovettero abbandonare; parimenti, vennero armate le volte in alcune gallerie, per evitare gli eventuali franamenti; la sezione minima delle pilastrate è quadrata, col lato di m. 1,20, le basi di esse si allargano a campana, e le loro sommità sono in piani differenti, essendosi stabilite tutte le arcate a pieno centro, con peducci per quelle minori, come è indicato nella fig. 3 della tav. XIV; gli arconi sono tutti incastrati nel suolo con imposte a differenti altezze.

18. Le pilastrate di sostegno circolari per sottomurazione. Le pilastrate di sostegno, nei terreni asciutti che non sieno troppo franabili, si possono anche convenientemente costruire, assegnando loro una sezione circolare anzichè quadrata o rettangolare, evitando le puntellature dei tagli del terreno nell'interno del pozzo, e rendendo economico e spedito lo sterro. A tale intento, nel luogo in cui devesi costruire la pilastrata, si scava una fossa circolare, fino ad una profondità tale che la terra possa con sicurezza reggersi da sè, avente un diametro eguale a quello della pilastrata; nella fossa così scavata, si costruisce lungo il contorno, a sostegno della terra, una muratura di pianta circolare, come quella delle gole dei pozzi, di spessore variabile col diametro della pilastrata e colla coesione della terra, adoperando per essa, preferibilmente, dei mattoni a cuneo; in seguito, viene la terra scavata nell'interno del pozzo, nella sua parte centrale, per un secondo tronco, avvertendo che, tale scavo, viene operato parzialmente, a determinati intervalli, anche sotto la gola in muratura già costruita, la quale per ciò riesce temporaneamente sostenuta da pilastri di terra pressochè equidistanti; ultimato questo scavo parziale, si costruisce la muratura della gola nei vani scavati sotto di

essa, formandosi tanti pilastrini di muro che, alla loro volta, reggono la muratura soprastante, mentre si completa tra essi, prima lo scavo, poi la muratura della gola pel secondo tronco; così procedendo, ed alternando nei tronchi contigui lo scavo dei vani, si compie lo scavo del pozzo, e si costruisce per sottomurazione la gola del muro che lo circonda, fino all'incontro del terreno resistente. La terra cavata, viene sollevata colla burbera impiantata sopra il pozzo, a mezzo di ceste o di secchie, le quali servono anche per calare i materiali per la costruzione della gola periferica. Il pozzo viene per ultimo colmato con calcestruzzo grossolano, oppure con pietrame o grossi sassi, murati con malta di calce idraulica, come pel caso delle pilastrate a pozzo del numero precedente.

Pei pozzi di diametro piuttosto piccolo, e per le terre non facili a scoscendere, lo spessore della gola in muratura può essere minimo ed eguale anche solo alla grossezza del mattone, murandosi la gola come certe volte di quarto; la struttura murale può essere omessa nei tronchi pei quali la terra si regga da sè durante la costruzione del pozzo. Solitamente, le pilastrate di sostegno circolari delle costruzioni edilizie, hanno diametri di m. 1,50 a 2,50, e per terre di media coesione gli spessori delle gole sono di m. 0,12 a 0,35.

Sulle pilastrate circolari di sostegno, si impostano, sia direttamente, sia coll'intermezzo di pilastri, gli arconi destinati a portare le murature maestre della fabbrica, la costruzione dei quali però potrà effettuarsi, anche in questo caso, solo dopo trascorso il tempo necessario per l'assetto della pilastrata; per l'ordinamento poi, e per l'impostatura degli arconi, valgono le stesse norme enunciate al numero precedente.

Nella tav. XV, la fig. 1 rappresenta l'avanzamento dello scavo, per la formazione del pozzo di una pilastrata circolare di sostegno, del diametro di m. 2,40; la costruzione della gola in muratura per sottomurazione; e l'impianto della burbera destinata a sollevare la terra ed a calare i materiali, coi par-

ticolari del secchio e dell'uncino per la sua sospensione; la fig. 2, dà la pianta della muratura nel tronco dove avviene la sottomurazione; la fig. 3, dà l'impianto della burbera sopra il pozzo.

Nella tav. XVI, la fig. 1 rappresenta la pianta dei pilastri dei sotterranei, sovrapposta a quella delle pilastrate di sostegno circolari, per una porzione di una fabbrica, ritenuto che, gli arconi pei muri interni, debbano essere costruiti nei sotterranei, colle loro serraglie appena sotto l'imposta delle volte; la fig. 2 dà una sezione verticale con pilastrate ed arconi corrispondenti ai muri interni; la fig. 3 dà un'altra sezione verticale, colla impostatura degli arconi pel muro di facciata, fatta direttamente sulle pilastrate per potere stabilire, sugli arconi stessi, il muro di sostegno della terra tra i pilastri del sotterraneo; i particolari poi pei due piloni *A* e *B* della pianta, sono dati dalla fig. 4 della tav. XV.

19. Le pilastrate di sostegno circolari per affondamento. Il mezzo di costruzione delle pilastrate, descritto al numero precedente, non può essere seguito quando il suolo sia cedevole e disciolto; in tali casi, si segue una pratica colla quale si obbliga la gola di muratura ad incastrarsi nel terreno cedevole, di mano in mano che viene elevata sul suolo, affondandosi in esso per il proprio peso, e per effetto di manovre speciali, fino all'incontro del terreno resistente; a riguardo di tale pratica si danno le seguenti norme: nel posto in cui vuolsi costruire la pilastrata di sostegno circolare, si scava nel terreno una fossa quadrata, il cui lato deve essere, di m. 0,90 circa, maggiore del diametro esterno che deve avere la gola in muratura della pilastrata stessa; la fossa quadrata viene col suo fondo spinta fino all'incontro del terreno acquitrinoso e cedevole, i tagli della fossa vengono armati con puntellature di tavole e sbadacchi, dovendo essa servire di camera di lavoro; sul fondo della fossa, nel suo centro, si dispone un robusto anello di legno, formato da almeno tre suoli di tavole

di pioppo o di ontano, tagliate, unite e chiodate tra loro, come nelle centine di tavole; sopra l'anello, si inizia e si prosegue la costruzione della gola di muro, coll'impiego di mattoni cuneiformi murati con malta di cemento, intonacandola in cemento all'esterno, mentre, per effetto del proprio peso, la gola lentamente affondandosi, si incastra nel terreno. L'affondamento può essere agevolato, scavando le materie nell'interno del pozzo, con trivelle a sacco, con badiloni, e con quegli altri arnesi di cavatura, che meglio si adattano alle condizioni speciali del terreno; essi vengono manovrati a mano, calandoli e sollevandoli col sussidio di un arganello, stabilito al piede di un castello piramidale di tre travi, al cui sommo è applicata la carrucola per la fune di sollevamento. Incontrandosi difficoltà nell'affondamento continuo e graduale del pozzo, si può agevolarlo, gravando superiormente di pesi la gola in muratura, disponendo di traverso sopra di essa masselli di ghisa, o ruote di ferrovia, o grosse pietre, od altri materiali pesanti; con una opportuna disposizione di tale sovraccarico, si può anche ricondurre verticale la gola, quando essa venga ad inclinarsi. L'acqua che tende a risalire nel pozzo, non impedisce lo scavo nell'interno, l'affondamento della gola in muratura, ed il suo riempimento con calcestruzzo; qualche volta però, si preferisce mantenere prosciugato il pozzo durante il corso dei lavori. Il prosciugamento, ordinariamente, viene fatto con pompe a vapore, e per facilitarlo, si cala sul fondo del pozzo, prima che le pompe entrino in azione, una grossa gettata di pietrame e calcestruzzo, la quale scema la quantità d'acqua che tende a risalire nel pozzo stesso durante il prosciugamento. Il pozzo prosciugato, se non del tutto, almeno parzialmente, viene colmato con una gettata di calcestruzzo, che si fa nel suo interno, oppure con corsi di pietrame, o grossi sassi alternati con suoli di malta grossolana, impastata con calce idraulica o con cemento.

Si preferisce, talvolta, di collegare la gola esterna di muro colla gettata di riempimento, costruendo la muratura della gola

con addentellati verso l'interno; questa pratica può essere conveniente, solo quando il carico debba essere distribuito tanto sull'anello interno della pilastrata, come sulla sua corteccia, e si possa ritenere che le due strutture murali della pilastrata, facciano un eguale assettamento.

Compiute le pilastrate, col loro assodamento, se non si hanno sicuri indizî della loro stabilità, si fanno per esse delle prove, caricandole temporaneamente di pesi che sieno maggiori di quelli di cui devono essere stabilmente in seguito gravate, e rilevando con istrumenti di precisione gli eventuali loro cedimenti, intendendosi che questi debbano essere ognora nulli o minimi.

Le fabbriche per le quali si richiedono queste opere di fondazione, per la natura acquitrinosa del terreno sul quale insistono, non hanno sotterranei; gli arconi quindi, si impostano direttamente sulle pilastrate, superiormente al livello delle acque sotterranee, e risultano compresi tra il detto livello e quello di imposta delle volte che portano il pavimento del piano terreno, il quale, ordinariamente, conviene sia rialzato sul suolo esterno; se il terreno poi non si presenta acquitrinoso alla superficie, si possono evitare le volte disponendo il pavimento rialzato del piano terreno su di una gettata di grossa ghiaia, distesa e battuta sul suolo.

Il procedimento di costruzione di una pilastrata a pozzo circolare in un terreno prossimo ad una laguna, è rappresentato nella tav. XVII; in essa, la fig. 1 rappresenta, in sezione verticale, la camera di lavoro colle sue puntellature, destinata ai muratori che elevano il muro della gola mentre essa per il proprio peso si affonda, e rappresenta anche l'impianto del treppiede, coll'argano per la manovra della trivella a sacco per la cavatura della terra; la fig. 2 dà, in sezione verticale, il pozzo ultimato, colla gettata di pietrame e calcestruzzo sul suo fondo, e coll'impianto della pompa centrifuga a vapore pel prosciugamento; la fig. 3 dà l'anello di legname che forma la

base della gola di muro; la fig. 4 rappresenta la pianta per la camera di lavoro e per la gola del pozzo, le fig. 5, 6 e 7 rappresentano la cucchiara a sacco ed il badilone; la fig. 8 dà un particolare del tubo di aspirazione della pompa.

Questo sistema di fondazione, ha ricevuto una notevole applicazione in alcuni fabbricati della stazione marittima di Venezia, recentemente costruiti; per detti fabbricati venne preventivamente esaminato il sottosuolo, mediante perforazioni colla trivella, spinte fino ad una profondità di circa m. 11, dirette a stabilire la natura e le altezze degli strati del terreno; in base a tale rilievo, si è determinato di piantare le pilastrate di fondazione, col loro piede, su un grosso banco di argilla calcare assai compatto, che si è incontrato a profondità compresa tra m. 5 e 5,40 sotto il livello ordinario dell'alta marea; per meglio accertare poi la resistenza del suolo, si eseguirono esperienze, caricando le prime due pilastrate che si sono costruite, con un peso di chg. 16 per cmq., cinque volte superiore a quello totale di cui dovevano essere gravate, carico mobile compreso. Le osservazioni fatte giornalmente nel periodo di due mesi, avendo accertata l'immobilità delle pilastrate, diedero sicuro indizio della sufficiente resistenza dello strato d'argilla sul quale si erano basate.

Gli anelli di legname al piede, per le gole in muratura, vennero fatti in pioppo, di taglio recente, ed in quattro strati grossi ciascuno m. 0,035; alle gole di muro si è assegnato uno spessore massimo di m. 0,42; esse vennero intonacate esternamente in cemento, e costruite con addentellati verso l'interno, pel collegamento della struttura murale col calcestruzzo di riempimento; la natura acquitrinosa del terreno, ha obbligato a continui prosciugamenti; il riempimento delle pilastrate venne fatto con calcestruzzo bene battuto; gli arconi si sono impostati ad un unico livello, corrispondente a quello medio dell'alta marea, e quelli maggiori si sono fatti ribassati, colle serraglie a circa m. 0,70 al disotto del pavimento del piano terreno.

* Nella tav. XVIII, la fig. 1 rappresenta la distribuzione delle pilastrate e delle imposte degli arconi per la corrispondente pianta terrena di una porzione di uno dei detti fabbricati, coi diametri delle pilastrate; la fig. 2 rappresenta i particolari relativi alle pilastrate ed agli arconi.

20. **Le palafitte di sostegno.** Quando il terreno buono e resistente trovasi a profondità piuttosto grande, le fabbriche possono anche venire piantate sulle palafitte, formate da lunghi e grossi pali di legno, affondati in schiere parallele nelle fosse di fondazione, fino a raggiungere colla loro punta il terreno sodo, portanti un robusto graticcio o palco di legname, costituito da traverse, da filagne e da tavoloni, sul quale si costruiscono le murature della fabbrica; il graticcio, conviene alquanto più largo della muratura che deve portare, e maggiormente esteso nelle cantonate e nei punti soggetti ai più grandi carichi. Le palafitte quindi, come le pilastrate di fondazione, sono opere a mezzo delle quali, il peso della fabbrica viene trasmesso al terreno resistente. Per la buona conservazione della palafitta, è bene che, nei terreni acquitrinosi, la struttura di legname, compreso lo zatterone, risulti sempre sommersa nell'acqua, il cui livello dovrà quindi essere superiore a quello dello zatterone; i pali hanno sezione circolare, sono semplicemente scortecciati, e convengono di larice, di abete o di ontano; hanno lunghezze comprese tra m. 5 e 10, e diametri rispettivamente compresi tra m. 0,24 e 0,36; devono avere la loro estremità lavorata a punta, ed armata da una cuspidè o *puntazza* di ferro, che ne agevola l'infissione, evitando anche le scheggiature del legno; ciascun palo viene in sommità armato con una ghiera di ferro, perchè non venga a fendersi o spaccarsi durante la battitura; i pali vengono affondati nel suolo in schiere parallele, dirette nel verso delle murature maestre della fabbrica, essendo i pali in ciascuna schiera a distanza tra loro compresa tra m. 0,75 e 1,50 misurata da centro a centro; la distanza tra le schiere dei pali, si fa compresa

tra m. 0,70 ed 1; il numero dei pali, la loro distanza, e quella tra le schiere, viene determinata in base al peso della fabbrica, ritenendo che i pali possano essere con sicurezza gravati di un carico, che non superi i chg. 60 per cmq. di loro sezione.

Nelle palafitte di sostegno, per la battitura dei pali, si impiegano delle macchine speciali, che si chiamano *battipali*, la cui potenza aumenta colla lunghezza dei pali e colla resistenza del terreno. I battipali sono a mano od a vapore; quelli a mano sono la *berta semplice* e la *berta capra*.

La *berta semplice* è un castello di legname di forma piramidale a base triangolare il quale, quando viene impiantato sul suolo, ha una delle sue faccie verticali, nel cui mezzo sta la guida di legno che regola lo scorrimento del maglio, formato da un ceppo di legno cerchiato di ferro; al vertice del castello è applicata la carrucola a cui si avvolge la fune di sollevamento, fissa ad un estremo al maglio e che si dirama all'altra estremità in tanti capi, perchè si possano applicare al sollevamento parecchi manovali. Ritenuto che ciascun manovale destinato al sollevamento possa esercitare uno sforzo di circa chg. 16, e che non convenga oltrepassare il numero di quindici manovali, si ha che il peso del maglio in questa macchina non può superare i chg. 250. La manovra colla berta semplice riesce sempre faticosa, lunga ed incomoda, sia per la breve caduta del maglio, come per la necessità di interrompere ad intervalli il lavoro per alcuni minuti, onde lasciar riposare i manovali, come anche per lo spazio esteso da assegnarsi alla piattaforma su cui si impianta la berta, perchè sovra di esse possano manovrare numerose persone.

Gli inconvenienti sono minori nella *berta capra*, che ha un castello di legname più robusto di quello della berta semplice, destinato a portare un maglio più pesante, il cui sollevamento è operato da un argano a ruote dentate, manovrato da quattro a sei manovali; la corsa del maglio è diretta da guide laterali, entro le quali è obbligato a scorrere; un appa-

recchio a scatto poi, svincola il maglio quando arriva al sommo della macchina, determinandone la caduta sul palo; dovendosi però, dopo ogni colpo, riattaccare il maglio alla fune di sollevamento, si verifica anche per questa macchina un perditempo nel lavoro di battitura.

Volendo conseguire, per la infissione dei pali, la maggiore speditezza, tanto più vantaggiosa quanto più i pali sono numerosi, si fa uso dei battipali a vapore, assai più potenti di quelli a mano, e che possono anche essere semplicemente costituiti da una berta capra il cui argano sia mosso a vapore.

Per la semplicità del congegno, e per la speditezza della manovra di battitura, è rimarchevole una berta capra con argano a vapore ad azione continua, molto usata, la cui particolarità principale consiste in una disposizione speciale, che viene data alle parti dell'argano, onde evitare lo scatto del maglio, ed il perditempo per riattaccare al maglio, dopo ciascun colpo, la fune di sollevamento.

Questa macchina, è rappresentata di fianco nella fig. 1 della tav. XIX, supponendola allestita per la battitura di un palo nel fondo di una fossa di fondazione; essa è costituita da un robusto castello piramidale di legname, impiantato su di un telaio quadrato o rettangolare, di cui vedonsi le travi t e t_1 ; la faccia anteriore della berta è formata da due travi a , a_1 , riunite in sommità e fermate al piede sul telaio di base, tra le quali è stabilito un grosso trave verticale g , rivestito sul davanti da una lamiera di ferro, un po' più larga di esso, che serve di guida pel maglio; le travi a , a_1 e la guida g , sono saldamente unite in sommità a due travi b , b_1 inclinate e fra loro parallele, situate dietro di esse ed assicurate al loro piede al telaio di base; le travature del castello sono rafforzate dalle travi orizzontali c , e dalle saette inclinate s ; nelle travi b , b_1 sono incastrati dei piuoli di ferro per salire ai palchi di legname, che si possono stabilire a diverse altezze della berta, poggiando delle tavole di legno su ciascuna coppia di travi c ;

al vertice della berta capra, si ha la carrucola p , sulla quale si accavalla la fune che mette capo al maglio, e che si avvolge al fuso dell'argano a vapore A , impiantato sulla base stessa della berta.

Il telaio di base della berta capra, è montato su quattro forti carrucolette di ferro r , girevoli attorno al loro asse orizzontale, le quali si possono anche far girare attorno ad un perno verticale, per mezzo delle maniglie di ferro l ; tali carrucolette permettono il movimento della berta in diverse direzioni.

Nella tav. XIX, la fig. 2 rappresenta il particolare dell'unione delle travi al vertice della berta, le fig. 3 e 4 rappresentano rispettivamente la pianta e la montatura del maglio sulla guida, la fig. 5 dà il particolare per le ruotelle della piattaforma; il maglio è di ghisa, e si incastra nella guida per mezzo di quattro artigli di acciaio v ; la fig. 6 dà il nodo per l'applicazione della fune di sollevamento al maglio.

Come è indicato nella fig. 1, tav. XIX, la berta viene piantata su di una robusta piattaforma di legname, predisposta sopra la fossa di fondazione con traversoni di legno m orizzontali e paralleli messi nel verso della larghezza della fossa, ai quali si sovrappongono delle tavole di legno incrociate in due ordini; i traversoni m devono essere distribuiti, negli intervalli tra i pali da affondare, alla medesima distanza dei pali stessi, onde non riescano d'ingombro allorchè la berta viene spostata, e la piattaforma viene parzialmente scomposta per la battitura di altri pali.

Per la infissione, la berta si stabilisce col piano verticale anteriore della guida g tangente al palo da affondare; il palo viene con funi, manovrate da operai che stanno su di uno dei palchi c , sollevato e presentato verticalmente contro la guida g nel luogo in cui deve essere conficcato; esso poi, è mantenuto aderente alla guida del maglio, mediante una fasciatura fatta con una fune, come è indicato in f ; mettendosi in seguito in

azione l'argano *A*, il maglio della berta è reiteratamente sollevato e lasciato cadere sul palo, senza la necessità di ricorrere ad alcun apparecchio a scatto.

* La singolarità dell'argano, consiste specialmente nel modo di funzionare del fuso su cui si avvolge la fune di sollevamento del maglio, il quale fuso, mentre l'albero dell'argano continua a girare dalla stessa parte, può alternatamente girare anche in verso opposto, avvolgendo prima sopra di sé la fune di sollevamento ed innalzando il maglio fino al sommo della berta, svolgendo poscia la fune stessa e lasciando cadere, per effetto del proprio peso, il maglio sulla testa del palo.

Un argano di questo genere, di cui si dà una descrizione, vedesi rappresentato in pianta e spaccato verticale, nelle fig. 1 e 2 della tav. XX; la cinghia *s* che si dirige ad una locomobile a vapore, trasmette il movimento circolare continuo, per mezzo dell'albero motore *a* e del rocchetto *b*, alla ruota grande dentata *c* dell'argano, alla quale è fisso l'albero in ferro *d* dell'argano stesso; il fuso *e*, a cui si fissa per mezzo dell'anello *f* la fune di sollevamento, è di ghisa cavo, porta a' suoi estremi due grandi dischi di ghisa, è concentrico all'albero di ferro *d* sul quale è montato, e può girare attorno ad esso; l'albero *d* di ferro dell'argano, porta a' suoi estremi due grossi dischi di legno *g*, *g*₁, che girano con esso, dei quali quello *g*, si incastra parzialmente tra le razze della ruota grande dentata *c*, e quello *g*₁ è con bulloni fermato ad un disco di ferro *h* che fa parte di un manicotto cilindrico *i*, pure di ferro, adattato ad uno degli estremi dell'albero *d*; un registro di acciaio *k* applicato all'albero *d* si incastra in un canale del manicotto *i* ed obbliga quest'ultimo, e quindi il disco di legno *g*, a girare coll'albero stesso, sul quale però può scorrere avanti ed indietro per mezzo di una vite di pressione *n*, comandata da una manovella a ruota *o*. La fune di sollevamento che si accavalla alla carrucola della berta, essendo fissa con un capo al maglio, coll'altro al fuso dell'albero in *f*, per innalzare il maglio basta, mentre

l'albero d gira insieme ai dischi g, g_1 , avvicinare il disco g_1 a quello g girando in un verso la manovella o , e stringere fortemente tra i detti dischi quelli del fuso; l'attrito che si sviluppa tra le superfici dei quattro dischi in contatto a due a due, obbliga il fuso e a girare coll' albero d avvolgendo la fune e sollevando il maglio.

Per lasciar cadere il maglio, basta girare oppostamente la manovella o scostando il disco g_1 da quello g , lasciando libero così il fuso di girare in senso inverso all'albero d , sollecitato dal peso del maglio che cade sul palo. La manovra di battitura è regolata da un operaio il quale, mentre l'argano è in azione, gira alternatamente la manovella o , facendo successivamente sollevare e cadere il maglio. Nella stessa tav. XX sono rappresentati anche i particolari del manicotto i , dell'albero d , e della vite n ; i dischi di legno, ordinariamente sono di pioppo, che colla sua elasticità aumenta l'attrito.

Coll'argano a vapore che si è descritto, conviene un maglio del peso di circa chg. 600 per pali di lunghezza non maggiore di m. 8, con una corsa del maglio di m. 2,50, valutandosi che in tali condizioni si possano fare quindici colpi al minuto primo; per pali più lunghi e per terreni molto resistenti, si impiegano magli il cui peso può anche superare i chg. 1000, e si aumenta la corsa; si ricorda però, che coll'uso di magli assai pesanti e con colpi gagliardi, segnatamente nei terreni non omogenei, si verifica facilmente la spaccatura dei pali, quand' anche siano armati colla ghiera di ferro, o la deformazione e rottura della loro punta, rendendosi così impossibile la infissione.

È importantissimo che la battitura proceda regolare; la berta quindi, deve essere piantata colla guida del maglio esattamente verticale, il maglio deve colpire il palo nella direzione del suo asse, normalmente ad esso, l'urto del maglio e la sua caduta devono essere proporzionali alla resistenza che si incontra nella infissione; quando il palo colla sua testa è affon-

dato fino al piede della berta, per proseguire l'infissione, si dispone sovra di esso un secondo palo, collegato al primo, e mantenuto aderente alla guida del maglio con fasciature di funi; la lunghezza di questo palo, deve essere commisurata alla quantità di nuovo affondamento che si vuol conseguire, venendo la battitura fatta sovra di esso. Dopo un certo numero di colpi consecutivi, i quali costituiscono la *volata*, se il palo subisce delle oscillazioni piuttosto forti, è necessario di sospendere l'operazione, finchè siasi messo in equilibrio, per evitarne le deviazioni.

Ultimato l'affondamento dei pali, occorre di reciderli in sommità colla sega, onde spianarne le teste, le quali devono anche trovarsi nel medesimo piano orizzontale, per poter poggiarvi e chiodarvi sopra le travi del graticcio; talora, le travi del graticcio si calettano sulle teste dei pali, che devono allora presentare un dente o maschio, praticatovi colla scure o collo scalpello, destinato a venire incastrato in un canale predisposto nelle travi stesse. Per agevolare l'allestimento delle teste dei pali, e la posa del graticcio, conviene eseguire il prosciugamento delle fosse di fondazione, obbligando il livello dell'acqua ad abbassarsi fino sotto le teste dei pali; prima poi di procedere alla formazione del graticcio, si cava la terra fangosa tra le sommità dei pali, e si forma tra essi un riempimento di calcestruzzo.

L'orditura del graticcio, viene formata con grosse travi sovrapposte ai pali, incrociate fra loro perpendicolarmente, che si chiamano traverse e filagne; le traverse sono dirette nel verso della larghezza del graticcio, e le filagne in quello della lunghezza. Per agevolare la composizione del graticcio, è preferibile disporre al disotto le traverse, poggiandole sulla testa dei pali, e distribuirvi sopra le filagne, essendo più facile ottenere un esatto allineamento dei pali nel verso della larghezza della palafitta, che non in quello della sua lunghezza; le traverse possono essere semplicemente poggiate sui pali e fermate

ad essi con caviglie di ferro, oppure possono essere calettate coi pali a dente e canale; se i pali poi non sono regolarmente allineati, si che le traverse non si possano bene aggiustare sopra di essi, i pali stessi si ingrossano, chiodando e fermando sul loro fianco dei pezzi di legno che, intestati coi pali, completano l'appoggio delle traverse; le filagne sovrapposte alle traverse, sono messe in corrispondenza verticale colle schiere dei pali, e vengono indentate ad ogni incontro colle traverse, praticando il taglio per l'incastro, parte nella traversa e parte nella filagna; alloraquando però la traversa è calettata al palo, è bene che il detto taglio sia in essa poco profondo, per non scemare di troppo la sua resistenza, facendo anche in modo che le faccie superiori delle filagne risultino rialzate di m. 0,08 a 0,10 sopra quelle delle traverse; le filagne, ai loro estremi, sono collegate e concatenate tra loro con robuste grappe di ferro, che rendono maggiormente rigido il graticcio, il quale poi viene completato con tavoloni grossi da m. 0,08 a 0,10, messi tra le filagne, diretti nello stesso verso, poggiati sulle traverse, e fermati a queste con chiodi di ferro zincato o con caviglie di legno.

Negli incontri e negli incroci delle palafitte di sostegno, le filagne di un graticcio si incastrano sopra quelle dell'altro, con tagli identici a quelli praticati per le traverse e le filagne, acciò che le filagne di un graticcio possano, in queste parti, funzionare come traverse dell'altro graticcio, e si possa ottenere un robusto collegamento tra le palafitte, i cui graticci, però, vengono di conseguenza ad avere le piattaforme superiori in piani differenti. Il legname che si adopera per le palafitte di sostegno è di rovere, di ontano, di faggio, o di larice, perchè possa resistere all'umido e nell'acqua.

Nella tav. XXII, le fig. 1 e 2 rappresentano la ghiera applicata alla testa del palo, ed il dente per la calettatura della traversa.

Nella tav. XXI, le fig. 1 e 2 danno il particolare per la

puntazza in ferro dei pali e per l'incastro delle traverse colle filagne, la fig. 3 dà la composizione del graticcio, e l'incontro di due palafitte, la fig. 4 dà la sezione verticale trasversale di una muratura piantata su una palafitta di sostegno; in essa vedesi anche la tura che precinge una porzione dell'area di fabbrica, per prosciugarla durante l'esecuzione delle opere di fondazione. La tura è formata da pali *P*, affondati in schiera a distanza di m. 2 circa da centro a centro, portanti una filagna *F* calettata sulla testa dei pali, e da palanche *p* a sezione rettangolare, infisse le une accosto alle altre tra la schiera dei pali ed il taglio del terreno.

Nella tav. XXII, la fig. 3 rappresenta la pianta per la distribuzione dei pali, per l'orditura del graticcio, e per la tura di prosciugamento, rispetto a porzione di una fabbrica, ed in essa si vedono indicate in parte anche le murature che si piantano sulla palafitta.

21. **Le platee.** Le platee sono grossi ed estesi banchi di materiali che si posano sui terreni cedevoli distendendo i materiali a strati, talora anche battendoli, perchè si affondino, si comprimano, ed acquistino la compattezza necessaria per resistere al peso della fabbrica di cui devono essere gravate. Le platee, se sono omogenee e compatte, se formano un banco di sufficiente grossezza, e se hanno una superficie piuttosto estesa, ripartiscono uniformemente le pressioni della fabbrica, e costituiscono come un terrazzo resistente, sul quale si può con sicurezza costruire.

Nei terreni cedevoli, paludosi, torbosi o fangosi, si erigono con buoni risultati le fabbriche, nel mezzo di grandi e grosse platee generali, estese anche più del doppio dell'area occupata dal fabbricato, alte da m. 2 a 3, regolando l'estensione e la grossezza della platea a seconda della cedevolezza del terreno, del peso della fabbrica, e della qualità del materiale della platea.

L'utilità delle platee, per quanto segnatamente riguarda

l'uniforme distribuzione dei pesi, è tale che esse vengono ognora assai convenientemente stabilite anche sul fondo delle fosse di fondazione, con larghezze sempre un po' maggiori di quelle delle strutture murali di fondamento che vi corrispondono, e con altezze comprese tra m. 0,35 e 0,80, distendendole indifferentemente, sia sui terreni asciutti, come su quelli umidi o ricoperti dalle acque, o sopra le palafitte di costipamento, formando con esse al piede delle murature un banco continuo di uniforme resistenza.

Le platee, in generale, possono essere di sassi grossissimi, di mattoni murati in suoli orizzontali, di sabbia distesa in strati non molto grossi battuti e bagnati con acqua di calce, di massi prismatici di cemento, oppure di calcestruzzo. Il calcestruzzo si ritiene, per le platee, il materiale più opportuno, potendosi con esso formare delle gettate, che acquistano una grande durezza, che sono impermeabili, che induriscono prontamente anche nell'acqua, senza ritardare i lavori delle fabbriche, e che hanno una grande durata. Il calcestruzzo si prepara impastando la ghiaia oppure il pietrisco, con malte di calce idraulica o di cemento; la ghiaia deve essere preventivamente lavata, per purgarla dalle materie terrose; il calcestruzzo poi, deve essere piuttosto pieno o grasso, ossia impastato con sufficiente malta, segnatamente se esso deve essere posato nell'acqua, che in parte ne asporta la calce.

Il calcestruzzo che si impiega per la formazione delle platee, deve essere adoperato subito dopo il suo impasto; la sua posa viene fatta distendendolo in suoli sovrapposti, alti circa m. 0,40, che vengono battuti con una mazzeranga, o con un battitore speciale a tavoletta di legno, finchè la malta del calcestruzzo rimonti, formando un sottile strato superficiale; il calcestruzzo deve essere calato e posato senza gettarlo da altezze grandi, per evitare che i ciottoli più pesanti si separino, cadendo, dalla malta, rendendo l'impasto non omogeneo. Nelle fosse asciutte, profonde non più di m. 1,50, quand' anche ab-

biano le puntellature, il calcestruzzo viene gettato fino sul fondo scaricandolo dalle barelle.

Nella tav. XXIII, la fig. 1 rappresenta un suolo di calcestruzzo gettato colla barella nella fossa, dalla quale si supponessero levate le puntellature; tale calcestruzzo è anche rappresentato battuto colla mazzeranga; la fig. 2 rappresenta, per la stessa fossa, la battitura fatta col battitore a tavoletta; le fig. 3 e 4, danno i particolari dei due arnesi di battitura.

Per posare il calcestruzzo a profondità maggiori, o sott'acqua, si fa uso di arnesi speciali, coi quali esso viene calato fino alla voluta profondità, senza che nell'attraversare la massa d'acqua di cui è ricoperto il fondo, venga a diluirsi; i mezzi coi quali si cala e si posa il calcestruzzo, per la formazione delle platee sott'acqua, variano colla altezza dello strato d'acqua che ricopre la platea, colla estensione della platea, e colle condizioni che talora presentano le puntellature dei tagli del terreno tra cui si devono incassare le platee.

La fig. 5 della tav. XXIII rappresenta la posa del calcestruzzo sul fondo di una fossa di fondazione, scavata in terreno acquitrinoso, colle puntellature fatte di palanche, correnti di legno e sbadacchi; l'arnese che serve per calare il calcestruzzo, è una cucchiaia di ferro *a*, rappresentata in dettaglio nella fig. 6, montata a cerniera all'estremo di una lunga pertica *p*, in guisa che la cucchiaia tende, per il proprio peso, a rovesciarsi; la cucchiaia è aperta verso l'alto, e può essere mantenuta in tale posizione con una fune *c*, che si tiene tesa ed avvolta alla pertica; stando su di un ponte sopra la fossa, si cala, per mezzo della pertica, la cucchiaia piena di calcestruzzo fino poco sopra il luogo in cui il calcestruzzo stesso deve essere posato, poi allentando la fune, si obbliga la cucchiaia a rovesciarsi scaricando il calcestruzzo, e la si estrae sollevando la pertica.

Se il calcestruzzo deve essere calato a profondità piuttosto grande, anche nell'interno di un pozzo, l'operazione si può

eeguire con casse di legno o di ferro aperte verso l'alto, che si possono aprire anche per disotto, le quali si abbassano e si sollevano col mezzo di argani, impiantati sopra il luogo in cui si deve formare la gettata, obbligandole ad aprirsi poco sopra il luogo di posamento, per scaricare il calcestruzzo. La fig. 7 della tav. XXIII dà una di queste casse di legno apribile; essa è divisa in due parti, unite tra loro superiormente a cerniera, ed è tenuta chiusa con un uncino di ferro applicato esternamente al basso della cassa, comandato da una fune. La manovra di questa cassa, per la posa del calcestruzzo in un pozzo di fondazione, è rappresentata dalla fig. 8 della stessa tav. XXIII.

Sul fondo dei bacini estesi, il calcestruzzo viene posato facendolo passare attraverso a condotti o canali di legno o di ferro, messi verticali nell'acqua, aperti in sommità ed al piede, e mantenuti colla loro bocca alla profondità alla quale deve essere fatto il posamento del calcestruzzo; il materiale viene caricato dall'alto nei condotti i quali, per facilitare l'operazione, talora, si aprono in sommità a tramoggia; essi sono mantenuti pieni di calcestruzzo, obbligandolo a scaricarsi sul fondo collo spostare adagio ed orizzontalmente il condotto, oppure lentamente sollevandolo. Se la platea è poco estesa, basta il lento sollevamento del condotto perchè il calcestruzzo si scarichi per disotto, distendendosi in strati che, per il peso stesso della materia, si dispongono orizzontali; se invece la platea è alquanto estesa, occorre, per la formazione di ciascuno strato, muovere lentamente il condotto in una o più direzioni parallele, sollevandolo e ripetendo l'operazione per la formazione degli strati successivi. Il sollevamento dei condotti si ottiene con manovre a mano, oppure con argani; per lo spostamento in verso orizzontale, i condotti stessi si montano sopra armature semplici o doppie, che si possono far scorrere su guide o su rulli, in due direzioni perpendicolari tra loro.

Nella fig. 9 della tav. XXIII è rappresentata la manovra

per la posa del calcestruzzo in un pozzo di fondazione con un condotto in ferro; il condotto è di lamiera, del diametro di circa m. 0,60, formato da tronchi di eguale modello, di cui uno è rappresentato in dettaglio nella fig. 10; ciascun tronco del condotto porta esternamente in basso quattro spine sporgenti in ferro, ed al sommo quattro finestrelle, per mezzo delle quali i diversi tronchi possono venire congiunti tra loro; il condotto è, da due funi e due uncini, tenuto sospeso con un argano sopra il pozzo; esso viene composto e calato nel pozzo, aggiustando uno sopra l'altro i tronchi di lamiera con facili manovre; in seguito lo si riempie di calcestruzzo e lo si solleva lentamente, tenendolo continuamente carico perchè il calcestruzzo possa gradatamente scaricarsi per disotto riempiendo il pozzo; il condotto viene scomposto levando i tronchi superiori di lamiera di mano in mano che esso si solleva.

Nella tav. XXIV è rappresentata la posa del calcestruzzo sul fondo di un bacino, che si è immaginato precinto da ture, per limitarlo in estensione e parzialmente prosciugarlo. Come si vede dalla fig. 1, che dà una sezione verticale trasversale della platea coi suoi accessorî, la tura che separa l'acqua dei due bacini è costituita da un doppio ordine di pali p , affondati in due schiere parallele, calettati superiormente a due filagne f , contro le quali sono infisse le palanche p_1 che comprendono un massiccio di terra argillosa battuta M ; la tura di sostegno per la terra, invece, è formata da un solo ordine di pali colle relative filagne, e dalle palanche; le fig. 3 e 4 danno i particolari per la testa e per la punta delle filagne e pei tiranti in ferro tra le medesime. Nella fig. 2 è rappresentato l'assieme del lavoro; il condotto a tramoggia per la posa del calcestruzzo è di legno, è montato su un carrello pure di legno scorrevole sulle guide g , le quali alla lor volta possono scorrere sui rulli r , per permettere il trasporto del condotto nel verso sia longitudinale che trasversale della platea da costruire; il sollevamento del condotto a tramoggia, dopo compiuto uno

strato, per la formazione di quello successivo, si fa a mano. La fig. 5 rappresenta un particolare per la bocca inferiore del condotto di legno, che talora viene fatta a gomito, per rendere più regolare la posa del calcestruzzo, scemandone anche il dilavamento nell'acqua; con una tale disposizione, però, il condotto non può funzionare che in una direzione unica.

III

LE STRUTTURE ELEMENTARI IN GENERE

22. **Le generalità delle murature.** Nelle murature, i materiali si dispongono in suoli o strati orizzontali sovrapposti, che chiamansi *corsi* o *filari*, interponendo tra le faccie di contatto la malta per cementarli; gli strati orizzontali di malta si dicono *letti*, i giunti verticali si chiamano *commesure*. L'ordinamento dei materiali nei filari, costituisce il loro *assestamento*; i materiali parallelepipedi a base rettangolare, se sono assestati nei filari colla lunghezza diretta nel verso della grossezza del muro, si dicono messi *in chiave* o *di punta*, se invece sono assestati colla lunghezza nel verso della lunghezza del muro, si dicono messi *di fascia*.

Per ottenere il concatenamento dei materiali nelle murature, è essenziale che le commesure si scansino nei filari contigui, e che non corrispondano mai agli angoli saglienti dei muri.

Le murature delle costruzioni edilizie, considerate in riguardo ai materiali di cui sono formate ed alla loro struttura, si dividono nelle seguenti categorie: muri di *pietra concia*, muri di *pietrame*, muri di *mattoni* o di *cotto*, muri di *rovinacci*, muri *listati*, muri *rivestiti*, muri *cavi*.

I muri di *pietra concia*, si costruiscono impiegandovi delle pietre di forma parallelepipeda a base rettangolare, le quali,

per le parti andanti delle murature, convengono tutte del medesimo modello; le pietre devono essere resistenti e durevoli, e lavorate a faccie piane, perchè possano convenientemente combaciare tra loro; la provvista e la lavoratura delle pietre, rende costosi i muri di questa categoria; essi quindi si impiegano soltanto per quelle strutture, che hanno una pianta poco estesa in confronto del carico a cui sono soggette, e che si vogliono molto resistenti, oppure per quelle strutture esterne che hanno speciale carattere costruttivo o decorativo. Le pietre si mettono in opera nei filari di pianta, colle faccie maggiori orizzontali, facendo corrispondere queste ultime al verso della pietra, perchè possano meglio resistere alle pressioni; esse poi non devono avere angoli diedri acuti, affinchè non sia in nessun punto scemata la loro resistenza.

Nei muri, le pietre possono essere diversamente assestate, seguendo metodi che mirano ognora a conseguire il miglior concatenamento del materiale, e che in parte trovano riscontro nelle strutture delle antiche mura greche e romane.

La fig. 10 dà l'assestamento dei conci in un muro piuttosto sottile, nel quale le pietre hanno tutte lo stesso modello, ed hanno una larghezza eguale alla grossezza del muro; le pietre, nei filari, sono messe tutte di fascia, e le commessure delle pietre di un corso capitano sul mezzo delle pietre del corso contiguo; il concatenamento del muro nella cantonata, come è indicato nella detta figura, si ottiene senza bisogno di pezzi speciali.

Nella fig. 11 è rappresentato l'assestamento dei conci per un muro fatto con pietre che sono tutte dello stesso modello, colla lunghezza eguale alla grossezza del muro, e colla larghezza eguale alla loro semilunghezza diminuita di metà dello spessore del giunto di malta, di guisa che, messe appaiate e di fascia in un filare, stiano giustamente comprese nella grossezza del muro; in un corso, le pietre sono messe tutte di punta, ed in quello contiguo sono messe tutte di fascia, alter-



Fig. 10



Fig. 11.

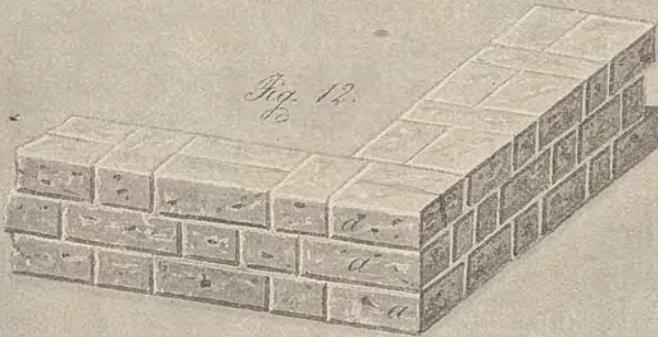


Fig. 12.

nando questo assestamento nel medesimo corso per le due murature che si incontrano tra loro; pel concatenamento dei suoli di due murature nella cantonata, occorre assestare in essi delle pietre *a* di modello speciale, tutte eguali tra loro, aventi la lunghezza eguale alla grossezza del muro, e la larghezza $\frac{3}{4}$ della lunghezza; queste pietre speciali per la cantonata, si dispongono nei suoli contigui incrociate l'una sull'altra, per ottenere lo scansamento delle commessure nelle parti andanti della muratura.

La fig. 12 dà un altro assestamento per un muro, essendo le pietre della muratura andante e della cantonata come le precedenti, ma assestate nello stesso suolo alternatamente di fascia e di punta; si avverte poi che, gli assestamenti delle fig. 10, 11 e 12, si applicano talora variando l'altezza delle pietre da filare a filare.

Le malte che si adoperano per le murature di pietra concia, devono essere ottime, di calce idraulica, o di cemento a lenta presa, preparate con sabbie minute e bene crivellate; esse convengono piuttosto fluide, segnatamente per le pietre porose che assorbono molta acqua. Queste malte, si distendono sulle faccie orizzontali delle pietre in strati piuttosto sottili, per tutta l'estensione delle faccie stesse, ad eccezione che per una zona lungo il loro contorno, larga qualche centimetro; in seguito, si ordinano sul letto di malta le pietre superiori, e si premono acciò che la malta si costipi, e si distribuisca uniformemente anche lungo il loro contorno, formando degli strati grossi in vista non più di mm. 2; tra i giunti verticali poi delle pietre, si colano delle malte molto fluide e piene di calce, le quali chiudono tutti gli interstizî tra le pietre, e le cementano tra loro.

I muri di *pietrame* ricevono nelle costruzioni edilizie una estesa applicazione.

Colle pietre calcari stratificate, che facilmente si cavano in pezzi aventi all'incirca la medesima altezza, e che presen-

tano naturalmente due faccie piuttosto estese, pressochè parallele, dirette come il verso della pietra, ed almeno una o due faccie minori bastantemente spianate, si costruiscono delle murature di pietrame le quali, se sono murate con buone malte, riescono molto solide ed in pari tempo economiche.

Per le murature di pietrame, non è possibile un assestamento del tutto regolare del materiale; esse quindi richiedono una speciale perizia da parte dei muratori, onde conseguire un conveniente concatenamento del materiale stesso in ogni parte della struttura murale.

Certe pietre di natura schistosa, tornano opportunissime per la costruzione dei muri di pietrame; si scelgono le pietre più voluminose, che hanno all'incirca la medesima altezza, si ordinano nel corso in due schiere come nella fig. 13, colle faccie più estese, che corrispondono al verso della pietra, orizzontali e con quella tra le faccie minori che è più piana, nella faccia esterna del muro; nel filare, talora, alle commessure delle pietre di una schiera, si fanno corrispondere le mezzarie delle pietre dell'altra schiera; nelle testate si aggiustano le pietre che hanno le faccie più regolari e spianate; nel mezzo del filare invece, si assestano e si stipano le pietre più minute e le scheggie; i corsi si alternano anche con altezze differenti, curando però sempre che le commessure abbiano a scansarsi.

Se il materiale è piuttosto informe, si fanno le murature disponendo il pietrame in suoli anche irregolari sovrapposti, come è indicato nella fig. 14, mettendo in opera le pietre più grosse verso le faccie esterne dei muri, colmando il muro nel mezzo con pietrame minuto e scheggie, ed ordinando dei filari, fatti con pietrame piuttosto regolare, ad altezze di m. 0,70 a 0,80 l'uno sull'altro, per rendere più omogenea la struttura; una attenzione particolare devesi usare nella formazione delle testate, delle spalle, e delle cantonate di questi muri, le quali devono essere fatte con materiale non troppo minuto od informe; per queste parti, quindi, si scelgono pezzi di pietra spe-

ciali, che sieno spianati sulle faccie, e si assestano in opera il meglio che si può.

Per le murature di pietrame, si fa necessario l'impiego di ottime malte di calci idrauliche, di cemento o di pozzolana, atte a conglomerare fortemente e tenacemente il materiale, anche minuto, di cui sono formate.

I muri di *mattoni* o *di cotto* hanno, segnatamente in confronto di quelli di pietrame, delle prerogative per le quali essi tornano nelle fabbriche assai convenienti; tra queste prerogative, è rimarchevole la speditezza colla quale si possono in essi assestare i mattoni, e la buona presa che questi materiali porosi fanno colle malte; i muri di cotto di buona fattura, hanno una resistenza sufficiente per reggere con sicurezza alle pressioni ordinarie delle costruzioni edilizie, e sono di durata anche grande; coi mattoni si possono inoltre agevolmente formare murature sottili; i muri di cotto, infine, si prestano ad essere facilmente tagliati per praticarvi aperture, canne e condotti.

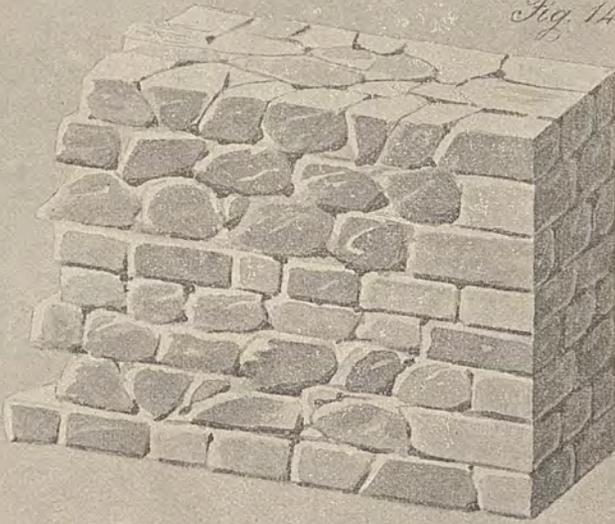
Nei mattoni che si adoperano per le murature, le larghezze, o teste, sono di solito comprese tra m. 0,11 e 0,15, a cui corrispondono lunghezze, che rispettivamente superano di poco il doppio della larghezza, e grossezze comprese tra m. 0,04 e 0,06.

Nella costruzione di questi muri fatti di elementi di piccolo volume, è essenziale di seguire un assestamento del materiale assai ordinato ed appropriato, evitando, anche nell'interno della struttura, la coincidenza tra le commessure nei filari sovrapposti, limitando il più possibile l'impiego di mattoni che non sieno interi, e riducendo minimo il numero dei giunti esterni, attraverso i quali può più facilmente penetrare nel muro l'umidità; la regolarità dell'assestamento, rende necessario di stabilire lo spessore del muro multiplo della testa del mattone, facendo i muri di due, di tre, di quattro, o di cinque teste ecc., determinandone in cifre la grossezza, in base alla larghezza del mattone, al numero delle teste, allo spessore dei giunti di malta ed a quello dell'intonaco; occorrendo poi

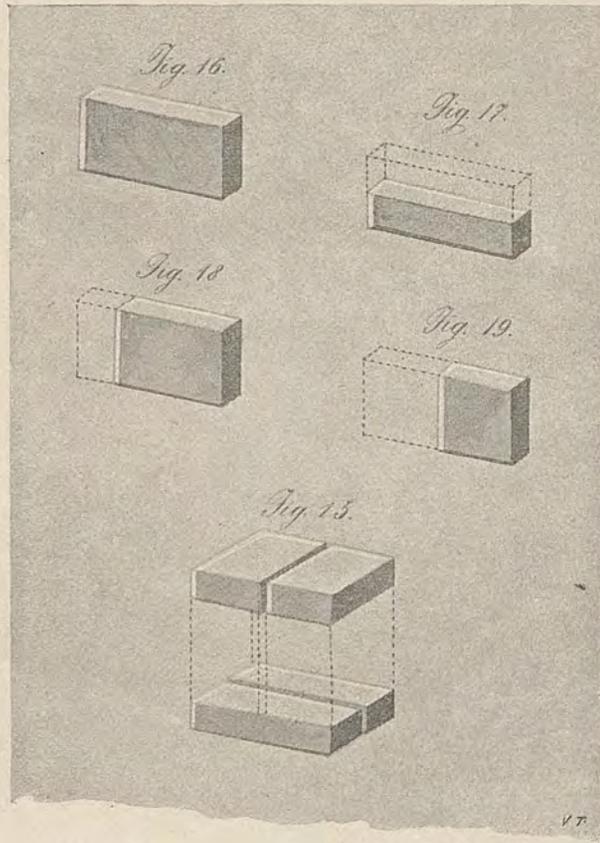
Fig. 13.



Fig. 14.



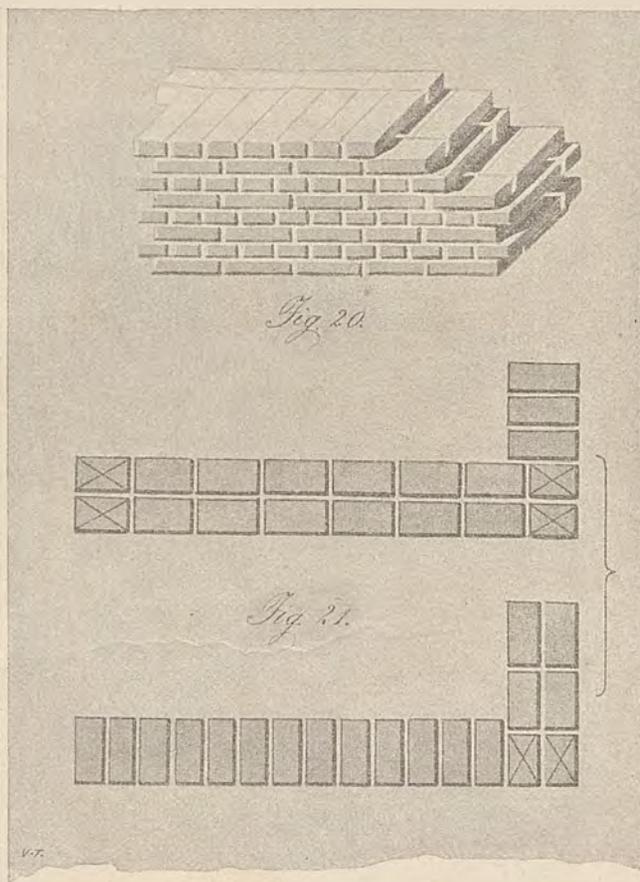
di sovrapporre i mattoni nei filari, incrociandoli tra loro, essi devono avere, come mostra la fig. 15, una lunghezza eguale al doppio della loro larghezza, aumentata dello spessore che ha il giunto di malta tra i mattoni. Lo scansamento dei giunti,



dà luogo ad una indentatura tra i filari o morsa, che è di mezza testa, la quale rende necessario di introdurre nella struttura, dei mattoni più corti, ovvero meno larghi, per la formazione delle testate, delle cantonate, per gli incontri, e pei risalti frontali dei muri; solitamente si riducono i mattoni, rompendoli col martello pel lungo o di traverso, spezzandone una porzione

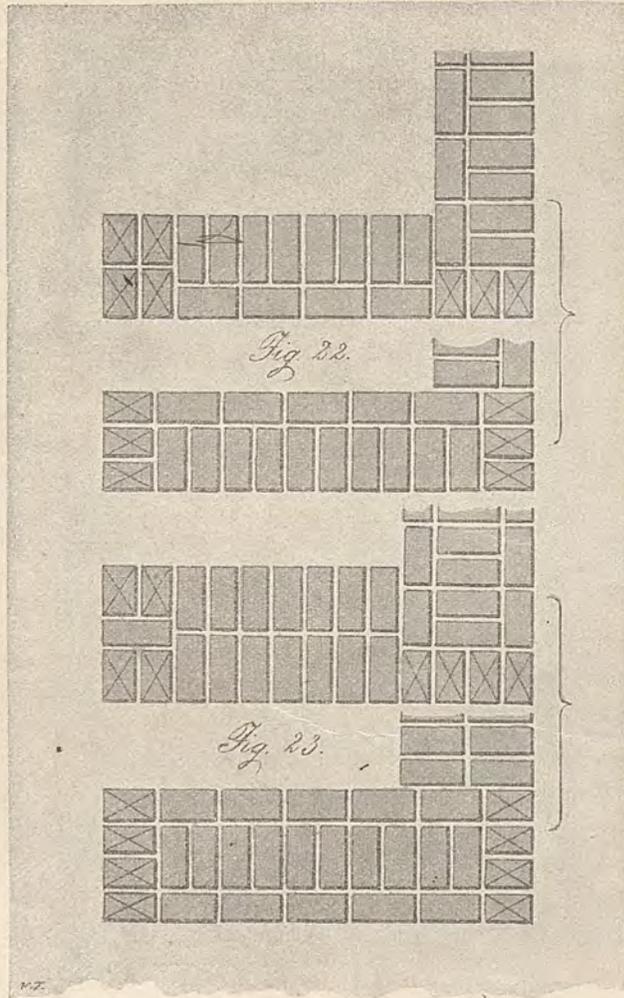
eguale a mezza testa, oppure ad una testa di mattone; la fig. 16 dà il mattone intero, la fig. 17 dà il *mezzo lungo*, la fig. 18 dà il *tre quarti*, la fig. 19 dà il *mezzo mattone*.

Un assestamento regolare e semplice in pari tempo, e che

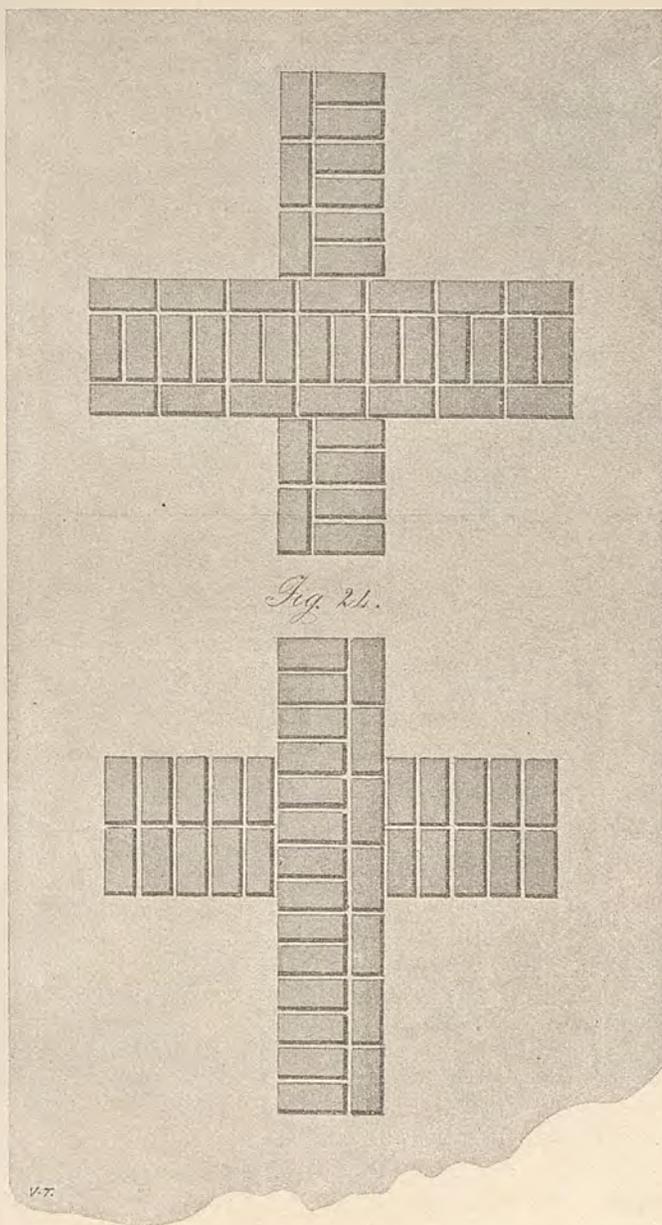


assai agevolmente può essere seguito dai muratori per la fattura dei muri, si ottiene ordinando il materiale in modo che, nelle faccie esterne delle murature, come è indicato nella fig. 20, si alternino sempre filari con mattoni tutti di punta e filari con mattoni tutti di fascia.

Le fig. 21, 22 e 23 rappresentano l'assestamento dei mattoni, alternato nei suoli contigui, per le parti andanti, per le



cantonate, e per le testate rette, di due murature di mattoni che si incontrano ad angolo retto, e che hanno due, tre, e quattro teste di spessore; come si vede dalle dette figure, l'ordinamento dei mattoni viene alternato anche nel medesimo corso per le due murature; nella cantonata si impiega sempre un numero



di mattoni *tre quarti* eguale a quello delle teste del muro, mettendoli in un corso di punta nel verso di uno dei muri, e nel

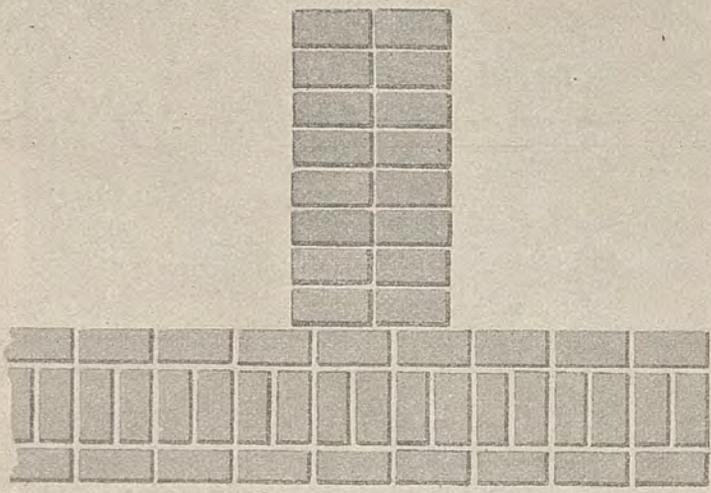
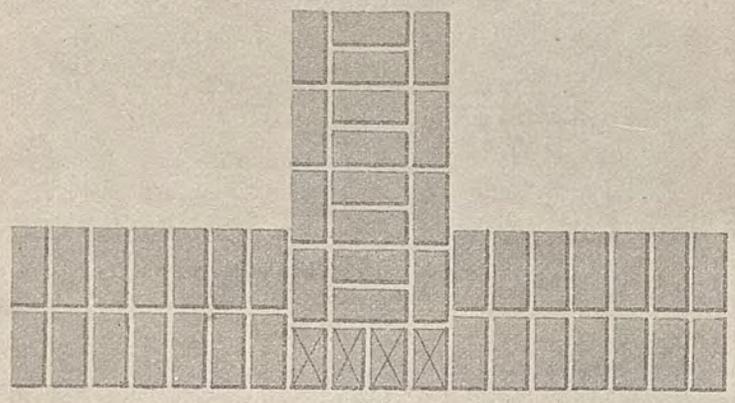


Fig. 25.



corso contiguo parimenti di punta ma nel verso dell'altro muro;
coll'impiego di un certo numero di mattoni *tre quarti*, si pos-

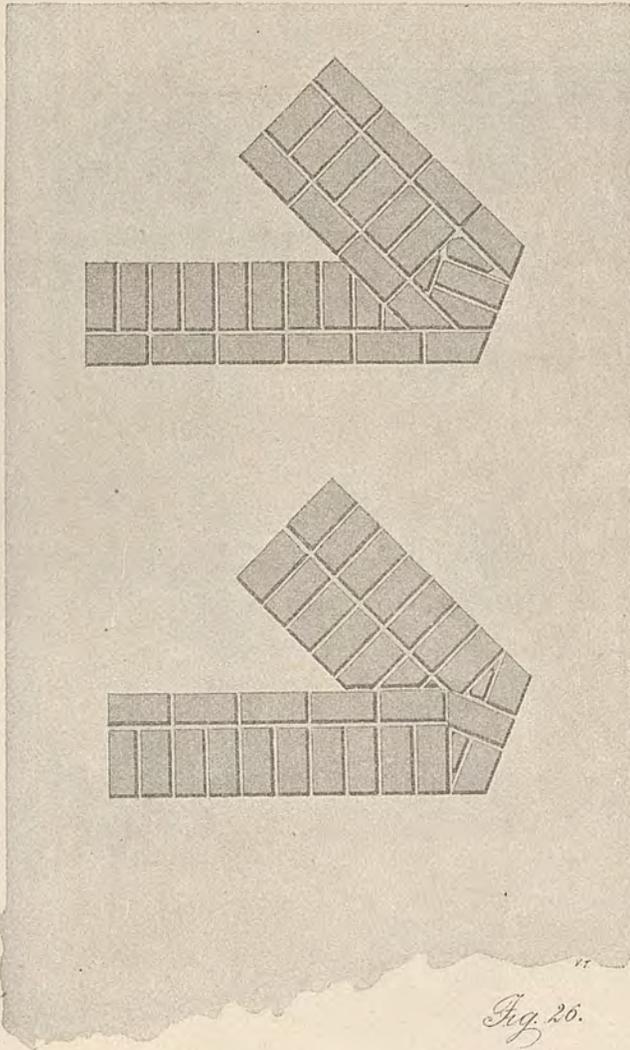
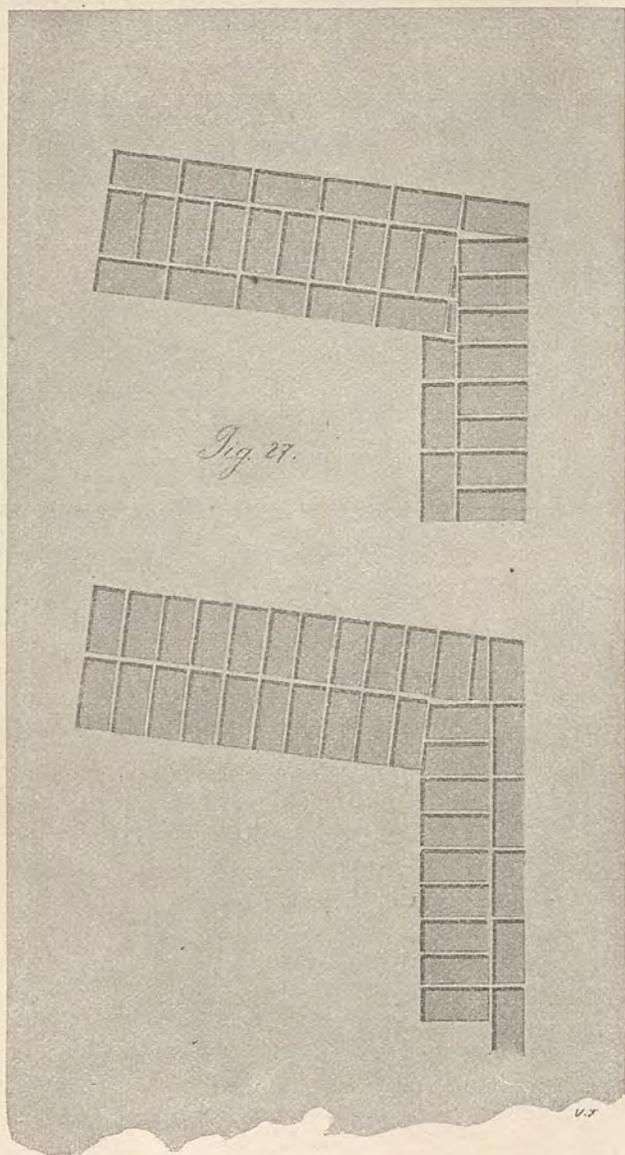
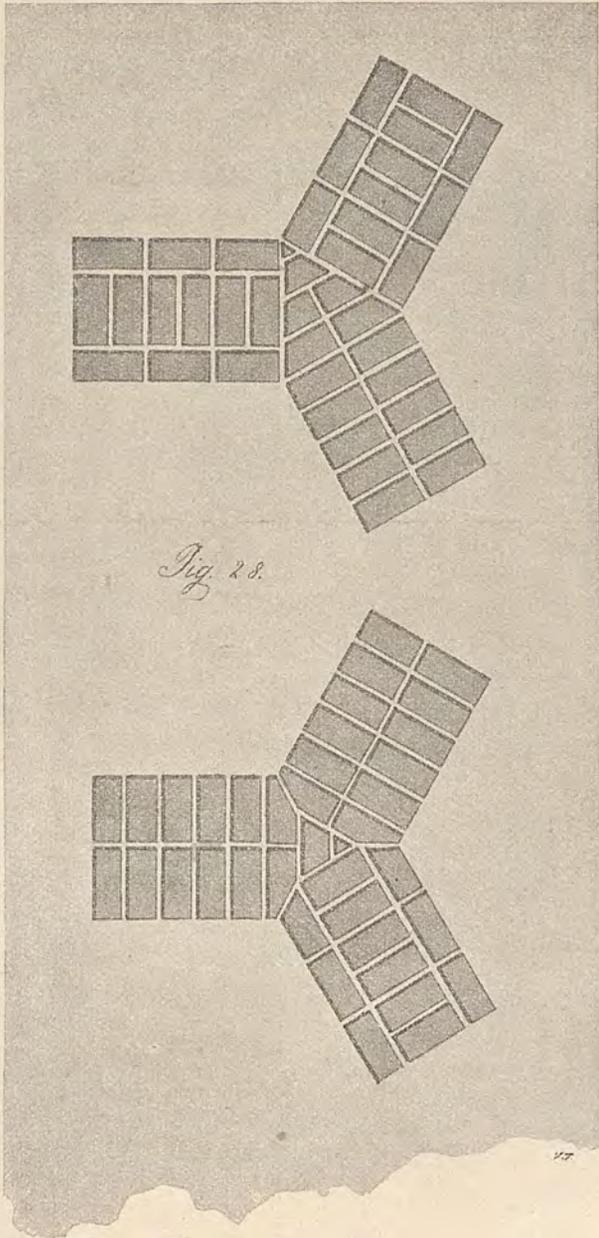


Fig. 26.

sono anche facilmente formare, come risulta dalle stesse figure, le testate rette. Un ordinamento di mattoni affatto analogo a quello indicato, si segue per le murature a cinque, a sei, ed a qualsiasi numero di teste.

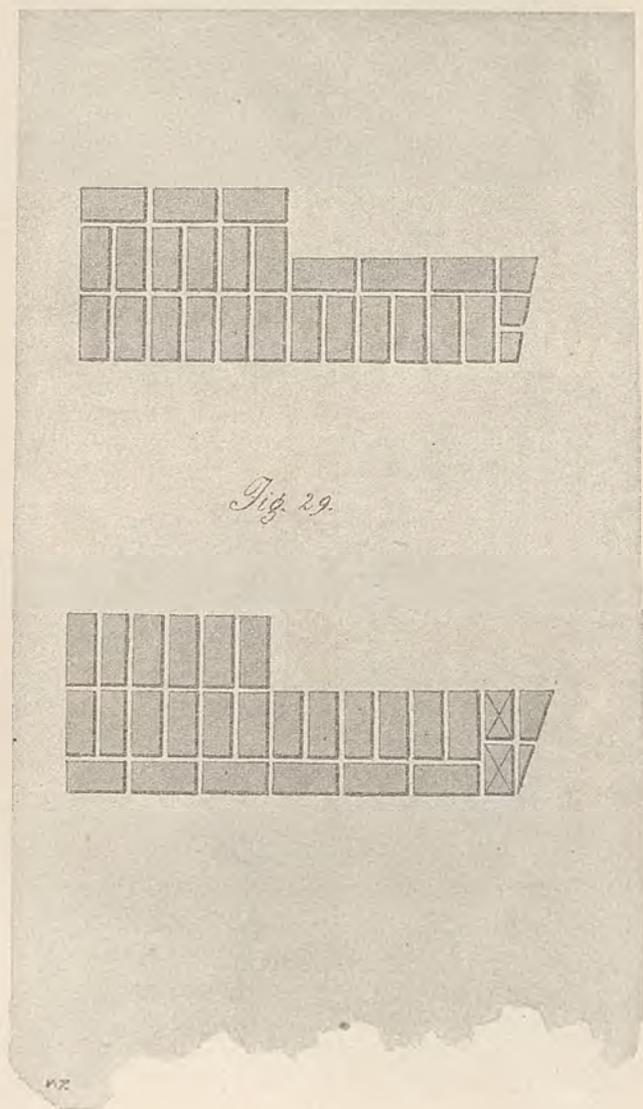


Nei crocicchi, come indica la fig. 24, per ottenere il collegamento tra loro dei due muri, si arresta alternatamente nei suoli l'assestamento dei mattoni di una muratura, all'incontro



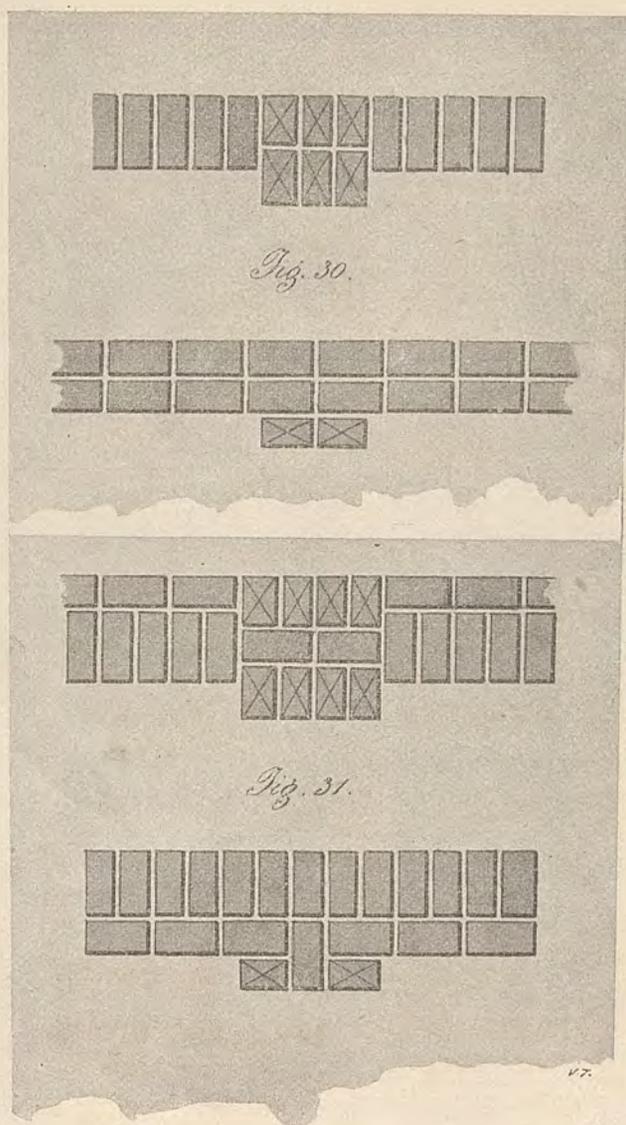
dell'altra, di maniera che i corsi si incrociano l'uno sopra l'altro nella direzione dei due muri.

Le fig. 25, 26, 27 e 28, danno degli esempî di assestamento del materiale per gli incontri retti, per le cantonate oblique



e per gli incontri obliqui; la fig. 29 dà l'assestamento per un muro con risalto frontale e testata obliqua, per apertura da finestra con griglie incassate; le fig. 30 e 31 danno assesta-

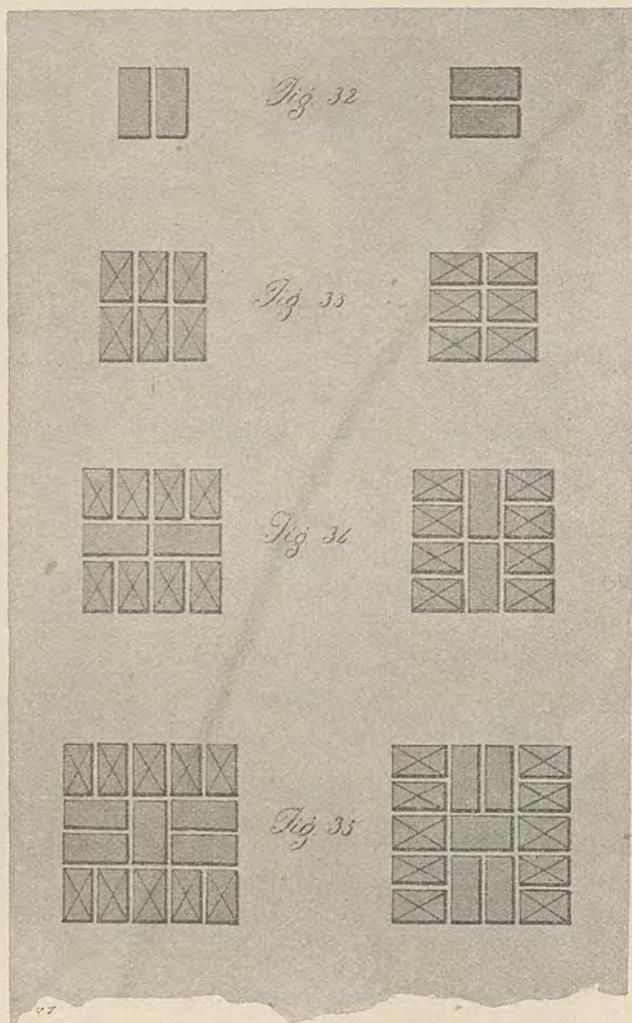
menti per risalti frontali; le fig. 32, 33, 34 e 35 rappresentano gli assestamenti nei pilastri a due, a tre, a quattro, ed



a cinque teste, valevoli anche per le arcate, e le fig. 36 e 37 danno l'assestamento nei pilastri a croce.

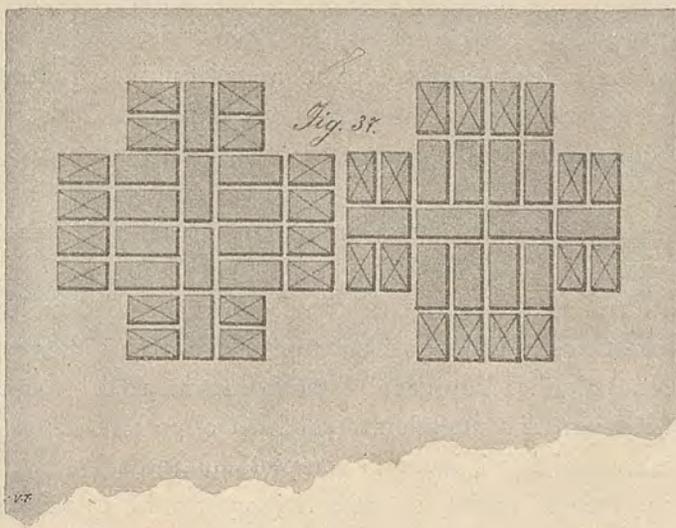
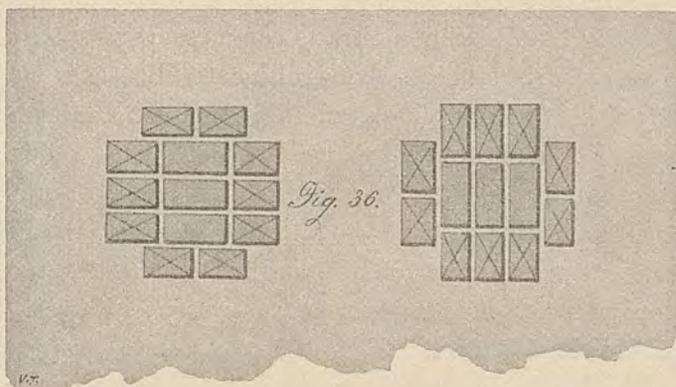
Nella costruzione dei muri di cotto, oltre la regolarità di

Nella costruzione di murari cotti oltre alla regolarità di
 assestamento del materiale, devono seguire altre norme, dalle
 quali in molta parte dipende la buona riuscita della struttura ;



devesi assolutamente evitare l'impiego di mattoni, che non sieno ben cotti, o che sieno deformati, o vetrificati, o che abbiano qualsiasi altro difetto od imperfezione; i mattoni, poco prima di essere posati in opera, devono essere intrisi d'acqua,

preferibilmente mantenendoli sommersi in un secchio, finchè si sviluppino attraverso l'acqua le ultime bollicine d'aria, e ciò per evitare che i mattoni, per la loro secchezza, assorbano troppo



repentinamente l'umidità delle malte; i mattoni devono essere murati con buone malte, le quali, di preferenza, devono essere di qualità idraulica, e di presa abbastanza pronta, per rendere possibile il sollecito procedimento dei lavori anche nelle stagioni umide e piovose, senza che venga compromessa la soli-

dità della costruzione; i letti di malta non devono essere troppo grossi, tenendone lo spessore tra m. 0,012 e 0,015; i mattoni devono essere posati sul letto di malta comprimendoli, facendoli scorrere un po' sulla malta perchè si distenda uniformemente sotto di essi e rimonti tra le commessure; i suoli o corsi devono essere orizzontali e bene allineati, dirigendo la posa dei mattoni lungo le faccie esterne dei muri con funicelle tese, verificando col piombino la verticalità dei giunti e degli spigoli, e coll'archipendolo l'orizzontalità dei corsi. Le murature maestre di uno stesso corpo di fabbrica devono elevarsi contemporaneamente, per distribuire uniformemente il peso sulle fondazioni; riprendendo i lavori rimasti sospesi, devesi levare la malta dei letti superficiali, la quale essendo asciugata in contatto dell'aria, non è più suscettibile di una buona presa; quelle parti poi delle murature, o quei pilastri, che sono maggiormente gravati, e che si vogliono più resistenti, si possono fare con mattoni speciali da paramano, i quali, segnatamente se sono preparati con terre compresse, danno delle strutture che reggono a dei carichi anche forti, purchè sieno accuratamente formate con letti sottili di buone malte crivellate.

I muri di *rovinacci*, convengono per certe strutture murali piuttosto grosse, che si vogliono molto economiche, come sono le murature di fondamento che si fanno incassate nel suolo, ed in esse trovano impiego i mattoni ed i rottami provenienti dalle demolizioni. I rovinacci devono essere scelti scartando tutti quelli umidi o malamente cotti o troppo piccoli; essi devono essere scalcinati, levando completamente dalle loro faccie le incrostature di malta, ed assortiti separando quelli interi, di grossezza pressochè uniforme, da quelli rotti. Nella costruzione di questi muri, quantunque non sia possibile applicare un assestamento regolare del materiale, devonsi seguire delle norme intese a renderla il più possibile ordinata, e che richiedono una certa cura da parte dei muratori; ordinariamente, in ciascun filare, si assesta il materiale tutto di punta in cor-

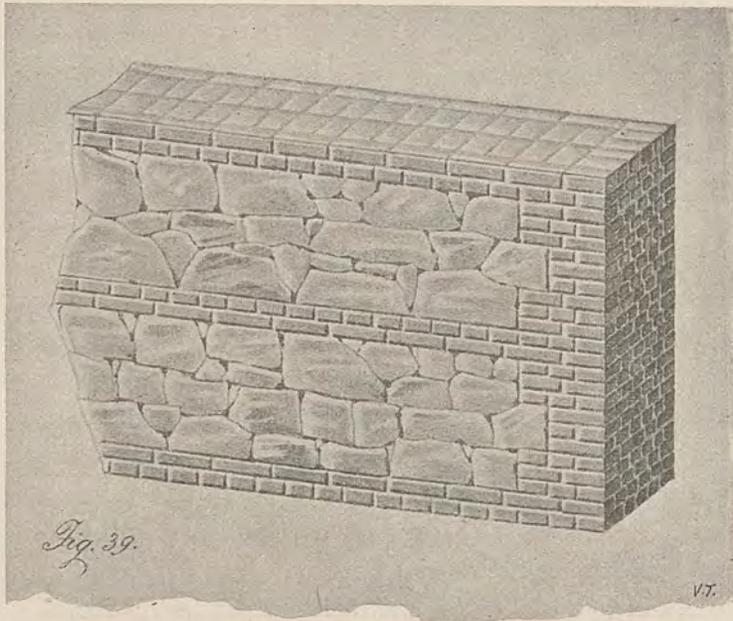
rispondenza alle faccie esterne dei muri, alternando i rovinacci più lunghi con quelli corti, e formando come due cortecce murali esterne, le quali, in ciascun filare, si addentellano col riempimento centrale che si fa con materiale minuto; il materiale deve essere murato con buona malta, e con essa si colmano tutti gli interstizî della struttura; come nelle altre murature di cotto, nei filari contigui, si scansano i giunti verticali.

I muri *listati*, sono strutture murali, nelle quali si alternano i corsi di materiale irregolare con corsi di materiali più regolari, per ottenere una fattura più ordinata, e per aumentare la resistenza dell'opera. Adoperando nelle costruzioni di questi muri dei materiali di poco costo, come sono i ciottoli od il pietrame, ed alternando nel muro, ad altezze comprese tra m. 0,50 e 0,80, due o tre corsi di mattoni, si ottengono delle murature economiche ed in pari tempo abbastanza resistenti; i ciottoli che si impiegano per la formazione di questi muri, conviene abbiano una forma allungata, e che sia anche un po' schiacciata; talvolta, essi si mettono in opera disponendoli in suoli, e posandoli non già in piano, ma con una inclinazione di 45°, che si fa opposta nei suoli contigui, ottenendo nelle faccie esterne dei muri un ordinamento dei ciottoli a spina pesce; la regolarità della struttura, dipende in molta parte dall'assortimento dei ciottoli, che devono essere scelti, ad un di presso, di eguale volume. Le fig. 38 e 39 rappresentano due strutture murali listate, la prima di ciottoli e mattoni, la seconda di pietrame e mattoni.

Le strutture murali listate, vengono talora adottate per conseguire un determinato effetto estetico, facendole ordinariamente con pietre di diverso colore alternate in corsi che possono anche avere differenti altezze.

I muri *rivestiti*, sono strutture murali le quali presentano verso la fronte esterna, una corteccia o rivestimento, che è di pietra, di spessore non grande, concatenata colla struttura murale interna più grossa; i rivestimenti di pietre graniti-

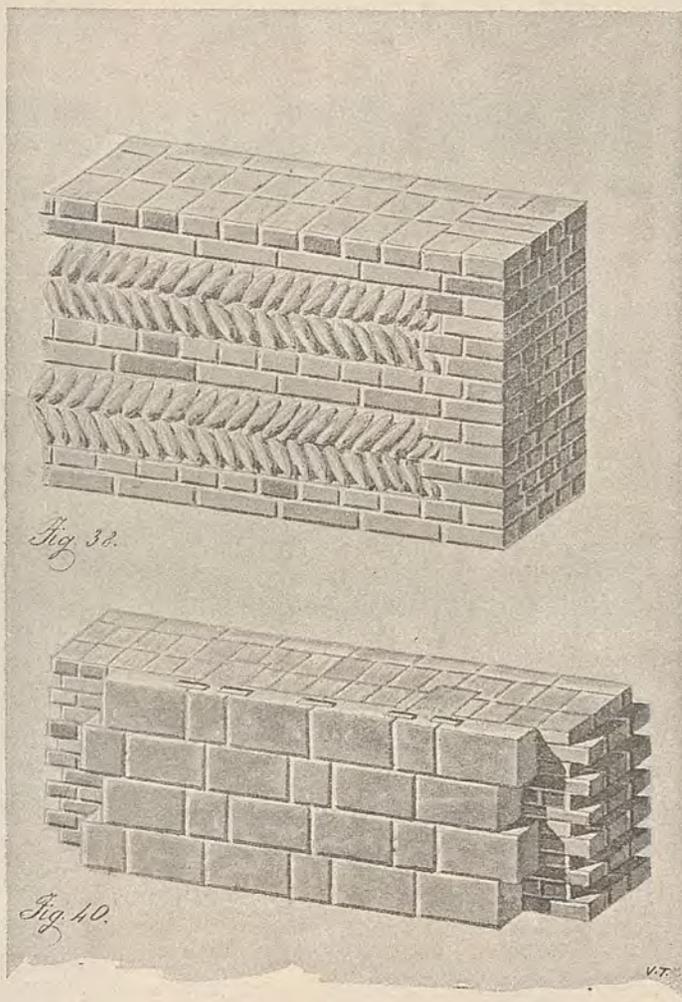
che e calcari si fanno con pietre grosse da m. 0,12 a 0,30, adottando le grossezze minori pei graniti e per le pietre più resistenti; i rivestimenti di marmo invece si fanno generalmente più sottili, impiegandovi lastre di spessore compreso tra m. 0,03 e 0,10. Le murature rivestite non sono scevre di in-



convenienti, dovuti alla mancanza di omogeneità delle due strutture murali, la quale, sovente, dà luogo, in seguito all'assetto del muro, a cedimenti diseguali, e quindi a distacchi e crepature del materiale; sarebbe quindi preferibile di stabilire le due strutture indipendenti, facendo il rivestimento piuttosto sottile, ed applicandolo esternamente al muro come una vera cortecchia indipendente da esso, dopo ultimata la sua costruzione e compiuto il suo assetto, collegando le due strutture soltanto con chiavette di ferro.

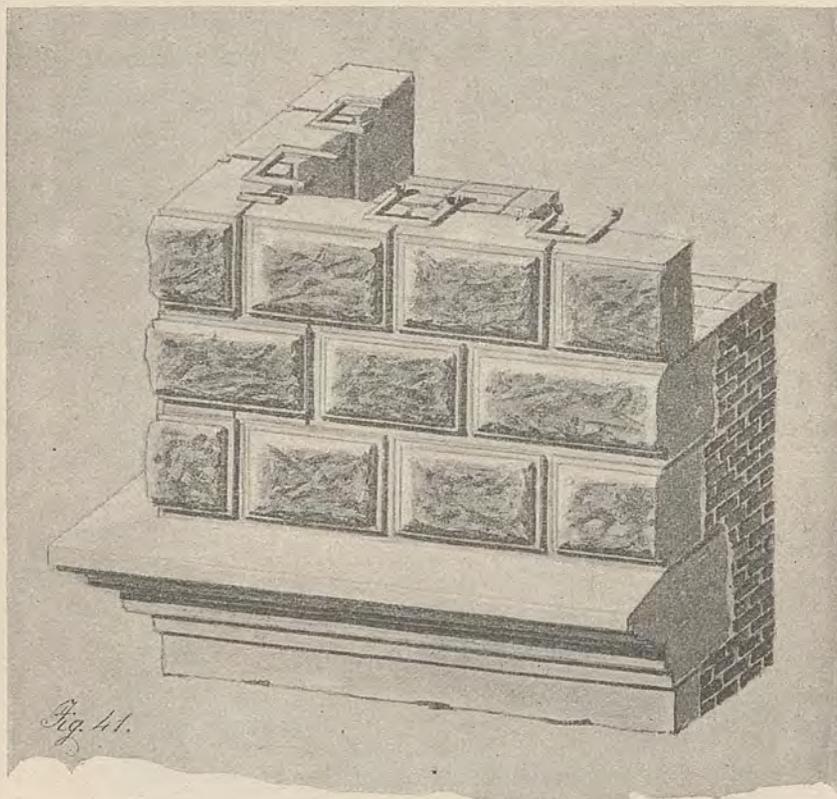
La fig. 40 rappresenta il concatenamento delle pietre di un rivestimento, con una struttura murale di cotto, fatto col

mezzo di pietre, messe in opera in ciascun filare equidistanti e di punta, che si incastrano nel muro di mattoni, e che si alter-



nano con quelle di fascia dello stesso corso, scansando quelle di punta dei corsi contigui, la cui distribuzione regolare, si rileva dalla faccia esterna del rivestimento; in ciascun filare poi, le pietre sono collegate tra loro con chiavette di ferro stagnate.

La fig. 41 dà un altro mezzo di concatenamento del rivestimento col muro, che si ottiene alternando i corsi in pietra con grossezze differenti, onde alternatamente, essi si incastrano nella muratura; le pietre dei corsi di maggiore gros-

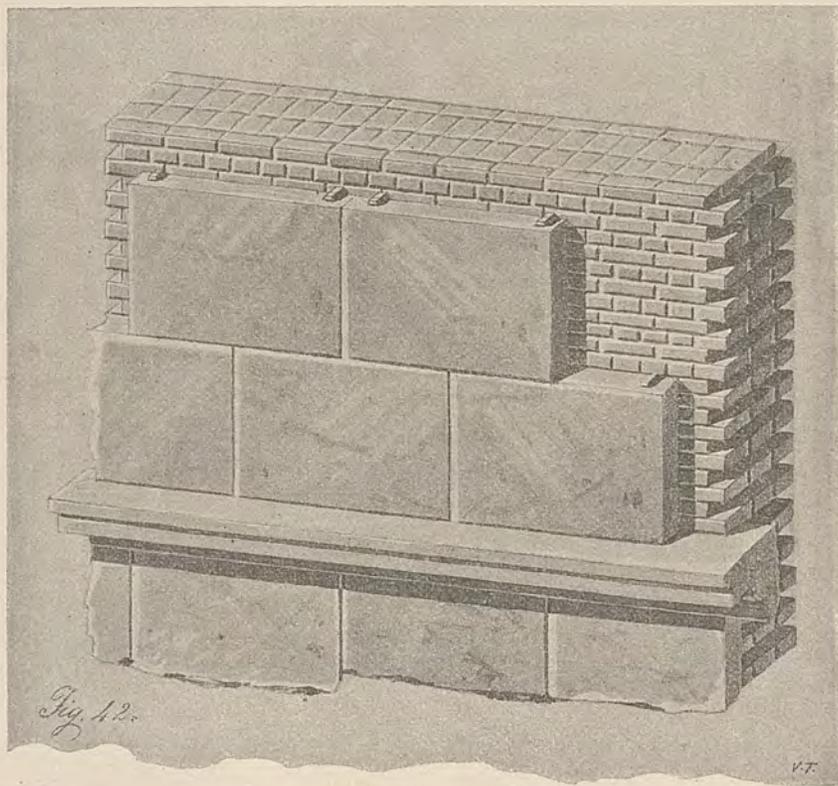


rezza od in rientranza, sono collegate tra loro con chiavette di ferro semplici; quelle invece, dei corsi più sottili, sono collegate con chiavette ad U, che si addentrano nel muro allo scopo di ottenere, per queste pietre di poco spessore, un miglior concatenamento colla muratura.

La fig. 42 rappresenta un rivestimento, fatto con lastre assicurate al muro con chiavette, dopo compiutane la costruzione.

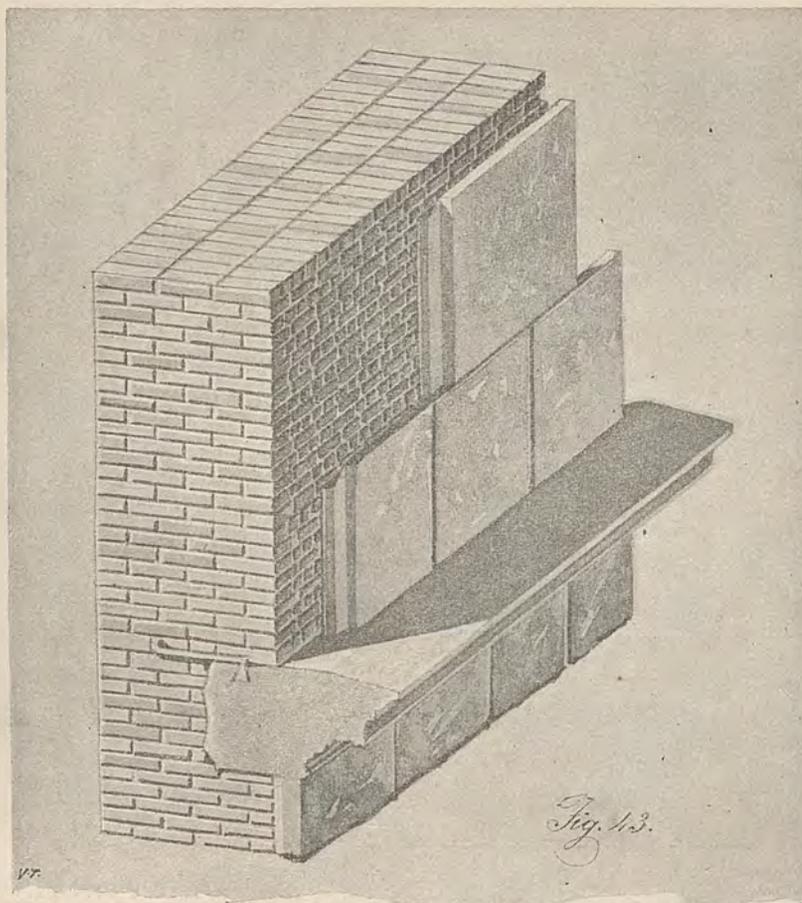
La fig. 43 rappresenta lo stesso rivestimento, colle unioni delle lastre di pietra fatte, non già a faccie piane, ma ad incastro, per impedire i loro smuovimenti e le sconessioni.

I muri *cavi*, sono formati da due strutture murali, di cui



una principale, l'altra secondaria, collegate tra loro e stabilite a poca distanza, onde riescano separate da uno strato d'aria destinato, per lo più, ad impedire che l'umidità penetri nella muratura principale; questi muri possono anche servire per scemare il passaggio del calore e del suono attraverso le pareti; in essi la parete sottile ha una grossezza di circa m. 0,12, e l'intervallo tra questa e la muratura principale, basta anche di m. 0,10; nei sotterranei poi, si preferisce di stabilirla esterna,

mentre sopra terra si fa interna; il concatenamento delle due strutture, si fa con materiali messi alternati nei corsi, di punta, ed attraversanti le due strutture; questi materiali, funzionando



come altrettante chiavi o legamenti, devono essere impermeabili, per impedire che l'umidità si propaghi dalla parete sottile a quella grossa; convengono quindi a tale uopo i mattoni vetrificati o catramati.

Nelle costruzioni edilizie, lo spessore dei muri, si stabilisce in relazione della resistenza propria delle diverse strutture mu-

rali, ed in proporzione dei carichi di cui sono gravati, aumentando piano per piano, dal più alto fino al piede della fabbrica, dove le pressioni sono maggiori; per la determinazione dei carichi, si ricorda che, il peso dei muri si ritiene compreso tra chg. 1800 e 2000 per m. c. se sono di mattoni, tra chg. 2200 e 2400 se sono di pietrame o di sassi, tra chg. 2400 e 2700 se sono di pietre compatte; che il carico fisso e mobile trasmesso ai muri dalle impalcature da solaio per m. q. di queste ultime, è compreso tra chg. 320 e 600, e che quello analogo dell'armatura del tetto e della copertura, è di circa chg. 300; e che infine il carico per c. m. q. di cui si possono con sicurezza gravare i muri, è di chg. 4 a 6 per le murature di mattoni comuni, di chg. 6 a 10 per le murature di mattoni delle migliori qualità o di pietre piuttosto resistenti, di chg. 10 a 15 per le murature di pietre, quali le arenarie o le calcari compatte, di chg. 15 a 30 per le strutture di pietre voluminose cristalline le più resistenti. Le murature che si fanno di maggior grossezza, sono quelle di telaio, e particolarmente quelle di facciata, nelle quali sono praticate le aperture più grandi, per le finestre, per gli ingressi, per le botteghe, e che sono gravate del peso dei balconi, dei cornicioni, e delle opere decorative in genere; anche certe murature interne occorrono piuttosto grosse, quando in esse sianvi molte aperture, o molte canne da camino, od altri condotti, che ne scemino sensibilmente la resistenza.

Ordinariamente, nelle case ad impalcature, i muri di telaio esterni, se sono di mattoni, hanno una grossezza nel sottotetto e nell'ultimo piano, che è di quattro teste, e che progressivamente viene aumentata di una testa, almeno ogni due dei piani inferiori, ritenuto che, la somma delle altezze dei piani considerati due a due, non superi gli 8 m.; i muri maestri interni, se di mattoni, hanno, nell'ultimo piano, una grossezza che è di tre teste, la quale viene essa pure aumentata di una testa ogni due dei piani inferiori. Le murature di mattoni, negli edifici a vólte, hanno spessori che, nei diversi piani, sono rispettiva-

mente maggiori di una testa in confronto dei precedenti. Le murature di pietra, che non si possono agevolmente costruire piuttosto sottili per le dimensioni stesse delle pietre, hanno, nell'ultimo piano, uno spessore che è di circa m. 0,50; in esse, le riseghe si fanno di m. 0,10 circa ciascuna, colla stessa progressione dei muri di cotto, sia per gli edifici ad impalcature, come per quelli a volte.

23. **Le arcate in generale.** Le arcate, sono murature curve nelle quali, come nelle volte, i materiali si reggono per effetto del mutuo contrasto che tra di loro si sviluppa; esse si costruiscono nei muri maestri, sia per portare le murature che sovrastano ai vani delle aperture, come per scaricare, ove occorra, le strutture delle fabbriche, dai pesi di cui altrimenti sarebbero gravate; le loro parti ricevono speciali denominazioni; si chiama *linea del sesto*, o semplicemente *sesto*, la curva a norma della quale, i materiali sono disposti nell'arcata; essa è la direttrice della superficie concava che l'arcata presenta inferiormente, e che dicesi *intradosso* od *imbotte*; *estradosso*, è la superficie convessa che limita l'arcata superiormente; *imposta*, è l'estremità dell'arco, colla quale esso si poggia sulle murature; *corda*, è la distanza tra i piedi dell'arcata; *saetta* o *freccia* o *monta*, è la distanza verticale tra la corda ed il sommo dell'arcata; *serraglia* o *chiave*, è il concio di pietra, o mattone centrale, che chiude l'arco in sommità; *piedritti* o *spalle*, sono le porzioni di muratura su cui le arcate sono poggiate; *rinfiango*, è l'ingrossamento che si assegna alle arcate per una certa porzione, appena sopra le loro imposte; *rigoglio*, è lo spazio libero che sta compreso tra il piano d'imposta e l'intradosso delle arcate. Le arcate si dicono a *tutto sesto*, od anche a *tutta monta*, quando hanno un sesto semicircolare; se invece hanno un sesto che è un arco di circolo, si dicono a *sesto scemo* o *ribassate*; *piattabande*, sono quelle arcate ribassate, la cui freccia è minima per rispetto alla loro corda; a *sesto acuto*, si dicono le arcate, il cui sesto è costituito da due archi di

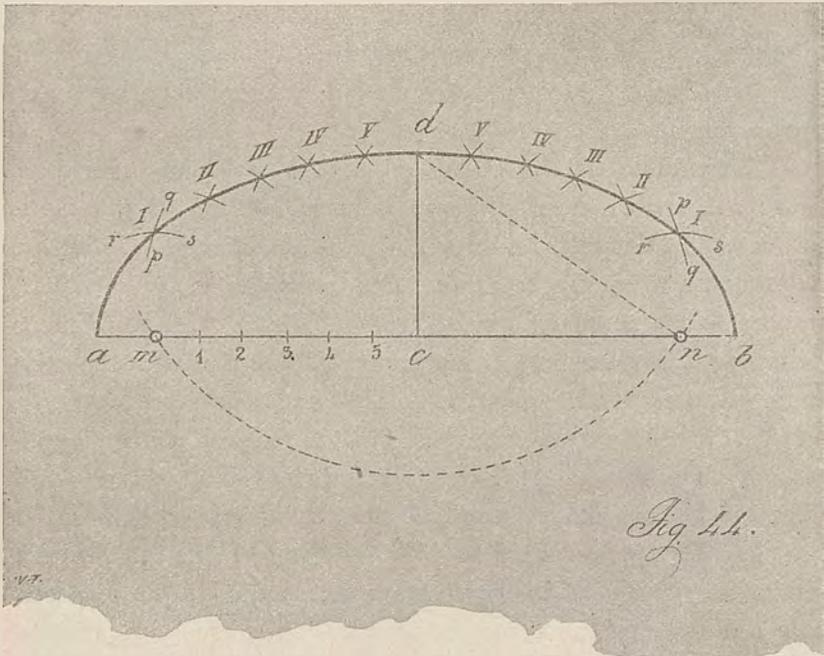
circolo eguali, che si incontrano in sommità, formando un angolo; *elittiche* o *policentriche*, si chiamano quelle arcate che hanno per sesto, rispettivamente, una curva elittica od a più centri; arcate *rampanti*, od anche *zoppe*, sono quelle le cui imposte non si trovano nello stesso piano orizzontale.

Nelle costruzioni edilizie, le arcate elittiche e le policentriche, si possono convenientemente adottare in luogo di quelle ribassate, quando il rapporto tra la saetta e la corda è compreso tra $\frac{1}{2}$ ed $\frac{1}{5}$, ottenendosi così delle arcate che hanno un garbo migliore.

Il tracciato del sesto elittico, si può fare con diverse regole; nelle costruzioni si segue il metodo che è di più facile applicazione, determinando prima i due fuochi della semiellisse, della quale si ritengono dati l'asse maggiore ed il semiasse minore, e trovando in seguito, un sufficiente numero di punti della curva, in base alla nota proprietà che hanno i rispettivi raggi vettori, per la quale, la loro somma è sempre costante, ed eguale all'asse maggiore; la fig. 44 rappresenta un'applicazione di questa regola: sieno ab, cd , l'asse maggiore ed il semiasse minore dati; facendo centro in d con raggio ca , si interseca la ab nei punti m ed n , che sono i due fuochi della semiellisse; si divide la mc in un numero qualunque di parti, date dalle cifre 1, 2, 3, ecc.; facendo centro successivamente in m ed in n , con raggio a 1, si descrivono i due archi rs , e facendo poi centro successivamente negli stessi punti m, n , con raggio b 1, si descrivono gli altri due archi pq ; i punti I, I, di intersezione di questi archi tra loro, sono due punti della semiellisse. Analogamente si trovano gli altri punti II, II, III, III, ecc., facendo sempre centro successivamente in m ed n , e trovando le intersezioni degli archi descritti coi raggi a 2, b 2, a 3, b 3 e seguenti.

Nella pratica, questa regola può essere applicata assai speditamente, servendosi di funicelle, e tracciando la semiellisse col noto procedimento detto *dei giardinieri*.

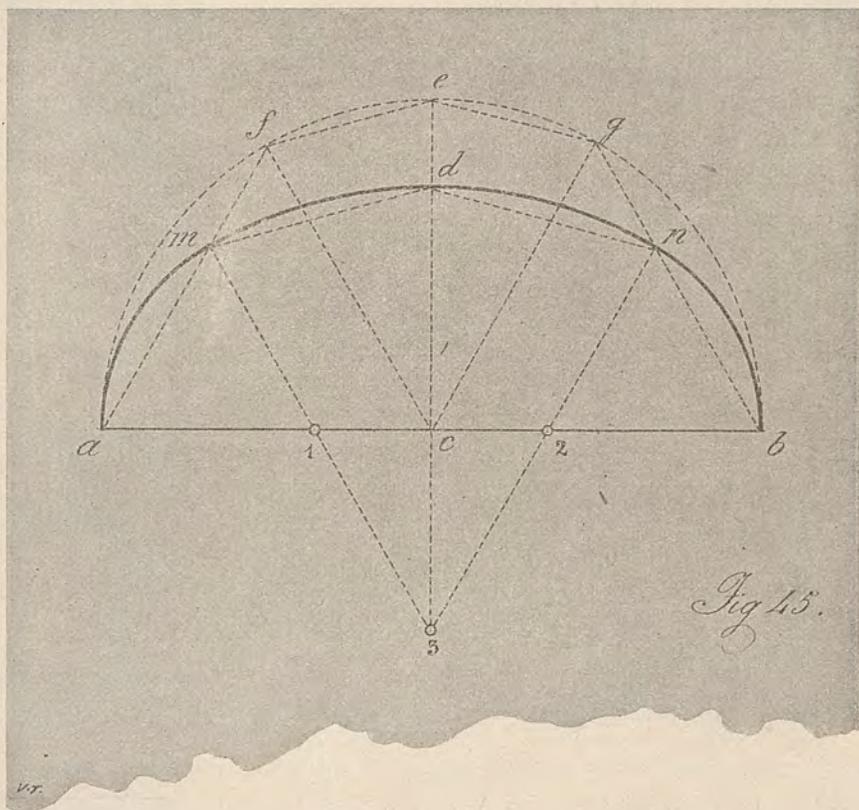
Sebbene per la loro continuità, i sestri ellittici sieno migliori di quelli policentrici, pure, per la comodità del tracciamento, questi ultimi vengono preferiti, descrivendoli talora anche a molti centri, onde assumano una maggiore regolarità e correttezza, e si accostino il più possibile ai sestri ellittici; se



la corda dell'arcata è orizzontale, e se la tangente in chiave alla linea del sesto è perpendicolare alla saetta, sul prolungamento di quest'ultima deve trovarsi uno dei centri della policentrica, la quale di conseguenza, si traccia con numero dispari di centri. Le policentriche convergono a numero grande di centri quanto più per esse è piccolo il rapporto tra la saetta e la corda; se tale rapporto è compreso tra $\frac{1}{2}$ ed $\frac{1}{3}$, le linee del sesto si tracciano, ordinariamente, a tre od a cinque centri; se invece è compreso tra $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{4}$, esse si tracciano a sette

centri; se poi è compreso tra $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{5}$, si tracciano a nove centri; per rapporti più piccoli, si preferiscono le arcate ribassate.

Il sesto a tre centri, può essere tracciato col metodo che si descrive, dato dalla fig. 45, nella quale le rette ab , cd , rap-



presentano rispettivamente la corda e la saetta, che si ritengono date; con raggio ca , si descrive il semicircolo aeb , che incontra in e la cd prolungata, e lo si divide in tre parti eguali af , fg , gb ; si uniscono successivamente tra loro i punti a , f , e , g , b ; dal punto d si tracciano le parallele alle rette ef , eg , fino ad incontrare in m ed n le rette af e bg ; da m e da n , si tirano rispettivamente le parallele alle rette bg ed af ad

incontrare in 1 ed in 2 la corda ab , ed in 3 il prolungamento della saetta cd ; i punti 1, 2, 3 sono i tre centri del sesto, che si traccia coi raggi 1 a , 2 b , e 3 d .

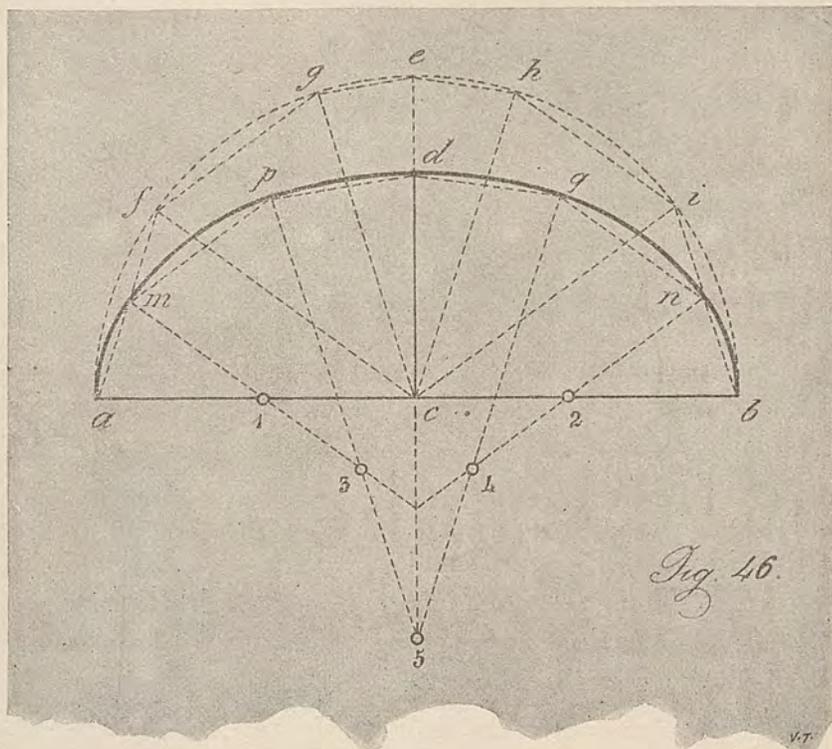
Nel sesto a cinque centri, i raggi hanno tre valori, dei quali il primo, ossia quello minore che corrisponde ai due archi estremi, si può trovare col calcolo, determinando gli altri due graficamente; indicando con c la corda, con s la saetta, e con r il primo raggio, si hanno dalla seguente tabella I i raggi r , calcolati, come quelli delle tabelle II e III che si danno in seguito per le curve a sette ed a nove centri, dall'ing. Michal, e che in questo caso corrispondono a saette di valore compreso tra $0,36 \times c$ e $0,33 \times c$.

TABELLA I. — Per le lunghezze dei raggi r
delle curve a cinque centri

Valori della saetta s	Valori del primo raggio r
$s = 0,36 \times c$	$r = 0,278 \times c$
$s = 0,35 \times c$	$r = 0,265 \times c$
$s = 0,34 \times c$	$r = 0,252 \times c$
$s = 0,33 \times c$	$r = 0,239 \times c$

La fig. 46 dà la regola pel tracciato della curva: siano ab , cd , rispettivamente la corda e la saetta date; si descrive il semicircolo $afgehib$, che incontra in e il prolungamento della cd , e lo si divide in cinque parti eguali af , fg , gh , hi , ib ; si uniscono successivamente tra loro i punti a, f, g, e, h, i, b , e si congiungono i punti stessi con c ; da a e da b verso c , si portano le lunghezze a 1, b 2 eguali al valore del primo raggio fornito dalla tabella I; dai punti 1, 2, si tracciano rispettivamente le parallele alle rette cf , ci , fino all'incontro in m ed n delle rette af , bi ; da m si conduce la parallela ad fg , da n la parallela ad ih , e dal punto d le parallele alle rette eg , eh , e si

determinano i loro punti d'incontro p, q ; da p e da q si tracciano rispettivamente le parallele alle rette gc ed hc , fin all'incontro nei punti 3 e 4 dei prolungamenti delle rette 1 m , 2 n , e fino all'incontro nel punto 5, del prolungamento della cd ;



i punti 1, 2, 3, 4 e 5, sono i centri della curva, a cui rispettivamente corrispondono i raggi 1 a e 2 b , 3 m e 4 n , e per ultimo 5 d .

Con una regola affatto analoga alla precedente, si tracciano le policentriche di sette centri di corda c , quando si conoscano i valori r, r_1 dati dal calcolo pei primi due raggi, i quali, per saette s di valore compreso tra $0,32 \times c$ e $0,25 \times c$, sono registrati nella seguente :

TABELLA II. — Per le lunghezze dei raggi r , r_1
delle curve a sette centri

Valori delle saette s	Valori del 1° raggio r	Valori del 2° raggio r_1
$s = 0,32 \times c$	$r = 0,216 \times c$	$r_1 = 0,302 \times c$
$s = 0,31 \times c$	$r = 0,203 \times c$	$r_1 = 0,289 \times c$
$s = 0,30 \times c$	$r = 0,198 \times c$	$r_1 = 0,276 \times c$
$s = 0,29 \times c$	$r = 0,180 \times c$	$r_1 = 0,263 \times c$
$s = 0,28 \times c$	$r = 0,168 \times c$	$r_1 = 0,249 \times c$
$s = 0,27 \times c$	$r = 0,156 \times c$	$r_1 = 0,236 \times c$
$s = 0,26 \times c$	$r = 0,145 \times c$	$r_1 = 0,223 \times c$
$s = 0,25 \times c$	$r = 0,133 \times c$	$r_1 = 0,210 \times c$

La fig. 47 rappresenta l'applicazione grafica di detta regola. Date la corda ab e la saetta cd , si descrive il semicircolo $aefghiklbb$, che incontra in h il prolungamento della cd , e lo si divide in sette parti uguali $ae, ef, fg, gi, ik, kl, lb$; si uniscono successivamente tra loro i punti $a, e, f, g, h, i, k, l, b$, e si congiungono i punti stessi con c ; da a e da b verso c , si portano le lunghezze $a 1, b 2$, eguali al valore del primo raggio fornito dalla tabella II; dai punti 1, 2, si tracciano rispettivamente le parallele alle rette ec, cl , fino all'incontro in m ed n delle rette ae, bl ; da m si conduce la parallela ad ef , e da n la parallela ad lk ; a partire dai punti m ed n , si portano sui prolungamenti delle rette $m 1, n 2$ le lunghezze $\bar{m} 3, n 4$, eguali al valore del secondo raggio fornito dalla tabella; dai punti 3 e 4 si tracciano rispettivamente le parallele alle rette fe, kc , fino agli incontri p, q ; da p si tira la parallela ad fg , da q la parallela ad ik , da d le parallele a gh e ad hi , e si determinano i loro punti d'incontro r, s ; dai punti r ed s , si tracciano rispettivamente le parallele alle rette gc, ic , le quali incontrano nei punti 5, 6, i prolungamenti della $p 3$ e della $q 4$, e nel punto 7 il prolungamento della cd ; i punti 1,

La stessa regola, può essere applicata al tracciamento delle policentriche di nove centri di corda c , quando si conoscano i valori r , r_1 , r_2 , dati dal calcolo pei primi tre raggi, i quali, per saette s del valore compreso tra $0,24 \times c$ e $0,20 \times c$, si trovano nella seguente:

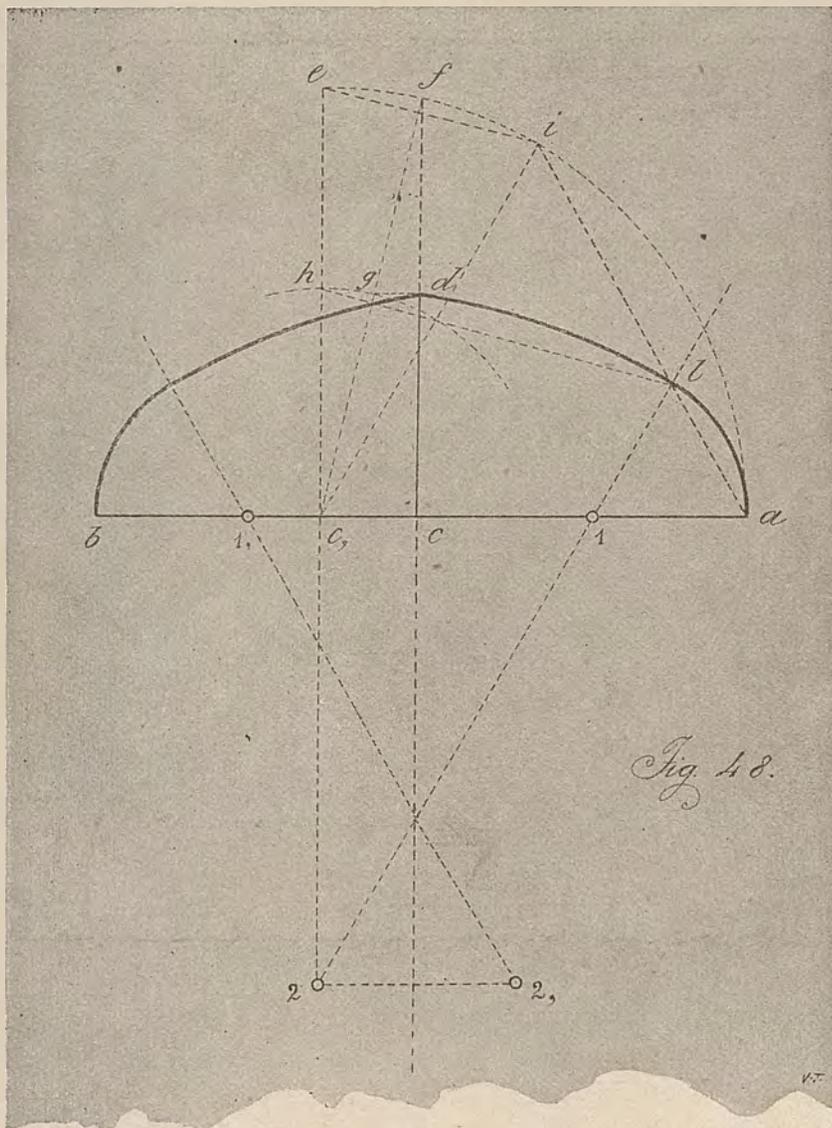
TABELLA III. — Per le lunghezze dei raggi r , r_1 , r_2
delle curve a nove centri

Valori delle saette s	Valori del 1° raggio r	Valori del 2° raggio r_1	Valori del 3° raggio r_2
$s = 0,24 \times c$	$r = 0,120 \times c$	$r_1 = 0,159 \times c$	$r_2 = 0,278 \times c$
$s = 0,23 \times c$	$r = 0,111 \times c$	$r_1 = 0,148 \times c$	$r_2 = 0,268 \times c$
$s = 0,22 \times c$	$r = 0,102 \times c$	$r_1 = 0,138 \times c$	$r_2 = 0,252 \times c$
$s = 0,21 \times c$	$r = 0,093 \times c$	$r_1 = 0,126 \times c$	$r_2 = 0,237 \times c$
$s = 0,20 \times c$	$r = 0,083 \times c$	$r_1 = 0,114 \times c$	$r_2 = 0,222 \times c$

In certe arcate dell'architettura inglese *Tudor*, la linea del sesto, risulta di due archi eguali, appartenenti a curve policentriche, messi in riscontro per rispetto alla corda ed alla saetta dell'arco.

La fig. 48 dà la regola per il tracciamento del sesto di una arcata *Tudor*, di cui è data la corda ab e la saetta cd . Si fissa sulla cb un punto c_1 , avvertendo che, quanto più questo punto si sceglie vicino al punto c , tanto più la curva si approssima alla policentrica continua; con raggio c_1a si traccia il quarto di circolo $aife$, prolungando anche la cd fino ad incontrarne in f la periferia, si congiunge f con c_1 , dal punto d si traccia la parallela alla corda ab , fino ad incontrare in g la fc_1 ; fatto poi centro in c_1 , con raggio c_1g , si descrive un arco, che interseca nel punto h la retta c_1e ; una metà della curva che si vuole descrivere, col piede in a , e col vertice in d , appartiene alla policentrica, la cui semicorda è ac_1 , e la cui saetta è c_1h , ed il suo tracciamento si fa colle regole precedenti. Nel caso quindi della fig. 47, supposto che i due archi

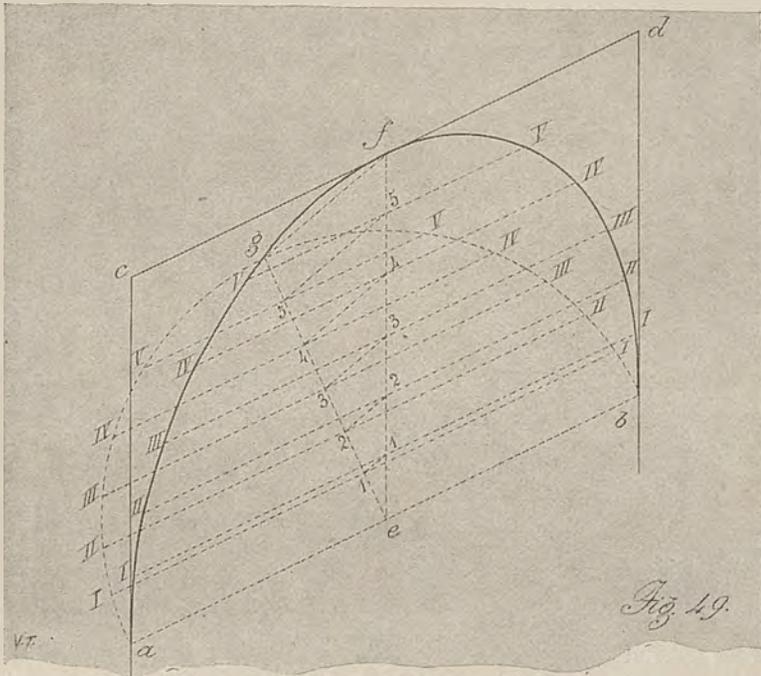
del *sesto Tudor* debbano appartenere a curve di tre centri, si traccia il triangolo equilatero ac_1i , si tira la retta ie , da h si



traccia la parallela alla ei , fino ad incontrare in l la ai , da l si conduce la parallela a c_1i , la quale incontra la ab nel punto 1

ed il prolungamento della c_1h nel punto 2; i punti 1 e 2 sono i centri dei due archi di raggi $1a$, $2l$, che danno una metà del *sesto Tudor*; determinando i centri 1_1 e 2_1 , simmetrici, per rispetto alla corda ed alla saetta, ai centri 1 e 2, si completa la curva.

Nelle arcate rampanti o zoppe, la corda è inclinata e la linea del sesto può essere ellittica, ovvero a più centri, tan-



gente al profilo verticale dei due piedritti, e tangente superiormente ad una retta, la cui inclinazione ordinariamente è data, e che chiamasi linea di sommità.

Il *sesto* ellittico rampante, può essere tracciato colla regola che si espone, data dalla fig. 49: supposto determinate in lunghezza ed inclinazione la corda ab , la linea di sommità cd ad essa parallela, e la saetta ef , passante per e punto di mezzo della ab ; si descrive una semicirconferenza con centro in e e con raggio ae ; si traccia eg perpendicolare ad ab e su di essa

si fissano ad arbitrio i punti 1, 2, 3, ecc.; per questi punti si tracciano le parallele alla ab , che incontrano in I, II, ecc., la circonferenza; si congiunge g con f , e si proiettano i punti della eg sulla ef , mediante rette parallele alla fg ; pei punti di divisione della ef così trovati, si tracciano le parallele alla cd , sulle quali si portano successivamente, da una parte e dall'altra della ef , le lunghezze 1 I, 2 II, ecc., rispettivamente eguali a quelle che vi corrispondono per la circonferenza; congiungendo poi fra loro i nuovi punti I, II, III, ecc., per tal modo determinati, si traccia il sesto elittico rampante.

Per il tracciamento degli archi rampanti a più centri, si espongono le regole che, per la loro speditezza, possono convenientemente venire applicate.

La fig. 50 dà la regola per il tracciamento di un arco rampante a due centri, di cui è data in inclinazione e lunghezza la corda ab ; per a e per b , si conducono le rette am , bn , corrispondenti al profilo dei due piedritti; da a si traccia la ae perpendicolare ad am , e dal suo punto di mezzo d si eleva la perpendicolare a quest'ultima, che incontra in e_1 la ab ; sul prolungamento de_1 si porta $e_1f = e_1b$; da f si tira la parallela ad ab che incontra in c , d , le rette am , bn prolungate; dal punto f si conduce la perpendicolare alla cd , che incontra in g la retta ae ; pel punto b si traccia la perpendicolare alla de , che incontra in h la fg ; facendo centro in g con raggio ga , si descrive l'arco af , e centro in h con raggio hf , si descrive l'arco fb . Nel caso considerato, la saetta e_1f dell'arco è eguale alla semicorda, ed il punto f di tangenza, è punto di mezzo della cd .

Quando fossero date le distanze ae dei piedritti, e l'altezza ac , e fosse inoltre data in lunghezza ed inclinazione la linea di sommità cd , la quale risultasse anche minore di due volte ac , l'arco rampante a due centri può essere tracciato colla seguente regola della fig. 51: sulla retta cd , si misura $cf = ca$; dal punto f si traccia la perpendicolare alla cd , che incontra in g la ae ; sulla retta de si porta $dh = df$; da h si

verifichino in essi dei cedimenti, dovuti alla compressione di cui le malte sono suscettibili. I materiali nelle arcate, salvo qualche eccezione di cui si dirà nel seguito, si ordinano facendo concorrere i piani dei letti di malta che stanno tra i loro conci,

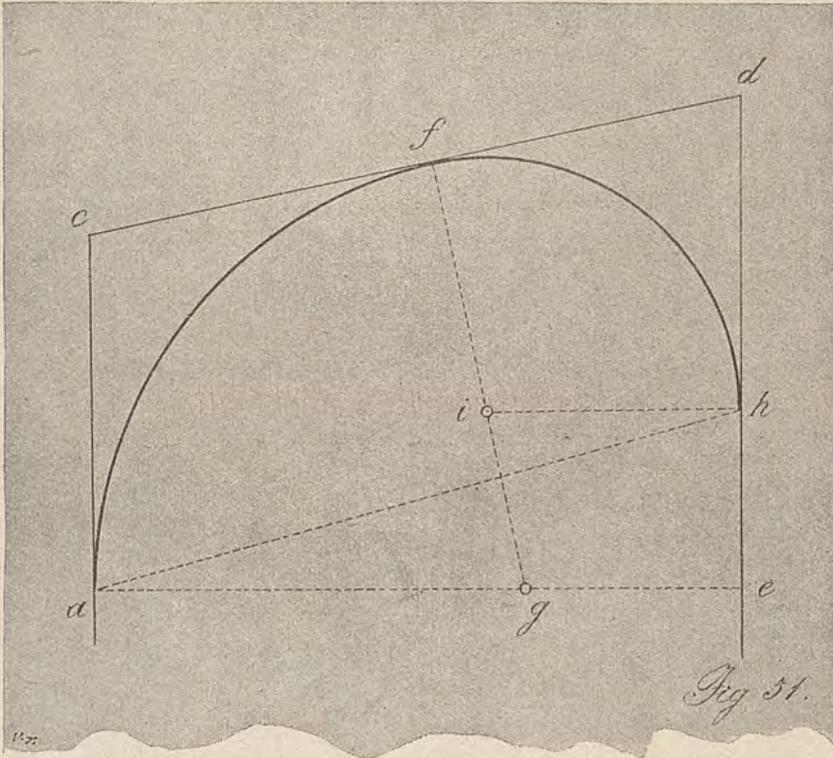
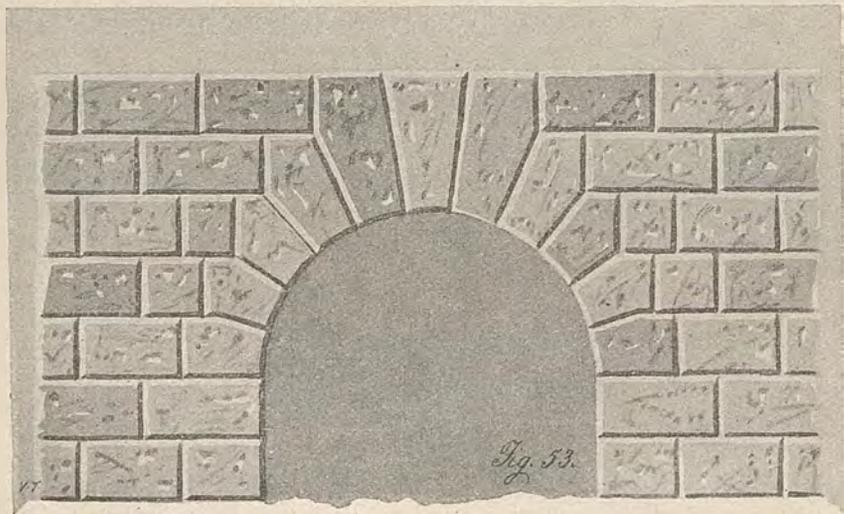
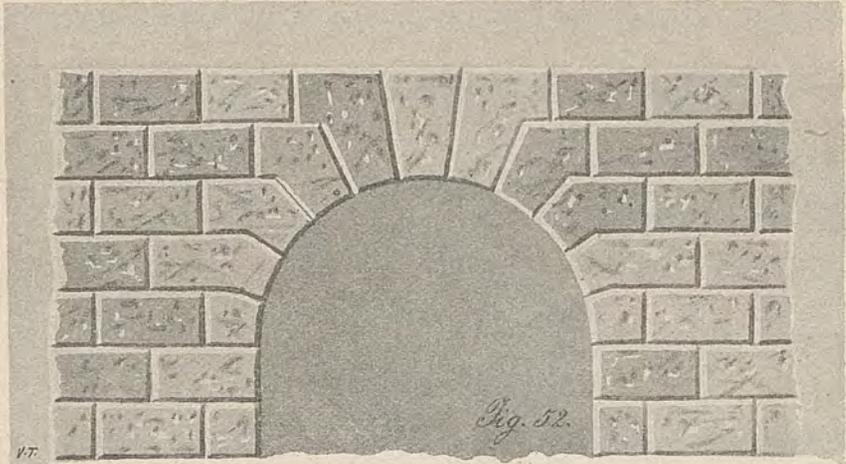


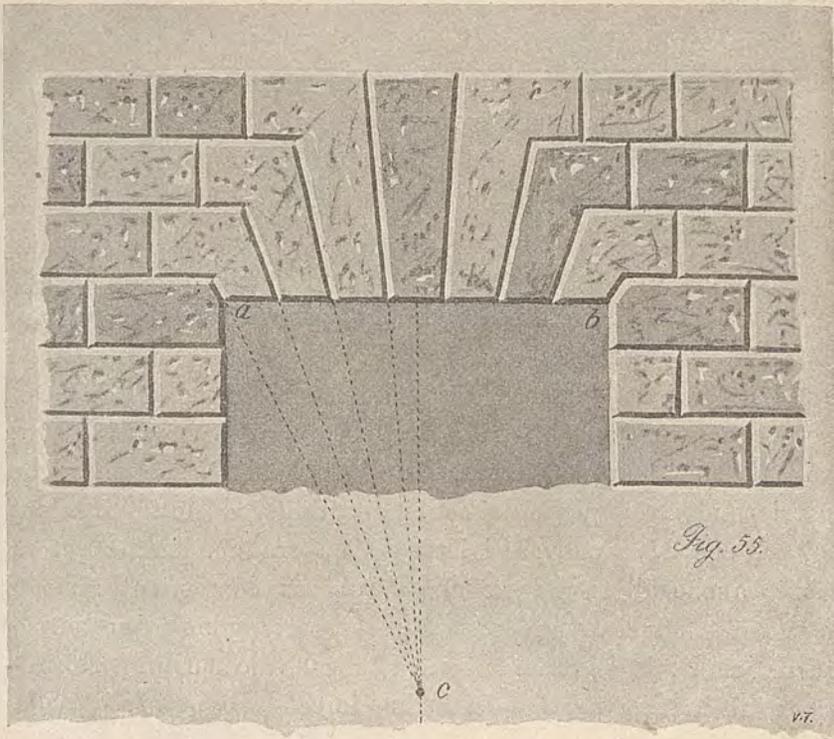
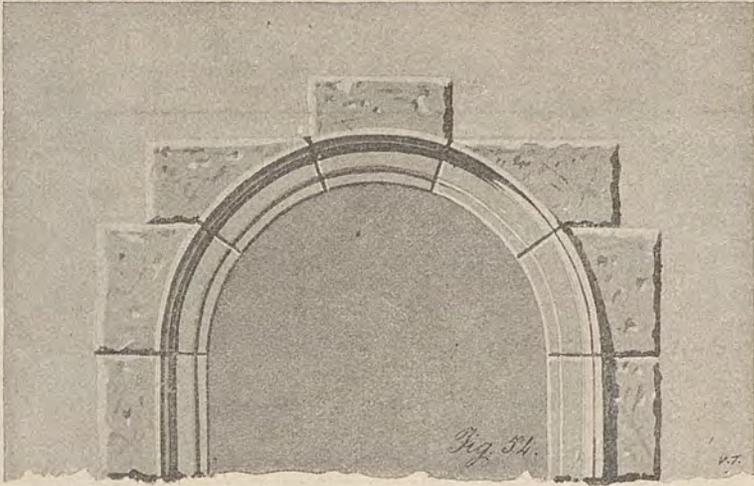
Fig. 51.

o tra i suoli di mattoni, a rette orizzontali, che si immaginano passanti per i centri delle rispettive linee del sesto; nelle arcate di pietra, i conci hanno una delle loro dimensioni, che corrisponde alla grossezza della arcata, misurata nel verso della grossezza della struttura murale nella quale sono stabilite, ed un'altra delle loro dimensioni, che corrisponde allo spessore dell'arcata, il quale si intende ognora misurato nel verso radiale. I conci delle arcate non devono presentare angoli diedri,

compresi tra le loro faccie, che sieno troppo acuti e che ne compromettano la resistenza; nelle arcate di mattoni poi, i



giunti o le commessure, nei suoli contigui, devono scansarsi, come nei muri e nei pilastri di cotto.

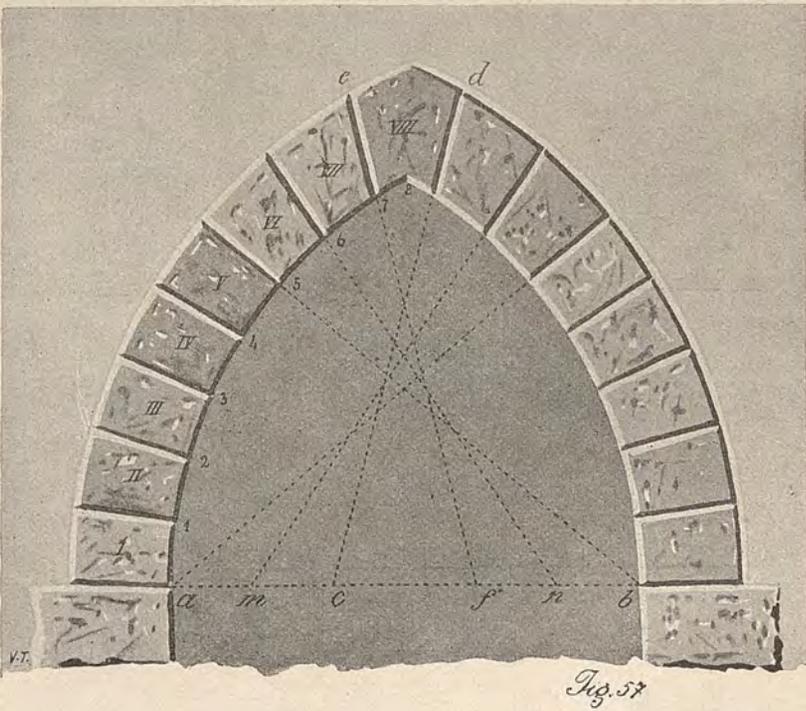
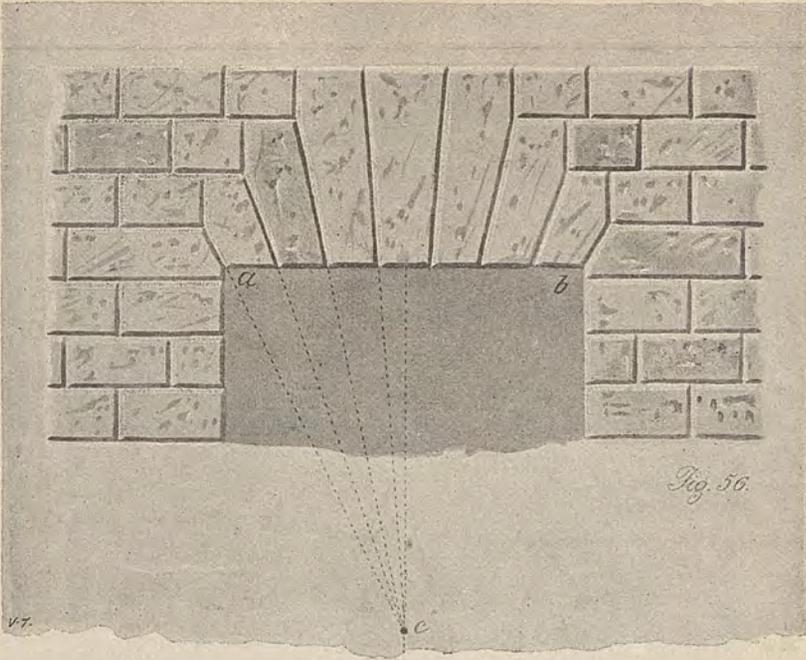


Le fig. 52 e 53 danno i tagli dei conci per le arcate a tutto sesto di pietra; le divisioni dei conci sulla linea di intradosso si fanno dispari, tutte eguali, e comprese tra $\frac{4}{5}$ e $\frac{3}{4}$ della altezza dei corsi orizzontali di pietra, allo scopo di avere un buon ripartimento dei tagli sulla fronte; i conci delle arcate, tagliati come nella fig. 52, incastrandosi a coda nei corsi della muratura, impediscono il naturale assettamento del materiale dell'arcata, e potrebbero anche rompersi; per questo riguardo è preferibile il taglio delle pietre fatto come nella fig. 53.

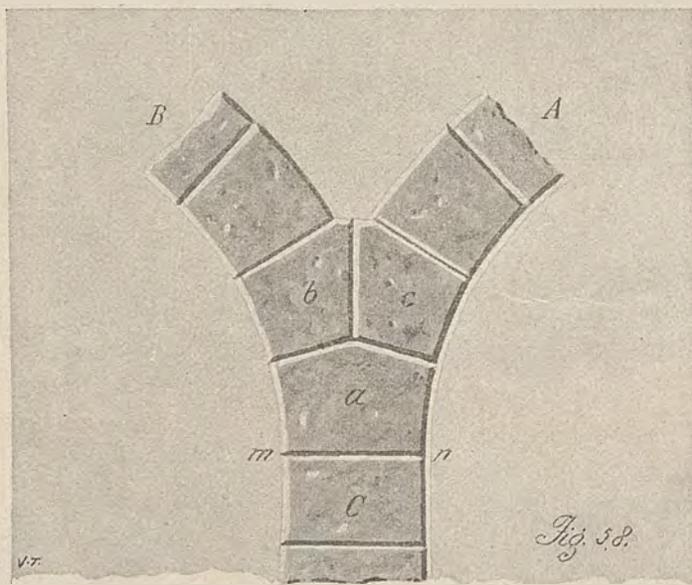
La fig. 54 dà il taglio delle pietre per una arcata che ha una ghiera scorniciata da rimanere in vista; in questa arcata, ciascun concio ha una parte greggia che si incastra a coda ed a scaglione nella struttura rustica della muratura, ciascun scaglione comprendendo in altezza un numero esatto di corsi della muratura.

Un taglio delle pietre che ha analogia con quelli delle fig. 52 e 53, viene adottato per le piattabande, ed è dato dalle fig. 55 e 56, nelle quali, per evitare che i conci abbiano all'intradosso angoli diedri troppo acuti, si è stabilito, come si suole ordinariamente, il punto di concorso c ad una distanza dalla chiave che è eguale alla corda ab .

La fig. 57 dà la regola per il taglio delle pietre in una arcata a sesto acuto, avvertendo che essa ha lo scopo di evitare la eccessiva larghezza che assumerebbe la serraglia, quando tutti i piani dei letti, seguendo la norma generale, si facessero concorrere ai centri dei due archi che formano il sesto; segnate sulla curva d'intradosso le divisioni 1, 2, 3 ecc., che corrispondono a quelle dei conci, si stabiliscono le inclinazioni ef , cd , che devono avere i letti della serraglia, perchè questa abbia anche all'estradosso una larghezza conveniente; sieno c , f , i due punti della corda ab che appartengono a queste due inclinazioni; la regola generale si segue solo per un certo numero di conci a partire dalle due imposte, e nel caso della



figura, si è seguita per i conci I, II, III, IV e V; le porzioni ac , fb della corda si dividono ciascuna in un numero di parti eguale al rimanente numero di conci, che nel caso che si considera è di *due*; ed i piani dei letti si dirigono successiva-

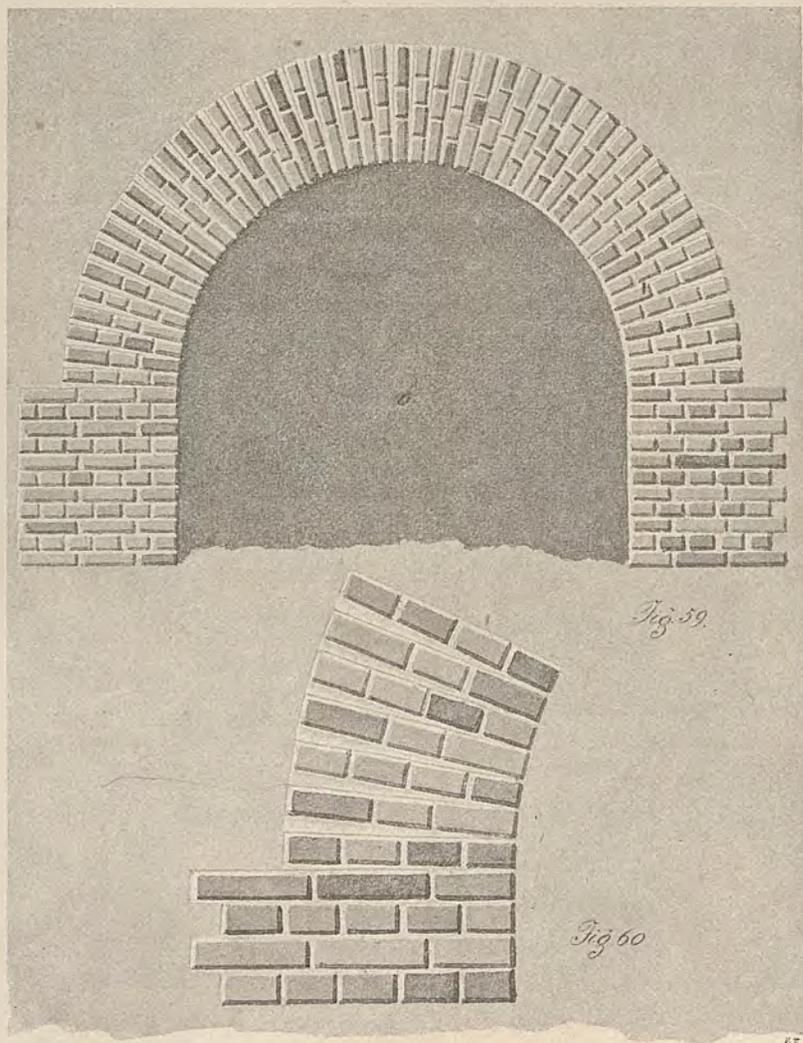


mente a rette passanti per questi punti segnati m ed n , nel modo indicato dalla figura.

La fig. 58, che non ha bisogno di spiegazione, rappresenta il taglio delle pietre a , b , c , per l'impostatura di due arcate a tutto sesto AB su di un pilastro C , la cui larghezza mn è minore del doppio dello spessore delle arcate.

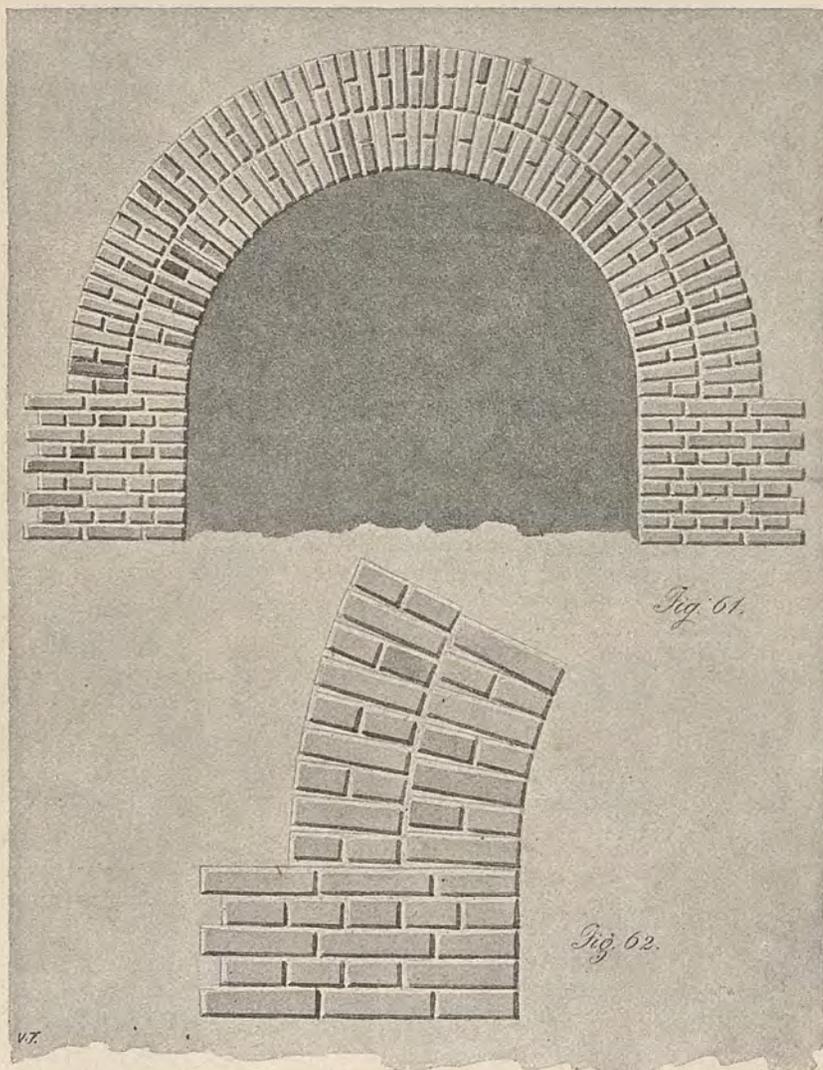
Nelle arcate a tutto sesto di mattoni, come è indicato nella fig. 59, le linee che appartengono ai piani dei letti, concorrono al centro o del sesto; nelle arcate di spessore piuttosto grande, adoperandosi i mattoni comuni che non sono cuneiformi, si verifica, in conseguenza di un tale ordinamento, un ingrossamento dei letti di malta verso l'estradosso, che è messo

in evidenza col particolare della fig. 60, e che scema la resistenza della arcata; per togliere in parte questo inconveniente,



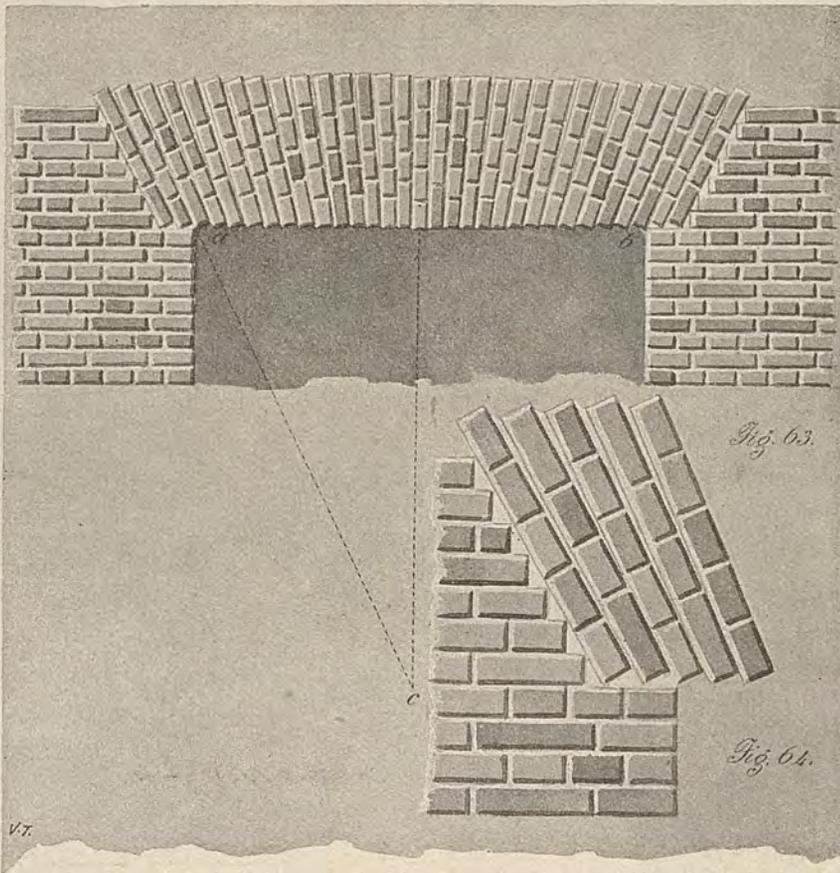
si dovrebbero inserire nei letti di malta, delle scheggie di pietra o di mattoni; si ritiene quindi preferibile seguire la regola

data dalla fig. 61, che ha avuto anche anticamente applicazione, e che consiste nel costruire la arcata ad anelli concentrici so-



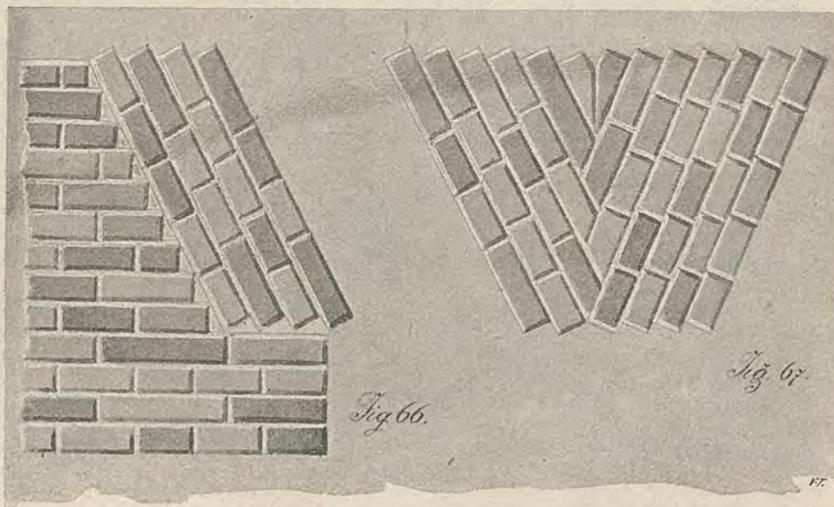
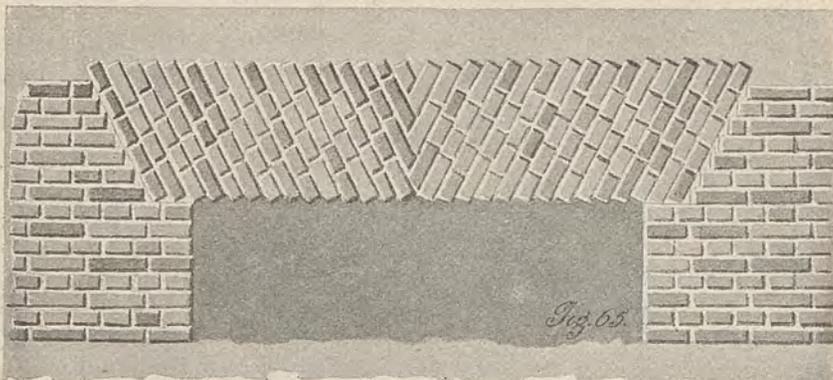
vz
vrapposti, ciascuno dei quali può avere per spessore una, oppure due, teste di mattone; la fig. 62 dà un particolare dell'ordinamento dei mattoni in queste arcate.

Nelle piattabande di mattoni, si stabiliscono i suoli come nella fig. 63, facendo concorrere le rette che appartengono ai piani dei letti, ad un punto *c* della mezzaria, che trovasi, come



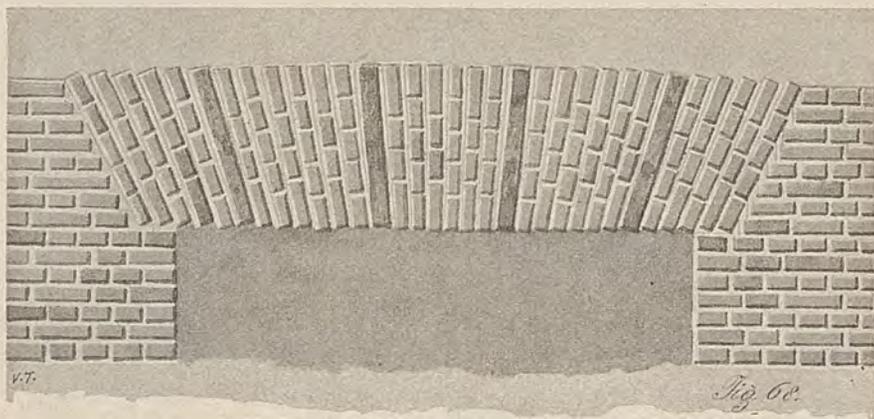
nelle piattabande di pietra, ad una distanza dall'intradosso eguale alla corda *ab* della piattabanda; queste piattabande di mattoni, poi, convergono alquanto estese nel muro oltre le imposte. Anche in queste strutture, se sono di spessore piuttosto grande, si verifica l'ingrossamento dei letti di malta verso l'estradosso, come mostra la fig. 64 che ne dà il particolare;

da alcuni, quindi, si preferisce di stabilire, in ciascuna metà della piattabanda, i suoli tutti con una medesima inclinazione,



come è indicato nella fig. 65, che dà appunto questa regola, detta anche alla *francese*; le fig. 66 e 67 danno il particolare di questo ordinamento all'imposta, e quello in serraglia, dal quale ultimo si rileva un difetto di questa struttura, che la rende meno solida della precedente.

Non potendosi fare grande assegnamento sul contrasto che si sviluppa tra i materiali di queste piattabande, è necessario che le medesime vengano eseguite con molta cura, adoperando per esse mattoni buonissimi, che non sieno troppo piccoli, e malte che facciano una presa molto tenace, essendo in particolar modo dovuta alla presa stessa, la resistenza di queste strutture; nelle piattabande di mattoni poi che hanno una portata piuttosto grande, per renderle più solide si suole molto

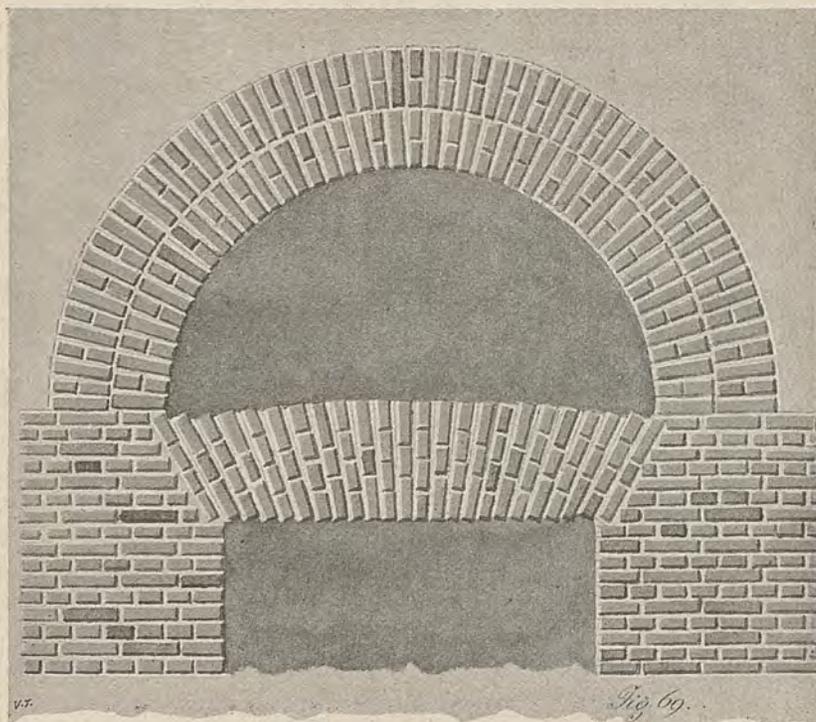


opportunamente inserire, come indica la fig. 68, delle lastre di pietra grosse circa m. 0,05, ripartite ad intervalli eguali, ed estese quanto la sezione delle piattabande, adoperando per queste lastre, che occorrono dure, preferibilmente i gneiss.

Le arcate dritte di mattoni, servono utilmente a ricoprire le aperture in genere, che devono essere squadrate superiormente, servendo in pari tempo di legamento delle murature; occorre però frequentemente di sgravare queste strutture dal peso di cui dovrebbero essere caricate, e ciò anche per diminuirne le spinte, al quale uopo si costruiscono sopra di esse, come mostra la fig. 69, delle arcate a tutto sesto od anche ribassate, ma di saetta piuttosto grande, che si chiamano archi

di scarico per l'ufficio che essi compiono, e che sono comunissimi nelle fabbriche.

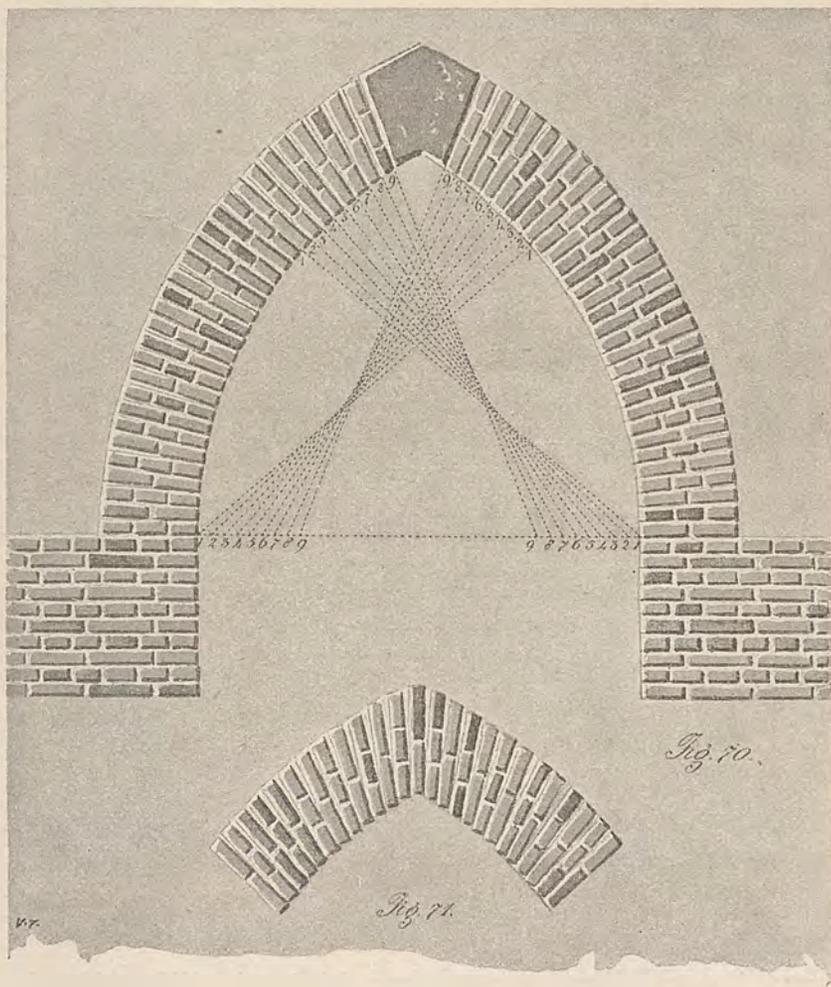
L'ordinamento del materiale nelle arcate di mattoni a sesto acuto, si fa seguendo la stessa regola che si è indicata per



quelle di pietra; essa vedesi anche applicata nella fig. 70, nella quale si sono indicati cogli stessi numeri i punti che corrispondono alle divisioni della corda e del sesto, che devono essere congiunti tra loro, per avere le direzioni, che danno le inclinazioni dei piani dei letti in prossimità della serraglia; queste arcate si possono chiudere in chiave con suoli di mattoni come è indicato nel particolare dato dalla fig. 71; si ritiene però preferibile di farvi la serraglia in pietra, come nella

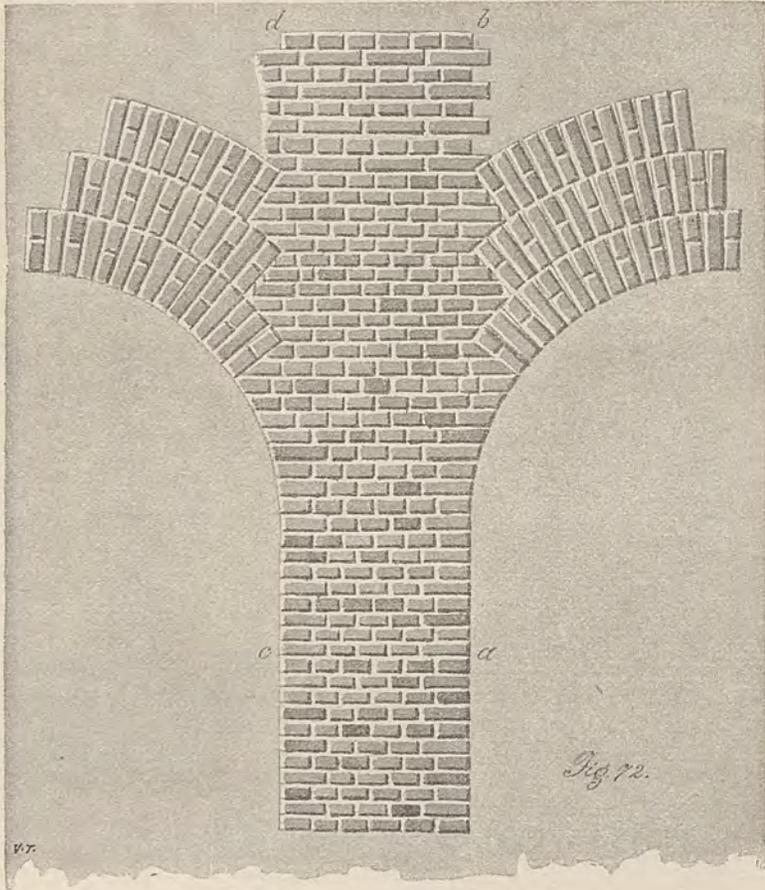
fig. 70, per dare a questa parte importantissima della arcata una maggiore solidità.

Le impostature delle arcate di mattoni a tutto sesto, o ri-



bassate, sui muri, si fanno con piani orizzontali od inclinati, estesi nel verso radiale del sesto come lo spessore delle arcate; questi piani di imposta, non sempre possono avere, nel verso

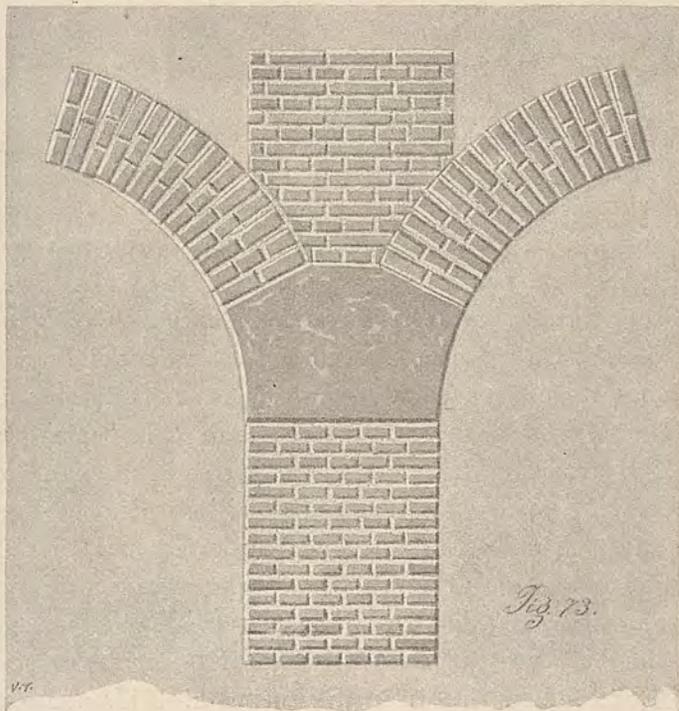
indicato, la voluta estensione, il che si verifica allorquando le impostature devono farsi, non già su muri andanti, ma su pilastri di poca larghezza, e per arcate che hanno uno spessore



piuttosto grande; la fig. 72 mostra il particolare per l'imposta di una di queste strutture; l'arcata è ad anelli, ciascuno dei quali si imposta su di un piano inclinato, che si ottiene estendendo e scaglionando i corsi della muratura del pilastro all'infuori dei due profili *ab*, *cd* del pilastro stesso.

La necessità di stabilire saldamente le arcate di mattoni alle loro imposte, rende talora assai opportuno di sostituire in quella parte, alla struttura murale del pilastro, un pezzo di pietra, come è indicato nella fig. 73.

Tenuto calcolo del carico, di cui ordinariamente le arcate



di mattoni sono gravate nelle costruzioni edilizie, si crede che, per la determinazione del loro spessore minimo, possa valere la seguente tabella IV, i cui valori, multipli della testa del mattone ordinario, sono desunti dalla pratica, e si ritengono sufficienti, per strutture fatte con materiali ottimi, ed a regola d'arte, anche per arcate che sieno di scarico.

TABELLA IV. — Per lo spessore delle arcate

Corda dell' arcata in metri	Spessore in metri delle arcate		
	a piattabanda	ribassate con saetta minima $\frac{1}{4}$ della corda	a tutto sesto
1,20	0,48	0,37	0,24
da 1,20 a 2,50	da 0,48 a 0,60	da 0,37 a 0,48	da 0,24 a 0,37
da 2,50 a 4,00	da 0,60 a 0,72	da 0,48 a 0,60	da 0,37 a 0,48
da 4,00 a 5,50	— —	da 0,60 a 0,72	da 0,48 a 0,60

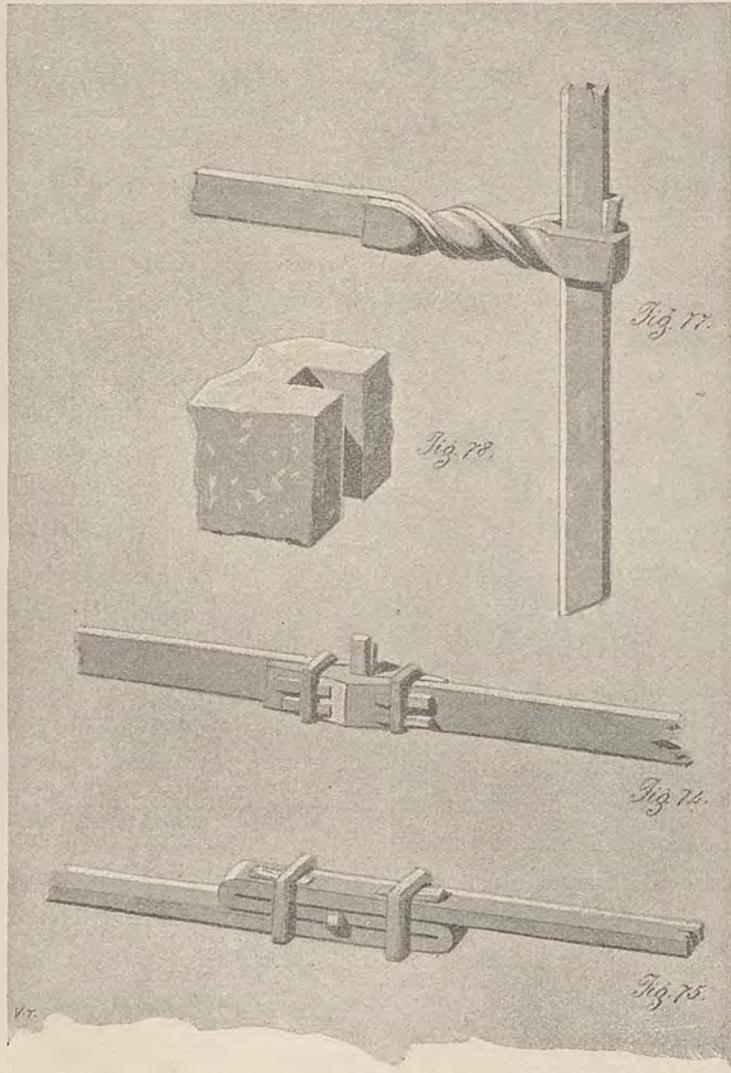
Le spinte che le arcate esercitano lateralmente, in due versi opposti, sui pilastri e sulle murature, si contrastano e si elidono, con tiranti o catene orizzontali di ferro, fermate agli estremi a verghe pure di ferro verticali, che si chiamano *capi-chiave*, o *paletti*, o *stanghette*, e che si incastrano nelle strutture murali; queste catene, colla loro tensione, impediscono che i piedritti vengano a sbiecarsi, per effetto delle spinte degli archi. Tali armature, talora, servono per le arcate considerate isolatamente, e possono essere stabilite ai loro piedi ed in vista per la parte che ne attraversa il rigoglio, oppure totalmente incastrate nella loro struttura murale per sottrarle alla vista; altre volte invece, si destinano per più arcate, e si estendono a tutte le murature di telaio nelle quali le arcate stesse sono costruite, facendo i tiranti in diversi pezzi saldamente uniti tra loro; nelle costruzioni edilizie quindi, in ognuno dei piani sopra terra della fabbrica, si distribuisce una rete di tiranti di ferro, che si fa corrispondere a quella delle murature maestre, e che conviene di stabilire alla altezza delle imposte dei voltini dei muri esterni, dove appunto le spinte sono maggiori. Ordinariamente, sia i tiranti che i paletti, si fanno a sezione rettangolare, più robusti e pesanti nei piani inferiori, e più leggeri in quelli superiori, con sezioni le cui altezze,

per le fabbriche comuni, sono di mm. 30, 40, 50, a cui rispettivamente corrispondono grossezze di mm. 10, 15, 20. I ferri dei tiranti devono essere della migliore qualità, e si devono poter ripiegare e torcere senza che le fibre si rompano; le loro unioni si fanno a dente, si fasciano con anelli o ghiera di ferro, e si stringono con zeppe, oppure si fanno appaiando per una lunghezza, non minore di m. 1, i due capi dei tiranti, e praticando in essi un certo numero di finestrelle, nelle quali si incastrano delle spranghe di ferro, lunghe poco meno della grossezza del muro, di sezione eguale a quella dei tiranti; queste unioni, sono rappresentate nelle fig. 74, 75 e 76. Agli estremi, i tiranti sono ripiegati ed attorcigliati in modo da formare un occhio, nel quale si fa passare la verga del capochiave, serrandola con una zeppa di ferro; la fig. 77 dà l'estremo di un tirante, col capochiave e colla zeppa. I capochiave devono incastrarsi nelle murature, e non essere sporgenti sulle faccie esterne dei muri; sopra e sotto il tirante, tra il muro ed il capochiave, si distribuiscono due pezzi di pietra, solcati su di una faccia da un canale, nel quale il capochiave stesso si incastra, e che servono a ripartire su di una superficie piuttosto estesa, lo sforzo che si determina in quella parte della struttura murale; una di tali pietre, è rappresentata nella fig. 78. Nei crocicchi dei muri mettono capo, come si vede dalla fig. 79, ad un unico capochiave, diversi tiranti pel collegamento dei quali conviene fare il capochiave di sezione circolare, incastrandolo anche, per maggior sicurezza, in due pietre messe nella muratura sotto e sopra il punto di concorso dei tiranti; ciascun tirante poi, al suo estremo, è in parte contorto, ridotto in piano, e lavorato ad occhio, per poterlo infilare sul capochiave.

La fig. 80 rappresenta una porzione di un muro di facciata, e dà l'altezza a cui conviene stabilire il tirante *ab* del muro, per rispetto a quella a cui sono impostate le arcate.

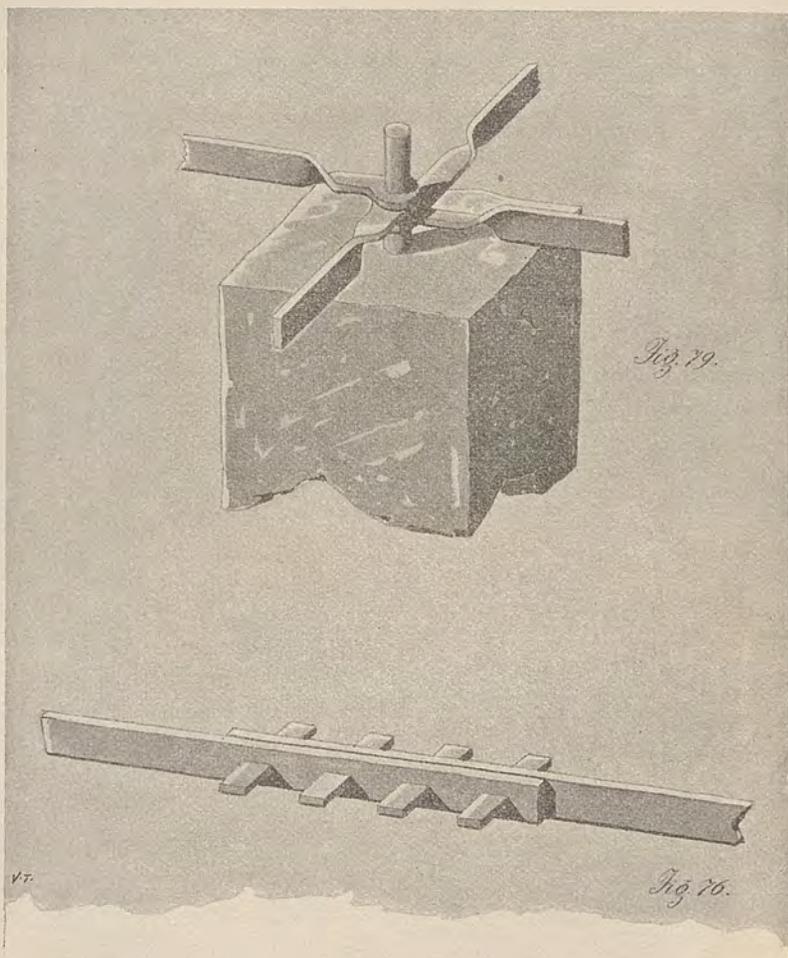
Come si vede dalla fig. 81, in alcuni casi, nelle piatta-

bande il tirante si fa passare appena sotto il mezzo della serraglia.



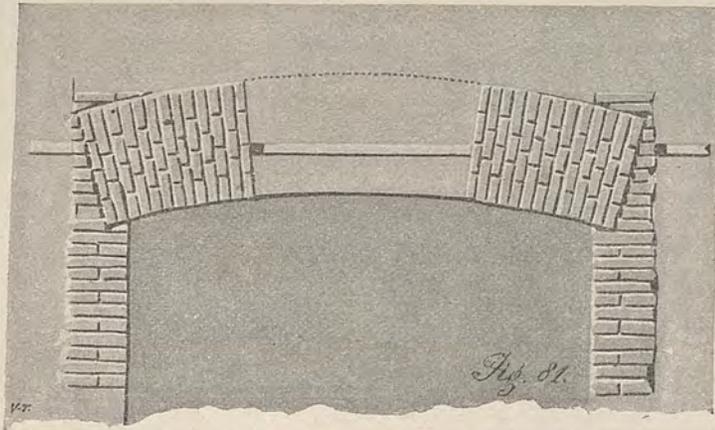
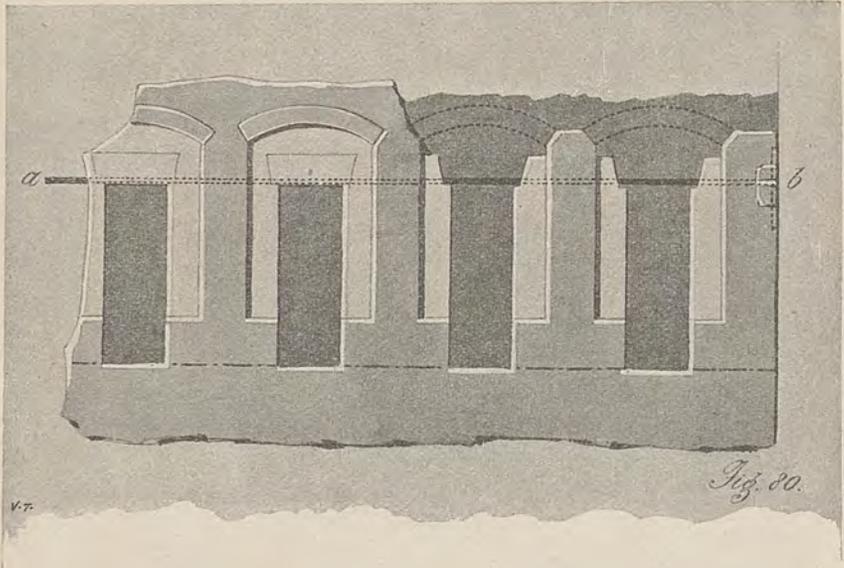
Le fig. 82, 83 e 84 danno rispettivamente la distribuzione dei tiranti, dei capichave e dei loro accessorî in due arcate

ribassate ed in un arco a tutto sesto, essendo i tiranti incastrati nelle strutture e nascosti.



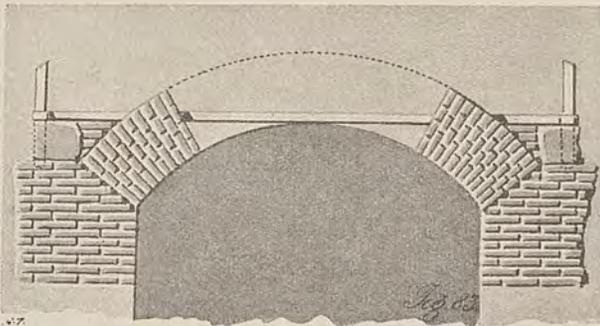
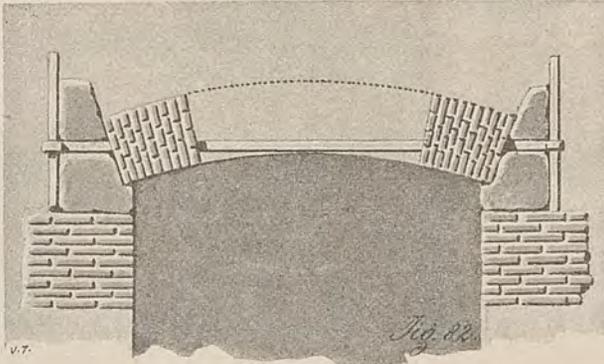
24. **Le centinature e la costruzione delle arcate.** — Per sostenere provvisoriamente il materiale durante la costruzione delle arcate, e per dirigerne il lavoro, si allestiscono le centinature, che sono armature provvisorie, le quali superiormente presentano una superficie convessa esattamente corri-

spondente a quella concava dell'imbotte delle arcate; esse, ordinariamente, sono formate da due parti, di cui una, infe-



riore, forma la ossatura principale, l'altra superiore, forma il compimento, che chiamasi anche il *manto* della armatura; te-

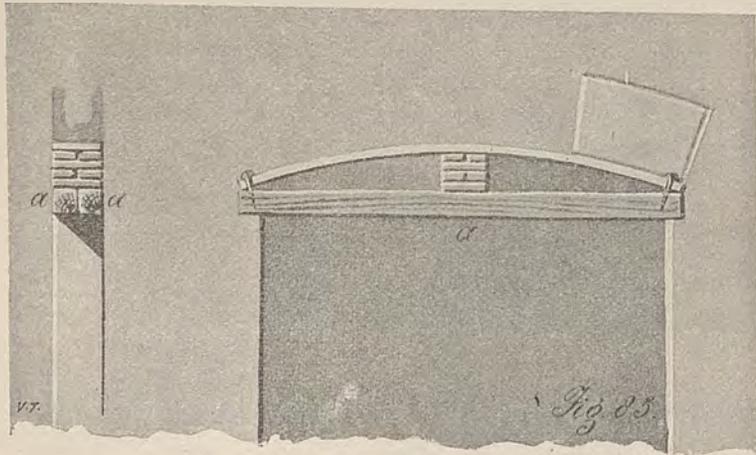
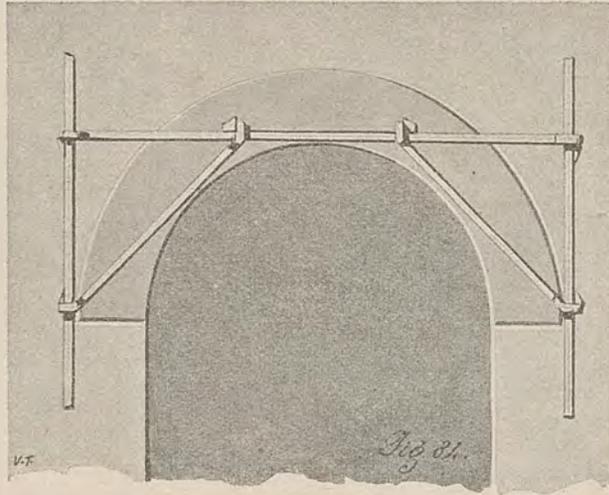
nuto calcolo del cedimento che subiscono le armature quando vengono caricate, e dell'assetto del materiale delle arcate dopo il disarmo, converrebbe assegnare alle centinature una saetta un po' maggiore di quella propria delle arcate stesse, perchè, a lavoro compiuto, esse abbiano ad avere una curvatura



che non sia schiacciata; questa particolarità, però, dipende dal grado di esattezza e di perfezione con cui il lavoro della centinatura, e quello della arcata, è condotto, e può anche essere trascurata.

Le centinature, essendo opere provvisorie, si procura di farle economiche; nelle fabbriche, per le arcate di ampiezza

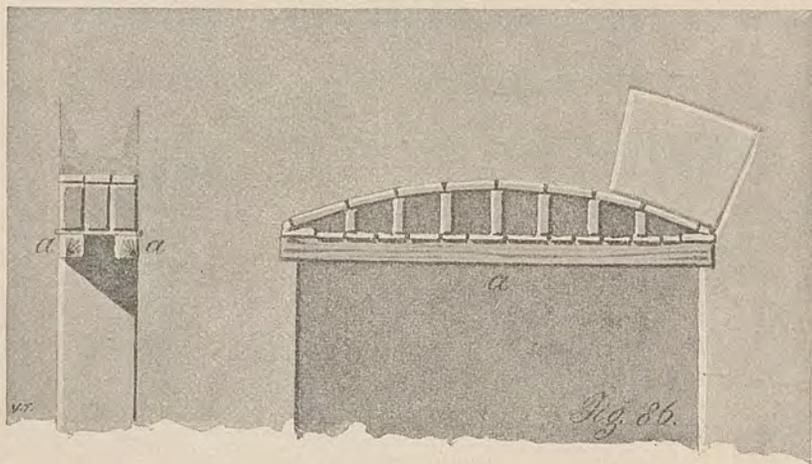
non molto grande e di non grande peso, queste armature si allestiscono assai facilmente anche soltanto con materiale; altrimenti si fanno di tavole, oppure di travi.



La fig. 85 dà una centinatura assai semplice, che può servire per piccole arcate ribassate di poca monta, costruite in murature che non abbiano grossezza maggiore di due teste;

è formata da due architravi di legno leggeri *a, a*, accoppiati, orizzontali, e poggiati ai loro estremi sulle spalle della arcata appena sotto le sue imposte; essi portano nel mezzo una piccola pila di mattoni a secco, su cui è disposta una tavola di legno elastica, che viene curvata come la linea del sesto, e chiodata ai suoi estremi agli architravi.

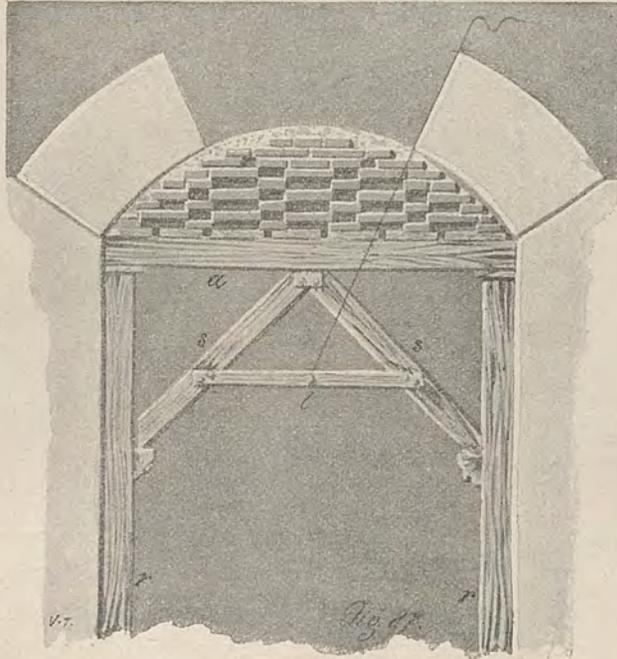
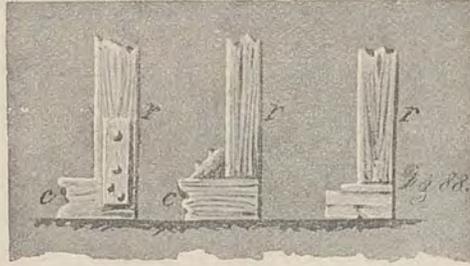
La fig. 86 rappresenta un'altra centinatura di materiale, assai economica, che può servire come la precedente, ma per



arcate costruite in muri anche più grossi; essa è formata da una coppia di architravi *a, a*, coperti da tavolette di legno, le quali portano un certo numero di mattoni messi in coltello, con dimensioni e distanze tali, da poter poggiarvi sopra degli altri mattoni disposti in curva come il sesto della arcata, sopra i quali, poi, a completare la armatura, si distende uno strato di malta, che ne rende regolare e continua la superficie.

La fig. 87 dà una centinatura di materiale, essa pure economica, che può servire per arcate ribassate piuttosto robuste e di monta non troppo piccola; essa è formata da ritti di legno *r* messi in opera verticali contro ciascuna spalla, in numero di due, di tre, od anche più, a norma della grossezza

del muro; sopra ciascuna coppia dei ritti che stanno in riscontro tra le spalle, sono poggiati degli architravi *a*, col- l'intermezzo di assicelle che ne estendono l'appoggio; volen-



dosi l'armatura robusta, gli architravi possono anche essere corroborati nel mezzo, da saette *s* che poggiano al loro piede su gattelli e contrastano contro i ritti *r*; una tavoletta *t* è

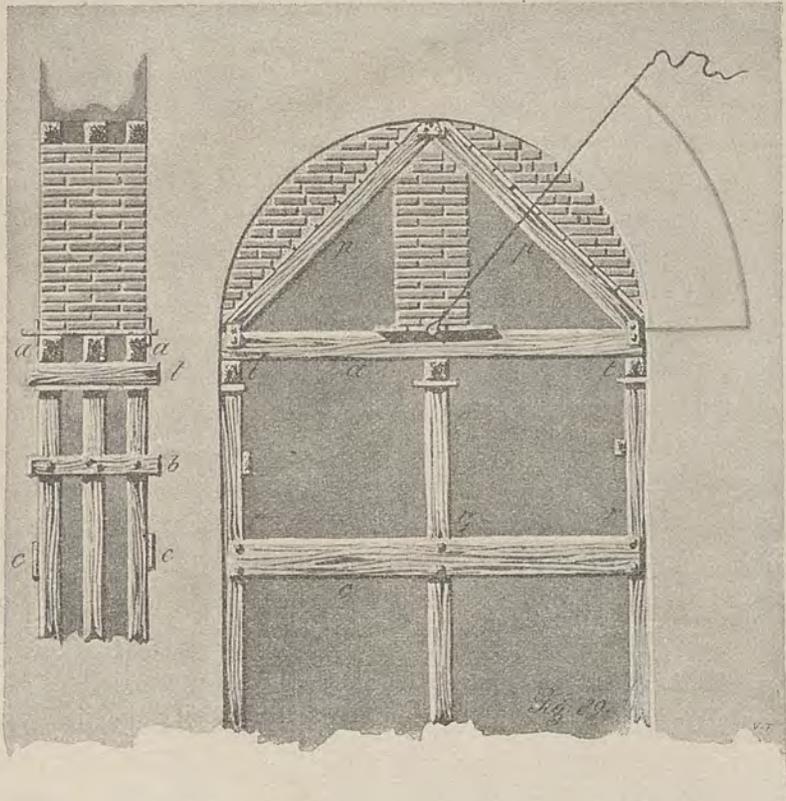
chiodata alle saette nelle fronti della centinatura, per fissarvi ad un capo, come in tutte le altre centinature, a mezzo di un chiodo stabilito al centro del sesto, la funicella colla quale si delineano, durante la costruzione della arcata, sia le curve di intradosso e di estradosso, come le direzioni radiali dei letti; la centinatura è completata da mattoni a secco disposti a griglia nel rigoglio dell'arcata, che riposano su un suolo di tavole messo sugli architravi a ; il materiale presenta superiormente una superficie scaglionata, che si riduce regolare, continua, e corrispondente all'imbotte dell'arcata, con uno strato di malta; come si vede dalla fig. 88, i ritti r , al loro piede, possono poggiare, sia su dei correnti di legno c , messi orizzontali sul suolo, come su pochi suoli di mattoni a secco, interponendo tra questi ed il piede dei ritti, una tavoletta di legno che ne rende più stabile l'appoggio.

Un'altra centinatura di materiale è data, in prospetto e sezione verticale, dalla fig. 89, e serve per arcate a tutto sesto; in essa gli architravi a , poggiano ai loro estremi sulle traverse t stabilite sulle teste dei ritti r , per conseguire l'uniforme ripartimento delle pressioni, e sono nel mezzo rafforzati da una serie di ritti r_1 ; i ritti r , r_1 , sono collegati tra loro dalle tavole b , c ; nel mezzo degli architravi si eleva, su di un piano di tavole, una pila di mattoni a secco; una serie di travi p sono disposte inclinate come puntoni, colle loro teste riscontrate, e poggiate sulla pila centrale, e coi loro piedi piantati sugli architravi; sopra i puntoni p sono distesi due suoli di tavole, sui quali è ordinato il materiale a secco che completa il rigoglio dell'arcata.

Una centina di tavole, per arcate a tutto sesto di corda fino a m. 1,50, è data dalla fig. 90; essa è costituita da un tamburo semicircolare, formato da due ordini di tavole collegate tra loro con panconcelli di legno, e con listelli o correntini, che formano il manto della armatura; il tamburo è poggiato sulle traverse t , messe sui ritti r .

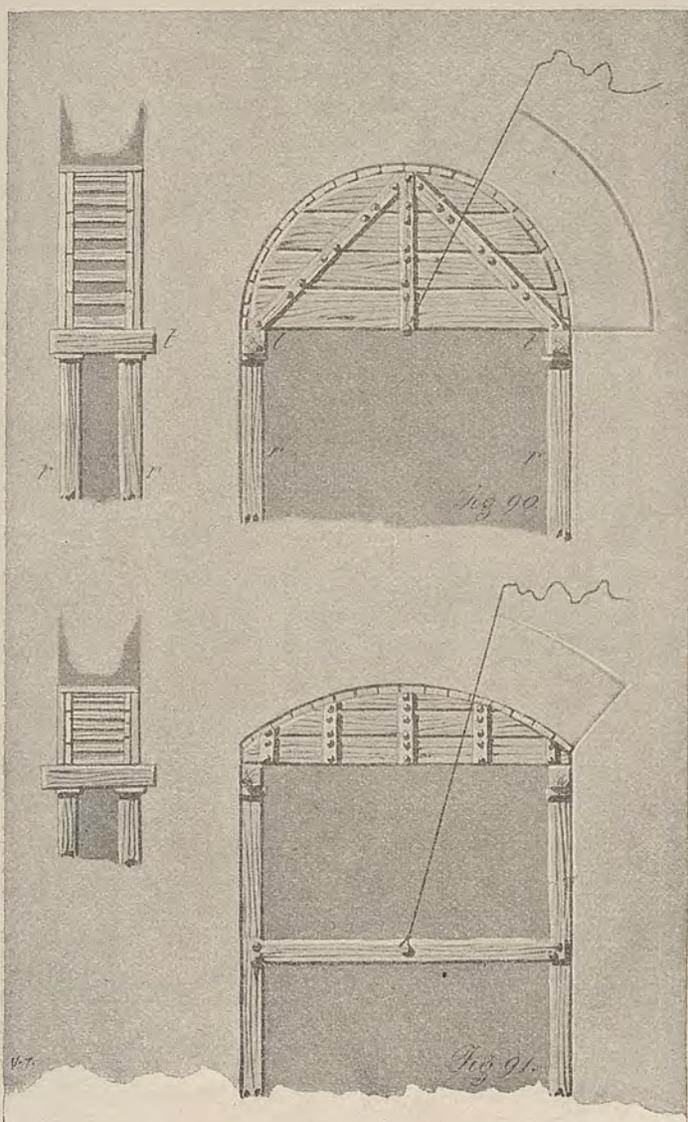
La fig. 91 dà una centinatura affatto analoga alla precedente, per archi ribassati.

Una centinatura di tavole, assai usata per le arcate di corda piuttosto grande, e che può essere anche molto robusta, è data in prospetto e sezione verticale dalla fig. 92; essa è

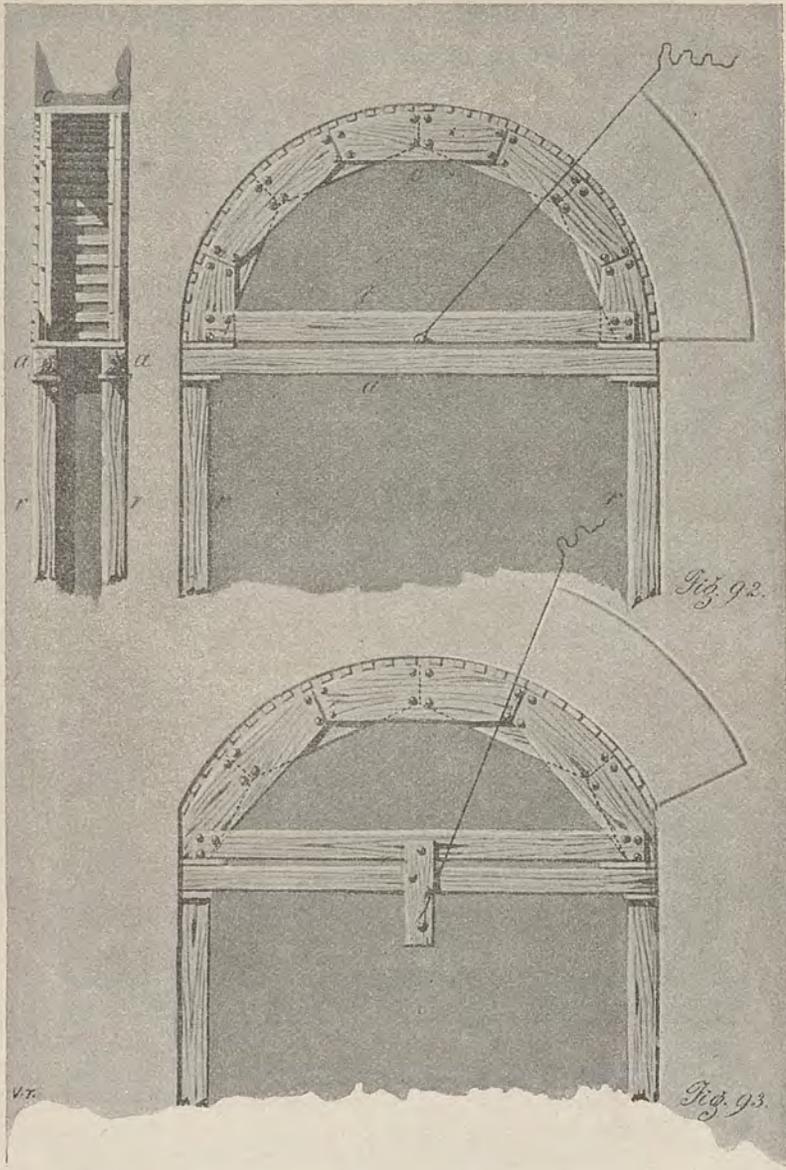


formata da due centine *c c*, messe tra loro a distanza poco minore della grossezza del muro, ciascuna delle quali consiste di due ordini di tavole sovrapposte, colle loro unioni chiodate e fatte sul mezzo delle tavole; le centine sono collegate tra loro mediante le traverse *t* chiodate sopra il loro piede, e coi

correntini o listelli che formano il manto, esse poi poggiano su una coppia di architravi *a* posati sopra i ritzi *r*.

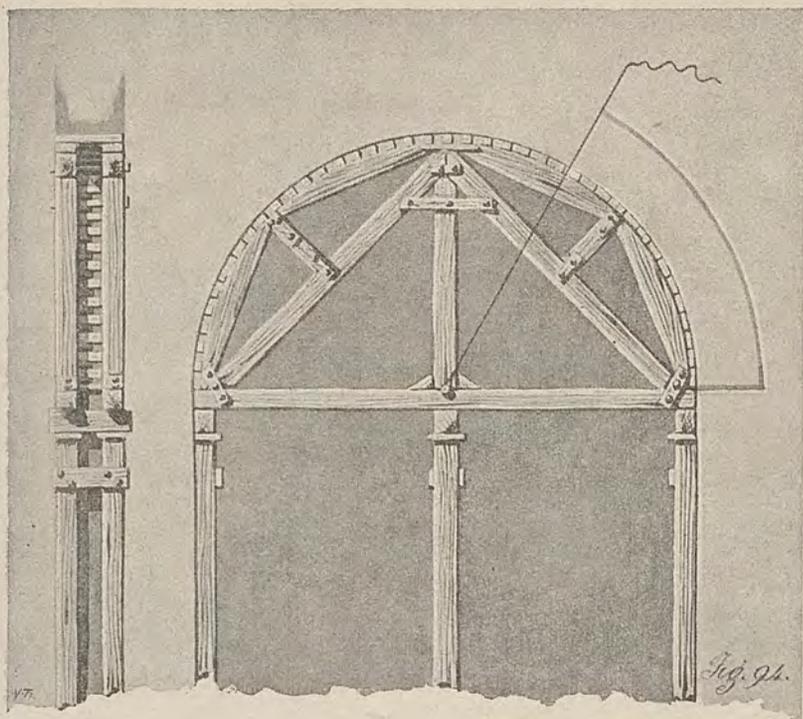


Nella fig. 93 è pure rappresentata una centinatura di tavole, simile alla precedente, per arcate ribassate.



Le centinature delle arcate di grande corda e molto pesanti, si fanno di travi, componendole preferibilmente con elementi triangolari analoghi a quelli delle capriate; la fig. 94,

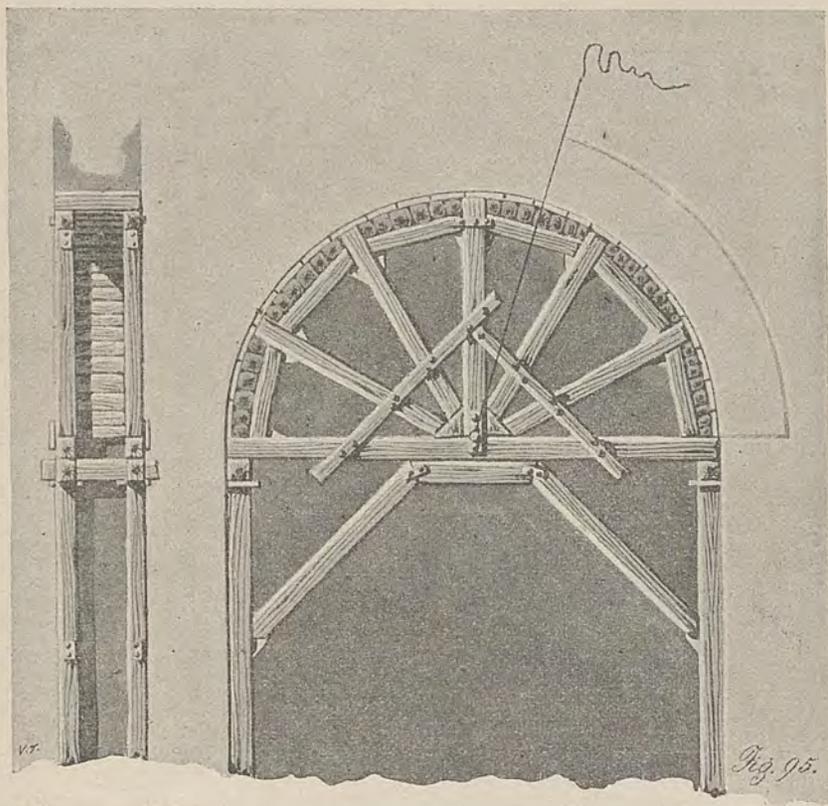
dà in prospetto e sezione verticale, e spiega da sè sufficientemente, l'ordinamento delle membrature fatte di travi, per una di queste centinature ad elementi triangolari; la fig. 95 dà un'altra di queste centinature, per la quale le membrature principali hanno una direzione radiale, resa rigida da sbadacchi incastrati tra esse, che formano un profilo poligonale, sul quale



sono aggiustate delle grossezze di legno e le tavole del manto; le catene da piede dell'armatura, sono corroborate da controcatene e da saette, le quali contrastano coi ritti verticali che portano la centinatura.

In conseguenza degli sforzi, talora considerevoli, che si esercitano tra i materiali delle arcate, e che tendono a deformarle, è importantissimo che la loro costruzione riesca particolarmente accurata in confronto a quella delle strutture mu-

rali andanti, fatte con materiali murati in suoli orizzontali; l'ordinamento stesso poi del materiale in filari concorrenti, esattamente disposti per rispetto alla curvatura del sesto delle arcate, richiede per esse l'opera di abili muratori, provetti nel lavoro, e che ne conoscano le regole fondamentali; alle norme



già indicate al numero precedente, riguardanti i materiali delle arcate, si aggiunge, che le malte finamente crivellate, da impiegarsi in queste strutture, richiedonsi di qualità idraulica o di cemento, che facciano una sollecita e forte presa, mettendo in breve tempo l'arcata in condizioni tali da poter reggere al carico di cui viene gravata; la costruzione dell'arcata si inizia

alle due imposte, e viene uniformemente continuata sui due fianchi fino alla serraglia, la quale deve essere saldamente fermata ed incastrata nel mezzo dell'arcata stessa; il disarmo, poi, non deve farsi prima che la malta abbia fatto sufficiente presa, e sia assicurata la stabilità dell'arcata.

25. Le volte in generale. Le volte sono strutture murali curve che si costruiscono tra le murature maestre, oppure tra le arcate, per ricoprire gli spazî tra esse compresi; dipendentemente dalle diverse forme geometriche dei loro intradossi, le volte delle costruzioni edilizie si distinguono in volte a *botte*, volte a *schifo*, volte a *crociera*, volte a *vela*.

Le volte a *botte*, ordinariamente, hanno superfici di intradosso che sono cilindriche, a tutto sesto, ovvero ribassate; talora però sono schiacciate, avendo degli imbotti le cui direttrici sono ellittiche o policentriche; queste volte, molto comuni nelle fabbriche, sono per lo più costruite su pianta rettangolare, ed hanno le generatrici dell'imbotte orizzontali, e dirette nel verso del lato maggiore della pianta; talora, lungo le imposte delle volte a *botte*, si aprono delle lunette, che sono piccole volte ad imbotte cilindrico o conico, le quali si innestano alla volta principale rendendola piuttosto complessa, e servono a raccorderla, sia con aperture da finestra, come con arcate impostate nello stesso piano orizzontale della volta, quali sono quelle di alcuni porticati; nelle lunette cilindriche e coniche, gli spigoli che corrispondono alle linee di intersezione tra il loro imbotte e quello della volta principale, non sono piani; la fig. 96 dà la pianta, il prospetto, ed una sezione verticale di una lunetta ad intradosso conico, colla determinazione geometrica per punti delle linee di intersezione che vi si riferiscono, essendo i punti corrispondenti demarcati colle stesse cifre. In alcuni casi però, si preferisce di stabilire questi spigoli preventivamente piani, facendo l'imbotte delle lunette a superficie rigata gobba.

Le volte a *schifo*, hanno una superficie di intradosso for-

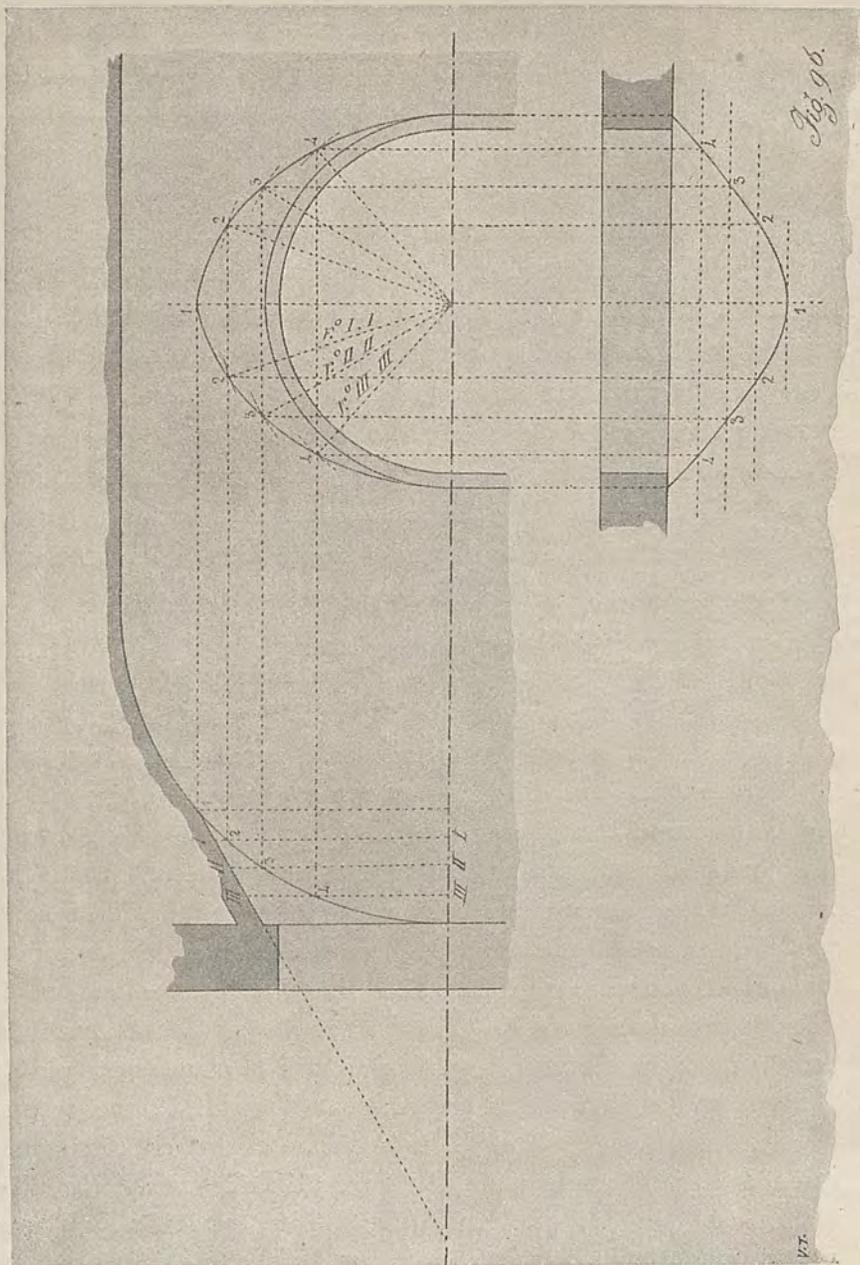


Fig. 96.

mata da tanti spicchi cilindrici, che possono avere direttrici circolari, ovvero ellittiche o policentriche; in ciascun spicchio, o porzione dell'imbotte, le generatrici sono orizzontali, e parallele alla linea d'imposta a cui lo spicchio corrisponde; la superficie d'intradosso delle volte a *schifo*, quindi, si può ottenere geometrica regolare, per quelle di pianta quadrata, o rettangolare, o poligona regolare, per quelle di pianta allungata, conterminata ai loro estremi con profili poligonali, in ciascuno dei quali le bisettrici degli angoli concorrano in un punto unico, appartenente alla mezzaria longitudinale della pianta, e per quelle infine di pianta triangolare, oppure quadrilatera, nelle quali si possa iscrivere un circolo, e le bisettrici degli angoli formati dai lati della pianta concorrano in un sol punto, al quale si fa corrispondere verticalmente la chiave della volta; nelle volte a *schifo*, come in quelle a *botte*, si possono anche praticare delle lunette, che si distribuiscono lungo le imposte della volta; gli spigoli poi che corrispondono alle linee di intersezione degli spicchi cilindrici delle volte a *schifo*, sono linee piane ellittiche.

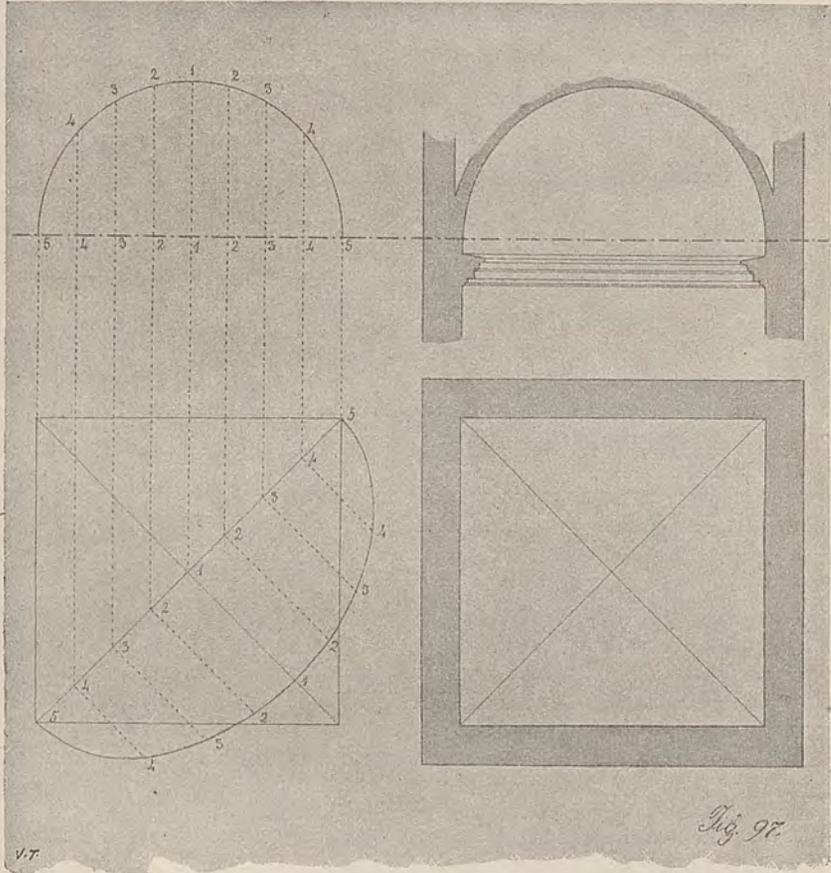
La fig. 97 rappresenta la pianta e la sezione verticale di una volta a schifo a tutto sesto di pianta quadrata, col tracciamento della semielisse degli spigoli diagonali, e la fig. 98 rappresenta una volta a schifo, pure a tutto sesto, ma di pianta rettangolare, col tracciato dell'arco ellittico degli spigoli.

La fig. 99 dà, in pianta e sezione verticale, la volta a schifo a tutto sesto di pianta ottagonale regolare, e la fig. 100 dà, per la stessa volta, il tracciamento geometrico dell'arco ellittico degli spigoli diagonali, e quello per la sua rappresentazione nella sezione verticale.

Nella fig. 101 è rappresentata una volta a schifo a tutto sesto di pianta allungata irregolare, e la fig. 102 richiama la determinazione geometrica dei suoi quattro spigoli, sia in ribaltamento orizzontale come nella sezione verticale.

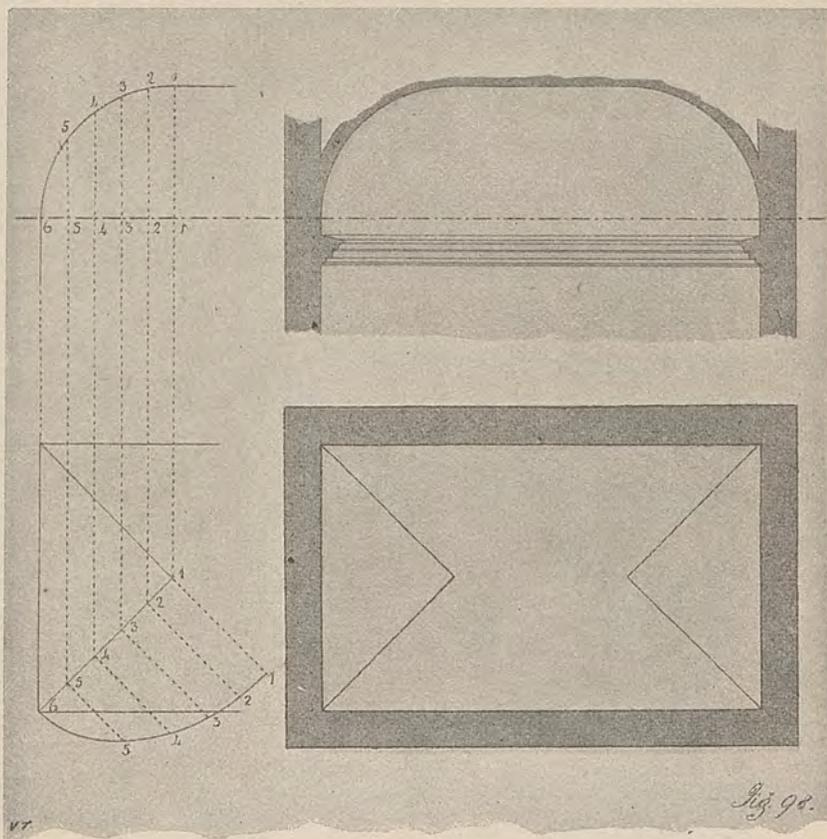
Le volte a *crociera* a tutto sesto, sono di frequentissima

applicazione segnatamente allorchè hanno pianta quadrata; in questo caso, la superficie del loro intradosso è formata da quattro spicchi ad imbotte cilindrico, tutti eguali tra loro, e stabiliti in riscontro ai quattro lati del quadrato di pianta; in



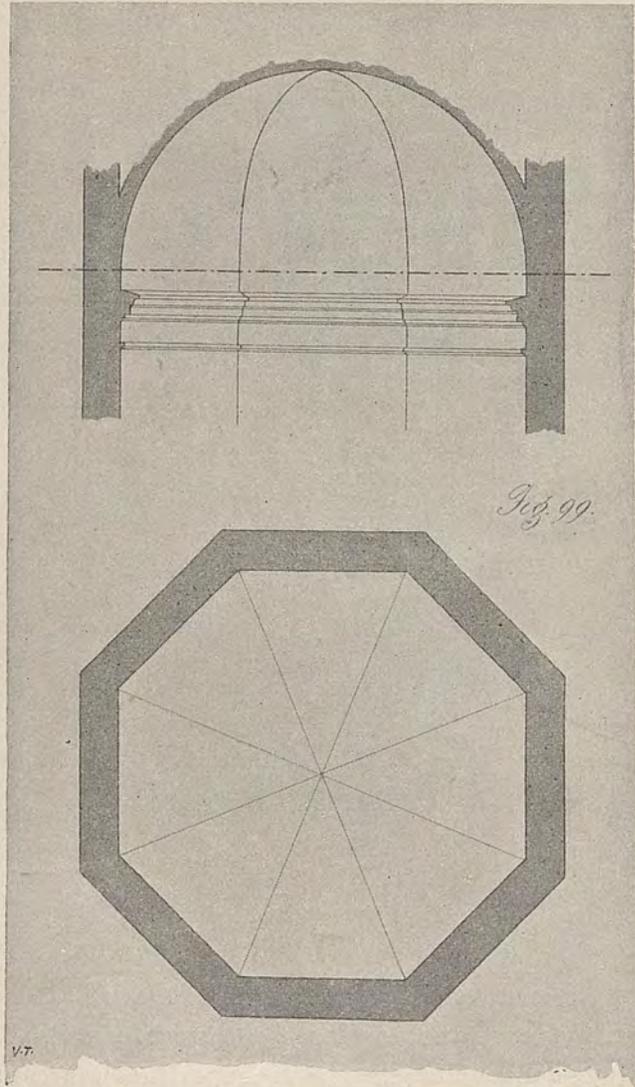
ciascun spicchio la direttrice è una semicirconferenza, che ha per diametro il lato della pianta, e le generatrici sono orizzontali e perpendicolari al lato della pianta a cui lo spicchio appartiene; gli spigoli diagonali, sono linee piane semielittiche, col semiasse minore verticale eguale al semilato della

pianta, e coll'asse maggiore orizzontale eguale alla diagonale della pianta stessa. Queste volte, si possono assai opportunamente stabilire, oltre che tra murature, anche tra quattro arcate di contorno, tutte eguali, ed a tutta monta, aventi un sesto



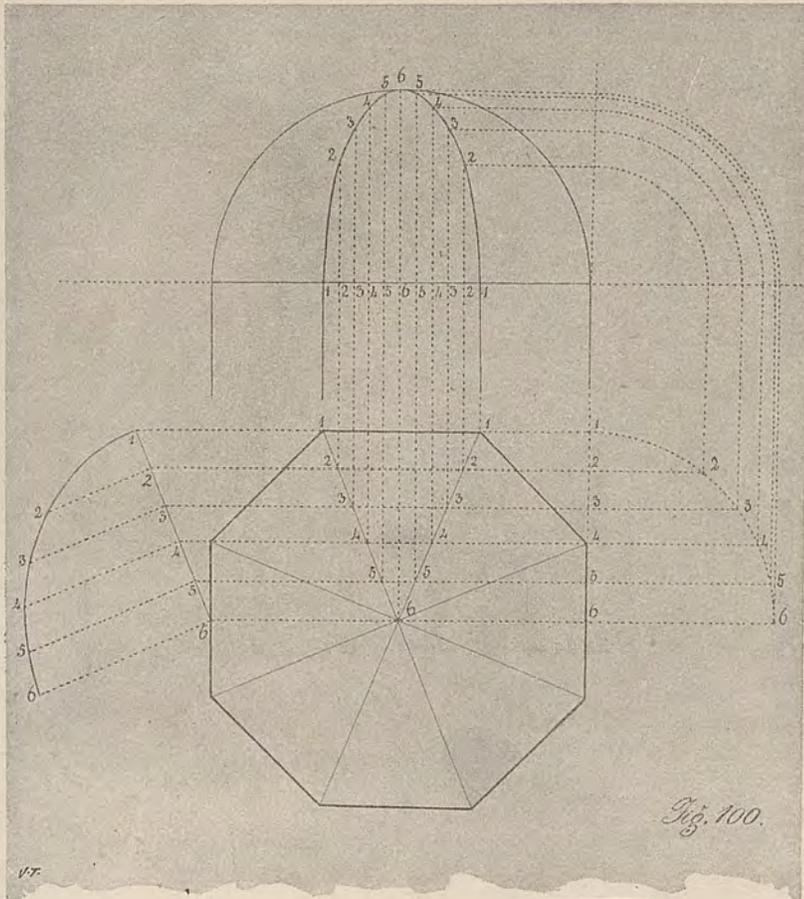
concentrico alle direttrici degli spicchi della volta, mettendo in essa in evidenza una porzione delle arcate stesse, al disotto dell'imbotte della volta, sia che si impostino le arcate su pilastri a croce, come su colonne; esse poi possono anche essere rialzate, colla chiave della volta più alta delle serraglie delle arcate di contorno, e cogli spicchi cilindrici acclivi verso la

chiave stessa. Le volte a *crociera*, si possono anche costruire su pianta rettangolare, facendo a tutto sesto le arcate che corri-



spondono ai lati minori della pianta; semielittiche o policentriche quelle che corrispondono ai due lati maggiori, ed ordi-

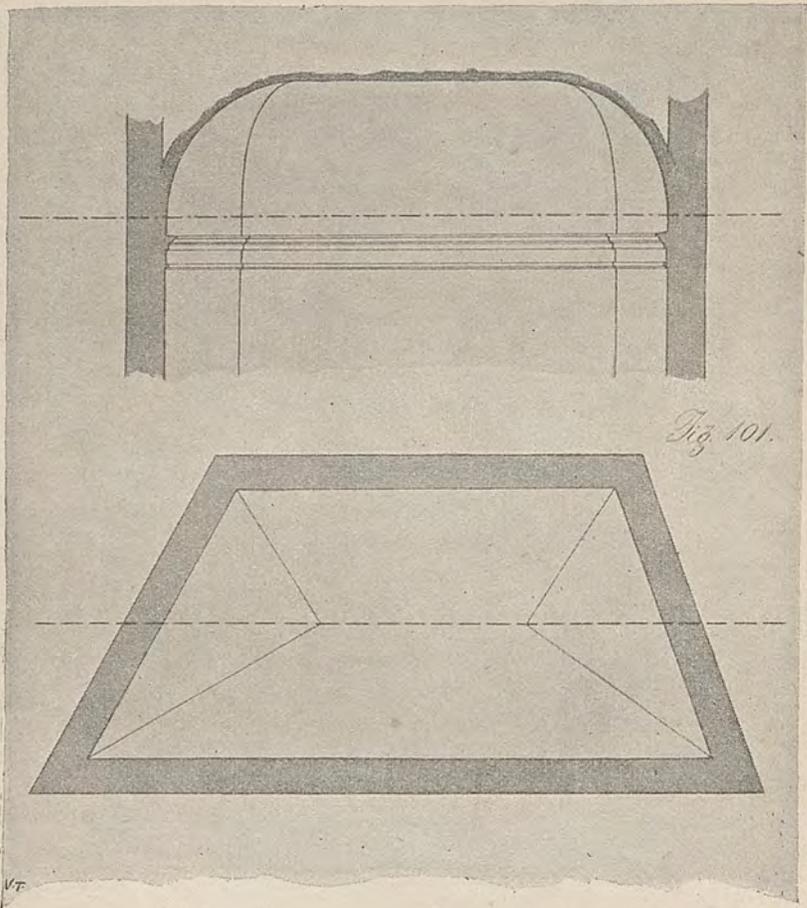
nando le quattro serraglie degli archi di contorno tutte alla medesima altezza sul piano d'imposta, facendo anche in modo che gli spigoli diagonali riescano linee prossimamente piane.



La fig. 103 dà una volta a crociera a tutto sesto di pianta quadrata, stabilita tra arcate di contorno, impostata su pilastri a croce, e dà anche il ribaltamento di uno dei suoi spigoli diagonali ellittici.

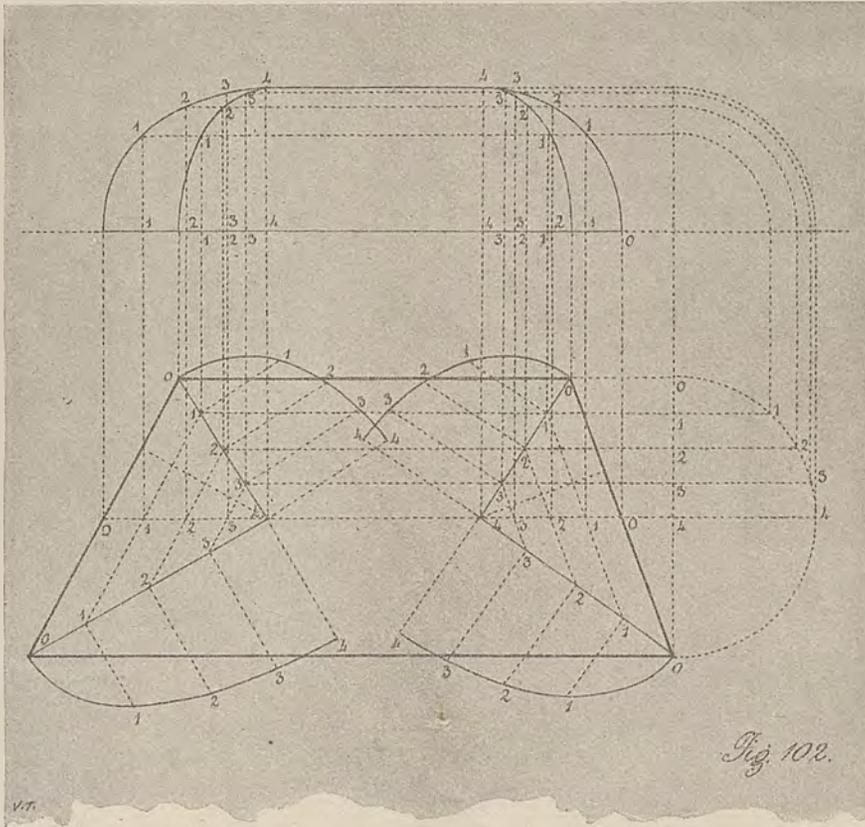
Nella fig. 104 è rappresentata la stessa volta cogli spicchi

rampanti, ed in essa è indicata la regola geometrica per il tracciamento, in ribaltamento orizzontale e nella sezione verticale, degli spigoli diagonali; per applicare tale regola basta



portare, come nella figura, la lunghezza *de*, che dà il rialzo della volta, sull'asse verticale degli spigoli diagonali, congiungere i punti *e* coi punti *o*, e misurare sopra le due rette *eo* le ordinate della curva rispettivamente eguali a quelle del circolo direttore dell'imbotte cilindrico degli spicchi.

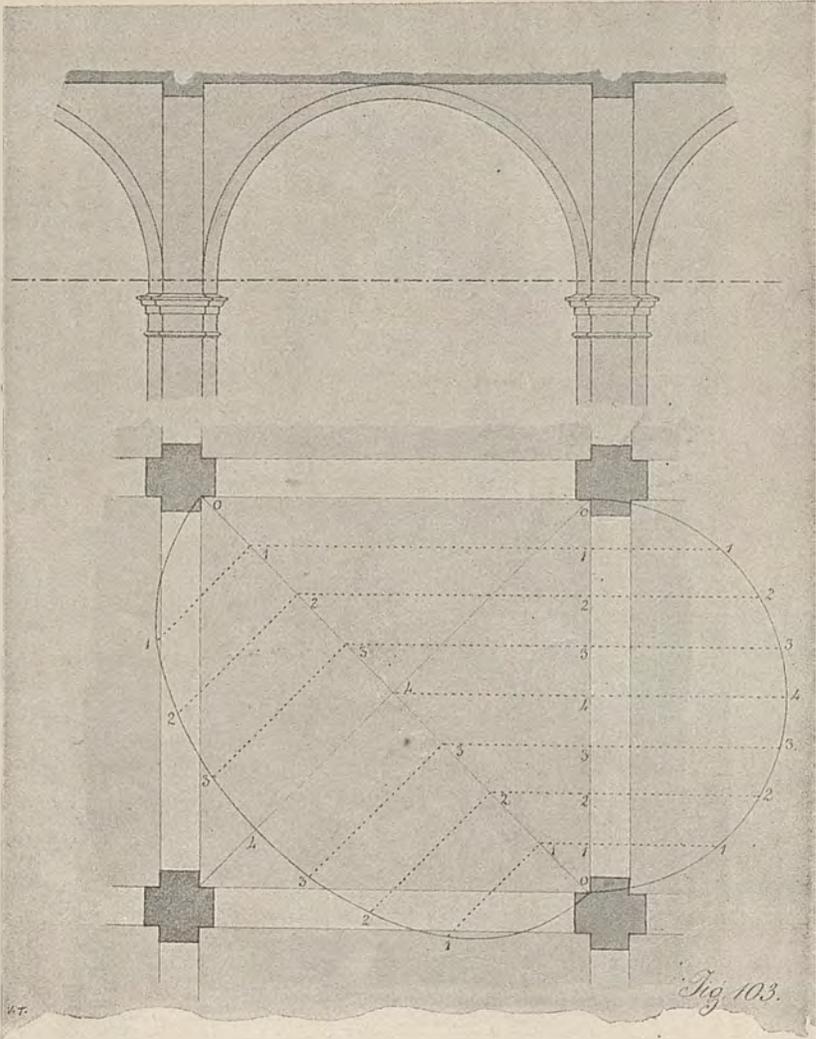
La fig. 105 rappresenta una volta a crociera a tutto sesto di pianta quadrata, stabilita tra arcate di contorno, impostate su colonne; come si rileva dal ribaltamento di uno degli spi-



goli diagonali, l'imposta della volta, capita in questo caso appena sopra quella delle arcate, per mettere in evidenza, al di sotto di essa, una corona delle arcate medesime.

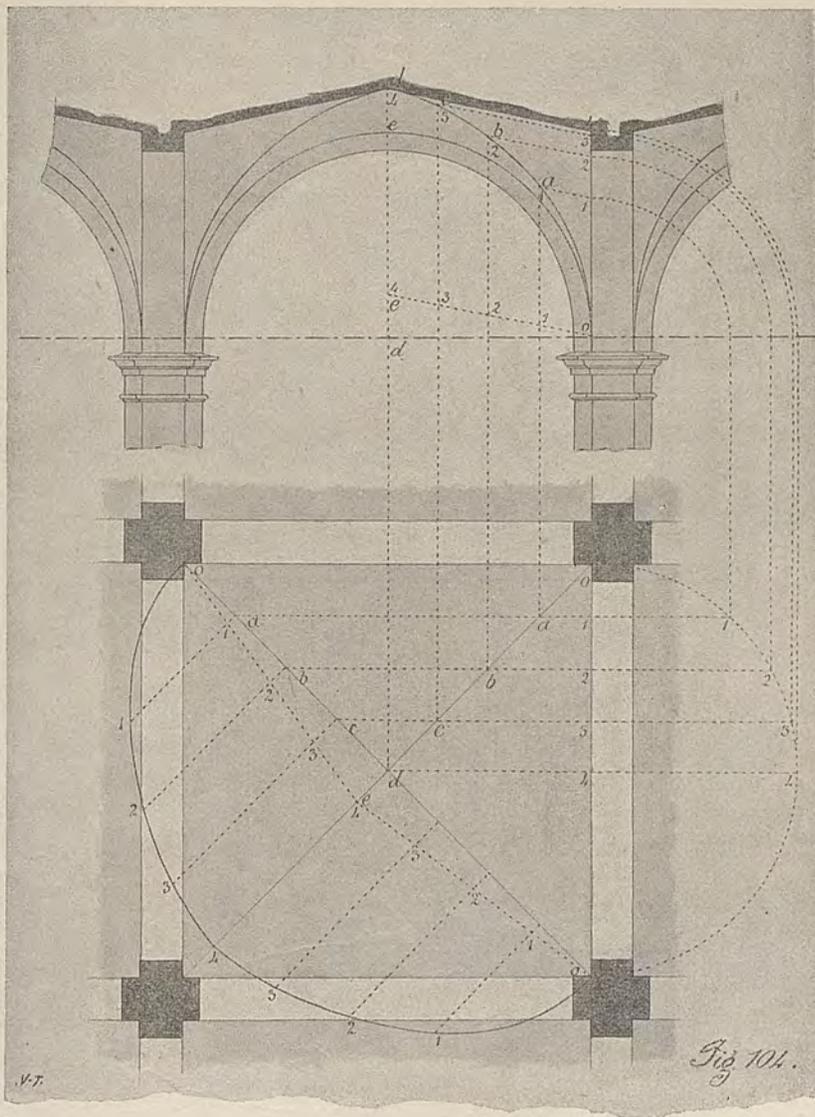
Volte a *vela* si costruiscono su pianta quadrata, rettangolare, poligona regolare, od anche irregolare; hanno un imbotte che di solito, appartiene ad una superficie sferica, determinata da un circolo orizzontale, nel quale è inscritta, o

compresa, la pianta della volta; esse, poi, possono essere a tutto sesto ovvero ribassate.

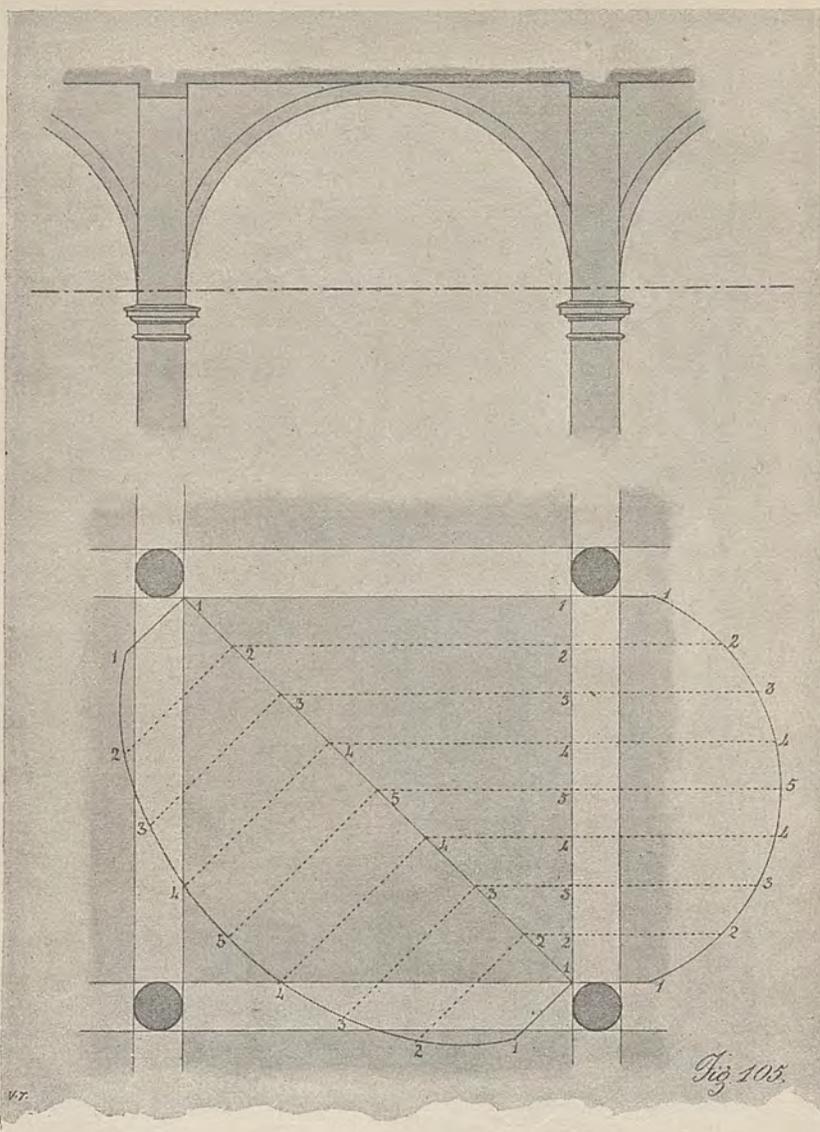


Nelle volta a *vela* a tutto sesto di pianta regolare, il circolo che determina l'imbotte della volta, ha comune il centro

con quello della pianta, i cui vertici cadono tutti sulla periferia del circolo; in quelle a tutto sesto, ma di pianta irrego-



lare, lo stesso circolo ha per centro il baricentro della pianta, e per raggio la distanza massima che hanno i vertici dal ba-



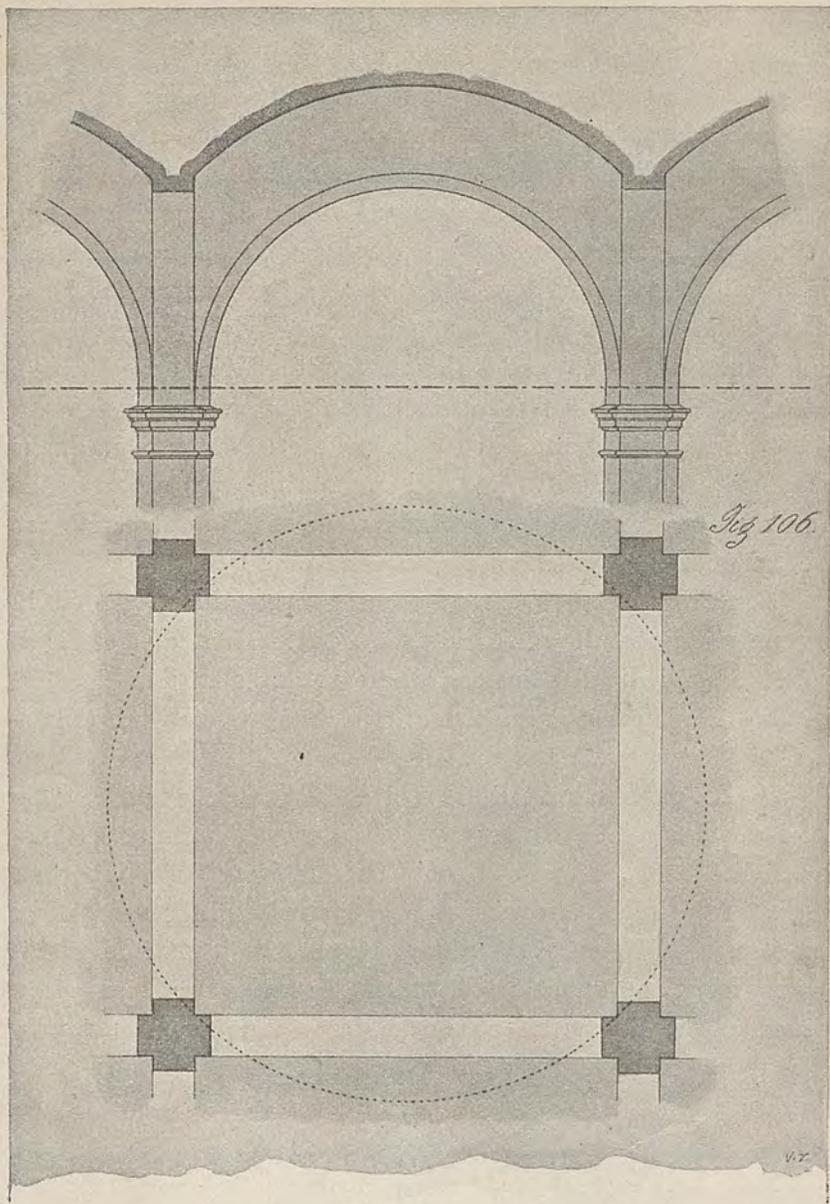
ricentro medesimo; in quelle ribassate di pianta regolare ed irregolare, il detto circolo ha ancora rispettivamente comune il centro con quello della pianta o col suo baricentro, ma i

vertici di quest'ultima cadono, non già sulla periferia, ma nell'interno del circolo. Le linee di intersezione dell'imbotte delle volte a *vela* a tutto sesto, costruite su pianta regolare, coi piani verticali passanti pei lati della pianta, sono semicirconferenze, che hanno i piedi nel piano d'imposta della volta, e che hanno per diametro le rispettive lunghezze dei lati della pianta stessa; la linea poi d'intersezione di un piano diagonale verticale qualsiasi, coll'imbotte della volta, è una semicirconferenza, i cui piedi sono ancora nel piano d'imposta della volta, ed il cui diametro è eguale alla diagonale della pianta. Le linee di intersezione che si sono considerate, e che, come si è visto, nelle volte a *vela* a tutto sesto sono semicirconferenze, in quelle ribassate sono archi di circolo; le volte a *vela* poi, come quelle a *crociera*, possono assai opportunamente essere impostate, oltre che tra murature, anche tra arcate di contorno.

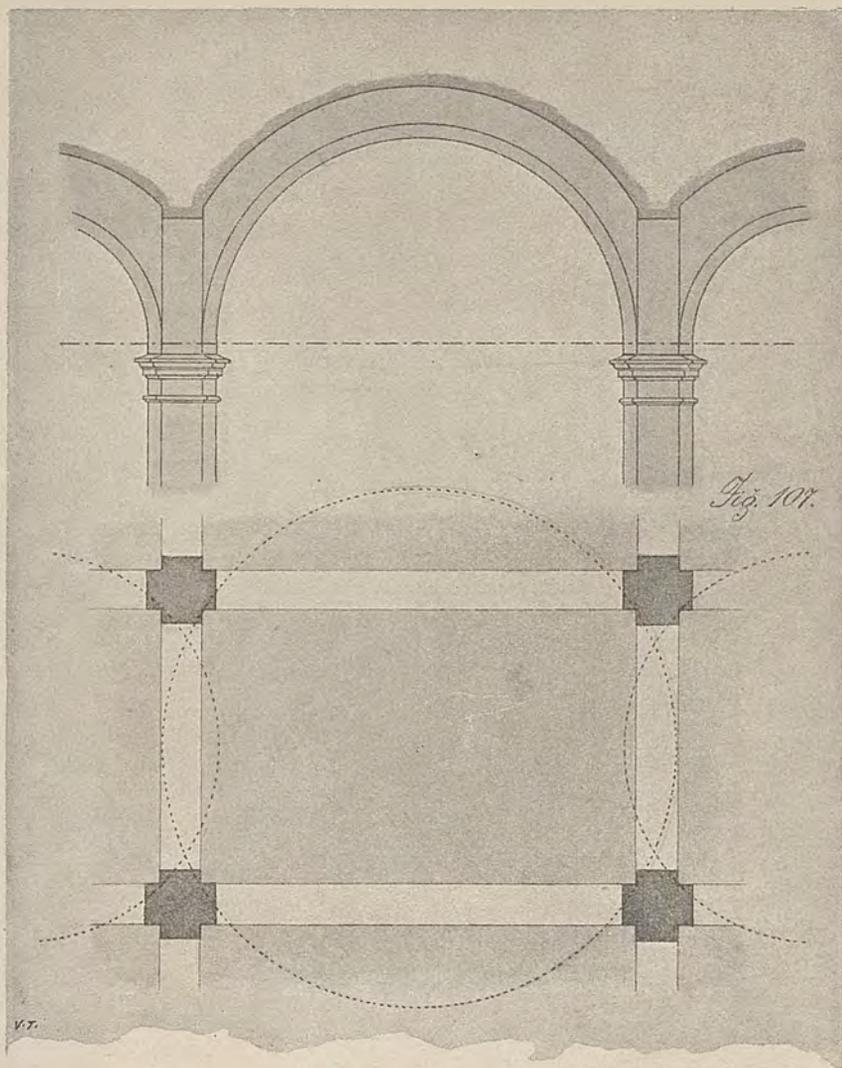
Nelle fig. 106 e 107 sono rappresentate, in pianta ed in sezione verticale, due volte a *vela* a tutto sesto che rispettivamente sono di pianta quadrata e rettangolare; la fig. 108 poi dà, in pianta e sezione verticale, una volta a *vela* ribassata di pianta quadrata.

26. La costruzione delle volte. Le strutture murali delle volte devono essere, come quelle delle arcate, formate con materiali eccellenti, cementati con ottime malte, che facciano una sicura e piuttosto sollecita presa; i materiali, in genere, usati per esse, sono le pietre, e più comunemente i mattoni pieni, oppure forati, od anche i calcestruzzi; le malte preferibilmente devono essere impastate con calci idrauliche, con cementi a lenta presa, o con pozzolana, e talora, pei luoghi che non sieno umidi, anche con gesso; esse poi devono essere finamente crivellate.

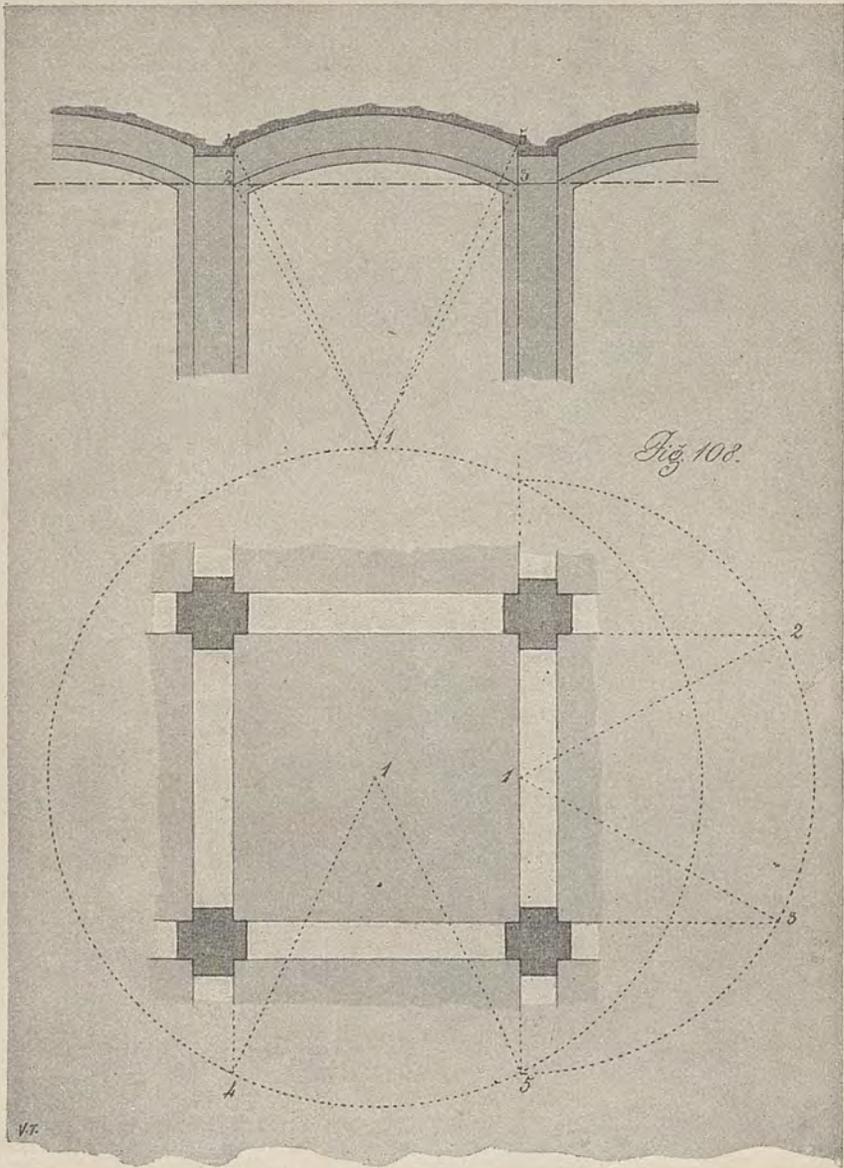
Nei piani sopra terra, per elidere le spinte delle volte che non possono essere, come nel sotterraneo, contrastate dal terreno, occorre di armare le volte stesse con tiranti di ferro, simili a quelli che si adoperano per le arcate e per le murature;



i tiranti delle volte si posano orizzontali, talora nel piano d'imposta di queste ultime, od appena sopra il piano stesso, ed in



vista; questa pratica si vede seguita segnatamente per le volte molto pesanti e di grande corda, per le quali, essendo considerevoli le spinte, si devono stabilire i tiranti nelle condizioni più favorevoli; altrimenti, volendo che i tiranti non riescano apparenti, si dispongono orizzontali, appena sopra le strutture murali delle volte; le catene di ferro poi, che hanno una lun-



ghezza piuttosto grande, è bene sieno provvedute di un tenditore che ne regoli la tensione.

Per riguardo ai materiali di cui sono formate, allo spes-

sore, ed ai mezzi di costruzione, le volte delle fabbriche si distinguono in: volte *reali*, volte *di getto*, e volte *di quarto*.

Le volte *reali*, hanno una struttura pesante, uno spessore in chiave che non è mai minore di m. 0,12, e possono avere anche grandi ampiezze; esse resistono a carichi anche forti e si costruiscono, particolarmente negli edifici pubblici e nelle fabbriche ordinarie, per le coperture che si vogliono molto robuste. I pesi e le spinte considerevoli che queste strutture trasmettono ai loro sostegni, rendono necessario di stabilirle tra murature alquanto grosse; le volte reali quindi, nelle fabbriche ordinarie, riescono adatte unicamente per la copertura dei sotterranei, impiegandosi di preferenza, nelle altre parti, delle strutture più leggiere.

Per sostenere il materiale durante la costruzione di queste volte, occorre talora di far uso di armature, la cui struttura varia colla forma geometrica dell'imbotte delle volte, e la cui robustezza deve essere in relazione colla ampiezza e col peso della volta.

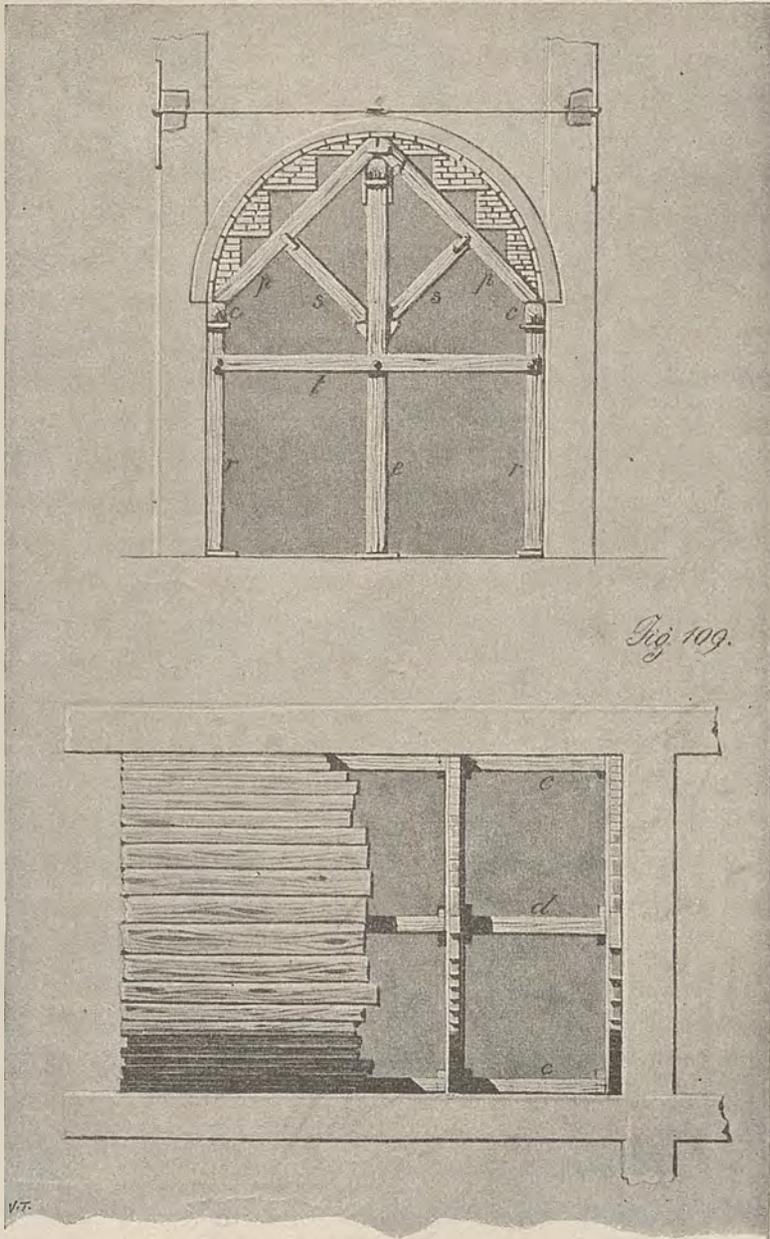
Le armature delle volte reali, hanno l'ossatura formata da centine verticali, di materiale, di tavole, oppure di travi, simili a quelle che servono per le arcate, sopra le quali centine si forma poi il manto della armatura, avvertendo che, questa deve essere impiantata in guisa che sia possibile, prima del disarmo, di abbassarla in corpo di una certa quantità, per impedire la rovina del materiale della volta, nel caso di insufficiente resistenza di quest'ultima; in generale, le centine si stabiliscono coi loro piedi nel piano d'imposta della volta, poggiate sopra correnti orizzontali di legno, sostenuti da ritti verticali; il manto poi della volta, si fa con correntini o con tavole di legno piuttosto strette, allo scopo di poter riprodurre esattamente l'imbotte della volta.

Nelle armature per le volte a botte, le centine si ordinano in piani verticali perpendicolari all'asse della volta, con profili che corrispondono alla curva direttrice dell'imbotte della

volta stessa, a distanza tra loro di circa m. 1. Nelle volte a schifo, si stabiliscono delle centine nei piani verticali delle linee mediane degli spicchi, il profilo delle quali corrisponde alla direttrice, solitamente circolare, del loro imbotte, ed altre centine in quelli degli spigoli diagonali della volta, le quali sono ellittiche. Nelle volte a crociera, si distribuiscono quattro centine di contorno, a profilo circolare, e due ellittiche nei due piani verticali diagonali degli spigoli. Nelle volte a vela, si distribuiscono, come in quelle a crociera, quattro centine di contorno a profilo circolare, tra le quali si ordinano due centine circolari nei due piani verticali diagonali della volta, ed altre centine radiali ad arco di circolo. Nelle volte a botte ed in quelle a schifo che hanno le lunette, conviene riportare sopra il manto dell'armatura principale, delle piccole armature complete, che riproducono l'imbotte delle lunette, e che servono per la loro costruzione.

Le armature con centine di materiale, per la loro economia, e per la facilità colla quale possono essere formate, sono quelle maggiormente usate; di alcune di esse si dà una descrizione, la quale può servire anche per gli altri generi di armatura, sostituendo alle centine di materiale, quelle di tavole oppure di travi, composte similmente a quelle già descritte per le arcate.

La fig. 109 rappresenta, in pianta e prospetto, una armatura con centine di materiale, per una volta a botte di sesto circolare a pieno centro; ciascuna centina è formata da due puntoni inclinati p , poggiati al loro piede sui correnti di legno orizzontali c , messi contro i piedritti, e portati dai ritti verticali r ; i puntoni p poggiano in sommità su di un trave orizzontale d , portato, in ciascuna centina, dal sostegno verticale e ; due saette s impediscono l'inflessione dei puntoni p , ed una catena t collega tra loro i ritti r ed il sostegno e ; sopra i puntoni p , nel rigoglio dell'arcata verso l'estradosso, si fanno delle piccole pile di mattoni a secco, scagliionate per disotto, ad al-



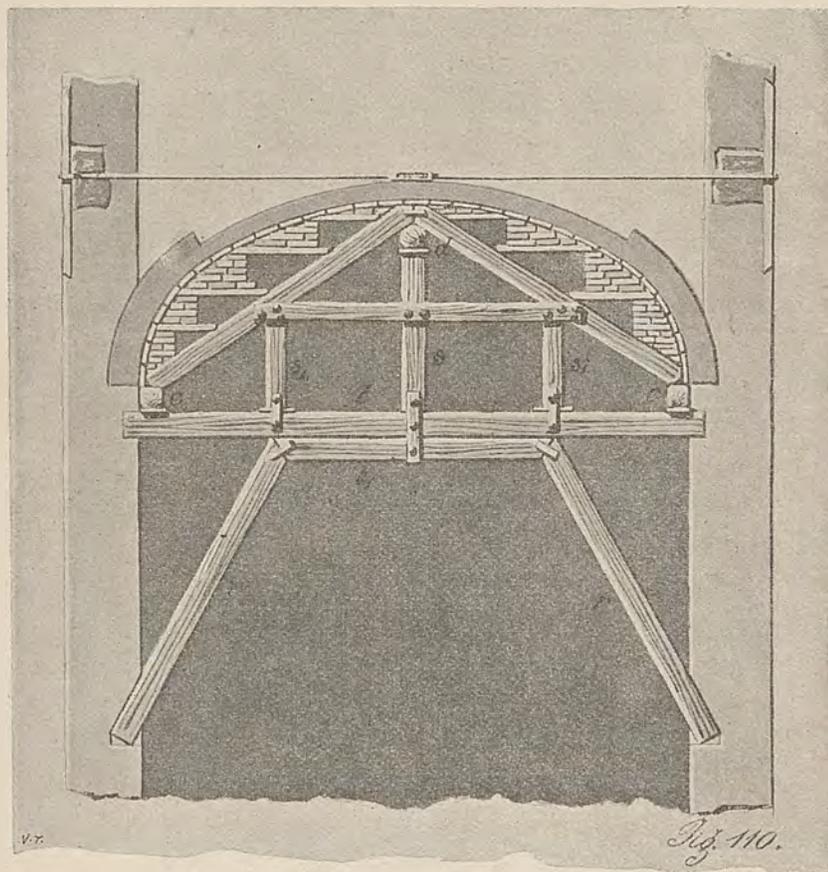
leggerire la centina, ciascuna delle quali è portata da una tavola di legno orizzontale che poggia, come nella figura, sulla

pila inferiore e sul puntone; col materiale delle pile, si forma il profilo circolare della centina, che si rende regolare con uno strato di malta, e sopra la centina si poggiano le tavole del manto; nella fig. 109 è indicato anche uno dei tiranti in ferro della volta, col relativo tenditore; il disarmo della volta si opera, come per le altre armature di materiale di cui si dirà nel seguito, assai speditamente, rompendo col martello, successivamente, i mattoni delle pile a secco, a cominciare da quelli che stanno nella parte più alta, ed obbligando le tavole del manto, e le altre che portano i mattoni, a posarsi sopra i puntoni inclinati p , isolando la struttura murale della volta prima di scomporre le travature delle centine.

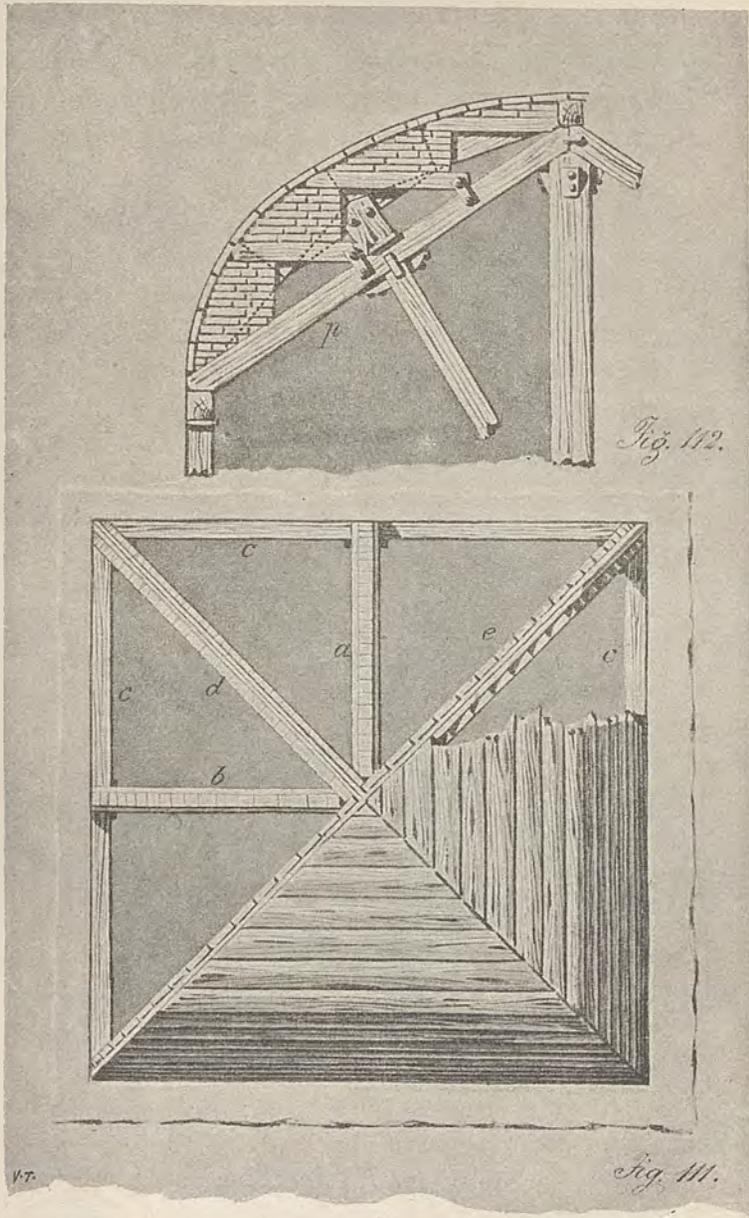
Un'armatura con centine di materiale, analoga alla precedente, per una volta a botte a direttrice policentrica, è data in prospetto dalla fig. 110, nella quale è rappresentata anche la disposizione che può darsi ai sostegni delle centine, per evitare il loro appoggio sul suolo, che può tornare opportuna per le volte dei piani sopra terra; come mostra la figura, i due correnti da piede c , poggiano su di un trave orizzontale t , incastrato a' suoi estremi nei piedritti; sul trave t è stabilito verticalmente il puntello s , che porta il trave di sommità d ; altri due puntelli verticali s_1 impediscono l'inflessione dei due puntoni p ; la controcattena t_1 e le due saette r corroborano la centinatura.

La fig. 111 offre un esempio di armatura con centine di materiale simili alle precedenti, per una volta a schifo a tutto sesto di pianta quadrata; sopra un telaio di quattro travi orizzontali c messi contro i piedritti e portati da ritti verticali, poggiano due centine, di mezzaria semicirculari a, b , fatte di materiale, e due altre centine diagonali semielittiche d, e ; i puntoni di legno delle centine, sono in sommità fermati su di un trave stabilito verticale, col suo piede nel centro della pianta della volta; la fig. 112 dà il particolare per una metà di una delle centine diagonali; essa è formata da due puntoni p ac-

coppiati ed inclinati, sopra i quali si dispone, nel loro mezzo, una centina leggiera di tavole, che vedesi nella figura in parte punteggiata, e che serve a determinare il profilo ellittico della centina; lateralmente alla centina di tavole si stabiliscono so-

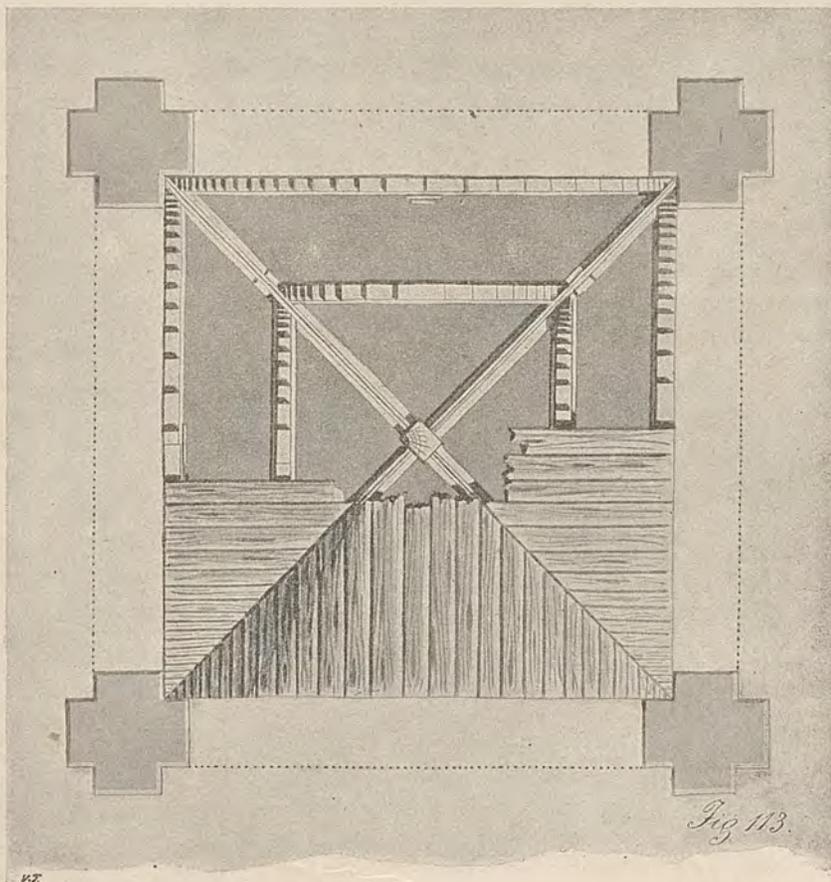


vra i puntoni *p*, come per le altre centine simili, le pile di mattoni a secco che completano la centina, e che in questo caso, per la loro lunghezza, sono portate anzichè da tavole da costoni di legno. Il manto della armatura si fa con tavole di legno messe sopra le centine, e dirette come le orizzontali degli spicchi cilindrici della volta.



Nelle fig. 113 e 114 sono rispettivamente rappresentate le distribuzioni in pianta delle centine di materiale, per una volta a crociera e per una volta a vela di pianta quadrata, e l'or-

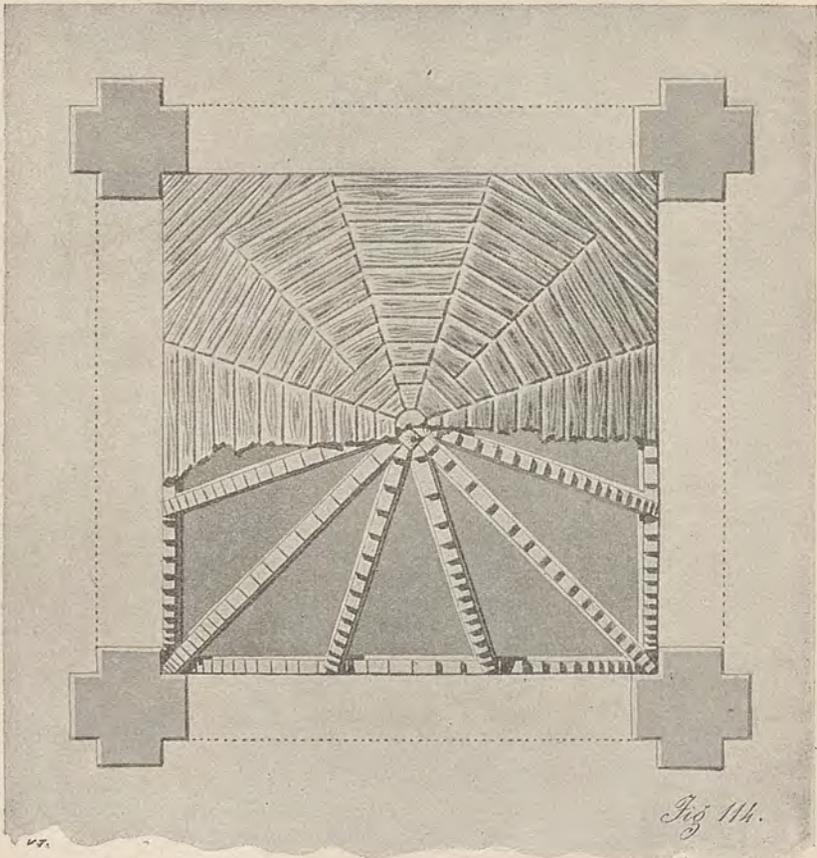
dinamento delle tavole del manto, conformemente ai criteri generali che si sono esposti per questi generi di volta, venendo sempre le centine formate similmente a quelle già descritte per le volte a botte ed a schifo; in queste armature poi, la super-



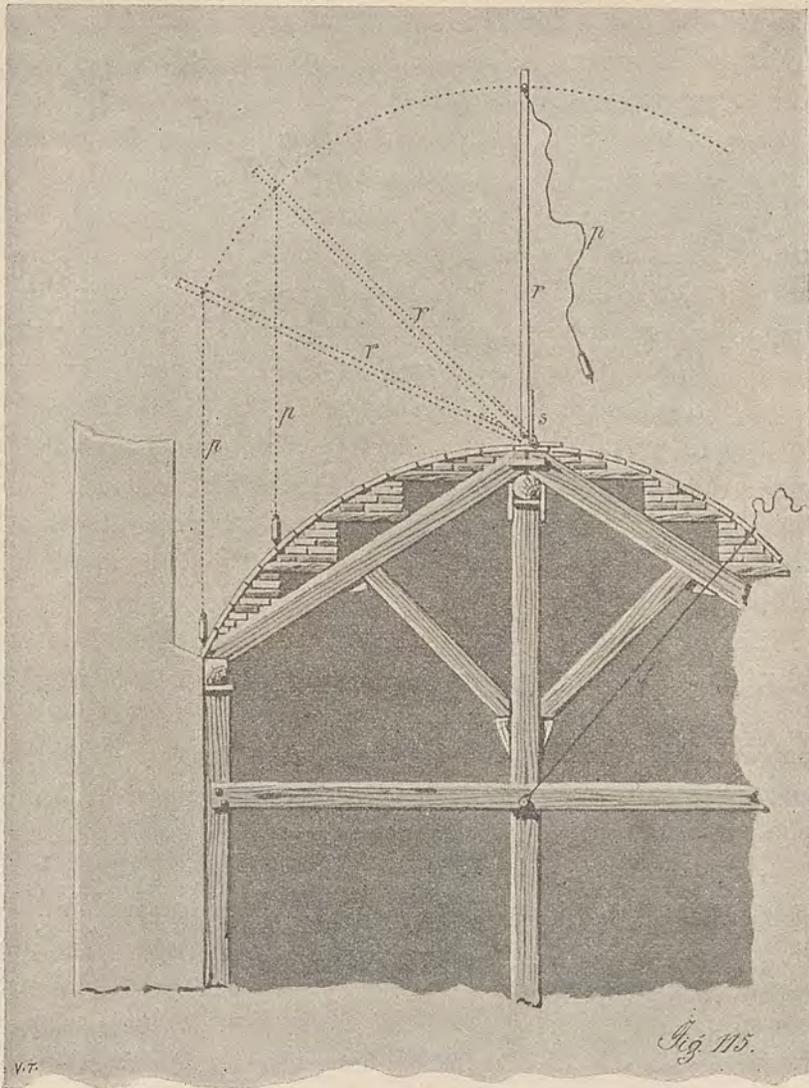
ficie tondeggiante del manto, si rende continua e regolare, distendendovi ed ordinandovi sopra uno strato di malta.

Il manto delle armature per le volte, dovendo riprodurre esattamente la superficie geometrica del loro imbotte, deve essere stabilito su pile di mattoni il cui profilo reso, come si è detto, regolare con malta, corrisponda alla curvatura del sesto

della volta; la superficie poi del manto stesso, essendo formata da tavole semplicemente poggiate, e che potrebbero smuoversi, deve essere riscontrata di mano in mano che la struttura murale della volta si compie. La fig. 115 mostra il mezzo pratico



col quale si possono raggiungere questi intenti per la costruzione delle volte a direttrice circolare: il profilo circolare del materiale delle centine, come è indicato nella metà parte a destra della figura, si traccia col filo fissato al centro del profilo stesso, come nelle centine per le arcate; nella metà parte a sinistra della figura, è indicato il mezzo col quale, dopo com-



piuto il manto, se ne può riscontrare la superficie; nel vertice del manto, e nel punto in cui si vuol compiere l'operazione, si fissa, col sussidio di una squadra di ferro a cerniera *s*, un regolo di legno *r*, che può ruotare intorno ad un perno che sta al suo piede; all'estremità superiore del regolo *r*, e ad una

distanza dal perno eguale al raggio di curvatura della linea direttrice del manto, si fissa un filo a piombo p , lungo quanto il detto raggio; facendo ruotare il regolo r attorno al suo piede, il filo a piombo dà le ordinate del profilo circolare del manto, e serve di guida per l'ordinamento delle tavole.

Le *volte reali* si fanno comunemente di mattoni, assegnando loro uno spessore di una o più teste; talora si fanno anche di pietra, impiegandovi delle pietre leggiere ed in pari tempo resistenti come sono i tufi. Il materiale delle volte reali, viene collocato in opera in suoli o filari, che sono diversamente ordinati negli imbotti, interponendo tra i filari, dei sottili letti di malta finamente crivellata; nelle strutture delle volte, come in quelle murali andanti, i giunti dei materiali, nei filari contigui, devono scansarsi, assestando i materiali stessi con una regola affatto simile a quella indicata pei muri di mattoni.

La fig. 116 dà in pianta l'ordinamento dei filari di mattoni, in una volta reale a botte a tutto sesto, con due sistemi di morse per la sua costruzione; i filari sono diretti come le generatrici dell'imbotte cilindrico, ed i piani dei letti di malta concorrono tutti ad una retta orizzontale, che è l'asse centrale della volta nel suo piano di imposta. La costruzione della volta si inizia contemporaneamente alle due imposte, e si chiude in serraglia. Un tale ordinamento, non è conveniente per le volte reali a botte a tutto sesto, la cui direttrice circolare abbia un raggio grande di curvatura, e per le volte a botte ribassate in genere, nelle quali il rapporto tra la saetta e la corda della direttrice sia piccolo, diventando, in tali volte, e per tale ordinamento, minimo il contrasto che si sviluppa tra i materiali dei filari in chiave. Si preferisce quindi, in questi casi, distribuire i filari dei mattoni come è indicato in pianta colla fig. 117; i filari sono ordinati simmetricamente nelle quattro parti rettangolari in cui è divisa la volta dai due piani verticali mediani, ed in ciascuna di queste parti, i filari sono diretti con



Fig. 116.

v.t.

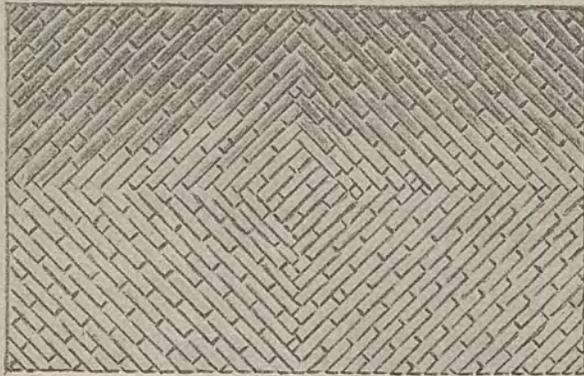


Fig. 117.

v.t.

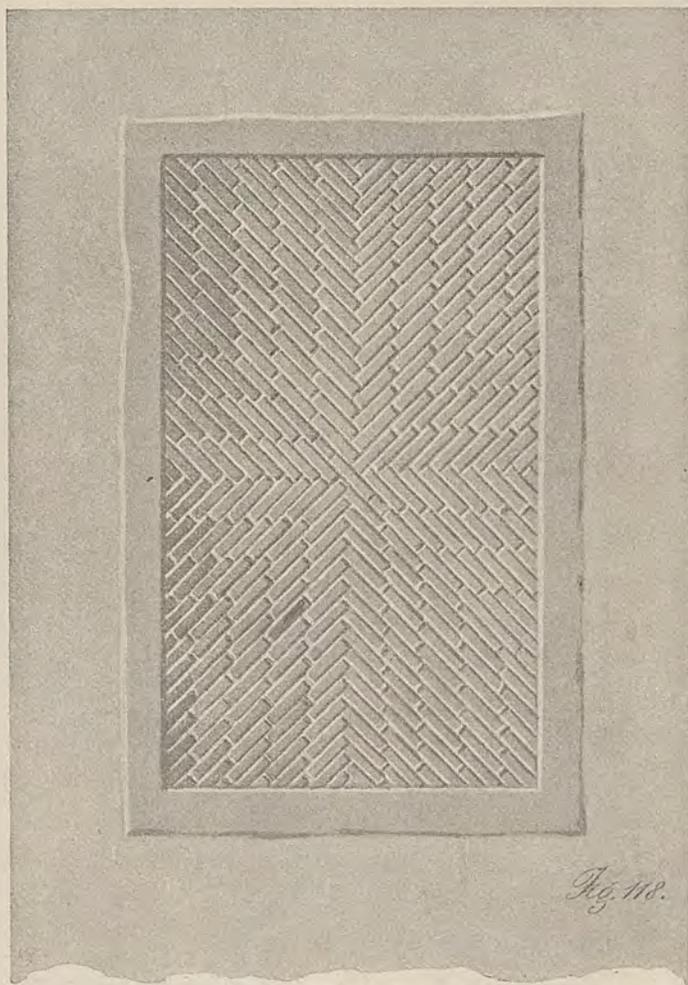
una inclinazione di 45° per rispetto alle murature di contorno, la quale inclinazione, però, è opposta nei riparti contigui, cioè i filari che si proiettano in pianta rettilinei, formano, nella struttura murale della volta, come altrettanti archi zoppi ellittici che si uniscono, con inclinazioni contrarie ed a zig-zag, lungo le due linee di mezzaria della volta, ossia lungo la mezzaria longitudinale rettilinea, e lungo quella trasversale circolare. La costruzione della volta si incomincia nei quattro angoli del locale, e si chiude nel mezzo.

Un'altra pratica di ordinamento del materiale, per le volte reali a botte ribassate, o di grande raggio di curvatura, è data dalla fig. 118; la volta viene decomposta in quattro parti, coi due piani verticali diagonali e tra loro perpendicolari, che passano per il centro della volta, ed in ciascuna di queste parti, i filari si dirigono con due inclinazioni contrarie che formano, anche in questo caso, un angolo di 45° coi muri di contorno; i filari che si proiettano ancora rettilinei in pianta, costituiscono essi pure, nella struttura murale della volta, altrettanti archi zoppi ellittici che si uniscono a zig-zag lungo le due linee mediane della stessa. Il lavoro di costruzione della volta, si inizia nel suo centro, e si prosegue in ciascuna parte nel verso delle diagonali che passano per esso.

Le volte reali a botte ribassate e policentriche di mattoni, si adottano assai sovente per la copertura dei sotterranei delle fabbriche, praticando in esse, all'occorrenza, lungo le loro imposte, delle lunette ad imbotte cilindrico, od a superficie rigata leggermente gobba, per derivare la luce da finestre strombate nelle murature di imposta delle volte, le quali finestre si aprono verticali nelle alzate delle soglie delle botteghe, oppure orizzontali nelle soglie stesse, od anche verticali nei basamenti delle facciate.

La fig. 119 dà la pianta della apertura che si pratica nella volta, in riscontro alla strombatura della finestra, sulla quale apertura deve essere stabilita la lunetta per una finestra aperta

verticalmente in un basamento di facciata. La detta apertura della volta si fa troncando la stessa nei due piani mn , pq , per un certo numero di corsi sopra l'imposta, e per una lar-



ghezza eguale a quella della strombatura del muro, senza che la sua stabilità venga alterata, ed impostando in n , q , un archetto nrq di mattoni che ha per sesto un arco di circolo, il cui centro è in o , ossia dalla parte esterna alla volta, e che

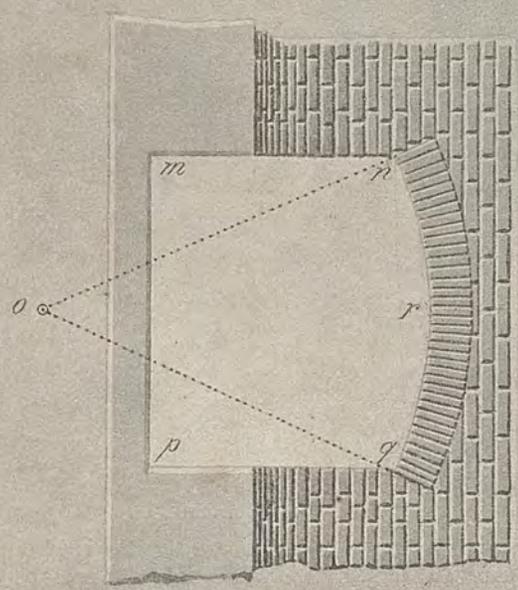
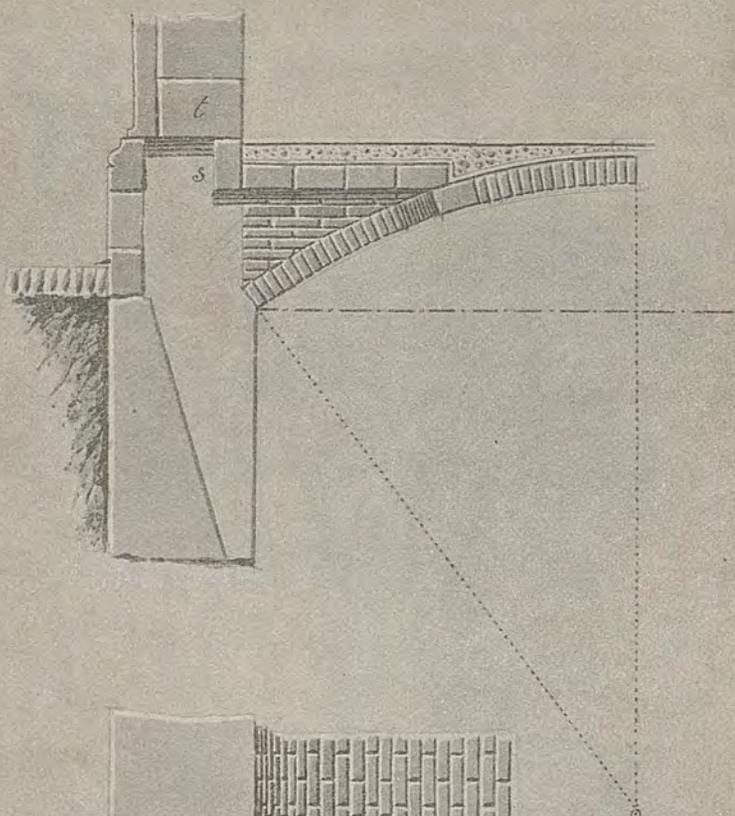


Fig. 119.

si adatta alla superficie cilindrica della volta a botte per riceverne l'imposta nella tratta della lunetta.

Come si vede dalla sezione verticale della stessa fig. 119, la chiusura laterale e la copertura della lunetta, sono rispettivamente formate da due muricciuoli, che si elevano sopra i due tagli laterali della volta, fino al livello dei punti n , q , e da una voltina cilindrica, che si imposta sui detti muricciuoli e sull'archetto nrq ; la fronte s poi della voltina, si eleva fino all'incontro dell'imbotte della piattabanda t , che porta il muro sopra la strombatura del sotterraneo.

Una costruzione affatto simile della lunetta, si fa anche quando l'imposta della volta a botte principale sia più bassa di quella già considerata, per rispetto al livello del suolo esterno, tenendo la voltina della lunetta inclinata o rampante, anzichè orizzontale.

Una struttura di questo genere, per una lunetta di un sotterraneo, è data in pianta e sezione verticale, dalla fig. 120, nella quale si è imaginato che la luce debba essere derivata da una apertura verticale a , praticata in un gradino appena sopra terra, e da una apertura orizzontale b , praticata nello spessore del muro di facciata di un fabbricato; e si è ritenuto che i filari della volta sieno ordinati a schiancio. L'archetto mrq si è fatto a tre centri, impostandolo, non già sulla volta come nel caso precedente, ma direttamente sulla muratura; la voltina poi della lunetta, si è fatta rampante ed a superficie rigata, senza il sussidio dei muricciuoli laterali.

Nelle volte reali dei sotterranei sovente si aprono dei buchi, per adattarvi dei lucernarî o per il passaggio di scale; la fig. 121 mostra la pianta della struttura da darsi alla muratura di una volta a botte di mattoni, nella quale è praticata in chiave una apertura circolare, essendo i filari dei mattoni diretti come le orizzontali dell'imbotte della volta; l'apertura viene contornata con una ghiera circolare di mattoni, che si forma prima di chiudere la volta, per impostarvi i filari della sua parte centrale.

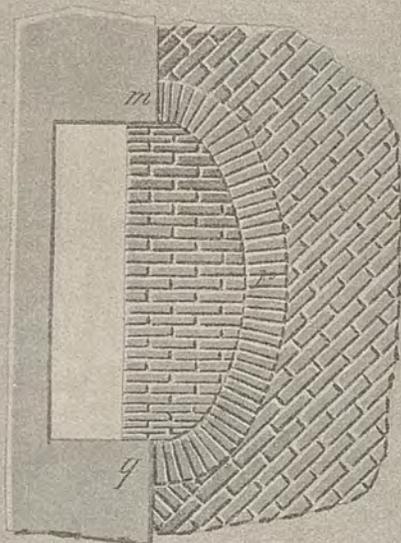
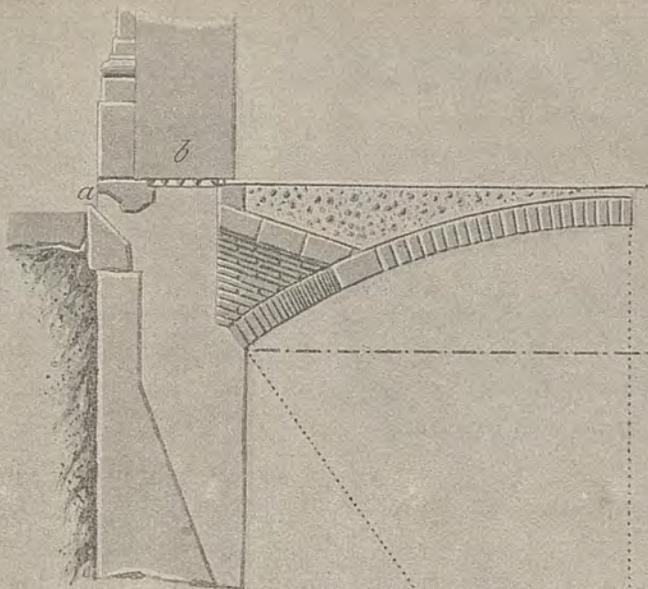
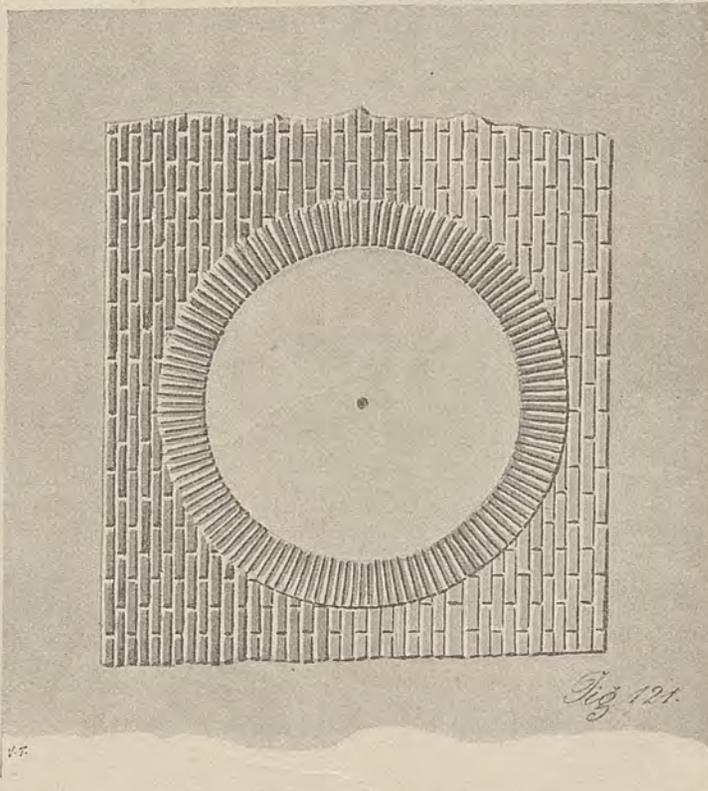


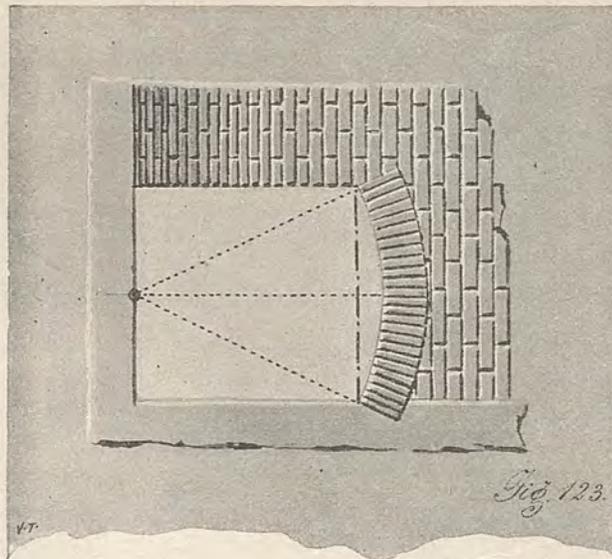
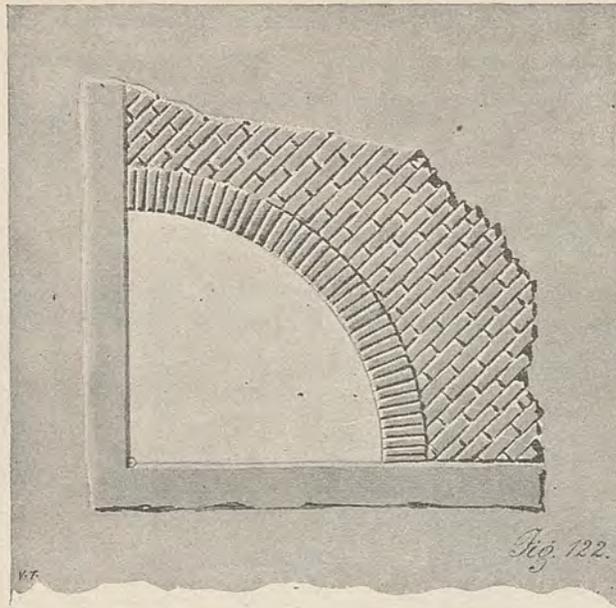
Fig. 120.

Le fig. 122 e 123 rappresentano in pianta i mezzi di formazione delle aperture in angolo, pel caso della volta a botte di mattoni con filari longitudinali, e per quello con filari a schiancio.

Nelle volte reali a schifo, i mattoni, ordinariamente, si pre-

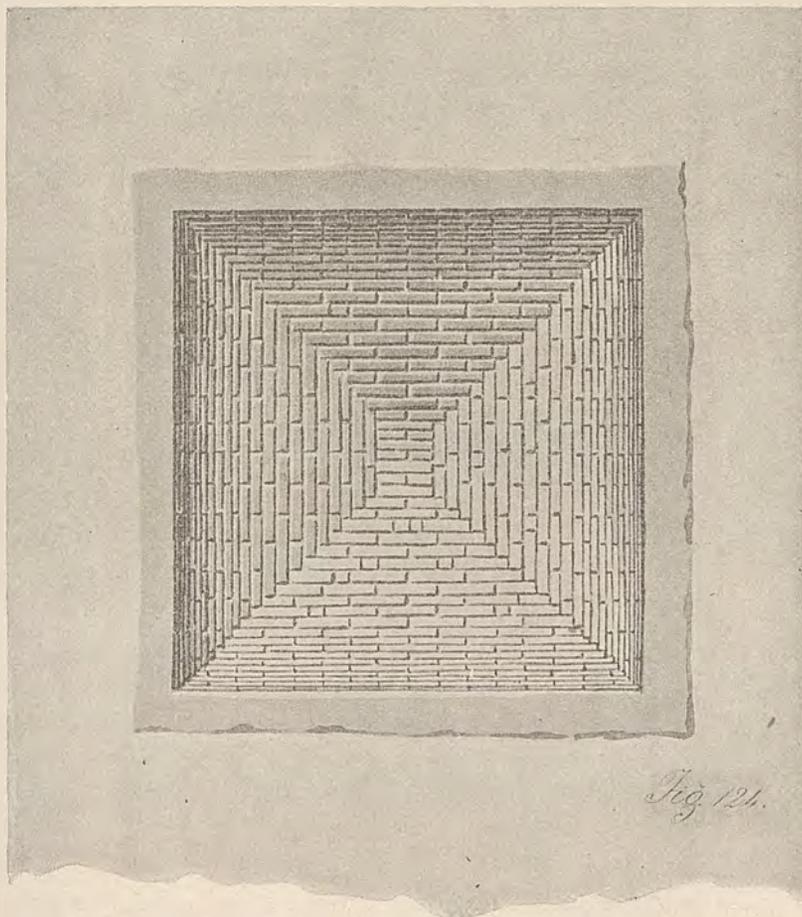


ferisce di distribuirli come è indicato in pianta nella fig. 124, ordinandoli in filari i quali, in ciascun spicchio, come nelle volte a botte, hanno le eguali direzioni delle orizzontali dell'imbotte, e si uniscono a spina pesce lungo gli spigoli diagonali, incominciando sempre la costruzione della volta contemporaneamente alle imposte dei quattro spicchi, e chiudendola in chiave.



La fig. 125 dà la pianta dei filari di mattoni per una volta reale a crociera, diretti in ciascun spicchio come le ge-

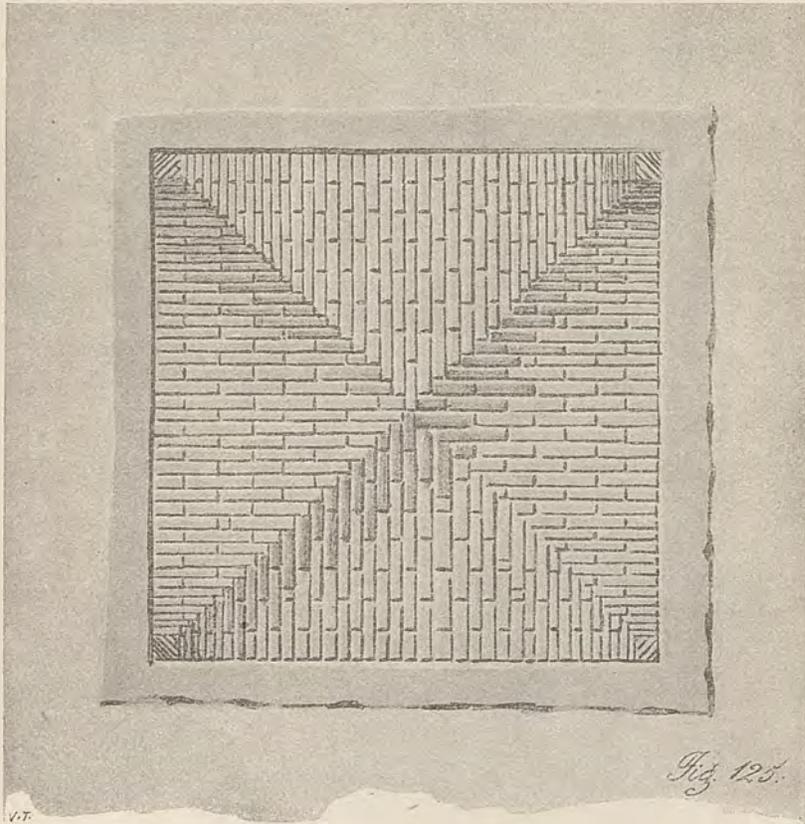
neratrici del loro imbotte cilindrico, ed uniti a zig-zag in corrispondenza dei due spigoli diagonali della volta; la muratura della volta, nei quattro angoli, viene formata prima dell'im-



pianto della armatura, in vista della ristrettezza dello spazio che sopra di essa vi corrisponderebbe.

Sovente si adotta con vantaggio, nella costruzione delle volte reali a crociera, l'ordinamento dato dalla fig. 126, il quale consiste nel formare le quattro porzioni di volta che stanno

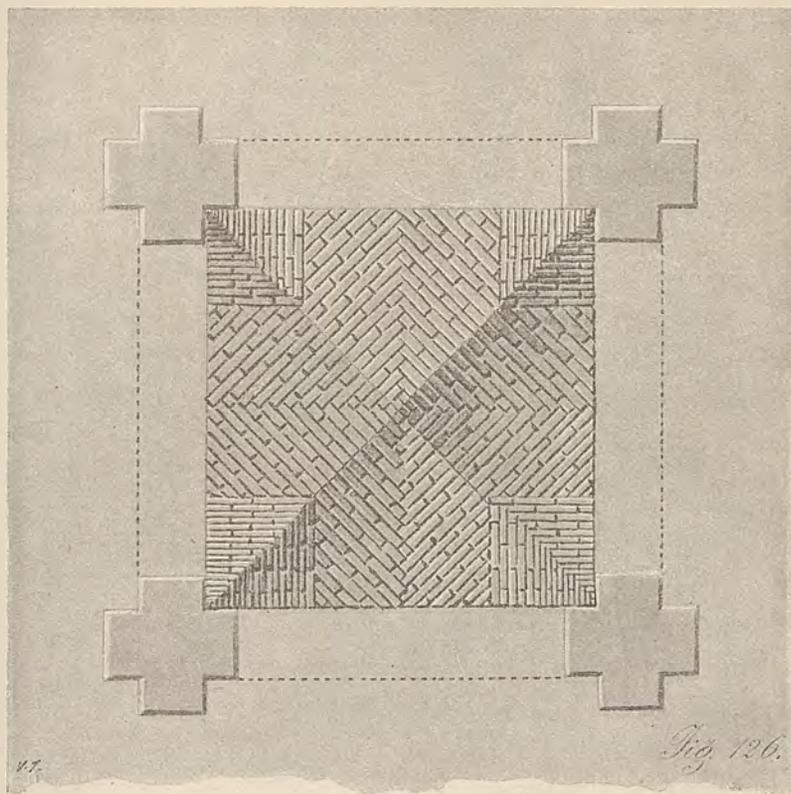
nei quattro angoli appena sopra l'imposta, con filari rettilinei, diretti come quelli della fig. 125, e nel formare la parte di mezzo di ciascun spicchio della crociera, ordinando i filari come



nella figura, ossia come altrettanti archi zoppi ellittici, distribuiti simmetricamente per rispetto alla mezzaria dello spicchio stesso, con inclinazioni opposte di 45° .

Le strutture murali delle volte reali a vela, possono avere i filari distribuiti in diverse maniere. Uno di questi ordinamenti dei filari è rappresentato, per una volta a vela di pianta quadrata, colla fig. 127; in essa i filari sono distribuiti come

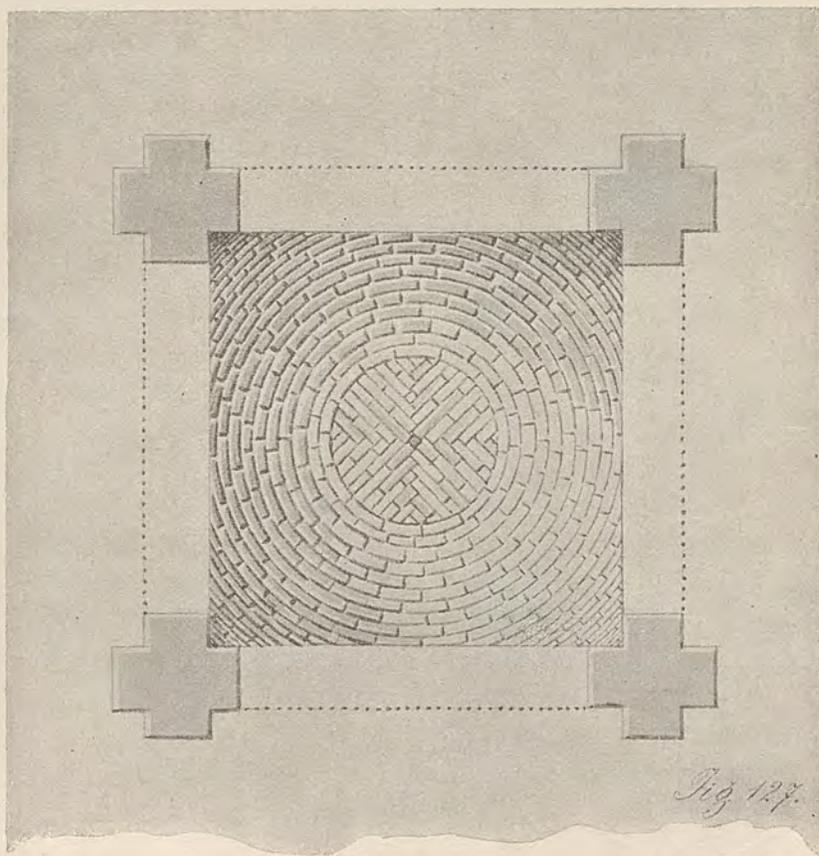
i paralleli dell'imbotte sferico della volta, e formano tanti anelli di materiale, tra i quali si hanno dei letti di malta conici, che hanno il vertice nel centro della volta; per evitare poi gli anelli



centrali di piccolo raggio, che difficilmente si possono costruire regolari, la volta è chiusa in chiave con filari diretti, come nella figura, con inclinazioni opposte, parallele alle due linee meridiane diagonali della volta.

Per diminuire le spinte, che la struttura murale della fig. 127 esercita contro le arcate di contorno, si preferisce talora, per le volte reali a vela, di distribuire i filari simmetri-

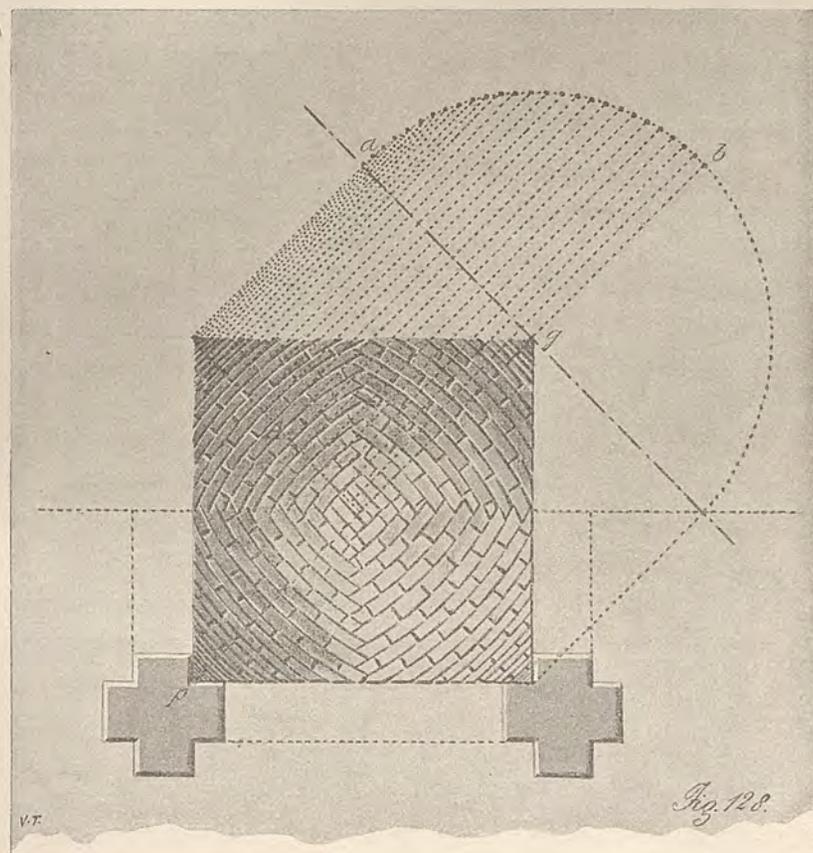
camente nei quattro quadranti in cui risulta divisa la volta dai due piani verticali mediani, nel modo indicato dalla fig. 128, che si espone per quanto riguarda il quadrante *A*; sul meri-



diano diagonale del quadrante, che si è imaginato ribaltato in *ab*, si segnano le divisioni corrispondenti alle grossezze dei filari; i piani dei letti si fanno in seguito passare per queste divisioni, e si stabiliscono concorrenti alla diagonale *pq* nel piano di imposta della volta; similmente si procede per gli altri quadranti; i filari quindi in ciascuno di essi si delineano

circolari sull'imbotte della volta, e si proiettano ellittici in pianta.

Le volte reali dei sotterranei, si costruiscono assai age-

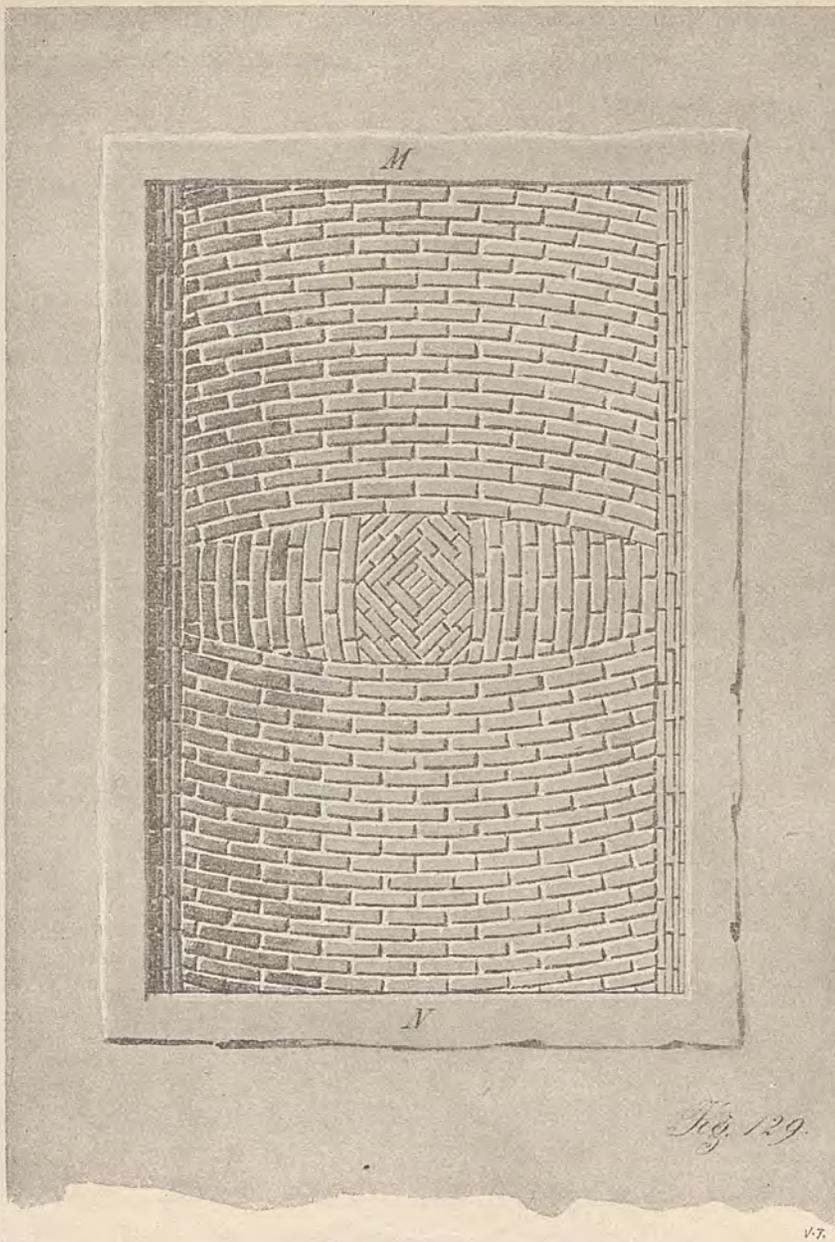


volmente, con molta speditezza, e con economia, anche senza armatura, coll'opera di muratori speciali, i quali hanno una particolare perizia nell'esecuzione di questi lavori, e riescono ad ordinare ottimamente il materiale anche nelle volte di ampiezza grande, ed in quelle irregolari ed a lunette, servendosi al più, per queste ultime, di piccole armature di sussidio molto

leggiere. Il lavoro viene compiuto, impiegandovi ottimi mattoni forti, collocandoli in opera umidi perchè possano prontamente cementarsi, e murandoli con malte che sieno piene, pastose, preparate con calci e sabbie opportune, affinchè possano avere una tenacità sufficiente per determinare la pronta adesione dei materiali; ogni mattone viene sulle faccie di contatto rivestito di malta, ed in seguito posato in opera comprimendolo acciocchè la malta si distenda uniforme, ed aderisca a tutta la superficie del materiale.

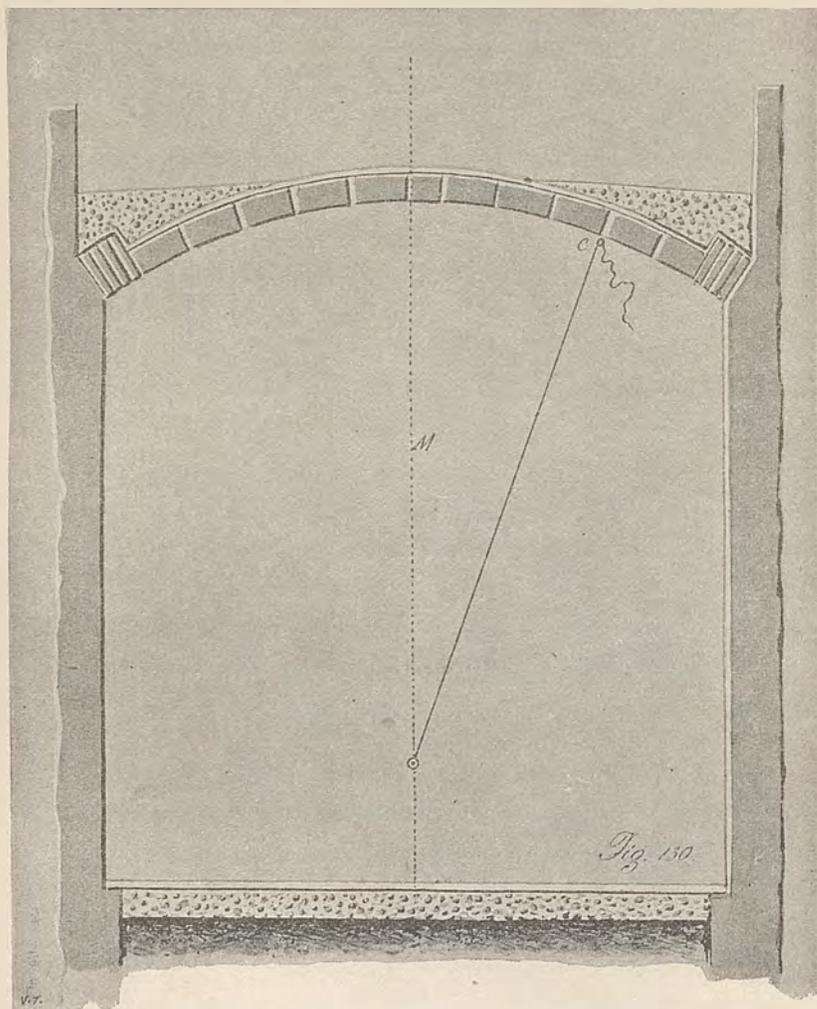
Nelle fabbriche, ordinariamente, queste volte reali senza armatura, hanno uno spessore di una o di due teste, e si fanno, preferibilmente, ad imbotte cilindrico.

Le fig. 129 e 130 mostrano, in pianta e sezione verticale, la distribuzione del materiale in una volta reale a botte, la quale può essere costruita senza armatura seguendo la pratica che si espone; su ciascuna delle faccie dei due muri di testa M ed N , si distende una fascia di malta nella zona corrispondente alla sezione estrema della volta; col mezzo di un filo e colla punta di un chiodo c , si scalfisce in essa l'arco circolare direttore dell'imbotte; le porzioni laterali della volta, che ne formano le imposte, si predispongono con mattoni in filari rettilinei, diretti come le orizzontali dell'imbotte; la costruzione della volta si comincia fra le dette imposte, e si prosegue contemporaneamente dai suoi due estremi M ed N , formandola ad anelli trasversali successivi, e chiudendola nel mezzo; gli anelli trasversali non sono verticali nè piani, avendo una leggiera inclinazione verso i muri di testa della volta, ed una certa concavità verso il centro della volta stessa per facilitare in essi la posa del materiale; per ciò occorre di formare le due testate della volta con porzioni di anelli, che si adattano alle faccie M ed N dei muri di testa, allorchè se ne principia la costruzione; la volta in chiave viene chiusa, come nella figura, con anelli diretti in parte perpendicolari ai primi ed in parte a spina pesce. Sopra l'estradosso delle volte reali, si eseguisce



sempre un riempimento di calcestruzzo per estradossarle piane e renderle più solide.

Le *volte di getto* si fanno di calcestruzzo; per la loro costruzione si richiede l'impiego di armature sufficientemente



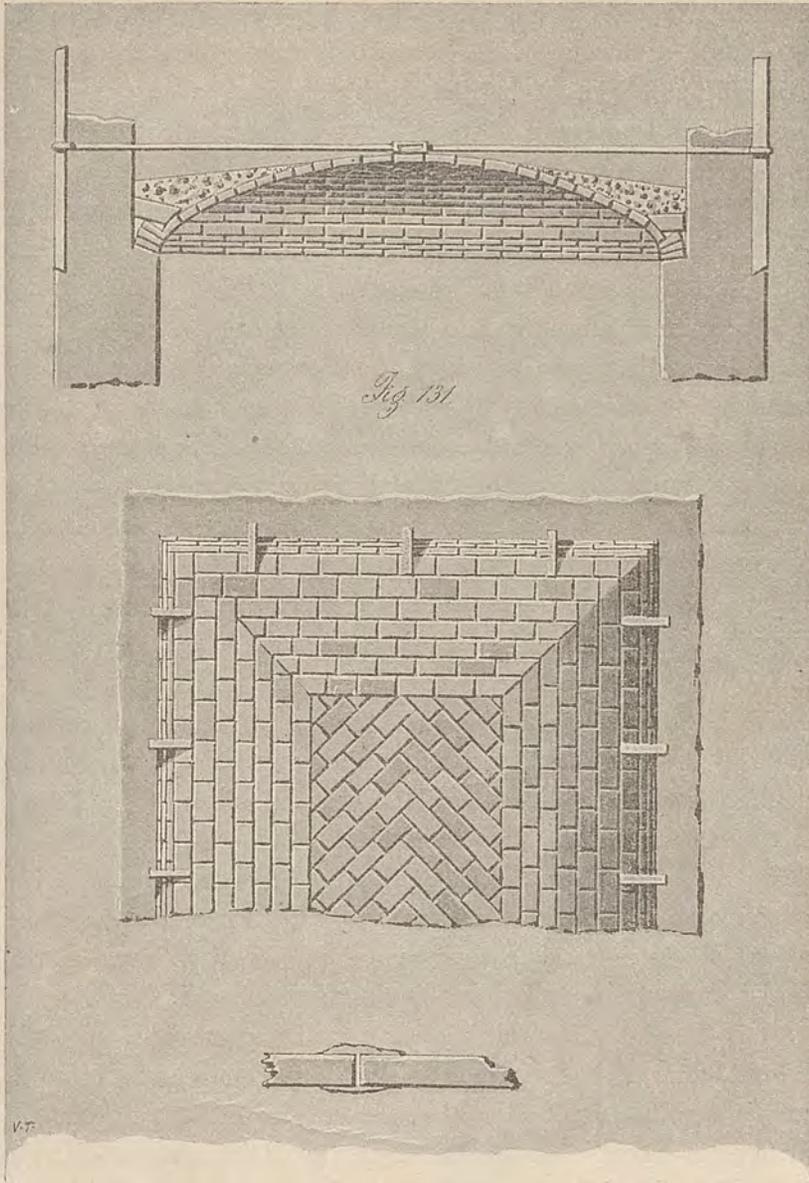
robuste, perchè possano resistere, senza deformarsi, al peso del calcestruzzo bagnato, ed agli urti della sua battitura; il manto della centinatura, deve essere formato assai regolare, con as-

sicelle strette, scostate tra loro di circa mm. 10, onde l'acqua che si sprema dal calcestruzzo battendolo, possa scolare sotto la centinatura. Queste volte si preferisce di costruirle a botte ribassate, predisponendo anche, in certi casi, le imposte con alcuni filari di mattoni; il calcestruzzo non deve essere asciutto a ciò che comprimendolo, possa diventare omogeneo, ed uniformemente compatto; esso deve essere preparato coi ghiaietti o coi rottami di laterizî, ed adoperato fresco, ossia appena impastato, procedendo assai sollecitamente nella sua posa in opera. La posa del calcestruzzo si fa a strati ed in bande trasversali, che si distendono, si battono e si sovrappongono, incominciando contemporaneamente dalle due imposte, per modo che, col procedere del lavoro, gli strati vanno acquistando una estensione sempre maggiore nel verso della larghezza della volta, finchè essa ha raggiunto il giusto suo spessore; è opportuno quindi che queste volte siano estradossate piane. La battitura del calcestruzzo si fa con arnesi a tavoletta, e deve essere condotta in maniera regolare ed uniforme da muratori i quali, ordinariamente, eseguono questo lavoro subito dopo che altri muratori abbiano disteso il calcestruzzo stesso; essa poi deve essere continuata finchè l'acqua di calce del calcestruzzo si manifesta alla superficie. Il disarmo di queste volte, si fa dopo la copertura della fabbrica, e non prima che sieno trascorse almeno sei settimane dalla loro costruzione. In Germania, dove queste volte ricevettero estesa applicazione, si ritiene che ad esse basti assegnare uno spessore in chiave, compreso tra 0,035 e 0,04 della corda, facendole ribassate, con una saetta compresa 0,08 e 0,10 della stessa corda.

Le volte di quarto sono quelle sottili, fatte con mattoni cavi o pieni, murati di pianta con malte che, per le volte non molto ampie, si impastano con sabbie silicee finissime, e talora anche coll'aggiunta di un po' di gesso, e per quelle di grande corda, si fanno di puro cemento a rapida presa. Le volte di questa specie vengono, da muratori particolarmente

esperti in questo genere di lavoro, eseguite senza armature, talvolta col sussidio di sottili centinelle di tavole, le quali, più che altro, servono a dirigere il lavoro; le medesime poi, per la loro leggierezza sono nelle fabbriche opportunamente destinate alla copertura delle stanze nei piani sopra terra, ed in alcune regioni sono di uso assai comune; ordinariamente, si fanno a schifo ribassate, con saette piuttosto piccole, e si costruiscono con sicurezza con ampiezze o corde fino a m. 5, ed anche più; quelle a vela di quarto sono parimenti comuni per le piante quadrate e rettangolari col lato maggiore lungo fino a m. 5,50; le porzioni di volta, appena sopra le imposte, si fanno di una testa come per le volte reali, e sopra la volta, lungo i suoi fianchi, si murano dei piccoli speroni, che possono consistere anche solo di mattoni messi in coltello a distanze di m. 0,50, per rafforzarne la struttura; si fa poi il riempimento, lo spianamento e l'armatura di tiranti di ferro come per le volte reali. Le volte di quarto, di ampiezza grande, vengono corroborate con ghiera, ossia arconi di muro, distribuite nella loro struttura anche lungo i loro spigoli; tali arconi, ordinariamente, hanno comune l'imbotte colla volta, aggettano sopra di essa, ed hanno delle morse colle quali si addentellano col materiale della medesima.

La fig. 131 dà, in pianta e sezione verticale, l'ordinamento dei mattoni in una volta di quarto a schifo rettangolare, costruita con mattoni murati con malta di puro cemento a rapida presa, bagnato poco per volta; le imposte sono di una testa; nelle porzioni che formano i fianchi della volta, la costruzione si comincia negli angoli, ed i mattoni sono in queste porzioni distribuiti in filari diretti come le orizzontali dell'imbotte, e vengono negli spigoli in parte saprammontati nei filari più bassi, ed uniti a schisa o, come dicesi, a *quarta buono* in quelli più alti; nella parte centrale piatta della volta, poi, i mattoni sono ordinati in filari, con inclinazioni opposte di 45°, che si uniscono in serraglia a spinapesce.



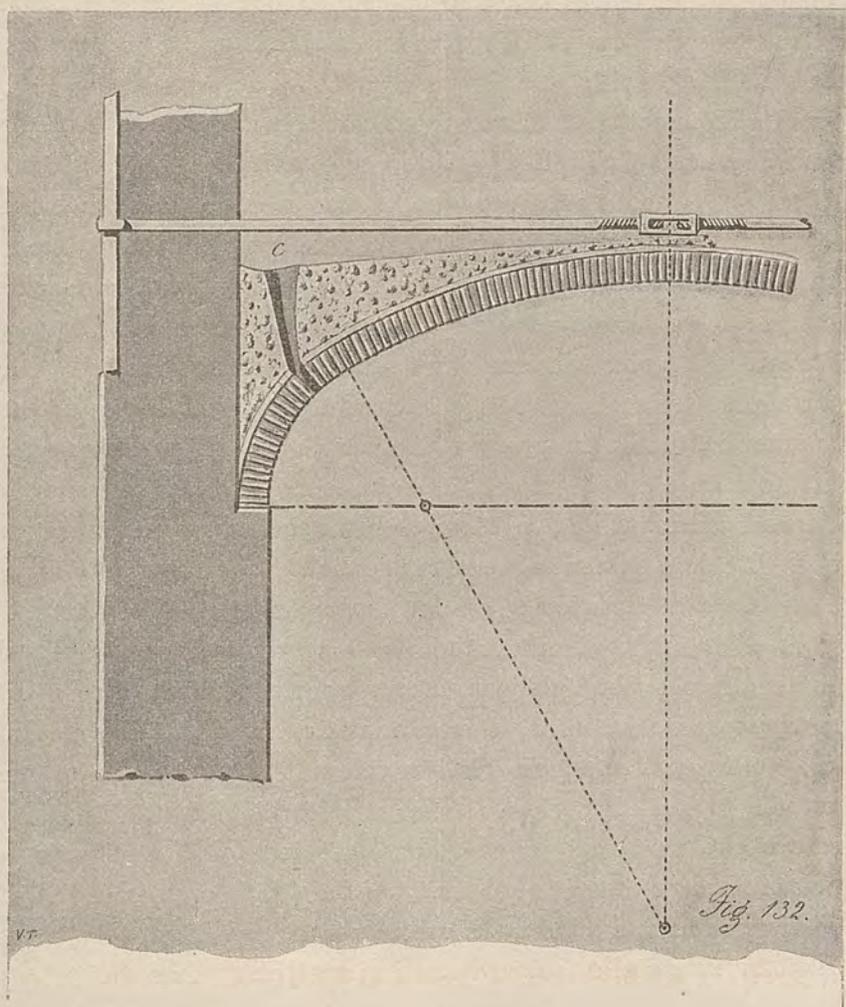
I mattoni, come si è detto, si adoperano umidi, ciascuno di essi viene, colla testa e col fianco, immerso nella malta di

cemento a rapida presa, impastata di fresco, e posato in opera battendolo colla cazzuola in costa, obbligando la malta a schizzare fuori del giunto; la malta viene poi colla cazzuola compressa e lisciata sopra e sotto lungo il giunto, come appunto si vede in un particolare della stessa fig. 131.

Ultimata la costruzione delle volte reali e di quarto, si distende sul loro estradosso uno strato di malta di calce idraulica, o di cemento a lenta presa, che serve a preservare la struttura murale dall'umido, e che chiamasi la *cappa*, sopra la quale si distribuisce a strati il calcestruzzo di riempimento. Come è indicato nella fig. 132, che dà in sezione verticale una porzione di volta, colla sua cappa e col suo riempimento, nella struttura murale, ed in quella del riempimento delle volte, si praticano dei piccoli condotti *c*, per scaricare sotto la volta durante i lavori, l'acqua di pioggia, o quella che, eventualmente, vi può venire versata sopra; questi canaletti si aprono nei filari dei mattoni, con sezione rettangolare di m. $0,05 \times 0,12$, e si allargano in sommità ad imbuto per impedire che troppo facilmente si otturino. Mentre si costruiscono le murature delle fabbriche, si devono predisporre in esse le imposte delle volte; queste impostature, si fanno praticando nei muri delle incassature longitudinali, la cui profondità dipende dalla grossezza che ha la volta alla sua imposta; allo scopo poi di sorreggere la muratura che sovrasta a tali incassature, si distribuiscono in esse dei pilastrini di muro equidistanti, che le dividono come in tanti scomparti.

× 27. **Le impalcature da solaio in generale.** In molte regioni, sono nelle fabbriche, di uso assai comune le impalcature, in sostituzione delle volte, per coprire le stanze e per portarne i pavimenti; esse sono strutture di legname o di ferro, od anche miste, formate da travicelli ordinati parallelamente tra loro, a distanze variabili, poggiati ai loro estremi sulle murature di contorno più prossime, oppure su travi maestre, completate con un suolo di tavole, messe sopra i travicelli per

quelle in legno, o con voltine costruite tra essi per quelli in ferro, e sovente ultimate anche con un plafone piano che ne



maschera la orditura; le impalcature, in generale, sono convenienti per tutte le fabbriche nelle quali le murature si vogliono piuttosto sottili, e nei casi in cui si vogliono evitare le spinte delle volte; si nota però che i travicelli essendo,

nelle impalcature, piuttosto vicini, indeboliscono col loro incastramento le strutture murali, e tendono, per lo sforzo di inflessione a cui sono cimentati, ad agire alle loro estremità come leve nel muro; tenendo calcolo di ciò, si suole limitare l'appoggio dei travicelli stessi sui muri, facendolo compreso tra m. 0,10 e 0,12.

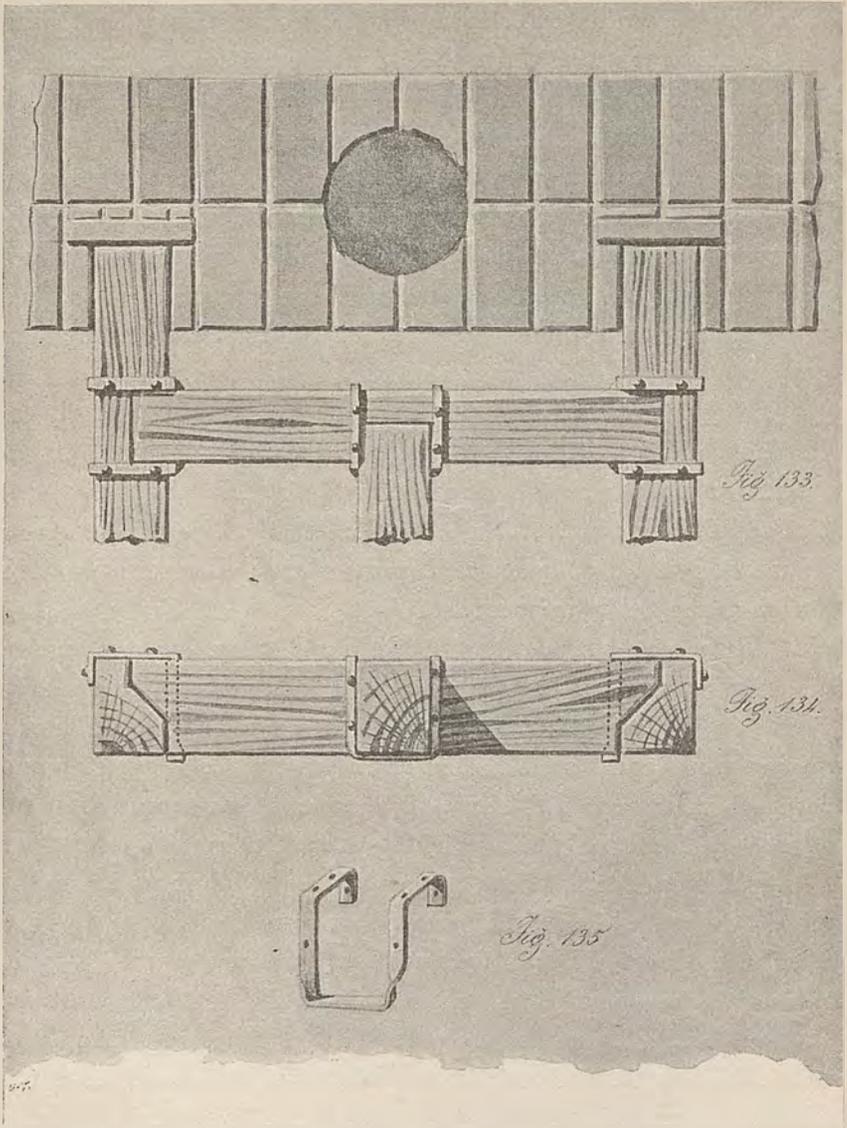
Le impalcature di legname, in confronto di quelle in ferro, sono generalmente più leggiere, economiche e speditamente allestite; segnatamente per queste loro particolarità sono ancora usate, quantunque non si possa fare grande e sicuro conto sulla loro durata, e formino delle strutture piuttosto elastiche, le quali presentano inoltre maggior pericolo d'incendio di quelle in ferro. I travicelli hanno una sezione rettangolare, ed ordinariamente si scelgono tra le squadrature che si trovano in commercio, dando la preferenza a quelle sezioni nelle quali il lato minore è all'incirca 0,71 di quello maggiore; essi vengono disposti orizzontali ed in costa, a distanze tra loro comprese tra m. 0,40 e 0,60 da centro a centro, ed hanno portate fino a m. 5; la distanza dei travicelli, per le portate ordinarie di circa m. 4, si fa di m. 0,50, diminuendola per le portate maggiori, ed aumentandola per quelle minori; contro le due faccie dei muri estremi che comprendono l'impalcatura, si stabiliscono due travicelli per l'appoggio delle tavole ai loro capi; per preservare le teste dei travicelli dalla umidità delle malte delle murature che, in tempo anche breve, le infracidiscono, esse si poggiano direttamente sui mattoni dei filari, circondandole in corrispondenza a ciascun incastramento, con mattoni a secco disposti in coltello, sopra i quali si mettono orizzontali i mattoni della muratura formando una specie di cassetta, che la toglie al contatto diretto colle malte. Le teste dei travicelli, si preservano dall'umidità, anche coll'uso della vernice detta *carbolineum*, la quale è un derivato del catrame, e deve essere adoperata a caldo; l'operazione si fa, facendo bollire la vernice, e mantenendovi sommersi per qualche minuto i travicelli

colle loro teste. Talora, questa operazione può essere sostituita dalle spalmature di olio cotto. L'incastramento di un travicello, verificandosi in corrispondenza ad una canna da camino, od altro vano qualsiasi, viene evitato, poggiando il travicello al suo estremo su di una traversa di legno, che si colloca a poca distanza dal muro tra i due travicelli laterali, diretta perpendicolarmente a questi; i tagli di unione della traversa coi travicelli, si fanno in guisa che le loro faccie superiori si trovino tutte nello stesso piano orizzontale, rafforzandoli anche con grappe, o staffe, o fasciature di reggia di ferro.

La fig. 133 dà la pianta per uno di questi appoggi, col particolare dei mattoni in coltello in corrispondenza all'incastramento dei travicelli nel muro; la fig. 134 rappresenta il fianco della traversa, colla sezione dei travicelli e relativi tagli di unione; la fig. 135 mostra il particolare della staffa di ferro per sostegno della traversa.

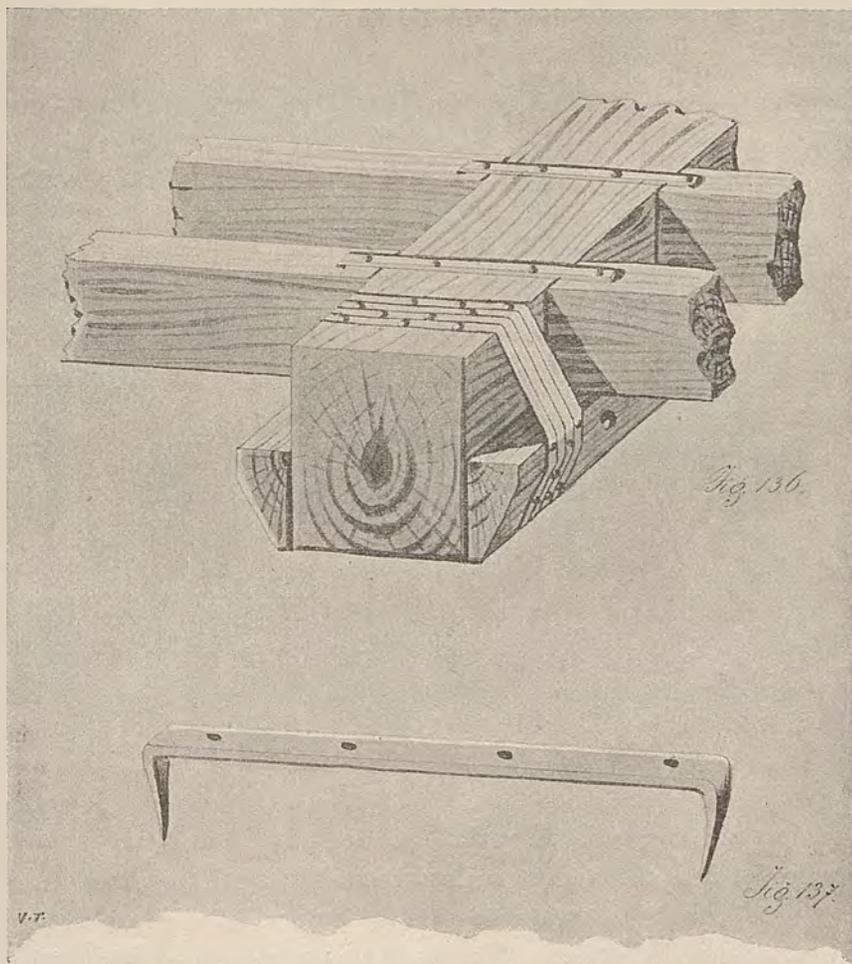
Le tavole che completano le impalcature di legname, si dispongono sopra i travicelli, dirigendole perpendicolarmente ai medesimi, semplicemente avvicinate tra loro sui fianchi, oppure unite con tagli a metà; le unioni dei loro capi si fanno capitare sul mezzo dei travicelli, chiodandole ad ogni loro incontro coi medesimi; le tavole che solitamente si adoperano per le impalcature, hanno una grossezza che è di circa 25 millimetri, e devono essere non troppo strette.

Dovendosi stabilire i travicelli sulle travi maestre di legno, raramente si suole poggiarli e chiodarli direttamente sopra di esse. Si preferisce invece farne l'appoggio, mantenendo i travicelli compresi nella altezza del trave, rendendo così minima l'altezza complessiva della struttura. Ai fianchi del trave maestro di legno, si adattano due correnti o costoni, che si fissano al trave principale con fasciature di reggia di ferro, fatte a distanza tra loro di circa m. 1; i costoni laterali, allorchè sono in opera, presentano una faccia orizzontale piana più bassa di quella superiore del trave di una quantità eguale



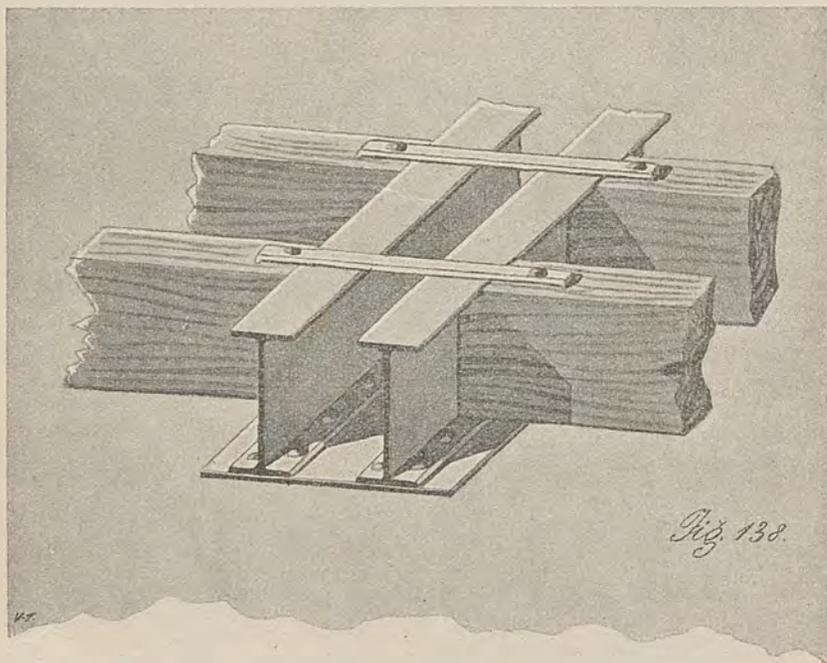
alla altezza dei travicelli. Sui costoni, quindi, si opera l'appoggio di questi ultimi, incatenando anche quelli in riscontro con grappe.

La fig. 136 mostra i particolari di questo appoggio, e la fig. 137 rappresenta una grappa in ferro per il collegamento dei travicelli.



Per ridurre minima l'altezza complessiva della impalcatura, le travi maestre in legno, sovente, sono sostituite da travi in ferro, le quali si fanno anche accoppiate per limitarne l'al-

tezza, unendole tra loro per mezzo di un lamierone di ferro chiodato alle loro falde inferiori; i travicelli si poggiano sulle falde inferiori delle travi di ferro, e si collegano con grappe; facendo poi il lamierone leggermente più largo delle travi, si garantisce meglio l'appoggio dei travicelli; volendosi inoltre



rendere più rigida la travatura, si riempie il vano compreso tra le travi di ferro con calcestruzzo. La fig. 138 indica il modo col quale si può fare questo genere di appoggio. Le travi maestre in genere, si posano in opera poggiandole ai loro estremi sopra pietre spianate, che si incastrano nelle murature, appunto in corrispondenza ai loro appoggi; tali pietre ripartiscono le pressioni trasmesse dal trave, su di una superficie alquanto estesa, esse poi devono avere una grossezza, valutata

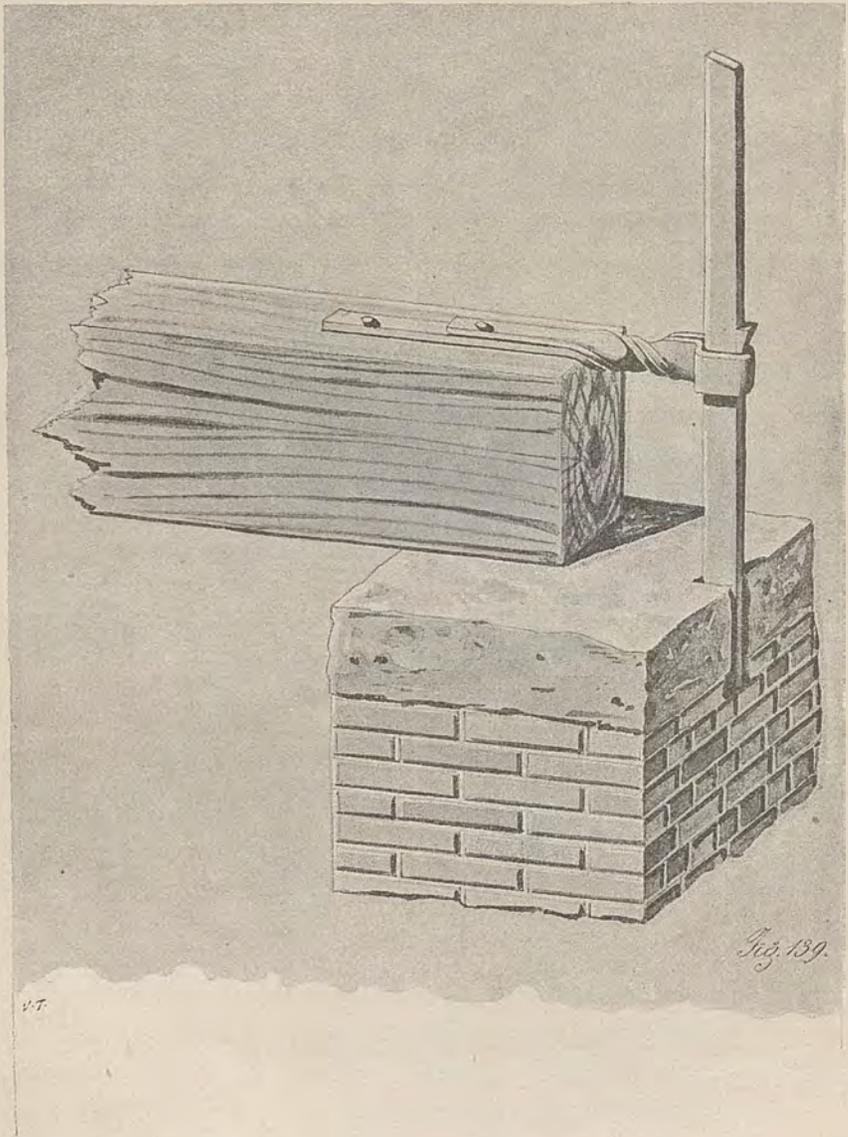
in base a queste pressioni ed alla resistenza della pietra; la quantità di appoggio delle travi maestre si fa non minore di m. 0,25. A ciascun estremo del trave maestro, si fissa una spranga di ferro, che ha una punta simile a quella delle grappe, colla quale si ferma nel trave, ed ha un occhio nel quale si passa una verga di ferro come quella dei capochiave, facendo così funzionare il trave maestro come un tirante, e concatenandolo colle strutture murali della fabbrica. Nel luogo dell' incastramento, si eleva la muratura all'ingiro del trave, mantenendola un po' scostata dalle sue faccie, e su di essa si poggia una pietra, che ricopre il trave, onde preservarlo dall'umidità della muratura.

La fig. 139 rappresenta il modo di appoggio che si è indicato.

Ai travicelli aventi le sezioni rettangolari che si sono indicate, pei quali il rapporto tra il lato minore e quello maggiore è di circa 0,71, si sostituiscono anche dei tavoloni o panconi, che hanno grossezze comprese tra m. 0,05 e 0,10, ed altezze rispettivamente comprese tra m. 0,12 e 0,22, collocandoli in opera a distanze che non sieno maggiori di m. 0,50; le travi maestre, in questo caso, si fanno di ferro a doppio T a falda larga, i panconi si profilano in testa come il trave, e si poggiano sulla sporgenza della falda inferiore del ferro, serrandoli tra loro con sbadacchi, che si mettono nelle campate sui fianchi del trave, fermandoli a quest'ultimo con fasciature di reggia di ferro.

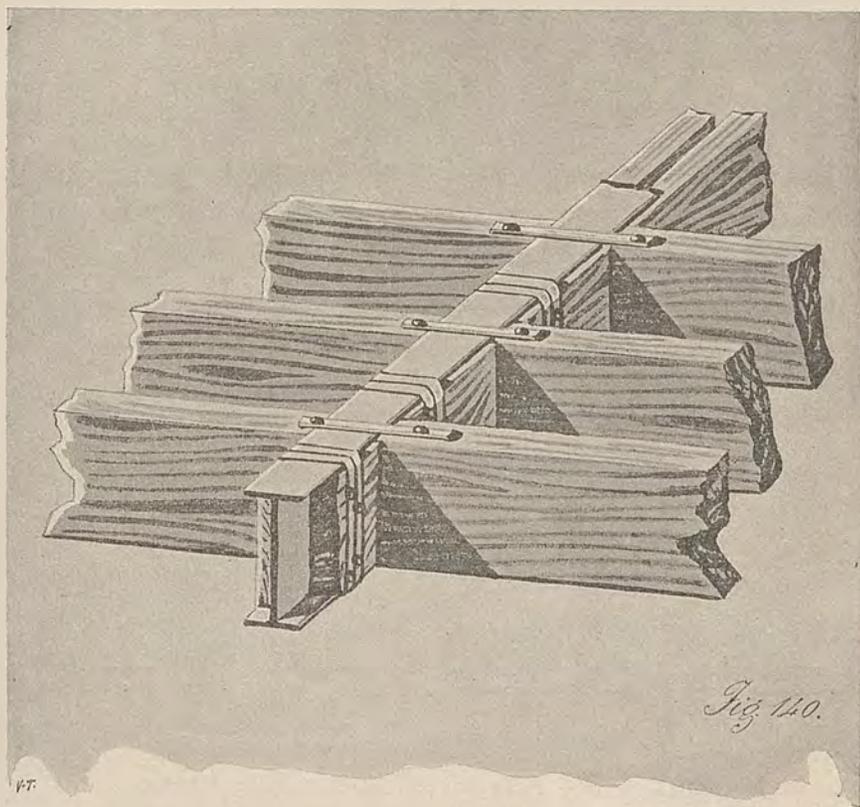
La fig. 140 rappresenta il particolare per l'appoggio di questi panconi al trave maestro in ferro.

I travicelli e le tavole delle impalcature, che sono mascherate dai plafoni, si fanno di legname dolce, impiegandovi l'abete; i travicelli, in questo caso, non occorre sieno a quattro fli, bastando che abbiano spianate le due faccie opposte che nella struttura riescono orizzontali. Le travi maestre, si



fanno invece di legname più resistente, impiegando per esse, preferibilmente, il larice a quattro fili, oppure con smussi, purchè però questi smussi sieno poco estesi.

I legnami delle impalcature, occorrono di perfetta stagionatura, segnatamente quando la impalcatura è completata dal plafone, nel qual caso i legnami stessi, trovandosi racchiusi come in una cassetta, sono in continuo contatto di aria che



è mantenuta satura di umidità dalle strutture murali di fresco costruite, e facilmente infracidiscono; per ovviare a questo inconveniente, che può essere cagione di danni gravissimi, oltre curare la stagionatura del legname, si deve ventilare lo spazio chiuso occupato dalla impalcatura, aprendo nelle murature un conveniente numero di spiragli, che solitamente si muniscono di bocchette sfornate di metallo.

Per la determinazione del carico di cui sono gravate le impalcature da solaio, occorre di stabilire il peso proprio della struttura, quello del pavimento, e quello del plafone di cui eventualmente è completata, ed il sopraccarico accidentale, variabile colla destinazione delle stanze; a questo riguardo si ritiene possano valere le seguenti tabelle V, VI, VII e VIII.

TABELLA V. — *Peso proprio dei travicelli di abete per m. q. di impalcatura, essendo collocati in opera alla distanza d da centro a centro, ritenuto il peso del legno di chg. 500 a 700 per m. c., a norma della sua stagionatura.*

Sezione dei travicelli	$d = m. 0,40$	$d = m. 0,50$	$d = m. 0,60$
m. $0,08 \times 0,12$	chg. 12 a 17	chg. 10 a 14	chg. 8 a 12
» $0,10 \times 0,14$	» 20 a 29	» 14 a 20	» 12 a 16
» $0,11 \times 0,16$	» 22 a 30	» 18 a 25	» 15 a 20
» $0,14 \times 0,18$	» 32 a 44	» 25 a 35	» 21 a 29

TABELLA VI. — *Peso proprio delle tavole di abete per m. q. di impalcatura*

Groschezza delle tavole	Peso per m. q.
m. 0,022	chg. 11 a 15
m. 0,025	chg. 13 a 18

TABELLA VII. — *Peso proprio per m. q. dei pavimenti, dei loro sottofondi o caldane, e dei plafoni*

Qualità della struttura	Peso per m. c.	Peso per m. q.
Pianelle laterizie grosse m. 0,027 . .	chg. 1500 a 1700	chg. 40 a 46
» » m. 0,032 . .	» 1500 a 1700	» 48 a 55
Sottofondo grossolano e letto superiore di malta, grosso complessivamente da m. 0,035 a 0,05	chg. 1800	» 63 a 90
Piastrelle di cemento non compresse, grosse m. 0,02	chg. 1700 a 1800	» 34 a 36
Piastrelle di cemento compresse, grosse m. 0,02	» 1950 a 2100	» 39 a 42
Piastrelle di cemento, grosse m. 0,03 .	» 1950 a 2100	» 58 a 63
Sottofondo come per le pianelle, grosso da m. 0,035 a 0,05	chg. 1800	» 63 a 90
Piastrelle marsigliesi, grosse m. 0,009	chg. 1900 a 2000	» 17 a 18
Sottofondo di calcestruzzo minuto e letto di malta di puro gesso, grosso complessivamente m. 0,025	chg. 1800	chg. 45
Battuto alla veneziana, grosso m. 0,08	chg. 2100 a 2200	chg. 168 a 176
» » » m. 0,10	» 2100 a 2200	» 210 a 220
Pavimento di asfalto, in istrato grosso m. 0,02, e sottofondo di calcestruzzo, grosso m. 0,025	chg. 1600	chg. 72
Pavimento di legno a listoni, grossi m. 0,026 su armatura di travicelli di m. 0,05 × 0,05, a distanza di m. 0,50 da centro a centro, compreso il riempimento di ghiaietto .	— —	» 95
Pavimento di legno a tavolette grosse m. 0,03, su armatura di travicelli di m. 0,05 × 0,05, a distanza di m. 0,40 da centro a centro, compreso il riempimento di ghiaietto .	— —	» 100
Plafoni di cannette semplici	— —	» 40
Plafoni di cannette armati	— —	» 50

TABELLA VIII. — *Sopraccarico accidentale per m. q.
gravante sulle impalcature da solaio*

Destinazione della impalcatura	Sopraccarico per m. q.
Stanze di sottotetto che non servano per deposito	chg. 75 a 100
Stanze di abitazione	» 100 a 150
Scuole	» 150 a 200
Sale per ballo e riunione	» 200 a 280
Botteghe	» 250 a 300
Magazzini	» 300 a 500

Per la scelta delle squadrature dei travicelli, dei panconi, e delle travi maestre delle impalcature da solaio, si danno le seguenti tabelle IX, X, XI, le quali forniscono, per ciascuna altezza di travicello, di pancone, o di trave maestro, la frazione di carico di cui possono con sicurezza essere gravate tali travi, per ogni centimetro di larghezza della loro sezione, per portate di m. 1, e forniscono inoltre, per un numero di squadrature che si ritiene sufficiente, il carico totale di sicurezza in chilogrammi, uniformemente distribuito, di cui i travicelli, i panconi e le travi maestre stesse, si possono sicuramente gravare per la portata di m. 1; il carico totale per qualsiasi portata data, maggiore o minore di m. 1, si ottiene assai facilmente, dividendo quello registrato nella tabella, corrispondente alla portata di m. 1, per la portata data in metri. I valori dei carichi di tutte le citate tabelle vennero calcolati, assumendo un coefficiente K di sicurezza del legno, di chg. 0,60 per millimetro quadrato di sezione, il quale si ritiene appropriato per i legnami resinosi, comunemente adoperati per le impalcature.

TABELLA IX. — Carichi di cui possono essere gravati i travicelli ed i panconi di legno per portate di m. 1

Sezione dei travicelli o panconi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale per la portata di m. 1	Sezione dei travicelli o panconi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale per la portata di m. 1
Altezza	Larghezza			Altezza	Larghezza		
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.
0,08	0,05	51,20	256	0,13	0,05	135,20	676
»	0,06	»	307	»	0,06	»	811
»	0,07	»	358	»	0,07	»	946
»	0,08	»	409	»	0,08	»	1081
0,09	0,05	64,80	324	»	0,09	»	1216
»	0,06	»	388	»	0,10	»	1352
»	0,07	»	453	»	0,11	»	1487
»	0,08	»	518	»	0,12	»	1622
»	0,09	»	583	»	0,13	»	1757
0,10	0,05	80,00	400	0,14	0,05	156,80	784
»	0,06	»	480	»	0,06	»	940
»	0,07	»	560	»	0,07	»	1097
»	0,08	»	640	»	0,08	»	1254
»	0,09	»	720	»	0,09	»	1411
»	0,10	»	800	»	0,10	»	1568
0,11	0,05	96,80	484	»	0,11	»	1724
»	0,06	»	580	»	0,12	»	1881
»	0,07	»	677	»	0,13	»	2038
»	0,08	»	774	»	0,14	»	2195
»	0,09	»	871	0,15	0,05	180,00	900
»	0,10	»	968	»	0,06	»	1080
»	0,11	»	1064	»	0,07	»	1260
0,12	0,05	115,20	576	»	0,08	»	1440
»	0,06	»	691	»	0,09	»	1620
»	0,07	»	806	»	0,10	»	1800
»	0,08	»	921	»	0,11	»	1980
»	0,09	»	1036	»	0,12	»	2160
»	0,10	»	1152	»	0,13	»	2340
»	0,11	»	1267	»	0,14	»	2520
»	0,12	»	1382	»	0,15	»	2700

Sezione dei travicelli o panconi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale per la portata di m. 1	Sezione dei travicelli o panconi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale per la portata di m. 1		
Altezza	Larghezza			Altezza	Larghezza				
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.		
0,16	0,05	204,80	1024	0,18	0,15	259,20	3888		
»	0,06	»	1228	»	0,16	»	4147		
»	0,07	»	1433	»	0,17	»	4406		
»	0,08	»	1638	»	0,18	»	4665		
»	0,09	»	1843	0,19	0,05	288,80	1440		
»	0,10	»	2048		»	0,06	»	1732	
»	0,11	»	2252		»	0,07	»	2021	
»	0,12	»	2457		»	0,08	»	2310	
»	0,13	»	2662		»	0,09	»	2599	
»	0,14	»	2867		»	0,10	»	2888	
»	0,15	»	3072		»	0,11	»	3176	
»	0,16	»	3276		»	0,12	»	3465	
0,17	0,05	231,20	1156		»	0,13	»	3754	
	»	0,06	»		1387	»	0,14	»	4043
	»	0,07	»		1618	»	0,15	»	4332
	»	0,08	»	1849	»	0,16	»	4620	
	»	0,09	»	2080	»	0,17	»	4909	
	»	0,10	»	2312	»	0,18	»	5198	
	»	0,11	»	2543	»	0,19	»	5487	
	»	0,12	»	2774	0,20	0,05	320,00	1600	
	»	0,13	»	3005		»	0,06	»	1920
	»	0,14	»	3236		»	0,07	»	2240
	»	0,15	»	3468		»	0,08	»	2560
»	0,16	»	3699	»		0,09	»	2880	
»	0,17	»	3930	»		0,10	»	3200	
0,18	0,05	259,20	1296	»		0,11	»	3520	
	»	0,06	»	1555		»	0,12	»	3840
	»	0,07	»	1814		»	0,13	»	4160
	»	0,08	»	2073		»	0,14	»	4480
	»	0,09	»	2332	»	0,15	»	4800	
	»	0,10	»	2592	»	0,16	»	5120	
	»	0,11	»	2851	»	0,17	»	5440	
	»	0,12	»	3110	»	0,18	»	5760	
	»	0,13	»	3369	»	0,19	»	6080	
	»	0,14	»	3628	»	0,20	»	6400	

Gli esempî che si danno, mostrano l'uso della tavola. Si voglia determinare il carico totale, che può con sicurezza portare un travicello di sezione m. $0,16 \times 0,11$ e della portata di m. 4,50, formante parte di una impalcatura. Nella tabella IX, alla sezione data, corrisponde un carico totale per la portata di m. 1, di chg. 2252, il carico quindi richiesto sarà dato dalla:

$$\frac{2252}{4,50} = \text{chg. } 500,00.$$

Volendo poi determinare la squadratura dei travicelli di una impalcatura, sapendo che ciascuno di essi deve reggere ad un carico totale di chg. 580, e che la portata è di m. 4,20, fatto il prodotto:

$$580 \times 4,20 = 2436$$

si trova che, nella tabella IX, al carico di chg. 2457 per la portata di m. 1, corrisponde un travicello di m. $0,16 \times 0,12$, ed a quello di chg. 2560, corrisponde un pancone di m. $0,20 \times 0,08$, e si conchiude che, sia il travicello, come il pancone, delle indicate squadrature, può essere scelto per la formazione della impalcatura.

TABELLA X. — Carichi di cui possono essere gravate le travi maestre di legno a sezione quadrata e rettangolare per portate di m. 1.

Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1	Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1
Altezza	Larghezza			Altezza	Larghezza		
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.
0,21	0,15	352,80	5292	0,22	0,16	387,20	6195
»	0,16	»	5644	»	0,17	»	6582
»	0,17	»	5997	»	0,18	»	6969
»	0,18	»	6350	»	0,19	»	7356
»	0,19	»	6703	»	0,20	»	7744
»	0,20	»	7056	»	0,21	»	8131
»	0,21	»	7408	»	0,22	»	8518

Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1	Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1		
Altezza	Lar- ghezza			Altezza	Lar- ghezza				
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.		
0,23	0,16	423,20	6771	0,26	0,24	540,80	12979		
»	0,17	»	7194	»	0,25	»	13520		
»	0,18	»	7617	»	0,26	»	14060		
»	0,19	»	8040	0,27	0,18	583,20	10497		
»	0,20	»	8464		»	0,19	»	11080	
»	0,21	»	8887		»	0,20	»	11664	
»	0,22	»	9310		»	0,21	»	12247	
»	0,23	»	9733		»	0,22	»	12830	
0,24	0,16	460,80	7372		»	0,23	»	13413	
	»	»	7833		»	0,24	»	13996	
	»	»	8294		»	0,25	»	14580	
	»	»	8755	»	0,26	»	15163		
	»	»	9216	»	0,27	»	15746		
	»	»	9676	0,28	0,19	627,20	11916		
	»	»	10137		»	0,20	»	12544	
	»	»	10598		»	0,21	»	13171	
»	»	11059	»		0,22	»	13798		
0,25	0,17	500	8500		»	0,23	»	14425	
	»	»	9000		»	0,24	»	15052	
	»	»	9500		»	0,25	»	15680	
	»	»	10000		»	0,26	»	16307	
	»	»	10500	»	0,27	»	16934		
	»	»	11000	»	0,28	»	17561		
	»	»	11500	0,29	0,20	672,80	13456		
	»	»	12000		»	0,21	»	14128	
	»	»	12500		»	0,22	»	14801	
	0,26	0,18	540,80		9734	»	0,23	»	15474
		»	»		10275	»	0,24	»	16147
		»	»		10816	»	0,25	»	16820
»		»	11356	»	0,26	»	17492		
»		»	11897	»	0,27	»	18165		
»		»	12438	»	0,28	»	18838		
»	0,23	»	12438	»	0,29	»	19511		

Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1	Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1
Altezza	Larghezza			Altezza	Larghezza		
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.
0,30	0,21	720,00	15120	0,33	0,23	871,20	20037
»	0,22	»	15840	»	0,24	»	20908
»	0,23	»	16560	»	0,25	»	21780
»	0,24	»	17280	»	0,26	»	22651
»	0,25	»	18000	»	0,27	»	23522
»	0,26	»	18720	»	0,28	»	24393
»	0,27	»	19440	»	0,29	»	25264
»	0,28	»	20160	»	0,30	»	26136
»	0,29	»	20880	»	0,31	»	27007
»	0,30	»	21600	»	0,32	»	27878
				»	0,33	»	28749
0,31	0,21	768,80	16144				
»	0,22	»	16913	0,34	0,23	924,80	21270
»	0,23	»	17682	»	0,24	»	22195
»	0,24	»	18451	»	0,25	»	23120
»	0,25	»	19220	»	0,26	»	24044
»	0,26	»	19988	»	0,27	»	24969
»	0,27	»	20757	»	0,28	»	25894
»	0,28	»	21526	»	0,29	»	26819
»	0,29	»	22295	»	0,30	»	27744
»	0,30	»	23064	»	0,31	»	28668
»	0,31	»	23832	»	0,32	»	29593
				»	0,33	»	30518
				»	0,34	»	31443
0,32	0,22	819,20	18022				
»	0,23	»	18841	0,35	0,24	980,00	23520
»	0,24	»	19660	»	0,25	»	24500
»	0,25	»	20480	»	0,26	»	25480
»	0,26	»	21299	»	0,27	»	26460
»	0,27	»	22118	»	0,28	»	27440
»	0,28	»	22937	»	0,29	»	28420
»	0,29	»	23756	»	0,30	»	29400
»	0,30	»	24576	»	0,31	»	30380
»	0,31	»	25395	»	0,32	»	31260
»	0,32	»	26214				

Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1	Sezioni delle travi		Frazione di carico per ogni centim. di larghezza della sezione e per portata di m. 1	Carico totale del trave per la portata di m. 1
Altezza	Larghezza			Altezza	Larghezza		
metri	metri	chg.	chg.	metri	metri	chg.	chg.
0,35	0,33	980,00	32340	0,38	0,31	1155,20	35811
»	0,34	»	33820	»	0,32	»	36966
»	0,35	»	34300	»	0,33	»	38121
0,36	0,25	1036,80	25920	»	0,34	»	39276
»	0,26	»	25956	»	0,35	»	40432
»	0,27	»	27993	»	0,36	»	41587
»	0,28	»	29030	»	0,37	»	42742
»	0,29	»	30067	»	0,38	»	43897
»	0,30	»	31104	0,39	0,27	1216,80	32853
»	0,31	»	32140	»	0,28	»	34070
»	0,32	»	33177	»	0,29	»	35287
»	0,33	»	34214	»	0,30	»	36504
»	0,34	»	35251	»	0,31	»	37720
»	0,35	»	36288	»	0,32	»	38937
»	0,36	»	37324	»	0,33	»	40154
0,37	0,25	1095,20	27380	»	0,34	»	41371
»	0,26	»	28475	»	0,35	»	42588
»	0,27	»	29570	»	0,36	»	43804
»	0,28	»	30665	»	0,37	»	45021
»	0,29	»	31760	»	0,38	»	46238
»	0,30	»	32856	»	0,39	»	47455
»	0,31	»	33951	0,40	0,28	1280,00	35840
»	0,32	»	35046	»	0,29	»	27120
»	0,33	»	36141	»	0,30	»	38400
»	0,34	»	37236	»	0,31	»	39680
»	0,35	»	38332	»	0,32	»	40960
»	0,36	»	39427	»	0,33	»	42240
»	0,37	»	40522	»	0,34	»	43520
0,38	0,26	1155,20	30035	»	0,35	»	44800
»	0,27	»	31190	»	0,36	»	46080
»	0,28	»	32345	»	0,37	»	47360
»	0,29	»	33500	»	0,38	»	48640
»	0,30	»	34656	»	0,29	»	49920
				»	0,40	»	51200

TABELLA XI. — Carichi di cui possono essere gravate le travi maestre di legno a sezione circolare, per portate di m. 1.

Diametri delle travi	Carico totale del trave per portate di m. 1	Diametri delle travi	Carico totale del trave per portate di m. 1
metri	chg.	metri	chg.
0,21	4356	0,31	14013
0,22	5008	0,32	15414
0,23	5723	0,33	16904
0,24	6552	0,34	18488
0,25	7350	0,35	20168
0,26	8267	0,36	21946
0,27	9258	0,37	23827
0,28	10326	0,38	25839
0,29	11472	0,39	27903
0,30	12700	0,40	30105

Queste tavole per le travi maestre a sezione quadrata, rettangolare, e circolare, si adoperano come quelle precedenti pei travicelli e pei panconi. Il carico totale, quindi, per un trave di cui è data la sezione e la portata, si trova, dividendo il carico dato dalla tabella, corrispondente alla portata di m. 1, per la portata data del trave. Reciprocamente, per trovare la sezione che deve avere un trave, di cui è data la portata ed il carico totale, si moltiplica quest'ultimo, per la portata, si cerca nella tabella il carico che sia eguale o prossimo maggiore al prodotto trovato, e si sceglie la sezione che vi corrisponde.

Le tabelle IX, X, XI, come si è detto, sono state calcolate in base ad un coefficiente K di sicurezza, che è di chg. 0,60 per mmq. di sezione, conveniente pei legni resinosi; pei legni forti, il coefficiente K di sicurezza, è di chg. 0,80 per mmq., per essi, quindi, si dovranno moltiplicare i carichi dati dalle tabelle per la portata di m. 1, per 1,333, oppure si dovranno cercare nelle tabelle stesse, dei carichi per la portata di m. 1 che

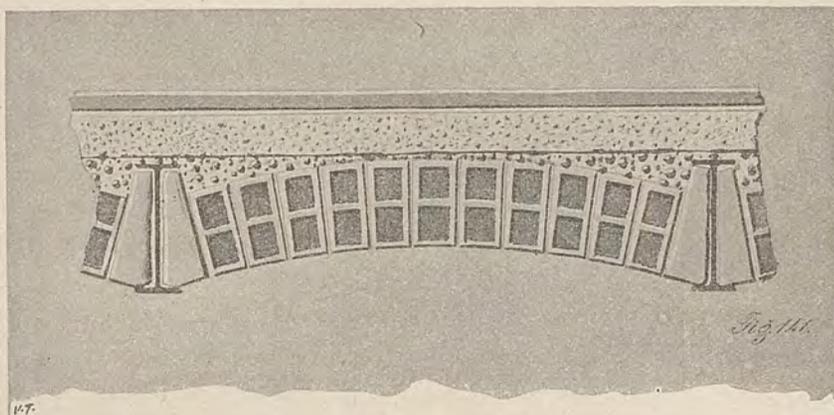
siano soltanto $0,75 \times Q \times l$, essendo Q il carico totale del trave, l la sua portata.

Le impalcature di ferro, si fanno con travicelli aventi una sezione a doppio T, che vengono poggiati sulle mura-
ture maestre delle fabbriche, ed ordinati in opera come quelli
di legno, completando la struttura, sia con legnami, come con
volticelle di muratura; queste impalcature, quantunque più pe-
santi e costose di quelle in legno, dovrebbero essere ognora
preferite a queste ultime, segnatamente per la loro maggiore
resistenza. I travicelli di ferro, hanno nelle impalcature una
altezza che si può ritenere compresa tra m. 0,10 e 0,22, e pre-
sentano, allorchè sono in opera, una lieve arcatura verso l'alto,
la cui saetta è di circa mm. 5 per ciascun metro di corda;
essa serve a dare una maggiore rigidezza alla struttura, che
è cimentata a sforzi di flessione; la distanza di questi travi-
celli, si stabilisce solitamente da m. 0,60 a 1 per le impalca-
ture con voltine, e da m. 1 a 1,50 per quelle completate con
legnami, avvertendo che sono a preferirsi le distanze piuttosto
grandi, per le quali, a parità di condizioni e di resistenza, il
peso occorrente pel ferro è minore.

I travicelli di ferro, non conviene di poggiarli direttamente
sui mattoni della muratura per la loro superficie troppo limi-
tata, ma si poggiano, di preferenza, sopra pietre che si distribui-
scono nei muri sotto di essi, e che basta abbiano le faccie più
estese alquanto spianate.

Le impalcature in ferro che si completano con legnami,
e che si chiamano anche del tipo Rozier, sono sempre più leg-
giere di quelle con voltine di muratura, e possono essere, in
alcuni casi, più convenienti di queste ultime per i piani so-
praterra, anche per la facilità colla quale ad esse si possono
assicurare i plafoni. Queste impalcature si fanno, incastrando
tra i travicelli dei panconi o tavoloni di legno, aventi una
grossezza di circa m. 0,05, ed una altezza che è eguale a quella
dei travicelli in ferro, mettendoli in opera di costa, a distanza

tra loro compresa tra m. 0,40 e 0,50, ed allineandoli perpendicolarmente ai travicelli stessi, per rispetto ai quali funzionano come sbadacchi; i panconi devono avere le loro grossezze nei piani delle faccie superiori ed inferiori delle falde dei travicelli, e devono essere sbadacchiati lungo i fianchi dei travicelli, e fermati tra loro con grappe, come nella fig. 140 che si è data precedentemente; la struttura poi si compie con tavole, grosse circa 22 mm., che si stabiliscono sopra i panconi, accostate tra loro

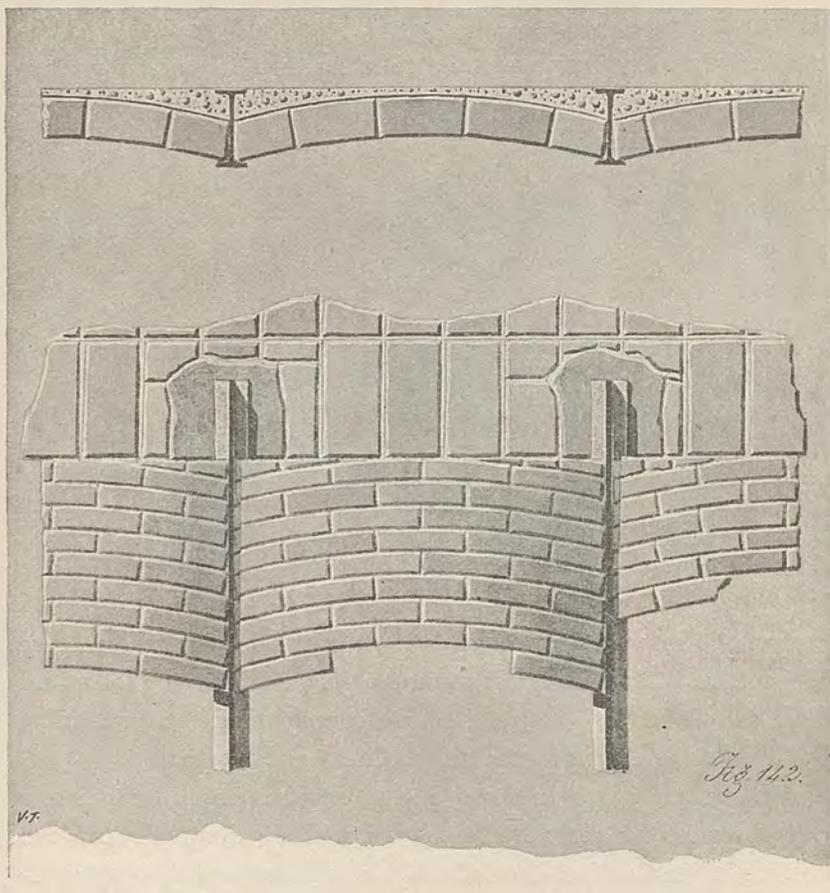


come nelle impalcature di legname, dirette perpendicolarmente ai panconi stessi, ai quali vengono anche chiodate; le unioni delle tavole ai loro capi, si fanno corrispondere ai panconi, i quali in questi punti speciali si fanno raddoppiati.

Le impalcature in ferro che si vogliono molto robuste, e tali che possano resistere anche all'umido, si completano con voltine di mattoni cilindriche ribassate, che hanno lo spessore di una testa, adoperando talora per esse i mattoni cavi, per renderle meno pesanti.

La fig. 141 rappresenta, in sezione verticale, una impalcatura in ferro con voltine di una testa, di mattoni cavi; le imposte di queste voltine si possono fare con mattoni pieni, opportunamente tagliati e murati in coltello, poggiandoli sulle sporgenze delle falde dei travicelli; i mattoni della voltina poi, sono

asestati in filari, diretti come le orizzontali dell'imbotte, e si possono ordinare in opera, sia col sussidio di una leggiera armatura, formata da un tamburo di legno che si trasporta di



mano in mano che la voltina si costruisce, come anche senza armatura; si avverte però che queste voltine non hanno una grande resistenza, essendo piccolo il contrasto tra i filari in chiave.

La fig. 142 dà la pianta e la sezione verticale di una impalcatura in ferro con voltine di una testa di mattoni pieni; la struttura della voltina è ad anelli, ciascuno dei quali viene

impostato direttamente sulle falde dei ferri; essa viene allestita senza armatura, e la sua rigidità è sempre assai maggiore di quella che può presentare la voltina che si è indicata precedentemente.

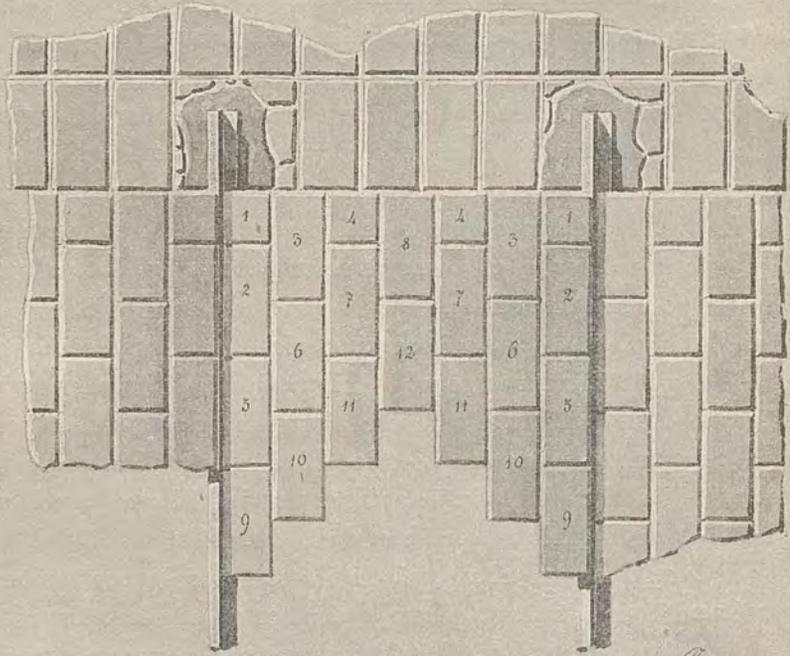
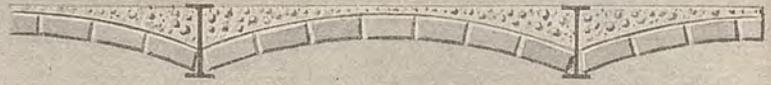
Le voltine delle impalcature ordinarie delle fabbriche, si fanno assai opportunamente anche di quarto, impiegandovi dei mattoni piuttosto grossi, preferibilmente forati, che vengono posati in opera senza armatura; queste voltine, quantunque leggiere, hanno una resistenza che è sufficiente per le impalcature delle stanze di abitazione, per le quali quindi si preferiscono.

La fig. 143 dà in pianta e sezione verticale, una porzione di queste impalcature, colla numerazione corrispondente all'ordine di posa del materiale.

Coll'impiego di laterizî forati speciali, la cui grossezza sia eguale o poco minore di quella dei travicelli di ferro, si stabiliscono delle *volterrane* leggiere piatte, le quali possono tornare opportune, segnatamente allorchè si voglia fare piana la superficie inferiore della impalcatura; un tipo di queste volterrane, è dato in sezione verticale dalla fig. 144.

Si hanno inoltre altri tipi di laterizî per la costruzione di voltine con introdosso piano, e che hanno alle loro imposte dei pezzi speciali, nei quali si incastrano colle loro sporgenze laterali, le falde inferiori dei ferri, e che permettono di applicare direttamente alla superficie piana inferiore delle voltine stesse uno strato di intonaco, evitando lo stuoiato del plafone.

I travicelli in ferro delle impalcature da solaio, prima della costruzione delle voltine, vengono fermati tra loro con tiranti di ferro, rivestiti di canne, e tesi con viti, oppure con sbadacchi di legno, che si levano a misura che si avvanza il lavoro di costruzione delle voltine; quest'ultimo lavoro, poi, si inizia contemporaneamente ai due estremi opposti per tutte le voltine di una stessa impalcatura, cominciando dai loro capi presso le murature, e procedendo verso il mezzo, allo scopo di assogget-



V.7.

Fig. 113.



Fig. 114.

V.7.

tare i travicelli a spinte e contropinte eguali, che si elidano, e che impediscano ai travicelli di deformarsi, evitando così la caduta delle voltine.

Per la determinazione del peso proprio delle impalcature di ferro, si dà la seguente tabella XII, a complemento dei dati già registrati precedentemente.

TABELLA XII. — *Peso proprio per m.q. dei travicelli in ferro e delle voltine delle impalcature da solaio.*

Qualità del materiale	Peso per m.q. di impalcatura
Travicelli in ferro per impalcature <i>Rozier</i> , o con voltine di quarto, e per portate fino a m. 5	chg. 15 a 22
Travicelli in ferro per impalcature con voltine di una testa, e per portate fino a m. 5	» 22 a 30
Voltine di una testa, grosse m. 0,11 di mattoni pieni	» 180 a 200
Voltine di quarto, grosse m. 0,05 di mattoni pieni.	» 80 a 90
Voltine di una testa, grosse m. 0,105 di mattoni a due fori	» 80 a 110
Voltine di quarto, grosse m. 0,055 di mattoni a due fori	» 40 a 70
Rinfianco e spianamento delle voltine fatto con calcestruzzo	» 90 a 140

La scelta poi della sezione dei travicelli e delle travi maestre in ferro, può farsi colla tabella XIII, che si crede opportuno di dare, la quale si riferisce ai migliori tipi di travi a falda larga delle ferriere tedesche, e fornisce per ciascun trave il peso per metro lineare, ed il carico di cui può essere caricato per la portata di m. 1, considerando cimentato il ferro a chg. 12, a chg. 9, oppure a chg. 7,20 per millimetro quadrato, ossia a sforzi che rispettivamente sono di $\frac{1}{3}$, di $\frac{1}{4}$, e di $\frac{1}{5}$, di quelli di rottura. La tabella che si dà, viene usata similmente a quelle precedenti per le travi in legno; il carico quindi totale di sicurezza, per una portata l qualsiasi di un determinato trave, si ha dividendo per l il carico per la portata di m. 1 che vi appartiene.

TABELLA XIII. — Carichi di cui possono essere gravate
le travi in ferro delle impalcature da solaio per portate di m. 1.

Num. del profilo	Altezza del trave	Larghezza delle falde	Groschezza dell'asta	Groschezza media delle falde	Peso al m. 1.	Coefficiente di sicurezza al mm. q.	Carico per la portata di m. 1
	mill.	mill.	mill.	mill.	chg.	chg.	chg.
8	80	42	3,9	5,9	6	12	1880
»	»	»	»	»	»	9	1410
»	»	»	»	»	»	7,2	1128
9	90	46	4,2	6,3	7,10	12	2514
»	»	»	»	»	»	9	1886
»	»	»	»	»	»	7,20	1508
10	100	50	4,5	6,8	8,30	12	3302
»	»	»	»	»	»	9	2476
»	»	»	»	»	»	7,20	1980
11	110	54	4,8	7,2	9,60	12	4204
»	»	»	»	»	»	9	3152
»	»	»	»	»	»	7,20	2520
12	120	58	5,1	7,7	11,10	12	5288
»	»	»	»	»	»	9	3966
»	»	»	»	»	»	7,20	3172
13	130	62	5,4	8,1	12,60	12	6508
»	»	»	»	»	»	9	4880
»	»	»	»	»	»	7,20	3904
14	140	66	5,7	8,6	14,30	12	7938
»	»	»	»	»	»	9	5954
»	»	»	»	»	»	7,20	4762
15	150	70	6	9	16	12	9504
»	»	»	»	»	»	9	7128
»	»	»	»	»	»	7,20	5702
16	160	74	6,3	9,5	17,9	12	11328
»	»	»	»	»	»	9	8496
»	»	»	»	»	»	7,20	6796

Num. del profilo	Altezza del trave	Larghezza delle falde	Groschezza dell'asta	Groschezza media delle falde	Peso al m. l.	Coefficiente di sicurezza al mm. q.	Carico per la portata di m. 1
	mill.	mill.	mill.	mill.	chg.	chg.	chg.
17	170	78	6,6	9,9	19,8	12	13344
»	»	»	»	»	»	9	10008
»	»	»	»	»	»	7,20	8006
18	180	82	6,9	10,4	21,9	12	15552
»	»	»	»	»	»	9	11664
»	»	»	»	»	»	7,20	9330
19	190	86	7,2	10,8	24	12	17952
»	»	»	»	»	»	9	13464
»	»	»	»	»	»	7,20	10770
20	200	90	7,5	11,3	26,2	12	20736
»	»	»	»	»	»	9	15552
»	»	»	»	»	»	7,20	12440
21	210	94	7,8	11,7	28,5	12	23616
»	»	»	»	»	»	9	17712
»	»	»	»	»	»	7,20	14168
22	220	98	8,1	12,2	31	12	26972
»	»	»	»	»	»	9	20232
»	»	»	»	»	»	7,20	16184
23	230	102	8,4	12,6	33,5	12	30432
»	»	»	»	»	»	9	22824
»	»	»	»	»	»	7,20	18258
24	240	106	8,7	13,1	36,2	12	34272
»	»	»	»	»	»	9	25704
»	»	»	»	»	»	7,20	20562
26	260	113	9,4	14,1	41,9	12	42816
»	»	»	»	»	»	9	32112
»	»	»	»	»	»	7,20	25688
28	280	119	10,1	15,2	47,9	12	52512
»	»	»	»	»	»	9	39384
»	»	»	»	»	»	7,20	31506

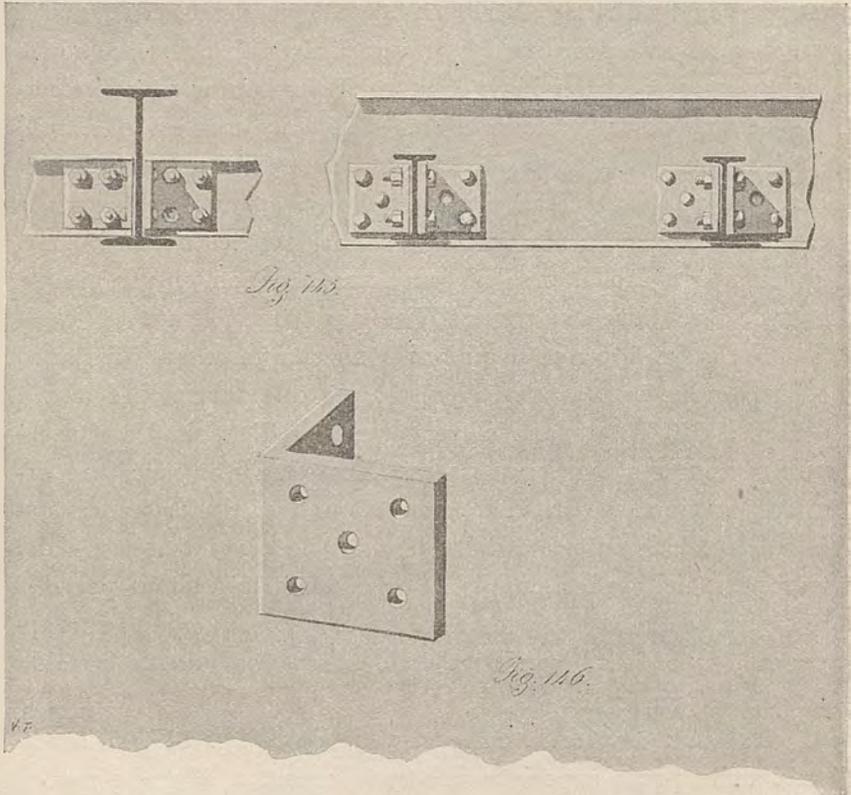
Num. del profilo	Altezza del trave	Larghezza delle falde	Groschezza dell'asta	Groschezza media delle falde	Peso al m. 1.	Coefficiente di sicurezza al mm. q.	Carico per la portata di m. 1
	mill.	mill.	mill.	mill.	chg.	chg.	chg.
30	300	125	10,8	16,2	54,1	12	63264
»	»	»	»	»	»	9	47488
»	»	»	»	»	»	7,2	37958
32	320	131	11,5	17,3	61	12	75744
»	»	»	»	»	»	9	56808
»	»	»	»	»	»	7,20	45446
34	340	137	12,2	18,3	68	12	89376
»	»	»	»	»	»	9	67032
»	»	»	»	»	»	7,20	53624
36	360	143	13	19,5	76,1	12	105408
»	»	»	»	»	»	9	79056
»	»	»	»	»	»	7,2	63244
38	380	149	13,7	20,5	83,9	12	122304
»	»	»	»	»	»	9	91728
»	»	»	»	»	»	7,2	73382
40	400	155	14,4	21,6	92,3	12	141312
»	»	»	»	»	»	9	105984
»	»	»	»	»	»	7,2	84786
42 ¹ / ₂	425	163	15,3	23	103,7	12	168384
»	»	»	»	»	»	9	126288
»	»	»	»	»	»	7,2	101030
45	450	170	16,2	24,3	115,2	12	197184
»	»	»	»	»	»	9	147888
»	»	»	»	»	»	7,2	118310
47 ¹ / ₂	475	178	17,1	25,6	127,6	12	230016
»	»	»	»	»	»	9	172512
»	»	»	»	»	»	7,2	138008
50	500	185	18	27	140,5	12	265920
»	»	»	»	»	»	9	199440
»	»	»	»	»	»	7,2	159552

Le unioni dei travicelli a doppio T colle travi maestre metalliche, si possono fare poggiando i travicelli ai loro estremi sui bordi delle falde inferiori delle travi maestre, ed assicurandoli alle medesime con squadre di ferro; per facilitare il lavoro di posa in opera, le squadre vengono forate e chiodate alle travi maestre nell' officina, distribuendole alle medesime distanze a cui devono essere ordinati i travicelli, i quali poi vengono forati sul posto, ed uniti alle squadre con bulloni a vite; le squadre devono essere assicurate con sufficiente numero di chiodi e di bulloni, essendo poco esteso l' appoggio dei travicelli sui bordi delle falde delle travi maestre e non potendosi fare grande assegnamento sulla sua stabilità. Nelle impalcature ordinarie, ciascuna squadra si fissa al trave maestro con al più cinque chiodi, e si unisce ai travicelli con quattro bulloni.

Nella fig. 145 queste unioni sono rappresentate, di fianco ed in sezione verticale trasversale, per due travicelli di ferro, e la fig. 146 dà il particolare per una delle squadre. Queste unioni vengono leggermente modificate nelle impalcature destinate a rimanere in vista, per le quali si preferisce di stabilire le faccie inferiori delle falde delle travi maestre e dei travicelli, nel medesimo piano orizzontale, tagliando per ciascun travicello la porzione di falda che corrisponde al suo appoggio, e profilandone l' asta collo stesso modello della falda del trave principale.

Talora i travicelli, come si vede dalla fig. 147, si applicano nella parte superiore del trave maestro, il quale risulta quindi in parte sporgente inferiormente alla impalcatura; a questo intento, si chiodano alle aste delle travi maestre dei ferri d'angolo sui quali si poggiano ai loro estremi i travicelli, che vengono poi fissati al trave principale con squadre come nel caso precedente; la regolarità di questo appoggio, permette di diminuire il numero dei chiodi e dei bulloni delle unioni, potendo anche bastare che le squadre impediscano gli sbiecamenti dei travicelli nel verso del loro asse verticale.

28. **Le travi composte e le travi armate.** Nelle fabbriche moderne nelle quali, per utilizzare lo spazio, si distribuiscono, segnatamente nei piani inferiori, in luogo delle murature continue, dei sostegni isolati o dei pilastri, che possono



essere anche piuttosto distanti tra loro, si suole poggiare sopra di questi delle travate, per portare i muri maestri dei piani superiori della fabbrica, le quali travate si fanno di ferro, e sostituiscono vantaggiosamente le arcate, evitandone le spinte.

Colle travi di ferro delle ferriere tedesche del tipo a falda larga, le quali, come si rileva dalla tabella XIII, hanno una altezza che può arrivare anche a m. 0,50, e con dei lamieroni

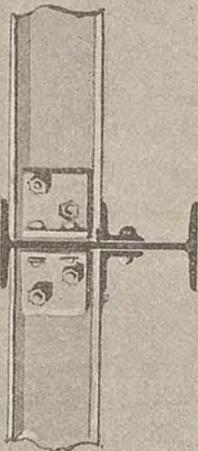
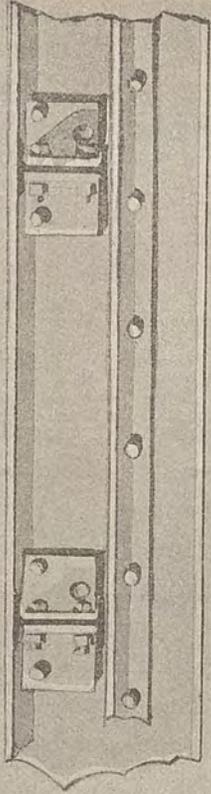


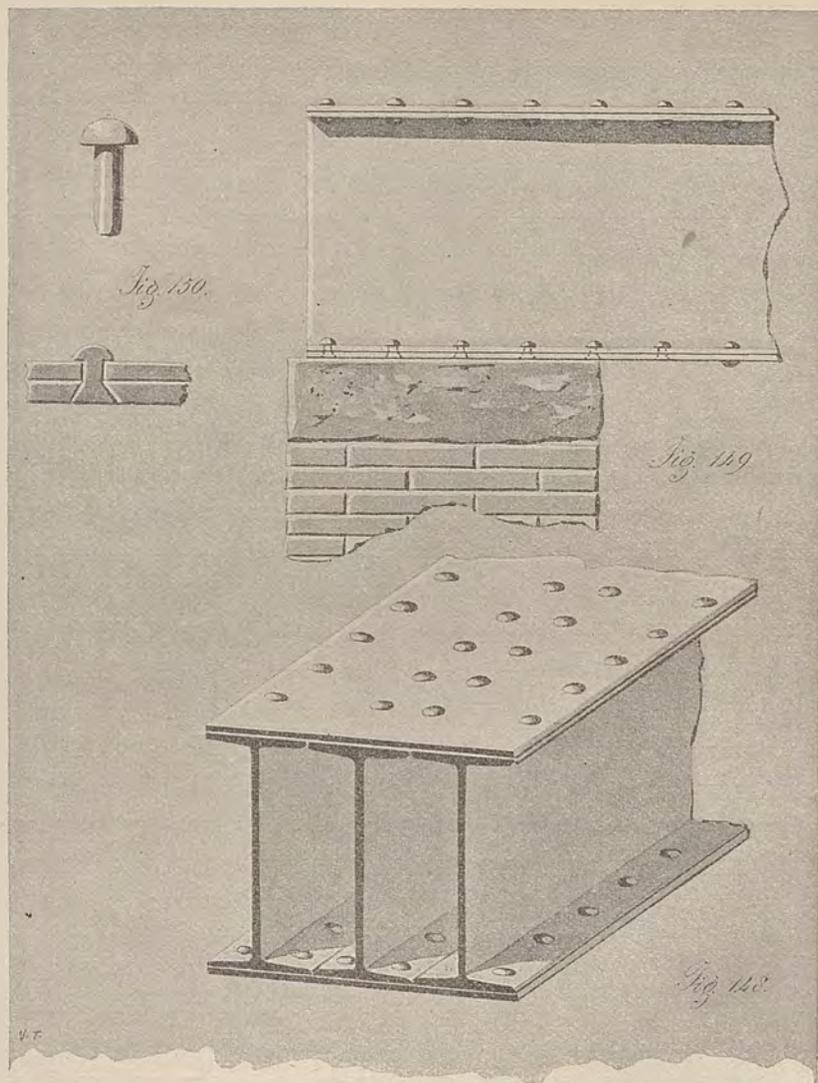
Fig. 117

di ferro chiodati sopra e sotto queste travi, accoppiate tra loro in numero di due od anche più, si possono facilmente comporre delle travature di una grande robustezza, che si prestano assai bene per stabilirvi sopra le murature.

La fig. 148 rappresenta in iscorcio una porzione di una di queste travature, formata da tre ferri a doppio T, accoppiati per mezzo di due lamieroni di ferro chiodati alle loro falde; se le travi accoppiate sono soltanto due, la chiodatura si può fare unicamente lungo i bordi esterni delle falde dei ferri, se invece sono tre, come nel caso della figura, la chiodatura si fa con due schiere di chiodi per ciascuna falda del trave centrale, e con una sola schiera di chiodi per ciascuna falda delle travi laterali. La fig. 149 rappresenta l'appoggio sulle murature di una di queste travi; come è indicato in tale figura, il trave poggia per tutto lo spessore del muro, su di un grosso plinto di pietra, che deve essere anche piuttosto lungo, affinchè le pressioni considerevoli che queste travature trasmettono ai muri, risultino distribuite uniformemente su di una superficie estesa. Nella porzione di lamierone che corrisponde all'appoggio, i fori sono svasati, ed i chiodi si fanno a testa piana, rasata a filo del lamierone, acciò che il trave possa combaciare in tutti i suoi punti col plinto di pietra; la fig. 150 dà il particolare del chiodo da ribadire, e quello del foro svasato.

Queste travature, nel luogo di loro appoggio, è bene di isolarle, come le travi maestre delle impalcature da solaio, dalla muratura che ad esse sovrasta, incastrandolo nel muro, poco sopra di esse, delle pietre che portano la muratura stessa, la quale viene in tal modo preservata dagli sforzi che su di essa potrebbe eventualmente esercitare la travatura colla sua inflessione.

Le travi maestre che hanno una lunghezza grande, o che sono gravate da forti carichi, pei quali si dovrebbero ad esse assegnare delle grandi sezioni, si fanno armate. Tra i numerosi sistemi di armatura delle travi, si crede opportuno di ci-

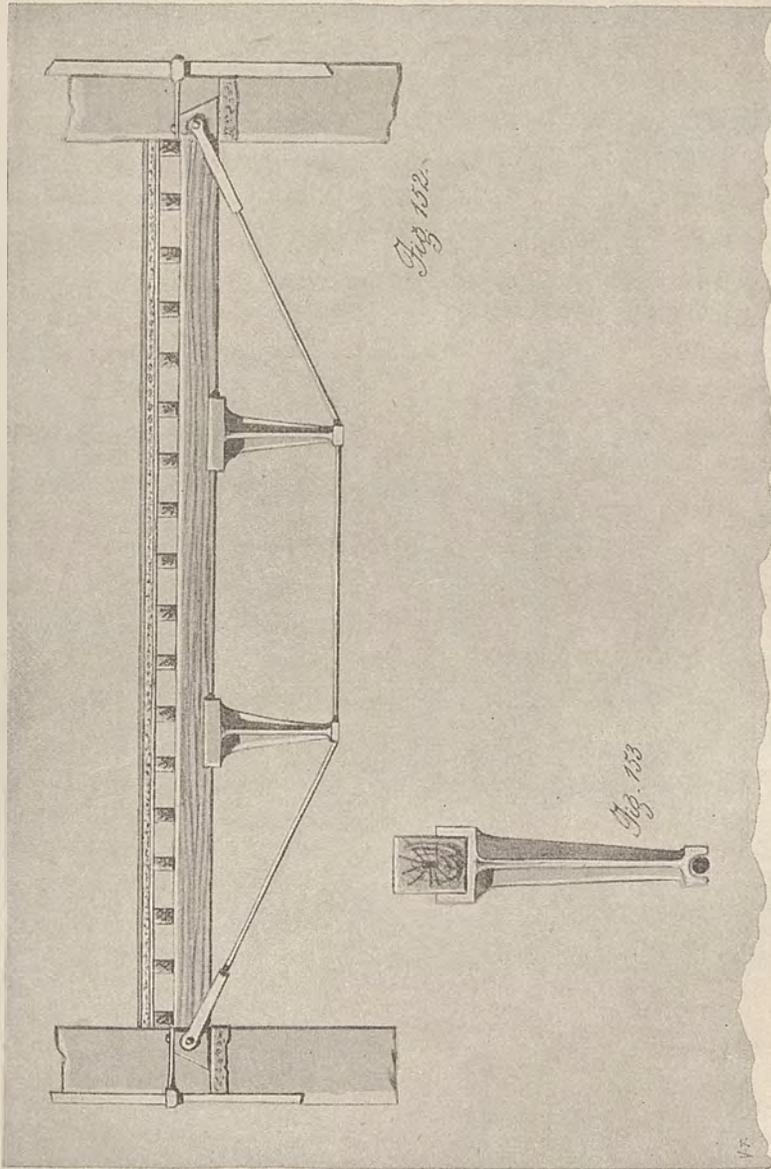


tare quello che, per la sua semplicità e per la sua saldezza, è comunemente adottato, e che consiste nello stabilire sotto il trave, uno, oppure due contrafissi, rispettivamente messi nel suo mezzo, od equidistanti da esso, e nel sottendere a questi,

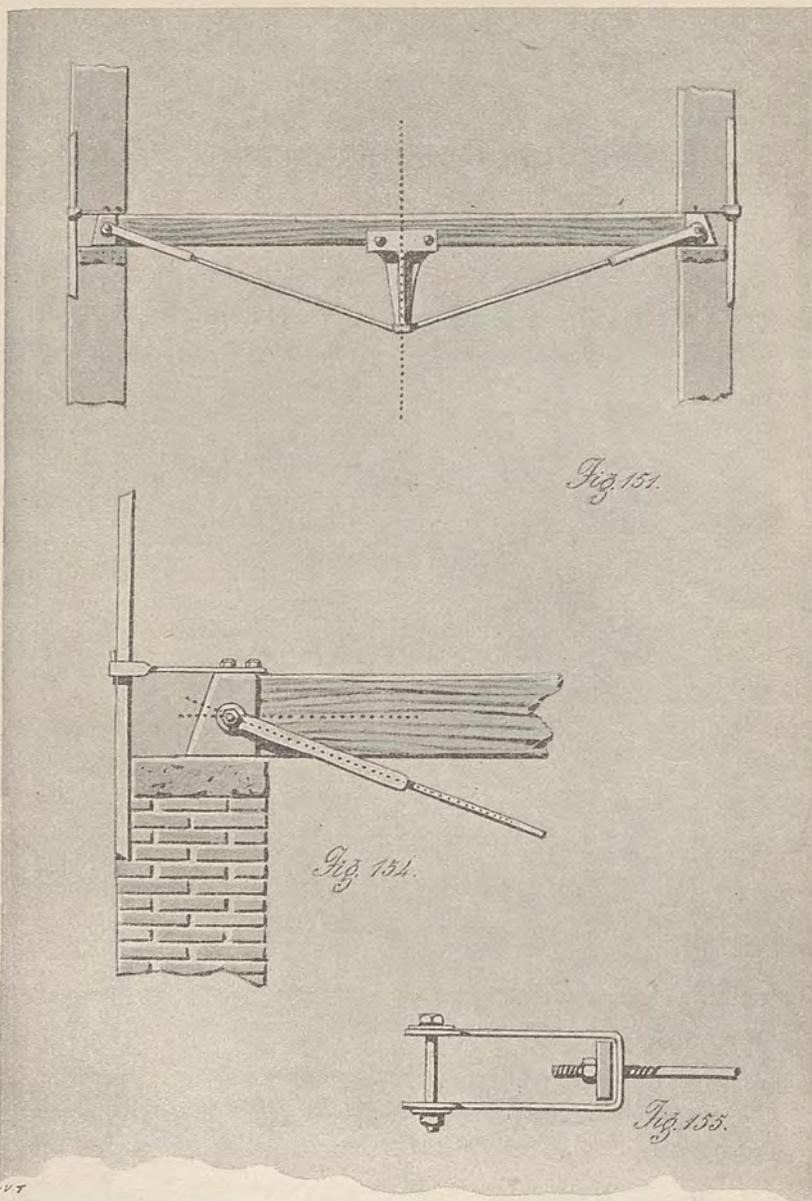
un tirante di ferro, che viene fermato coi suoi capi agli estremi del trave, in guisa che questo, col suo carico, mantiene tesi i tiranti, i quali poi colla loro resistenza ne impediscono la inflessione.

Le fig. 151 e 152 rappresentano di fianco due travi di legno armate con tiranti in ferro, la prima delle quali è ad un contraffisso, la seconda è a due contraffissi; i contraffissi, di cui uno è dato anche dalla fig. 153, sono di ghisa, ed hanno delle nervature che si allargano in sommità, e che si accordano ad una tavola, che ha due bordi coi quali i contraffissi stessi si incassano nelle travi; essi poi hanno al loro piede un canale, nel quale si adatta il tirante, che ordinariamente è a sezione circolare. La fig. 154 dà il particolare per la unione dei tiranti alle travi di legno; a ciascuna estremità del trave, si applica una piastra di ferro, ripiegata ad U, che ne abbraccia la testa, e che riceve a metà altezza del trave una chiavarda cui si assicura una staffa, alla quale mette capo il tirante; la staffa di ferro, colla sua chiavarda e coll' estremo a vite del tirante, è data dalla fig. 155; colle madreviti poi, il tirante viene convenientemente teso prima della sua posa in opera; tra la madre vite del tirante e la staffa, si frappone un grosso pezzo di ghisa, il quale impedisce che per la tensione la staffa stessa si deformi. Superiormente alle travi, infine, si fissano le grappe coi loro paletti verticali che le concatenano coi muri; nelle travi a due contraffissi, questi, si applicano in punti che corrispondono a quelli di divisione del trave in tre parti eguali. L' applicazione del tirante al trave coll' intermezzo della staffa, fatta nel modo che si è indicato, è preferibile a quella che si fa, perforando il trave ai suoi estremi, ed assicurandovi i tiranti con madreviti.

La fig. 156 dà il fianco di un trave di ferro armato, colle verghe che lo collegano coi muri. La fig. 157 rappresenta il particolare dell' estremo del trave di ferro, sezionato a metà della sua altezza, all' intento di mettere in evidenza l' applica-



zione della staffa al trave, e quella del paletto verticale; come risulta dalla figura, la larghezza della staffa, corrisponde alla larghezza della falda del ferro, la quale rimane in essa compresa.



Nel trave armato si verifica, oltre lo sforzo di flessione, anche uno sforzo di compressione, che è dovuto ai tiranti, e

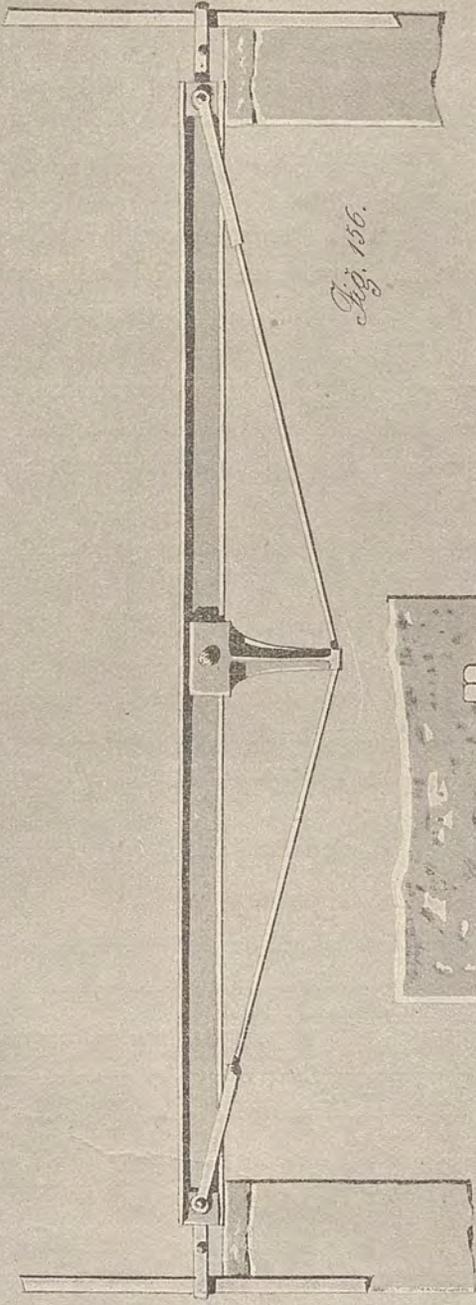


Fig. 156.

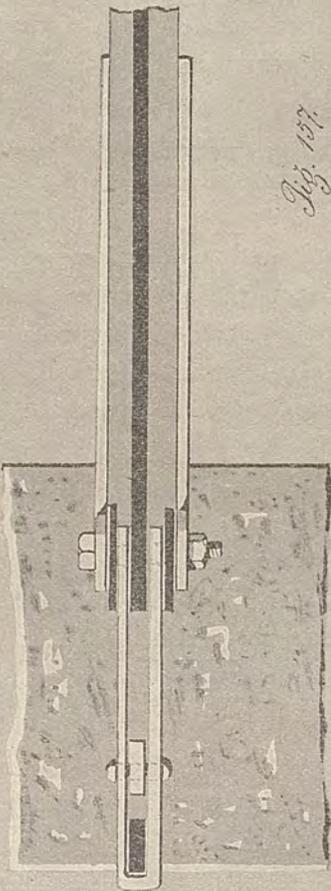


Fig. 157.

che non si può trascurare. Per mezzo di coefficienti, che si sono valutati tenendo calcolo del momento inflettente proprio delle travi armate ad uno e a due contraffissi, nonchè dello sforzo di compressione dovuto ai tiranti, e che si giudicano sufficienti per i diversi casi pratici, si possono determinare le squadrature delle travi armate di legno e di ferro, servendosi delle tabelle precedentemente date, che forniscono i carichi delle travi appoggiate agli estremi per la portata di m. 1 nel modo che si espone:

Indicando con Q il carico totale che grava sul trave armato, con l la sua portata, con a l'altezza della sua sezione, con b l'altezza del contraffisso, compresa tra il suo piede ed i punti di applicazione del tirante al trave, con α un coefficiente variabile col rapporto $\frac{a}{b}$, si fa il prodotto:

$$Q \times l \times \alpha$$

ed il valore numerico di tale prodotto, rappresenta il carico totale, per la portata di m. 1, dato dalle precedenti tabelle, a cui deve poter resistere il trave armato, e serve per la scelta della sua squadratura.

I valori di α , variabili col rapporto $\frac{a}{b}$, sono i seguenti:

TABELLA XIV. — Per i valori dei coefficienti α delle travi armate.

Altezza b del contraffisso	Valori del coefficiente α per travi armate			
	ad un contraffisso		a due contraffissi	
	di legno	di ferro a doppio T	di legno	di ferro a doppio T
$b = a$	0,458	0,666	0,252	0,414
$b = 2 a$	0,354	0,458	0,170	0,251
$b = 3 a$	0,320	0,390	0,143	0,197
$b = 4 a$	0,302	0,354	0,130	0,170
$b = 5 a$	0,292	0,333	0,122	0,155

Come risulta anche da questi valori del coefficiente α , a parità di carico totale e di portata, la squadratura del trave armato è minore se l'altezza del contraffisso è grande e se il trave è a due contraffissi. La scelta poi della sezione di un trave armato, si fa come nel seguente esempio:

Si voglia determinare la squadratura di un trave armato di legno a due contraffissi ed a sezione rettangolare, pel quale si abbia:

$$l = 10^m; \quad Q = 21000 \text{ chg}; \quad b = 3a$$

Fatto il prodotto:

$$Q \times l \times \alpha = 21000 \times 10 \times 0,143 = 30030,$$

si cerca nella tabella X, che dà i carichi di cui possono essere gravate le travi maestre di legno per portate di m. 1, nella colonna che dà tale carico un numero che sia eguale a 30030, o che sia prossimo maggiore di esso; si trova che ad un carico per la portata di m. 1 di chg. 30035 corrisponde un trave di sezione m. $0,38 \times 0,26$, e si conchiude che il trave armato dovrà appunto avere la squadratura di m. $0,38 \times 0,26$.

L'altezza del contraffisso, misurata nel modo che si è detto precedentemente, sarà:

$$b = 3a = 3 \times 0^m,38 = 1^m,14$$

L'area della sezione del tirante di ferro, per le travi armate ad un contraffisso, si trova colla regola che qui si espone:

Indicando con T lo sforzo di tensione che si verifica in ognuno dei due rami del tirante, con A l'area della sezione del tirante, con K il coefficiente di sicurezza del ferro alla tensione, si sa che:

$$T = A \times K$$

da cui si ha:

$$A = \frac{T}{K}.$$

Chiamando poi Q il carico totale del trave armato, l la sua portata, b l'altezza del contraffisso, x la lunghezza di uno dei rami del tirante, si sa inoltre che:

$$T = Q \times 0,3125 \frac{x}{b}$$

ed essendo:

$$x = \sqrt{\frac{l^2}{4} + b^2}$$

si ha:

$$T = Q \times 0,3125 \frac{\sqrt{\frac{l^2}{4} + b^2}}{b}$$

e quindi:

$$A = \frac{Q \times 0,3125 \frac{\sqrt{\frac{l^2}{4} + b^2}}{b}}{K}$$

Assumendo poi pel tirante di ferro, $K = 8$ chg. per millimetro quadrato, la sua area A , espressa in millimetri quadrati, si avrà dalla:

$$A = Q \times 0,039 \frac{\sqrt{\frac{l^2}{4} + b^2}}{b}$$

Con una regola simile alla precedente, si trova l'area della sezione del tirante in ferro nelle travi armate a due contraffissi applicati, come si è detto, a punti che corrispondano alla divisione del trave in tre parti eguali.

Ritenendo le notazioni precedenti, se si indica con T lo sforzo di tensione in ognuno dei due rami inclinati del tirante, con T_1 lo stesso sforzo nel ramo orizzontale, con A l'area della sezione del tirante inclinato, espressa in millimetri quadrati, con A_1 quella del tirante orizzontale, parimenti espressa in millimetri quadrati, essendo:

$$T = Q \times 0,367 \frac{x}{b} \quad ; \quad T_1 = Q \times 0,122 \frac{l}{b}$$

si avrà:

$$A = Q \times 0,046 \frac{\sqrt{\frac{7^2}{9} + b^2}}{b}$$

ed:

$$A_1 = Q \times 0,015 \frac{l}{b}.$$

L'area della sezione dei contraffissi di ghisa si ottiene nel modo seguente:

Chiamando P , P_1 le pressioni che si verificano nei contraffissi delle travi armate dei due tipi che si considerano, si sa che per quelle ad un solo contraffisso si ha:

$$P = 0,625 Q$$

e che per quelle a due contraffissi si ha:

$$P_1 = 0,367 Q$$

e se con A , ed A_1 si indicano le aree delle due sezioni nei due casi, e si assegna al coefficiente di resistenza della ghisa alla compressione un valore di chg. 10 per millimetro quadrato, le dette aree, espresse in millimetri quadrati, saranno:

Per il trave armato ad un contraffisso:

$$A = 0,0625 \times Q$$

e per quelle a due contraffissi:

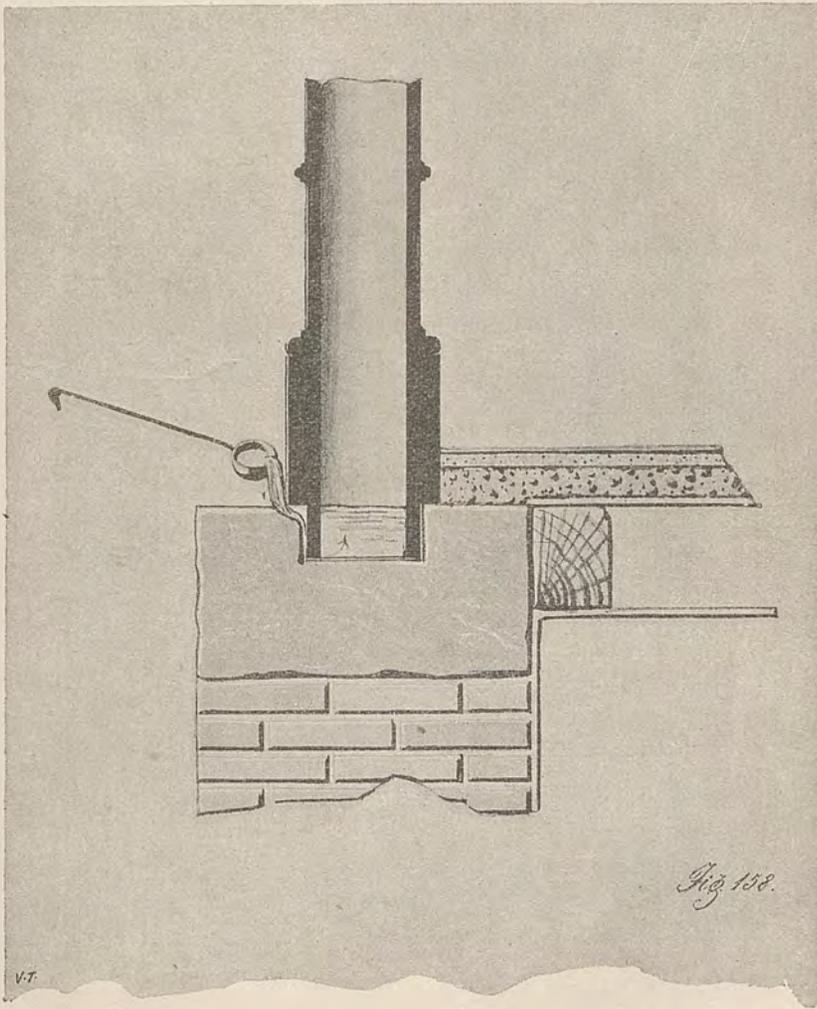
$$A_1 = 0,0367 \times Q.$$

29. Le colonne di ghisa. — Le travature che hanno una certa lunghezza e che devono reggere a grandi carichi, si appoggiano nel mezzo, od in altri punti speciali, sopra sostegni, i quali convengono di materiale molto resistente, perchè non abbiano a risultare di grossezza tale da arrecare ingombro nell'interno dei locali; questi sostegni poi, molte volte, si fanno colle loro forme entrare nella composizione architettonica delle

parti sia interne che esterne degli edificî. Per queste opere la ghisa è il materiale che solitamente viene preferito, sia per la sua resistenza alla compressione, come per la facilità colla quale viene colla fusione modellato, quantunque, segnatamente in Germania, ora si tenda a sostituirlo col ferro, per meglio garantirsi dai difetti che eventualmente i getti possono presentare. Per i sostegni quindi delle travature, si impiegano delle colonne di ghisa, che si fanno cave nell'interno, le quali possono avere le loro basi, i fusti ed i capitelli, assai semplici, oppure anche decorati. Ai fusti delle colonne di ghisa si assegna solitamente una rastremazione, la quale, però, si fa piuttosto piccola; queste colonne si fondono colla superficie interna cilindrica, per cui, se sono rastremate, se ne calcola la resistenza in base alla loro sezione minima di sommità. Le colonne di ghisa per sostegno delle travature possono essere semplici, oppure accoppiate ed ordinate in gruppi di due ed anche di quattro, esse, però, devono al piede incastrarsi in un unico plinto di pietra, o di ghisa, ed in sommità essere concatenate tra loro con un'unica piastra o tavola di ferro. I plinti nei quali si incastrano al piede le colonne di ghisa, si stabiliscono colle loro faccie superiori ad un livello che è un po' inferiore a quello dei pavimenti, coi quali essi vengono ricoperti, e di ciò si tiene calcolo nella determinazione della altezza della colonna. Come si vede dalla fig. 158, che mostra in sezione verticale l'incastramento al piede di una colonna di ghisa in un plinto di pietra, la colonna poggia col prolungamento del suo fusto, sul fondo di un foro, che è scavato circolare nella pietra del plinto, e che è dato in pianta dalla fig. 159; l'aggetto della base ricopre il bordo del foro; per rendere poi più saldo l'incastramento, e per meglio fermare la colonna, si cola il piombo fuso tra la pietra e la colonna stessa, versandolo in un canaletto opportunamente predisposto.

La fig. 160 rappresenta in sezione verticale, l'incastramento al piede, di una di queste colonne, in una piastra di

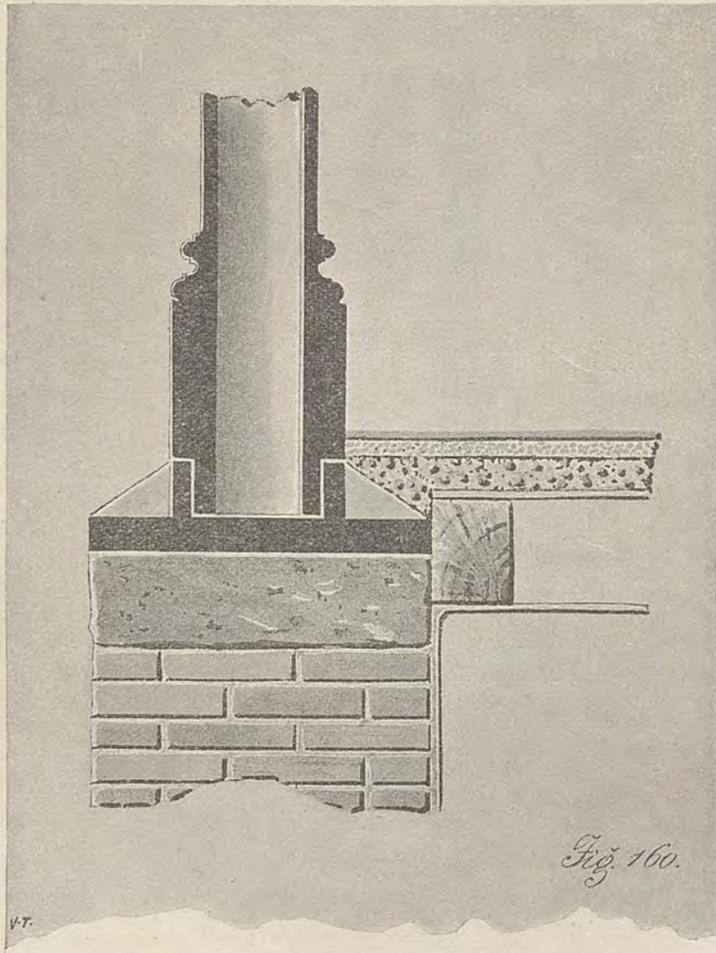
ghisa posata su di un robusto plinto di pietra; la piastra di ghisa, rappresentata in pianta nella fig. 161, ha un bordo cir-



colare, corroborato da quattro nervature diagonali, nel quale si incastra la colonna col prolungamento del suo fusto.

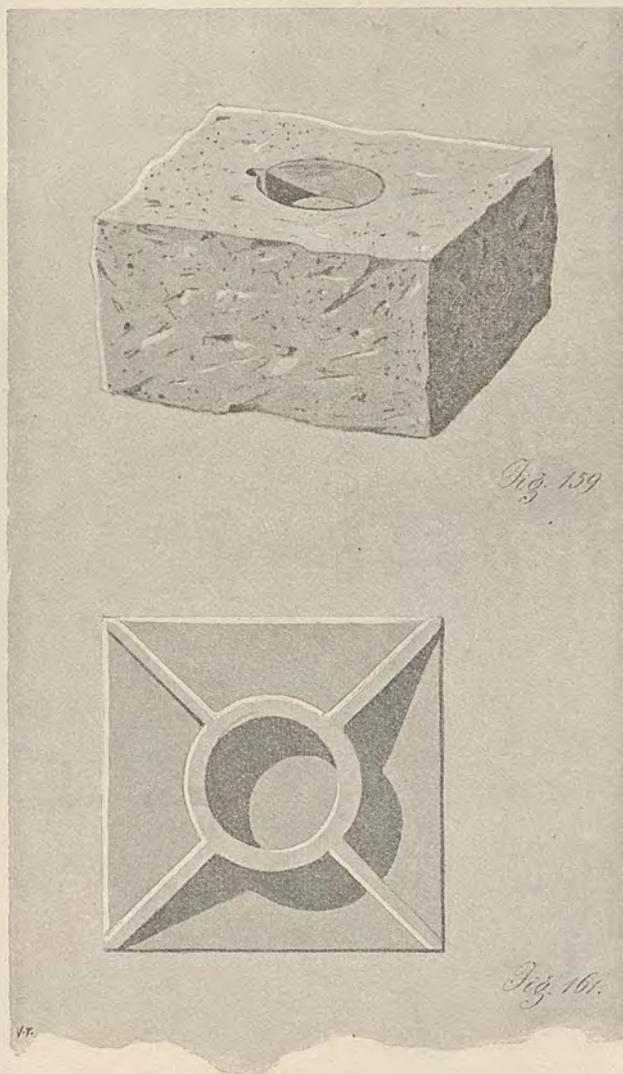
Le travature si poggiano sopra i capitelli delle colonne

di ghisa, le cui tavole, qualche volta, per aumentare il detto appoggio, hanno delle parti che aggettano sotto le travi come



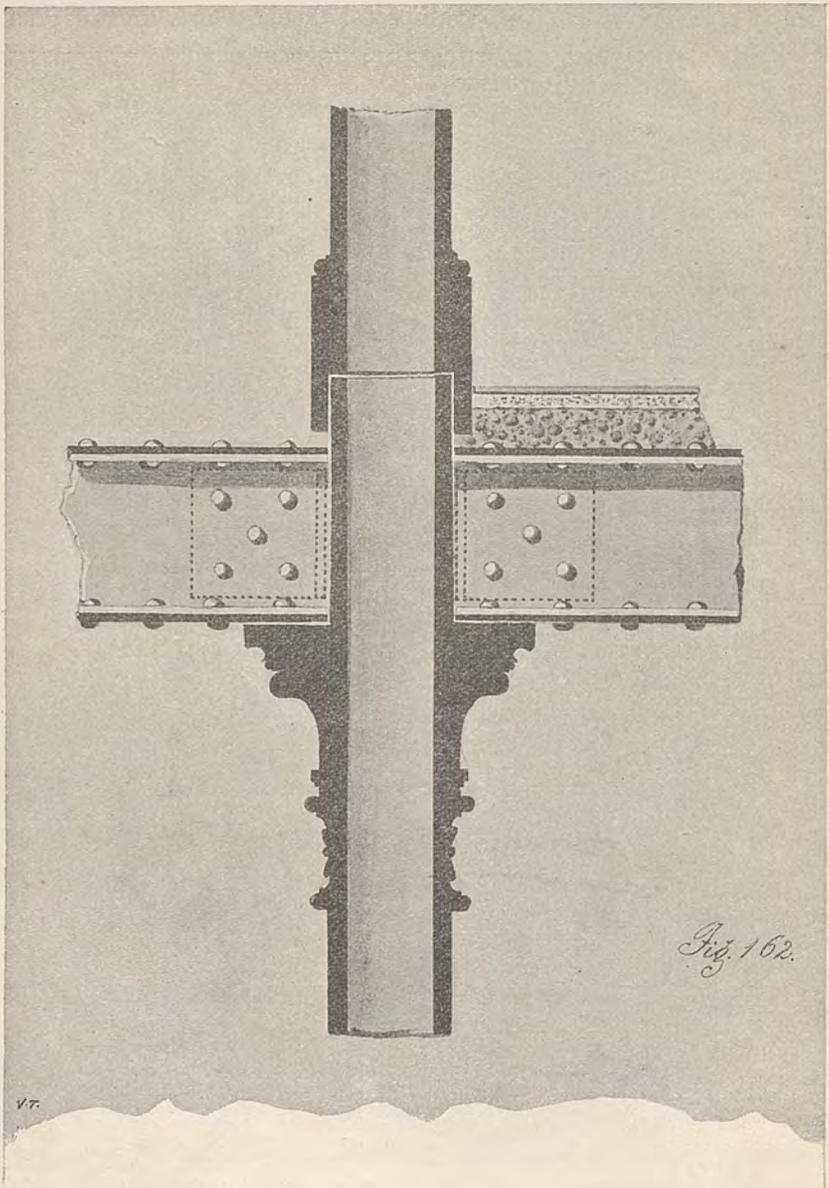
mensole; le travature, poi, si stringono contro le appendici del fusto che si prolungano sopra i capitelli, con grosse lamiere che vi si adattano, e che si ripiegano a squadra sul fianco delle travature stesse, alle quali si fissano con bulloni a vite. Le colonne sovrapposte, devono essere saldamente collegate tra

loro; esse si uniscono a manicotto, facendo una incassatura nella base della colonna superiore, dove si verifica l'ingrossa-



mento della ghisa, come mostra la fig. 162 che rappresenta il particolare per uno di questi appoggi.

Il carico P , di cui possono essere con sicurezza gravate



le colonne di ghisa di sezione A , può determinarsi colla nota formula :

$$P = AK$$

in cui K , rappresenta il coefficiente di sicurezza alla compressione per la ghisa; questa formula, però, può essere applicata nei soli casi in cui, la compressione essendo semplice, la lunghezza l della colonna non superi otto volte il suo diametro d . Se tale rapporto è superato, il carico P per le colonne di ghisa piene o cave, si può determinare colle formule pratiche stabilite da Love, in base alle rimarchevoli esperienze fatte da Hodgkinson sulla resistenza delle colonne di ghisa.

La formula di Love per le colonne di ghisa piene è la seguente:

$$P = \frac{AK}{1,45 + 0,00337 \left(\frac{l}{d}\right)^2}$$

nella quale si sono ritenute le notazioni precedenti; questa formula, applicabile per i rapporti $\frac{l}{d}$ compresi tra 4 e 120, serve per le colonne di ghisa piene in tutti i loro casi particolari.

Dal confronto dei risultati delle citate esperienze per le colonne piene e cave, lo stesso Love ha, come è noto, desunto che: *il carico P del quale può essere gravata una colonna cava, i cui diametri esterno ed interno sieno rispettivamente d , d_1 , è eguale alla differenza dei carichi di cui possono essere gravate le due colonne piene di diametro d , d_1 .* Il carico P , quindi, per le colonne di ghisa cave, è dato dalla formula:

$$(1) \quad P = K \left\{ \frac{A}{1,45 + 0,00337 \left(\frac{l}{d}\right)^2} - \frac{A_1}{1,45 + 0,00337 \left(\frac{l}{d_1}\right)^2} \right\}$$

nella quale:

$$A = \pi \frac{d^2}{4} \quad ; \quad A_1 = \pi \frac{d_1^2}{4}$$

Da questa formula si possono cavare i valori di P corrispondenti ad un millimetro quadrato di sezione delle colonne cave, variabili col rapporto $\frac{l}{d}$, introducendo in essa i seguenti valori:

$$A = \pi \frac{d^2}{4} = 2^{\text{mm}} \quad ; \quad A_1 = \pi \frac{d_1^2}{4} = 1^{\text{mm}}$$

dai quali si ha:

$$d_1^2 = \frac{d^2}{2}$$

la formula (1) quindi diventa:

$$P = K \left\{ \frac{2}{1,45 + 0,00337 \left(\frac{l}{a}\right)^2} - \frac{1}{1,45 + 0,00337 \times 2 \left(\frac{l}{a}\right)^2} \right\}$$

e con questa si sono calcolati i valori di P per millimetro quadrato, delle colonne cave, variabili col rapporto $\frac{l}{a}$, registrati nella seguente tabella XV, in base a coefficienti di sicurezza per la ghisa, che per la compressione semplice, sono di chg. 10 e 12,50 per millimetro quadrato.

TABELLA XV. — Carichi P di cui possono essere gravate con sicurezza le colonne cave di ghisa per millimetro quadrato di loro sezione.

Rapporto $\frac{l}{a}$	Carichi per mm. q. essendo:	
	K=10 chg. alla compressione semplice	K=12,50 chg. alla compressione semplice
10	chg. 6,49	chg. 8,11
15	» 5,68	» 7,10
20	» 4,76	» 5,95
25	» 3,86	» 4,82
30	» 3,10	» 3,87
35	» 2,58	» 3,22
40	» 2,12	» 2,65
45	» 1,76	» 2,20
50	» 1,48	» 1,85
55	» 1,26	» 1,57
60	» 1,17	» 1,46

Applicando i valori della tabella XV, il carico P di cui possono essere gravate le colonne di ghisa cave, può essere determinato colla:

$$P = 0,7854 (d^2 - d_1^2) K$$

nel seguente modo:

Si voglia trovare il valore di P per una colonna cava di ghisa, avente l'altezza l di m. 4,90, il diametro d esterno di m. 0,14, e quello d_1 interno di m. 0,11.

Trovato il rapporto $\frac{l}{d} = \frac{4,90}{0,14} = 35$, si cerca nella tabella XV il valore di K che vi corrisponde; adottando per K il valore minore si ha:

$$K = \text{chg. } 2.58 \text{ per mm.q.}$$

Sostituendo nella formula i valori dati, espressi tutti in millimetri, si ha:

La seguente tabella XVI, calcolata in base ad un coefficiente di sicurezza della ghisa alla compressione semplice di chg. 10 per mm.q., fornisce i carichi in chilogrammi, di cui possono essere caricate le colonne di ghisa cave, per un certo numero di diametri, di spessori, e di altezze.

TABELLA XVI. — Carichi di cui possono essere gravate le colonne cave di ghisa.

Diametro esterno	Diametro interno	Spessore della ghisa	Carico in chilogrammi per altezze di :					
			m. 3	m. 3,50	m. 4	m. 4,50	m. 5	m. 6
			chg.	chg.	chg.	chg.	chg.	chg.
100	80	10	8712	7272	5940	—	—	—
»	76	12	10222	8532	6969	—	—	—
»	70	15	12342	10302	8415	—	—	—
120	96	12	15707	13115	11301	9649	—	—
»	90	15	19089	15989	13734	11781	—	—
»	80	20	24240	20240	17440	14960	—	—
»	76	22	26130	21818	18800	16126	—	—
140	110	15	26775	22575	19875	16800	15075	11325
»	100	20	34272	28896	25440	21504	19296	14496
»	90	25	41355	34615	30475	25760	23115	17365

Diametro esterno	Diametro interno	Spessore della ghisa	Carico in chilogrammi per altezze di :					
			m. 3	m. 3,50	m. 4	m. 4,50	m. 5	m. 6
mm.	mm.	mm.	chg.	chg.	chg.	chg.	chg.	chg.
160	124	18	40793	35068	30774	27093	24124	18709
»	120	20	41688	38416	33712	29686	26208	20496
»	110	25	53865	46305	40635	35775	31590	24705
180	144	18	50038	44906	40007	35108	31609	25194
»	136	22	59648	53530	47790	41851	37679	30032
»	130	25	66495	59675	53165	46655	42005	33480
200	164	18	58050	53333	48615	44029	39443	31580
»	150	25	77525	71225	64925	58800	52675	42175
»	140	30	90372	83028	75684	68544	61404	49164
250	210	20	88320	83720	78936	73416	68264	57960
»	200	25	108000	102375	96525	89775	83471	70875
»	190	30	126720	120120	113256	105336	97944	83160
300	250	25	139150	135575	128700	121825	117975	102025
»	240	30	163494	159732	151632	143532	138996	120204
»	230	35	187726	182903	173628	164353	159159	137641

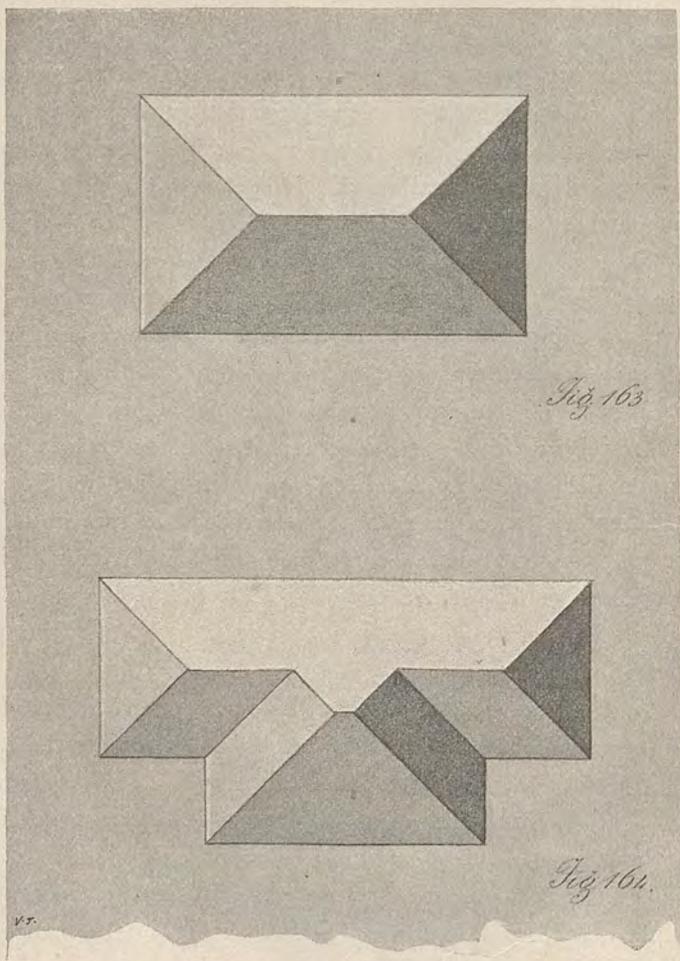
30. I coperti delle fabbriche in generale. — I materiali di coperta delle fabbriche, si stabiliscono sopra armature, di legname o di ferro, inclinate verso le cornici esterne di gronda, nel cui canale si raccolgono le acque che defluiscono dalle coperture; ne deriva che, se il fabbricato ha più di una linea di gronda, il suo tetto è costituito da diversi piani, ciascuno dei quali forma una delle sue falde. Ordinariamente, le linee di gronda di un medesimo fabbricato, sono nello stesso piano orizzontale, ed alle falde del tetto si assegna una eguale pendenza; le linee di intersezione delle falde, formano gli spigoli del tetto; lo spigolo di due falde, che appartengono a due linee di gronda parallele, è orizzontale ed equidistante da queste ultime; esso chiamasi *comignolo* od anche *colmo*; gli spigoli delle falde le cui linee di gronda si incontrano ad angolo sagliente, si chiamano *displuvî*; quelli invece le cui linee di gronda si incontrano ad angolo rientrante, si chiamano *compluvî*. La pianta delle coperture regolari, che hanno le gronde

al medesimo livello, e le falde egualmente inclinate, si disegna facilmente, trovandone i comignoli e gli spigoli che corrispondono ai compluvî ed ai displuvî, i quali spigoli, sono diretti come le bisettrici degli angoli che formano tra loro le linee di gronda delle falde, prese due a due.

Con questa regola geometrica assai semplice, si tracciano le piante delle coperture per qualsiasi fabbricato, le quali corrispondono a tetti di forma regolare, con falde tutte piane, le cui orizzontali sono parallele alle rispettive linee di gronda, come è indicato nelle fig. 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, che danno alcune piante di coperture. Qualche volta, per semplificare l'armatura del tetto, e per rendere possibile di farne la copertura con materiali piuttosto grossolani, si sopprimono le falde molto strette, o che hanno una poca estensione, evitando i comignoli assai brevi, ed i compluvî e displuvî essi pure brevi e molto prossimi tra loro; talora anche, si rendono orizzontali i comignoli poco inclinati, modificando così lievemente la forma geometrica del tetto stesso; in seguito a ciò, si ottengono alcune falde che non sono piane, e che si fanno rigate gobbe, senza che sieno avvertite, segnatamente quando la copertura sia fatta con laterizî curvi di dimensioni non troppo piccole.

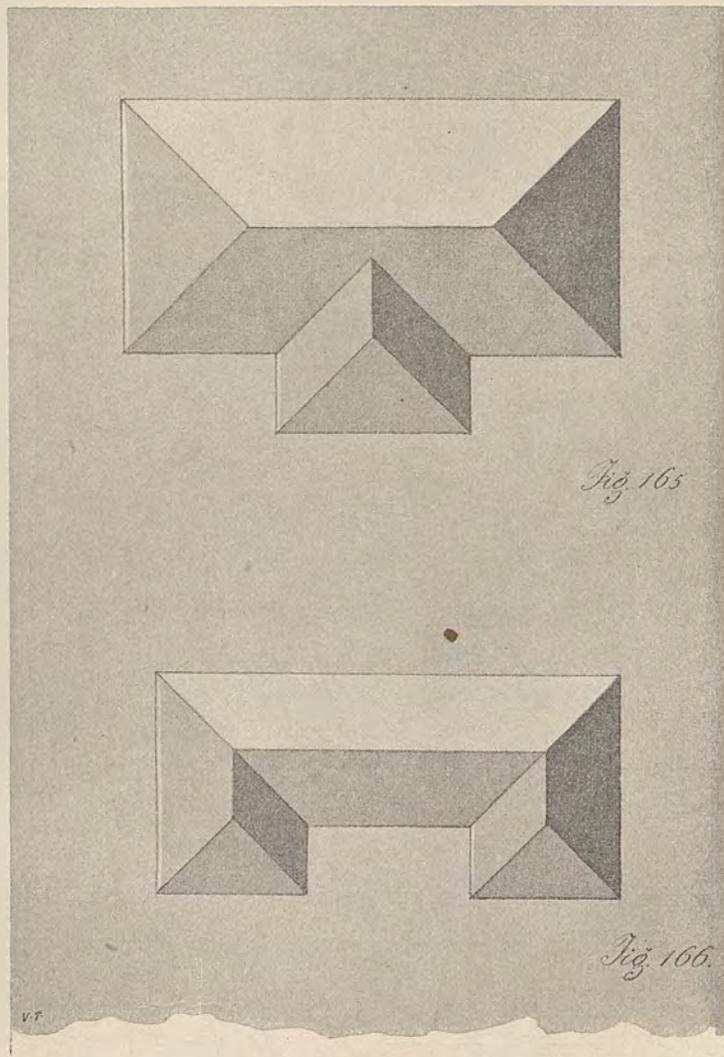
L'inclinazione che si assegna alle coperture varia col clima, col materiale di coperta, ed anche coll'uso a cui viene destinato lo spazio del sottotetto; nei climi freddi, si assegnano ai tetti delle pendenze forti, per diminuire il sopraccarico della neve; queste pendenze forti, però, si adottano anche per altre ragioni, sia per conseguire un determinato scopo decorativo, come per usufruire del sottotetto distribuendovi delle stanze abitabili; nei climi temperati, le pendenze dei tetti si possono fare minori, ed in quelli molto caldi, anche minime, come quelle dei terrazzi. I materiali di copertura, pei tetti molto inclinati, devono essere tali che, si possano fissare all'armatura, per impedire il loro scorrimento lungo le falde; pei tetti poi che hanno

una inclinazione leggiera, i materiali devono essere uniti o sovrapposti tra loro in guisa da impedire le infiltrazioni del-



l'acqua sotto il tetto. Di solito, pei tetti coperti con tegole curve comuni, o con tegole piane del tipo marsigliese o parigino, il rapporto tra la saetta e la intera corda si tiene compreso

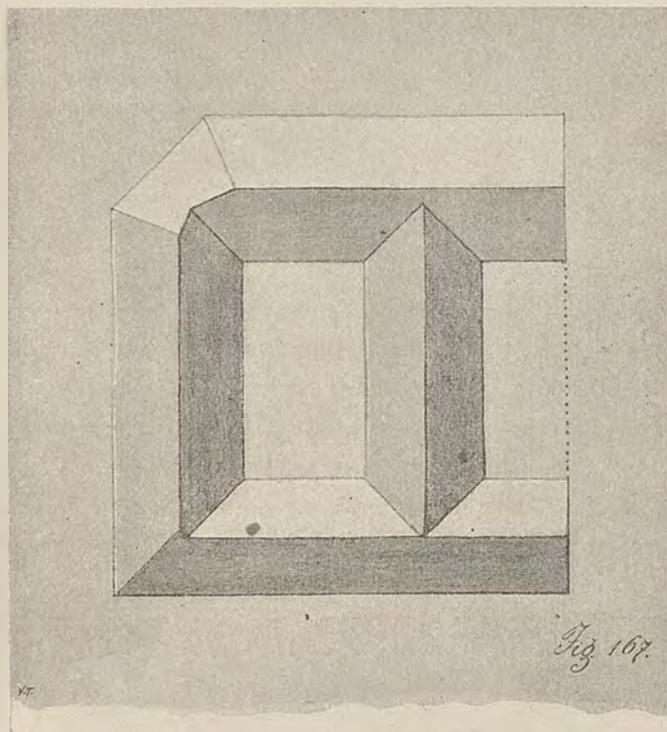
tra $\frac{1}{5}$ ed $\frac{1}{3}$, facendolo preferibilmente di $\frac{1}{4}$ o poco superiore; per quelli coperti con ardesie, si adottano delle pendenze piut-



tosto forti, e dei rapporti tra la saetta e la corda che non dovrebbero essere minori di $\frac{1}{3}$; per quelli invece coperti con la-

mine metalliche, che abbiano delle unioni fatte ottimamente, il detto rapporto può essere anche solo di $\frac{1}{6}$.

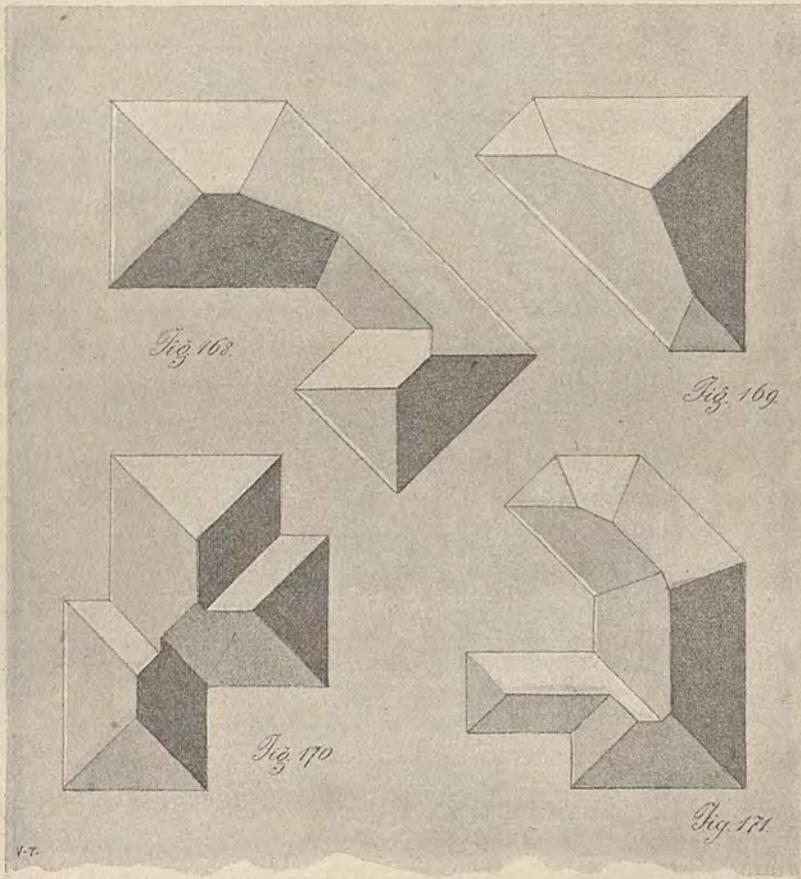
L'ossatura dei tetti si fa con un ordine di grosse travi orizzontali, le quali possono anche poggiare direttamente sui muri maestri, e formano l'*armatura grossa* del tetto; sopra di essa



si stabiliscono incrociati altri ordini di travi minori, che formano l'*armatura minuta*, sulla quale si ordina il materiale di coperta; se il fabbricato, poi, non ha delle murature maestre sufficienti per stabilirvi sopra le travi della armatura grossa, queste, si poggiano sopra *cavalletti* o *capriate*, o sopra altre travi di sostegno.

31. I cavalletti o capriate e le travi di sostegno delle armature dei tetti. La *capriata* di legno più semplice, per

le piccole portate, consiste di due travi inclinate che si chiamano *puntoni*, le quali al loro piede poggiano e si indentano agli estremi di un altro trave, detto la *catena*, che è orizzon-

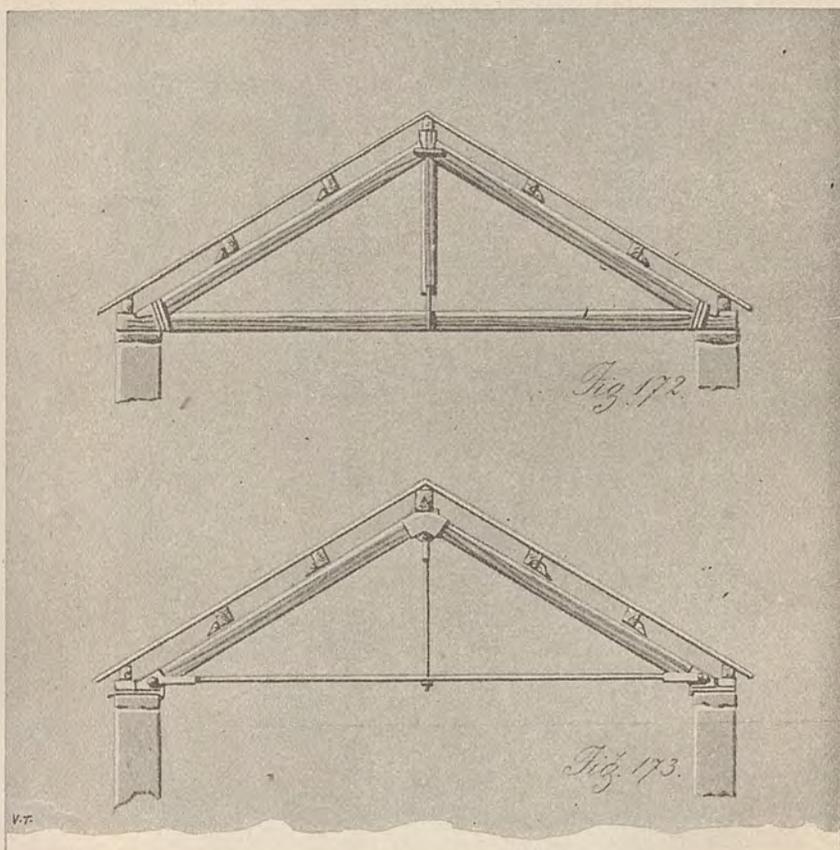


tale, e che è soggetta a tensione, dovuta agli sforzi che si determinano nel puntone i quali sono di flessione e di compressione insieme. Nelle capriate di legno di portata ordinaria, i puntoni poggiano in sommità ad un trave verticale, che chiamasi il *monaco*, il quale con una staffa di ferro, sostiene la catena nel mezzo;

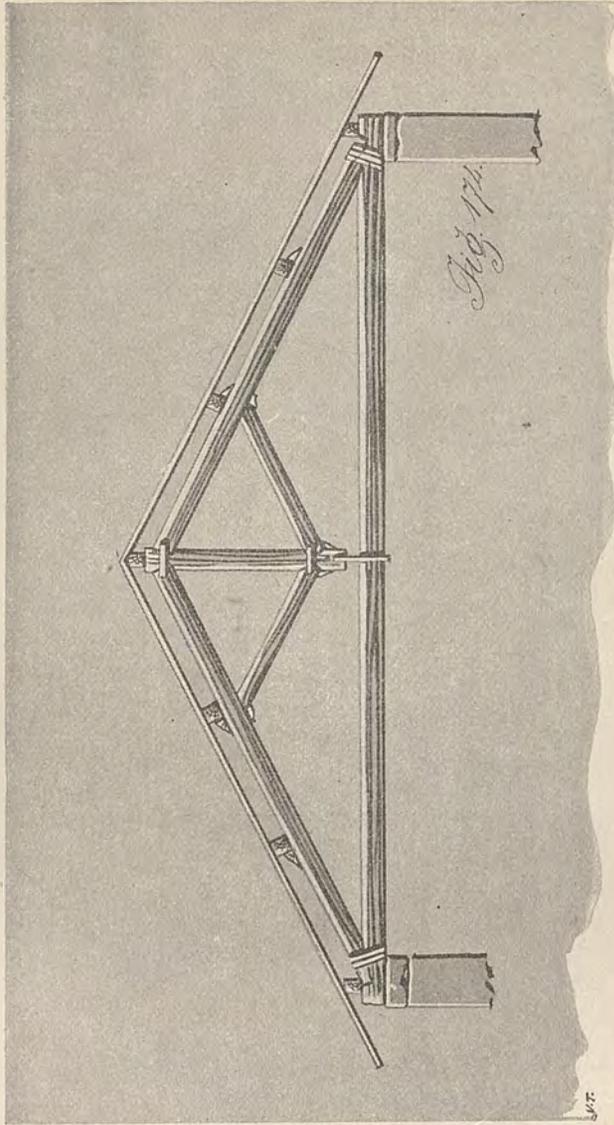
poco sopra il piede del monaco si impostano le *saette*, che sono travi le quali da esso si dirigono inclinate ai puntoni, per corroborarli nel mezzo; nelle capriate di legno che hanno portate più grandi, oltre al monaco centrale, se ne hanno due laterali, con una coppia di saette ciascuno; si hanno dei *sottopuntoni*, delle *controcatene* e *sottocatene*, che col loro insieme rendono la struttura alquanto complessa. Alle catene di legno, si sostituiscono convenientemente, nelle capriate, quelle di ferro, le quali si fanno anche rialzate, sostenute nel mezzo da un tirante di ferro verticale, fermato al vertice della capriata; per le capriate poi di portata piuttosto grande, le strutture di legno sono assai opportunamente sostituite da quelle miste in ferro e legno, o da quelle tutte di metallo, armando i puntoni con contraffissi di ghisa e tiranti di ferro, e facendo talora anche i puntoni stessi di ferro. Le unioni delle membrature, in queste ultime capriate, si fanno con scatole di ghisa, o con piastre e squadre di ferro, le quali non essendo fragili, presentano minore pericolo di rottura; i tiranti poi, è bene siano provveduti di tenditori, per determinare in essi la tensione occorrente a rendere rigida la struttura. Le capriate, come le travi maestre, si poggiano sulle murature, nei luoghi che non corrispondono verticalmente ai vani per le porte e per le finestre, e si stabiliscono coi loro estremi su lastre di pietra estese, che si incastrano nei muri, e che ripartiscono uniformemente su di essi le loro pressioni; per le capriate poi di grande portata, il loro appoggio sulle murature, è fortificato anche da mensole di pietra, che rincalzano gli estremi della catena, in corrispondenza agli appoggi dei puntoni.

La fig. 172 mostra, in prospetto, un tipo di capriata di legno senza saette, che può servire per portate piccole, che non superino i m. 8; la fig. 173 dà un tipo di capriata simile al precedente, con catena orizzontale e tirante verticale di ferro, e con scatole di ghisa al piede ed alla sommità dei puntoni.

La fig. 174 rappresenta un altro tipo di capriata di legno con saette, conveniente per portate ordinarie comprese tra m. 8 e 12, od al più 15; la fig. 175, mostra lo stesso tipo di capriata, con tirante orizzontale e verticale di ferro, con scatole di ghisa

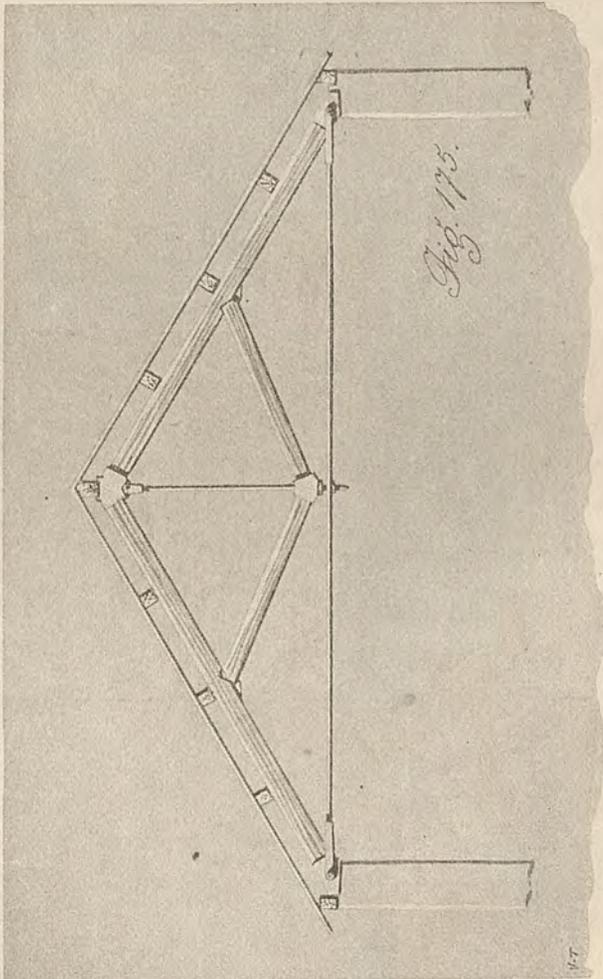


agli estremi dei puntoni ed al piede delle saette. Per portate fino ai m. 15, si possono adottare convenientemente, anche delle capriate di legno del tipo di quella rappresentata dalla fig. 176, nella quale i puntoni sono rafforzati da due sottopuntoni, e da una traversa *t*, messa orizzontale poco sopra il mezzo dei puntoni; la traversa *t*, come le saette delle ca-

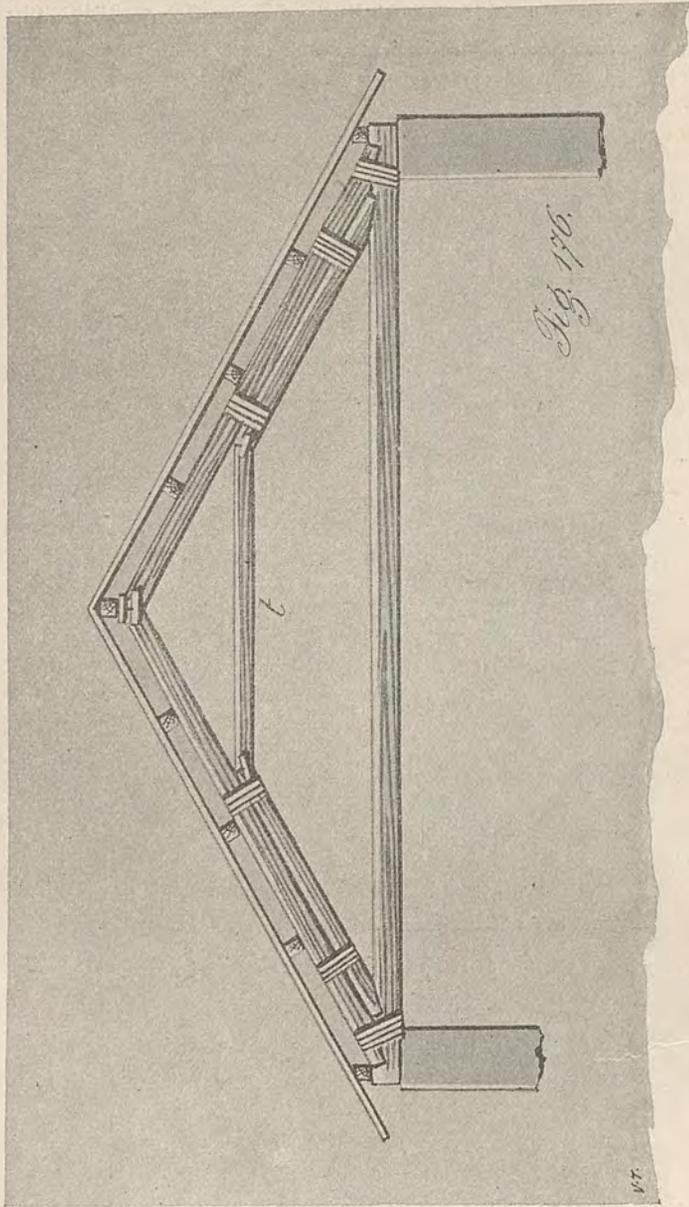


priate precedenti, essendo compressa, impedisce l'inflessione del puntone.

La fig. 177 fornisce un tipo di capriata di legno, coi puntoni fortificati da sottopuntoni e da saette, le quali si dirigono



al monaco, e che può servire per portate da m. 12 a 18, facendo all'occorrenza la catena in due pezzi riuniti e rafforzandola anche ai suoi estremi con mensole di pietra.



La fig. 178 dà la distribuzione delle membrature in una capriata di legno a tre monaci, per portate più grandi, comprese tra m. 18 e 25; essa è del tipo detto *alla Palladio*, co-

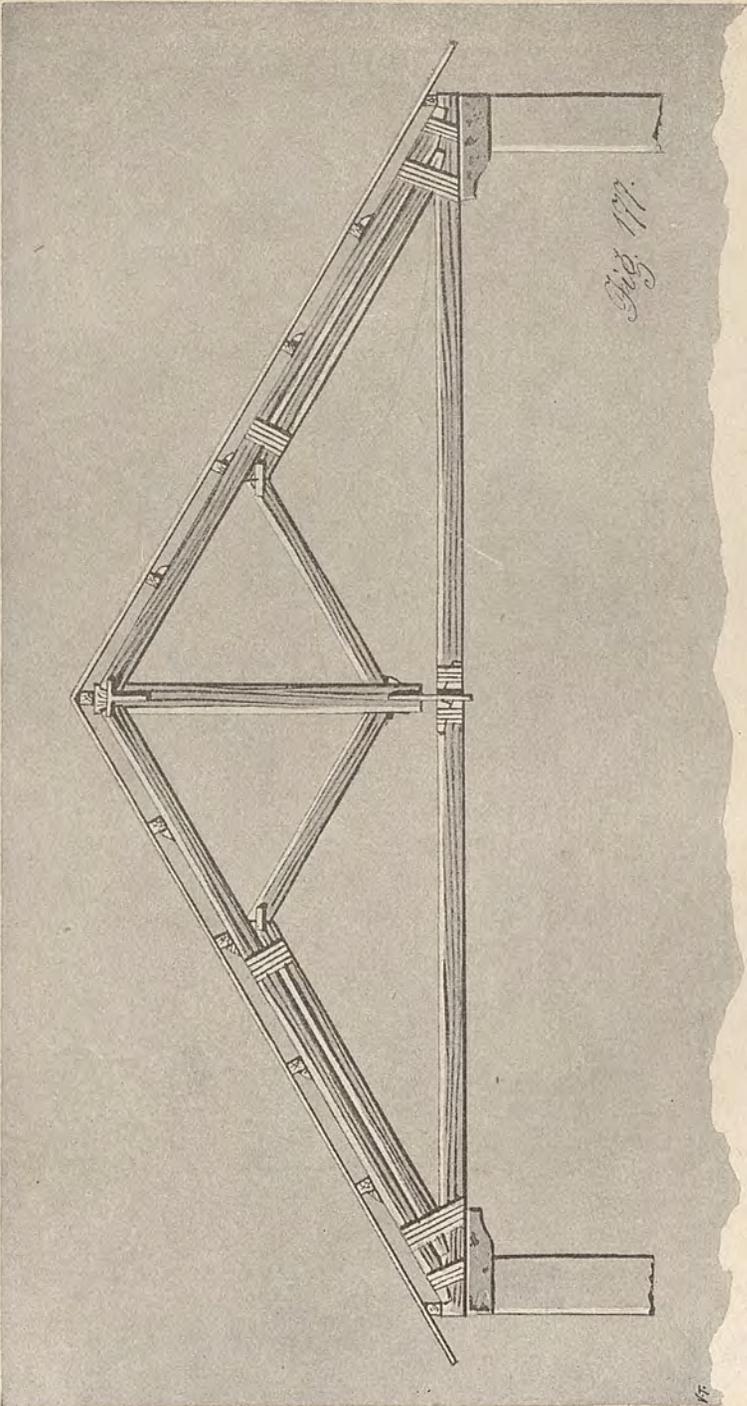


Fig. 117.

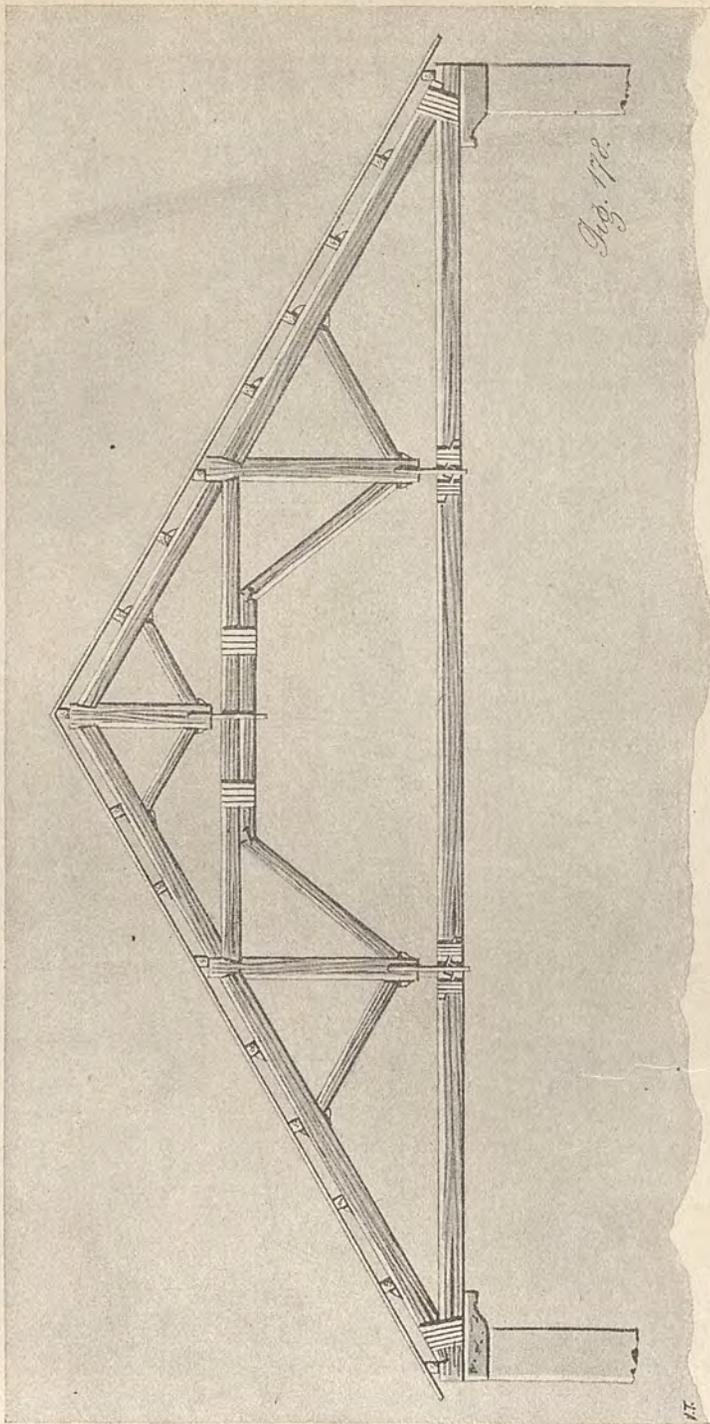
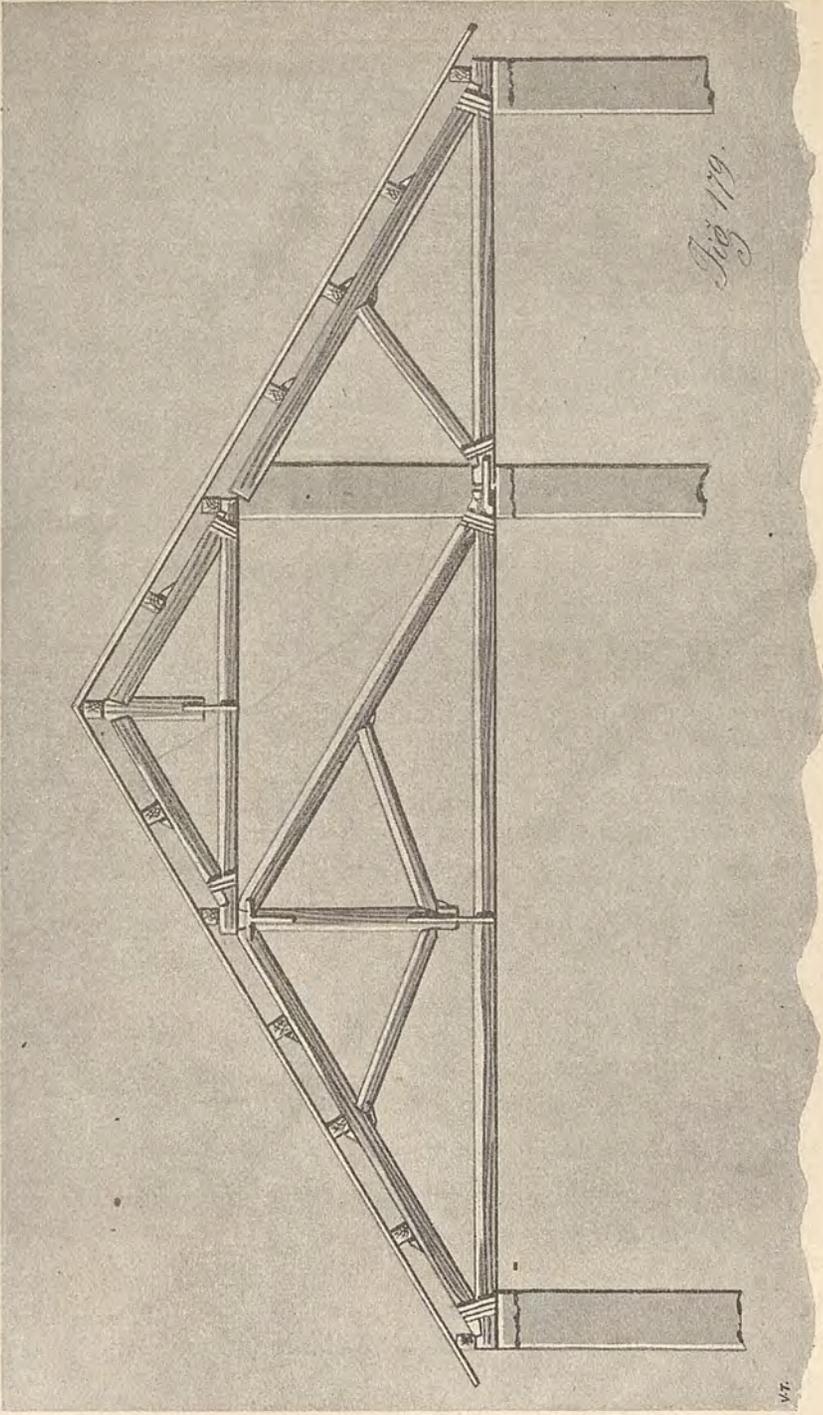


Fig. 170

+



vt.

munemente adottato, prima che entrassero in uso le strutture metalliche.

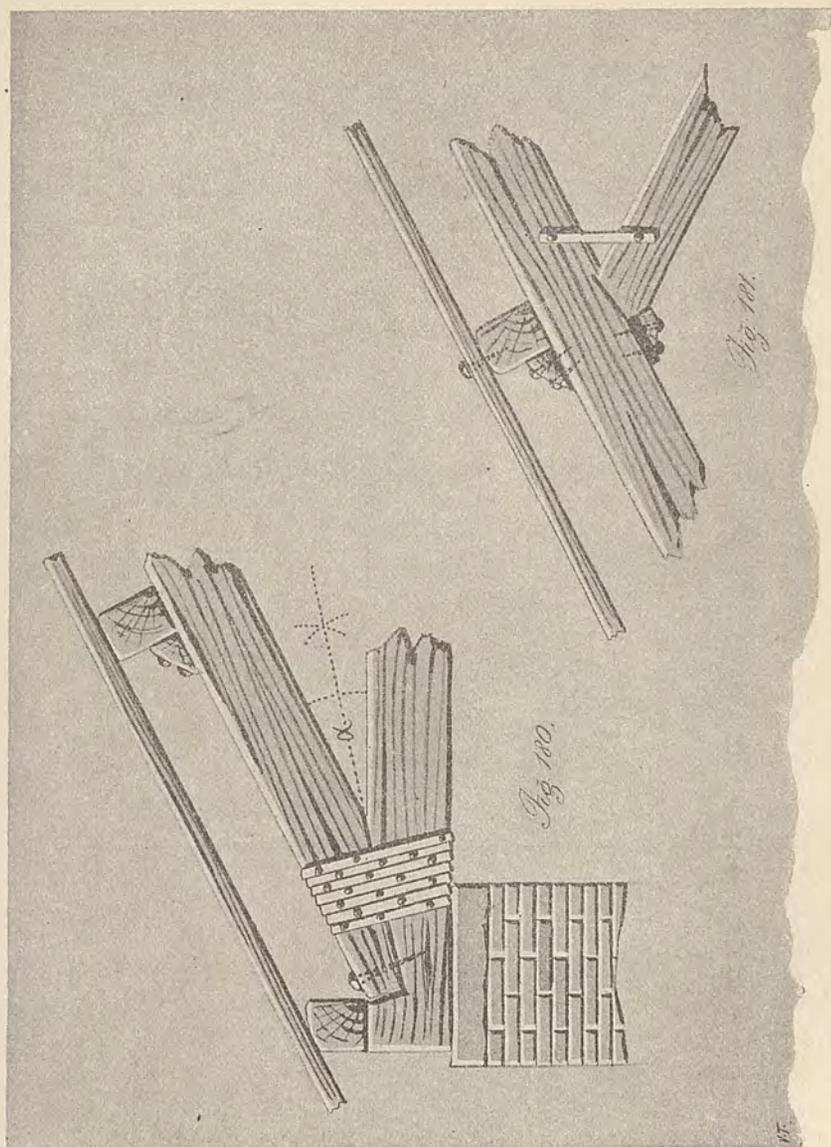
Avendosi in un corpo di fabbrica un muro maestro longitudinale interno, il quale non corrisponda al comignolo del tetto, che sta nel mezzo, le capriate si fanno *zoppe*, sovrappo- nendo ad un cavalletto principale un altro secondario, che completa la struttura, come è indicato nella fig. 179.

Le membrature delle capriate devono essere saldamente riunite tra loro, per impedire le deformazioni, anche piccole, che in esse potrebbero eventualmente verificarsi; per queste opere si richiede quindi una fattura perfetta, sia nella esecuzione dei tagli e degli incastri dei legnami, come nella distribuzione delle chiodature, delle fasciature di ferro, e dei gattelli, che servono a fortificarne le unioni.

La fig. 180 rappresenta il particolare per l'unione di un puntone al suo piede colla catena, essendo il taglio del puntone fatto con due direzioni, una delle quali è perpendicolare alla sua inclinazione, e l'altra è eguale a quella della bisettrice dell'angolo α che il puntone fa colla catena; l'unione è rafforzata con un chiodo e con una fasciatura di reggia di ferro, avvertendo che, pei puntoni di grossa squadratura, onde evitare un taglio nella catena che riescirebbe troppo profondo, si divide l'unione in due parti eguali, facendola a doppia indentatura.

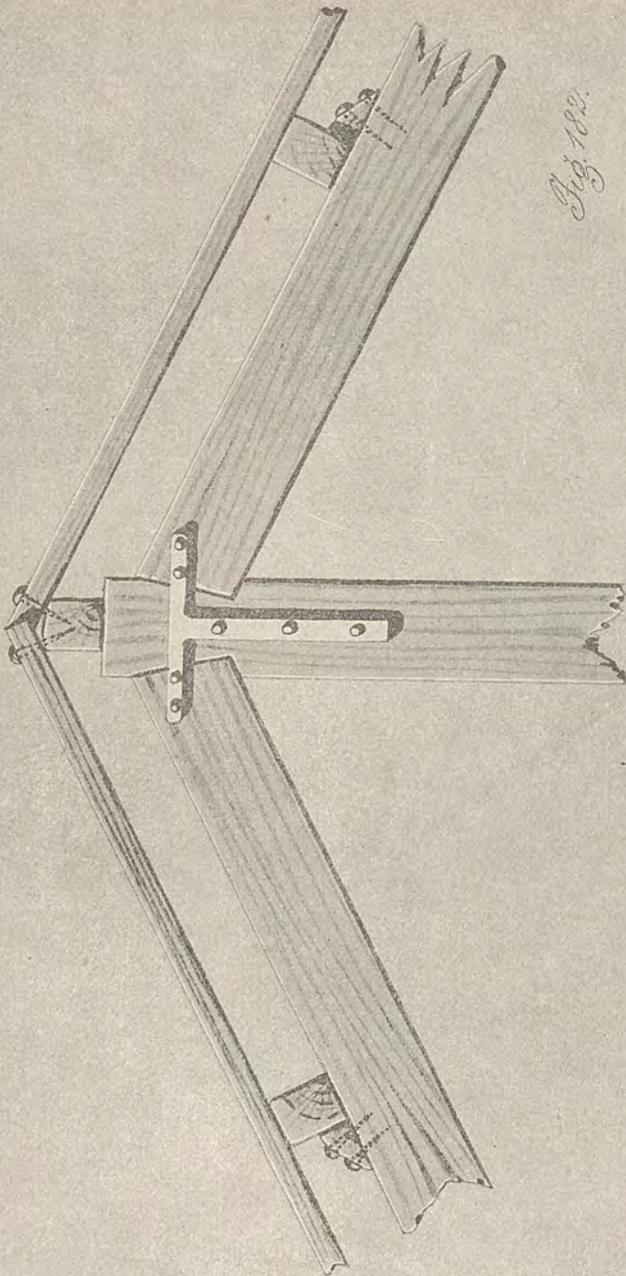
La fig. 181 dà il particolare per l'unione della saetta al puntone, fatta a mezzo di una intaccatura nella faccia inferiore del puntone, ricalzata da un gattello di legno chiodato al puntone, e da una grappa di ferro.

L'unione dei due puntoni col monaco è data dalla fig. 182, nella quale si è ritenuto, che il monaco debba avere una sezione quadrata, col lato eguale alla minore dimensione dei puntoni; la unione è fortificata, dalle due parti, da grappe di ferro a T, saldamente fissate, oltrechè colle loro punte, anche con chiodi.



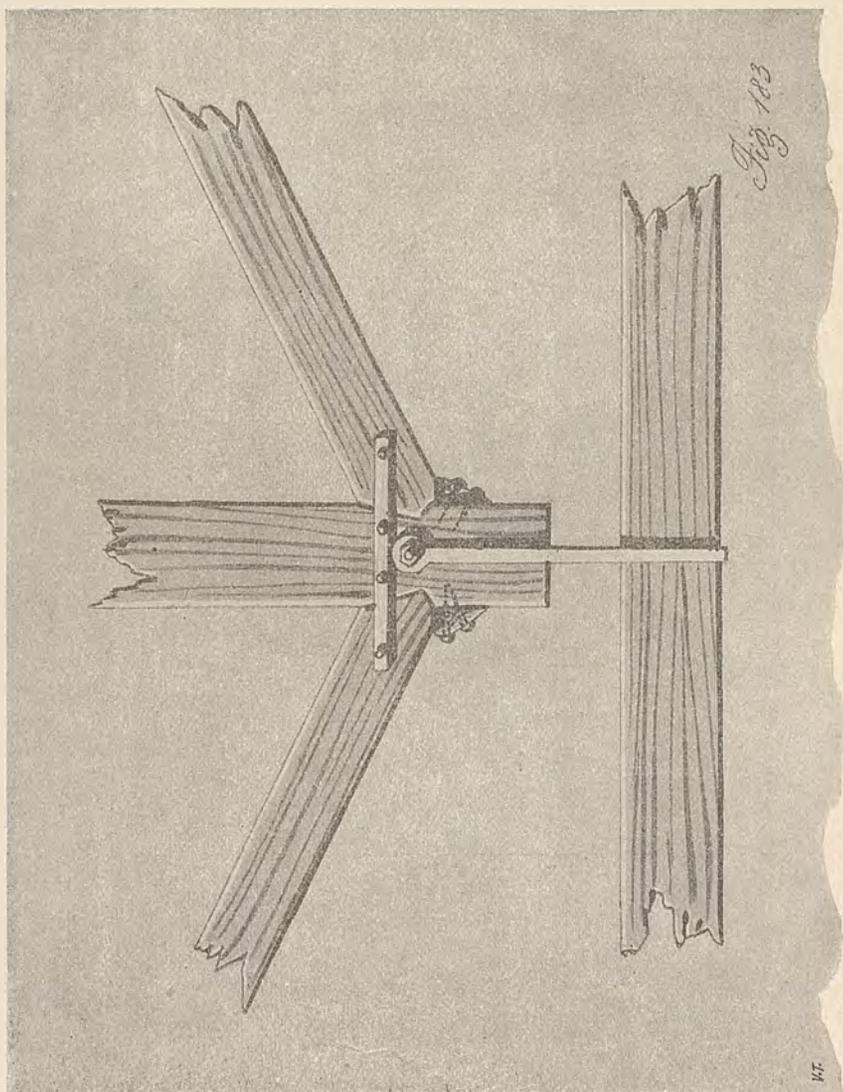
La fig. 183 rappresenta l'applicazione delle saette al loro piede col monaco, e dà i particolari per i gattelli e per la grappa

Fig. 182.



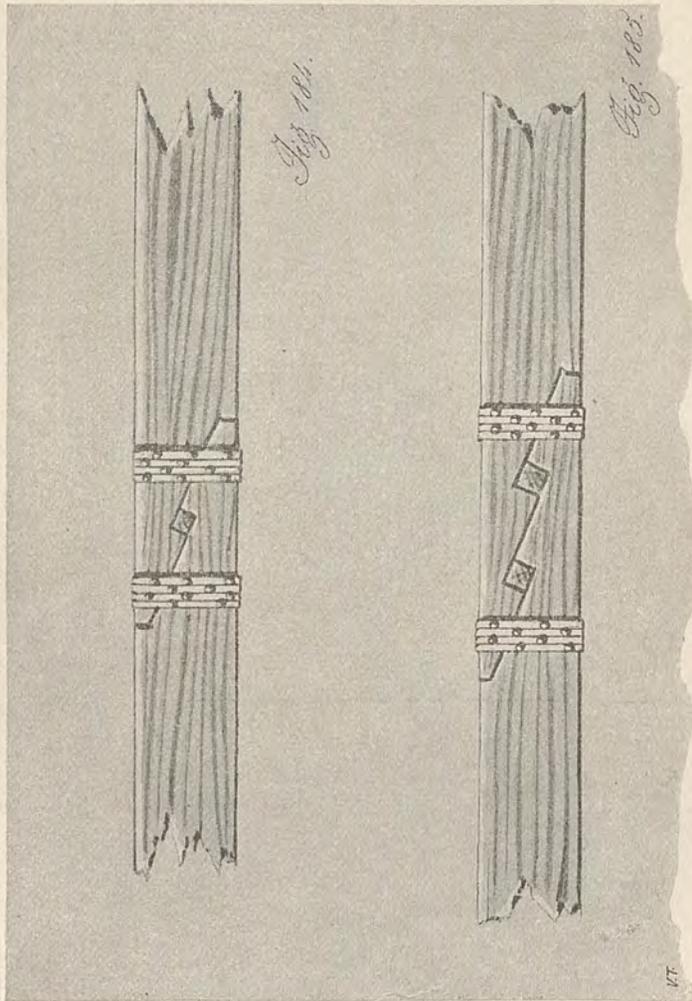
X

di ferro che vi si riferiscono, non che per la staffa di ferro che sostiene la catena nel mezzo.

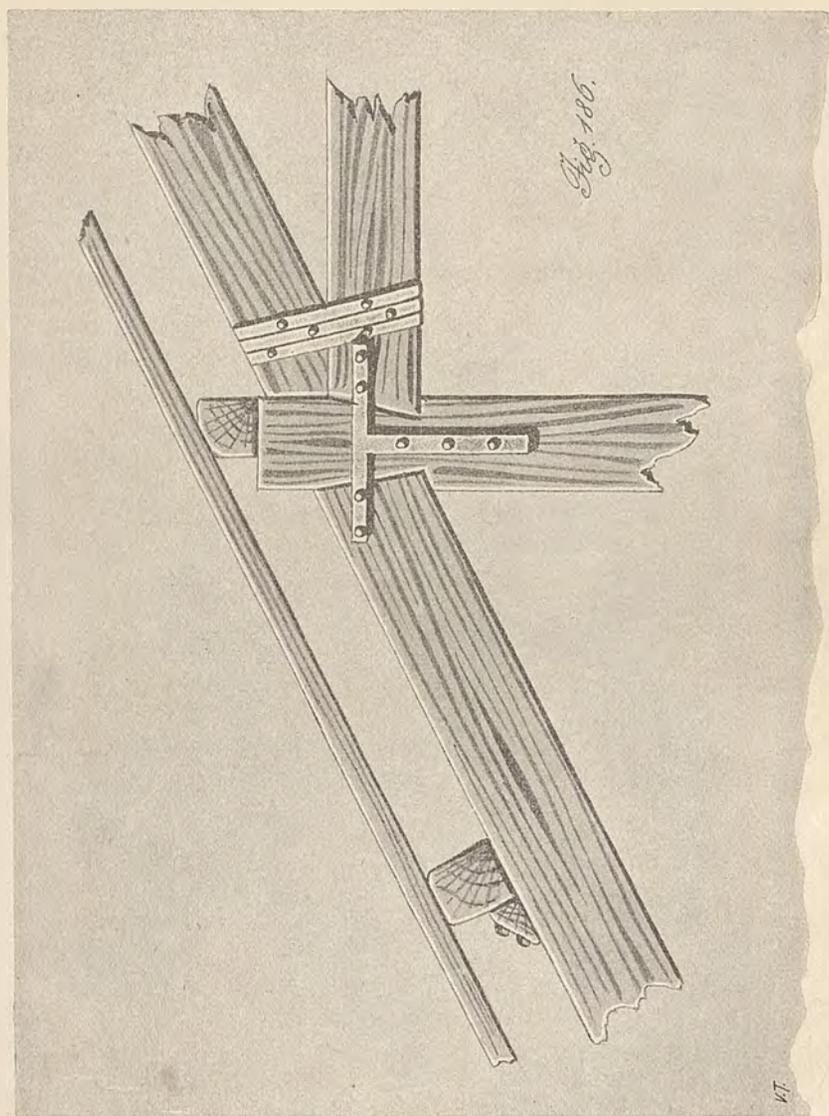


Nelle fig. 184 e 185 sono rappresentate le unioni a semplice dente ed a doppio dente, per le travi delle catene che

non sono di un solo pezzo; le indentature di questi tagli impediscono le disgiunzioni, che tenderebbero a verificarsi nelle catene, per effetto dello stiramento a cui sono soggette; con



delle biette di legno, poi, che si battono fortemente tra i tagli, si stringono queste unioni, e si impediscono gli allungamenti anche lievi della catena.



La fig. 186, finalmente, dà il particolare per la unione della controcatena e dei due puntoni ad uno dei monaci laterali, in una capriata in legno del tipo *alla Palladio*.

Una capriata mista di ferro e legno del tipo *Polonceau*.

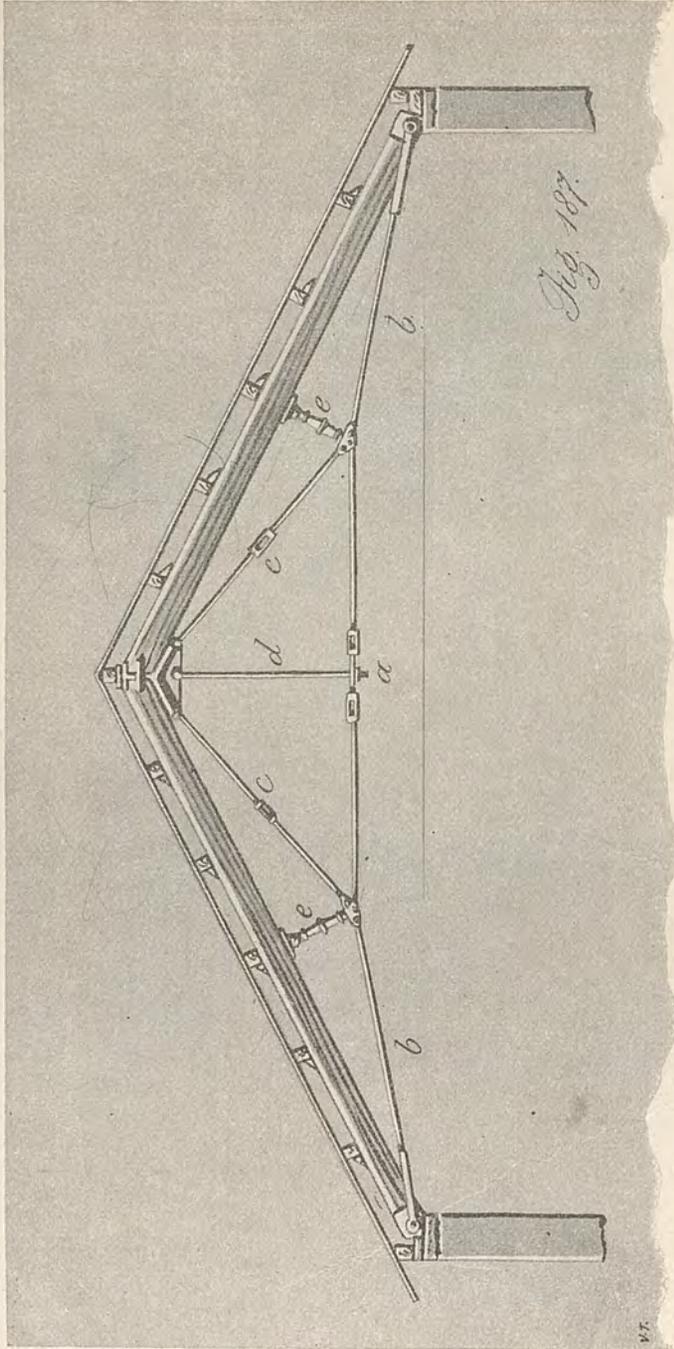


Fig. 187.

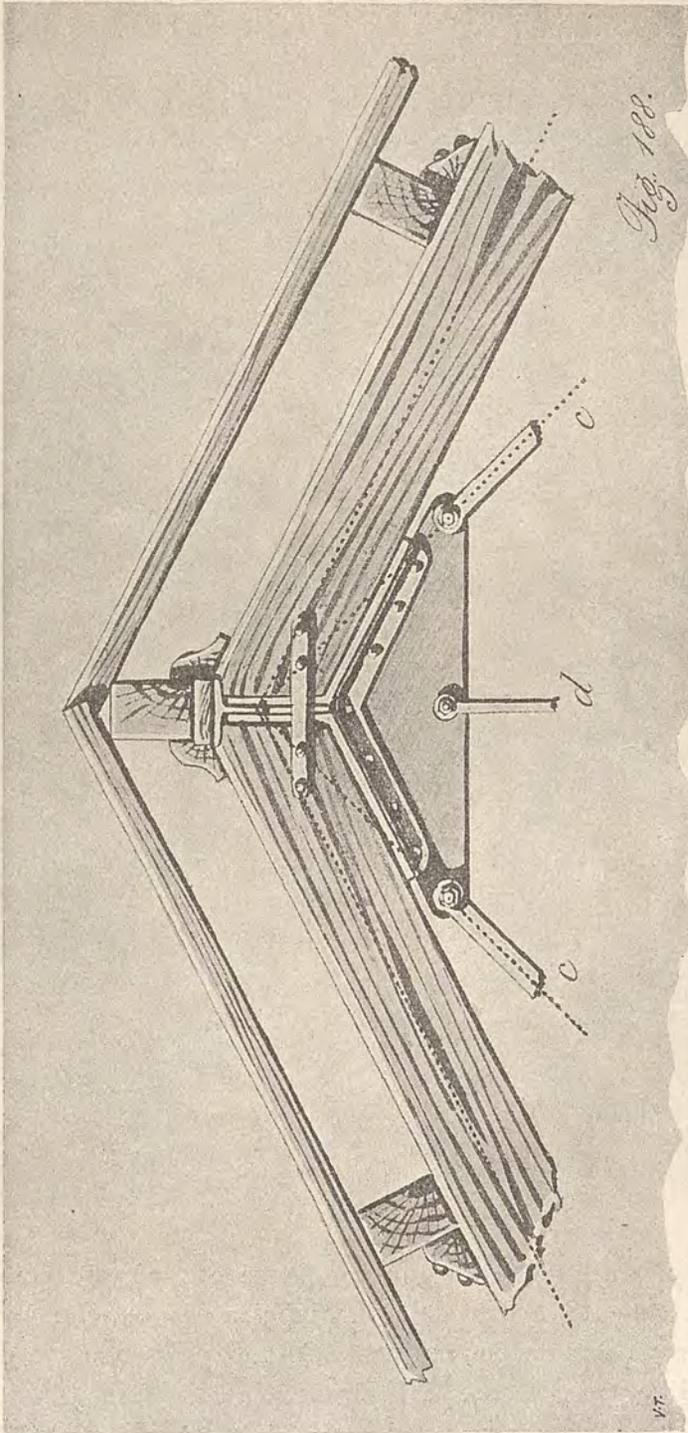
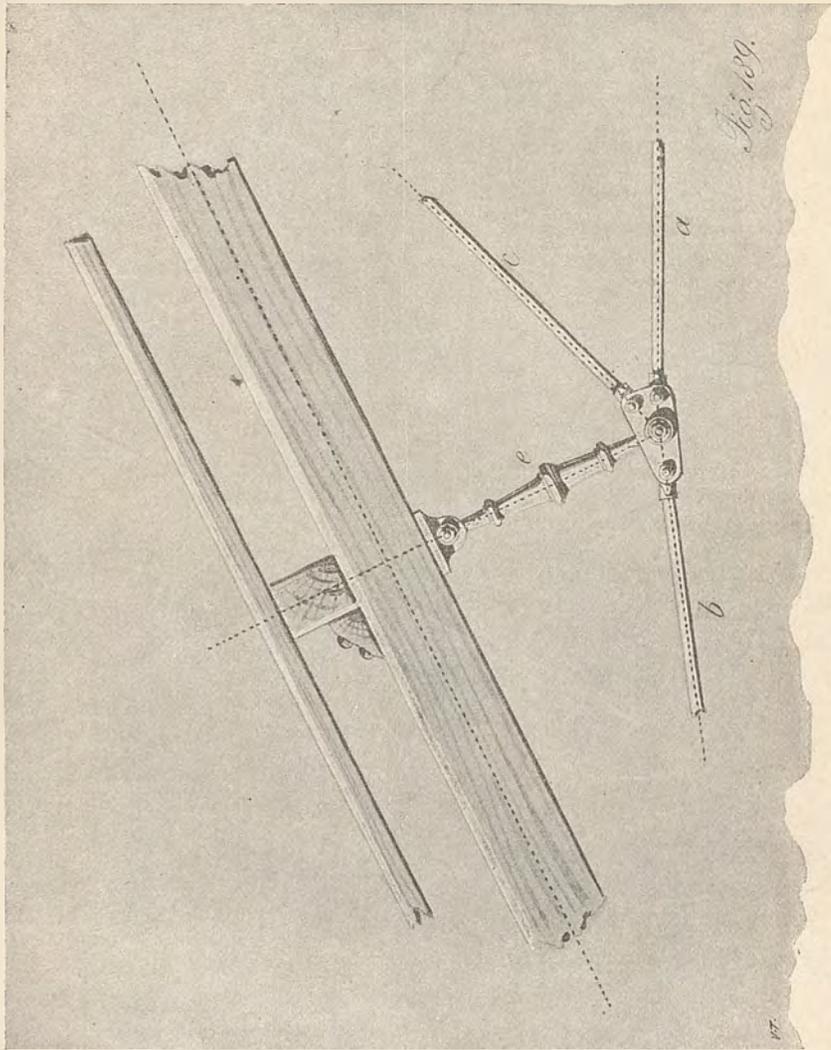
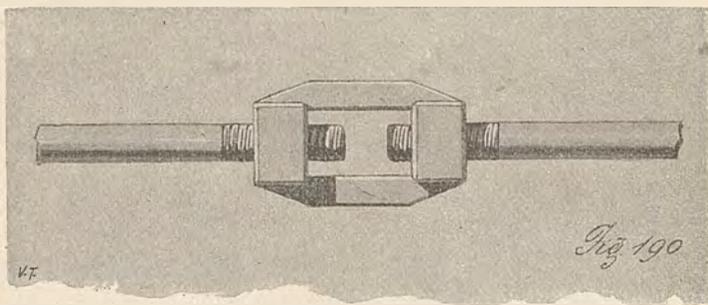


Fig. 188.



preferibile a quelle di legno complesse per portate comprese tra m. 12 e 18, è data dalla fig. 187; in essa ciascun puntone di legno è armato con un contraffisso di ghisa *e*, e con due tiranti di ferro inclinati *b, c*; il tirante *a*, poi, si è imaginato rial-

zato, e sostenuto dal tirante verticale *d*; le solite cassette di ghisa pei puntoni, le quali facilmente si screpolano per le deformazioni che subisce la capriata durante la sua posa in opera, sono surrogate in questo caso da piastre e da squadre di ferro; i particolari dell'unione dei puntoni in sommità, e dell'applicazione dei tiranti *c* al vertice del cavalletto, sono dati dalla fig. 188, nella quale si vede un ferro a T, che è interposto tra le faccie di appoggio dei puntoni, e che porta due lamiere di ferro, ripiegantisi a squadra sotto i puntoni stessi, alle quali,



con ferri d'angolo e chiodi, è fissata una lamiera piana di ferro, a cui con bulloni si fermano i tiranti *c*, e quello *d*.

Il particolare del contraffisso *e*, e della unione al medesimo dei tiranti *a*, *b*, *c*, è dato dalla fig. 189: nella fig. 190, poi, è rappresentato un tenditore pei capi di due tiranti di ferro.

Una capriata tutta di ferro, del tipo Polonceau, i cui puntoni però potrebbero farsi anche di legno, e che può vantaggiosamente adottarsi per portate comprese tra m. 15 e 25, è data dalla fig. 191; ciascun puntone del cavalletto è poggiato in tre punti, intermedi a quelli estremi, per mezzo di tre contraffissi di ghisa, a cui sono sottesi i tiranti in ferro *a*₁, *a*₂, *c*₂, *c*₁, *e*₁, *e*; il tirante *a* si è supposto rialzato, e sorretto nel mezzo da quello verticale *d*.

La distanza a cui solitamente si distribuiscono le capriate, si procura che non sia maggiore di m. 4,50, od al più 5, al-

l'intento di assegnare alle travi dell'armatura grossa del tetto, una squadratura, che non sia troppo grande; per la scelta poi delle squadrature dei legnami, e delle sezioni dei ferri che formano le membrature delle capriate, occorre di determinare il peso per metro corrente che grava sui puntoni, in base al peso per metro quadrato di tetto, dovuto all'armatura grossa, a quella minuta, al materiale di coperta, al sopraccarico accidentale della neve, ed alla pressione del vento; a questo riguardo si dà la seguente tabella XVII.

TABELLA XVII. — *Peso proprio e sopraccarico accidentale per m. q. di tetto.*

Qualità della struttura o del sopraccarico	Numero dei pezzi per m. q.	Peso per m. q.
Armatura grossa di correnti orizzontali (arcarecci o terzere).....	—	chg. 10 a 23
Armatura leggera di travicelli, listelli oppure tavole.....	—	» 18 a 25
Tegole comuni a canale di m. $0,40 \times 0,19 \times 0,13$ in due strati.....	36 a 45	» 60 a 75
Tegole comuni a canale di m. $0,40 \times 0,19 \times 0,13$ in tre strati.....	54	chg. 90
Tegole piane del tipo marsigliese di m. $0,42 \times 0,25$	15	» 40,50
Tegole piane del tipo parigino di $0,29 \times 0,21$	28	» 44
Ardesie francesi di spessore mm. 3 in tre strati..	—	» 28
Ardesie o piode di Valle Malenco.....	—	» 84
Lamiera zincata di spessore mm. 0,70 a 1.....	—	chg. 6 a 8
Zinco dal n.° 14 al n.° 16 di spessore mm. 0,90 a 1	—	» 6 a 7,50
Lamine di piombo di spessore mm. 3,5.....	—	chg. 40
Vetro di spessore mm. 3 a 5.....	—	chg. 8 a 14
Vetro di spessore mm. 10 a 12.....	—	chg. 32
Sopraccarico accidentale dovuto alla neve ed al vento, per tetti la cui saetta non supera $\frac{1}{3}$ della corda, e per climi temperati.....	—	chg. 60 a 100

Tenendo calcolo del peso di cui è caricato il puntone per metro corrente, la scelta delle squadrature dei legnami e delle sezioni dei ferri, si può fare colle seguenti tabelle, che si sono calcolate per carichi e portate variabili.

TABELLA XVIII. — Per le squadrate dei legnami e sezioni dei ferri delle capriate delle fig. 172 e 173 con puntoni di legno, catena di legno oppure di ferro, monaco di legno o tirante verticale di ferro, rapporto tra la saetta e la corda = $\frac{1}{4}$ = 27°.

Qualità delle membrature	Carico per metro corrente di puntone chg. 720 Squadrate di legnami e diametri dei tiranti di ferro per portate di		
	m. 4	m. 6	m. 8
Puntoni di legno	m. 0,18 × 0,14	m. 0,23 × 0,19	m. 0,28 × 0,22
Catena di legno	» 0,18 × 0,14	» 0,23 × 0,19	» 0,28 × 0,22
Monaco di legno	» 0,14 × 0,14	» 0,19 × 0,19	» 0,22 × 0,22
Catena di ferro	mm. 20	mm. 22	mm. 25
Tirante verticale di ferro .	» 15	» 15	» 15
	Carico per metro corrente di puntone chg. 945		
Puntoni di legno	m. 0,20 × 0,14	m. 0,25 × 0,21	m. 0,30 × 0,24
Catena di legno	» 0,20 × 0,14	» 0,25 × 0,21	» 0,30 × 0,24
Monaco di legno	» 0,14 × 0,14	» 0,21 × 0,21	» 0,24 × 0,24
Catena di ferro	mm. 22	mm. 24	mm. 28
Tirante verticale di ferro .	» 15	» 15	» 15

TABELLA XIX. — Per le squadrate dei legnami e sezioni dei ferri delle capriate delle fig. 174 e 175, con puntoni di legno, catena di legno o di ferro, saette di legno, monaco di legno oppure tirante verticale di ferro, rapporto tra la saetta e la corda = $\frac{1}{4}$ = 27°.

Qualità delle membrature	Carico per metro corrente di puntone chg. 720 Squadrate di legnami e diametri dei tiranti di ferro per portate di		
	m. 10	m. 12	m. 15
Puntoni di legno	m. 0,28 × 0,22	m. 0,31 × 0,27	m. 0,36 × 0,30
Catena di legno	» 0,28 × 0,22	» 0,31 × 0,27	» 0,36 × 0,30
Monaco di legno	» 0,22 × 0,22	» 0,27 × 0,27	» 0,30 × 0,30
Saette di legno	» 0,22 × 0,22	» 0,27 × 0,27	» 0,30 × 0,30
Catena di ferro	mm. 33	mm. 38	mm. 40
Tirante verticale di ferro .	» 20	» 22	» 25

Qualità delle membrature	Carico per metro corrente di puntone chg. 945 Squadrature di legnami e diametri dei tiranti di ferro per portate di		
	m. 10	m. 12	m. 15
Puntoni di legno	m. 0,30 × 0,25	m. 0,34 × 0,28	m. 0,38 × 0,35
Catena di legno	» 0,30 × 0,25	» 0,34 × 0,28	» 0,38 × 0,35
Monaco di legno	» 0,25 × 0,25	» 0,28 × 0,28	» 0,35 × 0,35
Saette di legno	» 0,25 × 0,25	» 0,28 × 0,28	» 0,35 × 0,35
Catena di ferro	mm. 37	mm. 41	mm. 46
Tirante verticale di ferro .	» 23	» 25	» 28

TABELLA XX. — Per le squadrature dei legnami e sezioni dei ferri della capriata Polonceau ad un contraffisso della fig. 187, con puntoni di legno oppure di ferro; rapporto tra la saetta e la corda = $\frac{1}{4} = 27^\circ$, tirante a rialzato di $\frac{1}{5}$ della saetta.

Carico per metro corrente di puntone chg. 720

Portate	Puntoni di legno	Puntoni di ferro				Sezione del contraffisso di ghisa	Diametri dei tiranti			
		Altezza	Larghezza delle falde	Groscezza dell'asta	Groscezza media delle falde		a	b	c	d
m.	metri	mm.	mm.	mm.	mm.	mm. q.	mm.	mm.	mm.	mm.
10	0,22 × 0,18	160	74	6,3	9,5	363	28	38	28	15
12	0,24 × 0,22	180	82	6,9	10,4	435	31	42	31	15
14	0,27 × 0,23	210	94	7,8	11,7	508	34	46	34	15
16	0,30 × 0,25	230	102	8,4	12,6	580	37	49	37	15
18	0,32 × 0,27	260	113	9,4	14,1	653	40	52	40	15

Carico per metro corrente di puntone chg. 945

10	0,24 × 0,20	180	82	6,9	10,4	476	33	44	33	15
12	0,27 × 0,23	200	90	7,5	11,3	571	36	49	36	15
14	0,30 × 0,25	230	102	8,4	12,6	666	40	52	40	15
16	0,33 × 0,27	260	113	9,4	14,1	762	42	56	42	15
18	0,35 × 0,30	280	119	10,1	15,2	857	44	60	44	15

TABELLA XXI. — Per le squadrature dei legnami e sezione dei ferri della capriata Polonceau a tre contraffissi della fig. 191, con puntoni di legno oppure di ferro; rapporto tra la saetta e la corda = $\frac{1}{5} = 27^\circ$, tirante *a* rialzato di $\frac{1}{5}$ della saetta.

Carico per metro corrente di puntone chg. 720														
Portato	Puntoni di legno	Puntoni di ferro				Sezione dei contraffissi di ghisa		Diametri dei tiranti						
		Altezza	Larghezza delle falde	Groschezza dell'asta	Groschezza media delle falde	mag-giore	mi-nore	<i>a</i>	<i>a</i> ₂	<i>a</i> ₁	<i>c</i> ₂	<i>c</i> ₁	<i>e</i>	<i>d</i>
15	0,22 × 0,18	180	82	6,9	10,4	583	350	38	51	54	34	41	21	15
20	0,24 × 0,19	220	98	8,1	12,2	777	466	45	59	65	41	49	27	15
25	0,30 × 0,26	260	113	9,4	14,1	972	583	50	66	72	45	53	30	15

Carico per metro corrente di puntone chg. 945														
m.	metri	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.q.	mm.q.	mm.						
15	0,24 × 0,19	200	90	7,5	11,3	765	459	44	58	64	40	48	26	15
20	0,26 × 0,20	240	106	8,7	13,1	1020	612	51	68	74	46	55	30	15
25	0,33 × 0,22	280	119	10,1	15,2	1275	765	57	76	82	55	61	34	15

L'impiego delle capriate, si rende necessario solo quando nei corpi di fabbrica non si abbiano sufficienti murature interne per portare l'armatura grossa dei tetti. Avendosi dei muri longitudinali interni, le travi orizzontali dell'armatura grossa di una stessa falda di tetto, se non si possono altrimenti poggiare, si stabiliscono sopra dei semplici puntoni di legno, che dal muro longitudinale interno, si dirigono inclinati a quello esterno di gronda; questi puntoni, se sono piuttosto lunghi e gravati di molto carico, devono avere al piede una catena, per evitare la loro spinta contro i muri, e possono anche essere fortificati da saette, formando così, col loro insieme, come una mezza capriata, quale vedesi rappresentata in una parte della fig. 179.

Assai sovente le capriate, insieme coi semplici puntoni, colle mezze capriate, e coi muri interni, non bastano a fornire

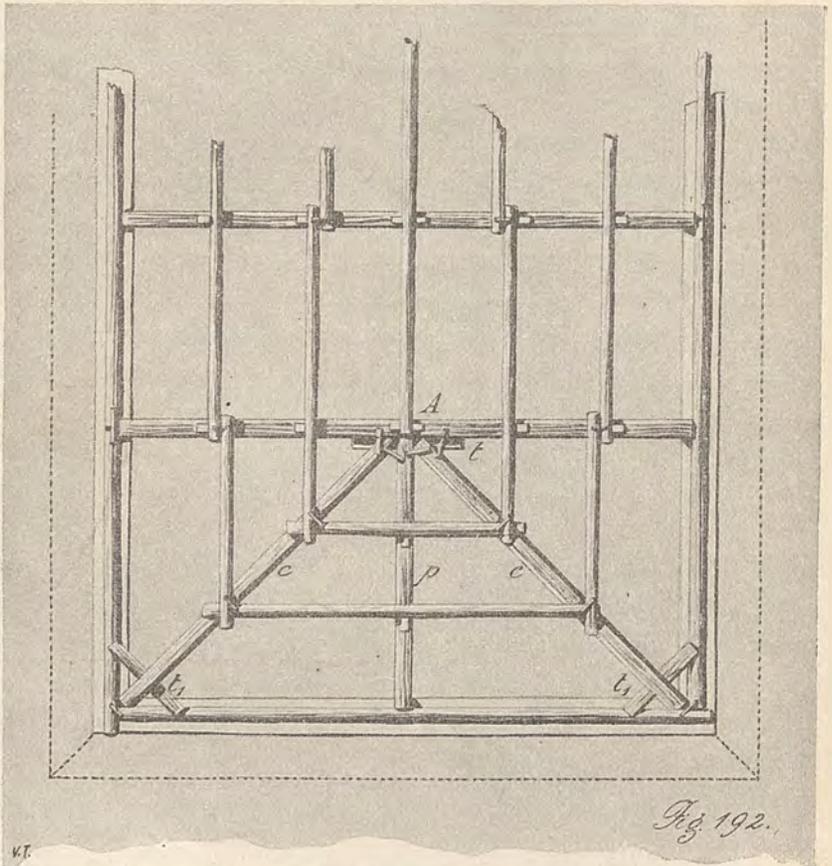
un sufficiente numero di appoggi per le travi della armatura grossa del tetto; tali appoggi dovendo essere distribuiti in maniera che, l'armatura grossa del tetto, riproduca la forma poliedrica della copertura. Nella direzione quindi degli spigoli del tetto, che corrispondono ai displuvî ed ai compluvî, si ordinano delle travi inclinate o puntoni, simili a quelli semplici che si sono descritti, e che si chiamano *cantionali* allora che col loro piede sono piantati negli angoli delle murature esterne; i cantionali, in sommità, possono essere poggiati sia sui muri interni, come ai vertici delle capriate; è importante però di avvertire che questi cantionali, quando corrispondono ad un displuvio e ad un angolo sagliente dei muri esterni, vengono ad esercitare una spinta diagonale contro i muri e nel loro angolo, che è bene di evitare; a questo scopo, se non si può provvedere con un tirante orizzontale di legno o di ferro, si ricalza il cantonale, poco sopra il suo piede, poggiandolo su di una traversa di legno, incastrata nei due muri ad una certa distanza dal loro incontro, la quale, messa orizzontale ed obliqua al cantonale, scarica una parte del peso di quest'ultimo sui muri, in due punti che precedono il loro incontro.

La fig. 192 rappresenta la distribuzione in pianta delle capriate, di un puntone semplice, e di due cantionali, per la porzione di testata di un tetto, nella quale si incontrano tre delle sue falde. Nella figura si vede in t una traversa chiodata ai puntoni della capriata A , sulla quale poggiano in sommità i due cantionali c ed il puntone p , e si vedono in t_1 le due traverse che ricalzano al piede i due cantionali c , c .

I legnami per le capriate, pei cantionali, e per tutte le travi di sostegno dell'armatura grossa del tetto, è preferibile sieno di qualità forte, adoperandosi anche, assai opportunamente, per queste strutture, il larice, segnatamente per tutte le membrature, soggette a sforzi di flessione o di compressione.

32. L'armatura grossa dei tetti. Sopra le capriate, o sopra le altre travature di sostegno in genere, o sopra i muri

maestri della fabbrica, si poggiano, come si è detto, le travi dell'armatura grossa del tetto, le quali sono dirette come le orizzontali delle falde e completano l'ossatura della copertura,



destinata a ricevere l'armatura minuta. Il trave orizzontale della armatura grossa, che corrisponde al comignolo del tetto, dicesi il *colmo*, quello che sta al piede del tetto, e che poggia sulle murature di gronda, chiamasi la *radice* o *banchina*, le altre travi dell'armatura, si chiamano *arcarecci* o *terzere*.

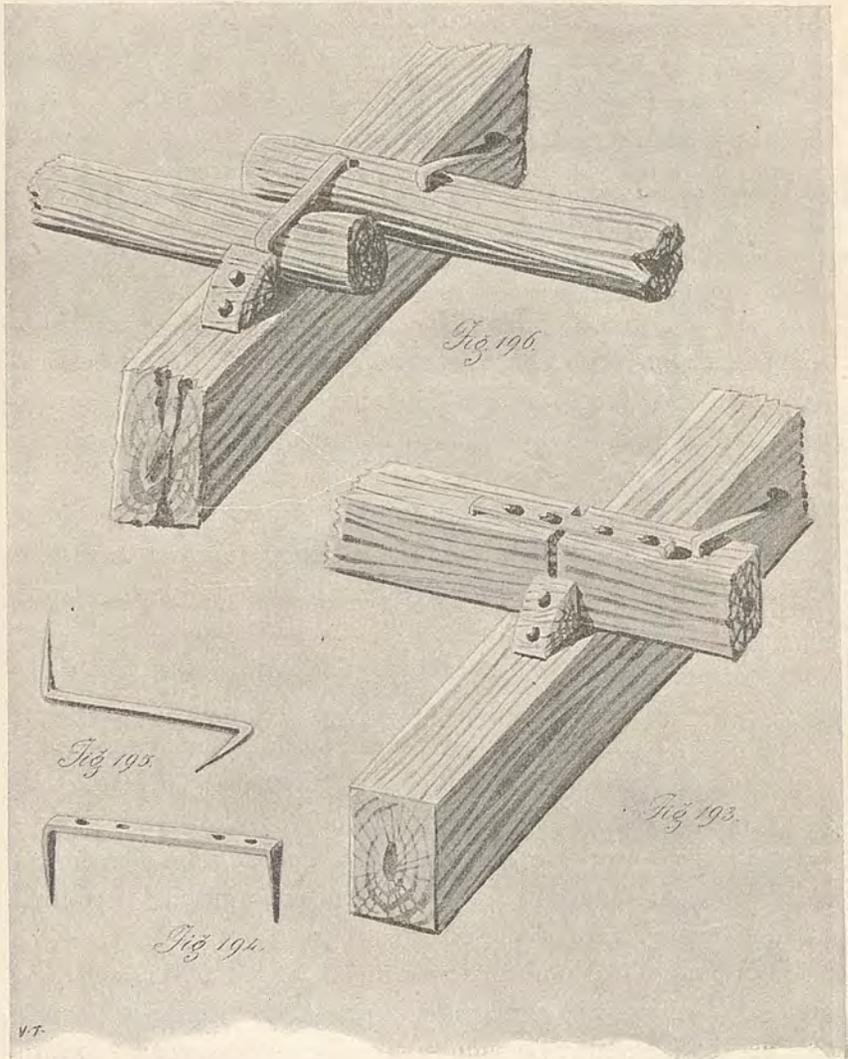
Se queste armature sono in vista, si fanno con legnami a quattro fili, se invece sono nascoste, si fanno con legnami che hanno gli angoli smussati, o che sono tondi; in generale per tali armature, sono preferibili gli stessi legnami forti che si impiegano per le capriate. La lunghezza delle travi e la loro squadratura, dipendono dalla distanza dei loro appoggi, la quale, come si è visto, si procura di fare non maggiore di m. 4,50 od al più 5; la distanza poi a cui si distribuiscono le terzere, ordinariamente è di circa m. 1,50.

La fig. 193 rappresenta l'appoggio di due terzere su di un puntone, essendo tutte queste travi a quattro fili; le terzere sono poggiate sul puntone colle loro teste riscontrate, sono concatenate tra loro con una grappa, il cui particolare è dato dalla fig. 194, e contrastano con una delle loro faccie, contro un gattello chiodato al puntone, che le mantiene allineate sopra di esso; ciascuna terzera poi è fermata al puntone, con una grappa che ha le punte in due piani perpendicolari tra loro, affinchè possa essere fissata con una punta sopra la terzera, e coll'altra nel fianco del puntone; il particolare di questa grappa è dato dalla fig. 195.

Un appoggio di questo genere, che si limita a metà della larghezza del puntone, non è sufficiente per le terzere fatte di travi tonde, le quali solitamente si poggiano inoltre su puntoni che non sono a quattro fili; questi legnami, non molto regolari, è bene di stabilirli sui puntoni coi loro estremi appaiati, come è indicato nella fig. 196, concatenandoli sempre con grappe di ferro, sia tra loro, come col puntone, e contrastandoli con gattelli di legno.

L'appoggio di due terzere a quattro fili che si incontrano in un medesimo punto di un cantonale di displuvio, si pratica assai facilmente, facendo combaciare sul cantonale le loro teste tagliate diagonalmente, e fermandole con grappe; un simile appoggio invece, per le terzere tonde, si fa soprammontando le terzere l'una sull'altra coi loro estremi, e collocandole

nelle due falde a due distanze differenti dalla linea di gronda, perchè possano riescire entrambe poggiate sul cantonale, l'una



appena sopra dell'altra, come è indicato in pianta nella fig. 192 che si è data precedentemente. Per completare poi l'armatura

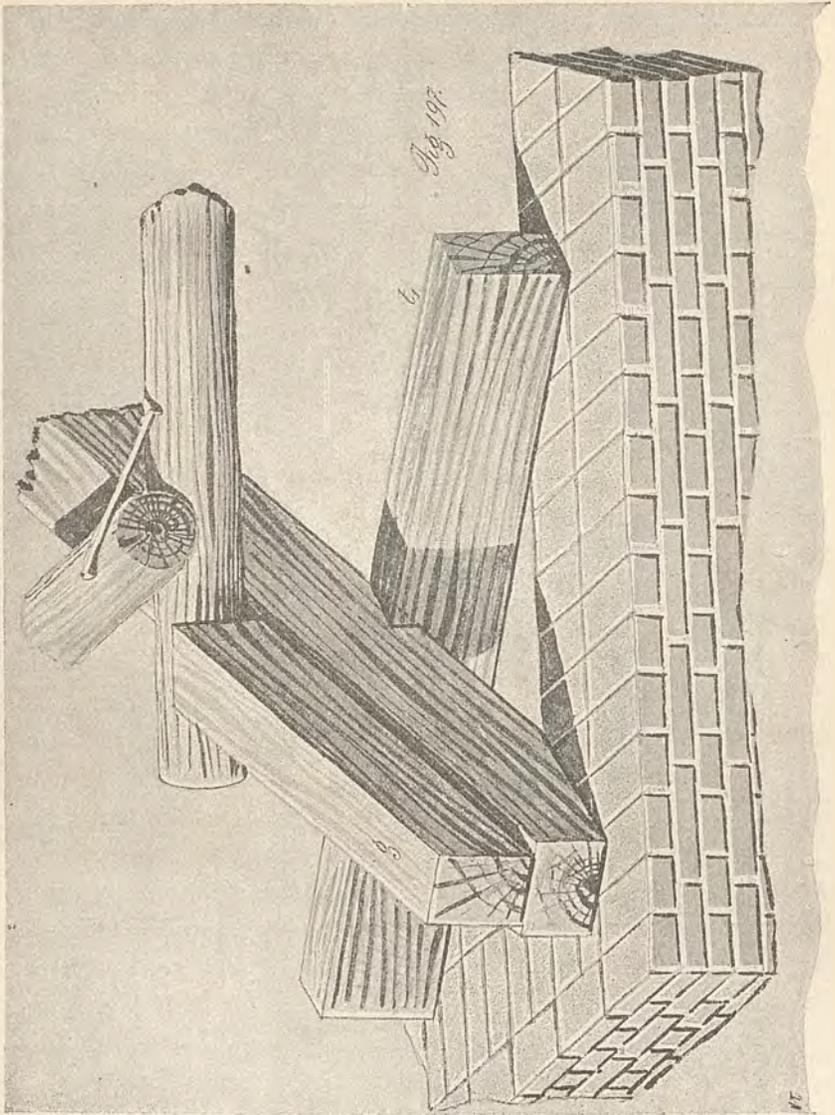
grossa nella parte che corrisponde al displuvio, occorre di chiodare sopra il cantonale, e tra le terzere, una *grossezza* di legno, alta come sono grosse le terzere, per poggiarvi e chiodarvi sopra, colle teste riscontrate, i travicelli dell'armatura minuta delle due falde che formano il displuvio.

Il particolare di un cantonale per la porzione al suo piede, colla traversa di sostegno t_1 di cui si è parlato, colla *grossezza* g tra le terzere, e coll' appoggio degli estremi di due terzere tonde sopra di esso, è dato dalla fig. 197.

Volendo evitare la *grossezza* g , si dovrebbe stabilire il cantonale un po' più alto, per poggiarvi le terzere lateralmente col mezzo di guscioni applicati sui suoi fianchi; con tale disposizione, però, le terzere, incontrandosi coi fianchi del cantonale di displuvio ad angolo, che verso il piede del tetto è sagliente, tenderebbero a scorrere sul loro appoggio inclinato, per effetto del peso del tetto stesso, senza essere efficacemente contrastate.

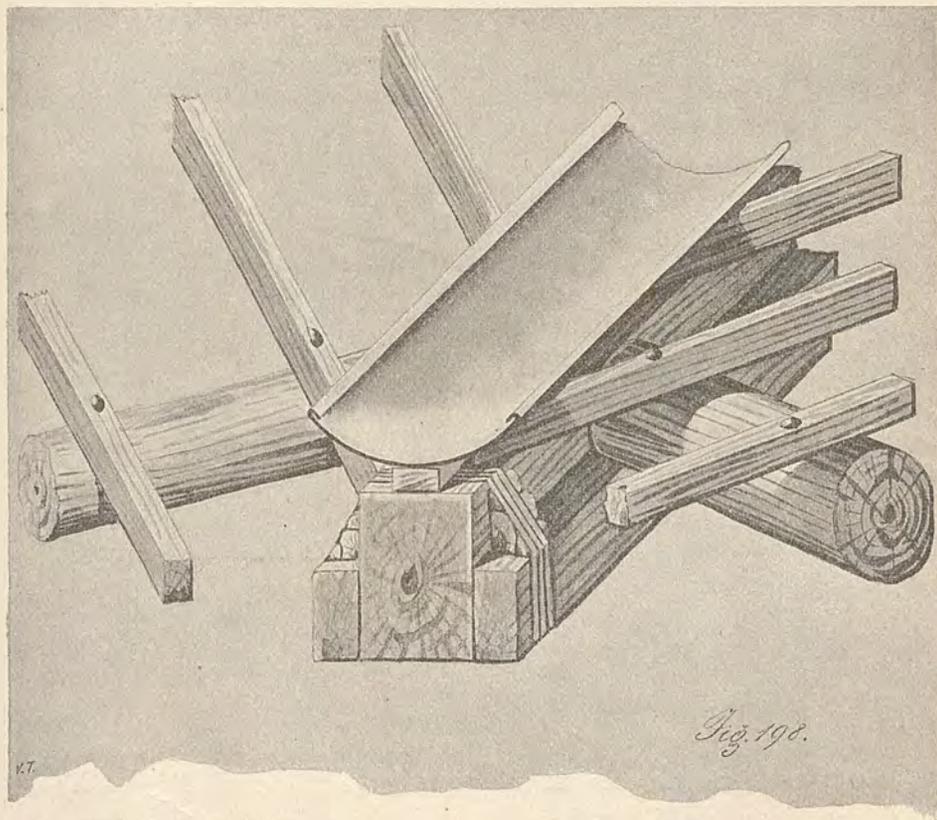
L' appoggio invece delle terzere lateralmente al cantonale, mediante guscioni, si può fare convenientemente, come mostra la fig. 198, quando si tratta di un compluvio, nel qual caso le terzere, incontrandosi coi fianchi del cantonale di compluvio ad angolo, che verso il piede del tetto è rientrante, non possono, per il contrasto che si sviluppa tra loro ed il cantonale, scorrere lungo il loro appoggio inclinato, e diminuiscono anzi la spinta del cantonale stesso sui muri; come si vede poi dalla stessa fig. 198, una simile pratica torna opportuna, anche per la possibilità che offre di poggiare sul cantonale di legno, con un leggero ingrossamento, il canale di lamiera che nel compluvio sta sotto il materiale di coperta per raccogliere le acque che vi convergono.

I colmi e le radici che si poggiano pel lungo sulle muraure longitudinali interne delle fabbriche, e su quelle di gronda, possono avere sezioni minori delle terzere, tornando tuttavia indispensabili per chiodarvi i travicelli dell'armatura minuta.



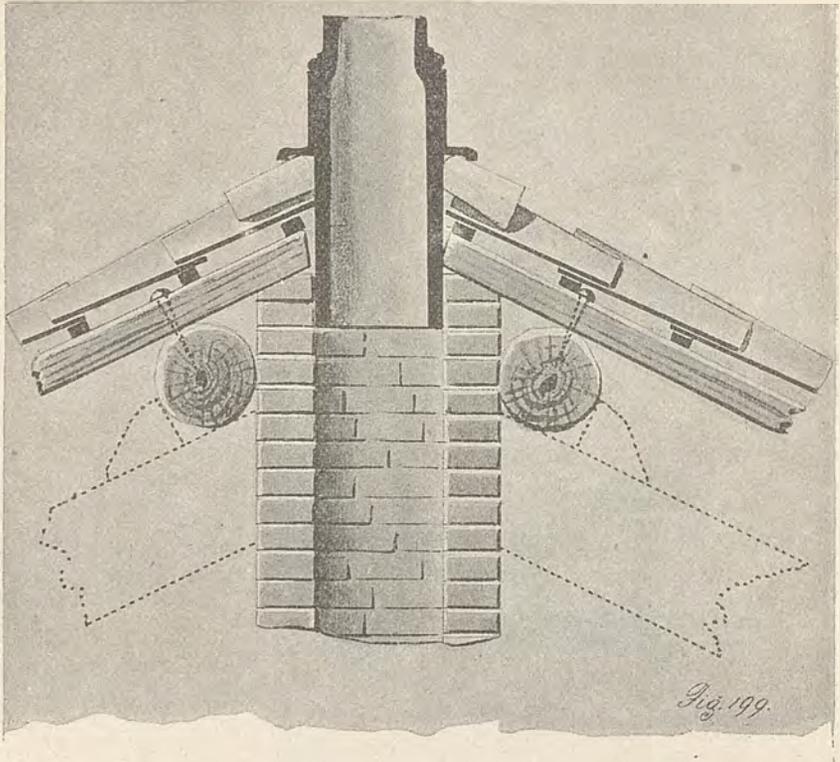
Nelle murature maestre che portano il colmo, si evita ordinariamente di praticarvi i camini, per non essere obbligati ad interrompere la continuità del trave di colmo nelle parti at-

traversate dalle canne del fumo; quando però non si possa fare altrimenti, i travicelli dell'armatura minuta, come è indicato nel particolare della fig. 199, nella tratta occupata dalle canne da camino, per la quale il colmo resta interrotto, si poggiano su due terzere messe sui due fianchi del muro di colmo.

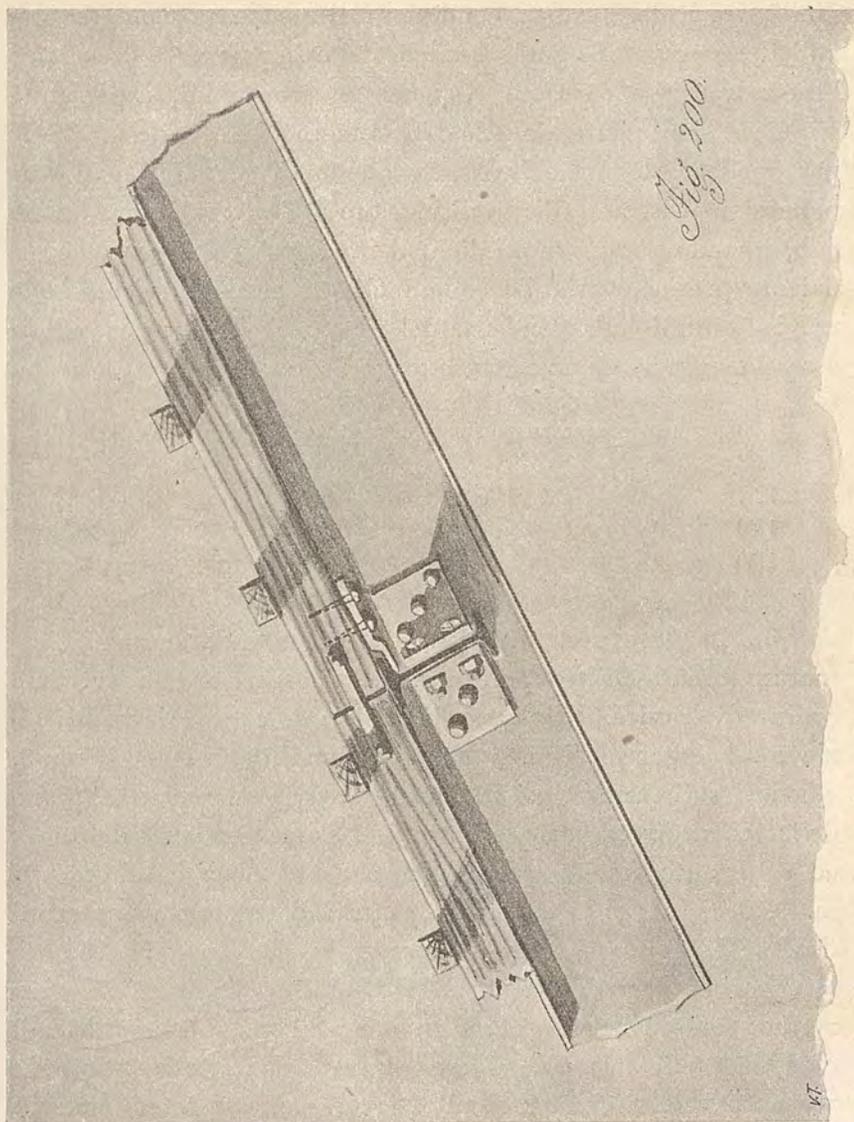


Le terzere di legno si fermano sopra i puntoni di ferro a doppio T, con squadre di lamiera che si predispongono chiodate sopra le falde dei medesimi, e che vengono in seguito chiodate ai puntoni di legno; le terzere, poi, se sono di ferro a doppio T come i puntoni, ordinariamente, si stabiliscono lungo il

fianco dei puntoni, fermandoli a questi con squadre di ferro assicurate con chiodi al puntone e con bulloni alle terzere, come è indicato nella fig. 200, nella quale vedesi anche l'*ungghietta* di ferro, colla quale i travicelli di legno dell'armatura



minuta si fermano alle terzere, e la grappa che si chioda di fianco ai travicelli stessi, per il collegamento delle loro estremità. La squadratura delle terzere di legno, e le sezioni di quelle di ferro, dipendono dal carico totale Q di cui sono gravate, e dalla loro lunghezza l ; le squadrature quindi delle terzere di legname a sezione circolare, si scelgono col sussidio della tabella XI che si è data per le travi maestre delle impalcature da solaio, nella quale si cerca il trave che per la portata



di m. 1 resiste ad un carico di chg. $Q \times l$, essendo l espresso in metri.

Le terzere di legno quadrate e rettangolari, e quelle di ferro a doppio T, essendo posate in opera colla loro altezza che

non è verticale, sono in condizioni di resistenza meno favorevoli delle travi di eguale sezione delle impalcature da solaio; le squadrature e le sezioni di queste terzere quindi, si potranno scegliere, similmente a quelle delle terzere tonde, colle tabelle X per quelle di legno, e XIII per quelle di ferro, le quali tabelle si riferiscono alle travi maestre delle impalcature da solaio, quando però si moltiplichino il prodotto $Q \times L$, per un coefficiente pratico, variabile colla inclinazione delle altezze delle travi e quindi colla pendenza del tetto, e che in ogni caso deve essere maggiore di uno. Questo coefficiente è di:

1,30	per pendenze corrispondenti a saette = $\frac{1}{5}$	della corda = 22°
1,33	»	» = $\frac{1}{4}$ » » = 27°
1,37	»	» = $\frac{7}{24}$ » » = 30°
1,40	»	» = $\frac{1}{3}$ » » = 34°
1,50	»	» = $\frac{1}{2}$ » » = 45°

33. L'armatura minuta dei tetti e le coperture. L'armatura minuta dei tetti, ordinariamente, è formata da un primo ordine di travicelli di legno di qualità dolce o resinosa, di sezione rettangolare di m. $0,08 \times 0,10$, lunghi non meno di m. 3, chiodati sulle terzere col lato maggiore perpendicolare al piano della falda, diretti come le linee di massima pendenza del tetto, ed a distanza tra loro da centro a centro, che è soltanto di m. 0,50 circa per le coperture pesanti di tegole curve comuni o di ardesie grosse, e che può arrivare anche a m. 0,75, per le coperture leggere di tegole piane del tipo marsigliese e parigino; nelle armature che non sono in vista, i travicelli si chiodano sulle terzere coi loro estremi appaiati; in quelli in vista, invece, si chiodano sulle terzere colle teste riscontrate. L'armatura minuta si completa disponendo sopra questo primo ordine di travicelli, un secondo ordine che è di correntini o listelli, essi pure di qualità dolce, chiodati ai travicelli e diretti perpendicolarmente ai medesimi, ossia come le orizzontali delle falde. Le sezioni e l'ordinamento dei correntini, dipende

dal materiale di coperta. Per le coperture di tegole curve a canale comuni, i correntini hanno una sezione che è circa di mm. 20×40 , ed una lunghezza di circa m. 4,00; essi si chiamano comunemente in Lombardia le *cotichette*, si mettono in opera a distanza variabile colla lunghezza delle tegole, che si può ritenere compresa tra m. 0,20 e 0,23, e col lato minore perpendicolare al piano delle falde; le cotichette si poggiano appaiate sui travicelli, ed assai sovente, nella campata che corrisponde ai loro estremi, le cotichette sono raddoppiate di fianco l'una all'altra, per impedire che facilmente presso ai loro capi si incurvino pel peso del materiale. Talora, pei tetti coperti con tegole curve a canale comuni che hanno l'armatura in vista, se ne rende più regolare l'armatura minuta, formandola soltanto di travicelli di sezione m. $0,06 \times 0,08$, piuttosto accostati tra loro, ossia messi ad una distanza da centro a centro che è soltanto di m. 0,15 circa, affinchè ciascuna coppia dei travicelli stessi, possa ricevere direttamente un canale di tegole.

Per le coperture di tegole piane del tipo marsigliese e parigino, le quali tegole hanno dei bordi risaltati con cui si aggrappano all'armatura minuta, si mettono in opera dei listelli orizzontali che si chiodano sopra i travicelli, ad una distanza da centro a centro di m. 0,32 per le marsigliesi, e di m. 0,22 per le parigine; i listelli hanno una sezione di mm. 50×50 se i travicelli sono a distanza tra loro di m. 0,75, ed una sezione che è anche solo di mm. 30×50 se i travicelli sono piuttosto accostati; questi correntini oltrechè orizzontali, devono essere chiodati sopra i travicelli bene allineati, colle loro teste riscontrate, e poggiati agli estremi su due travicelli accoppiati che si stabiliscono ogni 4 m. circa, ossia a distanze che corrispondono alle lunghezze dei correntini medesimi. La distribuzione dei listelli lungo le falde, si fa a partire dalla linea di gronda, procedendo dal basso all'alto, facendo all'occorrenza più stretto l'ultimo scomparto più alto che precede il colmo del tetto, pel quale scomparto, le tegole, quando sia necessario, vengono ta-

gliate; il primo listello più basso, si stabilisce a pochi centimetri dal canale di gronda, quello poi che lo succede immediatamente, si mette ad una distanza dal primo minore di quella normale, e che per le tegole marsigliesi è di m. 0,23 e per le tegole parigine è di m. 0,15, acciò che le tegole del primo ordine inferiore, possano soprammontare il bordo del canale di gronda, di una quantità sufficiente.

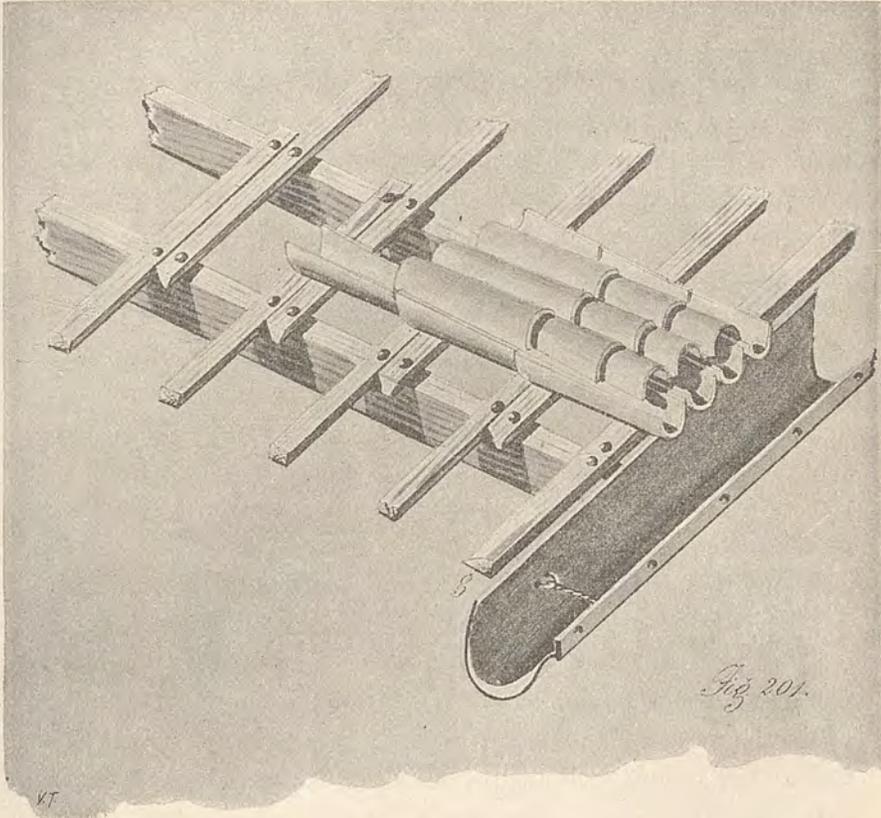
L'armatura di travicelli per le coperture di ardesie sottili, si completa talora, chiodandovi sopra dei listelli orizzontali, messi a distanza tra loro di $\frac{1}{3}$ della lunghezza delle ardesie, ai quali le ardesie si fissano mediante degli uncini di metallo doppi, che si aggrappano ai listelli di legno ed al piede delle ardesie.

Più sovente però, per le coperture di ardesie come per quelle di metallo, si preferisce di chiodare sopra i travicelli un ordine di tavole di qualità dolce o resinosa, grosse non meno di mm. 22, sul quale le ardesie e le lamine si fissano con chiodi.

Le tegole curve a canale, sono assai usate per i tetti delle fabbriche, quantunque le coperture di questo genere sieno pesanti e non abbiano una bella apparenza; le tegole curve si ordinano sul tetto in due strati, e qualche volta anche in tre nei tetti che si dicono fatti col *raddoppio*; le tegole del primo strato, sono distribuite in canali accostati tra loro, diretti come le linee di massima pendenza delle falde, formati con tegole aventi la concavità rivolta verso l'alto e la bocca più larga all'insù, in guisa che ciascuna tegola possa incastrarsi per circa $\frac{1}{3}$ della sua lunghezza, colla sua parte rastremata, sopra la porzione più ampia della tegola immediatamente inferiore. Sopra questo primo strato di tegole se ne dispone un secondo, nel quale le tegole hanno la concavità rivolta verso il basso e la bocca più larga all'ingiù, affinchè ciascuna tegola possa sovrapporsi a quella immediatamente inferiore, e si possano colle tegole formare dei filari di canali rovesci che si accavalano a quelli del primo strato coprendone gli intervalli. Le

tegole del terzo strato che formano il raddoppio, sono ordinate in canali concavi verso l'alto, come quelli del primo strato, e vengono così stabiliti tra i filari del secondo suolo.

La fig. 201 rappresenta l'ordinamento delle tegole nei primi



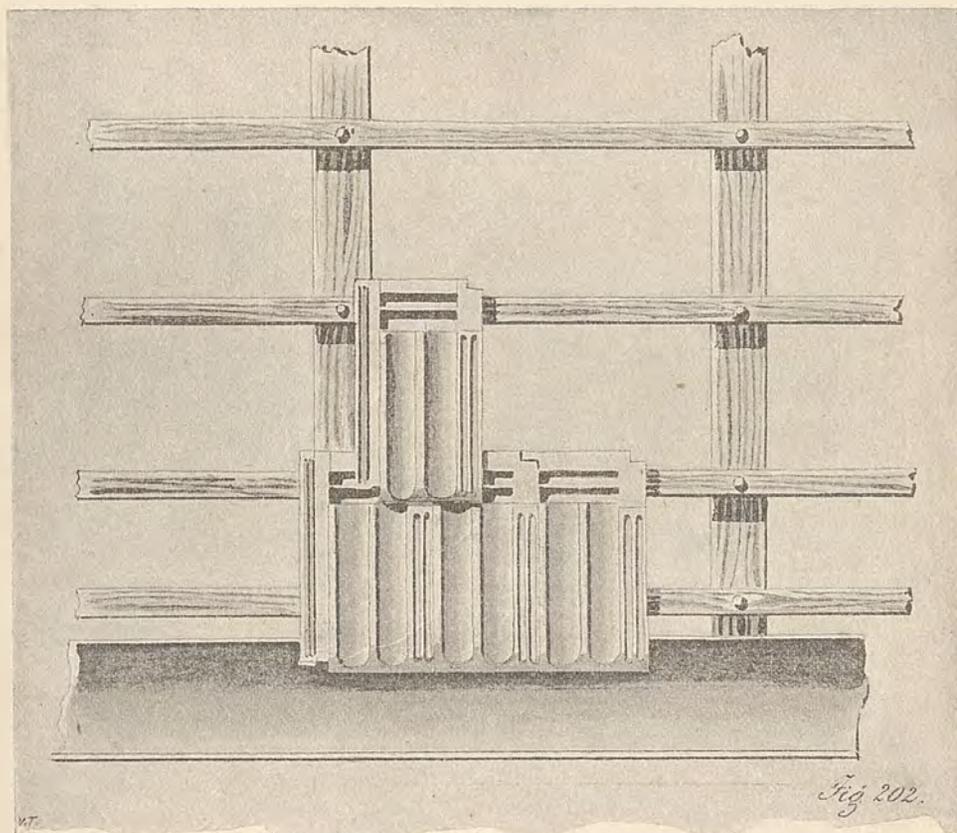
due suoli, per una porzione di tetto prossima al canale di gronda, col correntino o *grondale* *g* che mantiene rialzate le tegole presso il canale stesso. La cresta del tetto tra due falde, si forma con un filare di tegole simili alle altre, ma di dimensioni maggiori, le quali si mettono in opera colla concavità all'ingiù, in parte sovrapposte tra loro, e stabilite su di un letto di malta gros-

solana, in guisa da ricoprire l'intervallo tra le tegole delle due falde alle quali si accavallano lungo il comignolo. Nel verso dello spigolo di displuvio, sopra i suoli di tegole delle falde, se ne poggiano su letto di malta due filari colla concavità in basso ed a poca distanza tra loro, per portare un canale di tegole che si stabilisce sopra di loro concavo verso l'alto, diretto come il displuvio. Lungo lo spigolo di compluvio, e sopra le tegole del primo strato delle falde, si forma un canale di tegole concavo verso l'alto, e stabilito a pari di quelle che nelle falde formano il secondo strato, affinchè in esso possa raccogliersi l'acqua dei canali di tegole che formano il raddoppio, il quale in ogni caso, deve estendersi di fianco al compluvio, con una larghezza non minore di m. 1.

Le tegole marsigliesi e parigine hanno dei bordi risaltati e degli incastri sul loro contorno, per mezzo dei quali, esse in parte si sovrappongono tra loro e si aggrappano, come si è detto, ai listelli dell'armatura minuta; le medesime, poi, presentano alla superficie delle sporgenze e dei canali, che guidano l'acqua sulle falde in direzioni che sono scostate dalle loro linee di unione.

Queste tegole piane si posano in opera su ciascuna falda, in filari diretti come i correntini, e si indentano ai medesimi col loro risalto; talora anche si fermano maggiormente con un filo di ferro che si fa passare in un occhio aggettante sotto la tegola, il quale filo si avvolge al correntino di legno; le unioni poi delle tegole di un filare, sono riscontrate col mezzo delle tegole dei filari contigui; la fig. 202 mostra appunto la distribuzione di queste tegole piane nei filari. La cresta del tetto che ricorre lungo il comignolo, si forma con tegole speciali che in parte si sovrappongono tra loro, si accavallano alle tegole dei due filari più alti di due falde, e si possono pure fermare con fili di ferro all'armatura del tetto; con tegole simili a quelle pel colmo e posate in opera nella stessa maniera, si coprono gli intervalli tra le tegole delle falde nel

verso dei displuvî, le quali ultime tegole, lungo i displuvî stessi, si tagliano obliquamente colla sega; le unioni, poi, tanto delle tegole pel colmo, come di quelle dei displuvî colle tegole del

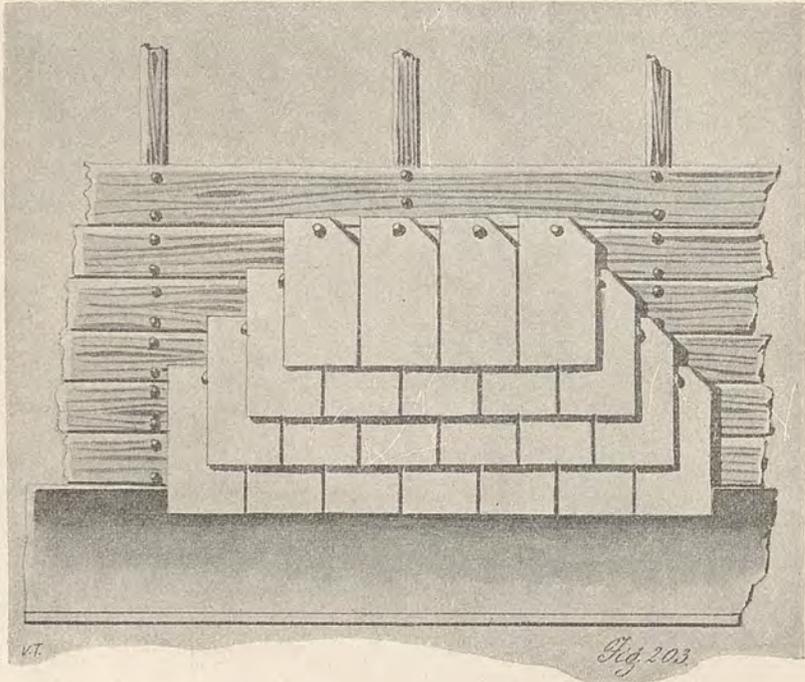


tetto, si cementano con malta. Lungo i compluvî, le tegole delle falde si tagliano obliquamente e si poggiano sopra i bordi del canale di lamiera, messo sul cantonale per scaricarvi l'acqua che vi converge.

Per i fumaiuoli e per gli abbaini, si hanno dei pezzi di speciale modello che hanno alla base un contorno, col quale

si sovrappongono, si indentano, e si aggrappano, sia al materiale di coperta, come ai listelli dell'armatura minuta.

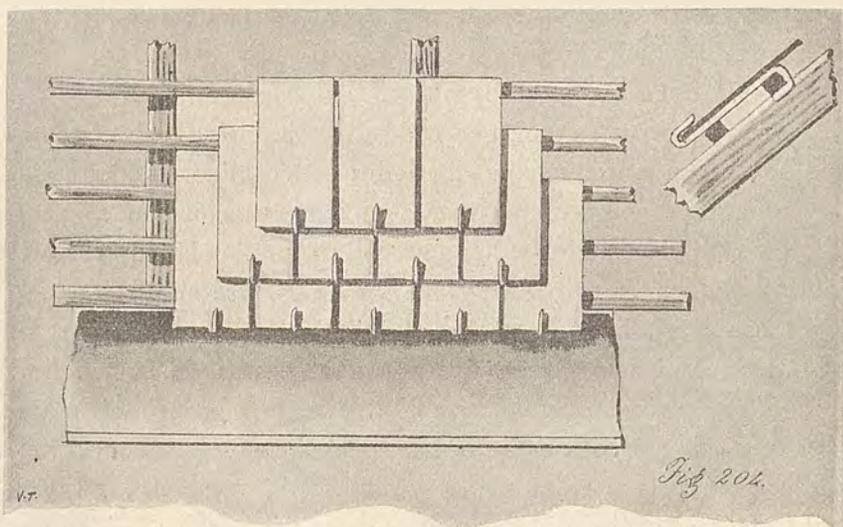
Le ardesie delle coperture, si ordinano in filari accostandole semplicemente tra loro nel medesimo filare, e sovrappo-
nendo un filare all'altro per circa $\frac{2}{3}$ della lunghezza delle ar-



desie scansandone le unioni; le ardesie, poi, si fissano alle tavole dell'armatura con chiodi, oppure ai listelli con uncini. La fig. 203 dà la pianta di una porzione di un tetto, coperto con ardesie chiodate alle tavole dell'armatura, ciascuna ardesia ha un angolo smussato, che permette di farla ruotare attorno al suo chiodo, per constatare gli eventuali guasti della copertura senza scomporla.

La fig. 204 dà la pianta di una porzione di copertura simile alla precedente, colla distribuzione dei listelli per la uncinatura delle ardesie, e col particolare dell'uncino di ferro.

Nelle coperture di ardesie, gli spigoli di colmo, quelli dei displuvî, e le unioni coi muri che si elevano sopra le falde, si ricoprono con coprigiunti di lamiera, che devono essere sufficientemente fermati con spine di ferro all'armatura del tetto, oppure



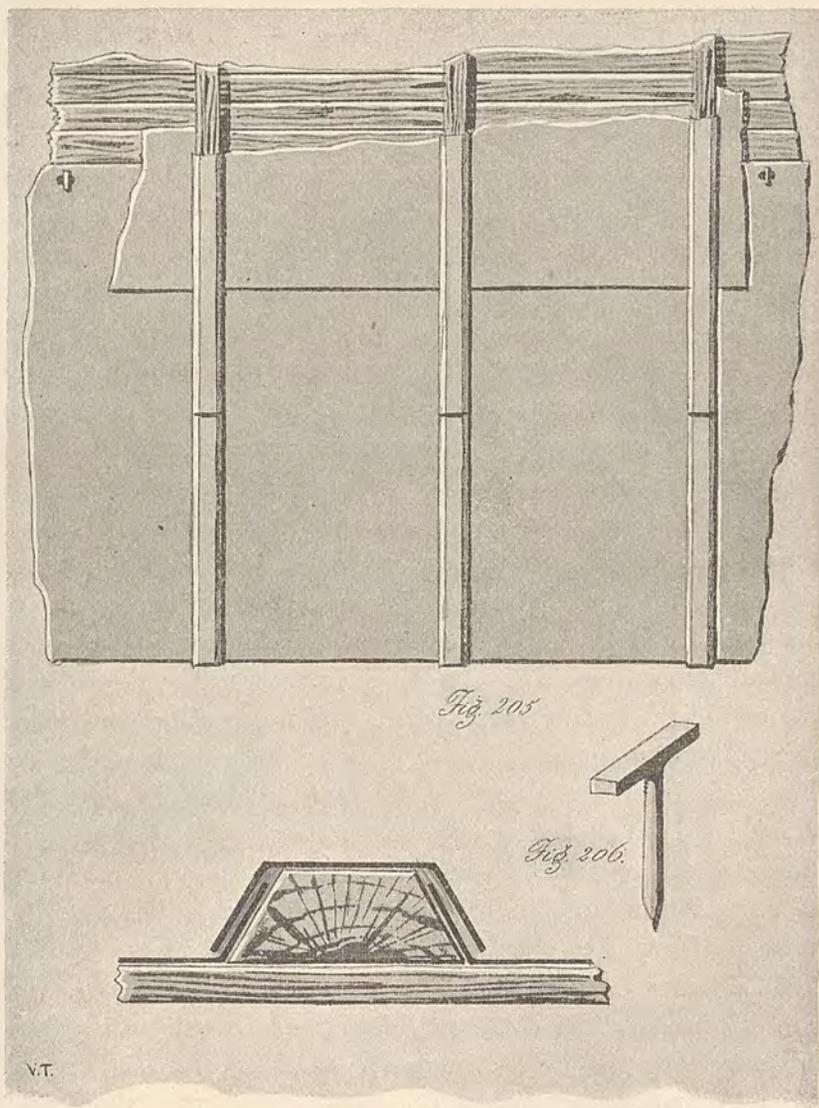
incastrati nei muri. Nei compluvî, poi, le ardesie si tagliano oblique, e si sovrappongono al canale di lamiera del cantonale.

Le lamine di metallo delle coperture, si posano in opera lasciandole libere di dilatarsi, per impedire le loro deformazioni; tra le molte pratiche che a questo riguardo si seguono, si ricorda quella comunemente adottata per le lamine di zinco, e che per la sua speditezza, si ritiene la più opportuna; essa consiste nel chiodare sopra le tavole dell'armatura del tetto, dei correntini di legno, diretti perpendicolarmente alle linee di gronda, a distanza tra loro di poco minore della larghezza delle lamine, e nel posare le lamine stesse sull'armatura, so-

vrapponendole tra loro agli estremi e rivoltandole all'insù contro i fianchi dei correntini, i quali vengono ricoperti, unitamente ai bordi delle lamine, con coprighiunti messi in opera come tanti canali rovesci e soprammontati tra loro; sia le lamine poi, come i coprighiunti, si fissano all'armatura con qualche chiodo, praticando nelle lamine dei fori simili a finestrelle, per non vincolarne la dilatazione.

La fig. 205 dà la pianta di una porzione di copertura fatta con lamine di zinco, e la fig. 206 rappresenta i particolari pel coprighiunto e pel chiodo col quale si fissano le lamine.

34. **Il cornicione di gronda.** Nel cornicione di gronda si distinguono: il *canale*, che ordinariamente è di metallo, nel quale si raccolgono le acque che defluiscono dalle falde del tetto, il *gocciolatoio*, che è di pietra scorniciato anteriormente, e che ricorre sotto il canale, formando colla sua faccia inferiore il soffitto della gronda o *sottogronda*, e la *cornice* che può essere assai semplice, oppure anche complessa, con mensole, fregi, ed altre parti decorative. I tipi di strutture dei cornicioni comuni di gronda, variano nelle diverse regioni coi materiali che si hanno disponibili per la loro costruzione; nell'alta Italia, il cornicione di gronda più semplice, è costituito da un suolo di lastre di pietra, incastrate di punta nella muratura esterna della fabbrica, ad una altezza che è di poco minore di quella a cui viene stabilito il canale orizzontale del tetto, col quale suolo di lastre, si forma il soffitto del cornicione o sottogronda, la cui larghezza, misurata dal vivo del muro, dipende dalla sporgenza che si vuole assegnare alla gronda; in Lombardia si impiegano per esso i *gneiss* di Beura, in lastre grosse circa m. 0,06, oppure gli schisti argillosi di Moltrasio; nella Liguria si adoperano le lavagne di Lavagna; in Piemonte i *gneiss* di Luserna; le lastre di sottogronda si incastrano per tutta la grossezza del muro, disponendo, negli angoli saglienti dei cornicioni, delle lastre quadrate, che hanno il lato eguale alla lunghezza delle lastre nella parte



corrente della struttura di gronda; lungo il bordo esterno del sottogronda, si poggia una cornice di pietra alta circa m. 0,12, larga 0,25 circa, che chiamasi il *frontalino*, che completa col sottogronda il gocciolatoio, sul quale si poggia poi il canale

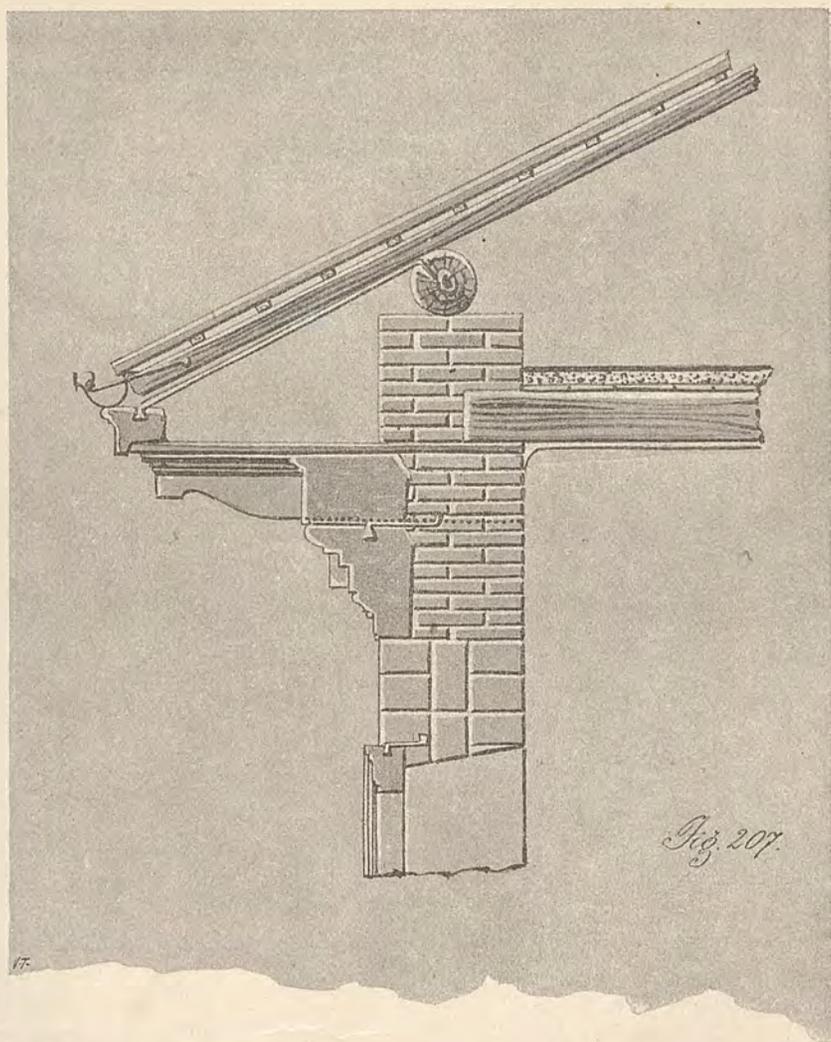
di metallo del tetto; il frontalino, è inferiormente risaltato per rispetto al piano di sottogronda, e viene armato per mezzo di tiranti di ferro, che hanno un estremo piombato nella sua faccia superiore, e l'altro estremo, rivoltato a punta, fissato nella radice del tetto; l'unione dei pezzi del frontalino, poi, è fortificata da chiavelle di ferro; inferiormente al sottogronda ricorre la cornice, che può essere di stucco, oppure di pietra, e può anche avere delle mensole le quali si incastrano nel muro e portano il sottogronda.

La fig. 207 rappresenta, in sezione verticale, una cornice di gronda piuttosto semplice, coi particolari che si riferiscono agli incastramenti nel muro ed ai tiranti di ferro.

Nei cornicioni di qualche importanza, il gocciolatoio è di pietra, forma un pezzo unico col frontalino, ed è portato da mensole di pietra che si incastrano saldamente nelle murature; le unioni dei pezzi di pietra del gocciolatoio, si fanno capitare sul mezzo delle mensole, concatenando sempre nelle unioni le pietre tra loro con chiavelle di ferro. Negli angoli saglienti dei cornicioni, le due mensole estreme si fanno di un solo pezzo, che si incastra nella cantonata per tutta la grossezza del muro. I materiali molto pesanti che formano le strutture dei cornicioni di pietra, devono essere sostenuti con armature speciali durante la loro posizione in opera, finchè il peso del muro che si costruisce nel sottotetto sopra il cornicione, ed il peso del tetto, assicurino la stabilità delle pietre incastrate.

Le mensole piuttosto voluminose dei cornicioni, occorre di assicurarle anche con staffoni di ferro, che si accavallano ad esse nella porzione di loro incastramento, e che sono al piede fermati nelle murature.

Talora, la muratura di fronte si eleva per una certa porzione sopra il tetto formando un attico, il quale ordinariamente ha uno zoccolo ed una parte centrale che sono in pietra di rivestimento, ed ha una cimasa pure di pietra che copre l'attico stesso. Al piede delle falde del tetto, dietro l'attico, si



dispone un ampio canale di metallo, che riceve l'acqua della copertura, e che nel medesimo tempo impedisce che questa abbia a guastare la struttura murale dell'attico; l'acqua poi che defluisce dalla porzione di tetto anteriore all'attico, si raccoglie nel canale del cornicione di gronda.

I PARTICOLARI PER LE STRUTTURE RUSTICHE E PEI LAVORI DEI SOTTERRANEI

35. **Le strutture murali delle fondamenta.** Le mura-
ture di fondamento, sono quelle che si costruiscono incassate
nelle fosse di fondazione; esse sono poggiate sopra una gettata
di calcestruzzo distesa sul fondo delle fosse, ed hanno una gros-
rezza sempre maggiore di quella dei muri dei sotterranei a cui
corrispondono; queste murature non hanno risalti, conservando
nelle diverse tratte una larghezza costante, quand'anche in
quelle rispettive dei sotterranei, si abbiano degli aggetti, o
delle rientranze; i muri di fondamento si fanno continui an-
che sotto le aperture dei sotterranei e sotto le schiere dei pilastri,
colla loro mezzaria riscontrata per rispetto a quella delle ri-
spettive strutture murali per le quali sono destinate, ad ecce-
zione che pei muri d'ambito o di confine delle fabbriche.

Pei muri di fondamento che sono alquanto grossi ed estesi,
si adottano solitamente delle strutture piuttosto economiche, le
quali, quantunque fatte di materiali irregolari, pure, essendo in-
cassate, riescono sufficientemente resistenti, segnatamente se in
esse i materiali sono murati con buone malte idrauliche; in
genere, per queste opere, tornano opportune le murature di
pietrame, od anche di sassi, o di rovinacci, le quali vengono ta-

lora combinate, con strutture più regolari, sia di pietra che di mattoni, per le parti maggiormente caricate, collegando però, e concatenando bene queste diverse strutture tra loro, ed indentandone i corsi, onde possano formare un corpo unico. Le murature di fondamento, poi, si spianano alla superficie orizzontalmente con un unico livello.

Nella tav. XXV, la fig. 1 rappresenta la pianta delle murature di fondamento per la porzione di un fabbricato, di cui le fig. 2 e 3 della stessa tavola danno rispettivamente le piante dei muri del piano terreno e dei sotterranei, e la fig. 4 dà il complesso della palafitta di costipamento, della gettata di calcestrizzo, della muratura di fondamento, e di una parte di quella del sotterraneo. Come si vede dalla fig. 1, la muratura corrente è di rovinacci, e le parti che corrispondono alle cantonate, ai pilastri del sotterraneo e sopra terra, agli incontri e crocicchi dei muri, pei quali si richiede una struttura più resistente, sono di pietrame.

36. Il tracciamento dei muri ed il piano di livello dei sotterranei. Spianate le murature di fondamento al livello del pavimento dei sotterranei, o poco al disotto di esso, si fa il tracciamento dei muri dei sotterranei stessi, con delle regole che si descrivono, e che devono essere applicate con molta attenzione e coi necessari riscontri, per accertare l'esattezza dell'operazione. Il lavoro si inizia col tendere tra i cavalletti di legno stabiliti al piano del suolo, i fili di ferro che danno il lineamento dei muri e che corrispondono, come si è detto al numero 8, alle mezzarie dei muri interni ed alle linee esterne di quelli d'ambito, poi si fa sulla spianata delle fondamenta il tracciato dei muri esterni o di contorno della fabbrica nel seguente modo: agli estremi di ciascun muro di contorno, nei punti in cui si incrociano i fili che appartengono alle linee esterne dei muri, si sospende successivamente un filo a piombo, per determinare sulla spianata del muro di fondamento, i punti che corrispondono verticalmente ai detti incroci; riferendosi

ai punti così individuati, con misure che dipendono dalle riseghe che devono avere i muri che si tracciano per rispetto alle linee esterne degli stessi sopra terra, si ordinano sulla spianata del fondamento, negli angoli esterni dei muri dei sotterranei, dei mattoni di pianta posati su malta in guisa che abbiano comune coi muri stessi uno spigolo e due faccie verticali; in seguito, con dei fili tesi da uno di questi mattoni all'altro, si determinano le linee esterne dei muri del sotterraneo, e lungo questi fili, pei muri di linea, si assesta su uno strato di malta crivellata una prima schiera di mattoni; affinché questa schiera riesca esattamente allineata, il filo che vi corrisponde, come gli altri consimili, deve essere esterno allo spigolo della schiera stessa della quantità necessaria pel traguardo, ed è preferibile che esso ai suoi capi sia mantenuto teso da due manovali, mentre talora si suole invece assicurarlo ai due capi avvolgendolo a due mattoni messi su due pile di materiale, senza curarsi che riesca del tutto teso; pei muri di linea, poi, il tracciato d'ogni muro si completa posando su malta degli altri mattoni, riferiti con opportune misure ai punti d'incrocio dati dal filo a piombo, ciascuno dei quali mattoni deve avere una delle sue faccie verticali nel piano della faccia interna del muro, onde potere, dall'uno all'altro di questi mattoni, tendere il filo che serve per assestare sulla spianata delle fosse una seconda schiera di mattoni lungo il profilo interno del muro, dopo di che si completa il primo suolo di muratura fra le due schiere longitudinali esterne che servono di guida. Pei muri di contorno che non sono di linea, i quali hanno delle aperture determinate nelle piante dalle loro mezzarie, prima di ordinare sulla spianata delle fondamenta, per ogni muro, la schiera esterna di mattoni, si misurano nella direzione del muro stesso le distanze tra le mezzarie delle aperture, e si stabiliscono le mezzarie medesime, segnandole col carbone sulla faccia di altrettanti mattoni posati in piano con malta sulla spianata, col loro segno riscontrato nel preciso punto della mezzaria. Il traccia-

mento del muro, poi, si fa, come per le murature di linea, col filo teso, e col distribuire sulla spianata, per ciascuna apertura, su di un letto di malta, dei mattoni riferiti alla sua mezzaria che determinino il profilo o contorno orizzontale dell'apertura stessa.

Il tracciato pei muri interni si fa calando fino alla spianata di fondamento, dal filo che ne dà la mezzaria, il piombino in due punti agli estremi del muro, per stabilire con misure sulla spianata medesima, o sul primo suolo dei muri di contorno, con dei mattoni e dei fili tesi tra essi, le due linee del muro; con altre misure, poi, colla squadra, e con mattoni posati in piano sulla malta, si tracciano nel primo suolo le spalle delle aperture.

Eseguito il tracciato, si incomincia la costruzione dei muri negli angoli dei corpi di fabbrica, e nei punti intermedi, corrispondenti agli incontri delle murature, elevandola in queste parti, colle morse per gli attacchi, fino all'altezza della prima puntata, che pel sotterraneo è di circa m. 2; in seguito si completano le murature della prima puntata, dirigendone la costruzione con fili orizzontali, che si fissano ai loro estremi ad altri fili verticali, stabiliti con chiodi negli angoli e contro le faccie delle porzioni di muro che si sono prima costruite. I fili che si tendono nel piano delle faccie dei muri per dirigerne la costruzione, possono anche essere fissati a dei rigoni di legno di sezione quadrata, col lato di m. 0,08, a spigoli vivi, applicati verticalmente con chiodi negli angoli dei muri stessi.

Quando le murature dei sotterranei sono elevate all'altezza circa della prima puntata, si traccia in diversi punti, sui muri e negli angoli delle spalle delle aperture, con vernice nera ad olio, una linea di livello, riferita al piano generale di paragone stabilito nei disegni, che può essere quello del marciapiede stradale, oppure quello del pavimento del piano terreno; colla linea di livello così tracciata, si stabiliscono in costruzione le imposte degli archi e delle volte alle precise altezze, cor-

rispondenti a quelle del progetto. Supposto che questo piano generale di paragone, corrisponda a quello del marciapiede, l'operazione si eseguisce nel seguente modo: si fa stazione con un livello sul suolo appena fuori del perimetro di fabbrica, e si rileva, per rispetto al piano di collimazione, la quota a del marciapiede, e quella b di un punto p della spianata delle fondamenta, opportunamente scelto; la differenza $b - a = d$ di queste quote, dà la differenza di livello tra il marciapiede ed il punto p della spianata di fondamento; in seguito, si fa stazione col livello sul suolo dei sotterranei, si rileva, per rispetto a questo secondo piano di collimazione, la quota c del punto p , e si traccia sui muri e sulle spalle, colla vernice, la corrispondente linea di livello, la cui quota, per rispetto al marciapiede è: $d - c = e$; tale quota viene con cifre a vernice chiaramente segnata sui muri, e serve per la determinazione delle altezze nei sotterranei; infatti, per le quote q date dai disegni, riferite al marciapiede, e che sieno minori di e , basterà fare la differenza $e - q$, e misurarla a partire dalla linea di livello, sopra di essa; e per le quote q_1 , parimenti date dai disegni, che sieno maggiori di e , basterà fare la differenza $q_1 - e$, e misurarla a partire dalla linea di livello, sotto di essa. Nei fabbricati estesi, o nel caso in cui, in causa di ingombri, non si possa estendere a tutto il sotterraneo il livello dato da una stazione unica, si fanno diverse stazioni, e si segnano sui muri nelle diverse parti del sotterraneo, dei livelli riferiti tutti al primo tracciato ed al marciapiede.

La fig. 1 della tav. XXVI, rappresenta il tracciato delle murature dei sotterranei per una porzione di un fabbricato: coi cavalletti di legno e coi fili di ferro tesi sopra il suolo, che danno le linee esterne dei muri d'ambito e le mezzarie di quelli interni: col filo a piombo calato da queste direzioni: colle mezzarie delle aperture segnate sui mattoni: coi due fili dei muri: coi contorni delle aperture esterne riferiti alle mezzarie: col tracciato delle spalle per le aperture interne,

fatto coi mattoni, e riscontrato colla squadra per rispetto ad uno dei fili del muro: col primo suolo di muratura in parte compiuto: colle murature a morsa negli angoli e nei punti intermedi dei muri di contorno: coi rigoni verticali, e coi fili che vi si riferiscono per il compimento dei muri, e con un livello ad acqua nelle due stazioni, per la determinazione della linea di livello del sotterraneo, riferita al piano di paragone del marciapiede.

La fig. 2 della stessa tavola, poi, dà una porzione della sezione verticale del sotterraneo, colle altezze riferite al piano generale di paragone del marciapiede.

Per le livellazioni che si fanno nelle fabbriche, le quali richiedono delle battute che d'ordinario non superano i m. 20, il livello ad acqua comunemente usato, il quale, come si sa, è di uso assai poco agevole, può essere assai utilmente surrogato dal *livello a collimatore pendente del colonnello Goulier*, veramente rimarchevole per la sua semplicità, e per la facilità colla quale viene adoperato; di questo livello si dà una sezione verticale di grandezza naturale colla fig. 208, che è ricavata colle brevi indicazioni che vi si riferiscono, dalla pregevole opera: *Istrumenti e Metodi moderni di Geometria applicata*, dell'ingegnere Angelo Salmoiraghi.

L'istrumento consiste di un bossolo di ottone che può essere, con una vite che sta nel centro della sua base, fissato ad un treppiede leggero come mostra la fig. 3 della tav. XXVI, che dà il prospetto esterno del livello con una porzione del suo treppiede; il bossolo ha superiormente un coperchio a scatola registrato, sollevando il quale di una certa porzione, si scoprono due finestrelle $f f_1$ in riscontro tra loro, che si vedono anche nella sezione verticale della fig. 208. Nell'interno del bossolo si ha un'asta di metallo a , attaccata con una sospensione doppia ad assi perpendicolari tra loro, al coperchio del bossolo stesso, la quale asta porta al suo piede una massa pesante di metallo m . Nella sua parte superiore, appena sotto al punto

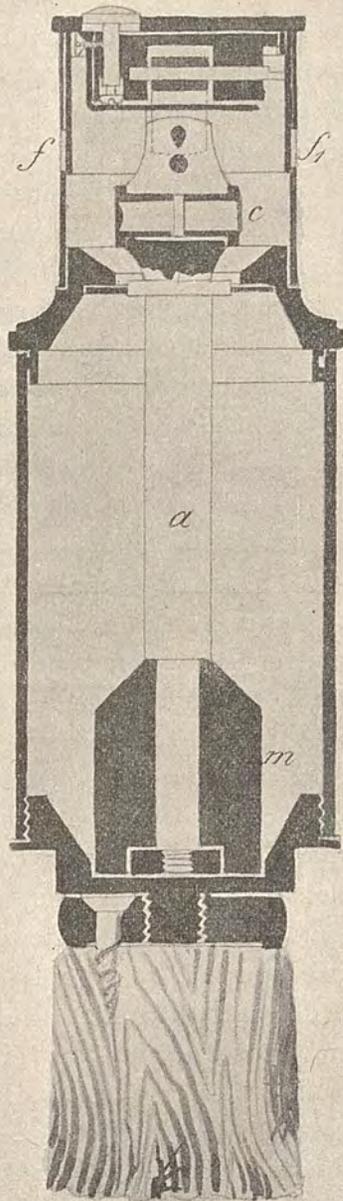


Fig. 208.

di sospensione, l'asta *a* porta due tubetti messi tra loro in riscontro orizzontalmente, i quali, con una lente convergente, con un piccolo vetro smerigliato, e con un filo di seta o di platino, formano col loro insieme un collimatore *c*.

L'istrumento è costruito in guisa che, la lente col filo, individuano un piano di collimazione perpendicolare all'asse di oscillazione dell'asta *a*, piano che, per conseguenza, è orizzontale quando l'asta *a* è libera, per il proprio peso, di disporsi col suo asse verticale.

Per adoperare l'istrumento, basta sollevare il suo coperchio a scatola della quantità corrispondente alla corsa del suo registro, scoprendo le due aperture f f_1 , e portando il collimatore all'altezza delle aperture medesime; in seguito, mettendo l'occhio all'apertura che sta dalla parte della lente, si vede assai distintamente il filo del collimatore e la linea o la divisione dell'asta mira corrispondente al piano di collimazione.

L'asta mira, può essere a scopo mobile, od anche di quelle dette parlanti. All'ingegnere Salmoiraghi, è dovuta una importante modificazione fatta al modello originale di questo istrumento, avendo egli costruita la parte superiore del bossolo, girevole su quella inferiore, così che è possibile dirigere il collimatore ad un punto qualunque dell'orizzonte, senza muovere tutto l'istrumento; per mezzo poi di una molla comandata da un bottoncino sporgente dal coperchio del bossolo, si diminuiscono le oscillazioni dell'asta *a*, la quale in breve si mette in equilibrio ogni qual volta l'istrumento sia trasportato.

37. Le strutture murali, le pilastrate, le arcate, le volte, e le finestre del sotterraneo. Le murature del sotterraneo che hanno una grossezza piuttosto grande, destinata a formare una base sufficientemente estesa, sulla quale sicuramente stabilire con tutti i loro aggetti le murature del piano terreno, possono avere, nelle loro parti andanti, una struttura anche grossolana ed economica, combinata con strutture più regolari, per le testate, per le spalle, per le incassature, per le

pilastrate, ed in genere per tutte quelle parti che sono soggette a forti carichi. Escludendo per queste murature le strutture di rovinacci, che sono poco resistenti, ed assai sovente umide, si ritiene che, in generale, per questi muri possano tornare opportune; sia le strutture di pietrame piuttosto regolare in corsi anche di differente altezza, come quelle di mattoni forti, nelle quali si incastrano, per quelle parti che formano le pilastrate, e che sono gravate di molto peso, a determinate altezze l'una sull'altra, delle grosse lastre di pietra le quali ripartiscono in esse uniformemente le pressioni, e rendono queste murature maggiormente resistenti; per quei muri poi dei sotterranei, che hanno una pianta alquanto estesa e continua, e che sono poco caricati, si adottano anche le strutture di pietrame irregolare listate di mattoni, formandone però sempre le testate, le spalle, e le incassature, con strutture di cotto, indentate con morse alla muratura andante, e sufficientemente estese per ricevere le impostature delle arcate.

I materiali delle murature dei sotterranei, devono essere murati con buone malte di qualità idraulica, affinchè la presa possa farsi anche all'umido, e le murature possano conservare a lungo la loro resistenza.

Nelle murature dei sotterranei, si praticano delle incassature verticali per i condotti, le quali di conseguenza indeboliscono le murature; queste aperture o canali verticali, si fortificano con dei legamenti fatti con lastre di pietra incastrate nei muri anteriormente al condotto, e distribuite a determinate distanze tra loro; questi legamenti occorrono frequenti e talora raddoppiati, ossia messi l'uno sopra l'altro, in quelle parti delle canne che sono prossime alle imposte delle arcate; essi, poi, servono anche a sostegno del tavolato di chiusura della canna; pei condotti che attraversano orizzontalmente le murature, si praticano in queste ultime delle aperture le quali, se sono ristrette, si chiudono superiormente cogli stessi suoli orizzontali del muro aggettanti dalle due parti l'uno sopra l'altro

a scaglioni, oppure con mattoni oppostamente inclinati; se invece sono più ampie, od alquanto gravate, si coprono con dei voltini, o con delle lastre di pietra.

La luce delle finestre che si aprono al livello del suolo, penetra nei sotterranei attraversando degli squarci praticati nelle murature dei sotterranei stessi, e che ordinariamente si chiudono con muri che al piede hanno la grossezza del muro del sotterraneo, ed in sommità sono più sottili; essi hanno quindi la faccia interna inclinata, e servono di sostegno per la terra; talora questi muri sono cilindrici verticali, concavi verso l'interno, ed hanno uno spessore costante.

Ai pilastri dei muri di facciata delle case civili che hanno a terreno le botteghe, si fanno corrispondere nel sotterraneo, delle pilastrate, che si collegano tra loro con un muro più sottile di esse ed a faccie verticali, il quale serve per sostegno della terra, facendo aggettare le pilastrate stesse verso l'interno; nei sotterranei che hanno un'altezza non maggiore di m. 4, la grossezza del muro tra queste pilastrate si fa ordinariamente di tre teste; sovente, poi, contro lo stesso muro, si calano verticalmente le chiusure metalliche delle botteghe, facendole scorrere entro guide formate da ferri ad U, che si incastrano sui fianchi delle pilastrate; si ricorda però che tale sistema, può essere adottato solo nel caso in cui la profondità del sotterraneo non sia minore della altezza delle chiusure metalliche. Ciascuna pilastrata del sotterraneo, poi, deve avere in sommità un grosso plinto di pietra, sul quale si pianta il pilastro sopra terra che vi corrisponde.

Le arcate dei sotterranei occorrono piuttosto robuste, essendo le medesime gravate di pesi che possono anche essere considerevoli; esse, solitamente, si fanno di mattoni, a tutto sesto, od anche ribassate, e si stabiliscono colla loro chiave appena sotto il piano d'imposta delle volte.

Nella tav. XXVII, sono rappresentate diverse strutture per le murature dei sotterranei; la fig. 1 dà una struttura di

pietrame piuttosto regolare, in corsi di differente altezza, col particolare per l'incassatura di un condotto; la fig. 2 rappresenta una struttura murale più andante, fatta di corsi di pietrame irregolare alternati con corsi di pietre più regolari; essa dà anche l'incassatura per un condotto, con una delle pietre di chiave; la fig. 3 dà una struttura murale essa pure andante, fatta di pietrame irregolare, listata con corsi di mattoni, ed indentata con morse colla struttura parimente di mattoni per le spalle e per i risvolti; nella fig. 3 sono pure tracciati i fili che servono per la costruzione del muro, tanto nella sua parte corrente, come negli squarci, nei quali la faccia interna della muratura è inclinata; la fig. 4, poi, dà il particolare della struttura di cotto all'ingiro della incassatura di un condotto, e quello di una chiave di pietra.

Nella tav. XXVIII, la fig. 1 rappresenta una centinatura di travi molto robusta per una arcata di mattoni assai caricata, e costruita in un muro di sotterraneo di struttura mista di pietrame e di cotto; la fig. 2 dà il particolare per l'appoggio delle saette sulle catene delle centine, e la fig. 3 dà il particolare per l'appoggio delle catene delle centine sui ritti verticali di esse.

Nella stessa tavola, la fig. 4 dà il particolare per le chiavi di pietra dell'incassatura di un condotto assai vicino all'imposta di una arcata, e la fig. 5 rappresenta una centina di travi e di materiale, meno robusta di quella della fig. 1, per una arcata di mattoni a tutto sesto ad anelli, costruita in un muro di mattoni.

Nella tav. XXIX, la fig. 1 e la fig. 2 rappresentano le differenti maniere colle quali si praticano nei muri dei sotterranei le aperture ristrette, e quelle più ampie, pei condotti orizzontali.

La fig. 3 dà una parte delle murature di cotto pei sotterranei, con una porzione del muro che corrisponde a quello di facciata, le cui piante sopra terra e nel sotterraneo, sono rispet-

tivamente date dalla fig. 4 e dalla fig. 5; nella stessa fig. 3 si vedono i plinti di sommità, e le lastre di pietra che si incastrano nelle pilastrate di mattoni, per ripartire uniformemente in esse le pressioni, aumentandone la resistenza; vi si vede anche il particolare di un condotto verticale per le pluviali praticato nell'angolo di una pilastrata, e sono indicate inoltre le incassature nelle quali scorrono le chiusure metalliche delle botteghe, di una delle quali ultime, è rappresentata una parte al piede, col suo albero a contrappeso.

Le fig. 6, 7 e 8 danno i particolari dell'applicazione delle chiusure metalliche, e rappresentano rispettivamente, l'incassatura nel plinto pel cuscinetto del loro albero, il ferro ad U per le guide, ed una porzione della sezione verticale.

Nelle murature dei sotterranei, dove capitano le imposte delle volte, si praticano nei muri delle incassature che si fortificano con pilastrini di muro, i quali servono solo temporaneamente, finchè in queste incassature si stabiliscono col loro piede le strutture delle volte, e si eseguisce sopra di esse il rinfiango, avvertendo che, per le diverse volte, si assume generalmente un livello unico di imposta, corrispondente a quello proprio della volta di portata maggiore.

Le volte dei sotterranei, comunemente, sono cilindriche ribassate, fatte di preferenza senza armatura, e raccordate coi piedritti come le volte policentriche, si fanno però assai facilmente anche a schifo, od a vela, esse pure senza armatura, colle regole che si sono date al numero 26; queste volte, se portano il pavimento di botteghe o stanze ordinarie, hanno lo spessore di una sola testa; se invece portano il pavimento degli androni carrozzabili, o di magazzini per merci pesanti, hanno lo spessore di due teste. Nelle volte si aprono, come si è detto, delle lunette che derivano la luce da finestre verticali aperte nei basamenti delle facciate, o da finestre orizzontali aperte nel suolo al piano di terra, o da feritoie praticate nelle alzate dei gradini per le botteghe. Sovente, i sotterranei che corrispondono verticalmente

alle botteghe verso le vie, vengono destinati a magazzino, e si ricoprono con impalcature di ferro e voltine di muratura, derivando l'aria e la luce dallo zoccolo delle vetrine, il quale ha in questi casi, nella sua fodrina esterna, un vetro apribile verso l'interno a ribalta dal basso all'alto; la luce per questi sotterranei, si ottiene inoltre con un grosso vetro che si incastra nel pavimento della bottega nella parte che corrisponde all'ingresso.

In alcuni casi, conviene ricorrere a degli espedienti speciali, per impedire che le murature dei sotterranei assorbano l'umidità del terreno, la quale risalendo nelle murature le guasta facilmente, e rende umide le stanze anche dei piani superiori; l'umidità penetra nei muri dei sotterranei, sia dalle fondamenta, come dalle loro faccie verticali esterne che sono in contatto col terreno; per togliere la possibilità che si verifichi il primo di questi accidenti, si distende sopra le murature di fondamento, uno strato generale di asfalto, grosso circa mm. 30, il quale, come si sa, non può essere attraversato dall'umido; per impedire poi che l'umidità penetri nei muri dei sotterranei dalle loro faccie verticali esterne che sono in contatto col terreno, si può adottare un espediente consimile, applicando a queste faccie esterne uno strato di asfalto che deve essere disteso su di un rinzafo di malta; talora però questa pratica non torna opportuna, segnatamente per la difficoltà colla quale il rinzafo di malta si asciuga, e si preferisce di isolare la muratura maestra esterna del sotterraneo dal terreno, col costruire a poca distanza di essa un'altra muratura, la quale può essere anche sottile, purchè sia collegata con quella maestra con frequenti chiavi di materiale; queste chiavi però, non devono mai essere porose; esse quindi si fanno con mattoni vetrificati, oppure con pietre che non lasciano passare l'umidità; i legamenti delle due strutture si possono evitare, formando il muro isolatore come con tante voltine cilindriche verticali, concave verso la faccia esterna della muratura maestra, alla quale si costrui-

scono addossate; in questo caso, basta isolare con materiale non poroso le parti che sono comuni alle due strutture; gli spazi liberi che sono compresi tra le due murature, si mettono, poi, con degli spiragli, in comunicazione coll'esterno. Una pratica assai semplice, che può dare a questo riguardo dei buoni risultati, consiste nello scavare il terreno lungo le murature esterne dei sotterranei, fino ad un livello poco inferiore al loro piede, e nel riempire lo spazio compreso tra la scarpa del terreno stesso e la faccia esterna del muro, con dei grossi ciotoloni, i quali, lasciando passare l'aria attraverso alla loro massa, mantengono asciutta la muratura.

Quando, per la destinazione speciale dei sotterranei, non si ritiene indispensabile di isolarne le murature dall'umido, si deve almeno fare in modo che l'umidità non possa propagarsi ai muri sopra terra, distendendo appena sopra le murature del sotterraneo, uno strato di asfalto grosso da m. 0,02 a 0,03, oppure ordinando, al livello del suolo, un grosso corso di muratura, fatto con pietre regolari che non sieno porose.

Nella tav. XXX sono rappresentate nel loro insieme diverse strutture del sotterraneo; in essa si hanno strutture murali di pietrame listate con corsi di mattoni, colle spalle di cotto per le testate dei muri e per l'imposta delle arcate: strutture di pilastrate in cotto, con legamenti di pietra: arcate di mattoni stabilite colla loro chiave sotto il piano generale d'imposta delle volte: incassature nel muro per impostarvi le volte: strutture di volte ad anelli con lunette, e particolari per le finestre delle cantine: ed infine i riempimenti di calcestruzzo sopra le volte, collo strato d'asfalto isolatore disteso sopra i muri del sotterraneo.

Nella tav. XXXI, la fig. 1 rappresenta la sezione verticale e lo scorcio di una apertura da finestra per sotterraneo, praticata nel basamento in pietra di un muro di facciata, colla piattabanda di mattoni costruita in grossezza di muro appena sopra la finestra, colla lunetta della volta, col tavolato di chiu-

sura stabilito sopra la testata della lunetta, e col riempimento di ciottoloni fatto esternamente al muro del sotterraneo per preservarlo dalla umidità; la fig. 2 dà la sezione orizzontale della finestra appena sopra lo zoccolino della facciata.

La fig. 3 della stessa tav. XXXI, rappresenta la sezione verticale e lo scorcio di una finestra per sotterraneo, praticata orizzontalmente a livello del suolo, anteriormente ad una porta d'ingresso; la fig. 4 dà la sezione orizzontale del pozzo della finestra, e la fig. 5 dà un particolare di una porzione della sezione verticale alla sommità del pozzo. Da queste figure si rileva la struttura murale del pozzo che è raddoppiata, per preservarla dall'umidità del terreno; e si rilevano anche il pavimento del pozzo in piastrelle di maiolica, l'arcata in muro per la lunetta della volta, il telaio di pietra col ferro a T per la battuta del telaio di ferro al quale è applicato il cristallo greggio della finestra, il canaletto di metallo per l'acqua di condensazione del cristallo, ed il tubo di piombo per il suo scarico, ed infine i particolari pel gradino di marmo dell'apertura del piano terreno.

Nella tav. XXXII, la fig. 1 rappresenta la sezione verticale e lo scorcio di una finestra per sotterraneo, praticata nella alzata del gradino di una bottega, la quale ultima ha la chiusura metallica da arrotolare; in questa figura, si vede l'arco di testata della lunetta sul quale è stabilito il gradino di pietra, ed il muro di sostegno della terra tra le pilastrate, collo strato isolatore di asfalto.

La fig. 2 della stessa tav. XXXII, rappresenta la sezione verticale e lo scorcio di una finestra aperta nello zoccolo di una vetrina, per un sotterraneo coperto con voltine e travicelli di ferro a doppio T; la vetrina è stabilita subito dietro la guida di ferro ad U per la chiusura della bottega, che si è immaginata da arrotolare; nella parte in sezione della figura 2, e nelle altre due figure 3 e 4, che danno rispettivamente le sezioni orizzontale e verticale della vetrina, è tracciata la strut-

tura di ferro della medesima, col suo zoccolo, e col telaio per lo sportello apribile a ribalta; sotto la guida da piede esterna dello zoccolo della vetrina, si ha un canaletto scavato nella soglia di pietra, che si sfoga poi all'esterno mediante una solcatura fatta nella faccia superiore del gradino; in questo canaletto si raccoglie l'acqua che scorre sulla facciata esterna della vetrina; per ultimo, nell'interno dello zoccolo della vetrina, e nel piano del suo fondo, si ha un telaio di ferro per applicarvi una rete metallica orizzontale che è messa in continuazione del cristallo incastrato nel pavimento in corrispondenza all'ingresso. Nella fig. 2, lo strato isolatore di asfalto è sostituito con un intonaco di cemento.

I PONTI DI SERVIZIO ED I LORO PARTICOLARI

38. **I ponti di servizio esterni.** Esternamente ai muri di ambito o di facciata delle fabbriche, si eseguisce l'impianto dei ponti di servizio esterni destinati alla costruzione dei muri stessi; l'insieme di questi ponti, è formato da una schiera di *antenne*, o *stili* od *abetelle*, che si incastrano col loro piede nel suolo ad una certa distanza dal muro, e che portano verso l'interno, a determinate altezze, diversi ordini di travature orizzontali o *filagne*, le quali servono a collegare tra loro le antenne, ed a sostenere dei travicelli o *traverse* orizzontali e perpendicolari alle filagne, che poggiano con un estremo sulle filagne stesse, e coll'altro estremo sul muro, e che portano le tavole formanti i palchi provvisori su cui si eseguisciono i lavori di costruzione.

Nell'alta Italia, le antenne si fanno con fusti di pino molto dritti, talvolta non scortecciati, che hanno un diametro compreso tra m. 0,12 e 0,20, ed una lunghezza compresa tra m. 10 e 12; le filagne orizzontali, dette anche *metavole*, si fanno con fusti di pino simili a quelli delle antenne; le traverse, che in Lombardia si chiamano *gli stocchi*, sono di cerro, o di rovere, o di castagno, o di ontano, ed hanno sezioni di circa m. $0,12 \times 0,16$;

le tavole sono di pioppo, grosse da mm. 30 a 35. Nei ponti assai leggeri, la cui altezza non supera i m. 8, ciascuna antenna è formata da un solo fusto; in quelli invece più robusti per le fabbriche ordinarie, ciascuna antenna è formata da un fascio di due fusti; talora poi, pei ponti di maggiore importanza, il fascio è anche di tre, o di quattro fusti. Ordinariamente, la distanza della schiera delle antenne dal muro è di m. 1,50; la distanza delle antenne tra loro, dipende da quella che si assegna alle traverse, le quali devono anche essere talmente distribuite, che di fianco ad ogni antenna capiti l'appoggio di una traversa, affinchè sia minimo il numero delle traverse poggiate sulle filagne nei punti intermedi alle antenne. L'intervallo tra due antenne, comprende di solito le campate delle traverse che corrispondono ad una tavola del palco sovrastante; e siccome ogni tavola deve essere portata almeno da tre traverse, e deve soprammontare su quella successiva di circa m. 0,50, ne viene che, in questo caso, la distanza da centro a centro delle antenne è eguale a quella delle tavole, diminuita di m. 0,50, e che la distanza delle traverse è metà di quella delle antenne. Nei palchi molto robusti, ciascuna tavola è portata da quattro traverse, e la distanza tra queste ultime è eguale al terzo di quella delle antenne.

Le tavole di pioppo hanno lunghezze che sono di m. 2,50, 3,20 e 3,60; le distanze quindi delle antenne tra loro sono rispettivamente di m. 2,00, 2,70 e 3,10, a norma delle tavole che si adoperano.

I fusti delle antenne si stringono tra loro con fasciature di reggia di ferro larga da mm. 25 a 30, chiodata ai fusti stessi; le filagne, poi, si poggiano sopra mensole, o *beccatelli*, di pioppo, fissate internamente con due chiodi alle antenne, e si stringono a queste ultime con fasciature di reggia di ferro. La distanza verticale tra gli ordini delle filagne, corrisponde a quella a cui si stabiliscono i palchi, l'uno sopra l'altro, la quale dipende dalla altezza della *puntata*, che ordinariamente

è di circa m. 1,50, e può arrivare al più a m. 2 quando si costruisca una parte del muro col sussidio di tavole rialzate con pilastrini di mattoni a secco.

I ponti di servizio esterni, si impiantano subito dopo ultimata la costruzione dei muri dei sotterranei che corrispondono a quelli d'ambito sopra terra, e dopo compiuto il riempimento tra questi muri e la scarpa dello scavo. Siccome il primo impianto dei ponti esterni richiede un certo tempo, così, nell'intento di accelerare i lavori, d'ordinario si suole dar mano alla costruzione dei muri d'ambito dei sotterranei, mentre si costruiscono le escavazioni delle fosse per le fondamenta di tutti gli altri muri della fabbrica, impiegando anche la terra proveniente dallo scavo di queste fosse, per eseguire il riempimento fra le murature d'ambito e le scarpe di contorno; si ha così il vantaggio di poter allestire l'ossatura della parte inferiore dei ponti esterni, mentre si eseguisce la costruzione dei muri interni dei sotterranei di tutta la fabbrica.

Prima di stabilire il ponte esterno, si leva lo stecato provvisorio lungo il lato della fabbrica che vi corrisponde, per applicare poi quello definitivo all'armatura stessa del ponte, appena che sia al suo piede compiuta.

Per la formazione del ponte, si fissano prima nel suolo in ischiera le antenne; ciascun fascio formante una antenna, si compone e si incastra nel suolo seguendo la pratica che si descrive, che riguarda un fascio di due fusti, ma che può servire come regola generale: nel luogo in cui il fascio deve essere piantato, si scava nel suolo una buca profonda circa m. 0,80, tale che possa ricevere l'estremo di un fusto; sul fondo di questa prima buca si dispone una grossa pietra, od una tavola di legno, sulla quale si poggia il piede di un primo fusto di pino che si incastra nella buca stessa; di fianco poi a questo primo fusto, nella direzione della schiera delle antenne, si scava una seconda buca, profonda la metà soltanto della prima, nella quale si incastra, similmente al primo fusto, e per l'altezza di circa

m. 0,40, un secondo fusto che è preferibile sia di abete ed abbia le sue estremità, segnatamente quella superiore, bene intestate; questo secondo fusto, deve avere la sua estremità superiore che capiti sopra il suolo circa alla metà della altezza del primo; i due fusti, poi, sono mantenuti temporaneamente appaiati con una grappa di ferro, finchè siasi, con rottami fortemente battuti, chiusa la buca nella quale sono incastrati, e fino a che siasi fatta, appena sotto il capo del fusto più breve, una robusta fasciatura di reggia di ferro.

In questo modo si compie successivamente la medesima operazione pei primi due fusti di tutte le antenne che formano la schiera. Ciascuna antenna riesce così formata da due fusti, uno dei quali è alto circa il doppio dell'altro, onde potere disporre i fusti verticalmente uno sopra l'altro, colle loro unioni circa alla metà del fusto al quale vengono appaiati.

Eseguito questo primo impianto, si procede alla posa in opera dei primi ordini di filagne pei palchi del ponte, allo scopo anche di tosto concatenare tra loro le antenne. Il primo palco inferiore del ponte colla sua filagna, è bene sia ordinato ad una altezza non minore di m. 2,80, perchè riesca possibile di passare sotto di esso coi carri, nei luoghi che corrispondono agli ingressi; un palco più basso, ordinariamente, non è nemmeno necessario, elevandosi, come si sa, i muri sopra terra per la prima puntata, alta circa m. 1,50, senza bisogno di ponti, ed innalzandoli di altrettanto, per l'altezza della seconda puntata, col sussidio all'esterno di tavole poggiate sopra cavalletti. La filagna quindi del primo palco, viene a capitare nella porzione delle antenne nella quale esse sono raddoppiate, ed alla altezza, come si è detto, di circa m. 2,80 sul suolo; questa filagna, unitamente a qualche altra che si mette sotto di essa lungo tutto il ponte, ad eccezione che in corrispondenza agli ingressi, si preferisce di applicarla, contrariamente alla regola generale, esternamente alle antenne, per potere assicurarvi con chiodi le tavole dello steccato.

I fusti di pino per le filagne si dispongono orizzontalmente uno di seguito all'altro, poggiandoli sopra i beccatelli chiodati alle antenne, alle quali si fissano provvisoriamente con grappe, che vengono tolte dopo che a ciascun incontro delle filagne colle antenne, siasi fatta una robusta fasciatura a collo con reggia di ferro chiodata; l'unione dei fusti di una stessa filagna che sono in prolungamento l'uno dell'altro, si fa capitare in corrispondenza all'appoggio della filagna sulle antenne, accoppiando tra loro gli estremi dei due fusti per una lunghezza circa di m. 1,50, collegandoli poscia anche con diverse fasciature di reggia di ferro.

Tutte indistintamente poi le fasciature di reggia di ferro, di cui si è parlato, vengono, prima di chiodarle definitivamente, serrate con diverse zeppe di legno, che vengono battute negli interstizi esistenti tra le fasciature e le superfici tonde dei fusti delle antenne.

Le filagne si mettono in opera coi loro beccatelli anche nella porzione superiore delle antenne, nella quale queste ultime non sono raddoppiate, provvisoriamente assicurandole alle antenne medesime con grappe di ferro; in seguito, si innalzano e si mettono in opera i fusti che formano il raddoppio delle antenne, fasciandoli subito al piede con reggia di ferro, e fermandoli temporaneamente con grappe di ferro alle filagne; per ultimo, compiuto il raddoppio delle antenne, si fermano definitivamente a queste ultime le filagne superiori con fasciature di reggia di ferro, compiute le quali, si levano le grappe provvisorie.

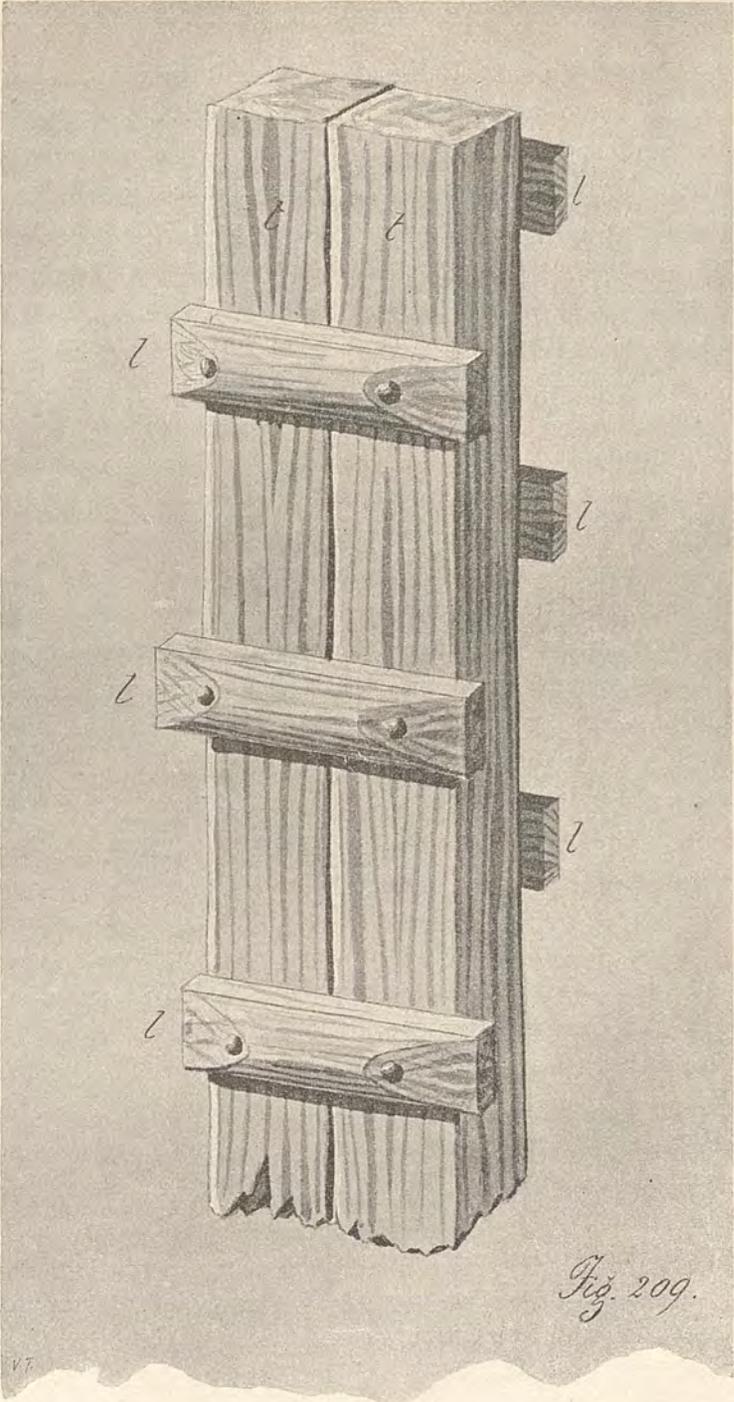
Similmente si procede nella composizione di tutta l'ossatura principale del ponte, fino all'altezza del cornicione di gronda.

Negli incontri dei ponti di servizio esterni, nei quali questi formano degli angoli saglienti, la loro ossatura deve avere molta robustezza, per conseguire un concatenamento molto saldo tra le diverse tratte dei ponti stessi. L'antenna che sta

nell'angolo di due ponti che si incontrano, si fa più robusta delle altre, formandola con un numero maggiore di fusti, che ordinariamente è di quattro; per impedire poi che, per effetto delle spinte che si concentrano nell'angolo, essa venga ad inclinarsi, invece di poggiare internamente ad essa ambedue le flagne dei due ponti concorrenti in un medesimo luogo di questa antenna, se ne poggia una all'esterno, accavallandola all'antenna, perchè colla sua elasticità fermi l'antenna in un verso; alternando poi negli ordini delle flagne quelle che all'antenna d'angolo si accavallano e si appoggiano esternamente, si ferma quest'ultima anche nell'altro verso, nel quale tenderebbe ad inclinarsi, fortificando così assai efficacemente l'antenna d'angolo.

Nell'Italia centrale e meridionale, pei fasci delle antenne si adoperano dei legnami squadrati di m. 8 a 12 di lunghezza, colle sezioni medie di m. $0,14 \times 0,18$, i quali sono certamente preferibili, per la saldezza dei ponti, ai fusti di pino usati nell'alta Italia; le travi squadrate sono riunite tra loro con listelli di castagno, grossi mm. 40 e larghi 80, chiodati sulla faccia esterna e su quella interna delle antenne se il fascio è di due travi, e chiodati sulle quattro faccie se il fascio è di quattro travi; questi listelli, sono a distanze tra loro di m. 0,30, essi poi sono distribuiti sulle faccie opposte alternati nel verso della altezza, e colle loro sporgenze laterali rendono possibile di salire sui palchi valendosene a guisa dei pioli di una scala.

La fig. 209 rappresenta una porzione di queste antenne, formata dalle due travi *t* riunite tra loro dai listelli *l*. Le flagne che si applicano a queste antenne sono parimenti squadrate, hanno esse pure una sezione media di m. $0,14 \times 0,18$, e sono poggiate su beccatelli e con lunghi chiodi assicurate alle antenne verso l'interno. L'inconveniente di queste ossature consiste nel deperimento che subiscono i legnami a cagione delle numerose e frequenti chiodature che in esse si fanno, le quali talora determinano anche delle fenditure che le indeboliscono.



I palchi dei ponti si formano successivamente uno sopra l'altro, nel verso ascendente, fino all'altezza del cornicione; comunemente, per risparmio di legname, il materiale di un palco inferiore si adopera per la formazione di quello immediatamente più alto, facendo in modo però che si abbiano sempre in opera almeno due palchi, l'inferiore dei quali serve a proteggere quello successivo superiore su cui si lavora; ultimata poi la muratura rustica fino al tetto, si eseguono i lavori di finimento a partire dall'alto fino al piede della fabbrica, scomponendo e ricomponendo un palco dopo l'altro nel verso discendente.

Le traverse di ciascun palco, come si è detto, si poggiano sulle flagne e sul muro alle altezze delle successive puntate, mantenendo aperti nel muro i buchi per questi appoggi; esse si ordinano di fianco a ciascuna antenna, mettendole però nei palchi contigui su due fianchi opposti della stessa antenna; tra queste traverse poi se ne distribuisce in ciascuna campata, compresa tra due antenne, almeno un'altra intermedia, e talora anche due se la distanza tra le antenne è piuttosto grande, oppure se il palco si vuole più robusto. Le traverse che capitano in riscontro dei vani delle aperture, si poggiano e si chiodano ad un estremo sulla filagna; all'altro estremo ciascuna traversa si poggia su di un ritto di legno, piantato verticalmente sotto di essa col piede sulla grossezza del muro compresa tra le spalle della apertura, al quale ritto si assicura anche la traversa stessa, con una tavoletta di legno chiodata di fianco; in seguito, per impedire che il ritto e la traversa del ponte si smuovano, si poggia sopra quest'ultima e sopra le spalle di muro verso l'interno, un'architrave di legno in direzione ad essa perpendicolare, chiodando anche tra loro l'architrave e la traversa; venendo poi l'architrave incastrato a' suoi estremi nel muro che si costruisce, le traverse che vi corrispondono, e che in Lombardia si chiamano le *briglie*, compiono un ufficio molto importante, funzionando come tanti tiranti che collegano

l'ossatura del ponte al muro. È importante di avvertire che le ossature dei ponti, e segnatamente le antenne, tendono ad incurvarsi esternamente verso la metà circa della loro altezza; a questa altezza quindi, che, ordinariamente è quella del primo o del secondo piano; le briglie si fanno numerose, ordinandone almeno una per finestra.

Ciascun palco si completa, poggiando sopra le traverse le tavole di pioppo accostate di fianco tra loro, soprammontandole anche ai loro estremi, come si è già indicato, di almeno m. 0,50 l'una sull'altra; talora poi queste tavole sono fissate tra loro con chiodi anteriormente alle loro teste; in ciascun palco inoltre si poggiano contro le antenne delle tavole di pioppo messe in costa, che formano appena sopra il palco un riparo pei materiali, e ad una altezza di circa m. 0,80 sul piano del palco si chiodano, internamente alle antenne, delle tavole che formano il parapetto delle impalcature.

Per maggiore sicurezza, sopra le tavole di pioppo del palco inferiore, che serve di difesa a quello su cui si lavora, si ordina un secondo ordine di tavole più sottili, ordinariamente di abete, le quali vengono anche chiodate con quelle di pioppo che stanno sotto; le fronti poi dei ponti verso le pubbliche vie, si ricoprono con uno stuoiato di cannette, che forma un riparo assai utile.

Nella tav. XXXIII, la fig. 1 rappresenta una porzione di una ossatura di antenne e filagne per un ponte esterno di una fabbrica a due facciate; in essa, le antenne sono di due fusti ciascuna, ad eccezione di quella d'angolo che è di quattro fusti, e portano le filagne orizzontali, le quali nell'angolo si accavallano all'antenna nel modo che si è descritto; nella stessa figura, si sono distribuite tutte le occorrenti fasciature di reggia di ferro colle loro zeppe, e si è immaginato che si stia compiendo il sollevamento di un fusto di pino per il raddoppio di un'antenna, col sussidio di una fune opportunamente anodata e legata al fusto ed accavallata ad una carrucola. La

fig. 2 della stessa tavola, rappresenta l'incastramento nel suolo delle antenne; colle tavole di legno che si dispongono sotto i piedi dei fusti. La fig. 3 e la fig. 4, poi, rappresentano in due stadi successivi, il procedimento che si segue nell'annodare il capo delle funi ai fusti di pino, e la fig. 5 rappresenta il nodo compiuto.

Nella tav. XXXIV, la fig. 1 rappresenta in iscorcio una porzione di due palchi, di cui quello inferiore, che serve di difesa, ha le tavole raddoppiate; la fig. 2 della medesima tavola, dà la pianta del palco inferiore; la fig. 3 rappresenta il sostegno di una traversa nel vano di una finestra, la quale traversa, col suo architrave di legno e colle relative chiodature tiene imbrigliato il ponte; la fig. 4 dà il particolare per l'appoggio di una filagna all'antenna, col suo beccatello, colle grappe provvisorie, e colla reggia, forata ed allestita per fare la fasciatura; la fig. 5 dà il particolare della grappa di ferro colle punte rivoltate in due versi; la fig. 6 rappresenta il modo con cui si gira sopra sè stessa una fune a distanza dei suoi capi, per fare l'allacciamento della fig. 7; infine le fig. 8 e 9 rappresentano due stadi successivi per la formazione del nodo detto *quadro*, dato dalla fig. 10, destinato a riunire tra loro i capi di due funi.

Nelle fabbriche di poca importanza, i materiali si portano sui palchi dei ponti salendo da un palco all'altro con scale a piuoli; in quelle invece piuttosto estese, e che richiedono lavori complessi, si costruiscono delle erte o rampe, larghe da m. 1,30 a 1,50, colla inclinazione di m. 1 di altezza per 5 di base, le quali sono destinate al trasporto dei materiali che non si sollevano colla burbera, che si impianta pei materiali destinati alla parte più elevata della fabbrica.

Nel luogo in cui l'erta deve essere impiantata, torna opportuno di raddoppiare, esternamente al ponte di servizio, la schiera delle antenne, acciò che le diverse branche inclinate dell'erta riescano stabilite esternamente al ponte, e non inceppino i la-

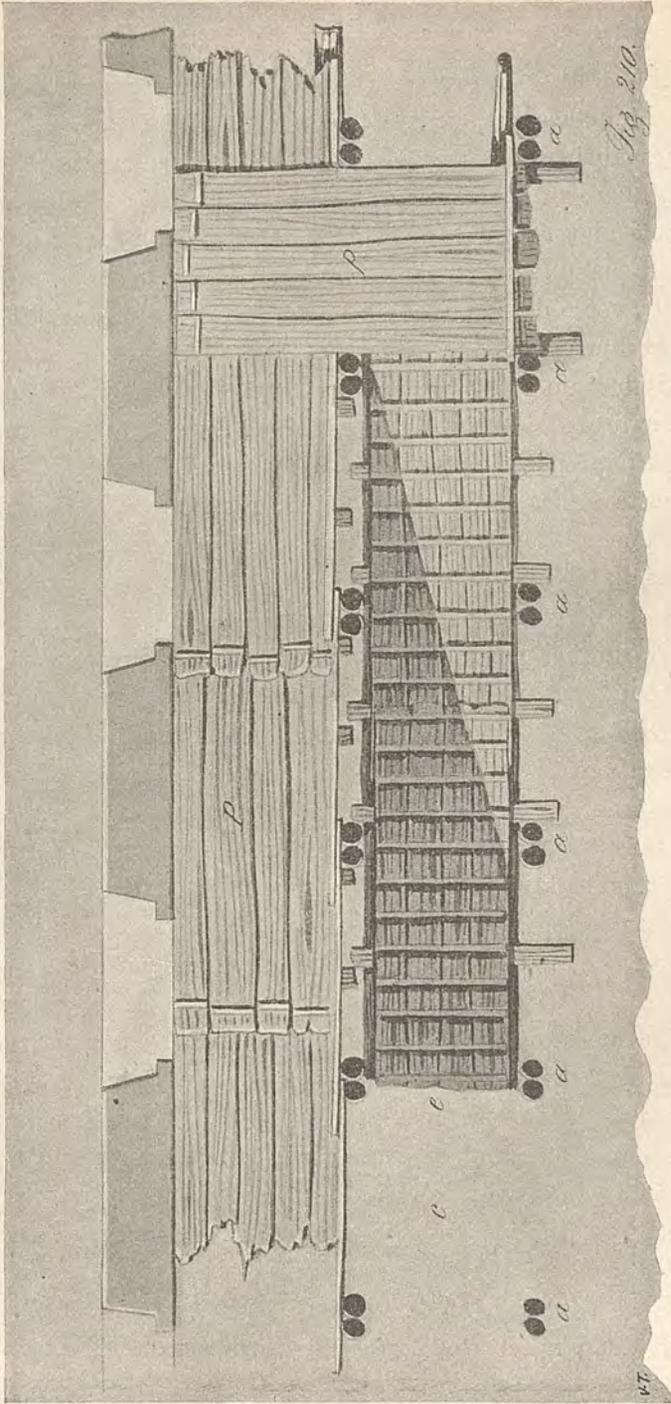
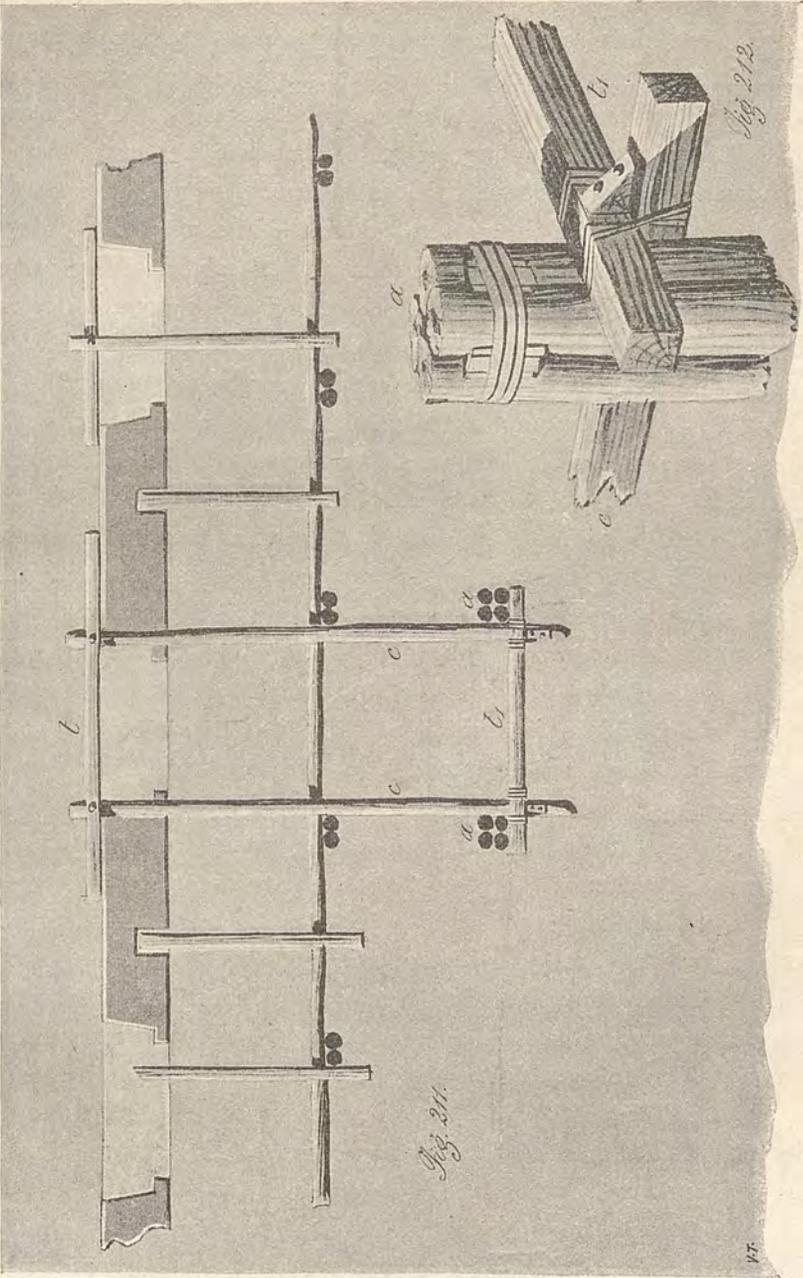


Fig. 210.

47

vori che su di esso si eseguiscono; l'erta quindi viene formata da tante branche sovrapposte ed inclinate tutte dalla stessa parte, comunicanti tra loro per mezzo dei palchi orizzontali del ponte, e di pianerottoli che si corrispondono verticalmente, e che sono ordinati ai termini delle branche. Ciascuna branca dell'erta, è formata da due fusti di pino inclinati, sui quali si poggiano delle traverse di legno, che portano le tavole formanti il fondo della branca; su queste tavole, poi, si chiodano dei listelli grossi da mm. 40 a 70, scostati tra loro di m. 0,40 circa, per facilitare la salita. La fig. 210 dà la pianta per una porzione di un ponte di servizio, colla prima branca di un'erta; in questa figura, colla lettera *a*, si sono indicate le antenne per l'erta che raddoppiano la schiera di quelle proprie del ponte, in *e* si ha il piede della prima branca, in *p* si hanno il pianerottolo ed il primo palco del ponte, dal quale si passa poi alla seconda branca per mezzo di un secondo pianerottolo, messo in corrispondenza verticale della campata *c* delle antenne.

La burbera per il sollevamento della malta, dei mattoni, e dei materiali in genere, si preferisce di impiantarla in una delle stanze interne della fabbrica; in ciascun piano di questa stanza si mettono in opera successivamente i travicelli della impalcatura meno uno nel mezzo di essa; con due traverse poi poggiate perpendicolarmente ai travicelli nella loro grossezza, con due porzioni di travicelli rispettivamente poggiate sul muro e su una di queste traverse, anch'esse in grossezza, e colle tavole di legno, si completa la impalcatura della stanza, lasciandovi però nel suo centro una botola rettangolare, coi lati circa di m. 1 e di 1,60, sopra la quale si impianta la burbera, spostandola successivamente da un piano a quello superiore; le tavole delle impalcature, vengono ricoperte con un suolo di grosse tavole di pioppo per ripararle, ed all'ingiro della botola della burbera, si forma un parapetto con delle tavole chiodate a quattro ritti di legno, stabiliti nei quattro angoli della botola, prolungati in tutta altezza. Talora la bur-



bera, viene impiantata in un cavedio della fabbrica, formandosi in esso, per ciascun piano, una impalcatura provvisoria simile a quella che si è descritta per l'interno delle stanze.

L'impianto della burbera nelle stanze e nei cavedî delle fabbriche, non è però sempre conveniente, segnatamente per gli scuotimenti che la burbera trasmette ai muri; esso quindi si fa più opportunamente, col sussidio di un castello di legname, costruito lungo la fronte di uno dei ponti di servizio, collegato colla ossatura del ponte stesso e coi muri della fabbrica.

Il castello della burbera, rappresentato in pianta dalla fig. 211, deve avere nel mezzo uno spazio libero sufficiente per il passaggio dei recipienti in salita e discesa, destinati al materiale.

Questo castello, è formato dalle antenne a, a , ciascuna delle quali è di quattro fusti, ed è piantata in riscontro ad una delle antenne del ponte, e da una serie di telai orizzontali sovrapposti, in ognuno dei quali si hanno i due fusti c che poggiano sulle filagne del ponte e sui beccatelli delle antenne a , e che sono ai loro estremi fissati alle due traverse t, t_1 , completanti il telaio, e concatenanti l'ossatura del castello al ponte di servizio ed alla muratura.

La fig. 212 dà il particolare per l'unione dei legnami che formano l'antenna a , il fusto c , e la traversa t_1 .

Quando non sia possibile, per la ristrettezza dello spazio, o per altre cagioni, di piantare nel suolo le antenne dei ponti di servizio esterni, questi si fanno a sbalzo; tra i diversi sistemi di ponti a sbalzo, è rimarchevole quello comunemente praticato a Genova, del quale si dà una descrizione col sussidio delle fig. 213 e 214, che rappresentano rispettivamente, in sezione ed in prospetto, una porzione dell'ossatura di uno di questi ponti.

Gli stili s del ponte, sono fatti di un fusto semplice di pino, e posti ad una distanza tra loro che non è maggiore di m. 1,50; ciascun stilo poggia al suo piede su di un robusto

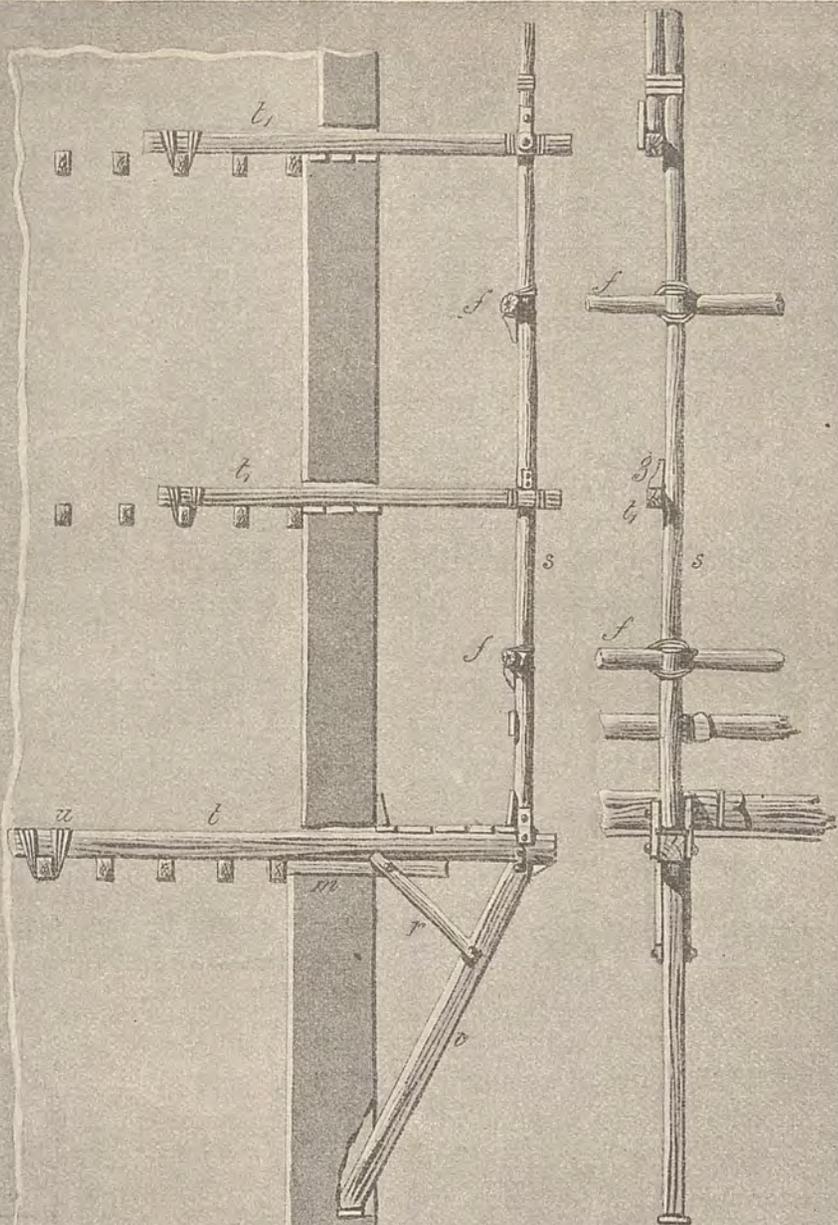


Fig. 213.

Fig. 214.

traversone squadrato t , il quale è poggiato orizzontalmente sul muro della facciata e sopra l'impalcatura del primo piano, è sporgente all'infuori del muro come una mensola, e deve essere abbastanza lungo da poterlo fermare con una fasciatura u all'impalcatura stessa, ad una certa distanza dal muro di facciata; il traversone t , poi è corroborato dalla sottomensola di legno m , da un robusto puntello v , e dalla saetta r ; in questa maniera il peso che gli stili s del ponte trasmettono al traversone è contrastato, oltre che dal puntello v , anche dal peso dei muri in cui si incastrano le travi della impalcatura da solaio; la prerogativa di questo ponte consiste in ciò che in ogni piano, come si vede dalla figura, sono ordinati altri traversoni t_1 , i quali, essendo assicurati ad un capo con fasciature alle rispettive impalcature da solaio, ed all'altro capo, essendo fissati agli stili s con una fasciatura ed un gattello di legno g messo a rovescio, funzionano come tante briglie non solo, ma scaricano, in ciascun piano, una parte del peso trasmesso dagli stili s ; per meglio conseguire questo scopo, si introducono col mezzo di leve, tra il muro e le faccie inferiori dei traversoni t_1 , delle zeppe o dei cunei di legno, che forzano i traversoni stessi dal basso all'alto contro i gattelli degli stili. Nei punti intermedi ai traversoni, poi, si poggiano agli stili le filagne f di pino, sulle quali si distribuiscono delle traverse come nei ponti ordinari; i palchi si allestiscono con tavole adoperando a loro sostegno tanto i traversoni t, t_1 , come le filagne f .

39. I ponti di servizio interni. Le murature interne dei sotterranei si elevano fino all'altezza della prima puntata, che è di circa m. 1,50, senza il sussidio dei ponti di servizio, e l'ulteriore elevazione dei muri si può ottenere con palchi fatti con tavole di pioppo poggiate sopra cavalletti di legno, la cui altezza però, essendo compresa tra m. 1,50 e 2, rende possibile di costruire con essi le murature solo fino a circa m. 3,50 sul suolo dei sotterranei. Ordinariamente, quindi, si preferisce di impiantare nelle fabbriche i ponti interni, che consentono

di elevare i muri fino all'altezza almeno dell'impalcatura da solaio che sta sopra il piano terreno, levando questi ponti dopo che i muri stessi sieno elevati fino alla detta altezza, e si voglia dar mano alla costruzione delle volte nei sotterranei. Questi ponti si possono allestire con antenne di un sol fusto ciascuna, ordinate in ischiera nel verso della mezzaria maggiore della pianta delle stanze, alle quali antenne si fissano diversi ordini sovrapposti di traverse orizzontali di legno, che ai loro estremi poggiano sulle murature della fabbrica, e che portano i palchi del ponte; se le traverse di legno capitano in riscontro a dei pilastri, nei quali non convenga di praticare il buco pel loro appoggio, vengono sostenute con dei ritti di legno verticali, messi contro le faccie dei pilastri, e fermati alle traverse.

Se le stanze hanno una larghezza piuttosto grande, si preferisce di piantare in ciascuna di esse due schiere di antenne nel verso della loro lunghezza a distanze dai muri di circa m. 1,30, sulle quali si fissano in diversi ordini sovrapposti delle filagne, poggianti ai loro estremi anche sui muri maestri trasversali interni e portanti i palchi del ponte.

Altrimenti si possono anche disporre questi ponti, facendone prima uno basso all'altezza della prima puntata, e scomponendo questo per allestirne successivamente altri più alti per le singole puntate successive; questi ponti tornano convenienti, segnatamente se si vuole procedere alla costruzione delle volte dei sotterranei quando i muri maestri sieno elevati anche solo fino al piano di terra; essi hanno l'ossatura formata da ritti verticali di abete, di sezione circa m. $0,12 \times 0,16$, e di altezza fino a m. 5, che si ordinano in ischiera a distanza tra loro di circa m. 2, e di m. 1,30 dal muro, col piede su di una tavola di legno adagiata sul suolo, e che portano gli estremi di traverse orizzontali di legno, poggiate all'altro estremo sul muro che si costruisce; le traverse sono chiodate con una tavoletta sul fianco dei ritti, e sono concatenate tra loro con tavole che pure vi si

chiodano sopra, in corrispondenza verticale coi ritti; i palehi si completano con tavole di pioppo distese sulle traverse perpendicolarmente alle medesime.

Con una pratica affatto simile, si stabiliscono i ponti di servizio interni pei piani superiori delle fabbriche, poggiandone i ritti al piede sopra grosse tavole di pioppo, messe sulle impalcature da solaio delle stanze nel verso della schiera dei ritti del ponte.

Se le stanze si devono coprire con volte, sulle quali non si possono piantare i ponti coi loro sostegni, questi si fanno con correnti di legno poggiati sui muri, diretti nel verso della minor dimensione delle stanze, ed armati, a poca distanza dagli appoggi, con due saette; questi correnti formano l'impalcato del ponte, che si completa con tavole di pioppo ordinatevi sopra.

I PARTICOLARI PER LE STRUTTURE RUSTICHE E PEI LAVORI SOPRA TERRA

40. **Le strutture murali sopra terra, le pilastrate ed i particolari che vi si riferiscono.** Per le murature sopra terra, si adottano delle strutture che sono paragonabili a quelle di mattoni e di pietrame dei sotterranei; in esse però, se sono di pietrame, il materiale deve essere sempre piuttosto regolare, e non deve oltrepassare un certo volume, che consenta di assegnare ai muri stessi uno spessore non eccessivo; la fattura poi di questi muri, si richiede molto accurata, dovendo essi essere tracciati ed eseguiti con grande precisione anche nei più minuti loro particolari, che riguardano le lesene, le aperture, le incassature, i condotti, i camini, le imposte, gli archi, i piani di posa delle travature, gli incastramenti delle mensole e delle cornici, nonchè tutte quelle parti che coi muri stessi si collegano.

Si dovranno, quindi, durante la costruzione di queste strutture murali, fare tutte le necessarie verifiche per accertare la perfetta loro corrispondenza colle dimensioni orizzontali, e colle altezze stabilite dal progetto, onde evitare quegli errori che potrebbero rendere indispensabili dei disfacimenti, anche soltanto parziali, di lavori già compiuti; dovendosi a questo ri-

guardo ritenere che tutte le cautele, intese ad impedire una simile evenienza, non sieno mai eccessive.

Nelle fabbriche moderne, le strutture murali sopra terra sono sempre alquanto caricate, in conseguenza non solo delle sezioni minime che, per usufruire dello spazio, si assegnano ad esse, ma anche in vista della altezza considerevole che hanno talvolta le fabbriche stesse; nei muri di facciata delle case che hanno le botteghe, si aprono nel piano terreno e nell'ammezzato delle aperture che hanno delle luci molto larghe, sostituendo in quella parte, alla muratura andante le pilastrate, la cui sezione solitamente non è grande, quantunque sieno caricate oltrechè dal peso del muro, da quello della gronda, e delle pietre decorative, anche da quello di parte delle impalcature, e del tetto; frequentemente poi, nelle case di abitazione civile, si sopprimono nel piano terreno ed in quello dell'ammezzato che vi sta sopra, nell'interno dei corpi di fabbrica, alcuni muri maestri, i quali occorrono pei piani superiori, e si sostengono questi muri con robuste travature di ferro, che poggiano sulle murature di telaio della fabbrica, e talora anche sopra pilastrate intermedie, alle quali murature e pilastrate, trasmettonsi così dei carichi assai considerevoli.

In genere, per le murature andanti, e pei pilastri di pianta piuttosto estesa e poco caricati si adottano, di preferenza, le strutture di mattoni forti comuni, murati con malte di calce idraulica le quali devono essere ottime e di sicura presa; pei pilastri piuttosto caricati, si impiegano delle strutture che sono di mattoni forti comuni, alternati con suoli di grosse lastre di pietra che le rendono più regolari e resistenti; oppure si usano anche delle strutture fatte con mattoni speciali da paramano, più grossi, regolari, e resistenti di quelli comuni, murandoli con malte crivellate; i pilastri che, sia per la loro sezione poco estesa, come per i pesi di cui sono gravati, risultano molto caricati, si fanno di pietra, scegliendosi per essi i conglomerati,

i calcari compatti, le breccie, od i graniti, a norma del carico a cui devono resistere.

Talora poi, nei pilastri fatti con pietre calcari, si ordinano dei pezzi di pietre granitiche più resistenti, in quelle parti che hanno la sezione indebolita dai fori praticati per l'appoggio delle travi, o per l'incastramento di qualsiasi altra struttura.

Una singolare importanza, della quale si è già fatto cenno, hanno le pilastrate che si ordinano nel piano terreno e nel piano dell'ammezzato dei muri di facciata delle case civili che hanno le botteghe; queste pilastrate hanno delle altezze complessive pei due piani, che sono grandi, e che si possono ritenere comprese tra m. 7 e 9; esse hanno delle sezioni piuttosto piccole, alle quali corrisponde, ordinariamente, un carico per centimetro quadrato che, per le case alte da m. 20 a 23, ed a sei piani, varia tra chg. 10 e 15; le strutture di queste pilastrate, sono poi di frequente indebolite dalle incassature per le travi maestre della impalcatura da solaio dell'ammezzato, da quelle per le loro stanghette, pei tiranti, per i sostegni degli alberi di ferro delle chiusure delle botteghe, e pei loro particolari; le medesime sono inoltre rese complesse, dalle imposte delle piattabande che servono a concatenarle.

Nella tav. XXXIII, che riguarda le ossature dei ponti di servizio, vedesi rappresentato nella fig. 1 anche il rustico, molto semplice, delle pilastrate di facciata di una fabbrica con botteghe, le cui chiusure sono da abbassare nel sotterraneo, o da arrotolare nella parte superiore della vetrina dietro l'insegna; la pilastrata d'angolo, di sezione piuttosto estesa, ha una struttura di mattoni alternata con suoli formati con grosse lastre di pietra; in essa si vedono anche le pietre che servono per l'incastramento delle stanghette dei tiranti di ferro dei muri; le pilastrate intermedie, di sezione minore, sono di pietra, ed hanno dei pezzi speciali per le imposte delle piattabande di mattoni, le quali ultime, sono stabilite all'altezza dell'impal-

catura dell'ammezzato, ed hanno uno spessore sufficiente per incastrarvi anche i relativi travicelli.

Per meglio utilizzare in altezza le luci delle botteghe, si preferisce, assai sovente, di fissare lo spazio per l'insegna in un architrave di pietra, stabilito al livello della impalcatura pel pavimento dell'ammezzato, arrotolando la chiusura metallica dietro l'architrave stesso nello spessore del muro; con questo ordinamento, si vengono di necessità a sopprimere le piattabande sopra il piano terreno, alle quali si devono sostituire delle travi di ferro, che saldamente colleghino tra loro le pilastrate, e funzionino anche come tiranti; le aperture poi dell'ammezzato sopra le botteghe, hanno degli archivolti o delle piattabande, le quali portano il muro di facciata, e coi loro tiranti collegano in sommità le pilastrate su cui sono impostate.

I particolari di queste strutture complesse di pilastrate, sono rappresentati nelle tavole XXXV e XXXVI, nelle quali si è anche imaginato che alle pilastrate stesse debba essere applicato un rivestimento di pietra, per la decorazione della facciata.

Nella tav. XXXV, la fig. 1 rappresenta la sezione verticale di una pilastrata intermedia a due luci da bottega; in essa si vedono i pezzi di pietra che ne formano la struttura rustica, collegati con chiavette di ferro alle pietre del rivestimento; si vede il pezzo di granito *a*, colle incassature per il trave maestro della impalcatura da solaio dell'ammezzato, fatto di due travi di ferro a doppio T accoppiate, e coll'incassatura per la sua stanghetta; si vede un travicello di ferro *b* a doppio T, il quale è incastrato nel pilastro a filo della sua faccia interna, ed è collegato a quest'ultimo con una fasciatura di ferro; esso serve di concatenamento, e serve anche a portare un piccolo tavolato, col quale si chiude all'interno lo spazio destinato al rotolo della chiusura metallica della bottega; nella stessa fig. 1, poi, si vedono due travicelli di ferro *c* a doppio T accoppiati, incastrati l'uno a filo della faccia interna, l'altro a

filo di quella esterna del pilastro rustico al piede della imposta delle piattabande di mattoni; essi, opportunamente collegati ai pilastri, li incatenano saldamente in sommità, e formano un robusto telaio, nel quale risultano compresi.

La fig. 2 dà il particolare del pezzo di granito *a*, colle incassature pei travicelli *b*, che si uniscono tra loro, e si allacciano al pilastro nel modo indicato dalla fig. 3; nella stessa fig. 2 si vede anche l'incassatura per l'estremo del trave maestro e della sua stanghetta, il quale ultimo è rappresentato dalla fig. 4; la fig. 5 dà l'incastramento, la fasciatura attorno al pilastro, e l'unione tra loro, dei travicelli di ferro *c* al piede delle imposte delle piattabande; la fig. 6, poi, dà lo scorcio della pilastrata intermedia coi particolari che vi si riferiscono.

Nella tav. XXXVI, che ha riscontro con quella precedente, la fig. 1 rappresenta la sezione orizzontale, appena sopra lo zoccolo, della pilastrata d'angolo, la cui struttura rustica è di mattoni, coll'ordinamento delle chiavelle di ferro pel rivestimento di pietra; il particolare delle chiavelle è dimostrato dalle fig. 2 e 3, le quali danno rispettivamente la chiavella pel collegamento delle pietre col muro, e quelle pel collegamento delle pietre tra loro; la fig. 4 rappresenta la sezione orizzontale della pilastrata d'angolo all'altezza dei travicelli di ferro *b*, colla unione di questi per mezzo di una squadra di ferro, coi loro capi prolungati e fissati a due stanghette di ferro, e col supporto per l'albero della chiusura della bottega; la fig. 5 rappresenta una porzione della pilastrata d'angolo in sommità, con una porzione della piattabanda di mattoni che vi si imposta, la quale si è immaginata scoperta dal rivestimento di pietra, per mettere in evidenza anche parte di uno dei travicelli di ferro *c*; la fig. 6 rappresenta l'unione dei travicelli *c* in corrispondenza alla pilastrata d'angolo, e la fig. 7 rappresenta lo scorcio della pilastrata medesima, con tutti i suoi particolari, compreso il rotolo della chiusura metallica per la bottega; per ultimo, la fig. 8 rappresenta il particolare per l'appoggio dei

travicelli di legno della impalcatura da solaio dell'ammezzato, tra le pilastrate della fronte esterna, che è diretta perpendicolarmente ad essi; questo appoggio si pratica, incastrando a filo della faccia interna dei pilastri, in luogo di uno dei soliti travicelli di ferro *b*, un travicello di ferro più alto *f*, al quale i travicelli di legno si appoggiano mediante un ferro d'angolo.

41. Le colonne, i pilastri e gli archivolti dei porticati. Nei porticati, le colonne od i pilastri si ordinano in ischiere parallele, ed ai vertici di quadrati o di rettangoli, impostandovi sopra le arcate, destinate a portare le volte; le arcate e le volte, possono anche essere surrogate da architravi di legno o di pietra, poggiati sulle colonne, i quali reggono le travature che formano il soffitto del portico; alcuni porticati poi sono chiusi lungo un lato da una muratura di fabbrica, dalla quale possono anche aggettare, in riscontro alle colonne, altrettante lesene.

Sopra le arcate dei portici, frequentemente, si elevano le murature esterne dei fabbricati, e quelle trasversali interne, le quali trasmettono ai sostegni del portico delle pressioni che possono anche essere ragguardevoli, e che rendono necessarie pei sostegni stessi, delle strutture assai resistenti, stabilite su fondamenta molto salde, che impediscano qualsiasi cedimento. Affinchè si possa fare sicuro assegnamento sulla loro fermezza, queste fondamenta devono essere continue, ed avere una larghezza alquanto maggiore di quella delle basi che sopra di esse si devono stabilire; talora poi, torna assai opportuno di consolidare queste fondamenta anche con arcate rovescie, che impediscano gli ineguali cedimenti che eventualmente potrebbero verificarsi.

Per le colonne e pei pilastri, si scelgono delle pietre che possano efficacemente resistere a delle pressioni anche forti; queste pietre, solitamente, sono granitiche, ma potrebbero essere anche calcari molto compatte, o veri marmi; la colonna si fa in tre parti distinte, che sono: la base, il fusto, ed il capitello, sopra il quale talvolta si ordina un dado di pietra scor-

niciato, per rialzare l'imposta degli archivolti; il plinto della base della colonna, deve avere una altezza un po' maggiore di quella destinata a rimanere in vista, onde possa incastrarsi di qualche centimetro nel pavimento; la base della colonna poi è bene sia poggiata su di un grosso zoccolo di pietra di superficie maggiore, disposto sopra la muratura di fondamento, all'uopo di estendere l'appoggio della colonna stessa, e ripartire in eguale misura le pressioni.

Gli archivolti di pietra che si impostano sulle colonne e sui pilastri, hanno, assai sovente, la loro faccia esterna scorniciata, e l'intradosso variamente riquadrato; essi si fanno in diversi pezzi, tutti della medesima grossezza dell'archivolto.

Per scaricare una parte del peso che verrebbe a gravare su questi archivolti di pietra, conviene disporre sopra di essi nella struttura rustica del muro, altrettante piattabande, comprese nella altezza della cornice che solitamente ricorre sopra gli archivolti medesimi; nel caso poi in cui sulle colonne si impostino anche delle arcate trasversali, i pezzi d'imposta degli archivolti, devono avere delle parti speciali destinate a ricevere la impostatura di queste arcate, le quali ultime ordinariamente sono di mattoni.

In alcune fabbriche, questi archivolti sono formati da ghiere scorniciate, che sono di pietra solo all'esterno, e che formano un rivestimento, dietro il quale si costruiscono delle arcate di muratura, impostate sopra i capitelli delle colonne e dei pilastri.

Tutte le faccie di contatto delle pietre, devono essere lavorate a martellina fina, per ottenere il loro combaciamento regolare, il quale però, deve limitarsi alle parti che sono massicce, evitandosi di far poggiare le pietre l'una sull'altra coi loro aggetti, che per la loro fragilità potrebbero rompersi; tra queste faccie, poi, si distendono delle lamine di piombo grosse da mm. 3 a 5, le quali, comprimendosi per effetto del peso di cui sono caricate, rendono in ogni punto uniforme il comba-

ciamento delle pietre. Tutte le unioni tra i diversi pezzi, devono essere fermate con chiavelle di ferro, che si incastrano e si piombano nelle pietre, mantenendole nascoste; queste chiavelle, solitamente, sono di ferro stagnate, e qualche volta di rame, ritenendosi inopportune quelle di ferro non galvanizzate, le quali, assai facilmente ossidandosi, macchiano le pietre; i fusti delle colonne, si fermano alle basi ed ai capitelli con delle robuste spine di ferro, che si incastrano verticalmente tra queste parti delle colonne stesse, nella direzione dei loro assi. Per elidere le spinte delle arcate, si distribuiscono nel verso delle loro corde dei tiranti di ferro, i quali però, in molti casi, si preferisce disporli nascosti, ed appena sopra le serraglie, anzichè in vista nel loro rigoglio.

Le volte che coprono i porticati si fanno di muratura, ed ordinariamente sono a crociera od a vela; le loro strutture sono di quarto, od al più di una testa, superiormente spianate con calcestruzzo.

Nella tav. XXXVII, la fig. 1 rappresenta una porzione della facciata esterna di un porticato, alla quale si è fatta corrispondere una sezione verticale ed il rustico che vi si riferisce; da essa si rilevano le fondamenta della colonna, le unioni delle sue parti colle relative spine di ferro, i tagli delle pietre per gli archivolti, l'ordinamento delle chiavelle, ed infine le piattabande di muro costruite sopra gli archivolti di pietra, col tirante per l'arcata trasversale del portico; la fig. 2 rappresenta il particolare dello zoccolo di granito, sul quale è poggiata la base della colonna, quello delle lamine di piombo tra gli appoggi delle pietre, e quello della spina di ferro che serve di legamento tra la base ed il fusto della colonna, la quale spina, è rappresentata isolata nella fig. 3; la fig. 4 rappresenta il pezzo di imposta degli archivolti, col peduccio per l'impostatura dell'arcata trasversale del portico, e colle incassature per i piedi della volta; la fig. 5 rappresenta la sezione verticale e lo scorcio di una porzione del por-

tico, col rustico delle piattabande di mattoni, e coi tiranti di ferro per le arcate trasversali.

42. Le travate di ferro pei muri, le colonne di ghisa, le pilastrate interne, e le travi armate. Nell' interno di alcune fabbriche moderne che si costruiscono per affittare, si ordina sopra il piano terreno un piano ammezzato, e si distribuiscono in questi due piani delle stanze destinate agli uffici ed ai magazzini del commercio e dell'industria, assegnando i piani superiori della fabbrica alle abitazioni; queste stanze di ufficio e magazzino, convengono molto ampie, e frequentemente si mettono in comunicazione tra loro per mezzo di larghe aperture che si praticano nei muri interni dei corpi di fabbrica; in molti casi però, si preferisce di sopprimere addirittura, come si è già accennato, tanto nel piano terreno, come in quello dell' ammezzato, alcune murature interne, sostenendole per mezzo di travature di ferro, poggiate sui muri, superiormente all' ammezzato, sotto le quali travature, si dispongono talora delle colonne di ghisa, o delle pilastrate di pietra, per rafforzarle nel mezzo, od in punti speciali compresi tra i loro appoggi. In conseguenza della soppressione di queste murature, si devono anche, assai di frequente, poggiare le impalcature dell' ammezzato sopra travi maestre, le quali generalmente si fanno di ferro, e sovente sono accoppiate tra loro per limitarne l' altezza. Questi ordinamenti, rendono alquanto complesso l' organismo delle fabbriche, e ne aumentano il costo, tuttavia devonsi in alcuni casi ritenere assai opportuni, segnatamente quando si voglia usufruire il meglio possibile dello spazio, e si voglia inoltre conseguire una maggior diffusione della luce nelle stanze. Determinato il carico totale che grava sulle travature di ferro dei muri maestri, dovuto al peso proprio della muratura, ed a quello proprio ed accidentale che alla muratura stessa viene trasmesso dalle impalcature da solaio e dal tetto, si fissa il tipo che esse devono avere, e si trovano le sezioni dei ferri che le compongono; in seguito si

studiano tutti i particolari che si riferiscono sia alle loro strutture, come a quelle delle murature, delle colonne, e dei pilastri su cui vengono poggiate.

Nella tav. XXXVIII è rappresentata coi suoi sostegni, e coi relativi particolari, una travatura di ferro per un muro maestro, formata da due travi a doppio T accoppiate mediante due lamieroni di ferro chiodati sopra e sotto di essi; come rilevasi dalla fig. 1, che dà l'assieme della travatura coi suoi sostegni, essa è poggiata ai suoi estremi su due grossi plinti di pietra, stabiliti su una muratura di mattoni e destinati al regolare ripartimento delle pressioni; essa poi è sostenuta anche nel mezzo da due colonne di ghisa piantate su di un muro, e porta ai lati due guscioni di legno per l'appoggio dei travicelli di una impalcatura da solaio; la fig. 2 dà la sezione verticale della travatura, coi chiodi a testa svasata per gli appoggi, coi guscioni laterali di legno assicurati ad essa per mezzo di bulloni, e con una porzione dei travicelli della impalcatura, e del muro che vi si costruisce sopra; la fig. 3 mette in evidenza la spina sporgente dalle tavole dei capitelli delle colonne, la quale spina si incastra in una piastra di ferro dolce, che collega le colonne tra loro in sommità; la fig. 4 rappresenta in sezione verticale la parte superiore delle colonne di ghisa, colla lamina *a* di piombo che si poggia sulle tavole dei capitelli, sopra la quale si applica poi la piastra *b* di ferro dolce di collegamento, che si fa combaciare colla faccia inferiore del trave nel posto in cui questa ha i chiodi a testa svasata; la fig. 5 rappresenta il plinto di granito coi fori pei due piedi delle colonne, e la fig. 6 rappresenta, in sezione verticale, l'incastramento degli stessi piedi delle colonne nel plinto di pietra, colla relativa piombatura, e colla linea che segna il pavimento della stanza.

Nella tav. XXXIX, la fig. 1 rappresenta la pianta terrena e quella dell'ammezzato di una porzione di una fabbrica, e la fig. 2, la pianta del primo piano che vi corrisponde.

Come vedesi da queste piante, nel piano terreno e nell' ammezzato si è soppressa la muratura longitudinale ab , e quella trasversale cd , e si sono in essi piani disposti due pilastri di pietra A , B , per sostenere due robuste travate di ferro incrociate, destinate a portare i due muri ab , cd , e stabilite sopra l' ammezzato; la fig. 3 dà la pianta delle travate di ferro C , D , e quella di due travi armate e , f , per l' impalcatura da solaio che sta sopra l' ammezzato; tutte queste travature si vedono anche nella sezione verticale della fig. 4, nella quale sono anche disegnate delle travi g , g_1 di ferro a doppio T accoppiate, stabilite sopra il piano terreno, delle quali quelle g , sono armate con tiranti di ferro e formano le travi maestre dell' impalcatura che sta sopra lo stesso piano terreno, e colle altre coppie di travi g_1 , collegano i pilastri A , B , ai muri di telaio della fabbrica.

I particolari di queste travature di ferro, dei loro collegamenti, dei loro appoggi, e dei loro incastramenti sulle murature e sui pilastri, non che i particolari per l' appoggio dei travicelli di legno delle impalcature alle travi di ferro, sono rappresentati nella tav. XL. Nella parte inferiore della fig. 1 di questa tavola, si vedono i travicelli accoppiati g di ferro, i quali, armati con tiranti, formano le travi maestre su cui si appoggiano i travicelli di legno della impalcatura superiore al piano terreno, e si vedono anche i travicelli accoppiati g_1 , che servono di collegamento; la fig. 2 dà la sezione verticale longitudinale del trave armato g , i cui particolari che si riferiscono al contraffisso ed alla staffa per gli estremi del tirante, sono rispettivamente dati dalle fig. 3 e 4; la fig. 5 dà, in sezione orizzontale, le unioni tra loro delle coppie di travicelli g , e di quelle g_1 , ed il loro appoggio ed incastramento sul pilastro di pietra; la fig. 6 dà il particolare del pezzo di pietra P , colle sue incassature, sul quale si appoggiano le coppie di travicelli g , g_1 .

Nella parte superiore della fig. 1 della stessa tav. XL, si

vedono la sezione verticale e l'ordinamento delle travate di ferro *C, D*, in corrispondenza al loro appoggio sui pilastri di pietra, coi guscioni laterali per l'appoggio dei travicelli di legno dell'impalcatura superiore all'ammezzato; la fig. 7 rappresenta, in sezione orizzontale, l'unione tra loro delle travate *C, D*, fatta col mezzo di squadre di ferro e di bulloni, la quale unione è resa maggiormente evidente dalla fig. 8, dalla quale si rileva anche essersi fatta continua la travata *C* che è quella di minore lunghezza.

43. **La posa in opera delle pietre decorative.** Le pietre decorative delle facciate si possono considerare divise in due categorie: la prima categoria comprende quelle pietre più massicce, che si incastrano nelle murature, acciocchè il peso del muro che vi si costruisce superiormente, e quello delle strutture di cui il muro stesso è caricato, possa assicurarne la stabilità; la seconda categoria comprende quelle pietre, meno voluminose e più leggiere, che solitamente aggettano dal muro meno delle prime, e che si possono mettere in opera con tutta sicurezza, senza incastrarle nel muro, ma semplicemente fermandole ad esso con chiavelle di ferro, poggiandole anche su quelle che sono incastrate; talune di queste pietre possono formare anche dei semplici rivestimenti, fatti con lastre che si applicano come una cortecchia alle faccie dei muri esterni.

Le pietre più massicce e che si devono incastrare nei muri, in generale, sono i basamenti coi loro zoccoli, le mensole dei balconi e dei cornicioni, le fascie e le cornici che ricorrono orizzontali, certe pilastrate e bugnature d'angolo, i davanzali delle finestre ed i loro cappelli, ed in genere tutte quelle parti sulle quali si giudica opportuno o necessario di far poggiare, anche solo parzialmente, le altre pietre; le pietre poi molto pesanti che si incastrano nei muri, si sostengono in parte anche poggiandole su ferri molto robusti, saldamente fissati nel muro, oppure si fermano con tiranti speciali di ferro. Le pietre più leggiere, che ordinariamente si possono mettere in opera anche

senza incastrarle, sono, oltre i rivestimenti, le lesene colle loro basi e capitelli, le soglie, le spalle, ed i contorni delle aperture.

Le pietre decorative che devono essere incastrate nel muro, dovrebbero sempre essere messe in opera mentre si costruisce la muratura, insieme a quelle pietre più leggiere che con esse si collegano, e che riescirebbe difficile di convenientemente applicare ed assicurare mettendole in opera dopo le altre, e dopo compiuta la struttura rustica del muro; tutte le pietre devono essere concatenate tra loro con chiavelle di ferro, che si incastrano nel luogo delle loro unioni senza che riescano visibili, e devono essere fermate al muro con sufficiente numero di altre chiavelle, le quali, come le prime, vogliono essere o di rame, o di ferro galvanizzato, per le ragioni che si sono ricordate ai numeri precedenti; tra le faccie orizzontali di contatto poi delle pietre piuttosto pesanti, si devono inserire delle grosse lamine di piombo, come si è detto a proposito delle colonne dei porticati, facendo sempre in guisa che le compressioni si esercitino solo in corrispondenza alle parti massiccie delle pietre, e non mai lungo i loro aggetti.

Le lastre di pietra che si poggiano sulle mensole, e che formano il pavimento dei balconi, quantunque si debbano incassare di una certa quantità nel muro, si preferisce di metterle in opera dopo ultimato il rustico di tutta la muratura, segnatamente per evitare l'ostacolo che arrecherebbero, mentre si eseguiscono i lavori, e si sollevano i materiali.

Mettendosi in opera le pietre decorative di mano in mano che si eleva il muro di facciata, torna necessario di provvedere acciocchè, colle manovre e coi lavori che si eseguiscono, i loro spigoli e le loro parti anche le più fragili, non vengano menomamente guastate, procurando inoltre che le loro superfici non vengano macchiate, nè altrimenti deteriorate; questi provvedimenti consistono, ordinariamente, nel ricoprire le parti più sporgenti delle pietre, o che più importa di proteggere, mediante cassette fatte con tavole di legno, e nel rivestire le altre parti

con grosse tele, che le difendano anche dalla polvere della fabbrica.

Collocando le pietre in opera contemporaneamente alla costruzione del muro, si facilitano anche d'assai le prove, che per le pietre stesse si devono fare, presentandole provvisoriamente nel luogo di loro collocazione e successivamente rimovendole, per eseguire tutti i ritocchi necessari per ottenere, all'atto della posa definitiva, il perfetto combaciamento dei pezzi tra loro, e l'esatto riscontro delle diverse parti con quelle corrispondenti date dal progetto; tuttavia, in alcuni casi, verificandosi dei ritardi nella consegna delle pietre, e volendosi evitare delle sospensioni nei lavori della fabbrica, che potrebbero essere dannose, si posticipa la posa in opera di certe pietre, effettuandola dopo compiuta la muratura, nella quale si lasciano aperte le occorrenti incassature, le quali, al pari di quelle per le imposte delle volte, sono temporaneamente corroborate da pilastri di muro, che si demoliscono solo allorquando si effettua l'incastramento delle pietre.

Ultimata la posa in opera delle pietre, queste vengono rippassate, per accompagnare ed assecondare tutte le loro sagome, per togliere in esse qualsiasi ineguaglianza, e per prepararle a ricevere le stuccature che si fanno tra le loro unioni.

Nella tav. XLI, la fig. 1 rappresenta la posa in opera delle pietre di una porzione del basamento di una facciata, nel quale è praticata anche una finestra da cantina; in tale figura, si è rappresentato un pezzo dello zoccolo, mentre viene allestito in opera, e messo a livello su dei mattoni e delle zeppe di legno, le quali si levano dopo che sotto al pezzo viene completata la muratura; nella figura stessa, poi, si vedono i fori praticati nelle faccie delle pietre per le chiavelle di collegamento, non che la distribuzione delle chiavelle per il concatenamento delle pietre col muro; la fig. 2 rappresenta la porzione di un basamento di pietra, dal quale aggetta la base di una lesena, coi tagli delle pietre a quartabuono, colle chiavelle, e colla la-

mina di piombo per l'appoggio della lesena sulla sua base; la fig. 3 rappresenta la posa in opera di una mensola da balcone che deve essere incastrata in un muro, e rappresenta anche i suoi sostegni provvisori; la fig. 4 dà la sezione verticale della stessa mensola da balcone, collo scorcio di una parte della lastra che si poggia sopra di essa per formare il pavimento del balcone medesimo; la fig. 5 rappresenta una lamina di acciaio larga come la parte massiccia della mensola, e grossa circa mm. 3, la quale viene ricoperta con un'altra lamina di piombo più sottile, ed inserita tra la mensola e la lastra di fondo del balcone, allo scopo che questa non abbia a gravare sulle sagome che aggettano dalla mensola stessa; questa pratica è assai utile, segnatamente quando le lastre che si appoggiano sulle mensole sono piuttosto pesanti, e si reputi che la lamina di piombo non sia sufficiente a mantenerle leggiermente sollevate; la fig. 6 rappresenta la posa in opera di parte di una cornice di pietra, coi puntelli provvisori di legno, poggiati al loro piede sul canale delle bugne di un rivestimento di pietra, colle chiavelle di collegamento, sia delle pietre tra loro, come delle pietre col muro.

Nella tav. XLII, la fig. 1 rappresenta la sezione verticale della porzione di un muro di facciata, fatta sulla mezzaria di una finestra, colle pietre decorative che vi corrispondono, le quali sono applicate in maniera da rendere possibile lo scorrimento delle griglie nelle loro incassature; come vedesi dalla figura, la cornice *A* è incastrata nel muro, e porta le pietre dello zoccolino *z* e della specchiatura *s* pel parapetto della finestra, le quali pietre formano un rivestimento, e sono fermate al muro con chiavelle; il davanzale di pietra *D*, la cui pianta è data dalla fig. 2, ed il cui particolare della sezione è dato dalla fig. 3, si è imaginato di marmo, e sagomato anche verso l'interno; esso ha un risalto che forma la battuta, contro la quale si applica col suo piede il telaio maestro del serramento in legno, ed ha la faccia superiore leggiermente inclinata verso

l'esterno, per facilitare lo scolo dell'acqua; esso inoltre è poggiato sulla muratura, incastrandosi in parte nella spalla di muro della finestra, ed è fermato al muro con due chiavelle incassate nella pietra obliquamente come nella fig. 4; il davanzale medesimo, poi, porta le due spalle p di pietra, le quali col loro architrave a completano il contorno della finestra; nella fig. 5 si vede il modello delle chiavelle che servono ad assicurare in sommità le due spalle p al muro, ed a collegarle per mezzo di una spina all'architrave a ; devesi però ricordare che, se il contorno di pietra che si poggia sul davanzale è alquanto pesante, conviene di sostenere inferiormente il davanzale stesso, con un mozzicone di travicello di ferro, messo orizzontale ed in piano sotto la sua faccia inferiore, ed incastrato agli estremi nelle spalle della apertura, per scaricare il peso del contorno della finestra che verrebbe a gravare sulla specchiatura di pietra del parapetto; la fig. 6 dà il particolare della sezione del davanzale, pel caso in cui esso non sia scorniciato internamente, essendo il serramento completato al piede da un'assicella che chiamasi lo *scossino*; infine nella fig. 1, già citata, vedesi anche il cappello C a timpano, incastrato nel muro, poggiato in parte sulla piattabanda di mattoni della apertura, ed in parte sull'architrave a ; il peso di questo cappello, però, è scaricato per mezzo di due mensole di ferro incastrate nel muro e nel cappello medesimo C , come è indicato nel particolare della fig. 7, e l'appoggio sull'architrave a , è fatto con lamina di piombo, come nel particolare della fig. 8. Nella fig. 9 poi vedesi, assieme allo spaccato, una parte del prospetto delle pietre, colla piattabanda della apertura, e colla arcata per l'incassatura delle griglie.

44. I particolari delle impalcature da solaio e delle loro travature. A complemento delle generalità che si sono esposte al numero 27, riguardanti le impalcature da solaio, si danno le tavole XLIII, XLIV, XLV e XLVI, coi particolari che si riferiscono alle impalcature di legno, a quelle di ferro,

ed a quelle miste di ferro e di legno, nonchè alle loro travi maestre.

Nella tav. XLIII, la fig. 1 dà l'assieme di porzione di una impalcatura di legname semplice, formata da panconi di abete e da tavole, pure di abete, chiodate sopra i panconi; la fig. 2 dà l'assieme di porzione di un'altra impalcatura simile alla precedente, fatta con legname della stessa qualità, ma composta, invece che con panconi, con travicelli; nella stessa figura, si vedono anche le grappe e le stanghette di ferro che, rispettivamente, si fissano ad alcuni travicelli, e si incastrano nel muro, per concatenare la impalcatura alle murature della fabbrica; la fig. 3 dà il particolare di una di queste grappe di ferro, coll'occhio nel quale si passa la stanghetta; la fig. 4 rappresenta la grappa di ferro che serve per collegare tra loro agli estremi i travicelli delle diverse impalcature della fabbrica, i quali si trovano in prolungamento di quelli che ai loro capi sono fermati colle stanghette ai muri di telaio. Nella già citata fig. 2 si vede anche l'ordinamento di porzione di uno dei tiranti di ferro, che si incastrano nei muri. La fig. 5 rappresenta la traversa di legno per l'appoggio di un travicello in corrispondenza all'incontro con una canna da camino; la fig. 6 dà i particolari dei tagli per l'appoggio reciproco e per le unioni della traversa coi travicelli, e la fig. 7 dà il particolare della fasciatura che si fa per queste unioni; infine la fig. 8 rappresenta un particolare, simile a quello della fig. 5, il quale può servire pei panconi di legno pei quali, è bene di sostituire alla traversa di legname, un'altra traversa che è formata da un mozzicone di ferro, munito di una staffa; il quale mozzicone, colla sua staffa, vedesi rappresentato anche nella fig. 9.

Nella tav. XLIV, sono rappresentati diversi sistemi di appoggio dei travicelli e dei panconi di legno alle travi maestre tanto di legno che di ferro, intesi a rendere minima l'altezza complessiva della struttura, comprendendo i travicelli nell'al-

tezza delle travi maestre, senza indebolire però queste travature con incassature.

La fig. 1 rappresenta uno dei detti appoggi, il quale può essere opportuno quando il trave maestro sia di legno, ed abbia tale un'altezza, che permetta di stabilire lungo i suoi fianchi due costole o guscioni di legname, a sezione triangolare, che abbiano una robustezza sufficiente per portare gli estremi dei travicelli, poggiati orizzontalmente sulle faccie superiori dei guscioni stessi; come si vede dalla figura, le costole si fissano al trave con chiodi, e si stringono ad esso con fasciature di reggia di ferro, praticate a qualche distanza tra loro. La fig. 2 rappresenta un appoggio simile al precedente, che può essere adottato, allorchè i travicelli sono sostituiti da panconi di legno piuttosto alti, e non riesce possibile disporre sotto di essi e contro il trave maestro, delle costolature di legno, che abbiano una sufficiente altezza; le costolature, in questo caso, possono essere surrogate da ferri d'angolo, assicurati con viti ai fianchi del trave, sui quali ferri si poggiano i panconi, chiodando anche questi ultimi al trave maestro. La fig. 3 rappresenta un sistema di appoggio, che può essere conveniente quando i travicelli sieno di legname, e le travi maestre siano costituite da due travi di ferro a doppio T accoppiate, ed alte poco più dei travicelli; come si vede dalla figura, sotto le travi di ferro è chiodata una lamiera, le cui sporgenze laterali servono a dare ai travicelli di legno un appoggio sufficientemente esteso, che ne garantisce la stabilità. La fig. 4 riguarda il caso in cui i travicelli di legno debbano essere appoggiati ad un trave maestro fatto di un unico trave di ferro, la cui altezza, ordinariamente, essendo alquanto maggiore di quella dei travicelli, permette di applicare sotto i travicelli stessi, e contro il trave maestro, due correnti di legname, appoggiati sui bordi della falda inferiore di quest'ultimo, assicurati al medesimo con bulloni di ferro, e formanti un appoggio bastantemente stabile pei travicelli. Nella fig. 5 è conside-

rato un caso, simile al precedente, nel quale però i travicelli sono sostituiti da panconi, ed i correnti sono surrogati da tavoloni, assicurati di fianco al trave maestro di ferro, i quali servono, in pari tempo, di appoggio e di sbadacchio pei panconi.

Nella tav. XLV, la fig. 1 rappresenta un tipo d'impalcatura mista in ferro e legno del sistema Rozier; in esso, i travicelli di ferro sono piuttosto scostati tra loro, ed i panconi sono sbadacchiati con tavolette di legno, messe sui fianchi dei travicelli, le quali si assicurano ai panconi medesimi, con dei gattelli di legno; la fig. 2 dà il particolare per il profilo dei panconi ai loro estremi; la fig. 3 e la fig. 4 danno, in grandezza naturale, rispettivamente, il chiodo che si adopera per fissare le tavole ai travicelli, e quello che si adopera pei gattelli, e pei legnami squadrati in genere.

La fig. 5 fornisce un tipo di impalcatura, fatta con travicelli di ferro e voltine di cotto forate, la cui prerogativa, già menzionata al numero 27, consiste nel presentare all'intradosso una superficie piana, che ricopre anche le falde inferiori dei travicelli, e che si presta ottimamente per applicarvi direttamente l'intonaco per la formazione del plafone; per rendere poi possibile la distribuzione dei travicelli a distanze differenti, si hanno dei pezzi speciali, coi quali si chiudono queste voltine in chiave, e che hanno larghezze variabili. La fig. 6 rappresenta un altro tipo di impalcatura in ferro, usato segnatamente nell'Italia centrale, pel quale si è imaginato, che i travicelli debbano essere assicurati con squadre alle travi maestre, fatte di due ferri a doppio T accoppiati; la particolarità di questo tipo di impalcatura, consiste nella speditezza colla quale si possono ordinare in opera dei piccoli ferri a T, poggiati sopra i bordi delle falde inferiori dei travicelli, a distanze di circa m. 0,25 tra loro, e che portano dei mattoni, i quali pure si possono assai celereamente posare in piano completando la impalcatura, la quale come quella precedente, presenta al disotto una superficie piana, propria a ricevere l'in-

tonaco del plafone; la fig. 7, poi, dà la sezione verticale della struttura.

Nella tav. XLVI, la fig. 1 dà un tipo di impalcatura in ferro con voltine di quarto di mattoni pieni, le quali si possono costruire senza armatura, e vengono destinate a formare come una corteccia sottile, su cui distendere il calcestruzzo, che alla sua volta funziona come una voltina di getto estradossata piana, rendendo più robusta la struttura; nella stessa figura, è tracciata l'imposta per le voltine, in una delle murature maestre. La fig. 2 rappresenta un altro tipo di impalcatura di ferro, con voltine pure di quarto, fatte con mattoni pieni, e costruite con una armatura provvisoria di legname, che si estende a tutte le stanze di uno stesso piano delle fabbriche, e che è usata in alcune provincie per rendere molto spedita la posa dei mattoni nelle voltine; l'armatura provvisoria, che vedesi disegnata nella stessa fig. 2, consiste di un ordine di travi orizzontali di legno, equidistanti e parallele tra loro, che si sospendono ai travicelli della impalcatura mediante staffe uncinata di ferro, le quali, col mezzo di cunei di legno, mantengono aderenti queste travi alla faccia inferiore delle falde dei travicelli; sulle travi, poi, si poggiano, nel mezzo delle campate dei travicelli, delle tavole pure di legno, che servono appunto, come mostra la figura, a sostegno provvisorio dei mattoni delle voltine durante la loro posa; il disarmo si fa speditamente, levando prima i cunei di legno delle staffe, ed obbligando queste ad abbassarsi di una quantità sufficiente a rimuovere per disotto, prima le travi e poi le tavole dell'armatura; la fig. 3 dà il particolare per una delle staffe di ferro. La fig. 4 rappresenta una impalcatura di ferro, i cui travicelli si suppongono poggiati sopra una trave maestra, fatta da due travi a doppio T accoppiate, e la cui struttura è completata da robuste voltine di mattoni, piuttosto piccoli, costruite ad anelli senza armatura; la fig. 5 dà il particolare della stanghetta di ferro che si assicura al capo di alcuni tra-

vicelli delle impalcature, per concatenarle coi muri della fabbrica; infine, la fig. 6 rappresenta il particolare per l'appoggio sul muro del trave maestro della fig. 4.

Nella tav. XLVII, la fig. 1 rappresenta l'insieme di alcune impalcature in legno di una porzione di fabbrica, come si presenta allorchè i lavori arrivano alla spianata di uno dei suoi piani; in questa figura, si vede anche l'ordinamento dei tiranti dei muri, stabiliti all'altezza dei voltini, e sono accennate inoltre, le principali operazioni che si fanno, per determinare in costruzione le altezze dei piani e delle relative spianate, le mezzarie delle aperture esterne, il tracciamento dei muri, e l'ordine di loro costruzione.

Queste operazioni, indicate nel loro complesso nella fig. 2, consistono nel precisare, per ciascun piano, l'altezza del suo pavimento, corrispondente alla relativa spianata dei muri, riferendola al livello generale segnato sulle spalle e su alcune faccie dei muri del piano terreno; nel demarcare sulla spianata dei muri tutte le mezzarie delle aperture esterne, servendosi del filo a piombo, per riscontrarle esattamente con quelle dei piani inferiori; nel tracciare, con fili tesi, le mezzarie dei muri, servendosi del filo a piombo per quelli che si incontrano coi muri esterni, e ricorrendo alle misure date dai disegni per quelli interni; e nel tracciare in seguito, sopra le spianate, il primo suolo dei muri, colle loro aperture, coi loro camini, colle loro canne, riferendosi sempre alle mezzarie, e seguendo le medesime pratiche che si sono indicate al numero 36, a proposito del tracciamento dei muri nel sotterraneo, allo scopo di potere in seguito elevare parzialmente, negli angoli e negli incontri, le murature maestre, e stabilire i rigoni ed i fili, che dirigono il lavoro di costruzione dei muri.

45. L'assieme ed i particolari delle capriate. Nelle tavole XLVIII, XLIX, L e LI, sono rappresentate, nel loro assieme, alcune delle capriate di legno, miste di legno e ferro, e tutte di ferro, che più comunemente si impiegano pei tetti

per la sommità dei puntoni, non che per l'unione delle saette tra loro, si sono sostituite delle lamiere e dei ferri, che mentre soddisfano agli stessi requisiti delle prime, sono meno fragili e meno pesanti di esse. La fig. 7 dà il particolare pel piede dei puntoni, e per l'attacco al piede stesso di uno dei capi della catena di ferro; sui due fianchi del puntone, sono applicate con viti due lamiere di ferro, colla loro grossezza incassata nel legno; tra queste lamiere è assicurato, con chiodi ribaditi, un ferro ad U, contro il quale contrasta il piede del puntone, e che riceve, insieme alle lamiere laterali, il bullone di ferro al quale è fermata la staffa, pure di ferro, a cui mette capo la catena con uno dei suoi estremi; come vedesi poi dalla stessa figura 7, tra la madrevite della catena e la staffa, si inserisce un pezzo di ghisa, il quale impedisce che i due rami della staffa stessa, per effetto della tensione a cui sono soggetti, abbiano a deformarsi. La fig. 8 e la fig. 9 rappresentano rispettivamente, in proiezione ed in iscorcio, il particolare delle lamiere, fermate con due bulloni di ferro al sommo dei puntoni, per collegarli tra loro, e per ricevere la staffa di ferro del tirante verticale della capriata. La fig. 10 e la fig. 11 rappresentano, la prima in prospetto, e la seconda di fianco, il particolare per l'unione e per l'appoggio delle saette al loro piede, non che l'espedito per l'attacco delle saette al tirante verticale, e per il sostegno della catena; questo particolare è reso anche maggiormente evidente collo scorcio della fig. 12.

Nella tav. XLIX, è rappresentato un tipo di capriata in legno e ferro, della portata di m. 14, che può essere convenientemente usato per ampiezze piuttosto grandi, pel quale si sono rappresentati anche tutti i particolari, colle dimensioni delle diverse parti. Per questo tipo di capriata, si sono adottate le scatole di ghisa comunemente usate per le unioni e per gli appoggi dei suoi legnami, per mostrarne la loro applicazione, ricordando poi che queste scatole, come in genere tutti i fori e le finestre che si praticano nelle membrature, pei

bulloni, pei chiodi, e per le staffe, devono avere ampiezze un po' maggiori di quelle delle parti che vi si fanno corrispondere, per agevolare l'incastramento di queste parti tra loro. La fig. 1 rappresenta, in prospetto, l'assieme della capriata, la quale ha i due puntoni rafforzati da due sottopuntoni e da due saette, che contrastano tra loro al piede, dove sono sorrette da un tirante verticale di ferro fisso al vertice della capriata. La fig. 2 dà il particolare per il fianco della scatola di ghisa al piede di uno dei puntoni, colla staffa di ferro a cui si attacca la catena della capriata, e coll'altra staffa, pure di ferro, che serve per la fasciatura del sottopuntone e del puntone, rappresentata isolatamente anche nella fig. 3; la fig. 4 dà la pianta della stessa scatola e della staffa per la catena, col relativo bullone, sul quale sono infilati due dischi di ferro per il giuoco della staffa stessa, e col solito pezzo di ghisa che ne impedisce la deformazione. La fig. 5 rappresenta il bullone isolato. La fig. 6 rappresenta il prospetto della scatola di ghisa al vertice della capriata, coll'attacco del tirante verticale centrale, e la fig. 7 dà la sezione verticale della stessa scatola; come si vede da quest'ultima figura, il capo del tirante verticale, rappresentato anche nella fig. 8, si ferma con un bullone ad una staffa di ferro, data anche dalla fig. 9, la quale attraversa la scatola, accavallandosi alla nervatura mediana interna di essa; con ciò si evita di attaccare direttamente il tirante alla scatola, che è di ghisa. La fig. 10 dà una veduta prospettica della scatola di ghisa della fig. 6. La fig. 11 rappresenta, in prospetto, la scatola di ghisa che serve per l'unione del sottopuntone colla saetta, la sezione verticale della quale scatola, è data dalla fig. 12; avvertendo che il particolare che si riferisce all'attacco del tirante laterale di ferro, è affatto analogo a quello da ultimo indicato pel tirante centrale. La fig. 13 dà il prospetto della scatola pei piedi delle due saette, la quale è attraversata dal tirante verticale centrale, fermato sotto la scatola con due madre-

viti, e che passa, col suo prolungamento, in un occhio praticato nel tirante orizzontale della capriata, per sorreggerlo col mezzo anche di un'altra madrevite; nella stessa fig. 13 si vedono i due tenditori per il tirante orizzontale; e nella fig. 14 si vede in pianta l'occhio in esso praticato. Per ultimo nella fig. 15 è rappresentato il mezzo col quale la catena orizzontale viene sorretta dai tiranti di ferro laterali.

Nelle tavole L e LI, sono rappresentate con tutti i particolari due capriate del tipo Polonceau, della portata di m. 14, una delle quali ha i puntoni di legno, e l'altra ha i puntoni di ferro; di queste capriate in genere, si è trattato al numero 31, essendosi anche data la tabella XX, che serve per la scelta delle squadrature dei loro legnami e delle sezioni dei loro ferri.

La particolarità della capriata della fig. 1 della tav. L, consiste nella sostituzione di lamiere e di ferri speciali alle scatole di ghisa solitamente usate, per le unioni delle membrature; della opportunità della quale sostituzione, si è avuto occasione di far cenno anche nel presente numero, allorchè si è parlato della capriata della fig. 6 della tav. XLVIII.

I particolari della capriata Polonceau con puntoni di legno, che ora si considera, sono dati dalla tav. LI; in essa, la fig. 1 rappresenta il particolare del piede del puntone di legno, colla scatola di ferro entro la quale esso si incastra e si fissa, per attaccarvi la staffa di ferro della catena; e la fig. 2 rappresenta il medesimo particolare in pianta, e lo spiega chiaramente; la fig. 3 dà il prospetto per la unione dei due puntoni di legno al vertice della capriata, coll'attacco dei due tiranti inclinati, e con quello del tirante verticale; questo stesso particolare è dato anche dalla fig. 4, che lo rappresenta veduto per disotto; come si vede da queste figure, il colmo di legno viene poggiato su di una porzione di ferro a T, la cui asta è compresa tra due lamiere, con interposta una grossezza di ferro acciò che si possano chiodare tra loro, facendo contro di esse contrastare le teste dei due puntoni; queste stesse lamiere, poi,

si ripiegano sotto le faccie inferiori inclinate dei puntoni, e portano due ferri d'angolo, essi pure ripiegati a seconda delle due inclinazioni opposte dei due puntoni medesimi, ed ai quali è chiodata una lamiera verticale, a cui si attaccano i tiranti; gli estremi infine dei due puntoni, sono concatenati anche con due ferri piatti, messi sulle due faccie verticali di essi, ed assicurati con viti; il colmo poi è stabilito tra due gattelli di legno. La fig. 5 rappresenta il prospetto del contraffisso di ghisa pel puntone, colle piastre di ferro e coi bulloni che servono per fermare i tiranti al piede di esso; il particolare di questo contraffisso è completato anche dalla fig. 6, che dà la sezione del puntone col l'attacco ad esso della sommità del contraffisso, visto di fianco, non che dalla fig. 7, la quale dà la pianta di questo attacco, e dalla fig. 8, che dà la pianta delle piastre al piede del contraffisso, e quella dei bulloni pei tiranti. Infine la fig. 9 e la fig. 10 danno rispettivamente il prospetto e la pianta, per l'attacco della catena della capriata al suo tirante verticale, e pei tenditori della catena stessa.

I particolari della capriata Polonceau con puntoni di ferro, data dalla fig. 2 della tav. L, si trovano rappresentati nella tavola stessa. In questa, la fig. 3 dà la sezione del ferro a doppio T pel puntone, la fig. 4 e la fig. 5 rappresentano rispettivamente di fianco e di dietro, il particolare per l'appoggio del piede del puntone di ferro, e per l'attacco al medesimo della staffa del tirante; questo appoggio è fatto mediante due squadre di lamiera di ferro, in parte ripiegate orizzontalmente, che si chiodano sulle due faccie dell'asta del puntone, una delle quali squadre vedesi anche rappresentata da sola nella fig. 6. La fig. 7 dà il particolare per l'unione dei puntoni al vertice della capriata, per l'appoggio del colmo, e per l'attacco dei tiranti.

L'unione dei puntoni, è fatta con due lamiere di ferro chiodate sulle due faccie delle loro aste, ed in parte ripiegate orizzontalmente, per dare appoggio al trave di colmo, il quale si incastra anche tra due squadre chiodate alle falde superiori

dei due puntoni; il particolare poi delle due lamiere di ferro dei puntoni, è dato anche dalla fig. 8. Per ultimo la fig. 9 mostra e spiega da sè chiaramente l'appoggio delle terzere di legno sul puntone di ferro.

46. I particolari delle armature di legno pei tetti.

A complemento delle generalità che si son trattate ai numeri 32 e 33, riguardanti l'armatura grossa e quella minuta dei tetti, si danno i particolari delle tavole LII e LIII.

Nella tav. LII, la fig. 1 rappresenta la pianta dell'armatura grossa di un tetto, nella parte che corrisponde all'incontro di due corpi doppi di una fabbrica; vi sono tracciate le murature di gronda e quelle interne, colla distribuzione delle canne da camino, e vi si vedono ordinate in pianta le traviature pei puntoni semplici, per il cantonale di displuvio, e per quello di compluvio col relativo canale, per le terzere e per le banchine, non che i travicelli ed i correntini che formano l'armatura minuta del tetto; avvertendo che i travicelli *a*, *b*, *c*, corrispondenti all'angolo sagliente della gronda, essendo chiodati soltanto sopra la banchina, devono essere rafforzati per disotto con delle piccole saette, che si poggiano sul muro e che rimangono comprese nella struttura rustica della cornice di gronda. La fig. 2 dà il particolare per la distribuzione delle tegole curve comuni in tre strati, in prossimità al canale di gronda; la fig. 3 e la fig. 4 danno due particolari, analoghi a quello della fig. 2, e che rispettivamente si riferiscono alla posa delle tegole, per la formazione della cresta del tetto e del displuvio.

Nella tav. LIII, la fig. 1 rappresenta l'ossatura di un abbaino, per un tetto coperto con tegole curve comuni, il quale può servire sia per dar luce al sottotetto, come per salire sul tetto stesso; questa ossatura è formata da due travetti *a*, *a*, orizzontali, chiodati ad un estremo ai travicelli *b* del tetto, e sorretti all'altro estremo da una coppia di ritti *c*, che si stabiliscono verticali calettandoli al piede cogli stessi

travicelli *b*; un travicello poi simile a quelli *a*, è disposto orizzontale, per formare il colmo del piccolo tetto dell'abbaino; esso è poggiato ad un capo su una traversa calettata in grossezza ai travicelli *b*, ed all'altro capo su una piccola parete di tavole di legno portata da un architrave *d*, chiodato ai ritti *c*; l'ossatura infine viene completata superiormente con tavole di legno, lateralmente con due pareti sottili di mattoni, ed anteriormente con uno sportello che, ordinariamente, si apre verso l'esterno. La fig. 2 rappresenta il prospetto della parte superiore dell'abbaino, e la fig. 3 mostra il particolare dell'appoggio delle terzere del tetto sul puntone. Nella fig. 4 è rappresentato, in prospetto, un puntone semplice poggiato su di una muratura di gronda e su un muro longitudinale interno; esso è al piede armato con un tirante orizzontale di ferro, che contrasta la spinta del puntone, i particolari del quale tirante, riguardanti il suo tenditore e la staffa di applicazione al puntone, sono rispettivamente dati dalla fig. 5 e dalla fig. 6. Infine, nella fig. 7 è rappresentato l'appoggio del puntone sul muro al suo estremo superiore.

47. Le strutture rustiche dei cornicioni di gronda ed i loro particolari. L'ossatura rustica di un cornicione di gronda, molto comune nell'alta Italia per le case civili in genere, è rappresentata, coi lavori che vi si riferiscono, nella tav. LIV. In questa tavola, la fig. 1 dà la sezione verticale e lo scorcio di una parte del cornicione a lavoro compiuto; come vedesi dalla figura, esso è formato da lastre di Beura, assai usate a tale uopo in Lombardia, incastrate nel muro, le quali portano il frontalino esterno di pietra, su cui è poggiato il canale di metallo che riceve le acque del tetto scaricantisi nei condotti verticali parimente di metallo; questi, sono di preferenza applicati esternamente al muro di facciata, perchè se ne possano sempre scorgere e riparare prontamente i guasti; inferiormente poi al sottogronda, il cornicione è completato da una cornice di muratura intonacata.

La fig. 2 rappresenta i lavori successivi che si compiono per la formazione della cornice, dei quali si ricordano i particolari principali. Arrivati colla costruzione del muro di facciata all'altezza del cornicione, si impiantano, agli estremi di esso, due sagome di legno che danno il profilo del cornicione, e che si assicurano, come quella *A* della figura, alla muratura rustica della facciata; queste sagome devono essere in esatto riscontro tra loro, ed alla precisa altezza del cornicione, in guisa che si possa tra esse tendere dei fili, che servono di guida nella posa del materiale per la formazione della muratura rustica della cornice, fino al piano di posa delle lastre di pietra del sottogronda; compiuta tale muratura rustica, si elevano sul mezzo delle parti piene del muro di facciata, dei pilastrini simili a quello *B* della fig. 2, sui quali, mentre si forma l'ossatura del tetto, si poggia la banchina *C* di legno; in seguito, si allestisce l'armatura minuta del tetto, e si ordina sopra di essa, il materiale di coperta, dopo di che si procede alla posa delle lastre di sottogronda, potendo essere il loro incastramento reso stabile dal peso del tetto. La posa in opera delle lastre di sottogronda, si effettua cominciando da uno degli estremi della facciata, procedendo verso l'altro estremo; ciascuna lastra si poggia orizzontalmente sul muro, sostenendola provvisoriamente ad un capo con un puntello *D* di legno, stabilito su una delle impalcature del ponte di servizio, e fermandola all'altro capo con una pila di mattoni a secco *E*, con pezzi di legno, e con zeppe che contrastano colla banchina *C*, fin tanto che siasi, sopra la lastra stessa, costruita la parte di muro nella quale essa deve essere incastrata; i pilastrini *B* vengono quindi in parte tagliati al loro piede, per incastrarvi le lastre di pietra che capitano in loro riscontro, e, se occorre, si possono anche levare completamente, uno dopo l'altro, di mano in mano che si estende, superiormente al sottogronda, il muro che porta la banchina del tetto. A misura che avanza l'incastramento delle lastre del sottogronda, si poggiano sopra di esse, successiva-

mente, l'uno dopo l'altro, i pezzi di pietra del frontalino, fermandoli temporaneamente in posto con un dente di legno, che si aggrappa al tondino superiore del frontalino stesso, e che si chioda ad uno dei travicelli del tetto, mantenendolo in posto finchè i pezzi di pietra si siano assicurati tra loro colle chiavelle, e si siano con tiranti di ferro vincolati alla banchina del tetto; il particolare di quest'ultimo tirante è dato dalla fig. 3, e quello del dente provvisorio di legno è rappresentato nella fig. 4. Ultimata la posa del frontalino, si eseguisce la prova del canale di lamiera, presentandone in opera i diversi pezzi, soprammontati tra loro, e segnandone col gesso le lunghezze e le sovrapposizioni; dopo la quale prova, il canale viene rimosso per effettuarne, sul ponte di fabbrica, le unioni, chiodandone i pezzi tra loro. Come si vede dalla fig. 5, che ne dà un particolare, il canale è formato da una lamina di ferro, la quale si ripiega come una gola, e si distende in parte anche sopra la falda lungo il suo profilo di gronda, per impedire all'acqua che cola dalle tegole d'infiltrarsi dietro il canale; esso ha il bordo superiore esterno armato con reggia di ferro, perchè possa mantenersi bene allineato; tra questa reggia ed il bordo del canale, si inserisce una lamina ripiegata superiormente verso l'interno, e leggermente più larga della reggia, affinchè, risultando sporgente sotto di essa, formi un gocciolatoio; la reggia, poi, la lamina, ed il bordo del canale, sono tra loro fermati con viti; infine, per impedire che il canale si deformi, si distribuiscono in esso, a determinati intervalli, degli occhi di ferro, che si saldano nell'interno al sommo della lamina del canale stesso ed in riscontro tra loro due a due; tra ciascuna di queste coppie di occhi, si tende un filo di ferro; con dei tiranti poi uncinati verso l'alto, che si passano negli occhi del bordo superiore del canale, e che si fermano ai travicelli, si assicura la sua stabilità.

Un particolare molto importante, segnatamente per la buona conservazione del canale, riguarda il modo con cui vengono

eseguite le unioni tra loro dei diversi pezzi di cui esso è formato; queste unioni si fanno, soprammontando nel luogo del giunto i due estremi dei pezzi, per una lunghezza non minore di m. 0,12, intercalando tra questi una lamina di rame, le cui superfici vengono preventivamente spalmate con un grosso strato di stucco preparato con biacca ed olio cotto, fermando poscia l'unione con qualche chiodo, e rendendola per ultimo stabile, battendo fortemente tra loro le lamine, in guisa che lo stucco si costipi e chiuda tutti gli interstizî tra esse, e chiodandole poi con chiodi di rame; nella fig. 6 si vedono rappresentati gli estremi di due pezzi di canale che devono essere riuniti tra loro, la lamina di rame che si interpone tra essi, e la spatola di legno che serve per spalmare quest'ultima di stucco; una unione di questo genere riesce impermeabile all'acqua; separando poi colla lamina di rame spalmata di biacca, le lamiere del canale, si impedisce che queste facilmente si ossidino per effetto della umidità che, altrimenti, verrebbe a trovarsi interclusa tra loro. Un altro particolare del canale è dato dalla fig. 7, la quale rappresenta l'attacco ed il raccordo del canale stesso col tubo verticale per lo scarico dell'acqua, fatto mediante un gomito; come si vede dalla figura, nel luogo in cui l'attacco deve essere eseguito, si applica al canale un tubo di rame, leggermente conico, il quale ha un bordo con cui viene chiodato al canale stesso, ed una rete per impedire che nel tubo di scarico abbiano a passare quelle materie che facilmente potrebbero ostruirlo; questo tubo di rame si spalma esso pure con stucco, ed è destinato a penetrare per una certa porzione nel gomito di metallo *G*, che si fissa con chiodi di rame al canale, e che serve di raccordo tra quest'ultimo ed il tubo verticale di scarico.

I canali dei cornicioni devono essere robusti, fatti con lamine che non sieno troppo sottili, e che non si possano facilmente ossidare; per essi, si dovrebbe impiegare in ogni loro parte il rame; ordinariamente però, per limitarne il costo, si

fanno di lamiera di ferro, la quale, di preferenza, deve essere zincata, ed avere uno spessore compreso tra dieci e quindici decimi di millimetro.

Tutti i tiranti di ferro, poi, che servono pei cornicioni, dovendo rimanere esposti all'azione dell'aria e dell'umido, devono essere stagnati, come le chiavelle delle pietre, per preservali dalla ossidazione.

Il cornicione viene infine completato, applicando al rustico della sua cornice un intonaco di cemento, sopra il quale si distende uno strato sottile di malta finissima o di stucco.

Un cornicione di gronda più complesso, completato anche da un attico, è rappresentato per una sua porzione nella tavola LV; in essa, la fig. 1, rappresenta la sezione verticale e lo scorcio della struttura, formata da una cornice di pietra *A*, incassata nel muro, sopra la quale sono incastrate le mensole che portano il sottogronda *C*, costituito da grossi lastroni di pietra, inferiormente riquadrati, che portano il canale di finimento, e sono ricoperti da lastre di pietra inclinate *F*, poggiate nel muro al piede dell'attico, rivestito e coperto parimente in pietra; dietro l'attico, si ha un ampio canale di lamiera, nel quale si raccolgono le acque del tetto, ed il muro dell'attico è riparato dall'umido del canale con una lamina di piombo, che ne riveste una porzione appena sopra il canale stesso; la fig. 2 dà la pianta della cornice, vista dal sotto in su, colla sezione orizzontale delle mensole, col taglio e coll'incastramento delle pietre, e colla distribuzione delle chiavi di ferro, che servono a concatenare le pietre tra loro, ed a collegarle col muro; come si vede dalla figura, le mensole si incastrano per quasi tutta la grossezza del muro, le due mensole d'angolo poi sono in un unico pezzo, che si fa rientrare nel muro nel verso della diagonale dell'angolo stesso, e che si ferma anche alle due mensole laterali con una robusta chiavella ripiegata a squadra, che vedesi rappresentata isolatamente nella fig. 4.

Quando si reputi che il peso delle strutture sovrastanti

alle mensole nella parte che corrisponde al loro incastramento, non sia sufficiente a garantirne la stabilità, si possono assicurare le mensole stesse, con staffoni di ferro, il cui particolare è dato dalla fig. 3, i quali si preparano incastrati nella muratura, per infilarvi sotto le mensole, al momento della loro posa in opera. Talvolta invece, al medesimo scopo, si preferisce di ordinare, sul muro appena sopra le mensole, un corrente di ferro che può essere formato da un travicello a doppio T, il quale viene poi fermato con tiranti verticali alla muratura.

48. I particolari delle coperture a terrazzo. Nella parte centrale, come nel mezzodi d'Italia, sono comunissime e di uso generale, nei fabbricati, le coperte a terrazzo, le quali non essendo, come quelle inclinate, facilmente guastate dal vento, tornano, segnatamente per questo motivo, assai opportune in quelle regioni.

Questi terrazzi sono circondati da un parapetto di muro, che si eleva come un attico, sopra le murature esterne delle fabbriche, e vi si ascende per mezzo di scale, le cui gabbie si innalzano fino sopra i terrazzi stessi; quelle porzioni poi dei muri interni, nelle quali sono praticate le canne da camino, si elevano esse pure di una certa quantità sopra il terrazzo, essendovi praticate delle aperture per lo sfogo del fumo, coperte con lastre di pietra. Le coperture a terrazzo, devono costruirsi rialzate sopra l'impalcatura che ricopre l'ultimo piano, lasciando tra il soffitto di questo e la copertura, un certo spazio, che chiamasi il *vespaio*, nel quale l'aria deve poter circolare, per meglio riparare le abitazioni dell'ultimo piano, dall'azione diretta della temperatura del terrazzo; il pavimento dei terrazzi deve avere una pendenza non minore dell'uno per cento, e deve essere acclive verso delle bocchette, alle quali fanno seguito i condotti di scarico dell'acqua, che si incastrano nelle murature; i cornicioni di gronda, poi, esternamente agli attici, si ricoprono con lastre di pietra inclinate, le quali di solito, al pari di quelle dei balconi, lasciano colare l'acqua liberamente.

Nella tav. LVI, è rappresentata una di queste coperture a terrazzo coi suoi particolari; la fig. 1 ne dà la pianta colle quote che stabiliscono la pendenza del pavimento, e colle bocchette per lo scarico dell'acqua; la fig. 2 rappresenta una sezione verticale del terrazzo e della sua scala, col vespaio, e con uno dei condotti di scarico; la fig. 3 rappresenta, in sezione verticale, il particolare del cornicione di gronda, dell'attico e della struttura del terrazzo; il cornicione è formato da mensole di pietra incastrate nel muro, ed armate con tiranti di ferro, le quali portano una cornice pure di pietra, ricoperta con lastre inclinate di lavagna. L'attico è di muratura, rivestito con intonaco, e ricoperto con lastre parimente di lavagna; il vespaio è formato da muricciuoli paralleli, grossi circa m. 0,12, alti m. 0,20 circa, costruiti a distanza di circa m. 0,30 l'uno dall'altro, sopra i quali si stabiliscono dei mattoni in riscontro, oppostamente inclinati, ricoprenti il vespaio, e portanti il calcestruzzo, che deve essere disteso sul terrazzo colle inclinazioni stabilite per lo scolo dell'acqua; il pavimento poi del terrazzo, si fa con uno strato di asfalto, grosso mm. 25, risvoltato verticalmente sui muri per un'altezza di m. 0,30, sul quale, ordinariamente, si dispone anche un suolo che può essere di tavelle, preparate appositamente con terre che resistono all'acqua ed al gelo, oppure di piastrelle di maiolica; la fig. 4 dà, in sezione verticale, il particolare della porzione di un muro, attraversato da una canna da camino, la quale si eleva sopra il terrazzo; la fig. 5 e la fig. 6 danno i particolari delle bocchette per i condotti di scarico, colla rete di ferro che protegge l'apertura, la quale rete è sferica, e saldata ad un tubo di piombo che penetra nel condotto di cotto incassato nel muro, e si attacca ad una lamina, pure di piombo, poggiata sul calcestruzzo, e ricoperta dall'asfalto; infine, la fig. 7 dà il particolare delle unioni e dei coprighiunti per le lastre di lavagna della gronda; come si vede dalla figura, l'unione delle lastre, si fa con tagli a metà, difesi con coprighiunti di pietra, posati

su di un mastice preparato con bitume asfaltico fuso e polvere di lavagna.

49. I particolari delle coperture inclinate e dei fumaiuoli. Al numero 33 si sono descritti i principali sistemi di copertura dei tetti colle relative armature minute, ed ora, si danno alcuni particolari di queste strutture, completati anche da quelli che riguardano i fumaiuoli e le coperture dei muri che talora sporgono sopra i tetti, e possono anche trovarsi in confine delle fabbriche.

Nella tav. LVII, la fig. 1 e la fig. 2 rappresentano rispettivamente in pianta ed in sezione verticale una porzione di armatura minuta di un tetto, e la posa sopra di essa delle tegole piane del tipo marsigliese, nella parte prossima al canale di gronda; e le fig. 3 e 4 rappresentano, esse pure in pianta e sezione verticale, lo stesso particolare per una copertura fatta con tegole piane del tipo parigino. La fig. 5 dà una delle tegole che servono per la formazione della cresta del tetto della fig. 1, e la fig. 6 dà la sezione verticale di queste tegole; la fig. 7 dà una tegola per la cresta del tetto della fig. 3 al suo estremo, ed in corrispondenza al suo incontro con due spigoli di displuvio. La fig. 8 rappresenta il modello di un abbaino, colla piattaforma che ne forma la base, colla quale si concatenano le tegole del tetto; infine la fig. 9 rappresenta un fumaiuolo di terra cotta, il quale ha una base che si unisce alle tegole del tetto similmente a quella della fig. 8.

Nella tav. LVIII sono rappresentati i particolari per le coperture di ardesie; in essa, la fig. 1 dà la sovrapposizione delle ardesie, la quale, come si è detto, si fa per $\frac{2}{3}$ della loro lunghezza; la fig. 2 rappresenta una porzione dell'armatura minuta di un tetto, formata da travicelli e tavole, colle ardesie ogivali per la copertura, e col bastone di ferro che impedisce lo scorrimento della neve sulla falda, e che si infila entro sostegni di ferro, fissati ai travicelli del tetto; il particolare poi per uno di questi sostegni è dato anche dalla fig. 3, che rap-

presenta la sezione verticale della copertura. La fig. 4 dà una pianta, simile a quella della fig. 2, nella quale però le ardesie anzichè ogivali, sono rettangolari; vi si vedono anche le lamine di zinco, che si ordinano all'ingiro delle strutture murali dei fumaiuoli, mettendole sopra le ardesie, per impedire che l'acqua possa infiltrarsi sotto il tetto lungo le unioni. Questo particolare è messo anche in maggiore evidenza dalla fig. 5. La fig. 6 rappresenta poi il canale di lamiera che si dispone lungo il compluvio, soprammontando ad esso le ardesie, affinchè l'acqua che affluisce al compluvio stesso, possa raccogliersi in questo canale; la fig. 7 rappresenta la cresta del tetto, decorata da una griglia metallica; quest'ultima, è fissata al colmo per mezzo di aste di ferro, e riceve poi la lamiera sagomata della cresta, la quale è in due pezzi, che ricoprono col loro piede le ardesie delle due falde, e si uniscono tra loro saldandoli alla griglia.

La tav. LIX dà i particolari delle coperture metalliche fatte con lamine di zinco; la fig. 1 vi rappresenta la posa delle lamine sulla armatura del tetto, completata superiormente, come si è indicato al numero 33, con tavole e correntini di legno chiodati sopra le tavole stesse; le lamine hanno i loro bordi risvoltati sul fianco dei correntini, e sono fissate alle tavole con chiodi di rame, uno dei quali, è rappresentato dalla fig. 2; la chiodatura si fa soltanto lungo il bordo superiore delle lamine, praticando in queste ultime delle finestrelle, come quella della fig. 3, per non impedire la dilatazione del metallo; le lamine poi sono parzialmente sovrapposte tra loro, ed i correntini sono ricoperti, unitamente ai bordi delle lamine con coprigiunti a canale, soprammontati tra loro; la fig. 4 dà la sezione verticale della copertura, e la fig. 5 dà il particolare per il compluvio, colla lamina ripiegata a canale, la quale si dispone sotto la copertura metallica per ricevere l'acqua che affluisce al compluvio dalle falde.

Nella tav. LX sono rappresentate alcune coperture pei muri che sono all'altezza dei tetti, ed i fumaiuoli. La fig. 1

rappresenta la copertura di un muro isolato che si eleva sopra un tetto, fatta con lastre di Beura posate in piano ed aggettanti dal muro stesso. Queste lastre hanno sui lati due gocciolatoi, che impediscono all'acqua di arrivare fino alle faccie esterne della muratura; le medesime, poi, sono collegate tra loro, e fermate alla struttura murale per mezzo di chiavelle di ferro, che si stabiliscono tra le lastre nelle loro unioni, una delle quali chiavelle è rappresentata nella fig. 2. Nella stessa fig. 1 è dimostrata la pratica colla quale deve farsi l'attacco del materiale di coperta di una falda col muro elevantesi sopra il tetto, acciò che l'acqua non possa penetrare attraverso la linea di unione delle due strutture; come vedesi dalla figura, il muro, appena sopra la falda, ha un risalto fatto con mattoni sporgenti da essa, sul quale risalto si adatta una lamina di zinco ripiegata, che si incastra nel muro, e forma un gocciolatoio destinato a ricoprire e riparare la linea di unione della falda col tetto.

La fig. 3 mostra il mezzo col quale si copre un muro di confine, estendendo sopra di esso il materiale di copertura della falda che vi si riferisce, formando lungo la cresta del muro un dado di muratura, sporgente pochi centimetri, e ricoprendolo con una lamina di metallo, munita di chiavelle, colle quali si ferma alla muratura, e che forma gocciolatoio. La fig. 4 rappresenta un fumaiuolo in muratura di uso assai comune nelle fabbriche, segnatamente pei tetti coperti con tegole curve comuni; esso è formato da quattro muricciuoli, grossi circa m. 0,12, che si elevano sopra il tetto, e precingono la canna del camino, i quali hanno, ad una certa altezza, un dado di mattoni, e portano quattro pilastri su cui è posata una lastra di Beura, che deve essere sufficientemente estesa, non solo per coprire la canna, ma anche per ripararla dalla pioggia che potrebbe entrarvi attraverso le sue aperture superiori; al medesimo intento servono anche alcuni mattoni inclinati, che si stabiliscono tra i pilastri del fumaiuolo. Al suo piede la muratura del fumaiuolo,

appena sopra la falda, presenta un risalto inclinato, formato da mattoni o da pianelle che aggettano da essa, che si cementano al muro con malta, e servono ad impedire le infiltrazioni dell'acqua scorrente sulle faccie esterne del fumaiuolo. Nelle fig. 5 e 6 trovasi rispettivamente rappresentato, in iscorcio ed in sezione verticale, un apparecchio assai semplice, che può tornare molto opportuno nelle località dominate dai venti, per impedire che questi disturbino il regolare funzionamento del camino; questo apparecchio consiste in quattro lamine di metallo imperniate sotto il coperchio di pietra del fumaiuolo, ed unite tra loro due a due con un tirantino di ferro, in guisa che, se non sono sollecitate dal vento, per l'uniformità del loro peso, si dispongono egualmente inclinate, lasciando aperte quattro bocche, attraverso le quali può sfuggire il fumo; queste lamine poi, una volta che sieno soggette all'azione del vento, chiudono parzialmente od anche totalmente, quella bocca per la quale il vento tenderebbe a penetrare nel camino, ed aprono maggiormente la bocca opposta, lasciando per tal modo libero il fumo di svolgersi regolarmente.

La fig. 7 rappresenta un fumaiuolo di lamiera, che può servire per le canne delle stufe praticate nei muri, ai quali è fermato al piede col mezzo di zanche di ferro; l'unione poi del fumaiuolo colla copertura, si protegge con una lamina conica. La fig. 8 e la fig. 9 danno due sistemi molto semplici, coi quali si suole talora foggiate le aperture dei fumaiuoli di lamiera, per sottrarli all'azione contraria dei venti; la fig. 10, poi, rappresenta lo sportello di ferro, montato su telaio pure di ferro, che si applica ad una bocca, praticata nel sottotetto per ciascuno dei condotti del fumo, e che serve per la pulitura di questi.

50. **I lucernari.** Di frequente torna necessario stabilire, sopra certi locali speciali, come sono ad esempio quelli per le scale, delle coperture a vetro dette a lucernario, le quali servono per illuminarli, e talora costruisconsi rialzate, all'in-

tento di aprirvi nelle pareti verticali degli sportelli, che permettano di arieggiare l'ambiente che esse coprono. Questi lucernari, se rialzati, sono costituiti da una armatura di ferro formante il tamburo verticale del lucernario; essa viene impiantata sopra le murature e porta l'ossatura di ferro del tetto, la quale si ricopre con lastre di vetro, che per solito sono rigate, ed hanno spessori compresi tra mm. 2,5 e 5, larghezze di m. 0,40, 0,50 e 0,60, e lunghezze di m. 2; la pendenza delle falde di queste coperture, può essere anche assai piccola, per la facilità con cui l'acqua scorre su di esse; essa, talora, si fa solo di $\frac{1}{20}$, espressa col rapporto tra la saetta e la corda; si nota però, che queste coperture, è bene sieno difese con una rete di filo di ferro galvanizzato, segnatamente se le lastre di vetro che vi si impiegano sono piuttosto sottili, all'uopo di ripararle dalla grandine.

L'armatura di ferro del tamburo, solitamente, è formata da quattro piantane messe ai vertici della pianta del lucernario, tra le quali si distribuiscono dei ferri a T verticali, che si incastrano al piede, come le piantane, in un telaio di pietra stabilito sulla muratura, e che si collegano tra loro con due altri ferri a T orizzontali, che completano il telaio del tamburo, restando questo diviso così, come in tanti scomparti, ai quali si possono applicare degli sportelli; questi sportelli hanno il telaio formato con dei ferri a Z, e si possono aprire a ribalta verso l'alto od altrimenti; la cresta e gli spigoli di displuvio, che costituiscono l'ossatura del tetto pel lucernario, si fanno con ferri a T saldamente riuniti tra loro, e fissati all'armatura del tamburo; le lastre di vetro vengono poggiate sopra dei piccoli ferri a T, portati dall'ossatura del tetto e dall'armatura del tamburo, i quali ferri, sovente, hanno le falde solcate da canali che impediscono le infiltrazioni dell'acqua. Le lastre di vetro vengono posate in opera, interponendo tra esse ed i ferri lo stucco, col quale si ricopre anche superiormente l'unione; quando poi queste lastre non abbiano una sufficiente lunghezza, si sovrappongono tra loro agli estremi,

mantenendole però leggermente rialzate su quelle inferiori, mediante listelli di legno o grossezze di ferro, ordinate di fianco alle aste dei ferri a T, per evitare che l'acqua, per effetto della capillarità, possa infiltrarsi tra le superfici delle lastre medesime passando sotto la copertura.

Nella tav. LXI è rappresentato, coi suoi particolari, un lucernario di ferro di pianta rettangolare, col tetto rialzato, ed in quattro falde, e cogli sportelli del tamburo apribili verso l'interno. In questa tavola, la fig. 1 rappresenta la sezione verticale trasversale del lucernario, col telaio di pietra su cui esso è stabilito, colle lamine che ricoprono le unioni delle falde del tetto lungo i muri, e colla gronda del lucernario, la quale si fa più estesa del telaio di pietra alla sua base, per riparare quest'ultima dall'acqua; la fig. 2 dà una porzione della pianta del lucernario; la fig. 3 rappresenta il particolare di uno dei ferri montanti a T, che si incastrano verticalmente nel telaio di pietra che sta al piede del lucernario, ed il particolare degli altri ferri orizzontali, che completano l'armatura del tamburo, non che quello dei ferri a Z pel telaio degli sportelli; nella stessa figura, poi, si vede l'appoggio sull'armatura del tamburo, di uno dei piccoli ferri a T che portano i vetri, il quale appoggio, è messo in maggiore evidenza nella fig. 4. La fig. 5 dà la sezione orizzontale di una delle piantane verticali ai vertici della pianta del lucernario; essa è formata da un ferro a sezione quadrata, al quale sono fissati due ferri a T, eguali a quelli che formano i montanti del tamburo. La fig. 6 rappresenta il particolare per l'unione tra loro dei ferri a T, che corrispondono alla cresta ed agli spigoli di displuvio del lucernario, e per l'appoggio sopra di essi dei ferri a T, che portano i vetri.

La fig. 7 rappresenta in iscorcio l'assieme di uno sportello montato sull'armatura del tamburo, ed apribile a ribalta verso l'alto; infine la fig. 8 dà il particolare della molla a spirale per la chiusura dello sportello, e la fig. 9 dà la sezione di un

tipo di ferro a T che, sovente, si adopera per l'appoggio dei vetri e che, come si è detto, ha le falde solcate da canali, per impedire le infiltrazioni dell'acqua.

Nella tav. LXII è rappresentato un lucernario, che copre uno spazio nel mezzo di un locale. Dalla fig. 1 e dalla fig. 2, che danno rispettivamente la pianta e la sezione verticale di una porzione del lucernario, si rileva che esso è portato da un telaio di quattro travi di ferro a doppio T, poggiate sulle murature, e collegate tra loro nei loro incroci con squadre di ferro; il lucernario ha uno zoccolo di lamiera, armato al piede con un ferro ad angolo; l'armatura poi del tamburo del lucernario, è assicurata con ferri a gomito, con chiodi, e con bulloni, alle travi a doppio T intelaiate tra loro, come mostra la fig. 3 che ne dà il particolare. All'ingiro del lucernario, si ha uno spazio, che è ricoperto con voltine di muratura, sopra le quali è disteso uno strato di asfalto, che si risvolta anche sopra lo zoccolo di lamiera del lucernario stesso, avvertendo che, a tale uopo, si riveste la parete di lamiera con mattoni in coltello intonacati con malta alla quale l'asfalto aderisce facilmente. L'armatura del tamburo è completata superiormente, anzichè con un ferro a T, come nel caso precedente, con un ferro a Z, al quale si possono assai facilmente fermare i ferri a T che portano i vetri, col sussidio di piccole squadre, come si vede anche dalla fig. 4, che dà il particolare di questo ferro a Z, colla squadra a cui si chioda il ferro dei vetri.

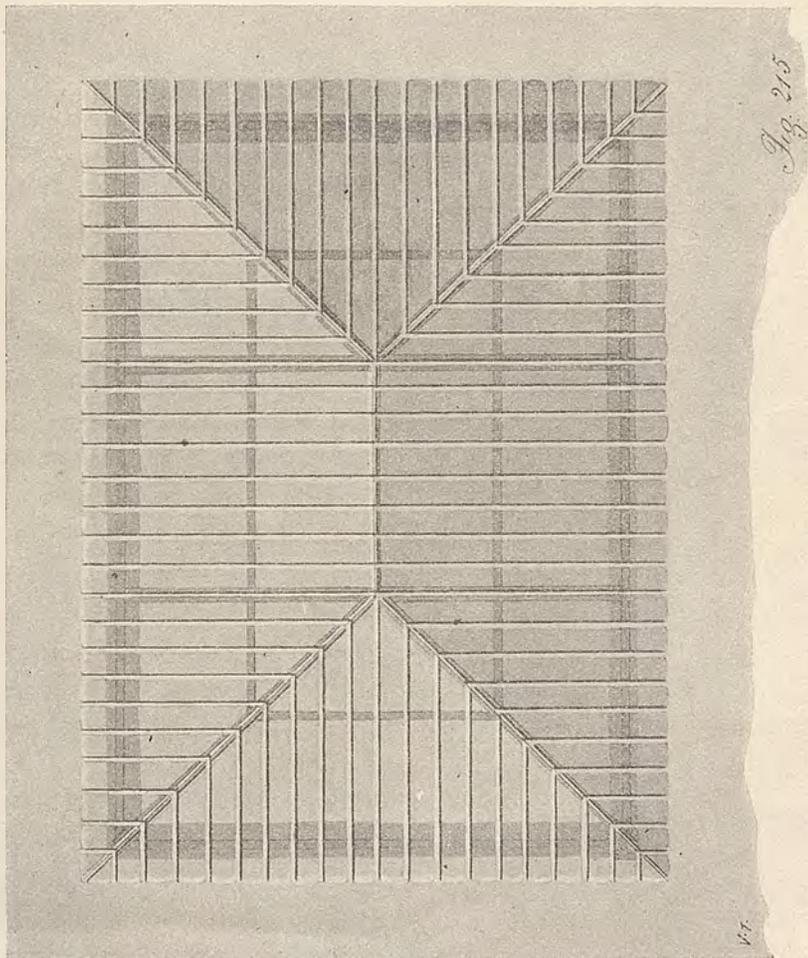
51. Le armature di ferro per le coperture a vetro dei cortili. Presentemente, molto più che per l'addietro, avviene che si debbano, in certe occasioni speciali, coprire con vetrate i cortili delle case, delle ville, degli alberghi, o degli edifici pubblici, per disporle ad uso di officine, di magazzini, o di sale, le quali dovendo provvedere a servizi estesi, occorrono alquanto ampie e spaziose.

Per queste coperture a vetro, tornano opportunissime le armature di ferro, le quali si possono fare robuste, ed in pari

tempo leggiere, e tali che non impediscano la luce, e riescano anche all'occorrenza di una certa eleganza. Le coperture di questo genere, si possono stabilire, sia sopra l'ultimo piano della fabbrica, come ad una altezza che sia intermedia tra due dei suoi piani qualsiasi, limitando così lo spazio coperto alla parte inferiore della fabbrica stessa, e mantenendo aperto il cortile superiormente; le medesime, poi, devono essere in ogni caso sì fattamente disposte, che l'acqua, la quale da esse defluisce, venga raccolta e smaltita, senza che arrechi alcun pregiudizio alle murature; devono favorire il passaggio della luce, ed assicurare allo spazio coperto una conveniente ventilazione, che sia in relazione anche colla sua destinazione; ed a tale riguardo si ricorda che quest'ultima condizione è essenzialissima, e deve ognora essere soddisfatta il meglio possibile, specialmente allorquando, verso lo spazio coperto, si abbiano le finestre di camere di abitazione.

Queste vetrate, si costruiscono assai opportunamente rialzate, impostandole su di un telaio di muro o di ferro nel quale si aprono gli sportelli, e formandone l'ossatura con armature di ferro a doppio T, od anche con travi di ferro a traliccio, sopra le quali si poggiano delle altre travi di ferro a doppio T orizzontali, ed a distanza tra loro di circa m. 2,00, che portano i ferri a T pei vetri, i quali ultimi ferri, quindi, sono dritti come le linee di massima pendenza delle falde della copertura. In base a queste norme affatto generali, si possono immaginare per queste coperture a vetro, svariatissime ossature di ferro, le quali, talvolta, per la loro ampiezza, e per il peso di cui sono caricate, diventano anche alquanto complesse, e devono essere rafforzate da mensole di ferro o di ghisa, che si incastrano nei muri, od essere in parte sostenute con colonne di ghisa. La copertura vien fatta, impiegandovi lastre di cristallo rigate, dello spessore di mm. 5, le quali vengono anche difese per mezzo di una rete di filo di ferro galvanizzato; qualche volta, poi, sotto la copertura, si forma un soffitto con

vetri smerigliati, o colorati, poggiati su di un' apposita armatura di ferro, e ciò all' uopo di mascherare l'ossatura principale della copertura, specialmente quando essa non si possa formare



regolare e simmetrica, e la destinazione dello spazio coperto esiga una migliore decorazione. Le fig. 215 e 216 rappresentano rispettivamente la pianta e la sezione verticale trasversale di un'armatura di ferro, per la copertura a vetro di un cortile, la

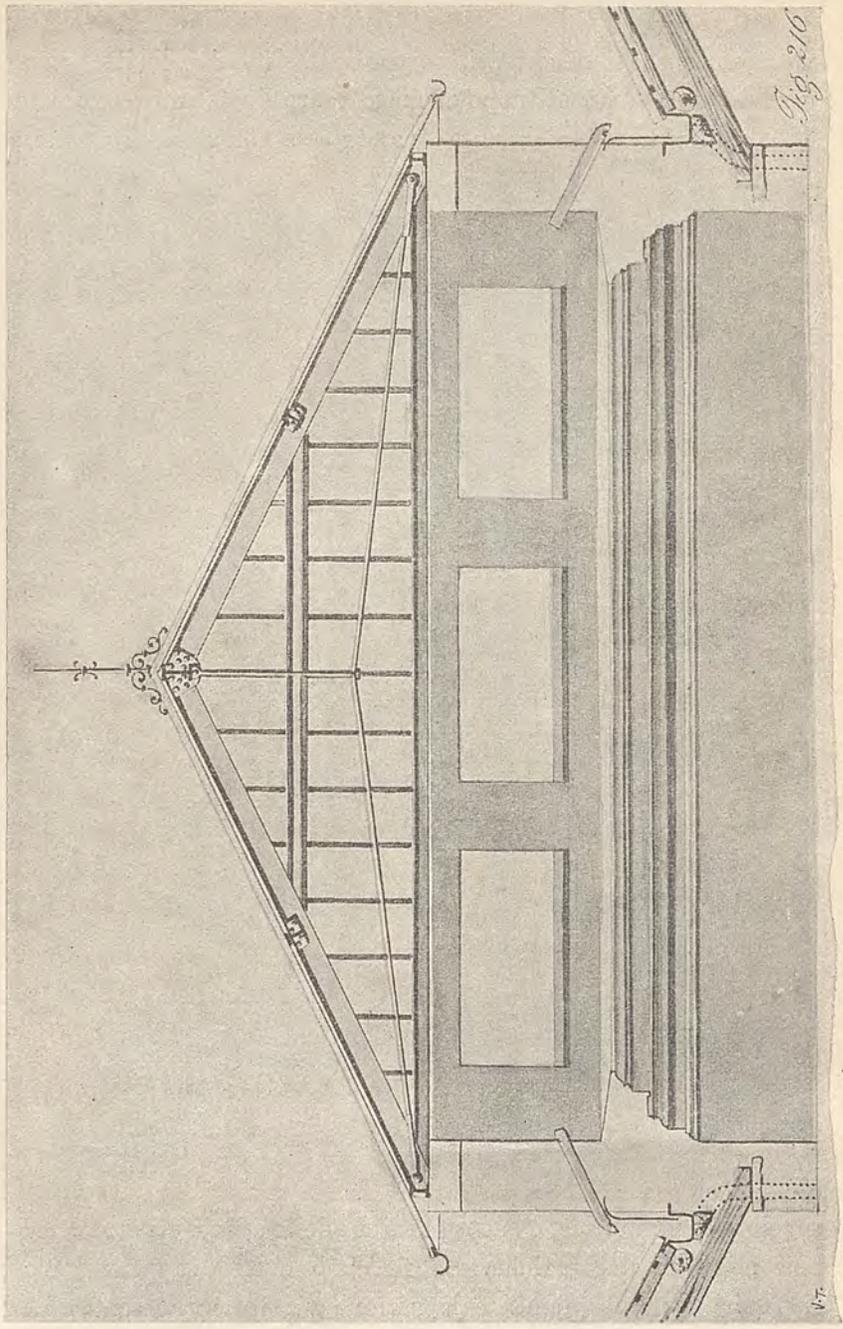
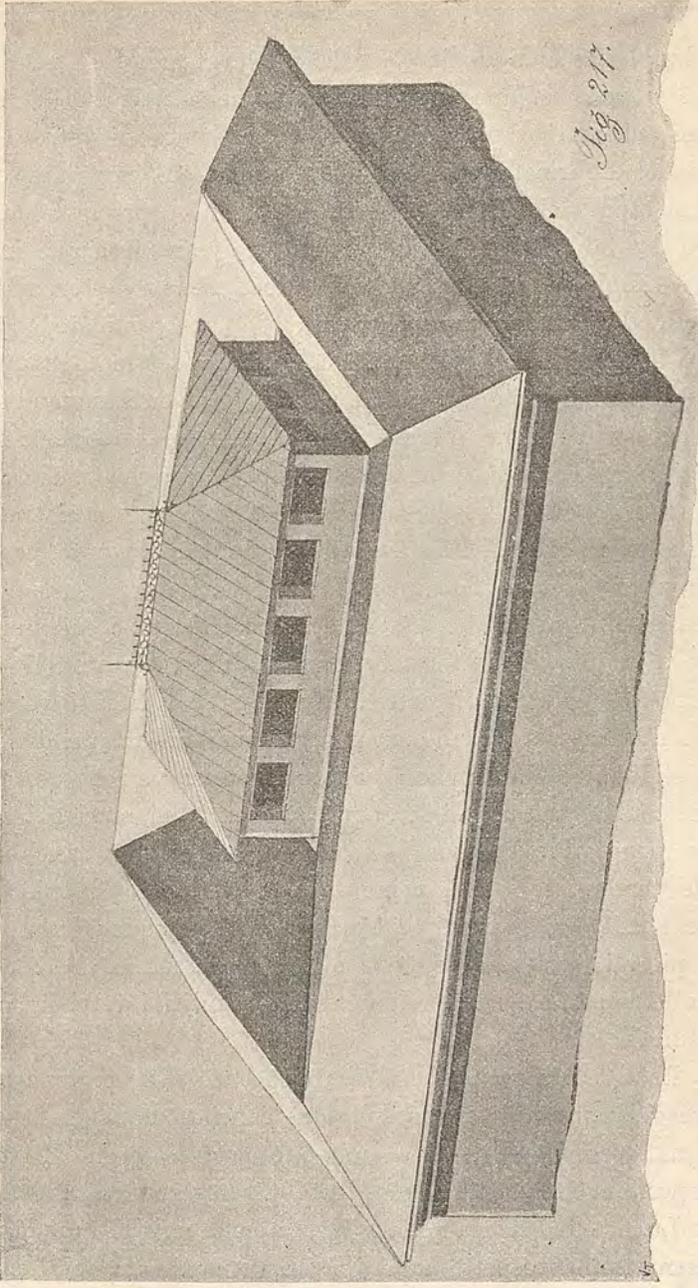


Fig. 216

Fig. 217.



cui lunghezza è di m. 12,00, e la cui larghezza è di m. 8,00; come si vede da queste figure, e da quella 217, che dà l'assieme schematico prospettivo della copertura di vetro e dei tetti del fabbricato, essa è a quattro falde, ed è poggiata sopra le murature del cortile, le quali si elevano sopra le falde del tetto del fabbricato; queste ultime scaricano le acque in un largo canale di metallo, collocato al loro piede ed esternamente ai muri del cortile; in questi muri, poi, sono praticate, appena sotto la copertura a vetro, delle aperture destinate a ventilare lo spazio sottoposto; tali aperture, sovente, non avendo chiusure, rimangono sempre aperte, sono riparate per mezzo della sporgenza della gronda della copertura a vetro, ed hanno il davanzale inclinato verso l'esterno e ricoperto in pietra, per meglio impedire che l'acqua possa in qualsiasi evento, passare attraverso di esse. L'ossatura metallica della copertura è formata da due piccole capriate a catena rialzata, i cui puntoni sono a doppio T, da un colmo, e da quattro cantonali parimente a doppio T; gli estremi inferiori dei tiranti verticali delle due capriate, sono concatenati, mediante tiranti di ferro, che elidono le spinte che i cantonali stessi verrebbero, altrimenti, ad esercitare negli angoli saglienti dei muri sui quali sono poggiati; l'ossatura è completata da una banchina e dalle terzere, le quali, come la prima, sono a doppio T, e sono fermate ai puntoni ed ai cantonali con squadre; non che dai piccoli ferri a T, poggiati e fermati al colmo, alle terzere, ed alla banchina, sui quali vengono stabiliti i vetri della copertura.

La fig. 218 rappresenta il prospetto della porzione superiore dei puntoni, per una delle due capriate, dalla parte verso la quale essi si uniscono al colmo, e mostra appunto l'unione dei puntoni stessi col colmo, fatta per mezzo di squadre.

La fig. 219 dà in pianta il particolare per l'unione, rappresentata in prospetto nella fig. 218, e per quella dei due cantonali coi due puntoni; come risulta anche dalla fig. 220, che dà l'assieme prospettivo di queste unioni, i cantonali sono fis-

sati ai puntoni delle capriate con squadre, ripiegate in guisa, che si possano chiodare alle falde ed alle aste dei ferri a doppio T, per impedire qualsiasi loro smovimento.

La fig. 221 mostra il particolare per l'attacco dei tre ti-

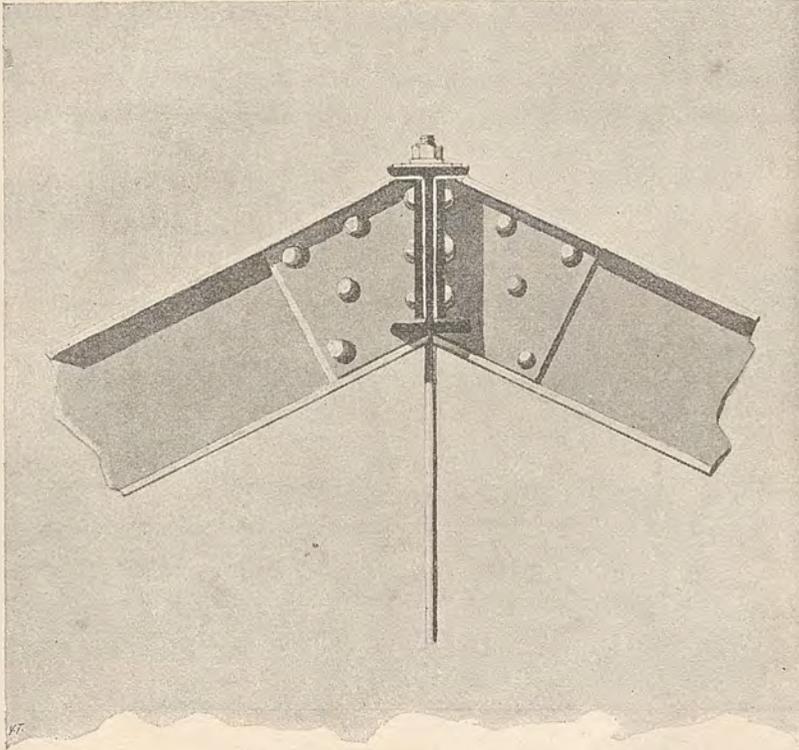


Fig. 218.

ranti che convergono al piede del tirante verticale delle capriate, il quale attacco può esser fatto assai speditamente, col mezzo della piastra di ferro che vedesi rappresentata nella stessa figura; infine la fig. 222 indica la maniera con cui si pratica l'appoggio dei piccoli ferri a T pei vetri, sul colmo e sui cantonali, all'intento anche di potere unire convenientemente tra loro le lastre di vetro lungo la cresta e gli spigoli

saglianti della copertura; come è indicato nella figura, sulla falda superiore del colmo o dei cantonali, si poggia e si ferma, insieme ai ferri a T dei vetri, un altro ferro a T simile ai

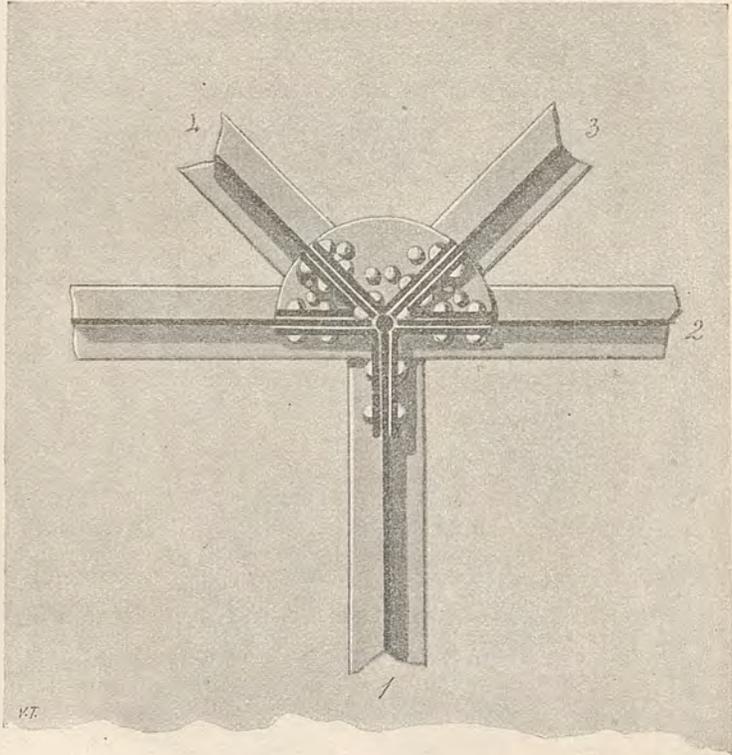


Fig. 219.

precedenti, coll'asta rivolta verso l'alto, affinchè, anche contro quest'ultima, si possano fermare i vetri impiegandovi lo stucco.

Sulla copertura di vetro dei cortili, si deve poter salire, sia per eseguire le riparazioni che per essa possono essere richieste, come per la sua pulitura, e talvolta anche per lo sgombrò della neve; a tale uopo, si distribuiscono sopra la copertura medesima nel verso della massima pendenza delle

falde, dei pinoli di ferro fissati alla sua armatura, ed alquanto rialzati sopra le lastre di vetro formanti come una scala, mediante la quale si può facilmente salire sopra le falde, fino alla

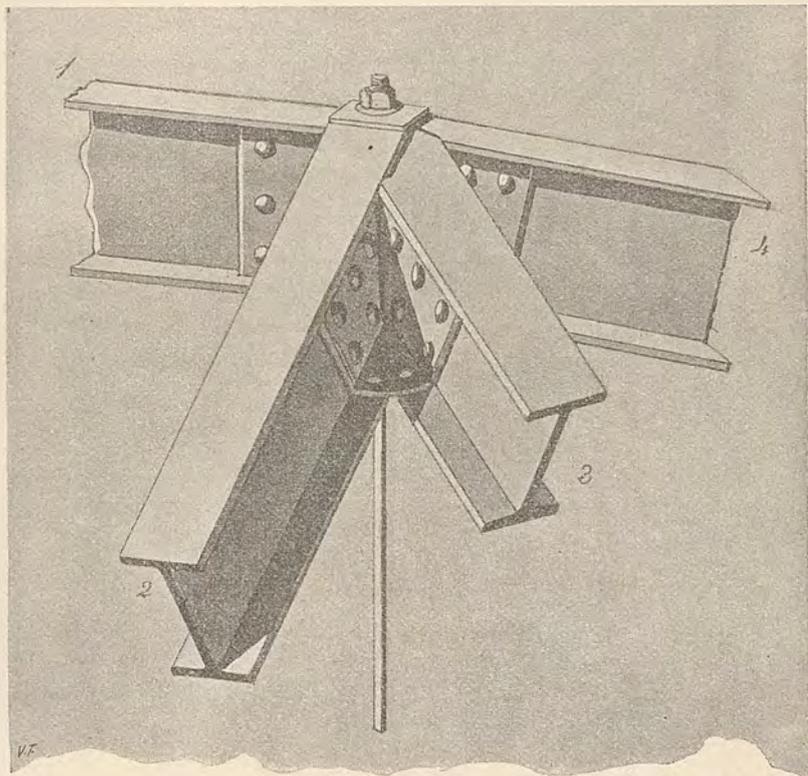


Fig. 220.

cresta del coperto; al quale uopo è bene anche di avere a poca distanza dal medesimo, qualche abbaino praticato nel tetto della fabbrica, che comunichi colle scale interne dell'edificio. Sulle coperture piuttosto estese, poi, si dispongono, anche sopra le loro creste, dei ballatoi leggerissimi di ferro, che rendono meglio accessibili le coperture stesse nelle loro diverse parti.

La fig. 223 mostra l'ordinamento dei pioli di ferro sopra la copertura, per portare i quali si è distribuita, sopra l'armatura del coperto, una coppia di travicelli in ferro a doppio T, in sostituzione a due dei soliti ferri a T pei vetri; nella stessa

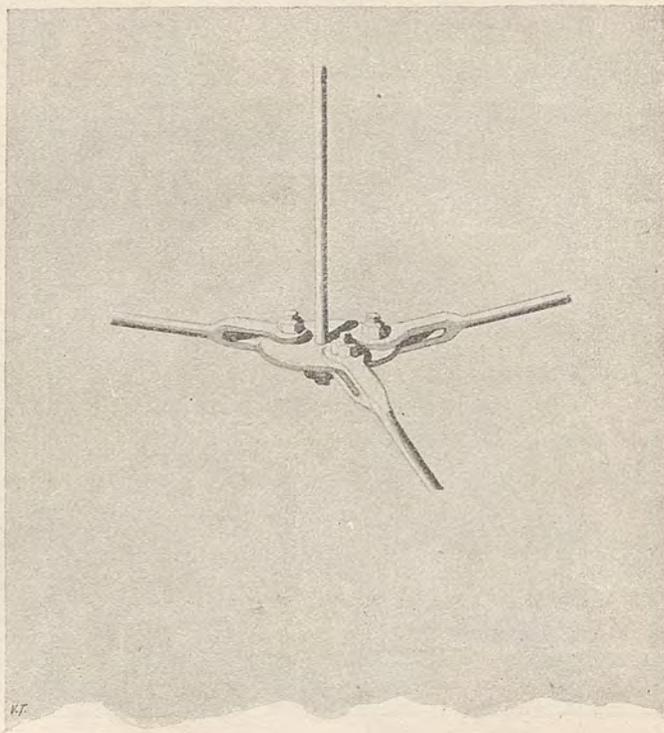
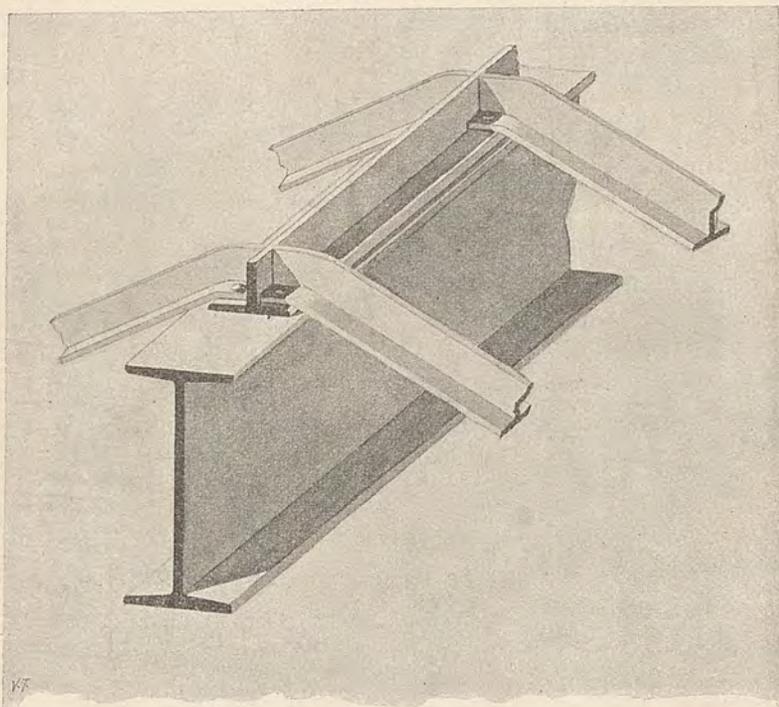


Fig. 221.

figura poi è rappresentato anche il particolare per la rete di ferro, da applicarsi sopra i pioli, a difesa dei vetri sottoposti; questa rete è fissata a piccoli telai di ferro mobili, che si fissano mediante uncini ai pioli della scala, e che agevolmente si possono levare, allorchè vi si voglia salire.

La veduta d'assieme, data dalla fig. 224, rappresenta un

altro tipo di copertura a vetro per un cortile; esso ha quattro frontispizi pei quali la luce può penetrare direttamente sotto la copertura; ha gli sportelli destinati alla ventilazione, che si aprono in detti frontispizi; ha due colmi orizzontali e quattro

*Fig. 222*

compluvî che scaricano l'acqua nei condotti verticali incassati nei muri del cortile, a poca distanza dai loro angoli; ed ha finalmente un ballatoio esterno, al quale si accede dal tetto del fabbricato, e che serve pel governo degli sportelli, e per la pulitura della copertura, sopra la quale si sale, come in quella precedente, con pioli di ferro. La forma di questa copertura, per molti motivi assai opportuna, presenta anche il vantaggio di

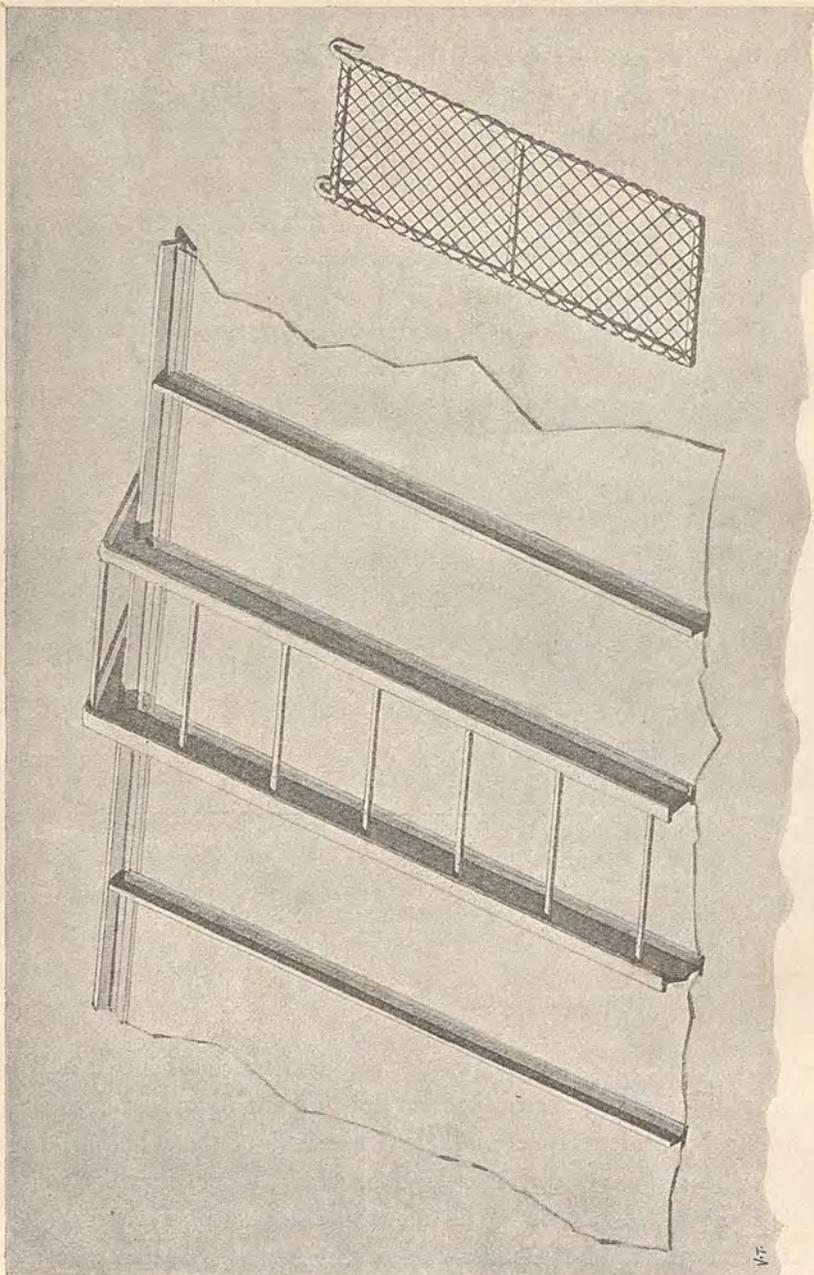
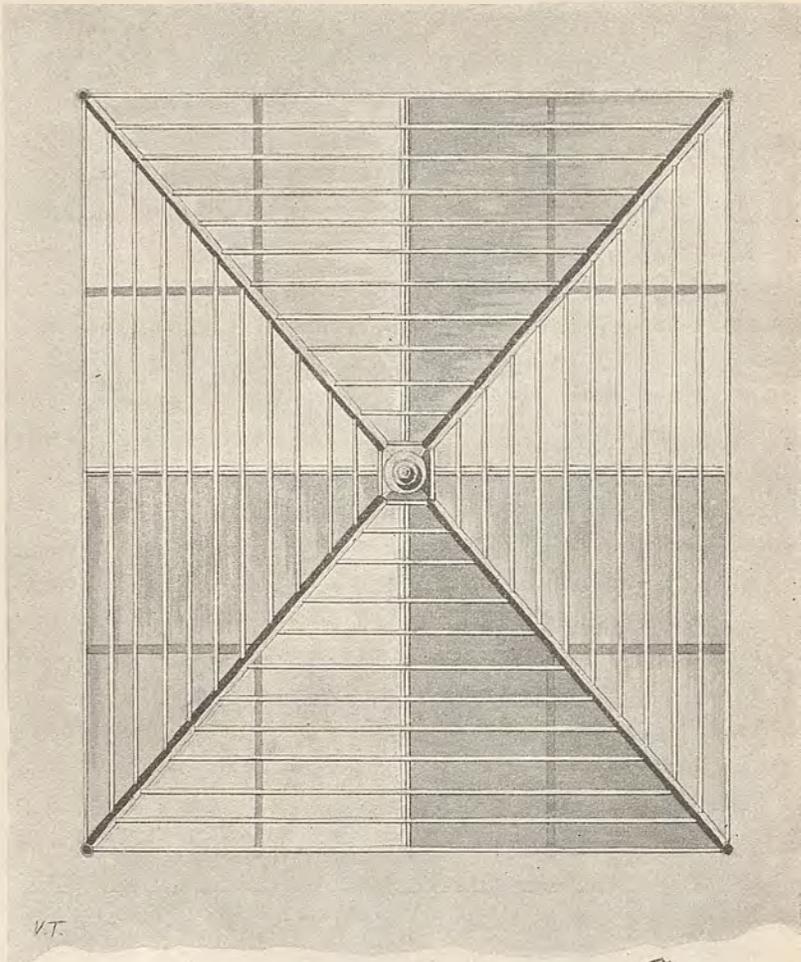


Fig 223.

177

*Fig. 225.*

rendere possibile per essa un'armatura assai semplice, ed in pari tempo robusta, che può servire anche per cortili di ampiezza piuttosto grande.

Tale armatura è rappresentata in pianta nella fig. 225, ed in sezione verticale longitudinale nella fig. 226; essa è formata

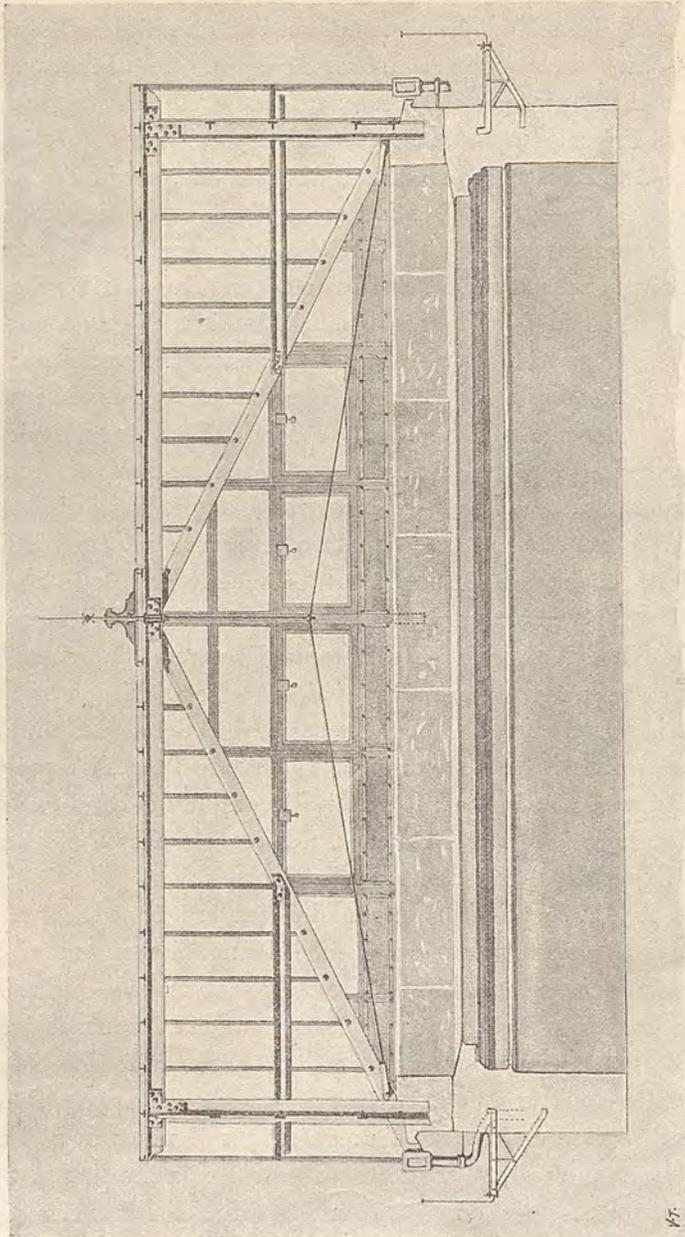
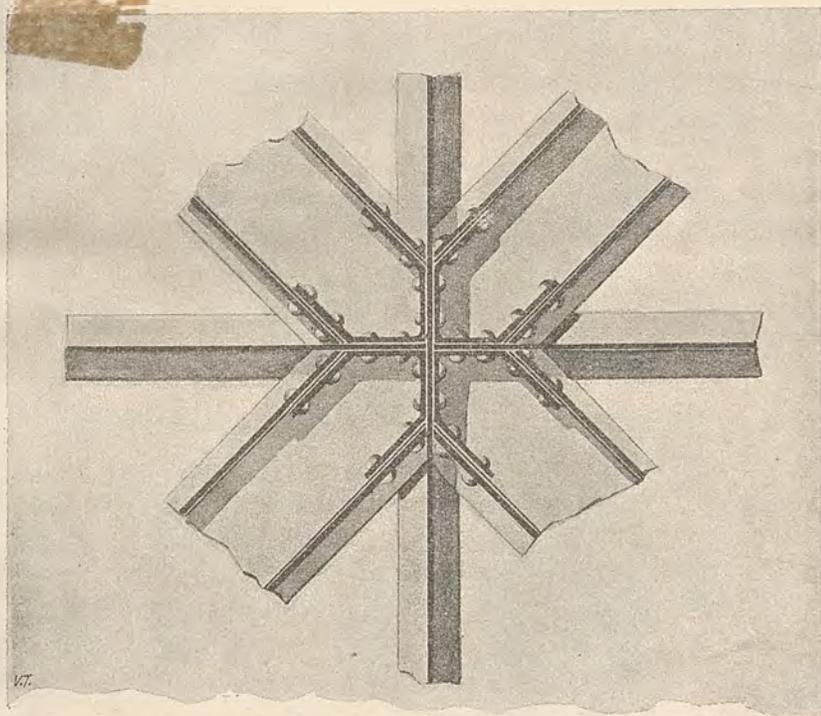


Fig. 220.

da quattro cantonali, che si riuniscono in sommità nel centro del tetto, in corrispondenza all'incontro delle due travature di colmo, e che al piede sono concatenati tra loro mediante quattro tiranti leggermente rialzati, mettenti capo al tirante verticale centrale dell'armatura; con questa disposizione, si viene a dare nel mezzo alle due travi di colmo, un appoggio assai conveniente per esse, segnatamente quando abbiano una lunghezza alquanto grande. Ciascun cantonale è costituito da una coppia di ferri a *C*, tra i quali è chiodato un ampio canale di lamiera che raccoglie le acque del compluvio, per scaricarle nel condotto verticale; le due travi di colmo sono a doppio *T*, e sono ai loro estremi portate da quattro travi o montanti a doppio *T*, di egual sezione delle precedenti, piantate verticalmente nel mezzo dei frontispizi; queste ultime travi, si incastrano al piede in uno zoccolo di pietra, stabilito sulle quattro murature del cortile alla base della copertura, e sono fissate ai colmi con squadre di ferro. L'armatura è completata da terzere a doppio *T*, fermate ai cantonali con squadre, e sorrette agli estremi da montanti come i colmi; sopra l'armatura poi sono poggiati i ferri a *T* pei vetri, diretti come le linee di massima pendenza delle falde. In ciascun frontispizio, sono praticati quattro sportelli apribili a ribalta verso l'alto; ed i canali di compluvio sono raccordati ai condotti verticali per mezzo di scatole chiuse di ghisa, le quali guidano l'acqua nei condotti stessi.

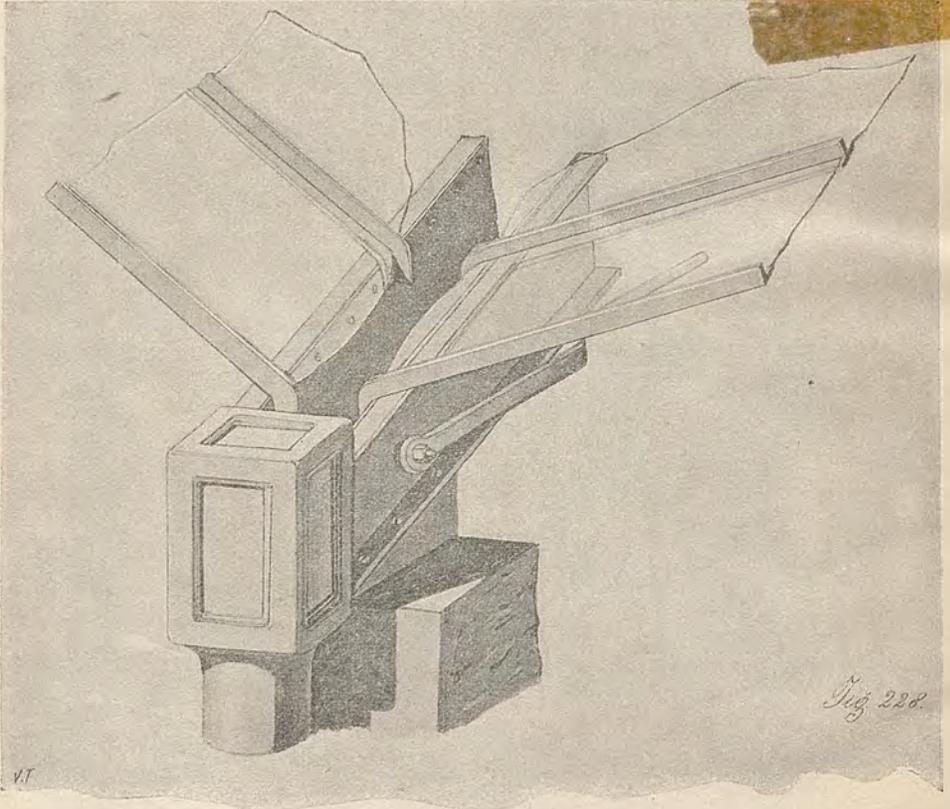
La fig. 227 spiega l'unione dei quattro cantonali colle due travi di colmo, e mostra il modo con cui vengono ripiegate le squadre, e fatte le chiodature, per la unione stessa. La fig. 228 dà il particolare per il piede di uno dei cantonali, col cuneo di ghisa per il suo appoggio in piano sullo zoccolo di pietra della copertura, colla staffa del tirante, coll'appoggio dei ferri pei vetri, e colla scatola di ghisa per il raccordo del canale del compluvio col condotto di scarico; infine la fig. 229 dà il particolare per l'intelaiatura di ferro dei frontispizi e per gli sportelli che si aprono a ribalta.

Un terzo tipo di armatura per copertura a vetro di un cortile è rappresentato in pianta colla fig. 230, ed in sezione verticale trasversale colla fig. 231; questa copertura è destinata ad essere stabilita appena sopra il piano terreno della fabbrica,

*Fig. 227*

ha una parte centrale rialzata ed a lucernario, nella quale sono praticati gli sportelli per la ventilazione, ed all'ingiro di questa, lungo il contorno del cortile, una zona a lieve pendenza, ed acclive verso un canale disposto al piede della parte centrale, nel quale si raccoglie l'acqua che defluisce da tutta la copertura. A meglio sostenere l'armatura, si sono stabilite quattro colonne di ghisa cave, ai quattro vertici della travatura rettangolare prin-

cipale che sta al piede del lucernario, ed in esse mediante tubi interni si scarica l'acqua del canale della copertura; questa travatura principale è formata da due ferri a C accoppiati tra loro con un lamierone chiodatovi per disotto; essa si risvolta



ai suoi vertici diagonalmente, per incastrarsi nei quattro angoli delle murature del cortile, ed ha nel mezzo il canale di lamiera che si estende anche ai quattro piccoli compluvî della zona esterna al lucernario. Sulla travatura principale che si è descritta, è fissata l'armatura della parte centrale sollevata della copertura, e sono poggiati i piccoli ferri a T pei vetri della



