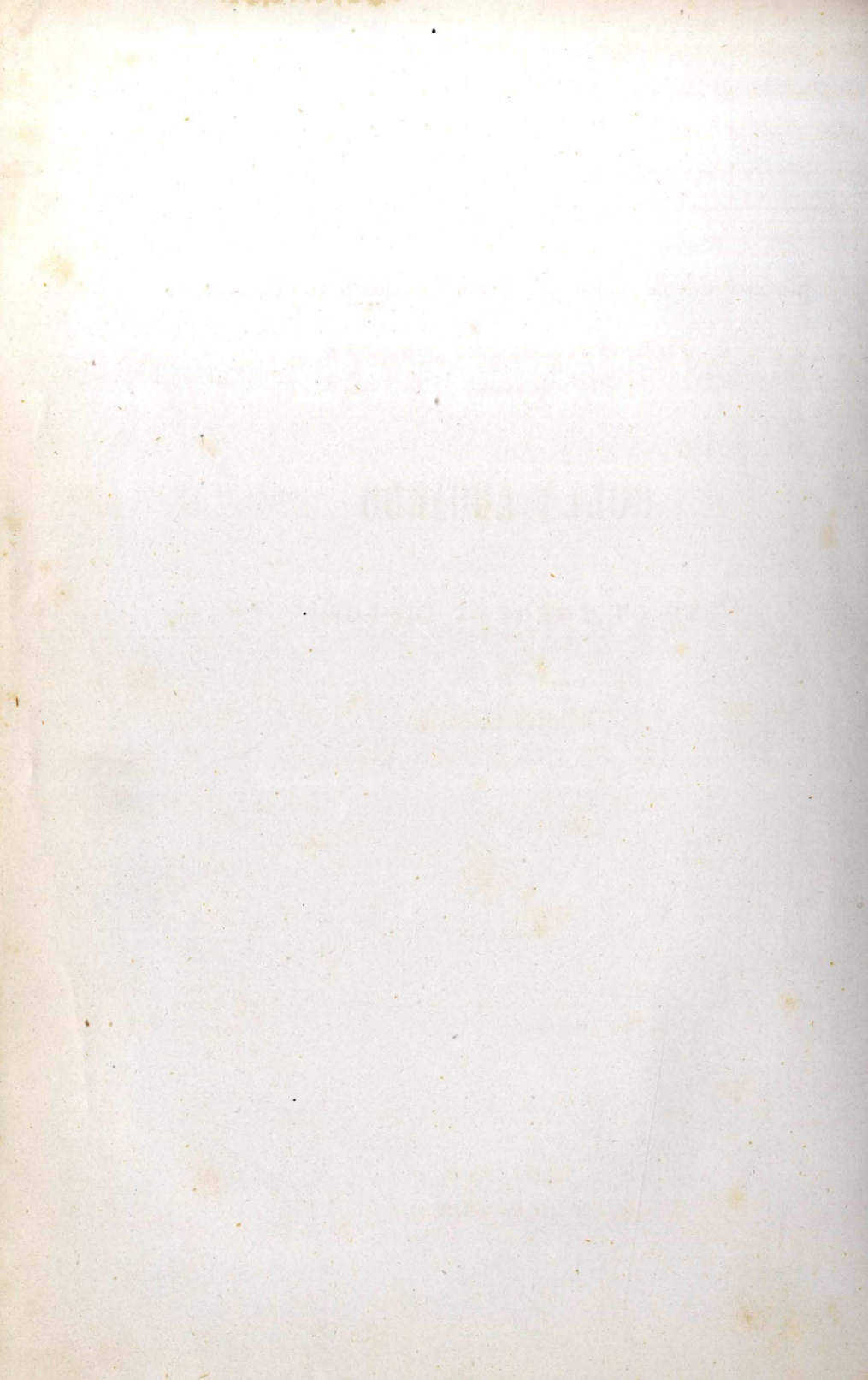


all'anno Corvati
Co. Rally

ROLLA BOARD

PER OTTENERE IL DIPLOMA

DEBETE SCELTA



G 85

DISSERTAZIONE E TESI

PRESENTATE ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

della Regia Scuola d'Applicazione per gl' Ingegneri

IN TORINO

DA

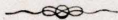
ROLLA EDOARDO

DA GENOVA

PER OTTENERE IL DIPLOMA

DI

INGEGNERE LAUREATO



TORINO 1869

Tipografia Fodratti, Via Ospedale, N. 21.

ANNI SULLE VOLTE

ALLA MEMORIA DI MIA MADRE

A MIO PADRE

CENNI SULLE VOLTE

Volte si dicono quelle costruzioni in laterizi o in pietra da taglio destinate a coprire i varii membri di un edificio e fatte in guisa, che le diverse parti di cui si compongono si sostengano le une colle altre in equilibrio in virtù del mutuo contrasto, coadiuvate bene spesso dalla forza della malta che le congiunge.

La costruzione delle volte forma uno dei rami più importanti e difficili dell'architettura civile, mentre concorrono in essa tante circostanze ed elementi, i quali non si possono calcolare così di leggeri. Infatti le dimensioni delle volte dipendono molto dalla qualità della forma loro assegnata, dalla maggiore o minor bontà dei materiali impiegati, dall'artificio ed ordine col quale vengono fatte, e dal peso di cui devono essere caricate.

Per tanto io mi limiterò alla parte puramente pratica, e toccherò brevemente quelle quistioni che più di frequente si presentano nell'architettura civile.

Qualsivoglia volta è terminata da due superficie curve, una inferiore e concava che dicesi *intradosso*, l'altra superiore e convessa che dicesi *estradosso*.

Gli antichi non conobbero che tre specie di volte: *Fornix* o semicirculari, *Testudo* o testugine, *Concha* o forma di conchiglia. Noi ne abbiamo una quantità straordinaria e ciò perchè se ne studiarono le figure relativamente ai loro usi. Si possono però distinguere in due classi principali: le volte *semplici* e le *composte*; alle quali bisogna aggiungere una terza classe, quella delle volte *piane* dette *piattabande*.

Volte semplici sono quelle che hanno per intradosso una sola superficie curva, così le volte a *botte*, a *vela*, a *bacino*, ecc; composte sono quelle il cui intradosso è formato dal concorso di varie superficie che fanno fra di loro angoli rientranti o salienti. Tali sono le volte a *crociera*, a *schifo*, ecc. Le volte si appoggiano sui muri che diconsi piedritti. La linea in cui la superficie dell'intradosso viene a congiungersi ai piedritti prende il nome d'imposta. Secondochè varia l'altezza del vertice della volta sul piano d'imposta per rispetto alla corda dell'arco di volta, varia ciò che dicesi il *sesto* o la *monta* della volta, e questa dicesi ancora a *sesto scemo* o a *sesto rialzato* secondochè l'altezza della chiave è minore o maggiore della metà della corda.

I materiali impiegati nella struttura delle volte possono essere, i mattoni comuni, i vasi o tubi laterizi, i conci di pietrame o di pietra da taglio, e finalmente cemento o smalto.

Prima di passare alla costruzione di una volta è d'uopo far precedere l'armatura o centinatura in conformità ai disegni stabiliti. L'armatura è diretta a sostenervi i materiali della volta fino al suo compimento. In essa si distinguono due parti principali, una resistente risultante da ben combinata connessione di robusti membri detti *centinatura*, per le volte leggeri, ed *incavallatura* per le pesanti, e l'altra completa che costituisce la superficie curva sulla quale va a riposare l'intradosso, e che chiamasi *manto* o *dossale*.

Per le volte di struttura leggera si addottano opportunamente le

centine. Queste si compongono di due o più ordini di tavole abbastanza grosse e forti, congiunte fra di loro in modo che la metà dei pezzi dell'una parte corrispondano alle teste di quelli dell'altra, e tenuti bene assieme con chiodi, affinché possano resistere alla gravezza dei materiali, mentre si va facendo la volta. I dossi delle centine devono essere segati giusti secondo la curvatura dell'intradosso della volta. Secondo i precetti di Philibert Delorme, le tavole componenti le centine possono avere la lunghezza di m. 1,30, e la loro larghezza e grossezza devono variare giusta la maggiore o minor corda dell'arco secondo cui son foggiate. Le tavole con larghezza di m. 0,217 e grossezza di m. 0,027, convengono per corde di m. 7,80. Quelle larghe m. 0,271 e grosse m. 0,041 tornano utili per corde di metri 11,70; per corde di m. 19,50, o di m. 29, o di m. 33, possono servire tavoloni larghi m. 0,352, spessi m. 0,054; o m. 0,078, oppure m. 0,081. Il sistema di molte centine convenientemente collocate e connesse fra loro forma l'ossatura di una volta, la quale viene ad avere una certa somiglianza al cordame di una nave rivolta col fondo allo in sù. Le centine si assicurano con varii ordini di sbadacchi interposti acciocchè non abbiano a piegare dalla loro posizione verticale, e superiormente vi si costruisce il manto costituito di tavole sicure, ma non di molta larghezza acciò che facciano meglio il giro della volta, perchè le larghe si farebbero come a coste o in più faccie. Qualora la parte interna della volta debba essere ornata di cassettoni, si compongono questi in rilievo, sulla superficie del manto, con opportuni telai di legno e tavole, sicchè tali compartimenti vengono abbozzati grossolanamente nella prima struttura delle volte, per essere perfezionati intonacando la superficie, e formando le modanature in istucco. In caso che non si avessero tavole, il manto si può fare di stuoie fatte di canne alquanto frante, ed anche di graticci fatti di vimini. Ogni materia è buona da co-

prire purchè si addatti bene alla forma delle volte, e non si arrenda sotto il peso.

Per la costruzione delle volte dei sotterranei, nella maggior parte dei casi non occorre alcuna centinatura, ma si usa invece il terreno stesso, dandogli perciò la forma che deve avere l'intradosso della volta. Compiuta la volta, la terra viene estratta, e resta così formato il sotterraneo.

Per le volte di struttura pesante quali sono quelle in pietrame od in pietra da taglio l'armamento deve essere forte e sicuro e ben puntellato. Alle centine si sostituisce un sistema di grosse travi squadrate, disposte sotto la forma triangolare o poligona, aggiungendovi alle travi superiori dei pezzi di legno detti *sagome*, tagliati secondo la voluta curva. Sopra di essi si costruisce il manto, oppure si collocano i dossali che consistono in travicelli più o meno grossi secondo i casi. Ciascun cavalletto è disposto in modo da sopportare un egual peso; perciò si collocano a distanze uguali, le quali possono variare da m. 1, 25 a m. 2 circa.

Generalmente parlando, per una volta qualunque, si devono mettere le centine principali secondo la direttrice, ed altre, secondo i casi, sul senso delle generatrici. Si dovranno puntellare sicuramente di sotto in su, acciò che non cedano sotto il peso dei materiali mentre si va facendo la volta, e si muniranno al piede di opportuni apparecchi di disarmo, in modochè si possano facilmente togliere.

La centinatura d'una volta a botte consiste in una serie di centine verticali disposte normalmente all'asse della volta stessa. Con una disposizione analoga si armano le volte a botte rampanti, le zoppe e le annulari, modificandole e adattandole alle particolari condizioni ed alle forme loro assegnate. In quanto alle volte a crociera o lunate, siccome esse sono formate da due botti l'una all'altra normale, che si intersecano seguendo le diagonali della pianta che

coprono, anche le loro armature si costruiscono in conformità di quelle a botte. Per armar le volte a schifo, si applicano due centine in croce, che passano pel vertice della volta e contenute nei due piani verticali che tagliano per metà i quattro lati della pianta; quindi altre due centine secondo le diagonali. Se fa d'uopo, si compie l'orditura del sistema con un numero bastante di costole parallele rispettivamente alle due centine principali. Per una volta a vela la centinatura consiste in due centine intiere messe sulle diagonali della base; e di quattro altre erette sui quattro lati ed adattate alla curvatura degli archi che costituiscono i lembi della volta lungo le pareti circostanti, e di un numero bastante di costole contenute ciascuna in un piano verticale passante pel vertice della volta. Finalmente le armature delle volte a bacino e delle cupole semplici sono formate da un numero bastante di costole o mezze centine, le quali si dispongono secondo piani meridiani. Però in molti casi la costruzione di siffatte volte si può eseguire senza l'aiuto di alcuna armatura, come si fece nella costruzione della cupola della chiesa del cimitero di Staglieno presso Genova, come pure in quella della gran cupola di S. Carlo in Milano, per tacere di molti altri esempi. È questo un sistema poco dispendioso, ma altrettanto solido, poichè i diversi cunei o mattoni disposti in anelli inclinati secondo il raggio, si serrano e si stringono di mano in mano che si procede nel lavoro, e si ottiene così un tutto solido e resistente.

Intorno al disarmamento i costruttori non sono pienamente di accordo. Alcuni pretendono che convenga disarmare una volta quando è di recente costrutta, perchè la malta essendo ancora fresca, succedendo dei movimenti, può ancora ricongiungersi alle pietre in quelle commessure che possono essersi allargate nel calar progressivo della volta per l'abbassamento delle centine. Altri sono di parere contrario. Quindi è che a norma dei casi i co-

struttori adottano quel partito che meglio può soddisfare alle circostanze che hanno concorso alla costruzione delle volte. Ad ogni modo però si giudica necessario il lasso di almeno quindici giorni dopo il collocamento della chiave, per le volte in pietra da taglio. Nelle volte di pietrame e di mattoni, e nelle cementizie specialmente, in cui la malta s'impiega in gran quantità, bisogna aspettare due mesi, acciò la malta possa asciugare ed assodare in modo, da poter con sicurezza procedere al disarmo.

Trattandosi di volte grosse, il disarmo deve essere eseguito con molta circospezione e cure speciali, diversamente ne potrebbero derivare danni a pregiudizio della solidità dell'edificio. Non si tolgano le armature tutte ad un tratto, ma si calano a poco a poco, guardando ad ogni momento se la volta ha fatto cedimento; si tolgano poi del tutto quando si vede che la volta non fa più alcun movimento.

Costruzione delle volte. — Nella costruzione delle volte in pietra da taglio bisogna che i cunei sieno tagliati con la più scrupolosa esattezza. Ma siccome spesso avviene che i cunei non sieno apparecchiati con tanta cura, così è forza di correggerne l'imperfezioni insinuando della malta e delle zeppe di legno, ad onta dei vizii proprii di questa pratica. Si hanno esempi di volte antiche di pietra da taglio, fabbricate senza malta e senza zeppe; nelle quali l'apparecchio dei cunei componenti la volta era portato a tale perfezione, da rendere quasi impercettibili le linee d'unione. Gli antichi usavano pure di connettere i cunei per mezzo di perni, ovvero di scambievoli intaccature. Nelle costruzioni arabe i cunei delle volte avevano i fianchi dentati ed incaovati a vicenda, in modo da rendere il sistema stabilmente unito.

Nella costruzione delle volte che coprono i locali di comune abitazione, i grandi ambienti ed i sotterranei di un edificio, d'ordinario si impiegano i mattoni comuni, ma che sieno ben cotti,

perchè resistano allo sforzo e pressione a cui sono sottoposti. Per la buona riuscita delle volte in pietrame ovvero laterizii, importa osservare le seguenti cautele, dettate dal Borgnis. 1° Dal pietrame sia diligentemente separato il cappellaccio, ed i pezzi sieno conciati con la martellina, in modo che acquistino una forma grossolanamente regolare, e che le faccie divengano discretamente appianate; 2° I mattoni ed il pietrame si bagnino prima di metterli in opera; 3° Importa di non essere avari di malta e di far sì, che questa avviluppi bene da ogni parte la pietra od i mattoni; 4° Ciascun pezzo va postato con la mano ed aggiustato convenientemente, collegandolo e battendolo col martello, per modo che si unisca agli altri; 5° All'estradosso s'inseriscano delle scaglie di pietra fra le commessure, acciocchè di mano in mano i varii ordini di filari di mattoni o di conci si dispongano normalmente al sesto della volta; 6° Si immorsino gli uni con gli altri i varii filari, affinchè il sistema diventi unito e ben concatenato; 7° Nella costruzione di una volta si deve incominciare e progredire di passo eguale d'ambo i fianchi sino alla chiave; 8° La chiave, cioè l'ultima pietra o mattone al vertice della volta, si colloca senza forzarla smoderatamente col martello o con zeppe, affinchè il violento sforzo non abbia ad agitare la volta e produrre qualche alterazione nei muri su cui appoggia; 9° Finalmente a mano a mano che si costruisce la volta, l'estradosso va ricoperto di uno strato di malta, da empierre perfettamente tutte le commessure del sott'arco.

Dai costruttori è assolutamente proscritto il gesso nella costruzione delle volte, ma si impiega esclusivamente la malta di calce e sabbia finamente graticciata, oppure il cemento.

Le volte delle cantine di ampiezza ordinaria, hanno alla chiave almeno la grossezza di una testa di mattone allorquando il pavimento sovrastante deve servire soltanto ad uso d'abitazione. Che

se il pavimento superiore alla volta deve servire al passaggio dei carri, alle percorse delle fucine od altro, la grossezza alla chiave si porta a 0^m, 25. Si usa rinforzare tutte le volte che si trovano fuori terra con apposite catene di ferro in fodera, ossia al livello dell'intradosso, quando non sia però conveniente di collocarle ai punti di rottura. Le volte si rinfiancano di muratura, coprendo gli intervalli fra l'uno e l'altro rinfianco mediante volte subalterne denominate *porcellette*. Negli edifizii fatti dagli antichi, non solo in Roma ma in molte altre parti d'Italia, per apportar maggiore leggerezza alle volte, talvolta le hanno nei loro fianchi riempite di tuffi, tegole ed embrici spezzati, ed anche talora con vasi di terra cotta, volti colle bocche all'ingiù., affinchè levassero l'umidità che per qualche caso potesse venire.

Il Rondelet ed il Cavalieri suggeriscono le seguenti regole pratiche che si riferiscono alla costruzione delle volte di mattoni o pietrame, cioè:

1° Che in un arco grosso uniformemente, la sua grossezza non dovrebbe essere minore di un cinquantesimo del raggio. Si è stabilito quindi che ad una volta a botte che abbia prossimamente da 3 a 5 metri di diametro quando sia costrutta di mattoni, debba assegnarsi alla chiave lo spessore di 0^m, 11, e se è di pietra tenera 0^m, 14.

2° Allorquando le spalle di una volta a botte di qualsivoglia sesto sono rinfiancate fino all'altezza dei punti di rottura, la volta deve avere di grossezza alla chiave per lo meno la quinta parte della saetta dell'arco che si estende dal vertice fino al punto di rottura, aggiungendo a questa quinta parte della saetta delle volte murate in gesso $\frac{1}{144}$, in quelle murate in malta $\frac{1}{66}$, e finalmente in quelle costrutte con pietra tenera $\frac{1}{72}$ della corda cui insiste l'arco. Di più viene prescritto in questo caso che debba crescere gradatamente la grossezza discendendo verso i punti di rottura.

di maniera che in questi punti, ove comincia il rinfianco, la grossezza della volta stia alla grossezza della chiave nel rapporto di 3 a 2.

3° Finalmente che nelle volte a crociera, in quelle a schifo e nelle calotte rinfiancate fino ai punti di rottura, basta di far la grossezza alla chiave uguale ad un quinto della saetta dell' arco che dalla chiave va al punto di rottura, senza che siavi bisogno di alcun aumento.

I materiali componenti le volte si dispongono in modo che i giunti risultino normali alla superficie d'intrados, che le spinte prodotte dall'intero sistema si verificchino nel senso secondo il quale i piedritti presentano la maggior resistenza, e con ogni cura si procura che i cunei non presentino dei punti deboli, schivando in essi le punte e gli angoli acuti. Le volte si lavorano in più modi sopra le loro armature; come a corsi alla distesa e vengano ad essere quasi simili ai corsi ordinarii delle mura; altre si fanno ad auelli concentrici; altre principiano ai quattro angoli e si vengono a serrare in un cuneo quadrato nel mezzo, ed altre si fanno a spiga interzata, come le seiciature delle strade fatte di mattoni in coltello.

La struttura più leggera delle volte di laterizii è quella che si denomina di *quarto* od *in foglio*, conosciuta anche sotto il nome di volta alla *volterrana*, la quale consiste nel collocare i mattoni in piatto ed a squama di pesce, di maniera che le congiunzioni hanno luogo nel senso della grossezza, e non seguono la direzione del raggio della volta, come si verifica in quelle *reali*. Questo metodo di struttura esige che si faccia uso di gesso, ovvero di una buona malta capace di far prontissima presa. Queste volte richiedono un'attenzione tutta particolare da parte del costruttore, in questo senso, che esse sono buone quando sieno fatte con le precauzioni convenienti, e cattivissime quando sono negligentate. Quando si costruisce un muro si impiega qualche volta

dei cattivi materiali, del calcestruzzo mal fatto, il muro non ha lo spessore che dovrebbe avere, non è sempre elevato bene a piombo; malgrado questi difetti, la costruzione sta. Lo stesso non si può dire delle volte in mattoni, bisogna per queste che i materiali sieno di buona qualità, e messi in opera con tutte le precauzioni necessarie, senza di che la volta sicuramente n'andrà in rovina. Queste volte sono estremamente sottili, e devono la loro solidità alla proprietà che ha il gesso di far subito presa e di aumentare di volume dopo il suo impiego, e di tener così i mattoni in uno stato di pressione estrema. Qui torna utile l'osservare che, questa proprietà che ha il gesso di gonfiare quando si asciuga, può essere cagione di dannose mosse nei muri, a meno che non si premuniscano questi contro tali sconci per mezzo di opportune allacciature di ferro, per cui sarà sempre preferibile una buona malta di calcina idraulica. Si dà spesso a queste volte delle saette d'una piccola lunghezza, in modo che esse sono quasi orizzontali. Si osservi però che per essere sicuri d'un grado di solidità bastante, conviene dar loro una lunghezza non minore di 0^m, 40 per metro d'intervallo fra i piedritti.

Queste volte si possono eseguire senza armatura, bastano alcuni regoli per determinare la forma dell'intradosso. Nella loro costruzione è necessario che sieno osservate le seguenti cautele cioè:

1° Di non ammettere alcun'apertura nel corpo di esse, che farebbe sommamente decrescere la loro solidità;

2° Che non siano giammai erette nei locali umidi, dacchè essendo cementate in gesso, questo sfiorirebbe in presenza dell'umidità e produrrebbe la rovina della volta;

3° Che i mattoni siano ben cotti e resistenti, e che la loro grossezza non sia mai minore di 5 centimetri;

4° Che i fianchi siano sollevati da qualunque peso mediante volte subalterne convenientemente disposte.

All'oggetto di conseguire la maggior solidità e resistenza nell'uso di queste volte, i pratici vi costruiscono degli anelli interpolati, se sono a botte, oppure delle crociere, che sono archi larghi dalla dimensione media alla dimensione massima del mattone. Questi archi si impostano sui piedritti, o sugli angoli dell'edificio, coprendo in seguito con volte di quarto le superficie intermedie che risultano.

Qualora la grossezza di un mattone non bastasse a sopportare il peso sovrastante, i costruttori moderni usano mettere due o più giri di mattoni sempre in piatto, sovrapposti gli uni agli altri, e resi solidari per mezzo del cemento idraulico.

Con questo metodo venne fatta la volta che copre l'officina per la fabbricazione del cemento di Vassy, che ha la lunghezza di 49^m, 35, e la larghezza di 18^m, 60. Essa è formata di 3 giri di mattoni di 0^m, 028 di grossezza, ed il suo estradosso è ricoperto da uno strato di cemento sul quale venne collocato uno strato di terra che è coltivato a giardino.

La volta a sesto acuto della Chiesa di Barcellonne, della larghezza di 13^m, 50, è formata di tre ordini di mattoni posti in piatto, ed è coperta da una cappa di cemento assai magro, che serve a preservare l'edificio dagli effetti immediati dell'atmosfera.

Riferirò la seguente esperienza fatta da Laroque, per constatare la resistenza di questa specie di volte. Si costrusse una volta ad arco di circolo di 1^m di lunghezza fra le teste, di 5^m di corda con 0^m, 50 di monta, avente la uniforme grossezza di 0^m, 07, essendo formata di due giri di mattoni in piano grossi 0^m, 03, e cemento idraulico di Vassy. Questa volta venne sottoposta al peso di 45000 chilogrammi senza che manifestasse alcun cedimento sensibile. Si ruppe sotto il peso di 55000 chilogrammi, che corrispondono ad 11000 chilogrammi per metro quadrato di estradosso.

Alla stazione centrale di Milano vi sono tre cavalcavia, eseguiti

con quattro corsi di mattoni cavi in piatto, usando il cemento di Marsiglia, denominato della Valentina. Essi sono larghi 2^m, 70, hanno due la corda di 20^m, ed uno di 25^m colla saetta di 1^m, 70; ciascun arco ha la grossezza di 0^m, 25 alla chiave.

Prima di aprirli al pubblico passaggio se ne constatò la resistenza in questo modo: Si allentarono le armature di alcuni centimetri, in modo di avere l'arco perfettamente isolato. Dopo gli archi minori vennero caricati del peso di chilogrammi 10120 ciascuno, accrescendo successivamente il peso fino a 15500 chilogrammi e l'arco maggiore fu sottoposto al peso di 20000 chilogrammi. Sotto questo peso il cedimento degli archi non oltrepassò i tre millimetri alla chiave, il quale scomparve successivamente levando il carico.

Il capitano del Genio francese Olivier, il quale costruì molte di queste volte, ha istituite delle accurate esperienze, dalle quali risulta che la spinta per metro corrente di una volta di mattoni in foglio ed a squama di pesce, avente la corda di 4^m, 89, la saetta di 0^m, 47, e la grossezza di 0^m, 08, è di chilogrammi 689, 66, corrispondente a 345 chilogrammi per ciascun piedritto.

Dalle esperienze citate, si vede, che quando le volte leggeri sono eseguite in modo lodevole, adottando nella loro costruzione tutte quelle cautele che sono prescritte, senza dubbio si possono applicare convenientemente in molti casi; esse poi sono molto economiche, e per la minor quantità di materiale che vi abbisogna, e per la più facile loro costruzione.

Il vantaggio che deriva dalla leggerezza del materiale impiegato nella costruzione delle volte, ha indotto, non solo ad impiegare i mattoni leggeri, ed i cavi, ma eziandio i vasi o tubi di terracotta. Di queste costruzioni si hanno anche esempi nei monumenti antichi come nel circo di Caracalla, ed in quelli del medio evo, come si vede nella cupola ottagonale della Chiesa di S. Vitale in Ravenna. Questi tubi si collocano tanto verticalmente, seguendo la direzione

del raggio, quanto adagiati, come meglio torna opportuno. Siffatti vasi sono costrutti con forme e dimensioni diverse. Ve ne sono di quelli che somigliano ai vasi di fiori chiusi ad un estremo, le cui dimensioni sono ordinariamente 0^m, 10 di diametro medio sopra l'altezza di 0^m, 15; ve ne sono altri di forma cilindrica, alti soltanto 0^m, 05 con 0^m, 17 di diametro. Si costruiscono pure dei prismi cavi che hanno 0^m, 14 di altezza colla base esagona inscritta in un circolo di 0^m, 17 di diametro, il cui vuoto interno è cilindrico.

Le volte cementizie, o sia di smalto, usitatissime dagli antichi, si costruiscono come di getto sopra un tavolato disposto sulle cantine a seconda della superficie dell'intrados, sul dorso del quale si fanno le casse di legname con quelle forme e qualità di sfondi e cavi di maggior o minor rilievo che si desiderano fare per l'interno abbellimento della volta. Lo smalto si versa in massa sul tavolato della centinatura, e si batte affinchè prenda la dovuta consistenza e la forma che gli si vuol dare.

Si fabbricano anche delle volte di struttura mista. Così nei ponti talvolta si fanno le teste dell'arcate in pietra da taglio, ed il rimanente in pietrame oppure in mattoni. Così pure spesso nei ponti obliqui si usano fare soltanto i cuscinetti d'imposta in pietra da taglio. Nelle volte cementizie è poi assolutamente indispensabile distribuire a giuste distanze l'uno dall'altro degli archi in pietrame od in mattoni, i quali servono come di sostegno alla massa di struttura leggera.

Per coprire dei vasti locali, si usano anche dei soffitti, i quali constano di volte sottili in mattoni e cemento, che vanno a poggiare sopra travi in ferro, le quali ordinariamente hanno la forma di un T. Da taluni vennero però adottate delle spranghe in ferro, le cui sezioni hanno la forma di un V rovesciato. Siffatte spranghe presentano molta leggerezza e resistenza, e si adattano molto bene all'impostatura delle volte, presentando due piani inci-

nati, che seguono pressochè la direzione de' raggi delle volte stesse. Queste ordinariamente hanno la corda di 2^m, 75 a 3^m, 00 e talvolta anche di 3^m, 50, e la saetta di $\frac{1}{10}$ della corda ed anche di $\frac{1}{8}$ quando si richiede maggior solidità. Queste dimensioni però variano a seconda dei casi che si presentano.

Le volte sono costrutte in mattoni e calce di ottima qualità. Si assegna loro la grossezza di 0^m, 22 dall'imposta fino ad $\frac{1}{3}$ dello sviluppo, chiudendosi il resto della volta nella sola grossezza di 0^m, 44.

I mattoni vengono collocati in coltello, impiegando nelle unioni il cemento, per aver maggior coesione. È necessario collocare nei muri delle catene nei punti ove succede il massimo sforzo, e di disporre nelle volte dei tiranti in ferro che vadano dall' uno all'altro muro, onde elidere la spinta prodotta dalle volte.

ROLLA EDOARDO.

TESI LIBERE

Meccanica applicata ed Idraulica pratica

Teorema di Torricelli.

Macchine a vapore e Ferrovie

Gazometri — Calcolo delle catene di compensazione.

Costruzioni Civili, Stradali ed Idrauliche

Archi equilibrati.

Geometria pratica

Riduzione di un angolo al centro di stazione.