

# RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

## Intuizione statica ed immaginazione formale nei reticoli spaziali delle volte gotiche nervate

*AUGUSTO CAVALLARI-MURAT* reimposta la classificazione delle volte gotiche nervate (ad ogiva, stellari, a reticolo, a ventaglio, cellulari), specialmente avendo di mira l'interpretabilità della generazione geometrica e del comportamento statico. Demolisce gli sfavorevoli pregiudizi sulla meccanica di tali volte, specialmente nei riguardi degli esemplari più complessi del periodo più tardo, e revisiona i giudizi critici sull'esteticità di tali strutture come opera d'arte. Segnala l'interesse per l'argomento, come fonte d'ispirazione e di produttiva meditazione, per i costruttori delle volte sottili e per gli architetti dell'attuale tendenza strutturalista.

I motivi che spingono a guardare con attenzione l'architettura delle complesse volte nervate, dai gotici realizzati in materiali lapidei e laterizi, sono oggi molteplici; tuttavia ne primeggiano particolarmente due.

In primo luogo vale la faticosamente conquistata convinzione che nella resistenza delle fabbriche debbasi dare molto rilievo alle questioni di forma, mentre nell'appena superato atteggiamento della scienza delle costruzioni, che cautamente si limitava allo studio di solidi ideali elementarissimi si batteva prevalentemente l'accento sulle qualità elastiche dei materiali.

In secondo luogo conta l'impressione che giovi all'estetica teorica stabilire, anche solo empiricamente in sede critica, quali legami intercorressero nei secoli dell'arte gotica tra l'ideazione formale delle strutture sotto aspetto meccanico-geometrico ed il linguaggio architettonico che si traduce in stile.

Anticipazione d'ambidue i problemi troviamo già nel Viollet-le-Duc. Egli introduce allo studio delle volte nervate, costruite tra il secolo XII ed il XVI, in una intelligente maniera che mette conto rievocare <sup>(1)</sup>; si chiede qua-

<sup>(1)</sup> E. VIOLLET-LE-DUC, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, Morel, Paris, 1875 (vol. IX, p. 465-550).



Il principe inglese Offa, nel secolo XIII, dà ordini all'architetto della Abbazia di Saint-Alban (Da una miniatura di Mathieu Paris nella biblioteca Cottonienne). Il grosso compasso serviva per tracciare al naturale l'apparecchio degli archi e delle volte.

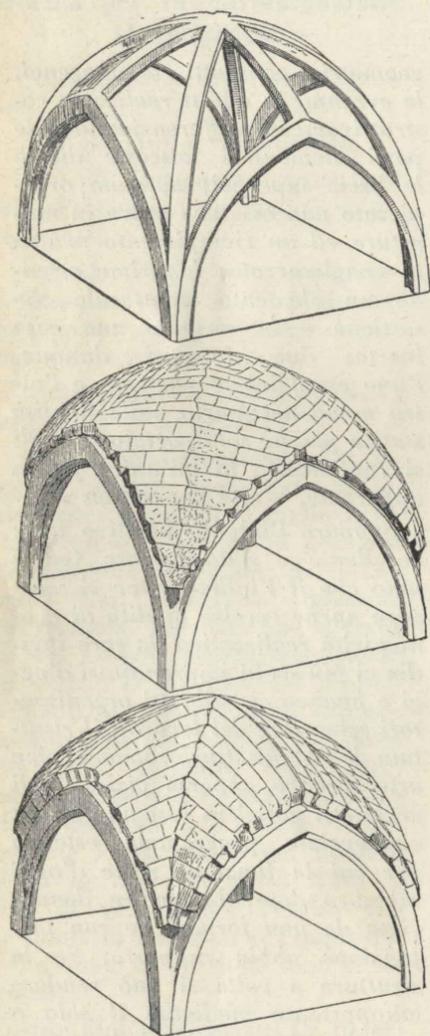
le impostazione mentale dovettero assumere gli architetti francesi del XII secolo nell'iniziare « una delle rivoluzioni più complete e più giustificate che mai siano state fatte nel campo architettonico ». Che cosa si dissero gli architetti del periodo di transizione? Forse pensarono che i Romani, costruendo le loro volte a botte e le loro cupole emisferiche, che al riguardante inesperto di tecnica costruttiva appaiono come solidi

geometrici compatti ed omogenei, le avranno in effetti realizzate costruttivamente differenziandone le parti elementari nascoste dietro le lisce superfici; avranno organizzato una ossatura attiva in muratura ed un riempimento neutro in conglomerato; la prima essendo un elemento strutturale che sostiene e la seconda una cosa inerte; due elementi, dunque, l'uno essenziale e portante e l'altro meno necessario nella finalità statica perchè solo portato, i quali si confondono in un'unica forma apparente, « une concretion ».

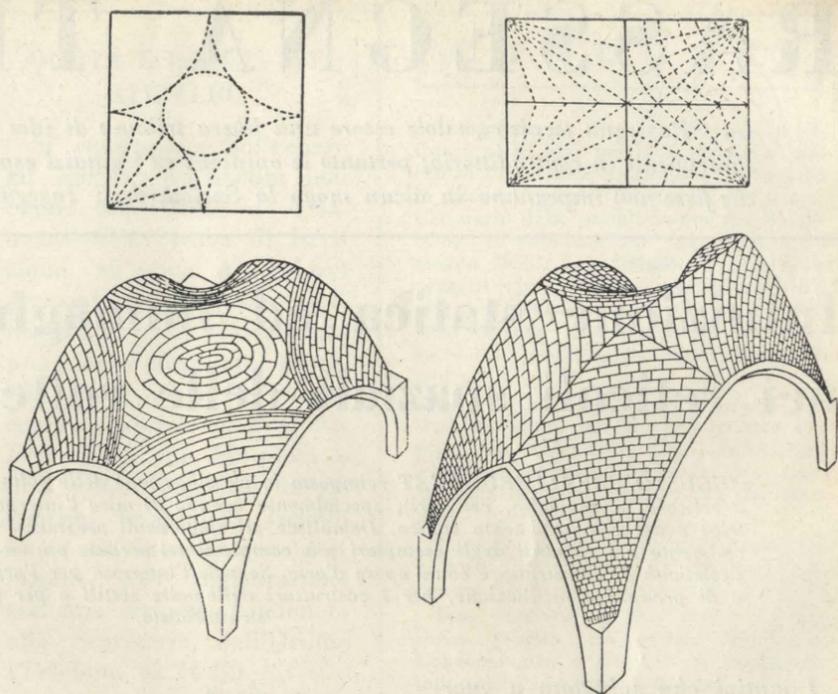
Seppure l'intento ideativo fosse eccellente e soddisfacente (ed è noto che il Viollet-le-Duc vi scorgeva anche eccelse qualità di economicità realizzativa da fare invidia ai più svelti imprenditori d'oggi e financo ai cosiddetti organizzatori scientifici del lavoro), il risultato dell'architettura romana come arte sarebbe apparso vizioso agli architetti gotici in ossequio ad un vagheggiato programma estetico per cui la funzione reale d'ogni membro dovrebbe venire denunciata da una forma che con tale funzione abbia rapporto. Se la struttura a volta si può rendere autoportante mediante il solo o prevalente reticolato delle nervature, quel reticolato non dovrebbe venire occultato dalla decorazione; dovrebbe anzi essere appariscente, e tanto più vivido quanto più esso sia utile.

Tale il pensiero essenziale ed il programma attribuito dal Viollet-le-Duc ai novatori gotici del secolo XII<sup>(2)</sup>; eccoli pertanto all'opera per fare emergere dal semplice solido geometrico omogeneo delle volte e delle cupole le nervature, che da quel momento correranno sotto la superficie di intradosso a rilievo; e,

(2) « que les architectes occidentaux aient fait ce raisonnement en plein XII siècle, nous ne l'affirmerons pas; mais leurs monuments le font pour eux, et cela nous suffit », dice il Viollet-le-Duc nella sua prosa squisita e pittoresca, gustosissima. Che peccato che gli storici della letteratura non mangino nulla di tecnico e non abbiano perciò potuto scoprire nel Viollet-le-Duc un classico della penna francese, sempre vivo e splendidamente illuminante.



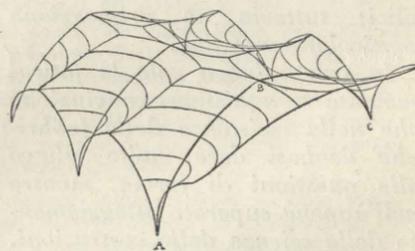
Il Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française del VIOLLET-LE-DUC distingueva nelle volte gotiche quelle di fattura inglese-normanda e quelle alla maniera francese, a seconda dell'andamento prevalente dei corsi. La figura mostra bene le differenze d'impostazione della muratura, anche se l'intonaco riporterà le due strutture all'identica forma geometrica apparente.



Dalla volta inglese-normanna della figura precedente derivano le volte a ventaglio se ne consideriamo il modo d'esecuzione. Altrimenti tanto le volte ad ogiva inglesi quanto le volte a ventaglio derivano dalla generazione (a:∞). Il ventaglio o fungo nasce al limite facendo scomparire le costolature da una superficie di rotazione ad asse verticale coincidente con l'asse del pilastro d'imposta.

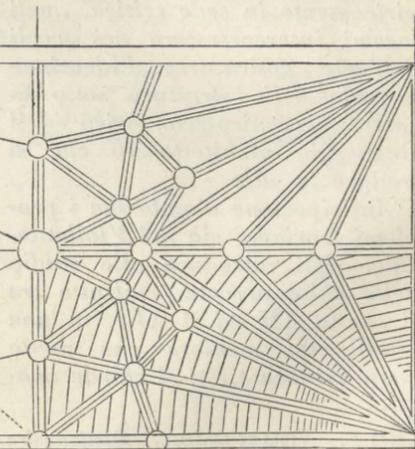
poichè sarebbe il loro reticolato a contare nella struttura a volta, ed a formare la volta ed a portare effettivamente i carichi, ecco logico pensare tali nervature come membrature autonome e su di esse impostare delle voltine secondarie talora a doppia curvatura. La volta verrà pensata e realizzata come composta da molte volte secondarie, da tante voltine ricoprenti gli spazi lasciati vuoti dalle costolature, il tutto costituente un sistema spaziale che già il Viollet-le-Duc osa chiamare un sistema elastico<sup>(3)</sup>, perchè dovette intuire, con le nascenti nozioni di scienza delle costruzioni, che il comportamento statico delle nervature secondarie potesse assimilarsi per analogia a quello di collettori di flussi di forze statiche. È da notarsi che proprio a cavallo tra il terzo ed il quarto venticinquennio del secolo scorso, quando il Viollet-le-Duc stampava i suoi testi, sorgeva la teoria degli archi e delle volte grazie al precisarsi dei teoremi fondamentali del po-

(3) « Du système concret romain, — malgré les différents membres qui constituaient la voûte romaine, — les maîtres du XII<sup>e</sup> siècle, en séparant ces membres, en leur donnant à chacun leur fonction réelle, arrivaient au système élastique ».

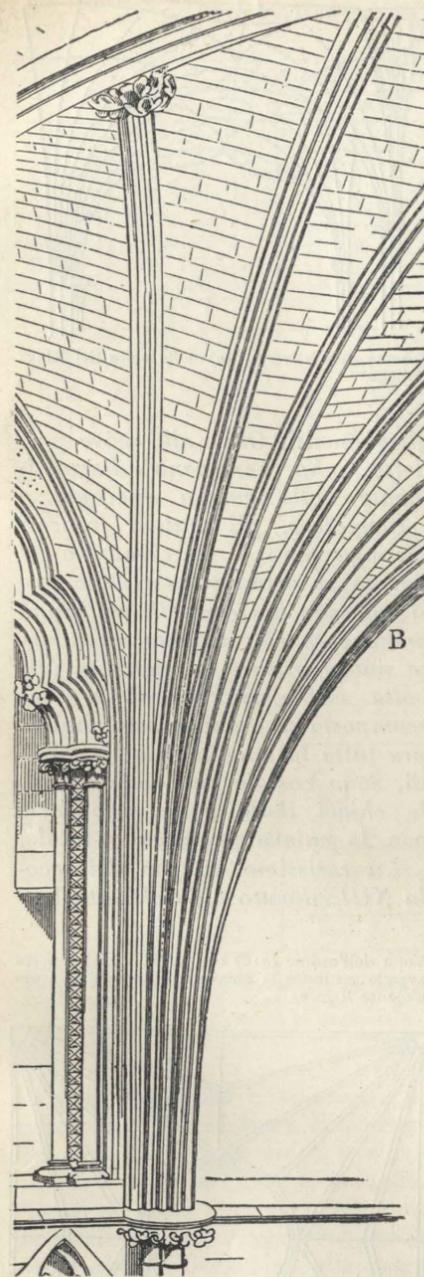


Volte a ventaglio senza costolature.

tenziale elastico e del lavoro di deformazione (Castigliano, Menabrea, Clapeyron) e degli altrettanto fondamentali principi di reciprocità (Maxwell, Land, Bet-



Volte a ventaglio nervate della generazione (a:6), nelle cattedrali d'Ely e di Lincoln.



Caratteristico modo di impostazione delle voltine secondarie sulle nervature uscenti dai capitelli (tiercerons).

ti<sup>(4)</sup>. È da notarsi ancora che nella stessa epoca il filosofo Schopenhauer dava dell'estetica architettonica l'interpretazione di rappresentazione dello stato di tensione, cioè della lotta tra pesi e supporti, tra « Stützen und Lasten »<sup>(5)</sup>.

(4) A. CAVALLARI-MURAT, Considerazioni e divagazioni intorno al centenario teorema di Menabrea, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1957.

(5) A. CAVALLARI-MURAT, Architetture a scheletro metallico, in « Costruzioni in acciaio », gennaio 1949; Id., La struttura portante come architettura, « Atti e Rassegna Tecnica », agosto 1954.

Il comportamento meccanicamente attivo delle nervature gotiche è stato talora messo in dubbio; ed infatti è molto dubbio che nella più semplice volta a crociera, generata dalla intersezione di due ortogonali volte a botte omogenee, gli archi diagonali o crociera, che formano spigolo e che vengono detti dai francesi ogives, alterino sensibilmente con la loro presenza il regime statico delle originarie volte a botte costituenti sprovviste di costolature in risalto<sup>(6)</sup>; però, non appena la volta viene frazionata con più numerose nervature secondarie sulle quali vengono impostate le voltine secondarie, non può più venire dubitata una funzione portante delle nervature; tuttalpiù potrà dubitarsi sulla razionalità della distribuzione e sulla equipotenzialità portante.

Delle opinioni degli antichi in proposito non abbiamo menzione diretta; però i trattatisti francesi del secolo XVII ricordano con le loro locuzioni più espressive che « les nerfs d'ogives portent et soutiennent les pendentifs »<sup>(7)</sup>. « Pendentifs » sarebbero le voltine secondarie; « nerfs d'ogives »<sup>(8)</sup> sarebbero le costolature che prenderebbero etimo significativo dal latino « nervus » in una anticipata applicazione delle ottocentesche teorie dell'Einfühlung, ossia « simpatia simbolica » per cui l'uomo attribuisce alle cose che lo circondano atteggiamenti antropomorfici<sup>(9)</sup>. Lo stato di tensione interno è definito attraverso la nostra esperienza sensoria e mu-

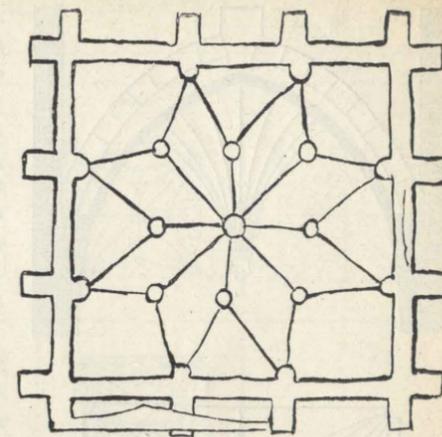
(6) H. FOCILLON, Le problème de l'ogive, « Bulletin périodique dell'Office des Instituts d'archéologie et d'histoire de l'art », mars 1935; P. ABRAHAM, Le problème de l'ogive, ibidem, november 1935.

(7) FRANÇOIS DERAND, L'architecture des voûtes ou l'art des traits et coupe des voûtes: traité, à Paris, chez S. Chamoisy, MDCXLIII.

GUARINO GUARINI, Architettura civile, edizione postuma a Torino, 1737; A. E. BRINCKMANN, La grandezza di Guarino Guarini e la sua influenza sull'architettura in Germania nel '700, Atti del Congresso di Cavallermaggiore della S.P.A.B.A., 1932.

(8) ogiva deriva dal latino augeo=acresco; perchè sporgeva al disotto delle volte come accrescimento di materia.

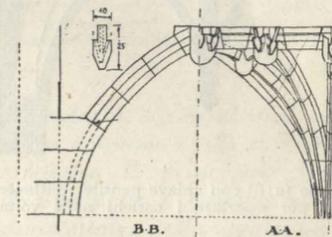
(9) A. CAVALLARI-MURAT, Le teorie della pura visibilità e l'architettura, « Atti e Rassegna Tecnica », febbraio 1957.



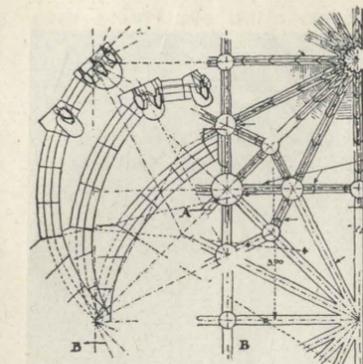
Disegno di Villard de Honnecourt, architetto del sec. XIII, risolvete la struttura nervata d'una volta mediante « liernes » e « tiercerons » (Dal manoscritto 19093 della Biblioteca Nazionale di Parigi).

scolare, attraverso la contrazione dei tendini si riesce a far comprendere la vita meccanica delle volte: « ces voûtes, ayant beaucoup de poussée, ont aussi besoin de bons arcs-boutants pour les contrebuter et maintenir en estat ».

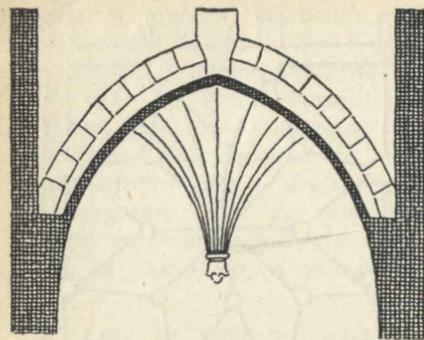
Nella realtà costruttiva quelle volte a botte che si fanno incrociare ed intersecare per rendere comprensibile il concetto di crociera, non sono mai omogenee



B.B. A.A.



Generazione geometrica ed apparecchio della volta stellare (a:4), dotata cioè ad ogni imposta di due tiercerons oltre l'ogiva. I prolungamenti dei tiercerons che formano i lati dell'ottagono prendono nome di fausses-liernes. Mentre fausses-liernes sono gli archi secondo le mediane.



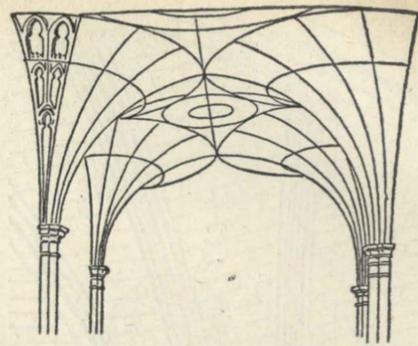
nella loro struttura interna. Scrostando gli intonaci le volte anche di modesta dimensione, e quindi per le quali non si rende necessaria la costolatura in vista, appaiono costituite da occulte nervature, l'una accosta all'altra. Si tratta dei corsi di conci lapidei o dei corsi dei mattoni; conci per lo più provvisti di curvatura; sono degli archi.

L'andamento dei corsi distingue tra loro le antiche tecniche murarie. Nella tradizione francese gli archetti dei conci hanno proiezione orizzontale prevalentemente normale agli archi d'imposta perimetrali; mentre nella tradizione anglosassone tali proiezioni orizzontali hanno andamento che tende ad essere normale alle diagonali (proiezioni delle ogive o crociere).

Differente è il modo di caricare gli archi perimetrali e gli archi diagonali. Ciò spiega la possibilità di eliminare con la tecnica anglosassone le stesse ogive giungendosi a costruire con mattoni minuscole volte inglesi a ventaglio, con superfici di intradosso lisce, ma pensabili come superfici rigate di rotazione. In una figura allegata sono rappresentate due volte a ventaglio, l'una con sommità quasi piatta e l'altra con linee di colmo molto inclinate, ed accanto sono disegnati gli schemi delle eventuali costolature che potrebbero tracciarsi a ventaglio partendo dai capitelli dei pilastri. In una rappresentazione topografica, i corsi dei mattoni potrebbero costituire delle curve di livello ad andamento circolare o pseudocircolare; le costolature invece costituirebbero delle linee di massima pendenza.

Passando da coperture di spazi di modesta dimensione alle coperture di spazi molto più ampi, necessita abbandonare il sistema a corsi occulti ed operare con le nervature appariscenti. Ciò spiega, per esempio in Inghilterra, la coerenza tra il mestiere del modesto muratore e la tecnica ardita dell'architetto organizzatore di audacissimi reticoli spaziali portanti.

Occorre perciò abituarsi a vedere mentalmente la generazione di tali reticoli spaziali portanti; ma necessita peraltro conoscerne

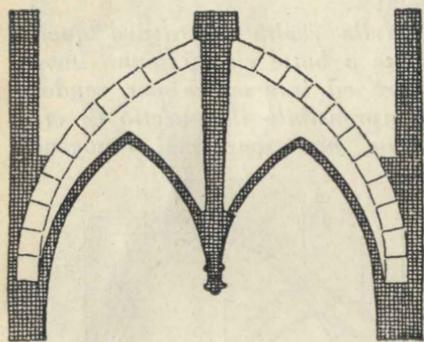
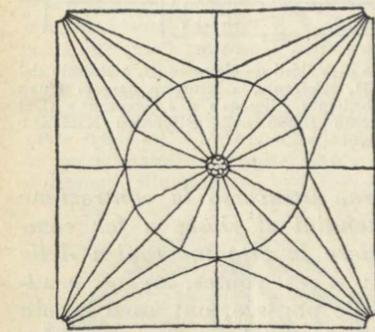
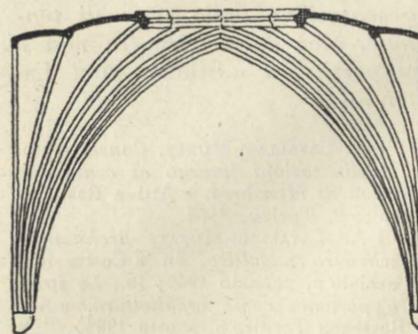
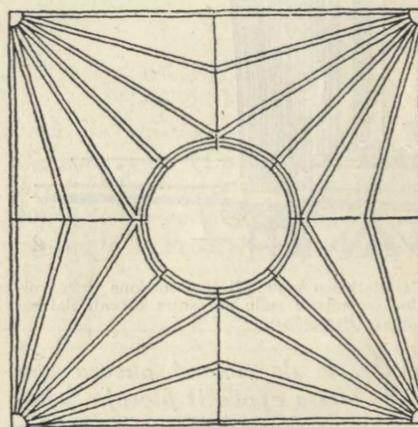


Schema generativo ( $a: \infty$ ) delle volte del Kings College.

gli elementi. Oltre alle ogive predette, che correvano diagonalmente nella maglia quadrata o rettangolare, gli antichi francesi distinguevano i tiercerons e le liernes; i primi sono costole che si spiccano dai capitelli ed hanno andamento velocemente ascendente sino a trovare la chiave di una volta secondaria in cui si sarà scomposta la grande volta che copre tutta la maglia base; i secondi, sono costole che congiungono le chiavi delle volte secondarie con la chiave della volta totale.

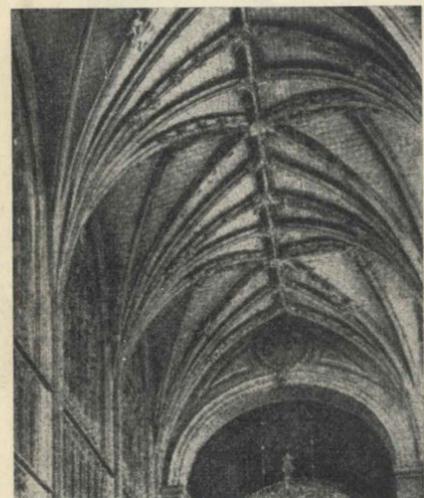
Un rarissimo disegno del secolo XIII, dovuto all'architetto Vil-

Volta dell'ordine ( $a:6$ ) che lascia il cielo aperto avendo sostituito la chiave con un anello incorniciante il foro.



Volta inglese ( $a:6$ ) con chiave pensile resistente a trazione per riportare i carichi nella volta reale.

La nervatura di colmo è continua a Notre Dame d'Alençon.



## TABELLAZIONE CLASSIFICATORIA DELLE VOLTE NERVATE

		SUDDIVISIONE AI VERTICI DI IMPOSTA					
		$\alpha$	$\alpha:2$	$\alpha:3$	$\alpha:4$	$\alpha:n$	$\alpha:\infty$
ANDAMENTO DEL PROFILO DI SEZIONE CHIAVE DI VOLTA A LIVELLO	CHIAVE DI VOLTA SOPRAELEVATA						
	CHIAVE DI VOLTA A LIVELLO						

Le colonne (verticali) della tabella contengono volte con egual numero di costole all'imposta formanti angoli al vertice della pianta che assumono rispettivamente i valori ( $a$ ); ( $a:2$ ); ( $a:3$ ); ( $a:4$ ); ( $a:n$ ); ( $a:\infty$ ). Le righe (orizzontali) differenziano gli andamenti dei profili di sezione; mettendo in risalto se le chiavi di volta sono o non sono a livello con le chiavi degli archi periferici.

lard de Honnecourt, ci mostra lo schema dei tiercerons e delle liernes necessarie a formare una copertura su una grande maglia. Come si vede l'ogiva perde importanza, trasformandosi nella parte alta in liernes e nella parte bassa in coppie di tiercerons che si impostano non ai vertici del quadrato di base, ma su intermedi capitelli idealmente collocati su un perimetro ottagonale.

Il disegno di Villard de Honnecourt ha il potere di fare drizzare nella nostra mente le nervature arcuandosi a sorreggere il peso della volta e dei suoi carichi superiori.

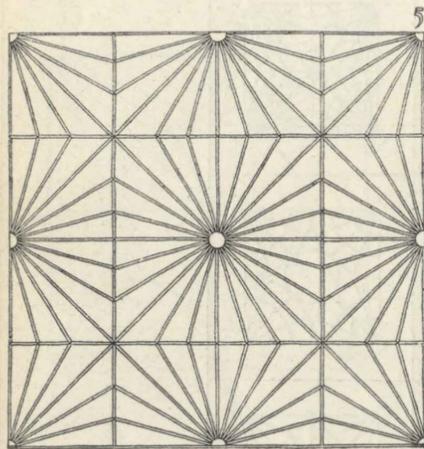
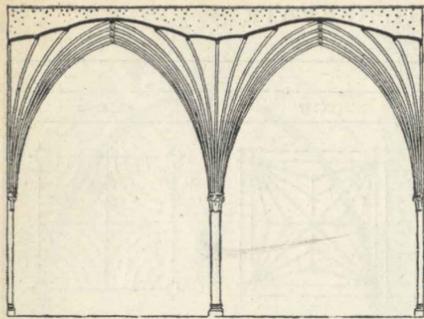
Nell'intento di conseguire altrettanta facilità d'ideazione si ritiene utile abbandonare le tradizionali tracce descrittive, confuse e non produttive; e si propone il metodo di descrivere la volta partendo sempre dalle imposte osservando il numero di

spicchi in cui vengono frazionati i vertici della maglia totale dai tiercerons. Se non vi è ogiva palese od occulta, evidentemente ci troveremo a trattare della volta a vela, che talora necessita di pennacchi per impostarsi, come nell'architettura bizantina. Quando esiste solamente l'ogiva senza tiercerons, si ha la classica volta a crociera con o senza nervatura, con colmi inclinati oppure con colmo piano. Nella allegata tavola classificatoria si sono pertanto incollate tutte le volte contraddistinte dal simbolo ( $\alpha:2$ ), significante che la nervatura che si imposta sul capitello divide l'angolo al vertice in due spicchi. In alto sono le volte che hanno l'andamento del profilo di sezione con la chiave principale di volta sopraelevata sulle chiavi degli archi perimetrali, ed in basso sono le volte con le chiavi a livello, siano esse chiavi principali o chiavi

secondarie. Nell'ultimo esempio della colonna ( $\alpha:2$ ) si è messo in evidenza il principale fenomeno di una volta a crociera con colmi orizzontali, nella quale un colmo è stato sottolineato decorativamente da una nervatura che con continuità interessa tutta la navata principale della cattedrale e

Volte ad ogiva nella chiesa di Romont (1244-1434) tra Friburgo-Losanna.





Volta nervata (a:6) del tipo detto dai tedeschi Fächergewölbe, realizzante una raffinata non modificabile trama di nervature staticamente equipotenziali.

che è collegato da altre nervature ai capitelli, ma solo nella superficie d'intradosso della principale volta a botte acuta. Talora queste nervature secondarie compaiono in ambedue le botti ortogonali come nel suggestivo esemplare di Notre Dame d'Alençon.

Allorchè (a:3), è segno che l'ogiva è scomparsa per lasciare posta a due tiercerons che hanno perciò proprio l'etimologica funzione di frazionare in tre l'angolo di vertice. Se i tiercerons avranno ad incontrarsi con delle liernes più o meno numerose si generano gli esemplari incolonnati in basso; se invece la chiave principale sarà anch'essa scomparsa, è facile intuire il comportamento meccanico reale di tali volte: sarà come dire che ad un'ogiva esile si è sostituita un'ogiva piatta, di forma fusiforme con la massima sezione nel tratto centrale e con minima sezione alle due imposte funzionanti a cerniera; la volta nasce dall'incrocio di due archi e due cerniere fusiformi con sezione ad U (una gambetta, un tratto orizzontale piatto ed un'altra gam-

betta). Anche l'ultimo esempio potrebbe ricondurre alla seguente schematizzazione della volta, essenzialmente sull'incrociarsi di due archi a tre cerniere, le cerniere apicali essendo inglobate nella chiave principale.

Le volte del tipo (a:4) sono le più diffuse in Francia e prendono il nome di volte stellari. Vi compaiono ogive, tiercerons e liernes ed altre nervature secondarie. Le nervature possono anche avere in pianta proiezioni ad andamento curvilineo e disegnare complicate figure, che ricordano le stelle ma anche i fiori a lobi multipli, che sembrano capricci decorativi, ma che hanno a pretesto della forma architettonica ben più profonde esigenze di organizzazione statica, come più oltre si dirà. Non potendone contenere che poche, la colonna (a:4) della tabella ha richiesto una ulteriore documentazione in una tavola apposita. La volta base, iniziale, è frequentemente detta volta con cinque chiavi nella classificazione seguita dal Bosc, che abbiamo scartato (10).

Le volte del tipo (a:n) sono invece più diffuse nei paesi anglosassoni, dove è anche frequente il caso che n tenda all'∞, riconquistandosi la superficie liscia continua dei ventagli o funghi.

Talora le voltine secondarie esaltano la loro profilatura arcuandosi molto od organizzandosi a loro turno come voltine a crociera con colmi molto inclinati, ed allora si hanno le volte cellulari od a diamante, verso cui vediamo acutizzarsi la curiosità ed il piacere della critica attuale (11).

S'è troncata la tabella delle generazioni geometrico-meccaniche delle volte nervate nella parte bassa dove avrebbero dovuto figurare le volte con andamento del profilo di sezione a pendenza e contropendenza, con chiavi principali di volta abbassate. Forme spiacevoli sulle quali si compiacerò gli inglesi dell'evo di mezzo

(10) E. Bosc, Dictionnaire raisonné d'architecture, Paris, 1879. La «voute à nervures avec 4 clefs pendants», sarebbe per tale classificazione il prototipo (a:3) dianzi esaminato sotto aspetto formale o meccanico più produttivo.

(11) Recensione in «Sele Arte» n. 35 del volume di VACLAV MENCL, Onze cents années d'architecture en Tchécoslovaquie, Praga, 1957.

ma più ancora i neogotici ottocenteschi e romantici.

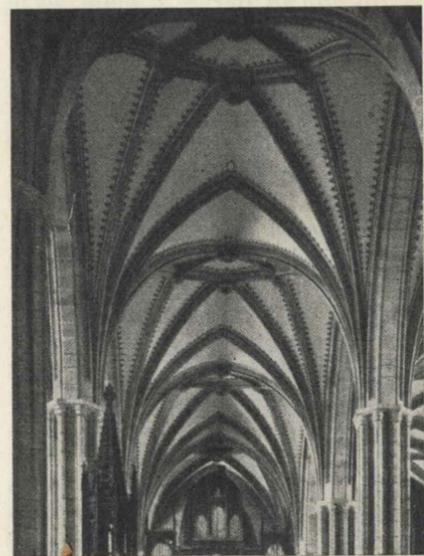
La chiave pensile è una tentazione che sorge se si ha a disposizione il materiale resistente a trazione, legname e metallo. Per gran parte tali volte concordano con le volte incomplete a cupolino aperto, usate nelle cripte e nelle torri a mettere in comunicazione vani sottostanti con quelli sovrastanti. Perlopiù si tratta di volte (a:n) dove n è 6 od 8. E nelle quali funge da vera chiave un anello lapideo.

La volta (a:n) con n grande apre la via all'ideazione dei solai a fungo, oggi molto sfruttati nelle costruzioni industriali, ma — ahimè! — con molto minor decoro e prestigio estetico delle antiche volte a ventaglio. Un raffinato esemplare antico, non modificabile senza imbruttirlo, è rappresentato in apposito rilievo qui accanto. La costola è un meraviglioso segno linguistico in mani pure e convinte che, com'è stato detto bene, «la poesia è un sogno che si fa alla presenza della ragione».

Il disegno linearistico nelle mani dell'artista gotico della maturità ha delle possibilità infinite; egli inventa anche le cosiddette volte a reticolo (à reseaux per i francesi, Netzgewölben per i tedeschi). Di esse daremo in seguito una classificazione tabellata.

Raccogliere in tabelle le molte famiglie di volte nervate gotiche,

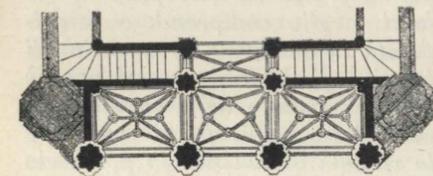
Volte stellari nel Duomo di Erfurt (sec. XIV).



significa classificarle e nel contempo suggerire un metodo che serve tanto per l'interpretazione descrittiva quanto per l'invenzione e per la riscoperta di forme storiche (12), così come la celebre classificazione del Mendelejeff fu uno strumento che permise di prevedere le caratteristiche fisico-chimiche di elementi un tempo ignoti dotati di determinati pesi atomici e valenze.

La prontezza nella cernita fa sì che uno schema geometrico possa validamente trasferirsi in forma d'arte qualora la genialità assista. Viceversa la faticosa ricerca dello schema che si adatti ad esprimere ciò che urge dentro, reinventando gli schemi di sana pianta ad uno ad uno, indubbiamente tarpa le ali della fantasia e del sentimento.

Quando l'autore della Cattedrale di Bourges adottava lo schema



Voltine a stella nel ponte (jubé) della Cattedrale di Rodez (1468-78).

delle ogive gettate attraverso a due maglie anziché ad una sola maglia compiva un prodigioso atto di coraggio, che è il coraggio dell'artista conscio delle possibilità tecniche della realizzazione costruttiva ma ben più certo dell'effetto realizzabile in contrapposizione con la tradizionale impostazione delle crociere come si vede ad esempio in Santa Croce di Firenze. Bene è stato detto che nell'esempio di Bourges si ha un singolare effetto di alleggerimento apparente dei volumi architettonici (13).

In un certo senso, avrebbe ragione chi disse, antilodoliamen-

(12) A. CAVALLARI-MURAT, Classificazioni dei materiali e delle opere in base al concetto di individualità costruttiva, «Atti e Rassegna Tecnica», Torino, ottobre 1952; Id., Problemi attinenti alle classificazioni dei materiali da costruzione, «Atti del Congresso di Metodologia», Torino, dicembre 1952.

(13) A. E. BRINCKMANN, Giotto bis Juvarra, ewige Werte italienischer Kunst, Hamburg, 1940.

te, che «l'architecture c'est l'ornement construit» (14). In architettura le forme non debbono essere soltanto la manifestazione sensibile o la rappresentazione plastica delle forze costruttive, ma agenti essenziali del loro determinarsi e del loro organizzarsi in sistemi equilibrati (15). Come per i più recenti architetti strutturalisti operanti con il cemento armato o con le carpenterie metalliche, così per i costruttori gotici, la ricerca tecnica non sarebbe altro che ricerca formale. In tale accezione estetica non può esistere contraddizione tra costruzione e architettura, come giustamente ha detto Argan (16).

Le forme delle volte stellari sono segni di un linguaggio astratto di superbe possibilità. Sono segni di specialissimi e magici ideogrammi, per cui l'artista usa ecletticamente tecniche apparentemente diverse nello stesso istante del discorso poetico. Nel jubé della Cattedrale di Rodez (1468-1478) su quattro volte da porre in opera una è del tipo (a:2), una seconda del tipo (a:3) e le altre due del tipo (a:4). Così come nella composizione sinfonica si utilizzano le tecniche del plettro e dell'arco, del clavicembalo e degli ottoni.

Nella Cattedrale di Amiens, iniziata nel 1220 dal «maître d'oeuvre» Robert de Luzarches utilizzando monotonamente tutte volte a crociera, un anonimo artista inserisce nel 1529 una volta stellare all'incrocio della navata centrale e del transetto; la gemma che ravviva con misurato accenno polifonico il canto gregoriano iniziale. Nella Cattedrale di Condom è invece dominante ed esclusiva la chiave polifonica.

Invero infinite sono le variazioni nel tema delle volte stellari. Osserviamo le già viste volte (a:4) e quelle altre variazioni del tema (a:4), che insieme radunate,

(14) Sembra l'abbia detto il costruttore di chiese in cemento armato Auguste Perret.

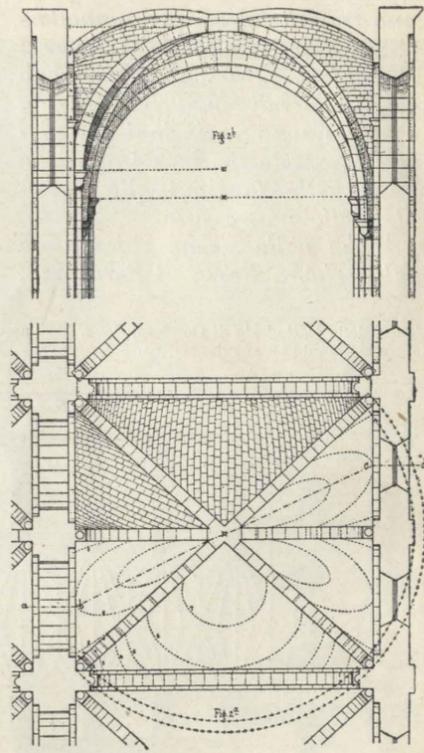
(15) Ricordasi a proposito della polemica lodoliana: A. CAVALLARI-MURAT, La polemica rigorista del padre Lodoli per la finalità funzionale delle forme architettoniche, «Atti e Rassegna Tecnica», gennaio 1957.

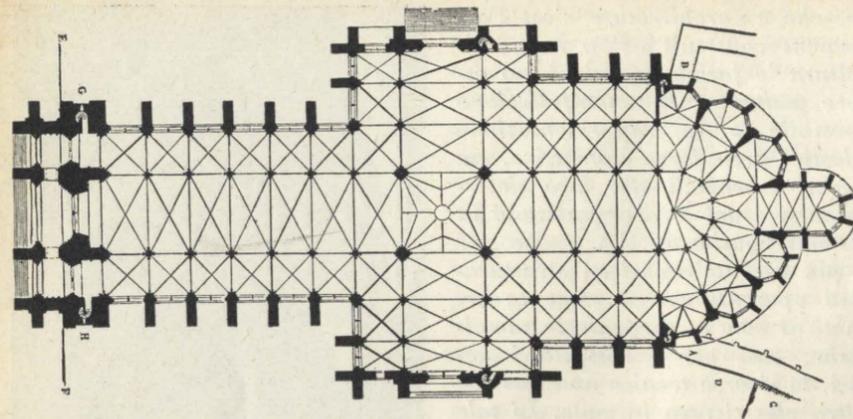
(16) ARGAN, Pier Luigi Nervi, Edizione il Balcone, Milano, 1955.



Nella Cattedrale di Bourges l'ogiva interessa due maglie, producendo un singolare e sconcertante effetto di alleggerimento apparente (da una fotografia del Brinckmann).

Nello stile di transizione tra romanico e gotico ha frequente impiego l'ogiva gettata attraverso due maglie in modo che la chiave della volta coincide con la chiave dell'arco di timpano mediano. Particolare cura necessita l'apparecchio delle voltine secondarie e le relative curvature, in base alle quali nascono le curve di livello segnate con punteggiate.





Pianta della Cattedrale d'Amiens iniziata nel 1220 dal « maitre d'oeuvre » Robert de Luzarches, ma continuata e riedificata in più parti sino al 1529. All'incrocio tra il transetto e la navata centrale l'unica volta stellare, gemma ornata che denuncia una fattura tarda ed un gusto sontuoso ma misurato.

sembrano più schemi per decorazioni di cancelli e vetrate, che non piante di strutture effettivamente e razionalmente portanti.

La prima riga (orizzontale) svolge prevalentemente un tema che in pianta è ricondotto a geometrie rettilinee; l'ultimo esemplare, preziosissimo trovati nel Rathaus di Breslavia. La seconda riga invece predilige temi che in pianta si risolvono con geometrie curvilinee. Quei motivi vanno visti nello spazio; le ogive biforcute son davvero percorse da flussi di forza deviati nelle coppie di archetti che raggiungono poi le chiavi degli archi periferici di imposta, mentre i tiercerons svolgono tragitti falcati per rannodarsi, senza o tramite delle liernes, alle chiavi principali. Sembrano motivi floreali quadrilobati, ma in realtà sono proiezioni sul piano orizzontale di linee isostatiche simili nelle funzioni alle trabeccole delle nostre ossa.

Anche nella strana volta usata nella celebre Borsa di Saragozza,

il motivo più palesemente di ispirazione decorativa, nonostante il compiacimento per temi floreali, può venire ricondotto ad un tracciato di costole meccanicamente disimpegnanti il loro ordinato lavoro di portanza se idealmente prolunghiamo i tratti dotati di flesso a raggiungere anch'essi i capitelli. Le linee punteggiate dimostrano che trattasi di una volta pseudo ( $a:4$ ) mentre in realtà deriva da una ( $a:6$ ) nella quale siano stati omessi due tiercerons e la loro azione demandata per breve tratto alla struttura lamellare delle volte secondarie nel tratto dove sono più controventate ed esenti dal pericolo dei fenomeni di instabilità laterale.

Certamente il penultimo schema, ch'è quello delle volte delle navate laterali della Chiesa di Anneberg in Sassonia, è più convincente, ed i rami delle nervature si sciolgono in itinerari logicamente controllabili, anche nelle biforcazioni, quantunque non siano più materia di tecnica ma so-

stanza pregnante di poesia e di musica.

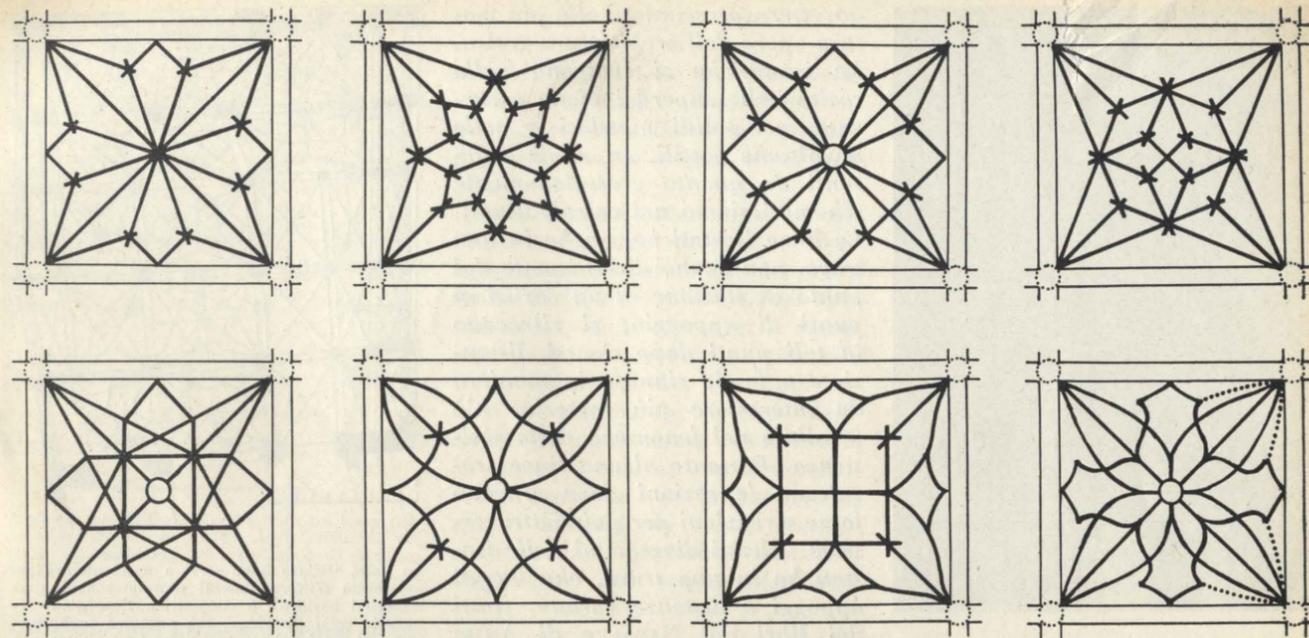
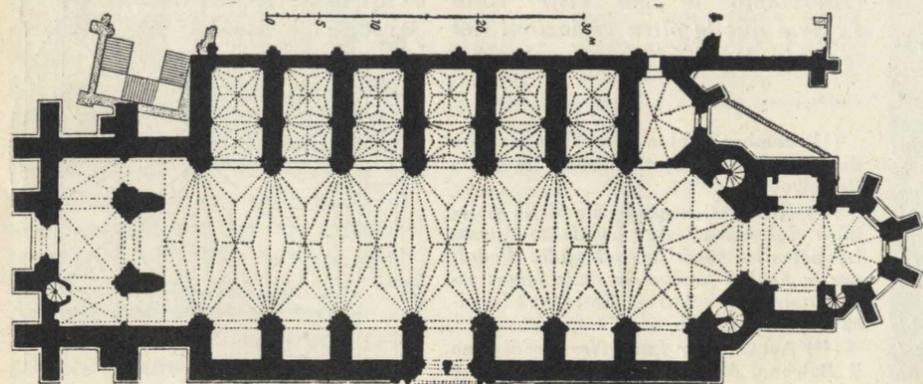
La tecnica costruttiva necessitava d'una notevole perizia nel tracciamento. Non sempre, quantunque si ha ricordo che gli architetti amassero ricorrervi, bastava il modellino a risolvere il problema di aiutare la fantasia e quello di trasmettere l'idea agli esecutori. Occorreva sezionare con piani, proiettare su superfici, comporre intersecando solidi specialissimi. Forse non a torto vien fatto di sospettare che la straordinaria carica di problemi geometrici affrontati in sede pratica verso la fine del secolo XV abbia creato l'ambiente propizio alle imminenti geometrie analitica, descrittiva e proiettiva.

Era un meraviglioso mondo figurativo. Proiezione sulla materia di una civiltà di altissime qualità. Tanto entusiasmante ancor oggi, per noi che lo riscopriamo, da farci meglio comprendere le difficoltà incontrate e le quantità di lustri e di decenni occorsi perchè il Rinascimento della classicità lo cancellasse appieno. Si disse che la ventata umanistica lo portò via perchè ormai era un mondo decadente, avvolto nei manierismi.

Ma sono davvero manierismi e virtuosità accademiche, queste profusioni di sognanti e sempre nuovi cieli che ogni importante edificio si compiaceva di raccogliere? È maniera la fervida fantasia orchestrata nel Castello di Meissen? Nel jubé della Cattedrale di Albi? Nella Chiesa di Maria a Danzica, già dell'inizio del Cinquecento? Nella trasformazione delle volte in Santa Croce di Gnind? Nel Santo Stefano di Vienna?

In grande ed in piccolo, il diletto per la musica astratta fattasi pietra, risolve i problemi congiunti della tecnica e dello spirito. Come avrebbe potuto risolversi nel tempo l'ingrandimento organicamente senza programmi simmetrici del S. Jean au Marché à Troyes? Come avrebbe potuto trovare unità così energica la monotona pianta della collegiale di Moulins, se non per una maturità di stile non ancora dimostrata? Mentre altre vol-

Pianta della Cattedrale di Condom, dove, per l'assenza del transetto, le sei volte stellari costituiscono la predominante chiave decorativa.



ALCUNE VARIAZIONI NEL TEMA DELLA VOLTA STELLARE (a:4).

te, in altri cicli storici, è intera la parabola con il suo tratto ascendente e quello discendente, qui la seconda parte della parabola, quella discendente, non ebbe svolgimento; perchè il gusto cambiò strada prima di lasciarci assistere alla decadenza.

La sciatteria, ch'è il primo sintomo dell'allentamento stilistico, non ha quasi mai tempo di svilupparsi perchè sempre nuovi problemi si affacciano ed urgono chiedendo soluzione.

Ecco uno di tali problemi che certo non poteva presentarsi a Meissen nella tortuosa e frammentaria planimetria generale. L'accostamento di più maglie, longitudinalmente percorrendo le navate e trasversalmente passando da una navata all'altra, pone il problema della collaborazione statica delle volte confinanti e la conseguente unitaria impostazione geometrica. Il problema è tanto più sentito quanto meno si ricorre a massicci muri di separazione tra vano e vano, riducendo arcs doublaux ed arcs formeret alla minima consistenza. Guardiamo la pianta del Santuario di Saint Nicolas du Port a Meurthe et Moselle, la pianta della Cattedrale di Schneeberg in Sassonia, la pianta della chiesa di S. Anna ad Anneberg. La visione d'insieme dei tracciati delle nervature a cavallo tra maglia e maglia è ne-

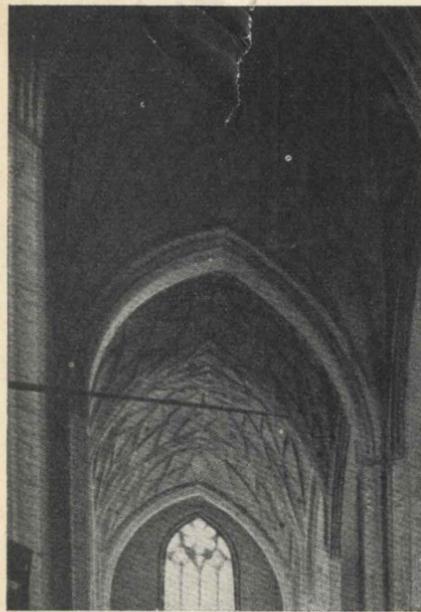
cessaria alla comprensione del tema artistico compositivo ed anche alla valutazione della statica delle arditissime strutture.

Alcune nervature scappano da una maglia in un giro che sembrerebbe esplorativo nelle maglie confinanti; alcune modanature

nate negli archi di perimetro sconfinano intrecciandosi con quelle di archi impostati ortogonalmente a quelli d'origine; alcune colonne tortili, recuperate dopo un lungo abbandono, assumono altri significati, per esempio quello della torsione impressa da un equili-

Volte stellari nella Borsa di Saragozza. Il disegno decorativo sembra dimenticare l'originaria impostazione statica cancellando tratti di nervature, che porrebbero tale schema nelle volte a:6 anziché nelle a:4. I tratti omessi risultano punteggiati nello schema finale della tabella precedente, relativo alle variazioni nel tema a:4.





La fine composizione dei reticoli delle volte della Marienkirche di Danzica (XV secolo).

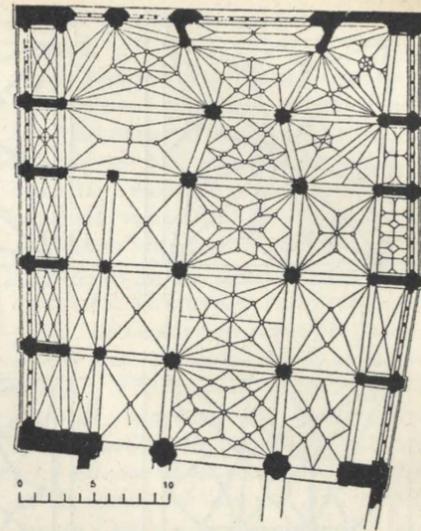
brio incompiuto in sommità tra le nervature delle volte.

Se la nostra memoria ci riporta alle esperienze in tema di stati di tensione indotti da un punzone su una lastra, alle figure di Krüger per esempio, che hanno andamento non radiale alle origini nei bordi del punzone, forse rinascono le intuizioni meccaniche che

dovettero prescindere alle più mature opere dell'architettura gotica. Le isostatiche si svolgono nella realtà nelle superfici piane e curvate, nei solidi massicci e nelle membrane sottili, in modi differenti da quanto grossolanamente schematizziamo nei calcoli usuali. Le linee isostatiche, anche in una trave, non vanno direttamente dal punto di stazione di un carico ai punti di appoggio; si ritrovano in tali punti dopo essersi distanziate a fascio sinuoso in maniera da interessare più materia ch'è possibile nel fenomeno della resistenza. Pertanto alcune linee scavalcano le sezioni dove gravano forze e reazioni per poi riattraversarle. Alcuni diagrammi delle isostatiche in una trave, che ha gli appoggi a distanze variate, tratti dai libri del NADAI e di AKIRI MIURA<sup>(17)</sup> ci presentano problemi analoghi a quelli sospettabili nelle volte membranali appoggiate a vincoli puntiformi e caricate nella zona della chiave principale.

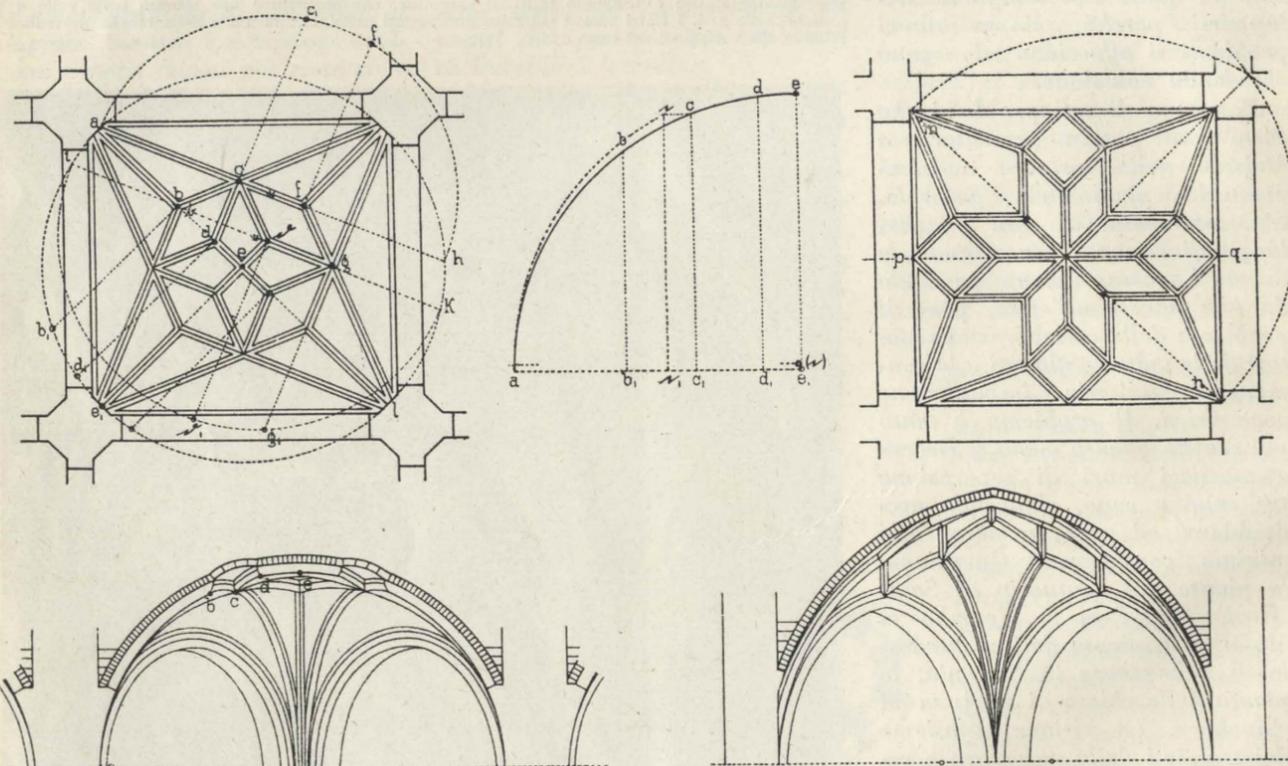
Si osservi lo schema delle volte della Chiesa dei Jeronymi a Belem presso Lisbona. Gli storici dell'arte si entusiasmarono perchè

<sup>(17)</sup> NADAI, *Der Bildsame Zustand der Werkstoffe*, Berlin, 1927; AKIRIMIURA,

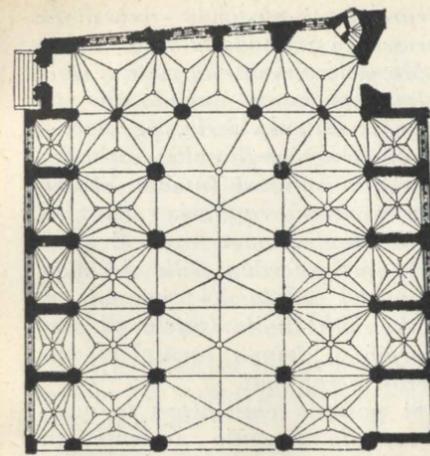


La volta stellare bene servi a nascondere l'impossibilità d'ingrandimenti secondo schemi planimetrici basilicali o simmetrici. Espansione libera in ogni direzione, ma organica orchestrazione di spazi nel Coro di Saint Jean au Marché a Troyes.

ricordavano giganteschi palmizi; lo storico della tecnica è invece sedotto dal fatto che gli archi di divisione tra maglia e maglia non sono a sezione costante, ma bensì sono delle voltine fusiformi. Così come le coppie di travi poste in un noto esempio di solaio nervato in cemento armato. Il coevo esemplare di Anneberg sviluppa

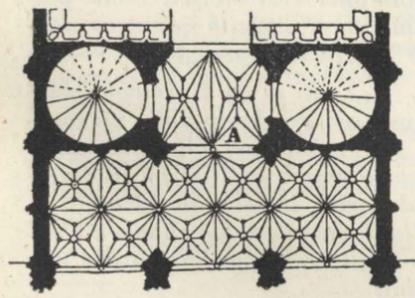


Volta stellare del palazzo del Consiglio a Breslavia, a sinistra con la sezione *al*, e volta a reticolo pseudostellare, a destra, con la sua sezione *mn*.



Unitaria composizione, orchestrata sul tema delle volte stellari nel 1468 dagli architetti dei duchi di Bourbon, nella collegiale di Moulins (Allier).

in modo più estroso il tema delle isostatiche. Ed ancor più tale fenomeno è messo in risalto dalle nervature della volta della sala di Vladislao II nel Castello di Praga, costruita anch'essa a cavallo tra il Quattro ed il Cinquecento. Quelle nervature furono e sono tuttora ritenuti giochi decorativi, assurdamente intricati, decadentisticamente arbitrari; ed invece rispondono all'intuizione meccanica più raffinata cui potè pervenire in un esperimento collettivo e metodico una intera generazione di architetti. La fotografia ne mostra l'aspetto meraviglioso, che però è da immaginarsi nel primitivo assetto perchè attualmente disturbato dalla insensibile — e quella davvero assurda — decorazione pittorica dei tempi successivi. Interessa osservarne lo schema planimetrico intricatissimo, ma che diventa improvvisamente semplice se riusciamo a seguire il principale tracciato, sottolineato dalla schematizzazione sommaria disegnata a de-



Ponte o tramezzo (*jubé*) nella Cattedrale di Albi (a. 1500 circa) con decorative voltine stellari orchestrate in superba composizione.

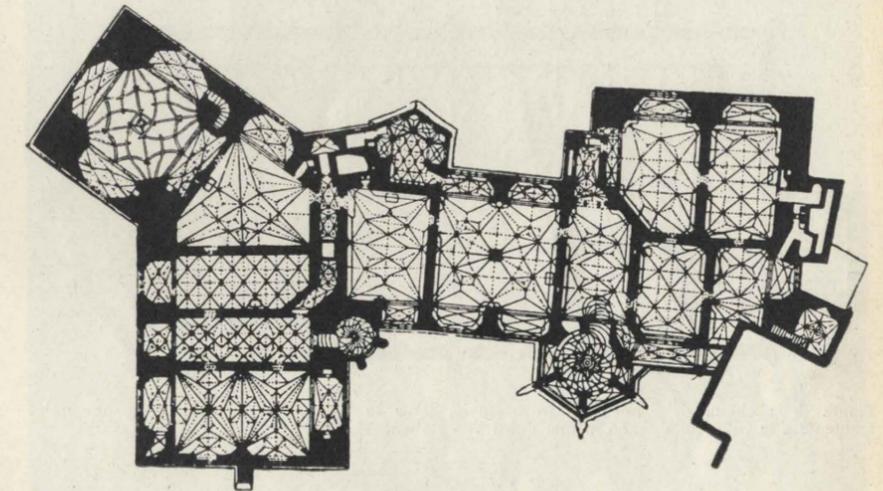
stra dov'è la proiezione di un complesso di quattro fasci di pressibili isostatiche partenti dalla chiave principale, immaginata caricata, e discendenti ai quattro pilastri posti ai vertici della maglia.

Sconcertante coincidenza o calcolata ideazione formale? Ecco un quesito su cui si dovrà ancora molto indagare anche in fase sperimentale, dato che oggi i mezzi strumentali li abbiamo, ma che certamente illumina di nuovi colori la valutazione critica delle opere di quel tempo radioso. E ciò anche senza lasciarsi eccessivamente trascinare su un terreno di spunti ideativi che taluni temono costituiscono pericolosi equivoci tecnicistici nel campo dell'arte.

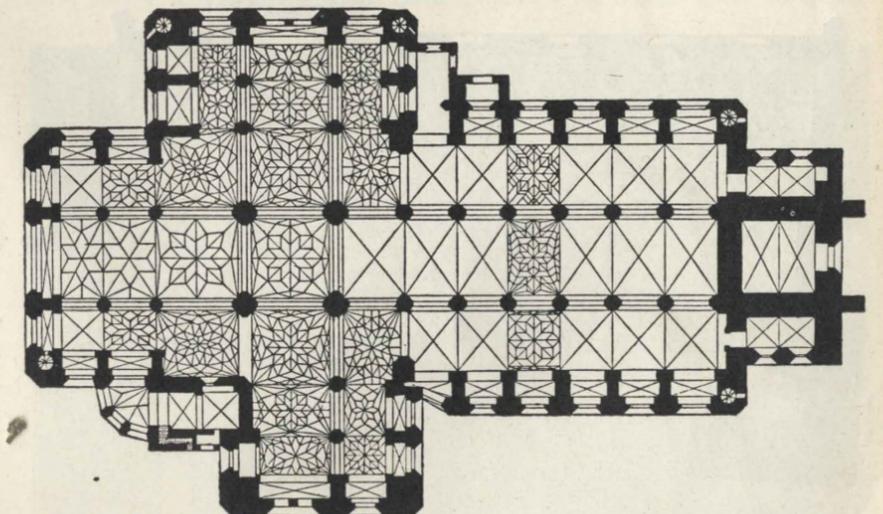
Altro gruppo di problemi che urgono intorno alle coperture gotiche di ampi spazi gravita sulle volte a reticolo, delle quali poco si parla nei trattati d'architettura tecnica e nelle storie dell'arte.

La volta a reticolo può nascere come derivazione delle volte stellari allorchè s'impostano sulle ogive e sui tiercerons degli altri archi non nascenti dalle imposte.

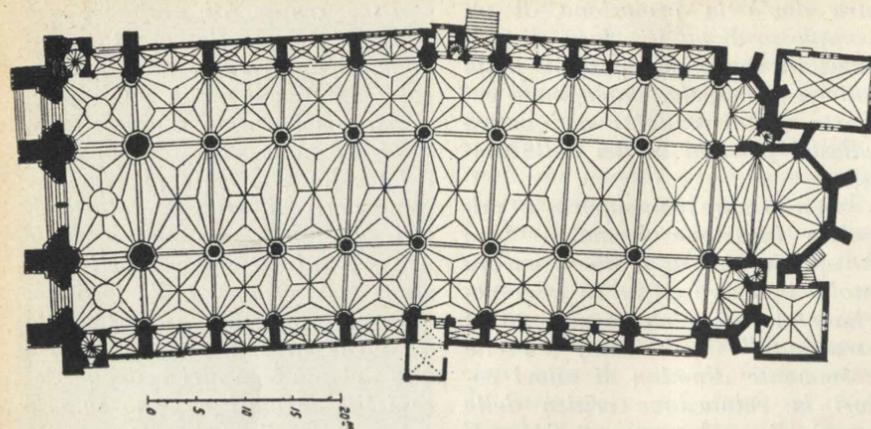
La volta nel tinello del Castello d'Issogne in Val d'Aosta è forse uno dei più semplici reticoli; dai capitelli angolari nascono solo le ogive, le quali vengono attraversate da archi contenuti in piani verticali paralleli a quelli delle ogive ma impostati su capitelli situati nelle mezzarie delle pareti e taglianti le ogive alle reni. È di una



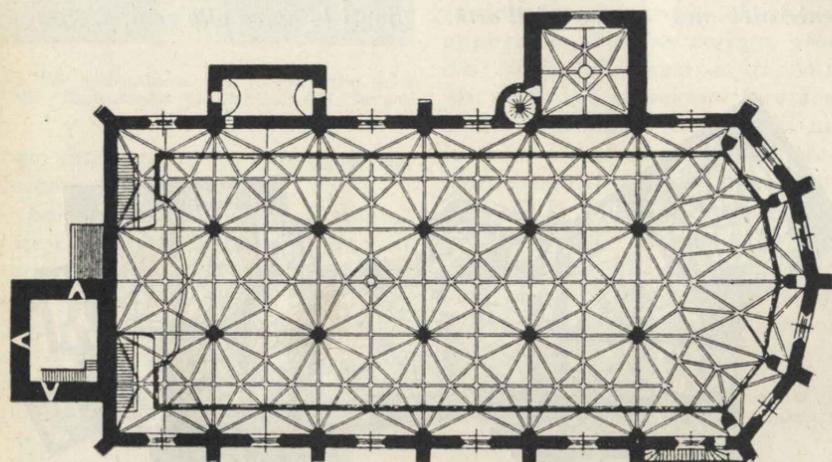
La più fervida fantasia e la più raffinata orchestrazione architettonica nelle volte del Castello di Meissen.



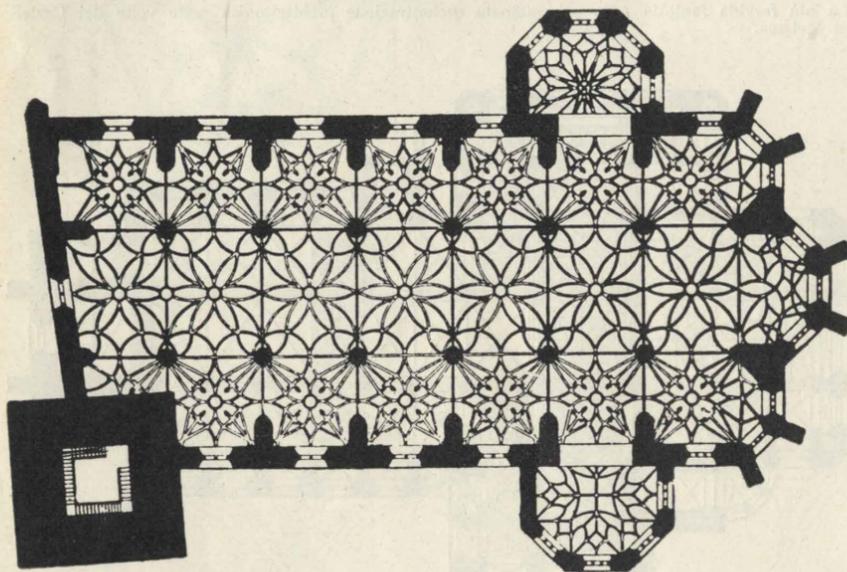
La planimetria della Chiesa di Maria a Danzica con la proiezione delle nervature delle volte complicatissime innalzate all'inizio del quindicesimo secolo.



Il Santuario di Saint Nicolas da Port (Meurthe et Moselle) con la strana curvatura dell'asse longitudinale. Architettura singolarmente unitaria nella generale composizione seguita dal 1494 al 1530.



Pianta della chiesa di Schneeberg in Sassonia, dove le tre navate si fondono in un unico ambiente e le volte collaborano in una unica vita statica.



La Chiesa di S. Anna ad Annaberg costruita tra il 1499 ed il 1520 da Barthel von Durbach e Konrad von Buttigen. La visione d'insieme dei tracciati delle nervature è necessaria alla comprensione della composizione architettonica e della statica delle arditissime strutture.

sorprendente eleganza ed è di espressività immediata.

Ma generalmente la volta a reticolo viene usata quando di più volte inserite in serie, per esempio nella catena di volte costituenti una navata, si intende creare una continua unitaria struttura architettonica e tecnica. È sempre opera tarda, dalla seconda metà del secolo XV in poi. A Dinkelsbühl nella Chiesa di San Giorgio si hanno esemplari numerosi e raffinati.

Si possono classificare le volte a reticolo tenendo presente un concetto di generazione formale che contempla nervature contenute in piani verticali variamente inclinati rispetto al piano verticale assiale della navata; tali piani possono contenere nella stessa maglia l'asse del pilastro su cui imposta il primo arco trasversale normale (esistente o immaginario) ed un punto dell'arco trasversale finale (anch'esso esistente od immaginario). In calce alla grande tabella allestita appositamente sono tre assonometrie esplicative; nel primo caso il punto prescelto nell'arco terminale della maglia è collocato nella zona renale anteriore; nel secondo caso il punto è nella zona di chiave; nel terzo caso è nella zona renale posteriore; potrebbe anche prevedersi il caso di un punto collocato in corrispondenza del pilastro posteriore, ed allora si ricadrebbe nel tracciamento di una normale ogiva declassata al rango di nervatura obliqua dell'ordine ennesimo previsto in quella volta. Le traccie dell'intersezione tra la superficie cilindrica della botte fondamentale e tali piani verticali obliqui sono indicati punteggiati nelle tre piccole assonometrie dimostrative e costituiscono assi di nervature che realmente si incontrano nei vari molteplici casi storici. Sono pertanto state allestite quattro colonne (verticali) raccoglienti:

I, i casi in cui il reticolo principale sia dominato dalle diagonali intrecciate con altre nervature (per esempio in I<sub>1</sub> si ha la diagonale ogiva intrecciata ad archi obliqui che vanno da chiave a chiave degli archi periferici della maglia);

II, i casi in cui predominano nervature che vanno dai pilastri

alle zone renali anteriori (nelle ultime righe orizzontali, la terza e la quarta, dal pilastro partono per intersecare la maglia due o tre nervature oblique, che ricordano la generazione delle volte stellari, ma si tratta di analogie formali e non di reali appartenenze a quei tipi; tali tipi spuri vengono chiamati volte pseudo stellari e già s'è incontrato un esemplare del genere, il III<sub>1</sub>);

III, i casi in cui dominano le costole che vanno dai pilastri alle zone di chiave;

IV, i casi del raccordo tra i pilastri e le reni posteriori.

Poi vengono altre possibilità di generazione geometrica:

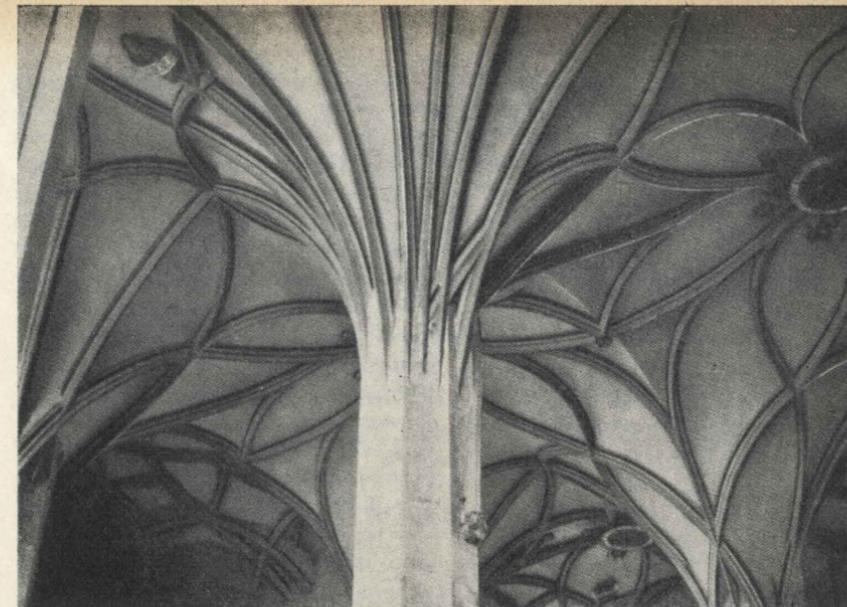
V, congiungimento di punti caratteristici (reni o chiavi) degli archi longitudinali di perimetro delle maglie con altri punti di archi simili o degli archi perimetrali trasversali;

VI e VII, congiungimento di punti caratteristici degli archi trasversali periferici con altri punti caratteristici di archi trasversali intermedi realmente tracciati sulla volta. Di tali piani intermedi utili al tracciamento s'è messo in evidenza la proiezione sul piano orizzontale mediante punteggiature esterne alle maglie. Tutte le figure delle colonne VI e VII hanno la presenza di una, tre, cinque piani trasversali ortogonali intermedi. Ma questi piani ortogonali intermedi compaiono anche nelle righe basse delle prime colonne, perchè, tali righe contemplanò, come s'è già detto forme spurie o composite; per cui potrebbe istituirsi una legge di reciprocità tra VI<sub>2</sub> e II<sub>3</sub>.

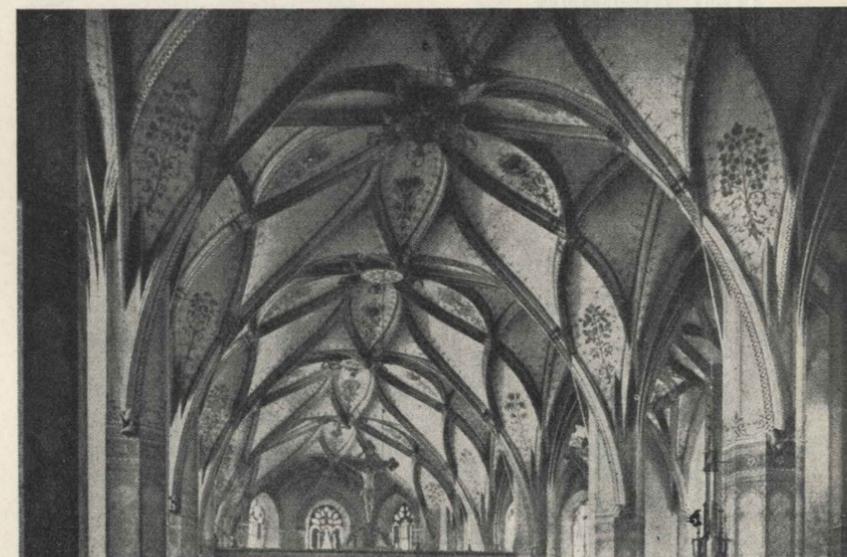
Per comodità del disegnatore si sono riportati dal Viollet-le-Duc e dallo Egle<sup>(18)</sup> due tipici tracciamenti con le relative figure di ribaltamento. Si tratta di volte rilevate nelle Chiese di Saint Florentin (Yonne) e nell'Oratorio di Maulbronn, città più volte citata, che è una miniera di idee di reticoli spaziali tecnicamente interessanti ed artisticamente vellevoli.

Le piante delle Chiese di Saint-

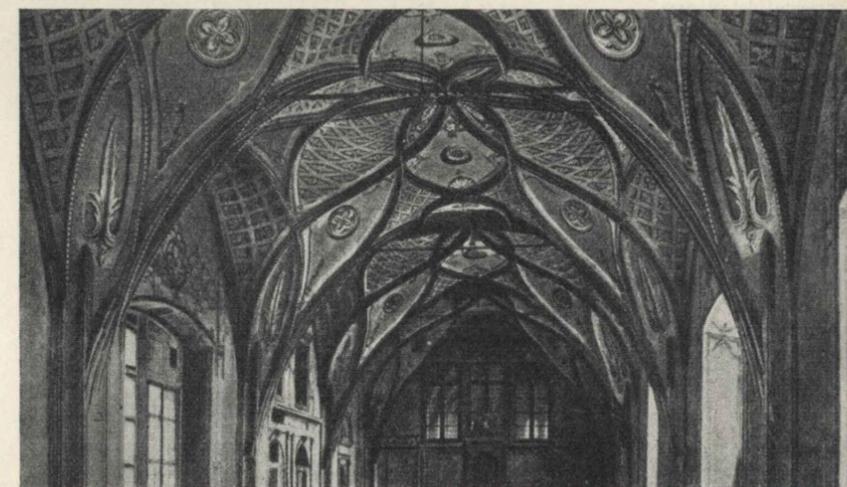
(18) EGLE, *Baustil- und Bauformenlehre auf geschichtlicher Grundlage*, Verlag Wittwer, Stuttgart.



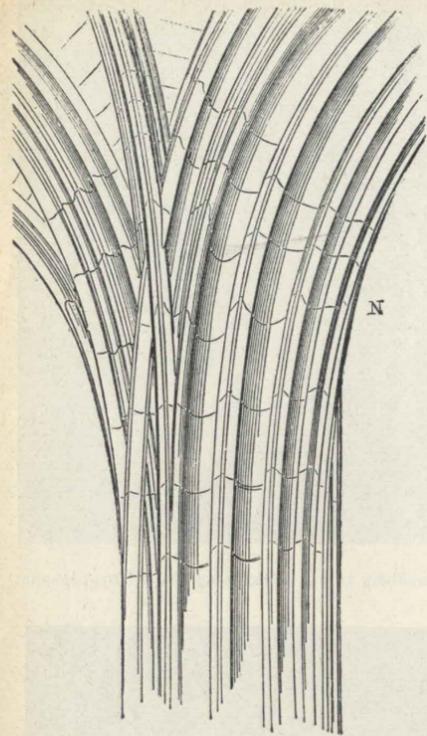
Particolare delle volte della chiesa di S. Anna ad Annaberg in una felice fotografia del Brinckmann.



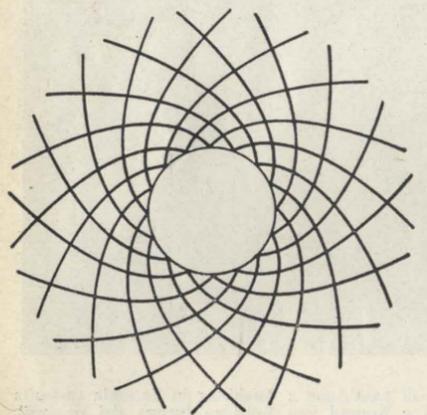
Volta stellare con nervature curvilinee nella chiesa di Sant'Anna a Annaberg in Sassonia costruita tra il 1499 ed il 1520 da Barthel von Durbach e Konrad von Buttigen (prima dei restauri).



Volta della sala di Vladislao II nel Castello di Praga, costruita a cavallo tra i secoli XV e XVI, imbruttita da decorazioni pittoriche tarde ed assurde che velano il gioco statico delle costolature.



Modanature di un arco che sconfinano tra le modanature di altro arco.



Spirali logaritmiche ortogonali come linee di scorrimento (dal NADAI).



Solaio piano (1951, Nervi) con nervature ad andamento isostatico.

Thiébaud a Thann (Haut-Rhin) con volte a reticolo della fine del secolo XIV (mentre le volte stellari delle parti aggiunte sono del 1431) e della Rathaus di Breslavia al primo piano, del sec. XV, dimostrano quale impianto unitario può conferirsi ad una architettura mediante questo tracciamento di reticoli, che corrispose per tanto tempo ad una tecnica abbastanza corrente, come sarebbe il nostro cemento armato ordinario pel quale esistono specialisti che non fanno altra professione che predisporre le armature metalliche e le loro piegature sul disegno architettonico d'altri. Allora invece quel mestiere semplice di organizzare le linee di forza resistenti nella volta non poteva esimersi dall'impegno di fare architettura, e perciò di sognare per fare sognare.

Sia detto a titolo di distrazione, tra parentesi, che quelli erano tempi da invidiare; s'avevano uomini le cui cognizioni tecniche non erano impari a quelli del cristallologo, ma mentre oggi la cristallografia è uno strumento freddo che si pone tra l'uomo ed i minerali e che non esce da tale ristretto rapporto, invece all'epoca gotica tutta quella geometria applicata, che nasceva tra l'uomo ed i suoi mezzi tecnici della costruzione, poteva uscire dal rapporto di mestiere e superare la funzione di strumento animandosi e prestandosi a diventare commossa e commovente immagine di mondi culturali e spirituali. Lo spirito del tempo spigolava tra quella geometria per farne incan-

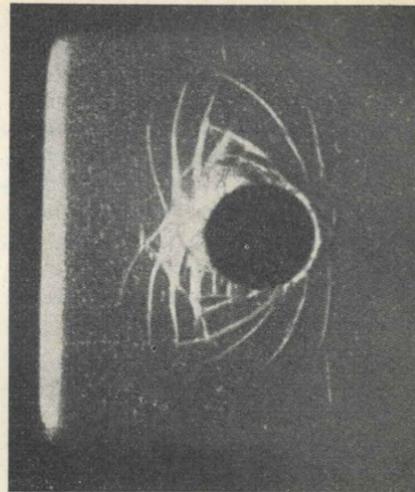


Figure di KRÜGER, linee di scorrimento in una piastra di ferro compressa da cilindretto.

descente materia sulla quale stampare il proprio volto. E le collettività e gli individui del tempo, organizzando opere d'arte che potrebbero dirsi autoritratti collegiali ed individuali insieme, cantavano una musica ed una poesia astratta ben più pregnante di significazione degli aridi giochetti formali nei nostri artisti astrattisti dietro ai quali non esiste la corale collaborazione della società e l'ac-



Colonna tortile del periodo gotico (XV secolo) nella Cattedrale di San Biagio a Brünswick.



Le volte stellari della navata centrale della chiesa dei Jeronymi a Belem presso Lisbona, compenetrata con quelle delle navate laterali. Dal connubio scompaiono gli archi di imposta periferica, sostituiti da voltine fusiformi. E celebre capolavoro dell'arte portoghese manuelina, da re Emanuele I (1495-1521).

cumulazione di elaborazioni sufficientemente mature.

Osservando e contemplando queste architetture gotiche si afferra il significato di civiltà della maturità delle idee. Confrontiamole con le poche, e pur benedette, aspirazioni strutturaliste all'arte realizzate in cemento armato nelle volte sottili e nelle volte corrugate, e non potremo nasconderci quanto primitivamente rozze siano le opere del nostro tempo.

L'entusiasmante catarsi che ci prende il cuore e la mente nell'interno della Chiesa di S. Giorgio a Dinkelsbühl è stata preparata filtrando idee e forme negli anni che vanno dal 1448 al 1492.

S'è detto che un profondo compiacimento della mente risuona assieme alla gioia del cuore. Sia che si tratti di Zellenwölbe o di Netzgewölbe, cioè di volta cellulare o di volta a reticolo, quei piccoli diaframmi più o meno concavi che riempiono irrigidendole le minuscole maglie del reticolo delle nervature, comunque sia la volta lapidea così organizzata è sempre struttura esilissima; è un foglio di materiale che forma ombrello sugli spazi sottostanti; è una lamina del minimo spessore pensabile. La leggerezza di tali coperture non è raffrontabile con quella delle volte romane e bizantine e romaniche e rinascimentali e barocche. Il peso delle volte pervenne ad un minimo ed un minimo sarà sempre, anche se coi progressi della nostra scienza delle costruzioni intendessimo intraprendere una gara di record con i

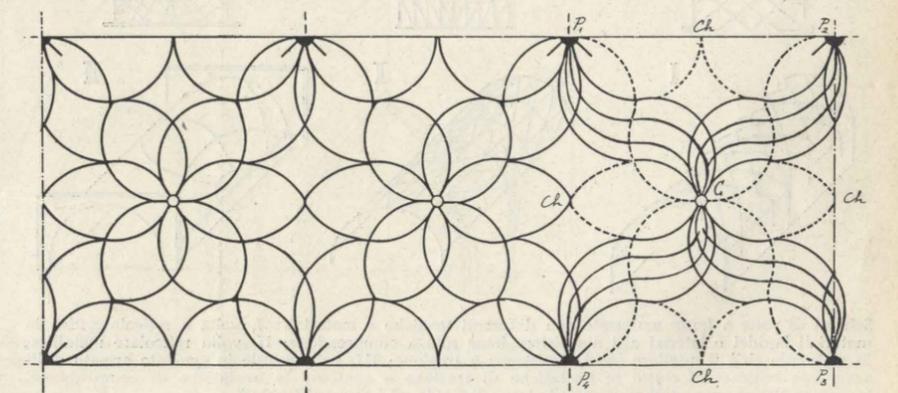
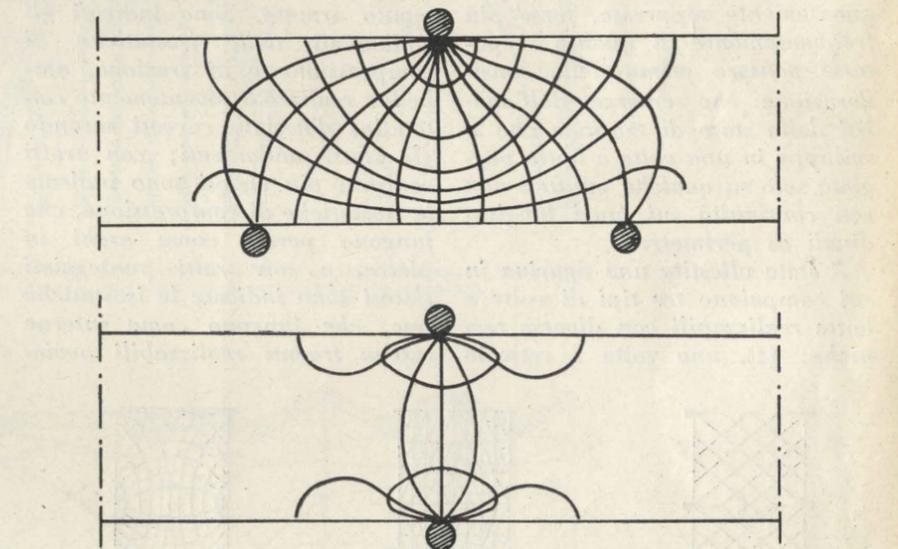
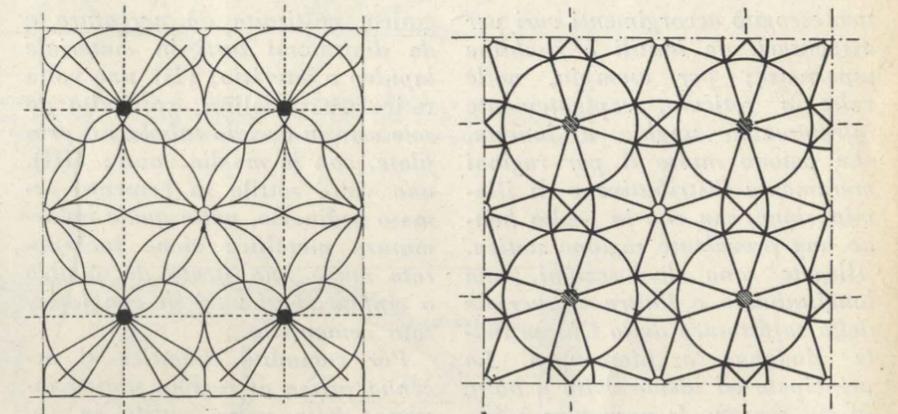
gotici, utilizzando gli stessi materiali che loro usavano, pietra e mattone, senza traccia di metallo.

Un semplice discorsetto ci convincerà che i gotici non potevano utilizzare una minore massa di materiale di quella usata, che la sfruttarono con fiducia superiore

a quella avuta nella resistenza della pietra e del laterizio in ogni altra epoca, che il materiale lapideo o laterizio non misero in opera nei punti e nei modi in cui non potesse resistere bene.

Laddove pietra o laterizio lavorerebbero male l'architetto go-

Volte stellari compenetrato reciprocamente nella chiesa di S. Anna ad Annaberg (a sinistra in alto) e nella chiesa dei Jeronymi di Belem presso Lisbona (a destra in alto). Le linee isostatiche in una trave semplice con appoggi lontani od avvicinati sino a coincidere. Si noti la deviazione sinuosa di tali linee dalle rette congiungenti i punti di appoggio ed i punti di stazione dei carichi. La pianta della sala di Vladislao II a Praga con a fianco i tracciati presumibili delle isostatiche, tra le quali l'architetto ne ha scelte due, quelle perimetrali della fascia interessata dal flusso delle tensioni di compressione.





Volta ogivale nel Castello d'Issogne in Valle d'Aosta. Le diagonali sono tagliate da archi impostati sulle mezzarie delle pareti.

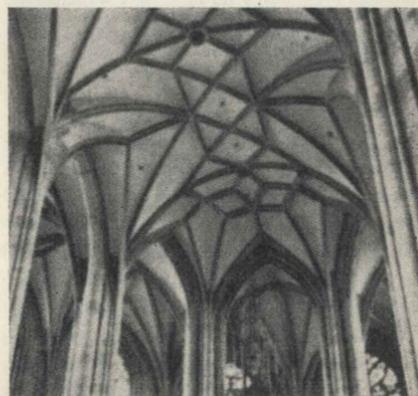
tico escogitò accorgimenti vari per dispensarli da inutili e rischiose esperienze; per esempio, nelle volte a reticolo, sapientemente inframmezò unghie a lunetta, che paiono messe lì per ragioni meramente distributive o di illuminazione, ma che in realtà hanno una prevalente ragione statica. Allegate sono due sezioni, una longitudinale e l'altra trasversale della soffittatura della Chiesa della Madonna a Lienzingen. La principale ed ideale volta a botte su cui corrono le nervature è frequentemente soppressa, forse più frequentemente di quanto si potesse pensare prima della considerazione che emerge dall'analisi dello stato di tensione che si sviluppa in una volta a botte poggiata solo su qualche punto e non con continuità sui muri longitudinali di perimetro.

È stata allestita una figurina in cui compaiono tre tipi di volte a botte realizzabili con diverse tecniche: (I), una volta a reticolo

gotico, costituita da nervature e da diaframmi tutti in materiale lapideo o laterizio; (II), una volta reticolare metallica, costituita da sole aste in acciaio tubolari o profilate, con le maglie vuote; (III), una volta sottile in cemento armato ordinario, nella quale un'armatura metallica viene incorporata entro uno strato di quattro o cinque centimetri di conglomerato cementizio.

Per comodità didattica si accenna prima al regime statico interno della volta sottile in cemento armato. Sono indicati gli andamenti delle isostatiche di compressione e di trazione, ambedue realizzate soventemente con tondini d'acciaio curvati secondo gli stessi andamenti; con tratti continui più vistosi sono indicate le isostatiche di compressione, che fungono perciò come archi in unione; con tratti punteggiati vistosi sono indicate le isostatiche tese, che fungono come interne catene traenti realizzabili ovvia-

mente solo con armature metalliche. Specificando maggiormente, si potrà fare osservare che gli occulti archi compressi vanno da un pilastro a pilastro oppure da un punto al suo simmetrico delle essenziali ed insostituibili travi di bordo; ed anche altri archi compressi vanno dai detti archi compressi ai loro simmetrici oltre la mezzaria della volta a botte; viceversa gli archi tesi legano quasi sempre con andamento obliquo i punti della trave di bordo laterali a punti bene ancorati degli altrettanto essenziali ed insostituibili

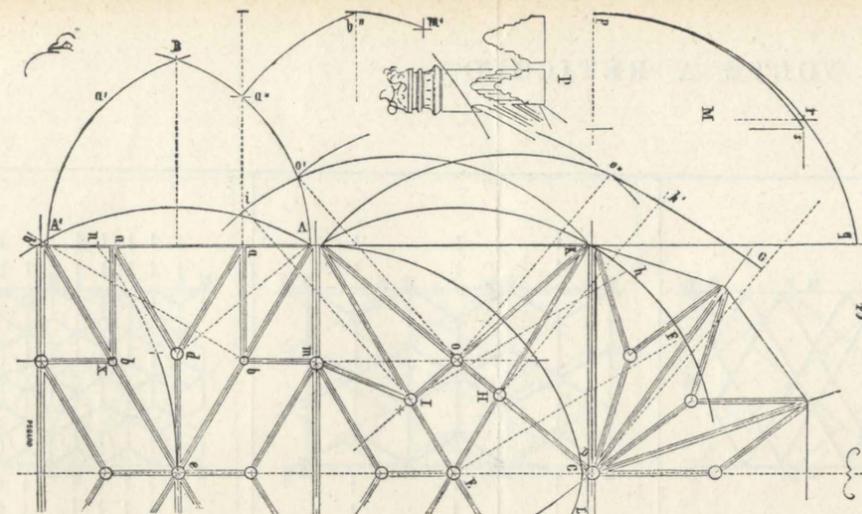


Volta a reticoli sul coro della chiesa di S. Giorgio a Dinkelsbühl (1448-1492).

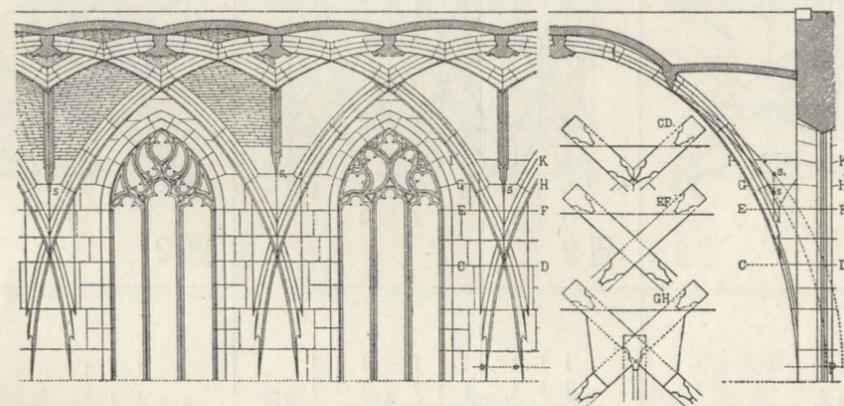
timpani frontali; il collegamento in tensione è anche realizzato tra punti degli archi compressi e punti delle travi di bordo, con un andamento simile ai tiranti che si notano nei ponti ad arco con trave irrigidente sottostante e sospesa.

Avendo a disposizione solamente metallo e non avendo l'obbligo di stabilire un soffitto continuo evidentemente sarebbe più razionale costruire una volta reticolare metallica, nella quale le aste dovrebbero prevalentemente venire orientate secondo i tiranti obliqui che vedemmo nella volta in cemento armato. Donde le volte tipo Schwedler.

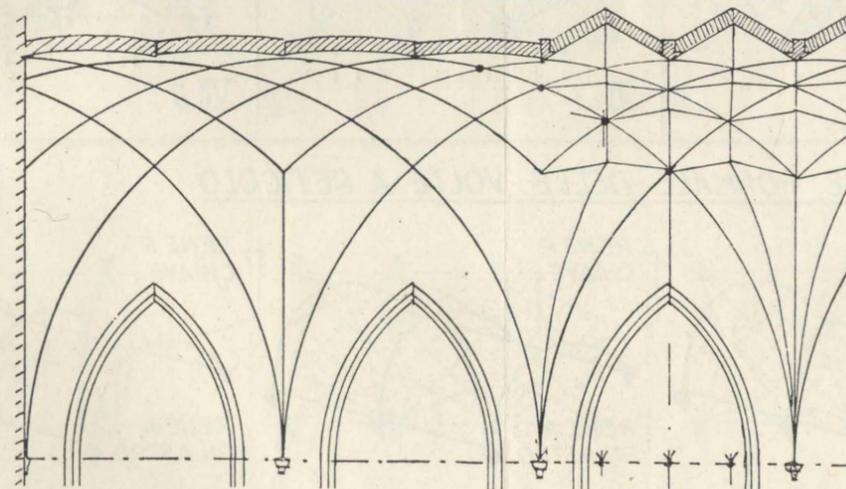
Avendo invece a disposizione per la costruzione solo materiale lapideo o laterizio, che notoriamente resiste bene a compressione ma malissimo a trazione, non resta che prediligere gli andamenti delle isostatiche di compressione sottraendo alla volta a botte quelle unghie a lunetta che ora meglio si comprende perchè esistano e perchè siano anch'esse general-



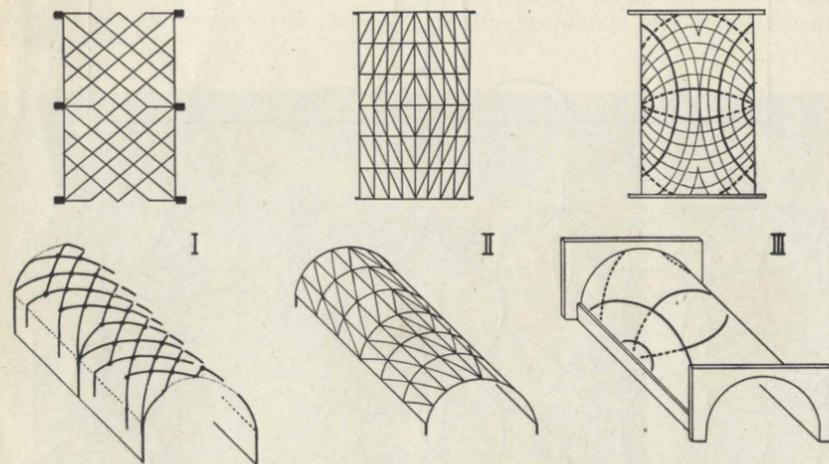
Chiesa di Saint-Florentin (Yonne) poi demolita e rifatta dall'architetto Piéplu a semplici ogive in un periodo in cui la critica letteraria riteneva dignitose per l'arte solo le forme austere dei secoli XII e XIII. Le critiche fatte dal Viollet-le-Duc alla statica di questo esemplare non hanno serio fondamento.



Sezioni longitudinale e trasversale della volta a reticolo nella chiesa della Madonna a Leinzigen. Notare la differente quota delle imposte delle varie costolature diagonali ed ortogonali.

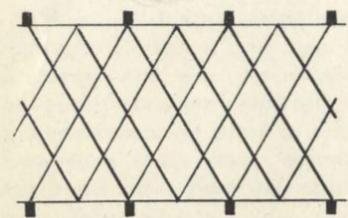
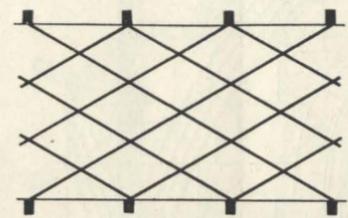
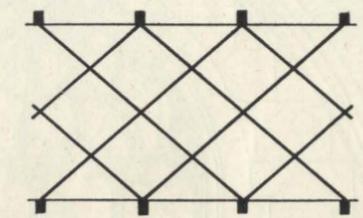
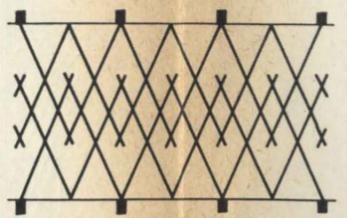
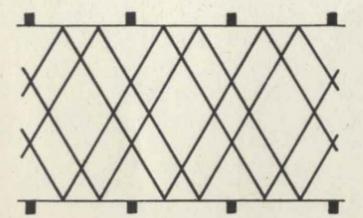
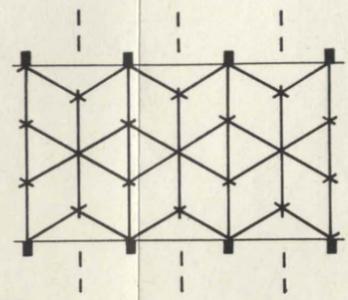
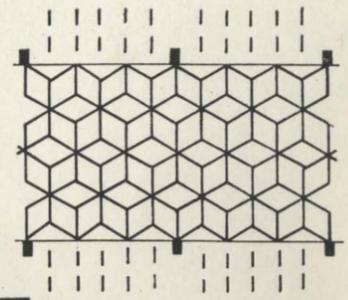
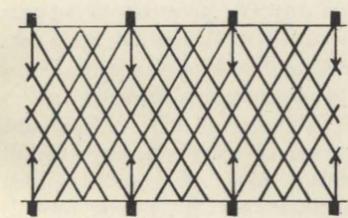
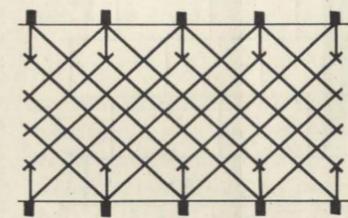
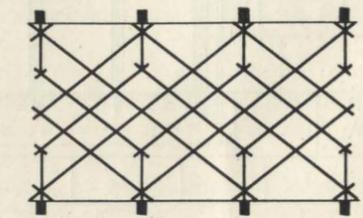
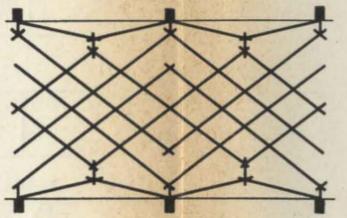
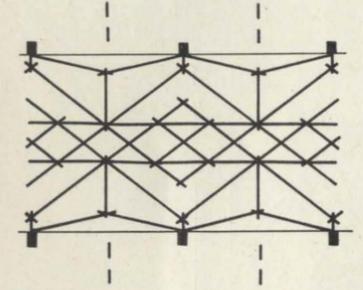
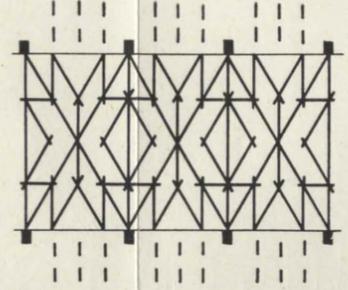
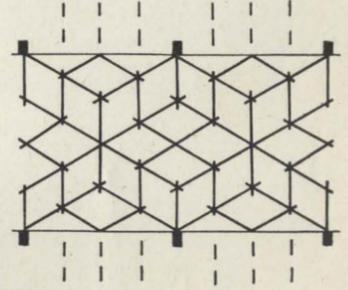
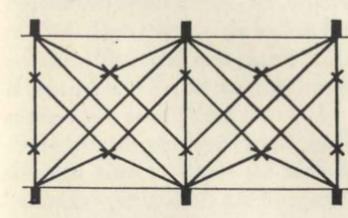
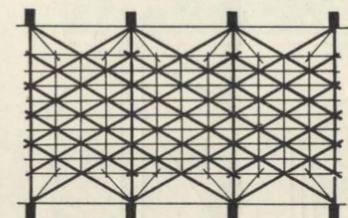
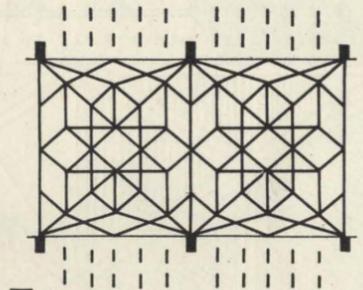
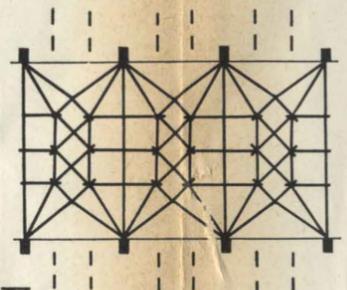
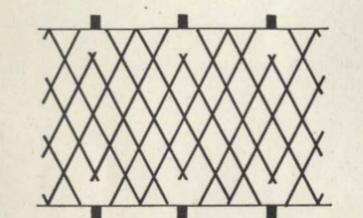
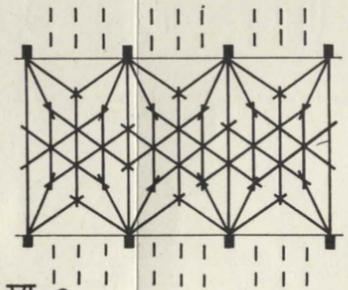
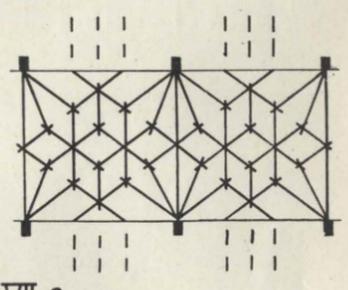
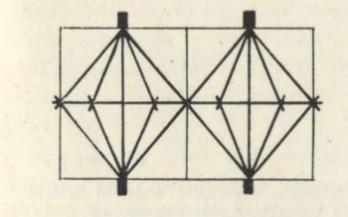
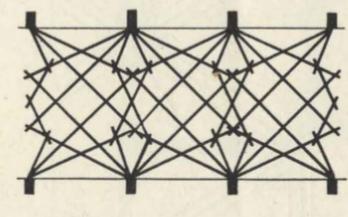
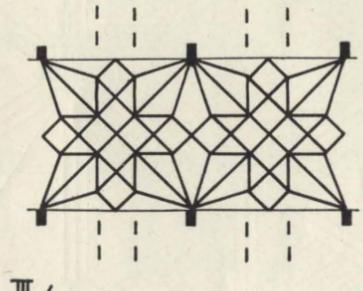
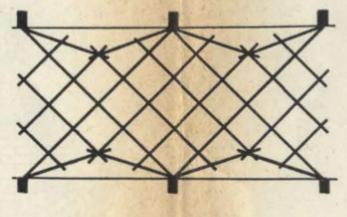
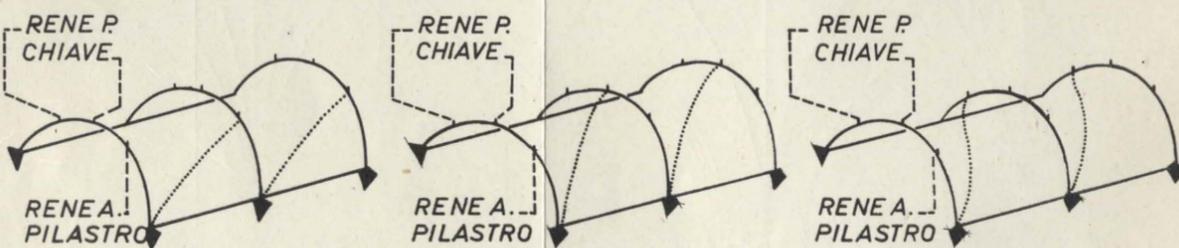


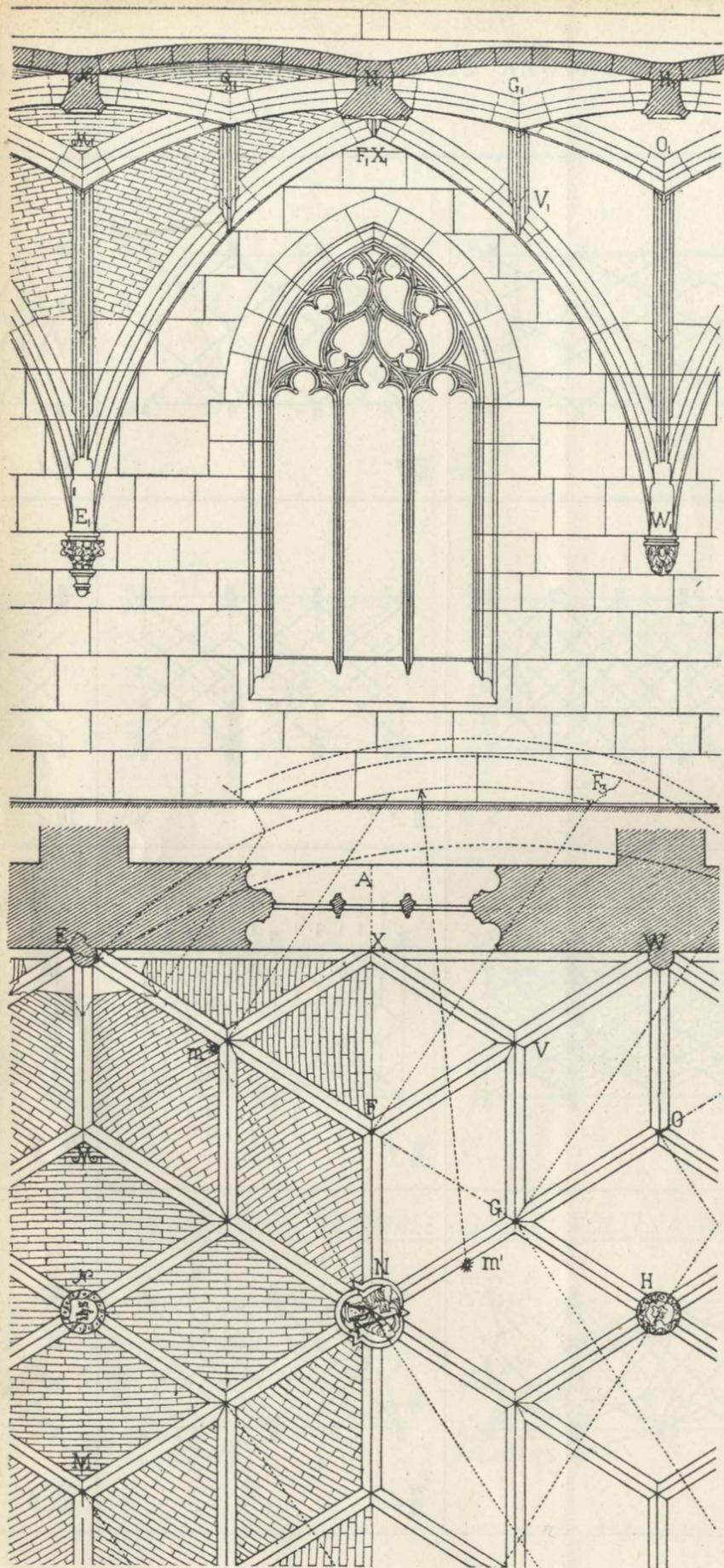
Differenza tra volta reticolare *netzgewölbe* e volta cellulare *zellengewölbe* consistente solo nella minore o maggiore concavità dei diaframmi posti ad irrigidire le minute maglie del principale reticolo delle nervature.



Schemi di volte a botte realizzate con differenti tecniche e materiali: I, volta a reticolo gotica in materiali lapidei e laterizi atti a resistere bene solo a compressione; II, volta reticolare metallica, in materiale che è il migliore per la resistenza a trazione; III, volta sottile in cemento armato ordinario con indicate al tratto le isostatiche di trazione e continue le isostatiche di compressione. In queste ultime sono parti necessarie le travi di bordo ed i timpani frontali.

TAVOLA SISTEMATICA DELLA GENERAZIONE FORMALE DELLE VOLTE A RETICOLO

 <p>I1</p>	 <p>II1</p>	 <p>III1</p>	 <p>IV1</p>	 <p>V1</p>	 <p>VI1</p>	 <p>VII1</p>
 <p>I2</p>	 <p>II2</p>	 <p>III2</p>	 <p>IV2</p>	 <p>V2</p>	 <p>VI2</p>	 <p>VII2</p>
 <p>I3</p>	 <p>II3</p>	 <p>III3</p>	 <p>IV3</p>	 <p>V3</p>	 <p>VI3</p>	 <p>VII3</p>
 <p>I4</p>	 <p>II4</p>	 <p>III4</p>	 <p>IV4</p>	<p><u>GENERAZIONE FORMALE DELLE VOLTE A RETICOLO</u></p> 		



Volta a reticolo, detta dai tedeschi *netzgewölbe*, nell'oratorio di Maulbronn. Le sezioni delle voltine secondarie ed il loro apparecchio sono molto istruttive circa il regime statico del complesso strutturale. Le unghie sulle finestre risolvono oltre che un problema architettonico attinente all'illuminazione, una esigenza statica di eliminazione delle zone in cui le costole lavorerebbero a trazione.

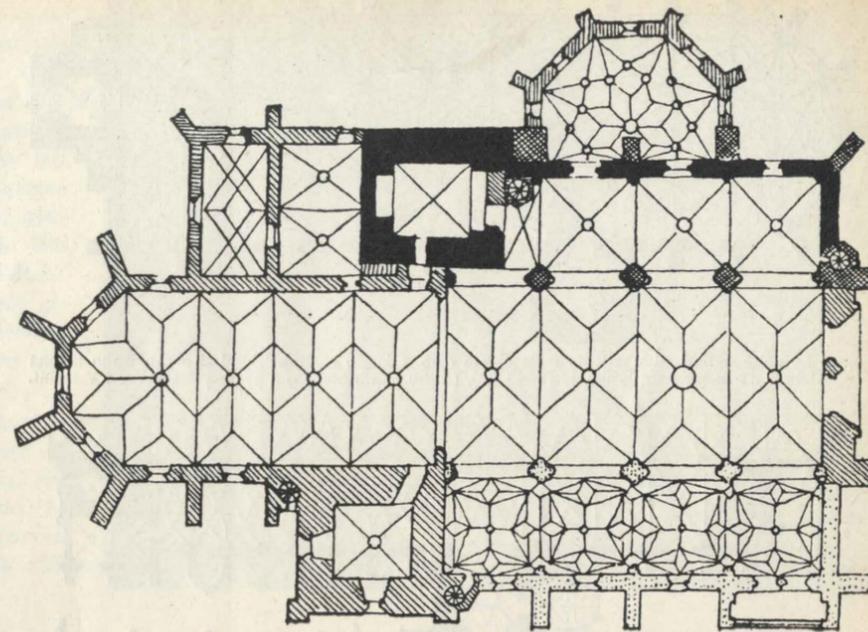
mente nervate, dovendo tali nervature andare a contrastare spinte che la volta non può risolvere meccanicamente entro se stessa.

Miracolo d'intuizione statica! Attorno ai pilastri si scorgono solo le nervature del tipo dei tiercerons e non esiste l'ortogonale tracciato reticolare.

Potremo dunque ripetere qui che per l'estetica più aggiornata la forma non può essere soltanto la manifestazione sensibile o la rappresentazione plastico schopenhaueriana delle forze costruttive, ma bensì un agente essenziale del loro determinarsi e del loro organizzarsi in sistemi equilibrati. Però occorre anche osservare che sino dall'antichità più remota si ebbe istintivamente sentore che fattore di bellezza nelle volte è il compiacimento per la loro prestanza meccanica; compiacimento che è un plausibile sentimento che può assumere forma d'arte anche nella filosofia idealistica e post-idealistica. Un proverbio cinese dice, intuendo nelle forme visibili delle volte, che « la volta non dorme mai ». È un'immagine di vita. Una vita che oggi conosciamo in piccola parte razionalmente, e che in gran parte dobbiamo accontentarci di intuire come facevano gli antichi ma con audacia superiore alla nostra. Un autorevolissimo scienziato dei nostri giorni, il DANUSSO, dice: « Quando penso alla struttura delle Cattedrali gotiche, che incanala lungo una sapiente ramificazione il flusso delle forze per guidarlo nella sua discesa sino ai fusti ed alle radici; quando penso al turbamento che devono aver provato e virilmente superato gli ideatori e costruttori di colossi come le Terme di Caracalla, o le cupole del Pantheon, di Santa Maria del Fiore, di San Pietro, vedendole sorgere nella loro imponente realtà, quando penso tutto questo, non posso che riconoscere la precedenza storica dell'intuito sulla scienza, ed inchinarmi alla sua potenza creatrice » (19).

Sappiamo che gli storici dell'arte, di formazione prevalentemente letteraria, stentano a comprendere questi tremendi retro-

(19) A. DANUSSO, Quaderni della Fondazione Pesenti, 1949.

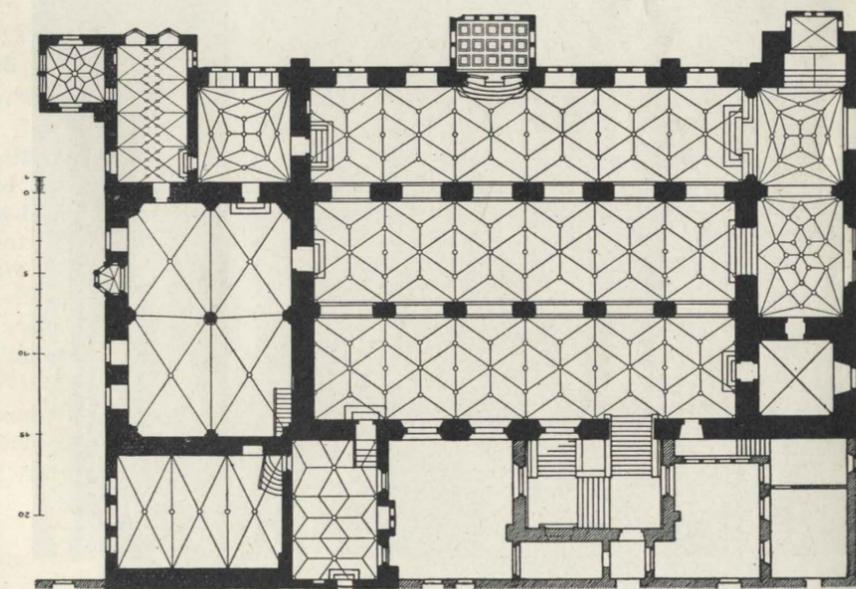


La chiesa di Saint-Thiébaud a Thaur (Haut-Rhin) con volte a reticolo della fine del sec. XIV nella navata centrale e con volte a stella compenetranti nella navata sinistra del 1431.

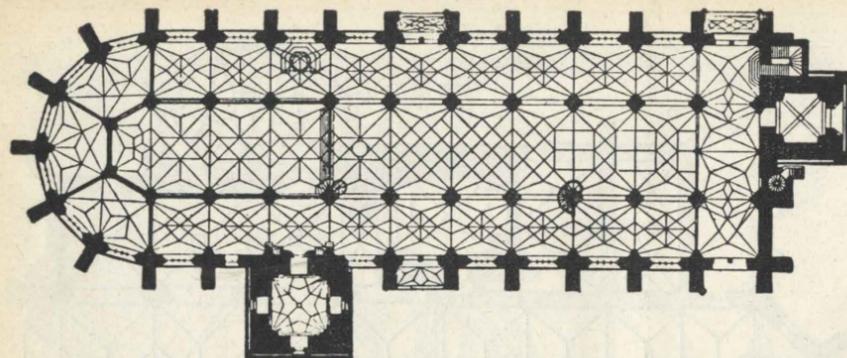
scena od antefatti della creazione artistica e che preferiscono vedere nelle cattedrali gotiche le romantiche riproduzioni in pietra di boschi e foreste oppure di altre arbitrarie immagini, come quella antropomorfa escogitata da Auguste RODIN. Il grande statuario cercò di dimostrare, con una sua numerosa ed apposita serie di disegni, come la cattedrale gotica francese parta dal presupposto ar-

chitettonico e mistico di due mani congiunte e alzate per la preghiera.

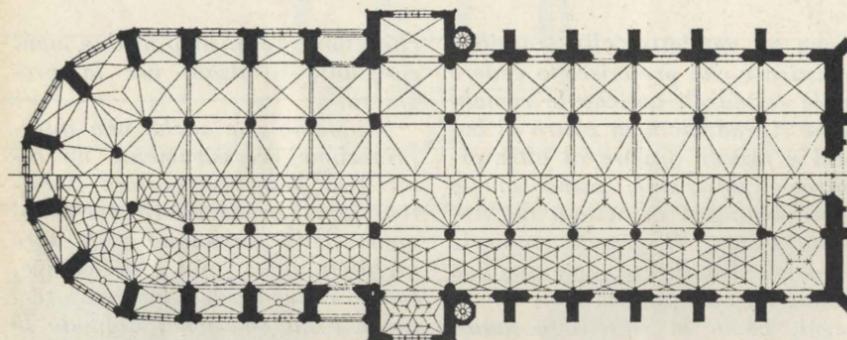
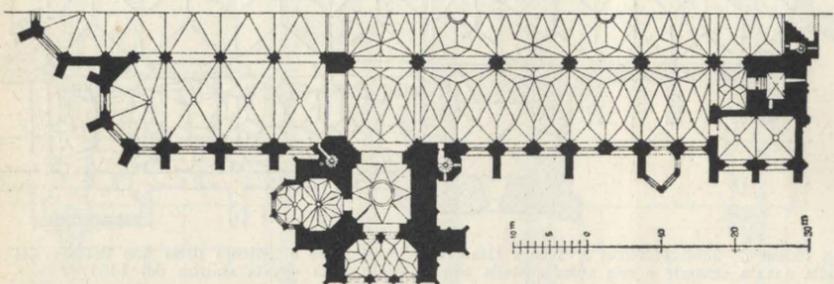
Sappiamo che anche una interpretazione eccessivamente meccanicistica potrebbe portare il critico fuori strada. Però nel fenomeno della gestazione delle idee architettoniche, più che altrove, hanno influenza le conoscenze tecniche e matematiche. Contano le ripercussioni che le forme della



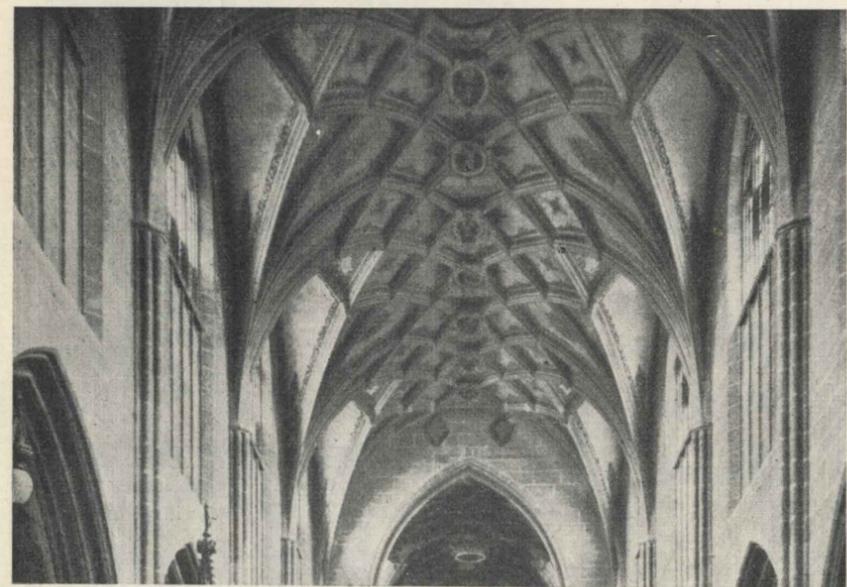
Volte stellari ed a reticolo nel Rathaus di Breslavia, al primo piano (sec. XV).



(sopra) Le volte stellari ed a reticolo della chiesa di S. Giorgio a Dinkelsbühl si organizzano in una composizione d'insieme entusiasmante (1448-92). (sotto) Santo Stefano a Vienna dei XIV e XV secoli.



Chiesa di S. Croce a Gntind. In alto come era originariamente nel 1320-1380; in basso come fu trasformata nelle volte tra il 1410 ed il 1480 utilizzando la fantasiosa tecnica dei reticoli.



Reticolo nella volta della navata centrale di Berna (1421-1517). Vi operò l'architetto Matteo Eisinger di Ulma, della famiglia Ensinger alla quale appartengono anche gli artefici delle architetture di Strasburgo, di Ulma e di Esslingen.

geometria spaziale hanno nella previsione del comportamento statico e dell'effetto visivo. Il LAF-FAILLE, costruttore di volte sottili ha molto insistito su questo aspetto del problema. « Ici, d'ailleurs, le rôle de l'analyse mathématique dépasse le stade classique d'application pratique où le cantonnait dans le domaine de la résistance des matériaux. Les mathématiques ne présentaient alors qu'une rôle de contrôle des formes simples: un poteau sera-t-il écrasé, une poutre se rompra-t-elle sous les flexions? Ici, dans ce domaine, les mathématiques permettent de prévoir d'une façon tellement générale les répercussions sur des formes résistantes, de l'action des forces quelconques par rapport à des rives ou à des contours systématisés, qu'elles deviennent à leur tour un mode intellectuel de penser. Ce mode, à se degré, alimente l'imagination constructive non plus seulement pour indiquer des limites matérielles (épaisseur, dimensions, portées) mais bien au même titre qu'une réelle connaissance architecturale » (20).

Questo « modo intellettuale di pensare » è una realtà che non si può ignorare per partito preso. Dare forma visibile alle idee della nostra epoca come vuole Max BILL (21) è un problema connesso alla utilizzazione, non come sviluppo imitativo, ma come processo di accumulazione della energia necessaria al rinnovarsi delle idee. È una accumulazione graduale nel significato bergsonian, che in un secondo tempo vede la canalizzazione elastica di tale energia in direzioni variabili ed indeterminabili, in capo alle quali sono gli atti liberi dell'arte vera (22). La grandezza dell'arte medioevale consiste nella sua astrazione, attraverso però un lavoro di carica preparatoria completo di esperienze di qualità e non impulsivamente primitive come pretenderebbero certi fannulloni poeti d'oggi; la sua grandezza sta nel suo preferire l'architettura alle

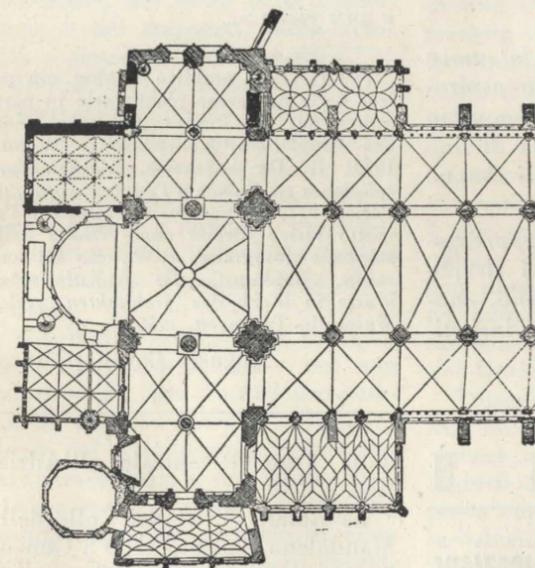
(20) B. LAFFAILLE, *Abhandlungen*. International Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Zürich, 1935.

(21) MAX BILL, *Maillart*, 1951.

(22) BERGSON, *L'evoluzione creatrice*, Milano, 1954.

altre arti, perchè in essa si possono ritrovare quelle filtrazioni del pensiero che veramente sono produttive nel documentare la maturità civile dei popoli; ed anche sta nel cercare il modello del divino nelle forme più rigide quantunque semplificate, dei loro modelli che hanno la purezza dei modelli naturali. Gli astrattisti medioevali, ed in primo piano gli architetti, creano come la natura crea, non ciò che la natura ha creato.

Gli astrattisti medioevali sarebbero i più istruttivi esemplari di quegli artisti che l'estetica più recente ha precisato istituendo la teorica produttiva della « forma autoformante », di una forma che



Volta a reticolo nel Remter del Rathaus di Breslavia (1471-1504).

Particolare della pianta della Cattedrale di Strasburgo con le volte a reticolo dal secolo XIII in poi.

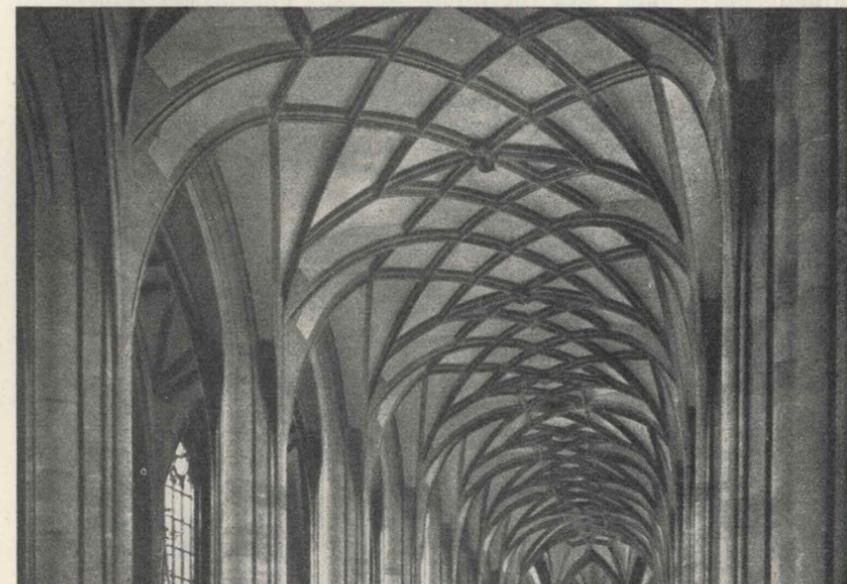
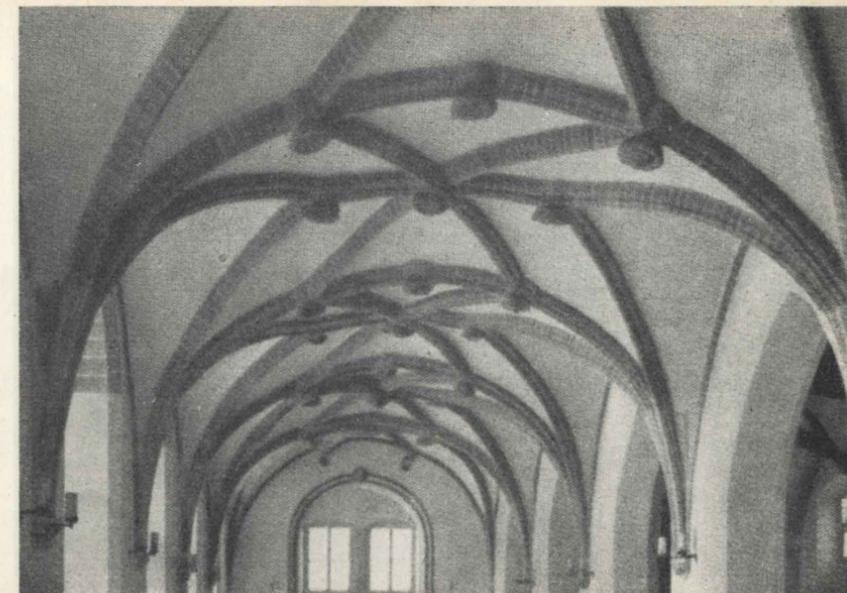
Volta a reticolo nella navata centrale della chiesa di S. Giorgio a Dinkelsbühl del tardo stile gotico (1448-1492).

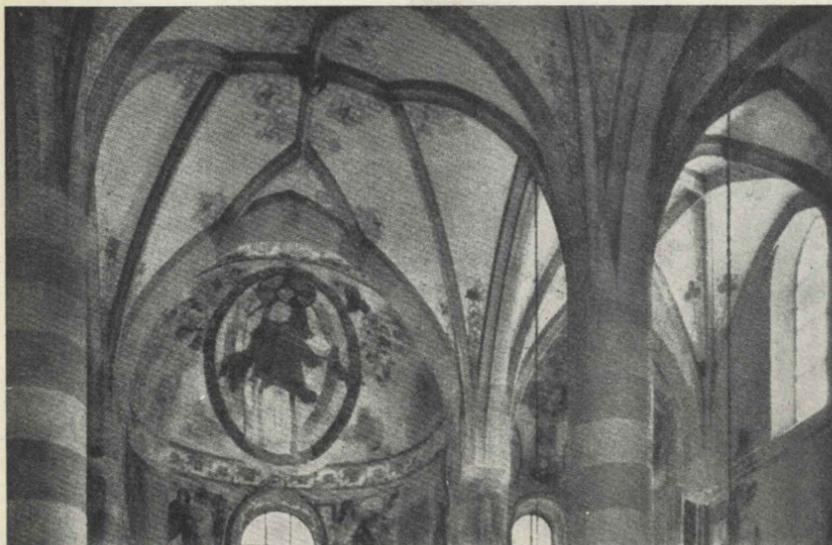
formandosi nel processo di gestazione in una continua scoperta di mezzi espressivi (23).

In questa accezione può allora accogliersi e sublimarsi una felice intuizione del Viollet-le-Duc per cui « le cathedrales sont le premier et le plus grand effort du génie moderne appliqué à l'architecture, parce que elles s'élèvent au centre d'un ordre d'idées opposé à l'ordre antique » (24). E nello stesso tempo può concludersi che la migliore e più significativa fase del gotico, inteso come pro-

(23) PAREYSON, *La mia prospettiva estetica*, Padova, 1953.

(24) VIOLLET-LE-DUC, *Dictionnaire etc.*, voce « Cathedrales », pag. 385.





Volta nell'abbazia di Münstair.

iezione chiarificata dell'uomo nella pietra, è proprio quella della maturità durante i secoli XIV e XV, perchè ha raddomantica validità il madrigale goethiano che dice che « gli uomini, come gli alberi, raggiungono la vera perfezione soltanto nella vecchiaia ».

Le cognizioni che derivano dalla esperienza di quelle architetture sono tali da costituire una

base necessaria affinché le nuove creazioni, cui tendono le aspirazioni degli uomini nuovi, possano anche inserirsi nella linea di una ininterrotta tradizione di buone qualità.

Abbiamo indagato ed apprezzato un fecondo periodo di ricerca di immagini che significano, contro le innumerevoli forme insignificanti.

La scienza era esattissima, esemplare; stupefacente la ferrea disciplina nella ricerca di forme resistenti ed economiche, in un forse mai eguagliato anelito all'incorporeo, all'imponderabile. L'opera di pratici costruttori e di parsimoniosi imprenditori, non era mai disgiunta dall'autenticità poetica dell'ispirazione.

Poichè ideavano ed operavano poeticamente, le creazioni degli architetti gotici possono venire assunte come araldici emblemi della civiltà europea<sup>(25)</sup>. Aeraldici emblemi stemprati nella luce come quel fiorame folto di RONSARD « stemprato nella luce perchè il suo colore riesca più denso e più ricco ».

<sup>(25)</sup> Il senso araldico sembra più palese nelle numerose planimetrie in parte attinte da: W. PINDER, *Deutsche Dome des Mittelalters*, Königstein in Taunus, 1950; R. DE LASTEYRIE, *L'architecture religieuse en France à l'époque gothique*, Paris, 1927, ma non meno araldico è l'aspetto visivo diretto come risulta dalle stupende fotografie di A. E. BRINCKMANN, *Baukunst, die Künstlerischen Werte in Werk des Architekten*, verlag Wasmuth, Tübingen, 1956.

Augusto Cavallari-Murat

## PROBLEMI

### Il sistema autostradale piemontese nelle sue comunicazioni, intese nel senso dei paralleli, e nel senso dei meridiani

ANDREA QUAGLIA sostiene che il perfezionamento della Camionale Genova-Serravalle deve attuarsi non in funzione di interessi regionali, ma con larga visione delle possibilità della media ed alta Valle Padana: le querimonie sulla infelice situazione della Città di Torino nell'avvenire delle grandi comunicazioni spariscono di fronte ad iniziative coraggiose quali la Ivrea-Torino-Savona, fatta seguire dalla Torino-Genova, e dalla Torino-Piacenza.

#### Premesse.

Il sistema viene scisso nei due soggetti, l'uno relativo alle comunicazioni inerenti ai Paralleli, l'altro a quelle inerenti ai Meridiani; al fine di meglio individuarli.

— Nel senso dei Paralleli si intendono, con una qualche preminenza, le comunicazioni inerenti a Torino; il che ovvio data la popolazione della Città, quasi un terzo

di quella del Piemonte. E si considerano quelle sviluppate nella Valle d'Aosta e nella zona di Cuneo.

Fanno capo a Torino ed alla testata della Valle di Susa le due direttive aventi origini l'una a Genova e litorale tirrenico, l'altra a Piacenza e litorale adriatico.

I trafori della Valle d'Aosta, e la strada della Valle, congiunti all'Autostrada Torino-Milano formano una grande arteria estesa

dalla Francia centrale all'Adriatico.

La statale N. 21 del Colle della Maddalena, facente capo a Cuneo; le statali N. 22 e N. 28, protendimento della prima verso Mondovì e Ceva; l'Autostrada Ceva-Savona collegata all'Autostrada Savona-Genova; creano una grande arteria stradale fra la Francia Meridionale ed il litorale tirrenico.

— Nel senso dei Meridiani riesce evidente l'importanza delle comunicazioni fra la Francia Settentrionale, la Svizzera, la Valle d'Aosta, e Torino, e il loro sdoppiamento da Torino verso Genova, e verso Savona.

Parimenti l'arteria Genova-Valle Padana indirizzata a Busalla per scindersi nelle due direttive, Tortona-Milano, ed Alessandria-Novara-Sempione.

Si esamineranno in primo tempo le comunicazioni dirette secondo i Paralleli.

#### Autostrada Torino - Genova.

La presente monografia prende lo spunto dal tema basilare trattato dal sottoscritto nella pubblicazione dell'Aprile 1957 sulla « Rassegna tecnica della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino » con la quale si auspicava che i maggiori Enti Pubblici piemontesi « facessero presente al Ministero dei Lavori Pubblici, ed ai dirigenti dell'A.N.A.S. come gli interessi della Valle Padana convergono con l'interesse dello Stato nell'affermare la preminenza della Variante della Valle Lemme sul Raddoppio in Valle Scrivia, quale proposto alla Camionale Genova-Serravalle: preminenza sotto tutti gli aspetti, costruttivi, nel costo della costruzione e dei trasporti, nella velocità e sicurezza del transito ».

Il voto è stato accolto dall'Amministrazione della Provincia di Torino e da Essa, quale esponente delle Provincie piemontesi, fatto presente all'A.N.A.S. con documenti grafici e computi preparati dal sottoscritto in collaborazione con l'Ufficio Tecnico della Provincia.

Risultando che la « Variante Serravalle-Gavi-Busalla » nel suo sviluppo di Km. 23,650 presenterebbe, rispetto al tratto corrispondente del « Raddoppio Serravalle-Arquata-Busalla » una minor lunghezza reale di circa m. 600, una minor lunghezza virtuale di circa Km. 6, un minor costo di costruzione di lire 1.500.000, con curve a raggi minimi di m. 300, rispetto ai m. 100 delle curve del Raddoppio.

Della « Variante » ne beneficerebbe la progettanda autostrada Torino-Genova usufruendo il tratto Busalla-Voltaggio-Gavi della lunghezza di Km. 16,500; come pure l'Autostrada Milano-Genova per le maggiori velocità e maggior sicurezza di transito conseguibile in relazione alla differenza dei raggi minimi delle curve nella Variante e nel Raddoppio, aggravata in quest'ultimo dagli accavallamenti obbligati sulla camionale.

A tutt'ora però l'A.N.A.S. non si è pronunziato in merito, ed è presumibile l'intento di passare sotto silenzio l'iniziativa della « Variante » e di provvedere ad un collegamento di Torino e del

Piemonte all'Autostrada Milano-Serravalle.

Vorrà l'Amministrazione della Provincia di Torino reagire a questa tendenza promuovendo un'azione comune delle provincie piemontesi, e delle due maggiori città interessate, Torino e Genova?

La progettanda Autostrada Torino-Genova deve prendere le mosse dalla strada di valico della catena Alpina.

Pur riconoscendo la rispondenza ad un attivo transito internazionale della statale n. 25 del Cenisio, e della sua complementare in territorio francese, la dipartimentale n. 6 Cenisio-Modane, nonchè l'efficacia dei mezzi di snervamento impiegati nel periodo invernale tuttavia, trattandosi di una strada a cielo scoperto, il transito in questo periodo non offre quella garanzia assoluta di continuità quale è necessaria.

Sovviene fortunatamente il trasporto autoveicoli nella galleria ferroviaria del Frejus con servizio di treni a navetta, con i quali si è già raggiunto un transito giornaliero di 650 autoveicoli e che, con maggiori provvidenze, si potrà aumentare ad un migliaio, come già si ottiene con la galleria del Gottardo.

Tuttavia l'incremento prevedibile del traffico è tale da far presumere che nemmeno l'azione integrativa della galleria ferroviaria possa supplire alle necessità della circolazione; e che si possa far fronte solo ricorrendo ad opere risolutive conseguibili con una galleria autostradale e accessi complementari, attraversante la catena alpina in corrispondenza del diaframma più opportuno, indicato dal colle del Frejus, a congiunzione di Bardonecchia con Modane; come è già in programma da parte della Provincia di Torino. Il che è relativamente facile sul versante italiano, meno sul versante francese<sup>(1)</sup>.

Nel fondo valle dell'Alta Dora la provinciale Bardonecchia-Galleria del Ventoux e la statale n. 24 bene si prestano ad un transito attivo internazionale, quando

<sup>(1)</sup> Esiste già il progetto della variante alla strada da Oulx a Bardonecchia che prevede l'abolizione di tutti i passaggi a livello. È stato redatto dall'Ing. Mossi per conto dell'Amministrazione Provinciale.

vengano eliminati gli attuali passaggi a livello sulla provinciale, e quando questa, e la statale, vengano sistemate in forma di strada automobilistica.

A valle di Susa, la presenza di due statali, la n. 25, e la n. 25 R, permette di destinare la n. 25 R, meno soggetta a costruzioni di abitati, al transito internazionale migliorandola, in forma di strada automobilistica, fino alla curva del Castello di Camerletto (Cassellette): dove la strada divaga, e male si dispone a pervenire all'abitato di Alpignano. Torna opportuno proseguire dal Castello di Camerletto, con un tratto a nuovo, direttamente all'abitato di Alpignano, e poscia a quello di Pianezza.

Per il suo protendimento verso Torino, si osserva che a Nord dell'abitato di Torino convergono le due Autostrade Torino-Milano, e Torino-Ivrea, alle quali è vantaggioso il collegamento della Susa-Torino, sia per i transiti Francia centrale-Val Padana-Milano, come per quelli della Valle d'Aosta-Torino-Genova.

A Nord dell'abitato di Torino corrono i grandi corsi urbani, Grosseto e Taranto collegati in corrispondenza di Piazza Rebaudengo; e vi ha possibilità di prolungare il primo oltre la Piazza Giuseppe Manno fino all'incontro della strada borgata Lucento-Venaria all'estremo ovest dell'abitato torinese; e di prolungare il secondo oltre il Po fino all'incontro del rettilineo estremo dell'Autostrada Ivrea-Torino nella direttiva del Ponte Diga sul Po dell'Impianto idroelettrico di San Mauro, all'estremo est dell'abitato.

Ne risulta un'arteria lunga metri 7.500 circa, larga m. 50, suscettibile della circolazione presumibilmente intensa, urbana, interregionale, ed internazionale.

A pervenire al corso Grosseto da Pianezza occorre una nuova via a due carreggiate, a due corsie caduna, larga almeno m. 24: nella sua lunghezza di circa m. 4.500, essa si disporrà a fianco del parco di Villa Cristina.

All'estremo a levante del corso Taranto, il Piano Regolatore della Città indicherà la disposizione migliore per il collegamento, verso Sassi, del corso alla Statale



due direttive verso Fossano-Torino, e verso Bra-Asti.

Causa l'estendersi dell'abitato di Torino verso Rivoli, si imporrà, con il tempo, lo sdoppiamento della Ceva-Torino con un braccio formato dal prolungamento della statale N. 20 a Villastellone, a Cambiano, a Chieri, in collegamento con la statale N. 10, Chieri-Torino; il quale braccio costituirebbe la tangenziale Est all'abitato di Torino.

La tangenziale Ovest risulterebbe dalla derivazione a Savigliano di altro braccio avviato a Pancalieri, None, Orbassano, al raccordo con il ramo Sud dell'Anello all'abitato di Torino.

Questa tangenziale al cavalcavia di None inserendosi nella Consorziale Stupinigi-None aprirebbe il passaggio alla « Traversa Meridiana » dell'abitato di Torino, costituita dai corsi IV Novembre, Mediterraneo, Inghilterra, Principe Oddone, Venezia.

L'asta Ceva-Torino-Val d'Aosta, e le sue ramificazioni verso il centro europeo, e verso la riviera di ponente, dà luogo ad una grande arteria internazionale avente il perno a Torino.

**Genova - Asti - Torino - Val di Susa - Val d'Aosta - Val Padana.**

Ugualmente si può dire della Genova-Torino e delle sue ramificazioni; a Torino verso la Val di Susa e verso la Val d'Aosta; a Castellazzo verso Alessandria, il Biellese, e l'Alto Novarese; a Genova verso il litorale tirrenico nei due sensi, riviera di levante, e riviera di ponente.

Sull'irradiazione stradale da Torino alle Valli di Susa e di Aosta si è già esposto in precedenza.

Al programma esclusivo di Tortona si prepone la valorizzazione di Alessandria con la formazione del breve tronco Alessandria-Castellazzo di Km. 8,900 avviato a Gavi alla « Variante » Gavi-Bussalla.

Tronco che al Bivio di S. Michele di Alessandria si allaccia alla Torino-Piacenza, alla statale N. 31 Alessandria-Vercelli-Biella, in corso di sistemazione; la quale raccordata a Vercelli alla statale

N. 11 costituisce una buona comunicazione Alessandria-Novara, ove diramazioni in sinistra permettono un pronto allacciamento alla provinciale di Valle Sesia, ed alla provinciale Novara-Borgomanero-Gravellona destinata alla classificazione a statale, ed a fare parte della statale N. 33 del Sempione.

A Genova provvidamente si è dietro all'attuazione della « Pedemontana », la quale iniziandosi in Val Polcevera a Rivarolo tende alla valle del Bisagno a Staglieno,

e poscia al litorale a Nervi, a Bogliasco, al congiungimento con la progettanda Autostrada Genova-Spezia.

Andrea Quaglia

N. B. - Il programma esposto riveste un'importanza singolare per la Riviera di Ponente in quanto le diramazioni della Torino-Ceva e della Torino-Genova permettono l'accesso diretto a varie zone della riviera evitando il percorso sulla litoranea già troppo affaticato: ed in quanto allontanano ogni dubbio sulla possibilità di accentramento a Torino di varie arterie stradali internazionali.

## Sicurezza e igiene ambientale nelle lavanderie a secco

*GIORGIO TROMPEO e ANTONIO AZZOLINI avendo rilevato come assai spesso, nelle lavanderie a secco artigianali, si raggiungono concentrazioni abbastanza elevate di vapori di tricloroetilene nell'aria ambiente, suggeriscono alcuni requisiti costruttivi e tecnici che dovrebbero essere richiesti nei locali da adibirsi alla suddetta attività insalubre.*

Alle antiche lavanderie industriali con impiego di solventi derivati dal petrolio, che per ragioni di sicurezza dovevano essere ubicate isolatamente e lontano dall'abitato, con l'entrata in uso dei derivati alogenati dell'etilene (ininfiammabili), sono subentrate le attuali lavanderie a secco artigianali con macchine lavatrici funzionanti a tricloroetilene, di minimo ingombro: lavanderie che vengono installate nell'agglomerato urbano e di preferenza nei punti più convenienti dal punto di vista commerciale.

Le lavorazioni che espongono gli addetti all'azione dei derivati alogenati degli idrocarburi etilenici, fra i quali è compreso il tricloroetilene o trielina o « tri », rientrano nella Tabella delle malattie professionali soggette ad assicurazione ai sensi della Legge 15 novembre 1952, numero 1967, e perciò analogamente a quanto si stabilisce per altre attività insalubri, è necessario regolamentare in conformità le installazioni.

Da alcuni decenni si è rilevato il potere tossico del solvente con conseguenti intossicazioni acute e croniche sia attraverso osservazioni cliniche che in esito a ricerche sperimentali.

La possibilità di intossicazione è logicamente legata alla concen-

trazione di vapori di « tri » nell'ambiente, alla durata dell'esposizione ed alle particolari condizioni del locale.

La massima concentrazione tollerabile (MAC) di qualunque sostanza nociva è quella concentrazione nell'aria che non produce danno nell'uomo anche se inalata per 8 ore al giorno e per tutta la vita lavorativa.

Per il MAC del « tri » i pareri sono ancora molto discordi: autori americani indicano la concentrazione nell'aria di mg. 1,1/litro mentre alcuni autori europei propendono per 0,3 mg. ed anzi autori sovietici indicano persino come MAC mg. 0,05/litro. Nel 1954 in Europa si volle fissarlo in mg. 0,55/litro.

Nel quadro di recenti ricerche si sono rilevate le concentrazioni usualmente raggiunte nelle piccole lavanderie a secco di Torino esaminando a caso alcune decine di laboratori con caratteristiche le più disparate: locale unico per lavaggio e stireria o locali separati, locali con ventilazione semplice o doppia, locali con macchinario nuovo o usurato, locali macchina di cubatura variabile tra mc. 120 e mc. 300.

Si sono prelevati campioni d'aria ambiente in prossimità della macchina, alla massima distanza e al punto di stireria.

Le determinazioni, eseguite con reazione colorimetrica (apparecchio « DRAEGER » mod. 19/31) hanno dato i seguenti risultati:

1) Il tricloroetilene, pur disperdendosi nella sosta meridiana, tende ad accumularsi nelle successive lavorazioni per cui nella maggior parte dei laboratori l'operaio è esposto per almeno 6 ore al giorno a livelli superiori a mg. 0,55/litro. Se è vero che non si raggiunge il MAC, è pur vero che siamo assai vicini, e si raggiungono sempre dei valori da alcuni autori indicati come pericolosi.

2) La concentrazione massima nell'aria si ha in prossimità della macchina e particolarmente durante la fase di asciugamento per la maggior volatilizzazione del solvente (centrifugazione ed essiccamento ad aria calda).

3) In laboratori angusti non vi è sensibile differenza di concentrazione tra i due punti di rilevamento: vicino e alla massima distanza dalla macchina.

4) La concentrazione nei punti di stireria situati in locali ben separati dal locale macchina ha valori molto bassi, mentre resta pressochè identica a quella generale dell'ambiente nel caso di un unico locale usato promiscuamente per lavaggio e stireria.

5) I valori sono più alti nei laboratori con ventilazione semplice e in quelli con macchinario usurato e più bassi invece nei laboratori con ventilazione doppia ed in quelli con macchinario nuovo.

6) Dopo la fase di deodorazione, gli effetti vengono estratti e sciorinati abitualmente negli stessi locali di lavoro per essere poi stirati. Si è potuto rilevare sperimentalmente che l'estrazione e la presenza in loco degli effetti lavati determina nei locali un aumento di concentrazione di vapori di « tri » molto verosimilmente per cessione di solvente ancora adeso ai tessuti. Il calore della stiratura poi libera facilmente gli ultimi residui vapori di solvente.

Dall'esame di questi risultati si deduce che nelle installazioni di queste lavanderie si sono utilizzati locali con caratteristiche di

negozi che non sempre rispondono per la loro costruzione e disposizione all'uso cui sono destinati, sia per condizioni igieniche che per ubicazione e che le non buone condizioni degli impianti e le imperfezioni di ermeticità del « ciclo chiuso » influenzano negativamente l'idoneità dei laboratori. Ne deriva quindi la necessità di approntare mezzi di difesa di ordine ambientale e di ordine tecnologico.

Partendo dal concetto che solo i direttamente addetti alle macchine lavatrici dovrebbero essere esposti al rischio di intossicazione e considerando che questa condizione non si può realizzare in caso di lavorazione accentrata, a sensi di legge assicurativa ed allo scopo di limitare il pericolo di intossicazione, occorre isolare le macchine in locali appositi ben separati dagli altri locali (deposito, stireria, ecc.). Dal punto di vista preventivo poi occorre ridurre al minimo la possibilità di intossicazione da parte dello stesso addetto alla macchina.

Per ottenere questo scopo, alla luce di quanto è stato rilevato e tenendo presenti gli accertati punti deboli dell'intero ciclo lavorativo ai fini di una razionale prevenzione, si ritiene necessaria l'adozione di particolari disposizioni la cui applicazione eviterebbe i pericoli e gli inconvenienti descritti.

In primo luogo è necessario che l'apparecchio per il lavaggio a secco sia costantemente sorvegliato da personale tecnico competente di manutenzione per eliminare di volta in volta ogni guasto sia pur lieve, senza sottovalutare le piccole fughe di vapori di « tri » che possono alla lunga essere causa di danno all'organismo umano. L'eliminazione della dispersione rappresenta il fattore più importante di una buona profilassi.

Occorre poi tener presenti le caratteristiche del solvente: il tricloroetilene è un liquido con peso specifico a 15° pari a 1,47, il suo punto di ebullizione è a 87° e la densità di vapore è di 4,54. Si comprende come per l'elevata densità dei vapori l'allontanamento degli stessi deve essere ottenuto mediante aspirazione dal

basso o « per descensum ». È praticamente insolubile in acqua, solubile in alcool ed è facilmente adsorbibile su carbone attivo.

Per ridurre al minimo la possibilità di intossicazione anche soltanto per l'addetto alla macchina, un buon isolamento potrà essere ottenuto chiudendo la stessa in un « box » di vetro o di altre strutture ermetiche con aspirazione per descensum ad aperture immediate dall'esterno.

I laboratori per lavaggio a secco — escludendo in modo assoluto l'utilizzazione, sia pur parziale, di locali seminterrati — dovrebbero poi avere le seguenti caratteristiche:

1) disponibilità di almeno due distinti locali in basso fabbricato all'interno di ampi cortili, con negozio separato di accettazione e consegna verso via;

2) reparto stireria nel basso fabbricato separato nettamente dal locale macchina lavatrice;

3) ventilazione naturale assicurata per ambedue i locali con flusso costante di aria da wasistas o con deflettori rivolti verso il soffitto e bocche di aspirazione a pavimento, evitando la formazione di angoli morti;

4) gli effetti lavati dovrebbero deporsi in vano o anche solo in armadio separato a perfetta tenuta con aspirazione per descensum.

I laboratori installati in locali verso via e con caratteristiche costruttive di negozi, locali preferiti dagli imprenditori che per richiamo commerciale propendono per l'installazione degli apparecchi di lavaggio in modo visibile ai passanti dovrebbero disporre:

1) di almeno due locali con aperture contrapposte verso via e verso cortile di non piccole dimensioni per il riscontro d'aria;

2) di installazione di macchina con impianto e modo di conduzione già descritti e deposito di effetti lavati, installazione e deposito attuati con i criteri di isolamento e di aspirazione già detti nel locale verso via;

3) di reparto stireria nel secondo locale verso cortile;

4) di ventilazione naturale assicurata come indicato precedentemente (laboratori in basso fabbricato in cortile), tenendo presente che la quantità d'aria da immettere dovrà essere tale da garantire una lieve pressione positiva per facilitare la fuoriuscita dei vapori, senza creare correnti d'aria moleste.

Per assimilazione a laboratori insalubri di 2ª classe, in base al disposto dell'art. 216 T. U. Leggi Sanitarie approvato con R. D. 27 luglio 1934, n. 1265 e dell'art. 130 Reg. Igiene, nei laboratori di lavaggio con tricloroetilene dovranno essere inoltre osservate le seguenti norme:

a) divieto di pernottamento e di comunicazione diretta con camera da letto;

b) proibizione di preparare, conservare o consumare cibi;

c) disponibilità di spogliatoi o armadi-spogliatoi in prossimità di aperture verso l'esterno, in doppio riparto, uno per gli abiti domestici, l'altro per gli indumenti di lavoro;

d) disponibilità di cassetta di pronto soccorso;

e) visite preventive e periodiche del personale a norma della Legge 19 marzo 1956, art. 33 « Norme generali per l'igiene del lavoro » per i lavoratori esposti al rischio dei derivati alogenati degli idrocarburi alifatici (tricloroetilene, ecc.).

Infine ricordando come nella fase terminale di ciascuna operazione di lavaggio si provoca l'espulsione all'esterno dei vapori residui, si impone una garanzia atta ad eliminare eventuali cause di danno o molestia al vicinato. La captazione dei vapori prima dell'uscita è l'unica soluzione che garantisce la tutela del vicinato. La solubilità in alcool indurrebbe a proporre senz'altro tale depurazione, ma il sistema un po' complicato esporrebbe al rischio di facile infiammabilità oltre ad un elevato costo di gestione.

Per il momento la soluzione migliore è data dall'interposizione, sulla canna di espulsione dei vapori, di un depuratore a carbone attivo facilmente disinnestabile per il ricambio periodico della sostanza adsorbente.

Sono da escludere le immissioni dello sbocco di questo condotto in vecchie canne fumarie per evitare il formarsi a contatto della fuliggine di composti azeotropici, e in genere anche le immissioni in canne fumarie nuove o vecchie intubate perchè, anche se si eliminasse il ristagno dei vapori con un mezzo meccanico premente dal basso ed aspirante dall'alto, azionabile dal locale di lavoro, non sarebbe evitata la possibile invasione di locali degli ultimi piani con vapori residui. Anche lo sbocco in fogna presenta inconvenienti per ristagni nelle condotte e pericolo di intossicazione per gli addetti alle fognature all'apertura dei chiusini e durante i controlli per lavori.

Perciò lo sbocco della canna di espulsione degli eventuali vapori sfuggiti al filtro, è consigliabile che avvenga a livello della strada (densità dei vapori di « tri »: 4,54) o del cortile interno, se sufficientemente ampio, escludendo a priori i cortiletti o i pozzi di luce. Si eviterà in tal modo il reflusso dei vapori nel locale di lavoro e il diffondersi degli stessi negli ambienti adiacenti.

Dal coordinamento di questi mezzi di difesa di ordine ambien-

tale, tecnologico e medico, e dalla loro applicazione come enunciato in sintesi, si può arrivare, sulla scorta delle osservazioni dirette, alla risoluzione del problema del tricloroetilene nel campo delle lavanderie a secco.

Giorgio Trompeo - Antonio Azzolini

#### BIBLIOGRAFIA

AMBROSIO L. e COPPA S., *Condizioni igienico-sanitarie delle lavanderie a secco*, Riv. It. Igiene, 6, 331, 1946.

DEL VECCHIO V., *Il problema del tricloroetilene nell'igiene del lavoro*, Relazione al XX Congr. Naz. d'Igiene, Roma 1958.

MOLFINO F., *Manuale di Medicina del Lavoro*, Ed. Minerva Medica, Torino 1953.

Rocco A., « Atti e Rass. tecn. Soc. Ing. e Arch. Torino », n. s., v. 2.

Rocco A., *Aspetti igienico-sanitari dell'impiego del tricloroetilene come detersivo e come solvente*, Comunicaz. XIV Congr. Naz. di Medicina del Lavoro, Torino 1948.

TROMPEO G., *Rilievi sull'inquinamento ambientale da tricloroetilene nelle piccole lavanderie a secco* (in corso di pubblicazione in Ig. Moderna, 1958).

VALLAUD, RAYMOND e SALMON, *Solvents chlorés et Hygiène industrielle*, I.P.S., Paris 1956.

ZAMBRANO A., *L'igiene del lavoro nelle piccole lavanderie a secco*, Nuovi Ann. d'Ig. e Microb., 1, 1, 1955.

## RUBRICA DEI BREVETTI

a cura di FILIPPO JACOBACCI

Segnalazione di brevetti italiani di recente pubblicazione

I.

### COSTRUZIONI PERMANENTI

A - *Costruzioni di strade, strade ferrate e ponti.*

No. 560046 - 29.9.1956, *Alessandri Alessandro*, « Giunto elastico autocentrante, a bicchiere, per condotte in cemento armato ».

No. 558940 - 16.6.1956, *Balestra Alfredo*, « Giunto ad innesto per rotaie ferroviarie e tranviarie ».

No. 559731 - 28.9.1956, *Constructions Mécanique Soc. an. Renens*, « Apparecchio per strappare i ramponi che servono a fissare le rotaie di ferrovie sulle relative traversine ».

No. 559457 - 26.9.1956, *Elettromeccanica Lombarda Crugnola e Solari*, « Perfezionamento ai dispositivi ed apparecchiature, operanti a percussione, per il riscaldamento di massicciate ghiaiose in particolare di linee ferroviarie, e relativi dispositivi perfezionati ».

No. 559859 - 24.9.1956, *Giovannella Giuseppe*, « Sistema e mezzi per evitare l'urto ed il martellamento delle giunture delle rotaie ferroviarie ».

No. 559312 - 28.6.1956, *Guerra Antonio*, « Perfezionamento ai giunti dei binari ferroviari ».

No. 558423 - 21.5.1956, *Goodyear Tire & Rubber Comp. (The)*, « Composizione contenente gomma e catrame in particolare per applicazioni stradali e relativo procedimento di preparazione ».

No. 559195 - 13.9.1956, *Pagano Giuseppe e Ferrara Gaetano*, « Pavimentazione in mosaico asfaltico anche a colori per marciapiedi, terrazze e simili, e metodo per la sua preparazione ».

No. 559815 - 10.1.1956, *Elektrotechnische Fabrik Wietek & Co. G.m.b.H.*, « Lampada alimentata da batteria per segnali di traffico, con emissione di luce dipendenti dalla posizione della stessa ».

No. 559096 - 18.9.1956, *Costa Gianello*, « Apparecchio elettrico di segnalazione stradale a fari, con luce colorata intermittente, da collocarsi a distanza dietro gli automezzi fermi sulle autostrade nelle ore notturne per segnalarne la presenza agli automezzi in arrivo ».

No. 558442 - 30.7.1956, *Signalozia Luigi & Gauthier Giovanni*, « Apparecchio luminoso da collocare nel fondo stradale

per costituire le strisce pedonali di attraversamento ».

No. 558966 - 29.8.1956, *Bochumer Gesellschaft für Grubenausbau und Technik m.b.H.*, « Elemento di tensione per la costruzione di gallerie sotterranee ».

B - *Opere idrauliche e fondazioni.*

No. 559073 - 14.9.1956, *Zorzi Silvano*, « Procedimento per il rivestimento o pavimentazione di canali con lastre sottili prefabbricate in cemento armato precompresso ».

No. 560045 - 29.9.1956, *Alessandri Alessandro*, « Giunto elastico per condotte forzate in cemento armato precompresso con doppia guarnizione cooperante con due coppie di superfici una coppia essendo normale all'altra ».

No. 560088 - 5.10.1956, *Müller Ludwig*, « Procedimento per la messa in opera di pali di fondazione circondati da un mantello di calcestruzzo ».

No. 558848 - 6.9.1956, *Kalis Wilhelm e Kalis Hermanus*, « Tazza per trasportatori, specialmente per draghe, atta a facilitare lo scarico del materiale ».

No. 559867 - 26.9.1956, *SIMAC Impianti Macchine Attrezz. Cantieri di Puma Diego*, « Escavatrice meccanica ».

C - *Adduzione di acqua e smaltimento delle acque luride.*

No. 559469 - 24.9.1956, *Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz*, « Regolatore di portata semplificato ».

No. 559372 - 20.9.1956, *Biffoli Giorgio*, « Bocchetta di presa d'acqua ad innesto rapido e a chiusura automatica ».

No. 558999 - 13.9.1956, *Pedroni Antonio*, « Dispositivo con valvola a saracinesca particolarmente per apparecchi igienico-sanitari come lavandini, lavabi e simili ».

No. 559095 - 17.9.1956, *Reggiani Ermete*, « Valvola che permette di regolare con un solo pomolo l'erogazione dell'acqua calda e dell'acqua fredda delle piccole caldaie elettriche per docce ».

No. 559083 - 17.9.1956, *Frattini Antonio*, « Morsetto per il collegamento di tubi di scarico con vasi di Watercloset ».

No. 558600 - 6.9.1956, *Manieri Luciana*, « Cassetta idraulica di scarico per gabinetti igienici, con regolazione automatica del livello dell'acqua per mezzo di chiusura ermetica del recipiente e con comando a pulsante ad azione diretta su meccanismo verticale unificato ».

No. 558550 - 4.9.1956, *Pinelli Luigi*, « Rubinetto perfezionato a chiusura senza premistoppa ».

D - *Fabbricati.*

No. 558649 - 23.8.1956, *A. G. der Corresheimer Olashutterwerke vorm. Ferd. Heye*, « Metodo per la produzione, la messa in opera e l'utilizzazione di piastre o lastre per assorbimento acustico, in particolare di soffitti e/o di pareti di locali ».

No. 558917 - 1.12.1955, *Bailey Stratton Houses Ltd.*, « Struttura muraria con intelaiatura a elementi orizzontali e verticali naturalmente collegato, specialmente per costruzioni prefabbricate ».

No. 559006 - 6.4.1956, *Biagetti Ermano*, « Giunto elastico per tralicciature leggere e per costruzioni civili ».

No. 559578 - 20.9.1956, *Schauvaud Marcel*, « Procedimento di costruzione di muri, elemento di messa in opera, e muro ottenuto mediante detto procedimento ».

No. 558619 - 25.7.1956, *Cusi Virginio*, « Procedimento per il getto di travi in cemento armato in genere senza casatura preventiva ».

No. 559021 - 8.9.1956, *Foppiano G. & Figli*, « Solaio armato, ad elementi prefabbricati identici, impiegabili per carichi od interessi diversi ».

No. 559466 - 24.9.1956, *Nasute Roberto*, « Procedimento per la costruzione delle incorniciature delle aperture per finestre e porte-balcone e blocchi per dette ».

No. 559818 - 11.4.1956, *Richard Crittall Stralings Warmte Ltd.*, « Perfezionamento nelle pareti o soffitti comprendenti elementi riscaldanti, dietro uno strato di materiale di isolamento acustico ».

No. 558948 - 26.7.1956, *Zanchini Claudio e Zanchini Sandro*, « Soffitto prefabbricato in laterizio a più scanalature, per solai in genere ».

No. 558878 - 13.9.1956, *Baguzzi Augusto*, « Travetta-guida prefabbricata per armature metalliche variabili componibile con elementi di cemento vibrocompresso per strutture portanti di solai e tetti ».

No. 558725 - 29.9.1956, *Bartels Hugo Costantin*, « Blocco cavo per costruzioni ».

No. 559055 - 14.9.1956, *Bernardi Mariano*, « Dispositivo di sicurezza per avvolgibili di finestre e balconi ».

No. 559026 - 14.9.1956, *Insam Giuseppe e Walpoth Giuseppe*, « Mattone forato con sezione trasversale ad angolo retto con delle scanalature nelle facce esterne per l'inserzione dei trafilati metallici di armatura ».

No. 558997 - 13.9.1956, *Keramische Ind. Bedarfs Kom. Ges. Paul Gatzke*, « Procedimento per la posa di tegole per tetti con stabilità propria ».

No. 559373 - 21.9.1956, *Liaud René*, « Blocco da costruzione portante e isolante ».

No. 559192 - 15.9.1956, *Milesi Carlo*, « Trave reticolare precompressa per solai, capriate e simili ».

No. 558414 - 22.2.1956, *Montecatini Soc. Gen. per l'Industria Mineraria e Chimica*, « Manufatti di lane minerali particolarmente utili come termocoibenti e come isolanti acustici protetti contro l'umidità con film di materie plastiche impermeabili e/o con lamine di alluminio ».

No. 559294 - 20.9.1956, *Ninni Alessandro*, « Laterizio per sopratetto ».

No. 558877 - 11.9.1956, *Saltini Ermano*, « Tavellone scindibile in una tavella da plafone ed in una da soletta per solai in laterizio e cemento armato ».

No. 558855 - 5.9.1956, *Trumpy Walter*, « Blocchi da costruzione in agglomerato cementizio, con piani di frattura prestabilita ».

No. 559707 - 28.9.1956, *Aluminium Industrie Aktiengesellschaft*, « Procedimento per il montaggio di una lamiera ondulata sopra ad una base ».

No. 559424 - 22.9.1956, *Cossetta Enrico*, « Telaio per sostegno vetri a struttura portante tubolare, particolarmente adatto per copertura serre ».

No. 558458 - 18.8.1956, *Hain Josef*, « Finestra, specialmente per locali umidi ».

No. 559253 - 19.9.1956, *Barbarulli Ameris*, « Piastrina a mosaico per rivestimenti e pavimenti edili interni ed esterni ».

No. 559691 - 29.9.1956, *Benettoni Antonio*, « Profilati in lamiera particolarmente sagomati per la costruzione di telai e casse di serramenti in genere muniti di guardoli a doppia tenuta incassati nella cassa e nel telaio ».

No. 558677 - 7.9.1956, *D'Aronco Girolamo*, « Perfezionamenti agli infissi, destinati ad alloggiare pannelli, fissati a mezzo di mastice o simili ».

No. 559428 - 21.9.1956, *Eller Bernardo Vainicheb*, « Dispositivo per l'isolamento termico ed acustico delle superfici vetrate e simili ».

No. 559340 - 1.9.1956, *F.E.R.V.E.T. Fabbrica Riparazioni Vagoni Tramways*, « Tapparella avvolgibile di materia plastica con stecche direttamente agganciate tra di loro ».

No. 558879 - 11.9.1956, *Franceschi Sergio*, « Dispositivo per sovrapporre piastre da rivestimento ».

No. 558407 - 4.10.1955, *Gasparini G. e Figlio*, « Metodo di fabbricazione di gradini rivestiti in gomma, prefabbricati, per costruzioni edilizie, civili ed industriali ». (Ing. Roberto Piodi presso G.E.V. - Via Porro 12, Torino).

No. 559434 - 22.9.1956, *Joc Elso*, « Procedimento e dispositivo per la formazione di mosaici misti in ceramica e materiale elastico specialmente per pavimenti e pareti ».

No. 559642 - 20.9.1956, *Miebach Konstantin*, « Listello di fissaggio per le lastre di vetro nelle porte e nelle finestre ».

No. 558698 - 10.9.1956, *Orione di Allegri & C.*, « Rivestimento a muro laminato plastico decorativo a supporto in fibra legnosa, da fornirsi in misure standardizzate ed applicabile in qualunque ambiente, qualunque sia l'umidità del muro e del pavimento, senza l'applicazione sul retro del pannello di alcun supporto particolare ».

No. 559441 - 25.9.1956, *Riccardi Albino e Zavarelli Ezio Genesis*, « Serramento impermeabile a chiusura ermetica ».

No. 559214 - 8.8.1956, *Schwager Augustin Gallus*, « Porta flessibile automatica per usi diversi ».

No. 559764 - 2.10.1956, *Sordi Giovanni e Giberti Mario*, « Riquadratura prefabbricata per serramenti portante incorporati gli elementi di ancoraggio delle parti fisse e di funzionamento nelle parti mobili del serramento ».

No. 559089 - 12.9.1956, *Squillario Corrado*, « Apparecchio per raschiare muri allo scopo di asportare tinte o le tappezzerie ».

No. 558512 - 10.12.1955, *Ufficio Brevetti C. Gregorj*, « Dispositivo per lo spostamento delle assicelle di avvolgibili ».

No. 559692 - 29.9.1956, *Zanardo Raffaele*, « Profilato in lamiera particolarmente sagomata per la costruzione di serramenti avvolgibili in genere aventi la cavità interna ripiena di sostanza isolante termica acustica chiusa alle estremità con tappi di sostanza adatta allo scorrimento silenzioso nelle guide ».

No. 558983 - 6.9.1956, *Zanotti Bruno*, « Avvolgitore di persiane a fune continua con freno meccanico a sblocco automatico ad arresto automatico di fine corsa ».

No. 559258 - 20.9.1956, *Agnino Cesare*, « Cassaforma ad elementi metallici a montaggio rapido, costituita da tubi di ponteggio e lamiera, specialmente adatta per gettata di pilastri in cemento armato ».

No. 558990 - 12.9.1956, *Acrow (Engineers) Ltd.*, « Organi di serraggio per casseforme per calcestruzzo e simili ».

No. 559240 - 18.8.1956, *Carmine Carlo*, « Sistema di formazione di casseforme regolabili per getto di travature di calcestruzzo armato e casseforme relative ».

No. 559724 - 29.9.1956, *Gallarati Giuseppe*, « Dispositivo per la messa in tensione di funi e catene, particolarmente per il serraggio di pali per impalcature ».

No. 559775 - 2.10.1956, *Montori Augusto*, « Cassaforma in legno prefabbricata per la posa in opera di pilastri, gettata di cemento, formata da quattro fiancate unibili tra loro a mezzo di tiranti metallici ».

No. 558583 - 3.9.1956, *Rogla Altet Vicente*, « Perfezionamento nei complessi strutturali piramidali e strutture di sopporto ottenute da essi ».

No. 558601 - 21.12.1951, *Cannella Giovanni e Chiavarini Angelo*, « Autorimessa mobile a catena con elementi di scorrimento, per la traslazione della catena in sospensione, alternantisi da un piano di percorso al successivo ».

No. 559004 - 8.3.1956, *Ceratto Armando e Gabriele Manfredi*, « Casa ad elementi prefabbricati impiegabile a pacco ».

E - Serrature, chiavi, accessori per porte e finestre e casseforti.

No. 559825 - 19.5.1956, *Caratti Corrado e Cervetti Giovanni Battista*, « Serratura di sicurezza senza chiavi ».

No. 559699 - 1.10.1956, *Di Tommaso Luigi*, « Serratura ad un quarto di giro di chiave ».

No. 559358 - 17.9.1956, *Fontana Fabio e Longo Matteo*, « Serratura a combinazione variabile con uso di chiave a combinazione variabile ».

No. 559470 - 25.9.1956, *F.lli Antonioli*, « Serratura a blocchetto del tipo a pompa ».

No. 559043 - 10.9.1956, *Zeiss Ikon Aktiengesellschaft*, « Chiave piana a profilatura oblunga per serrature a cilindro ».

No. 558636 - 13.8.1956, *Neumann Erich*, « Serratura rapida a scatto per valigette di macchine da scrivere o simili contenitori ».

No. 559127 - 25.2.1956, *Zanasi Corrado*, « Sistema per la chiusura ermetica di bauli e simili ».

No. 559935 - 8.9.1956, *Winkhaus Aug.*, « Elemento di cerniera per finestre apribili intorno a due assi fra loro ortogonali ».

No. 559953 - 28.5.1956, *Peters & Co. Ltd. G. D.*, « Perfezionamenti alla co-

struzione delle valvole di controllo per fluidi in pressione, in particolare valvole elettropneumatiche usate nei complessi per l'apertura di porte che impiegano a questo scopo dispositivi pneumatici a pistoni differenziali ».

No. 558472 - 29.8.1956, *Selve Ernst*, « Piastra di copertura per dispositivi, del tipo incassato, per azionare tapparelle a cinghia ».

No. 558943 - 5.7.1956, *Wilmot Breeden Ltd.*, « Perfezionamenti relativi ad elementi di collegamento leve, bracci, o simili elementi, particolarmente per meccanismi di fissaggio di porte ».

## II.

### IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E DI VENTILAZIONE NEI FABBRICATI

No. 558406 - 27.8.1955, *Smith & Welltood Ltd.*, « Perfezionamento negli apparecchi di cottura del tipo atto ad essere alimentato con combustibile solido ».

No. 560032 - 3.10.1956, *Brunello Corrado*, « Forno casalingo funzionante a mezzo di fiamma di fornelli a gas o a metano ».

No. 559553 - 20.9.1956, *Polidoro Silvio e Aldo*, « Stufa per combustibili gassosi, particolarmente utilizzabile per riscaldamento con bruciatore mantenuto a bassa temperatura e resistenza ad alta temperatura emittente raggi calorifici ».

No. 559179 - 13.9.1956, *Raciti Antonio*, « Stufa per riscaldamento "Atomsol" avente la proprietà di consumare e di utilizzare tutti i gas residui della combustione mediante una griglia speciale al nichel-cromo ed una piastra in steatite termoelettrica ».

No. 558926 - 6.4.1956, *Vassallo Davide*, « Cucine, stufe e stufette, ecc. ».

No. 558495 - 3.9.1956, *Gabrielli Ezio*, « Caldaia per termosifoni a nafta o carbone ».

No. 558552 - 5.9.1956, *Haas W. Ernst & Sohn*, « Metodo e dispositivo per il preriscaldamento e l'accensione di combustibili liquidi in apparecchi di riscaldamento ».

No. 559785 - 4.10.1956, *Mair Egg Antonio*, « Termosifone con dispositivo preparatore di acqua calda per il riscaldamento di ambienti mediante combustibile solido o liquido ».

No. 560059 - 3.10.1956, *Provost Charles Ludovic Etienne*, « Generatore d'aria calda a contatto diretto, per riscaldamento d'ambienti ».

No. 559821 - 1.8.1956, *Aktiebolaget Svenska Flaktfabriken*, « Metodo di condizionamento dell'aria per locali di abitazione e ambienti simili ed apparecchio per realizzarlo ».

No. 558588 - 4.9.1956, *Blatter Apparatebau*, « Apparecchio per l'ozonizzazione dell'aria ».

No. 560049 - 1.10.1956, *Catalani Giusto*, « Condizionatore di aria calda e fredda ».

No. 558574 - 7.9.1956, *De Pol's E. M. Handelonderuening N.V.*, « Sistema di

ventilazione per edifici, ad esempio edifici suddivisi in appartamenti ».

No. 560013 - 27.9.1956, *Luna A. G.*, « Dispositivo per il condizionamento di ambienti ».

No. 560048 - 1.10.1956, *Catalani Giusto*, « Ebollitore azionato da resistenza elettrica adatto ad ottenere la circolazione di un liquido a scopo di riscaldamento, in ciclo chiuso ».

No. 559203 - 28.10.1955, *Ceccarani Evaristo*, « Impianto idraulico a termosifone, con caldaia collocata nel caminetto, allo scopo di sfruttare le calorie del fuoco per avere acqua calda senza spesa ».

No. 559035 - 10.9.1956, *Fassio Bruno*, « Scaldabagno elettrico a più serbatoi riuniti in gruppo e fra di loro comunicanti per mezzo di condotti relativamente stretti, utilizzabile sia per riscaldamento rapido che per accumulazione di calore ».

No. 558513 - 12.12.1955, *Dionigi Migliaccio*, « Apparecchio per riscaldamento dell'acqua da applicare a scaldabagni e simili ».

No. 559515 - 11.4.1956, *Ricci Saverio*, « Dispositivo elettrico, automatico atto a riscaldare liquido, posto tra le pareti esterne di una vasca da bagno e le pareti interne di un manto o rivestimento ».

## III.

### REFRIGERAZIONE; FABBRICAZIONE E CONSERVAZIONE DEL GHIACCIO; SCAMBIO DI CALORE, LIQUEFAZIONE PER VIA MECCANICA DI GAS DIFFICILMENTE CONDENSABILI

No. 559626 - 24.9.1956, *Cavalleri Luigi*, « Apparecchio refrigerante, particolarmente, ma non esclusivamente, per un impianto per la refrigerazione del latte, alla stalla in attesa dell'arrivo della autocisterna che lo preleva a mezzo di una pompa piazzata su essa ».

No. 559379 - 21.9.1956, *Petrucci Oscar*, « Dispositivo di trasmissione di moto a tenuta stagna, particolarmente per compressori frigoriferi ».

No. 558776 - 31.7.1956, *Parisi Roger*, « Apparecchio per la distribuzione di porzioni di gelati ».

No. 558735 - 15.3.1956, *General Motors Corporation*, « Perfezionamento nei sistemi di isolamento termico per refrigeratori ».

No. 559700 - 1.10.1956, *Götzer Franz*, « Cofano per frigoriferi ad uso domestico ed industriale ».

No. 558562 - 6.9.1956, *Petti Raffaele*, « Sistema di costruzione di armadi e banchi per frigoriferi, ghiacciaie e simili, con intelaiatura di massiccio isolamento termico, montabile sul luogo di impiego, ed armadi e banchi per frigoriferi e simili, attuati secondo il sistema ».

No. 559668 - 25.9.1956, *Ricciardelli Giuseppe*, « Apparecchio per la refrigerazione dell'aria con l'uso di ghiaccio idrico o di sostanze costituenti riserva di freddo rinnovabile ».

No. 558622 - 3.8.1956, *Babcock & Wilcox Ltd.*, « Perfezionamento negli scambiatori termici a tubi e relativo tubo per scambiatore termico ».

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE