ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

FIAT
TORINO

SOCIETÀ PER AZIONI UNIONE CEMENTERIE

MARCHINO EMILIANE
E DI
AUGUSTA

UNI CEM

Direzione Generale:
Via C. Marenco 25
10126 TORINO

NUOVA SERIE . ANNO XXIV . N. 10 . OTTOBRE 1970

SOMMARIO

ATTI DELLA SOCIETÀ

O. Rosati, *Visite a monumenti Vittoniani* . . . . . pag. 253

RASSEGNA TECNICA

G. Surace, *Le strutture sandwich nei veicoli aerei e spaziali* . » 255

G. M. Lupo, *Annibale Rigotti, architetto* . . . . . » 265

A. Rigotti, *Alessandro Antonelli (1798-1888)* . . . . . » 275

RECENSIONI

E. P., *Il tempio di Ellessija* . . . . . » 277

E. P., *Corso di perfezionamento per le costruzioni in cemento armato* . . . . . » 278

E. P., *Per una normativa delle lastre di vetro nell'edilizia* . . » 278

NOTIZIE . . . . . » 279

BOLLETTINO D'INFORMAZIONI DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI TORINO - Estratto n. 3-C.

Direttore: Enrico Pellegrini.

Comitato di redazione: Gaudenzio Bono, Cesare Codegone, Federico Filippi, Mario Federico Roggero, Rinaldo Sartori, Paolo Verzone, Vittorio Zignoli.

Comitato esecutivo: Anna E. Amour, Giovanni Bernocco, Mario Brunetti, Dante Buelli, Jacopo Candeo Cicogna, Piero Carmagnola, Loris Garda, Elvio Nizzi, Ugo Piero Rossetti, Secondo Zabert.

REDAZIONE: Torino - Corso Montevecchio, 38 - telefono 55.50.00.
SEGRETERIA: Torino - Corso Siracusa, 37 - telefono 36.90.36/37/38.
AMMINISTRAZIONE: Torino - Via Giolitti, 1 - telefono 53.74.12.

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 6.000. - Estero L. 8.000.
Prezzo del presente fascicolo L. 600. Arretrato L. 1.000.

La Rivista si trova in vendita: *a Torino* presso la Sede Sociale, via Giolitti, 1.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III/70

Alpina S.p.A.

CAPITALE INTERAMENTE VERSATO L. 600.000.000
MILANO Via G. G. Winckelmann, 1 - Tel. 42.25.285/6

PROGETTI CONSULENZE

Impianti idroelettrici
Impianti termoelettrici
Impianti idraulici, marittimi, acquedotti
Impianti di trasformazione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
Impianti di telecomunicazioni
Costruzioni civili e industriali
Costruzioni stradali e autostradali
Impianti ferroviari in superficie e sotterranei
Ricerche operative

L'Alpina dispone di un attrezzato laboratorio geotecnico e prove materiali

COPERTURE IMPERMEABILI

GAY
di Dott. Ing. V. BLASI
Impermeabilizzazioni e manti per tetti piani o curvi, cornicioni, terrazzi, sottotetti, fondazioni.
VIA MAROCHETTI 6. TORINO. TEL. 690.568

asfalt - c. c. p.
TORINO S. p. A.
Strada di Settimo 6 - Tel. 24.11.00 - 24.10.86
COPERTURE IMPERMEABILI - MARCIAPIEDI - STRADE
ASFALTI COLATI E TAPPETI STRADALI **COLORATI**
PRODUZIONE, APPLICAZIONE E VENDITA DI ASFALTI A FREDDO **GELBIT** E **GELBIPLAST**
RECINZIONI PREFABBRICATE IN CEMENTO

DOTT. ING. VENANZIO LAUDI
s. n. c.
IMPIANTI RAZIONALI TERMICI
E IDRICO SANITARI
TORINO - VIA MADAMA CRISTINA 62
TELEF. DIREZIONE: 683.226 • TELEF. UFFICI: 682.210

SIET
SOCIETÀ INDUSTRIE ELETTRICHE TORINO
IMPIANTI *elettrici antideflagranti* - PROIETTORI
LINEE *trasporto energie* - *Centrali e cabine elettriche* -
IMPIANTI *elettrici industriali e civili di ogni tipo*
TORINO - VIA CHAMBERY 39 - TEL. 70.17.78 - 70.17.79
ROMA - VIA DEI CRISPOLTI 11 - TEL. 43.38.41 - 43.39.91

ATTI DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

VISITE A MONUMENTI VITTONIANI

OTTORINO ROSATI stende una breve cronaca e annota alcuni appunti di viaggio sulle visite ad architetture di Bernardo Vittone, effettuate con la Società degli Ingegneri e degli Architetti.

In occasione del secondo centenario della morte di Bernardo Vittone (1770), il geniale architetto piemontese che tanto e sì brillantemente operò nella nostra regione durante il XVIII secolo, la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino ha organizzato un ciclo di visite ad alcune tra le sue più significative opere. La prima di queste visite ha avuto luogo il 20 settembre u. s., giorno precedente l'apertura del Convegno internazionale promosso dall'Accademia delle Scienze di Torino sul tema: « Bernardo Vittone e la disputa fra classicismo e barocco nel '700 », e si è svolta secondo un itinerario che, partendo da Chieri, si è concluso a Bra e ad Alba. La seconda visita a monumenti vittoniani, organizzata in collaborazione con l'Accademia delle Scienze, ha avuto luogo il 24 settembre, a chiusura del Convegno, ed ha seguito un itinerario attraverso il Canavese, conclusosi a Vercelli nella chiesa di Santa Chiara, oggetto di un recente splendido restauro.

Importanti manifestazioni commemorative del bicentenario vittoniano, che, onorando il grande architetto piemontese, hanno voluto contribuire all'approfondimento della conoscenza della sua vasta ed estrosa opera, sono state promosse sia dall'Accademia delle Scienze torinese, organizzatrice del suddetto Convegno, che dall'Istituto di Elementi di Architettura e Rilievo dei Monumenti della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, che ha effettuato il rilevamento e lo studio critico di fondamentali opere vittoniane, curando quindi la pubblicazione, da parte del proprio Centro Stampa, di una collana di volumi dal titolo « Bernardo Vittone misurato », di cui è stato riferito in altri numeri di questa rivista.

Il particolare ringraziamento di quanti hanno interesse e amore per l'opera vittoniana e per il patrimonio culturale dell'architettura piemontese va quindi al prof. arch. Enrico Pellegrini, Direttore dell'Istituto di Rilievo dei Monumenti, e al prof. Vittorio Viale, dell'Accademia delle Scienze di Torino. In particolare, per quanto riguarda l'organizzazione delle visite sociali alle opere del Vittone, la riconoscenza dei partecipanti va anche all'arch. Nino Rosani, Presidente della nostra Società.

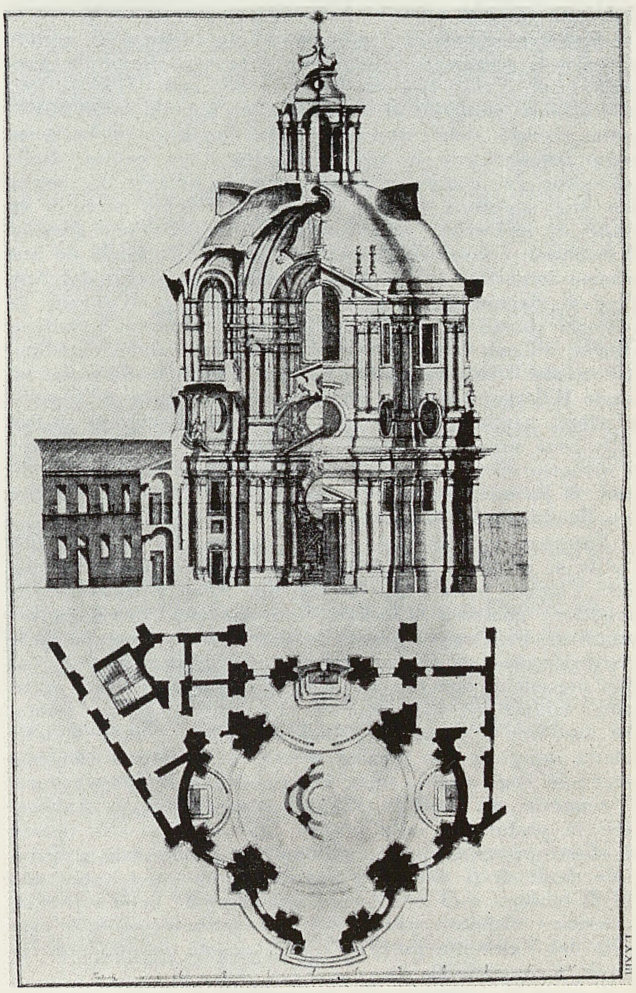
È nostra intenzione dare qui un breve resoconto della prima visita alle architetture vittoniane, unendo alcuni brevi appunti e impressioni sui monumenti che si è avuto modo di ammirare e considerare.

Vogliamo ricordare che, per la lettura di questi monumenti, sono stati di utile guida l'opera fondamentale di Paolo Portoghesi « Bernardo Vittone » (Ed. dell'Elefante, Roma 1966), che compendia l'intera opera vittoniana, ed il volume « Bernardo Vittone architetto », di Nino Carboneri e Vittorio Viale, catalogo della bellissima ed esauriente Mostra tenutasi in Santa Chiara di Vercelli nel 1967, al compimento dei lavori di restauro.

La prima tappa del nostro itinerario di visite è stata la chiesa di San Bernardino a Chieri. Nell'interno di questo edificio, i visitatori si sono trovati subito immersi in uno degli spazi architettonici più tipicamente vittoniani, spazio dilatato ed esaltato dalla luce che penetra e si diffonde in particolari zone — cui il Portoghesi dà il suggestivo nome di « camere di luce » — le quali si alternano e si compongono nel gioco della struttura traforata. In questa costruzione, Vittone intervenne nel 1740, su preesistenze derivanti da altri progetti. Pur vincolato dalle esistenti fondazioni, Vittone riuscì a conferire un'impronta personalissima a tutto l'insieme, che venne ad innalzarsi ardito, leggero ed aereo. Partendo da una convenzionale pianta a croce greca, il Vittone costruì un'agile ossatura strutturale secondo ben precise linee-forza, ossatura che si contrappone all'involucro permeato di luce filtrante, e in esso si compenetra. In ogni punto ove il collegamento tra le strutture non è necessario, questo è soppresso, sicchè la luce ha libero accesso attraverso varchi da cui filtra, o prorompe impetuosa. Si realizza mirabilmente, attraverso la luce, una continuità spaziale e atmosferica tra interno ed esterno. Pareti e diaframmi di chiusa perdono sovente materialità e dimensione, diventando sottili, aerei schermi luminosi, elementi di mediazione tra il finito spazio architettonico interno e l'infinito spazio naturale esterno.

Dopo questo primo, esaltante contatto con la spazialità vittoniana, abbiamo visitato la più quieta e sobria costruzione dell'Orfanotrofio di Chieri, cui s'innesta l'edificio della chiesa (1744), in un insieme di volumi vigoroso e al tempo stesso composto e sereno.

A Chieri si è pure visitata la Cappella della Madonna delle Grazie, all'interno del Duomo, eseguita negli anni 1757-59. Il Vittone dice di aver modellato la nicchia secondo « l'idea di quelle che sono nella navata maggiore di San Giovanni in Laterano di Roma », adottando « la luce alla Bernina » onde rivelare luminosamente la statua alla vista dei devoti. Pure qui, ricerca di modellazione spaziale esaltata attraverso la luce.



Chiesa di santa Chiara di Bra: pianta prospetto e sezione.
B. A. Vittone, *Istruzioni diverse*, Lugano, 1766, Tav. 73.

Successiva tappa del nostro itinerario vittoniano è stata la chiesa dell'Assunta, a Riva di Chieri. Questo edificio parrocchiale era stato progettato dal Plantery, zio del Vittone, nel 1725, costruito, verso quell'epoca, fino all'imposta delle coperture, e quindi lasciato incompiuto. Il Vittone, quarant'anni più tardi, riprende in mano la costruzione e ridisegna tutta la parte non eseguita, introducendo parziali ma incisive modifiche anche in zone esistenti. Anche in quest'occasione, il Vittone riesce a dare allo spazio una personale, geniale modellazione, introducendo una copertura ben diversa da quella, piuttosto convenzionale, prevista originariamente dal Plantery. Molte chiusure murarie vengono sfondate ed aperte alla luce, mentre una nuova, più luminosa volta ad ombrello s'inserisce nelle strutture precedenti e da esse elegantemente si slancia, modificando e dilatando il valore spaziale dell'ambiente. Ancora una volta, il principio vittoniano di liberazione della struttura da inutili diaframmi murari, sia pur solo parzialmente applicato in questo caso, lascia alla luce via libera a modellare spazi ed a modificare il valore visivo dei pieni esistenti. All'esterno della chiesa, la nuova cupola, dal grande finestrone, conferisce un più agile ritmo al piuttosto massiccio e squadrato schema originario.

Procedendo nel nostro viaggio, abbiamo visitato, a Carignano, l'Albergo di Carità, costruito dal Vittone tra il 1744 e il 1749. Di questo vasto complesso abbiamo ammirato la limpida sequenza degli spazi, dalla agile, discorsiva continuità. Nella cupola della cappella si notano elementi di particolare significato ed interesse per l'evolversi dei rapporti luce-struttura nel discorso spaziale vittoniano: tra essi, colpisce lo svuotamento dei pennacchi, realizzato qui per la prima volta dal Vittone, che porta innanzi quel processo di apertura della struttura alla luce che, in uno stadio precedente, avevamo osservato nel San Bernardino di Chieri.

Allontanandoci un poco da Carignano, verso l'aperta verde campagna, ove il ritmo geometrico dei coltivi è scandito dai filari di gelsi e di pioppi, e interrotto qua e là da distesi cascinali, ci è apparso ad un tratto quel minuto gioiello di aggraziati volumi che è la cappella della Visitazione al Vallinotto. Costruita negli anni 1738-39, per una piccola comunità di contadini, la cappella sorge isolata nella pianura stendentesi a perdita d'occhio, ed ha come unico interlocutore lo spazio infinito della natura. Nella solitudine dei campi, il bianco piccolo edificio si innalza con una modulata sovrapposizione di volumi, secondo un ritmo di ispirazione guariniana. La modellazione plastica delle masse è morbida e insieme vigorosa. Partendo da uno schema impostato sull'esagono, che ricorda quello del Sant'Ivo di Borromini, la costruzione scaturisce all'esterno da contorni curvilinei, configurandosi in tre volumi digradanti attorno all'asse centrale fino su al leggero, aereo cupolino. Alternanze e continuità di superfici concave e convesse, secondo il leggero, sinuoso ritmo che le scandisce nella parte inferiore, parziali irrigidimenti lungo più accentuati spigoli nelle zone soprastanti, rendono assai piacevole e suggestivo il percorso visivo compiuto a breve distanza attorno all'edificio. Si ha una sensazione di perfetta equilibrio atmosferico con l'ambiente circostante.

Putroppo non abbiamo potuto gustare che l'esterno dell'edificio, poichè lavori di restauro ingombrano attualmente tutto l'invaso della cappella con una fitta impalcatura che impedisce qualsiasi visibilità. Non abbiamo quindi potuto ammirare quei rapporti e quelle sintesi spazio-luce che tanto caratterizzano all'interno questa architettura rispetto ad altri precedenti esempi vittoniani, sottraendola ad ogni apparente valutazione dimensionale. La doppia cupola forata, che nasconde le sorgenti di luce illuminanti l'affresco della calotta superiore con magico effetto, il sottostante intreccio esagonale degli archi, tutto era coperto dalle impalcature. E neppure era visibile l'abside trasparente; o l'abbassarsi in profondità delle cornici delle nicchie, alla ricerca di effetti prospettici, accorgimento che, superando il principio degli strati ricorrenti paralleli, conduce a nuovi giochi di tensioni e di sottili equilibri dinamici delle superfici. A restauri ultimati, una nuova visita all'interno della cappella del Vallinotto potrà offrirci elementi del più alto interesse e suggestività.

Lasciata la pianura di Racconigi, abbiamo raggiunto Bra, in uno scenario di ameni colli, facendo sosta in quella scenografica, digradante piazza del Municipio che vide vari felici interventi del Vittone, anche in scala urbanistica. Il palazzo municipale braidese, di piccole dimensioni, è ormai attribuito con sicurezza al Vittone. Esso risente fortemente dell'influenza guariniana, ma certi caratteri di chiara semplicità ne fanno un organismo tipicamente vittoniano. La facciata è scompartita in tre zone: una parte centrale, convessa, cui si accede per mezzo di una breve, piacevole scalinata, è racchiusa da due parti laterali a superficie piana. Il palazzetto si affaccia sulla piazza senza alcuna pretesa monumentale o aulica; l'insieme è aggraziato e leggiadro, con un tocco di civetteria pur nella semplicità decorativa. Le ridotte proporzioni di questo palazzo in miniatura gli conferiscono un po' il carattere di prezioso, piacevole joujou.

Ci siamo quindi recati a visitare la non lontana chiesa di Santa Chiara, che il Vittone costruì intorno al 1642. È questa una delle più suggestive e interessanti creazioni dell'architetto piemontese, definita dal Portoghesi « l'opera più intensa del primo periodo della sua attività, che riassume, con nuova sicurezza, le sue ricerche sul tema della molteplicità spaziale e del rapporto spazio-luce ».

L'alta ed un po' bizzarra mole dell'edificio, complessa pur nella sua spoglia essenzialità, anticipa già esternamente la sensazione di uno spazio interno estroso ed imprevedibile. Sensazione che si realizza pienamente non appena si sia penetrati in questo spazio. Subito l'attenzione dell'osservatore è proiettata verso l'alto, secondo lo slancio verticale della struttura ed il ritmo crescente di luminosità che, in vertiginosa progressione, culmina nel velo leggero della cupola forata.

La costruzione è impostata su di una pianta centrale dal rigoroso schema geometrico basato sul cerchio e sul quadrato, intersecati da quattro ovali disposti assialmente. Lo spazio interno si sviluppa e s'innalza, dapprima liberamente, sul perimetro quadrilobato di base, si restringe successivamente in un cerchio di ispirazione juvarriana, per poi schiudersi ancora in dodici concavità che dilatano l'involucro fino all'ordine superiore di colonne. Al di sopra di queste, s'imposta la vela, dagli ampi costoloni, forata in varie zone attraverso cui si ha la visione dell'intradosso della cupola terminale, che riceve luce da invisibili sorgenti sì da sembrare illuminata di luce propria. Anche qui, la doppia volta forata consente sorprendenti effetti. Il Vittone stesso ci illustra il suo artificio (« Istruzioni Diverse », Lugano, 1766): « La volta è doppia, e per quattro grandi aperture, che formate sonosi ne' quattro principali campi dell'inferiore, alla vista presentansi di chi sta in chiesa le pitture esistenti nella volta superiore, coll'aiuto però del lume, che loro prestano gli occhi a lucello, che vi sono all'intorno, e delle aperture, che esistono nelle volte delle suddette tribune ».

Ultima tappa di questo nostro itinerario vittoniano è stata la chiesa di Santa Maria Maddalena ad Alba, dove ci siamo brevemente soffermati soprattutto per ragioni di percorso. Questa costruzione, datata 1749, presenta infatti un minore interesse rispetto ad altre opere del Vittone. Impostato su un chiuso schema ovale di reminiscenza berniniana, lo spazio interno si regge su di un discorso non sempre preciso e in vari punti privo di sostanziale vigore. Alla chiesa fa seguito un ampio coro a pianta trapezoidale, che un diaframma separa dal presbiterio. La volta è indebolita da affreschi piuttosto ingenui e architettonicamente poco coerenti, dei quali però non può farsi colpa al Vittone, che aveva previsto una diversa decorazione. Interessante e piacevole la facciata in filari di mattoni grezzi — destinati all'origine a sopportare un successivo rivestimento — che scandiscono orizzontalmente la superficie dispiegantesi in garbate e controllatissime curvature. Tutto l'esterno è equilibrato e ben inserito nel tessuto urbano circostante.

Termina così il nostro primo, entusiasmante viaggio nel suggestivo mondo dei luminosi, aerei, lieti spazi religiosi vittoniani. In essi abbiamo sentito trasparire la fede serena e gioiosa di un'anima permeata di ottimismo, per sua natura lontana da conturbanti, severe astrazioni mistiche, da sottigliezze teologiche, da gravi e cupe immanenze, un'anima che canta ed esprime la presenza divina in un semplice, palese atto di rivelazione e di amore.

Ottorino Rosati

Libero Docente in Disegno di Proiezioni e Forme Architettoniche presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

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

Le strutture sandwich nei veicoli aerei e spaziali

Viene eseguita una rassegna critica delle strutture sandwich, partendo dall'esame delle caratteristiche degli elementi componenti e dei procedimenti di fabbricazione sino alle prove meccaniche. Una ricerca bibliografica sulle applicazioni delle strutture sandwich negli ultimi veicoli aerospaziali e le curve relative agli indici di bontà dei materiali componenti commercialmente standardizzati completano lo studio.

1) Introduzione.

Le strutture sandwich si cominciarono ad applicare in larga scala negli anni 30, nella costruzione del bombardiere De Havilland « Mosquito ». I materiali usati in questa prima importante applicazione sono stati il legno laminato di betulla e il legno balsa.

Allora, le strutture sandwich costituite di legni compensati, sughero e resine espanse venivano impiegate per gli aerei subsonici, oggi, sono usate sia per la costruzione di alianti, sia per la costruzione di aerei supersonici, di razzi vettori e satelliti: inoltre durante questi ultimi anni si è avuto un grande sviluppo delle tecniche costruttive e della tecnologia dei materiali, sì da utilizzare leghe in alluminio, acciai inossidabili, cartoni duri compressi e plastici resistenti ad alte temperature rinforzati internamente con maglie in fibre di vetro per la costruzione di queste strutture. Per ciò, dalle loro limitate applicazioni iniziali si è passato al loro uso estensivo nelle più vaste forme, sia come elemento strutturale, sia di forma, anti-rumore o come isolante al calore di altre parti strutturali.

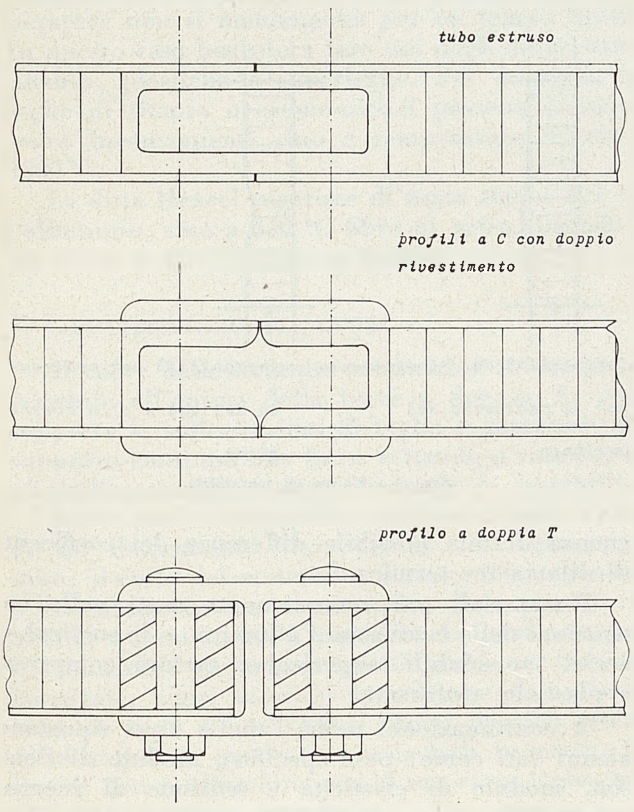


Fig. 1 - Unione del Sandwich ad altri elementi strutturali.

Questo grande sviluppo nasce da uno studio sempre più accurato della architettura e della tecnologia dei materiali costituenti, nonchè dall'esame delle prove meccaniche sul prodotto finito.

Una analisi critica dettagliata è quindi quanto mai necessaria ed opportuna al fine di conoscere i parametri che entrano in gioco per la scelta più opportuna di una struttura sandwich.

2) Generalità.

Le strutture sandwich sono costituite da due lamine esterne (facce) e da un'anima interna (cuore) in materiale di basso peso specifico, unita alle facce per mezzo di un collante.

L'inserimento di queste strutture in una di tipo convenzionale può essere fatto in modi diversi. Le Fig. 1 e 2 indicano alcune forme possibili di unione ad altri elementi (e possibili forme dei bordi di pannelli sandwich) [1].

Queste strutture, come si vedrà, hanno una certa analogia con la trave a doppia T. Le facce, di un pannello che svolga compiti strutturali, dovranno collaborare all'equilibramento dei momenti flettenti, sforzi normali e di taglio nel suo piano; mentre il cuore assorbirà sforzi di taglio perpendicolari al suo piano, e stabilizzerà le facce, ritardando così i fenomeni di imbozzamento locale e di instabilità elastica globale. Il collante dovrà resistere agli sforzi normali e di taglio che cercano di separare le facce dal cuore. Nella Fig. 3 si possono vedere alcune forme possibili di instabilità di pannelli sandwich piani compressi [1].

Per ciò si vede che per la progettazione e costruzione di queste strutture si è di fronte a tre problemi.

3) Vantaggi e svantaggi.

Fra i molteplici vantaggi di queste strutture si possono elencare:

1) Basso peso specifico.
2) Elevata rigidezza.
3) Elevata resistenza alla fatica.
4) Opportunamente orientate consentono sollecitazioni maggiori a parità di peso.

5) Quasi tutti i materiali comunemente usati in aeronautica possono assumere la configurazione alveolare.

6) Il materiale resistente alla flessione si trova lontano dall'asse neutro.

7) Eliminazione delle ondulazioni nel rivestimento.

8) Alte caratteristiche di isolamento.

9) Possibilità di impiego anche per la costruzione di parti complesse.

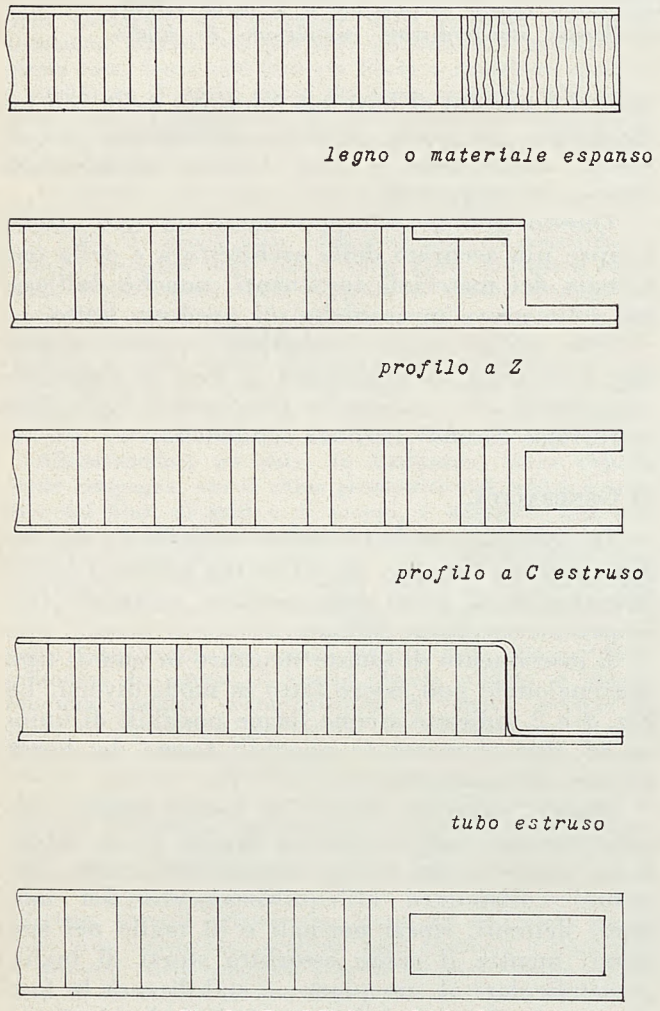


Fig. 2 - Possibili forme dei bordi.

Per queste caratteristiche, le strutture sandwich sono ampiamente utilizzate in aeronautica per la costruzione di impennaggi, ali, alettoni, ipersostentatori, alette di compensazione, freni aerodinamici, portelli di accesso, etc.

Di contro vi sono anche degli svantaggi:

1) Facilità di danneggiamento sotto l'azione di carichi.

2) Le piccole ammaccature fanno diminuire la resistenza all'instabilità elastica del pannello.

3) I bordi di uscita dei flaps fatti in sandwich sono molto delicati e facilmente danneggiabili.

4) Diminuzione della resistenza del collante alle alte temperature.

Questi inconvenienti si possono evitare o minimizzare realizzando una buona manutenzione delle parti in sandwich; costruendo i bordi di uscita dei flaps con rivestimento in acciaio e l'interno totalmente in nido d'ape anzichè in due parti; usando la saldatura se i materiali lo permettono.

4) Caratteristiche delle facce.

Come si è detto, le due facce del sandwich sono equiparabili alle solette della trave a doppia T. Il materiale lavorante alla flessione è messo alla maggior distanza dall'asse neutro della sezione, in modo di aumentare il suo momento d'inerzia.

Le facce di un pannello sandwich possono essere di materiali diversi ed avere anche spessori diversi; in questo caso il pannello, dovuto al rivestimento, sarà anisotropo e lavorerà secondo una direzione preferenziale. Qualora fosse indispensabile la scelta di due materiali diversi occorrerà fare attenzione ad eliminare la distorsione dovuta alla temperatura, che potrebbe nascere in conse-

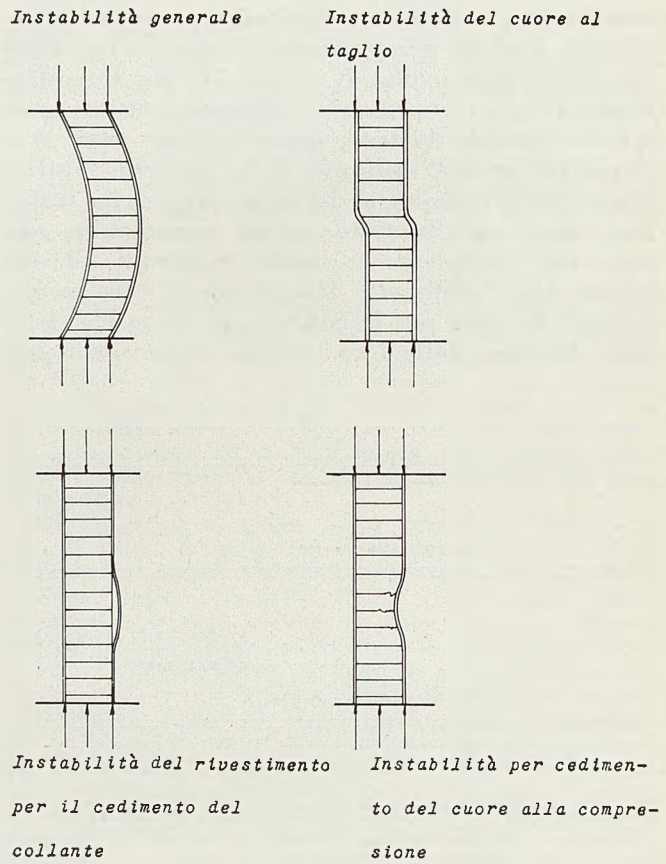


Fig. 3 - Forme di instabilità.

guenza di una possibile differenza dei coefficenti di dilatazione termica.

I materiali più comunemente usati nelle costruzioni delle facce sono l'alluminio e le sue leghe, acciai inossidabili, superleghe, cartoni compressi e plastiche rinforzate.

A continuazione, nella Tabella 1, si riportano alcuni dati come: peso specifico, modulo di Poisson, modulo di elasticità e tensione di snervamento [2].

TABELLA 1

STRUTTURE SANDWICH - PROPRIETÀ MECCANICHE DELLE FACCE

Materiale	Tens. Snerv. (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	$1-\mu^2$	Pe. Spe. (Kg/dm^3)	Commenti
Alluminio - 1100 - H 14	*1196,63*	*.7 10^6*	*.89*	*2,75*	*Basso costo. Saldabile*
Alluminio - 2024 - T 4	*3308,33*	*.75 10^6*	*.89*	*2,77*	*Basso costo. Buona resistenza.*
Alluminio - 6061 - T 4	*1374,41*	*.7 10^6*	*.89*	*2,71*	*Saldabile.*
Alluminio - 7075 - T 4	*5138,47*	*.73 10^6*	*.89*	*2,79*	*Alta resistenza.*
Acciaio dolce - 1015	*3167,55*	*2,11 10^6*	*.91*	*7,85*	*Basso costo.*
Acciaio inossidabile - 316 L	*4223,40*	*2,11 10^6*	*.94*	*7,89*	*Brasabile.*
Plastica rinforzata (1)	*1407,80*	*.22 10^6*	*.98*	*1,81*	
Plastica rinforzata (2)	*4082,62*	*.36 10^6*	*.98*	*1,81*	
Plastica rinforzata (3)	*1337,41*	*.2 10^6*	*.98*	*1,81*	*Resistenza al calore.*
Cartone duro compresso	*21,12*	*.28 10^5*	*.99*	*0,81*	
Legno compensato Abete Douglas	*179,09*	*.13 10^6*	*.99*	*0,48*	
Acciaio inossidabile - 17 - 7 PH	*14077,9*	*2,04 10^6*	*.94*	*7,64*	*Alta resistenza.*

Nella stessa tabella, le plastiche rinforzate che hanno i sotto indici (1), (2) e (3), hanno le seguenti caratteristiche:

(1): Plastica rinforzata con due maglie a 90° di 181 fibre di vetro annegate in resine epossidiche.

(2): Plastica rinforzata di una maglia di 143 fibre di vetro annegata in resine epossidiche.

(3): Plastica rinforzata con due maglie a 90° di 181 fibre di vetro annegate in resine fenoliche o poliestere.

Inoltre per la costruzione delle facce è necessario tener conto della temperatura di lavoro. Infatti, l'alluminio non può essere usato dove ci sono temperature superiori ai 250 °C, quando tali temperature non si mantengono per un tempo breve. In questo caso bisognerà fare uso degli acciai inossidabili, plastiche e superleghe. Per esempio, le leghe di titanio o cromo-nichel possono lavorare senza inconvenienti sino a temperature di circa 1200 °C.

La ditta Hexcel sugerisce di usare sino a 220 °C l'alluminio, sino a 310 °C fibre di vetro speciali e da 310 °C a 600 °C acciai e titanio.

5) Caratteristiche del cuore.

Il cuore delle strutture sandwich è invece paragonabile all'anima della trave a doppia T; esso sopporta le sollecitazioni di taglio e garantisce un supporto continuo alle facce evitando o ritardando gli imbozzamenti e altri fenomeni di instabilità.

Molti sono i criteri che influiscono sulla scelta di un determinato riempimento, tra queste ci sono: il costo del materiale, il costo di produzione e le caratteristiche meccaniche. Per quanto riguarda questa scelta è possibile un gran numero di soluzioni: si hanno infatti cuori in lamiere corrugate, cuori massicci in schiume di nylon e cuori in nido d'ape. Questi ultimi possono essere quadrangolari, quadrati o esagonali in carta, fibre di vetro, alluminio con le sue varie leghe, acciai inossidabili e superleghe.

In generale si può dire che la resistenza del nido d'ape al taglio e alla compressione è proporzionale alla densità, inoltre per ogni valore della densità esistono molte forme di cellette, tra cui la quadrata e la esagonale posseggono equivalenti proprietà fisiche [2].

Nelle Tabelle (2), (3) e (4) si riportano le caratteristiche meccaniche del nido d'ape esagonale in lega 3003, 5052 e 5056 rispettivamente. A questo punto è necessario spiegare le sigle e notazioni utilizzate in queste tabelle:

Nella designazione Hexcel, per esempio, il 3/4 - 3003 - .003 indica un nido d'ape esagonale in lega leggera 3003, con cellette di 3/4 di pollice di lato e di .003 di pollice di spessore. Altre caratteristiche sono le seguenti:

— Resistenza a nudo: indica la resistenza di cedimento alla compressione del cuore caricato parallelamente agli assi delle cellette.

— Resistenza stabilizzata: idem con il cuore incollato alle facce.

— Modulo *Ez*: indica il valore del Modulo di Elasticità del nido d'ape, misurato parallelamente agli assi delle cellette.

— Tipico: indica il valore più probabile.

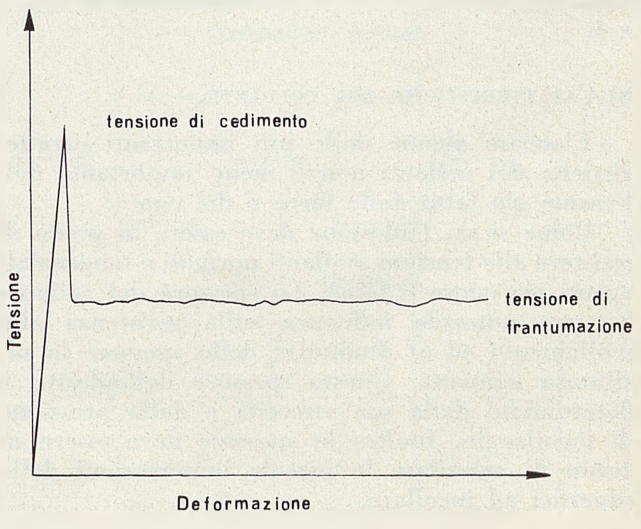


TABELLA 2

PROPIETA MECCANICHE DEL NIDO D'APE - LEGA DI ALLUMINIO 3003

DESIGNAZIONE HEXCEL	Pe. Sp.	COMPRESSIONE (Kg/cm^2)						Resisten. alla frantumazione	TAGLIO secondo "X" (Kg/cm^2)				TAGLIO secondo "Y" (Kg/cm^2)			
		Resistenza nudo		Resistenza stabilizzato		E_x			Resistenza		G_{xz}		Resistenza		G_{yz}	
		Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	(Kg/cm^2)	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.
1/8-3003-.0007	.0496	14.78	11.83	16.89		5420.03	3449	6.90	11.26	9.01	2942.30	2252	6.33	5.07	1548.58	1126
.001	.0720	28.16	22.52	33.08		8657.97	6476	13.37	20.06	16.05	4378.25	3604	11.26	9.01	2224.32	1802
.0015	.0976	45.05	36.04	53.50		12810.98	10488	22.68	32.73	26.19	6194.32	5046	18.30	14.64	3012.69	2590
.002	.1296	68.28	54.62	84.47		18301.40	15838	35.20	50.68	40.54	9115.50	7884	29.21	23.37	3977.03	3548
3/16-3003-.0007	.0320	6.19	4.93			3167.55	1689	3.03	5.91	4.65	1865.33	1232	3.38	2.67	1006.57	634
.001	.0496	14.78	11.83	16.89		5420.03	3449	6.90	11.26	9.01	2942.30	2252	6.33	5.07	1548.58	1126
.0015	.0704	25.69	21.82	31.68		8446.80	6194	12.81	19.36	15.49	4293.79	3548	10.91	8.73	2182.09	1746
.002	.0912	40.47	32.38	47.87		11755.13	9432	20.20	29.21	23.37	5736.78	4899	16.19	12.95	2815.60	2365
.0025	.1104	54.20	43.29			14922.68	12670	28.88	39.56	31.68	7151.62	6342	22.52	18.02	3399.84	2956
.003	.1296	68.28	54.62	84.47		18301.40	15838	35.20	50.68	40.54	9115.50	7884	29.21	23.37	3977.03	3548
1/4-3003-.0007	.0256	3.38	2.67			2393.26	1197	2.04	4.29	3.45	1478.19	901	2.32	1.83	802.44	451
.001	.0368	8.09	6.48	9.50		3871.45	2112	4.08	7.04	5.63	2146.89	1520	3.87	3.10	1140.32	788
.0015	.0544	17.60	14.08	20.06		6053.54	4012	8.09	12.67	10.13	3259.06	2534	7.39	5.91	1689.36	1295
.002	.0688	26.04	20.84	30.62		8235.63	5983	12.32	18.65	14.92	4223.40	3435	10.56	8.44	2125.78	1689
.0025	.0832	35.20	28.16			10417.72	8165	17.25	25.34	20.27	5208.86	4294	14.08	11.26	2562.19	2147
.003	.0960	43.64	35.20	52.44		12529.42	10207	18.44	31.68	25.34	6081.69	5293	17.60	14.08	2956.38	2534
.004	.1264	65.46	52.37	80.95		17667.89	15275	27.45	48.56	38.85	8657.97	7715	27.80	22.24	3871.45	3435
3/8-3003-.0007	.0160	1.76	1.41			1407.80	563	1.27	2.18	1.76	915.07	479	1.05	.84	492.73	324
.001	.0256	3.17	2.53	4.22		2393.26	1197	2.04	4.22	3.38	1478.19	901	2.11	1.68	802.44	451
.0015	.0368	6.09	6.48			3871.45	2112	4.08	7.04	5.63	2146.89	1499	4.22	3.37	1140.32	774
.002	.0480	13.73	10.98	15.84		5138.47	3238	6.41	10.56	8.44	2815.60	2196	5.98	4.78	1492.27	1070
.0025	.0592	20.48	16.40			6475.88	4648	12.95	14.78	11.82	3568.77	2838	8.37	6.69	1830.14	1422
.003	.0672	25.34	20.27	29.21		7954.07	5772	11.76	17.60	14.08	4117.81	3379	10.20	8.16	2076.51	1689
.004	.0864	37.31	29.85	44.35		10980.84	8658	16.89	26.75	14.36	5420.03	4618	14.78	11.82	2674.82	2252
.005	.1040	49.27	39.42	59.83		13866.83	11544	20.41	35.90	28.72	6651.85	5913	20.41	16.33	3202.74	2745

— Minimo: è il valore Tipico al quale si è sottratto 3 δ (δ è la Deviazione Standard in una Distribuzione normale).

— Resistenza alla frantumazione: indica la tensione richiesta per continuare a deformare il nido d'ape una volta che si è superata la tensione di cedimento.

Per una maggiore comprensione si guardi il seguente diagramma Tensione-Deformazione.

Taglio secondo « X » e « Y »: indicano la tensione di cedimento al taglio nei piani XZ e YZ rispettivamente.

Moduli G_{xz} e G_{yz} indicano i Moduli di Rigidezza al taglio nei piani XZ e YZ rispettivamente. Dove gli assi « x, y, z » si possono vedere in figg. 2 e 4.

6) Caratteristiche del collante.

Elencare alcune delle più importanti caratteristiche dei collanti non è meno importante dell'esame già fatto delle facce e del cuore.

Come si sa, l'adesione deve essere in grado di resistere alle tensioni scollanti normali e tangenziali agenti tra cuore e facce. Lo spessore del collante ha una notevole influenza sulla resistenza allo scollamento ed al diminuire dello spessore la resistenza aumenta. Questo spessore dell'adesivo è determinato dalla sua viscosità e dalla pressione di incollaggio. Inoltre lo spessore deve essere in grado di annullare le piccole imperfezioni delle superfici ad incollare.

Negli ultimi anni si è avuto un grande sviluppo nel campo degli adesivi in concomitanza dello sviluppo delle strutture sandwich. Fra gli adesivi più comunemente utilizzati ci sono: la Araldite fatta a base di resine epossidiche. La resistenza al taglio di questa è dell'ordine di $1 \div 3$ Kg/mm^2. La Redux, invece, è fatta a base di resine fenoliche-viniliche. Questo collante però non può essere usato a temperature superiori ai 120 °C.

Gli adesivi in genere sono molto leggeri, ed il peso che introducono nelle strutture sandwich è dell'ordine di 250 gr/m^3.

7) Procedimenti di fabbricazione.

Molto interessante è la descrizione della fabbricazione del nido d'ape. Vi sono due procedimenti ben diversi, come viene suggerito in [2].

A) Metodo di espansione:

a) la lamiera, molto sottile, viene tagliata in fogli uguali;

b) con il tricloruro di etilene, previamente decapato in una soluzione solfocromica, si sgrassano le superfici da unire;

c) con pannelli o tamburi ruotanti vengono posate striscie di resina fenolica liquida;

d) su queste striscie bagnate viene depositata la resina vinilica in grani molto piccoli;

e) si sovrappongono gli elementi da unire, e, sotto pressione, si sottopone tutto al trattamento di cottura per 30 minuti a 170 °C.

TABELLA 3

PRROPIETA MECCANICHE DEL NIDO D'APE - LEGA DI ALLUMINIO 5052

DESIGNAZIONE HEXCEL	Pe. Sp. Kg/dm³	COMPRESSIONE (Kg/cm²)						Resisten. alla frantumazione	TAGLIO secondo "X" - Kg/cm²				TAGLIO secondo "Y" -Kg/cm²			
		Resistenza nudo		Resistenza stabilizzato		E_z			Resistenza		G_{xz}		Resistenza		G_{yz}	
		Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Kg/cm²	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.
1/8-5052-.0007	.0497	19.85	14.08			5420.03	3449	9.15	15.13	10.14	2942.30	2252	8.73	6.19	1548.58	1126
.001	.0721	36.81	27.03			8657.97	6476	22.95	22.95	20.41	4678.25	3604	14.43	11.83	2224.32	1802
.0015	.0978	66.87	42.80			12810.96	10488	30.27	34.27	31.67	6194.32	5410	21.89	19.01	3012.69	2590
.002	.1298	104.18	65.32			18301.40	15838	48.01	51.38	47.16	9115.51	7884	31.25	28.16	3977.03	3548
.003	.1924								77.43		13374.10		52.79		7174.78	
3/16-5052-.0007	.0301	9.85	5.63			3167.55	1689	4.22	8.80	5.35	1865.33	1232	5.49	3.24	1006.58	634
.001	.0497	19.85	14.08			5420.03	3449	9.15	15.13	10.14	2942.30	2253	8.73	6.19	1548.58	1126
.0015	.0705	34.42	24.78			8446.80	6194	17.03	23.93	19.71	4293.79	3548	14.08	11.26	2182.09	1746
.002	.0914	60.18	38.86			11755.13	9432	26.96	33.51	28.86	5736.79	4899	19.71	17.17	2815.60	2365
.0025	.1106	82.01	51.74			14922.68	12670	37.31	42.09	38.01	7151.62	6342	24.85	22.88	3399.84	2956
.003	.1298	104.18	65.32			18301.40	15838	47.87	51.38	47.16	9115.51	7884	31.25	28.15	3977.03	3548
1/4-5052-.0007	.0256	7.18	3.52			2393.26	1197	2.82	6.83	3.94	1478.19	901	4.08	2.25	802.45	451
.001	.0369	11.97	7.88			3871.45	2112	5.49	10.42	6.19	2146.89	1520	6.33	3.66	1140.32	788
.0015	.0545	22.95	16.89			6053.54	4012	10.70	16.89	12.32	3259.06	2534	9.85	7.32	1689.36	1295
.002	.0689	35.55	25.06			8235.63	5983	16.33	23.23	18.65	4223.40	3435	13.85	10.70	2125.58	1689
.0025	.0834	51.03	33.79			10417.72	8165	22.95	29.84	25.34	5208.86	4294	17.60	14.78	2562.19	2147
.003	.0962	65.81	42.23			12529.42	10207	29.56	35.75	30.97	6081.70	5293	21.12	18.65	2956.38	2534
.004	.1266	99.95	62.79			17667.89	15275	42.94	49.69	45.75	8657.97	7715	29.21	27.45	3871.45	3435
3/8-5052-.0007	.0160	3.87	1.41			1407.80	563	1.41	3.66	2.25	915.07	479	2.82	1.41	492.73	253
.001	.0256	7.18	3.52			2393.26	1197	2.82	6.83	3.94	1478.19	901	4.08	2.25	802.45	451
.0015	.0369	11.97	7.88			3871.45	2112	5.49	10.42	6.19	2146.89	1520	6.33	3.66	1140.32	788
.002	.0481	18.30	13.37			5138.47	3238	8.66	14.29	8.44	2815.60	2147	8.45	5.84	1492.27	1098
.0025	.0593	26.75	19.36			6475.88	4646	12.67	19.01	14.08	3568.77	2837	11.12	8.45	1830.14	1408
.003	.0673	33.99	23.58			7954.07	5772	15.63	22.52	17.95	4117.81	3344	13.23	10.55	2076.50	1654
.004	.0866	54.55	35.41			10980.84	8658	24.64	31.32	27.10	5420.03	4575	18.44	16.04	2674.82	2238
.005	.1042	74.61	47.16			13866.83	11544	40.83	39.28	35.20	6651.85	5913	23.23	21.12	3202.74	2774

Si ottengono così dei blocchi che per espansione si trasformano in pannelli alveolari. Questo procedimento si usa nella costruzione del nido d'ape in alluminio, carta e materie plastiche quando i fogli utilizzati sono molto sottili. Il grado di espansione fa variare la forma delle cellette: esagonali allungate (sotto-espansione), esagonale (espansione normale), rettangolare (sovra-espansione).

I diversi gradi di espansione si possono vedere nella fig. 4.

B) Metodo di preformazione:

Questo metodo è già di applicazione generale per la costruzione di alveolari in acciaio inossidabile o anche alluminio quando i fogli sono troppo spessi per sopportare l'espansione. Esso consiste nel sagomare i fogli facendoli passare attraverso una coppia di ruote dentate, dopo di che questi fogli vengono incollati fra di loro. Questo metodo si può visualizzare nella fig. 5.

Una volta costruito il nido d'ape ed avendo già le facce, alle quali per mezzo della fresatura chimica si è lasciato un maggiore spessore nei bordi (luogo dove comunemente il pannello incomincia a scollarsi), si procede a costruire il sandwich. Fra il nido d'ape e le facce si introduce una lamina sottile di adesivo, e sotto pressione e temperatura si otterrà il pannello voluto. Nella fig. 6 si può vedere uno schema di questo.

Si è visto fin'ora il procedimento per la costruzione di pannelli piani. Nel caso di pannelli curvi è possibile fare uso di questi metodi soltanto se la curvatura è piccola ed anche lo spessore del nido d'ape è ridotto; in caso contrario si dovranno usare macchine utensili. Si deve tener conto che la lastra alveolare, senza facce, se si tenta di darle la forma cilindrica, durante la deformazione assume la caratteristica forma di sella. Se ciò è impedito, la lastra diventa molto rigida.

Se la forma che si vuole ottenere è complicata,

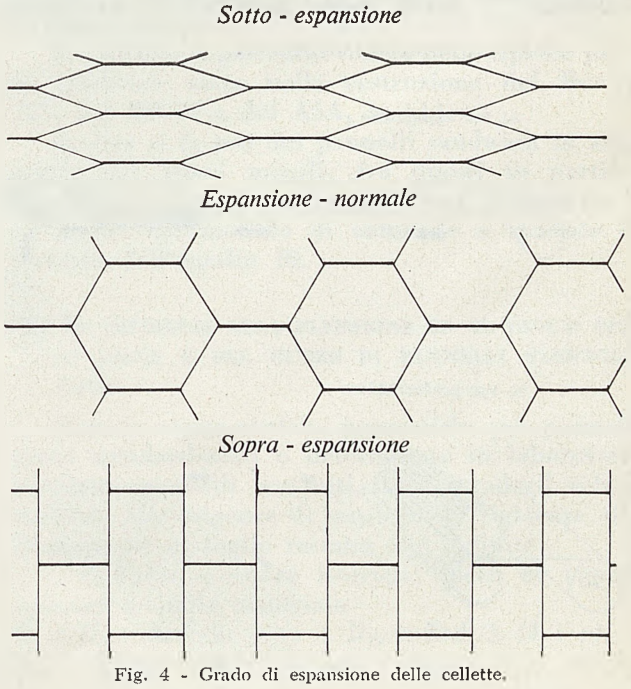


Fig. 4 - Grado di espansione delle cellette.

TABELLA 4
PRROPIETA MECCANICHE DEL NIDO D'APE - LEGA DI ALLUMINIO 5056

DESIGNAZIONE HEXCEL	Pe.Sp Kg/dm³	COMPRESSIONE-Kg/cm²						TAGLIO SECONDO "X" - Kg/cm²				TAGLIO SECONDO "Y"- Kg/cm²			
		Resistenza nudo		Resistenza stabilizato		E_z		Resistenza		G_{xz}		Resistenza		G_{yz}	
		Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.	Tipico	Minim.
1/8-5056-.001	.0721	49,41	35,60	51,67		8657,97	6474,88	30,97	24,64	4378,26	3603,97	17,95	14,43	2224,32	1801,98
1/8-5056-.0015	.0978	65,46	53,85	76,02		12810,98	10488,11	50,68	36,60	6194,32	5405,95	28,86	21,47	3012,69	2590,35
1/8-5056-.002	.1298					18301,40	15837,75			9115,51	7883,68			3977,04	3547,66
3/16-5056-.001	.0497	26,89	21,12	27,95		5420,03	3449,11	16,54	14,08	2949,30	2252,46	11,61	7,74	1548,58	1126,24
3/16-5056-.0015	.0705	42,52	35,89			8446,80	6194,32	28,16	23,93	4293,79	3547,66	16,89	13,94	2182,09	1745,67
3/16-5056-.002	.0914	72,50	49,98	74,61		11755,13	9432,26	43,64	33,78	5701,59	4899,14	26,40	19,71	2815,60	2365,10
1/4-5056-.001	.0369	14,43	11,97	15,84		3871,45	2111,70	12,67	7,74	2146,89	1520,42	7,74	4,42	1140,32	788,37
1/4-5056-.0015	.0545		24,64			6053,54	4012,23	20,41	16,19	3259,06	2534,04	13,02	9,15	1689,36	1295,18
1/4-5056-.002	.0689	45,05	34,49	46,48		8235,63	5983,13	27,52	23,23	4223,40	3435,03	16,19	13,37	2125,78	1689,36
3/8-5056-.001	.0256	8,45	7,04	9,64		2393,26	1196,63	7,39	5,28	1478,19	900,99	4,58	2,46	802,45	450,50

per lavorare il blocco espanso con maggiore precisione lo si riempie con una sostanza fusa e liquida che poi viene solidificata, impedendo la deformazione delle cellette. Il materiale solidificato, dopo la lavorazione, viene sciolto e tolto.

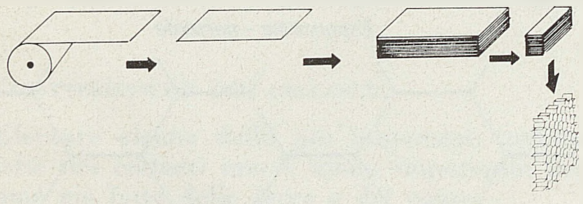
Tuttavia oggi è possibile lavorare il blocco di nido d'ape senza riempimento, eseguendo la lavorazione con frese ad altissima velocità.

Per poter curvare le lastre in nido d'ape facilmente si dovrà usare alveolare sovra-espanso perchè questo tipo di anima assume la forma cilindrica senza difficoltà. Se si vuole però un cuore che assuma la forma cilindrica e consenta una assoluta uniformità delle caratteristiche meccaniche, occorre costruire il favo con i lati orientati radialmente.

Diversamente si può raggiungere il risultato voluto tagliando i blocchi di favo prima della espansione, se è richiesta precisione, questo metodo è poco consigliabile.

METODI DI FABBRICAZIONE

A) Per espansione



b) Per preformazione

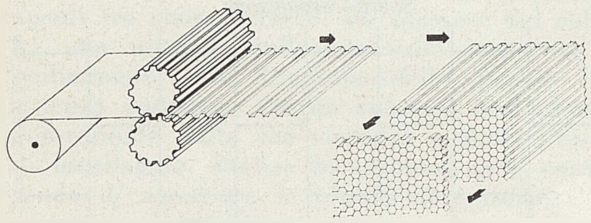


Fig. 5.

Unione finale

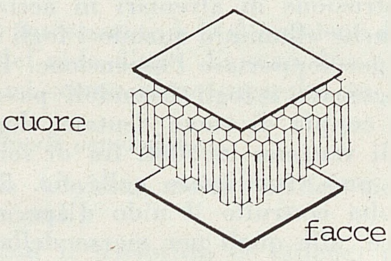
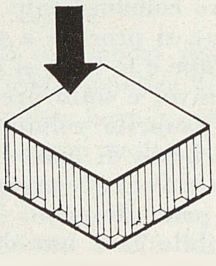


Fig. 6.



8) Prove meccaniche.

Per misurare le caratteristiche meccaniche del nido d'ape e del sandwich a nido d'ape si fanno delle prove sulle provette. Di seguito si descriveranno alcune delle prove più significative:

1) Compressione del nido d'ape [2]:

Questa prova viene condotta applicando un carico parallelo all'asse delle cellette che produca una deformazione di 0,05 mm al minuto. La resistenza a nudo alla compressione viene calcolata dividendo il carico finale per l'area della provetta.

2) Compressione del sandwich [3]:

Idem con le facce incollate al cuore. Questa resistenza prende il nome di resistenza stabilizzata.

3) Flessione del sandwich [4] [7]:

Si carica la provetta come una trave semplicemente appoggiata agli estremi con una forza concentrata a metà della lunghezza. Da questa prova si ottiene: la resistenza al taglio ed il modulo di elasticità tangenziale dell'anima, la resistenza al taglio dell'incollatura, e la resistenza alla flessione delle facce.

Per determinare, con questa prova, le proprietà meccaniche del cuore si deve usare una provetta i cui rivestimenti siano alquanto spessi, affinchè il loro cedimento non intervenga prematuramente ed il cui incollaggio sia abbastanza forte da non cedere prima dell'anima. Il cedimento dell'anima è caratterizzato da tagli in diagonale nelle pareti delle cellette.

Il cedimento delle facce appare con un imbozzamento verso l'interno o verso l'esterno (cedimento del cuore o del collante) della faccia che lavora a compressione.

4) Scorrimento longitudinale [5]:

Sebbene la prova di flessione sia quella più comunemente usata per determinare la resistenza al taglio ed il modulo di elasticità tangenziale del cuore, la prova di scorrimento longitudinale dà risultati più attendibili.

Due piastre di acciaio di un certo spessore sono collegate alle facce della provetta. Per mezzo di queste due piastre si applicano due forze la cui retta d'azione coincide con la diagonale passante per gli spigoli opposti della provetta. Le deformazioni dovute al taglio sono misurate con un micrometro differenziale che dà automaticamente la curva sforzi-deformazioni. La resistenza al taglio si ottiene dividendo il carico finale per l'area maggiore della provetta.

Naturalmente bisognerà evitare che si verifichi con anteriorità il cedimento nel collegamento alle piastre o nel collegamento fra il cuore e le facce del sandwich. Se il cedimento avviene prima nel collegamento fra facce e cuore, il risultato può interpretarsi come resistenza al taglio dell'incollamento. Anche in questa prova il cedimento dell'anima è caratterizzato da tagli in diagonale nelle pareti delle cellette.

5) Scollamento [6]:

Questa prova dà un indice della tenacità e della resistenza all'urto del collegamento anima e rivestimento.

Una delle facce della provetta è fissata ad un tamburo, del diametro di 10 cm, il quale rotolando sulla provetta cerca di staccare la faccia dal cuore. Il momento applicato al tamburo è l'indice della resistenza allo scollamento.

9) Applicazioni delle strutture sandwich.

L'uso delle strutture sandwich nell'industria aeronautica ed astronautica va sempre più diffondendosi per i pregi già menzionati di queste strutture. Qui si è ritenuto opportuno ordinare nella tabella n. 5 i dati di alcuni aerei che usano strutture sandwich.

Le zone scure della fig. 7 indicano le strutture sandwich nel Boeing 2707-300. In questo aereo, che è in fase di progettazione, la fusoliera è di tipo tradizionale, ma va sottolineato che è stato fatto un tentativo per costruirla in sandwich con un risparmio di peso 350 chilogrammi.

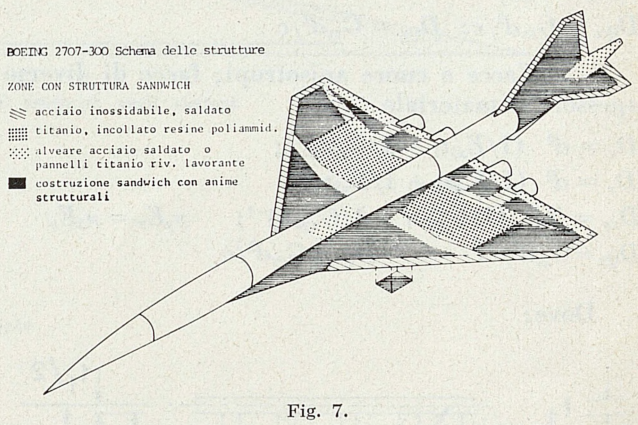


Fig. 7.

In figg. 8 e 9 si vede l'uso del sandwich nel Boeing 747 ed una sezione degli ipersostentatori e degli alettoni costruiti in pannelli sandwich dello stesso aereo.

Per ultimo si potranno vedere delle tipiche parti in sandwich usate nella costruzione del Boeing 727, del XB-70 e del A5A, in [1].

Inoltre si fa uso dei pannelli sandwich in alluminio nei grossi missili; fra questi in particolare l'Atlas (in misura estensiva) ed il Saturno V ed anche nel modulo di comando e modulo di servizio dell'Apollo 10.

10) Le rigidezze alla flessione ed al taglio delle facce e del cuore di pannelli sandwich piani.

Note le caratteristiche meccaniche per pannelli piani standardizzati o determinate in laboratorio per quei pannelli costruiti fuori standard relativamente alle esigenze di impiego, le rigidezze alla flessione ed al taglio restano così definite:

1) Facce e cuore isotropi; facce di uguale spessore e simile materiale

$$D_x = D_y = Etd^2/2 \qquad D_{xy} = Etd^2/2\ (1 + \mu)$$

$$D_{Qx} = D_{Qy} = Gd^2/c$$

TABELLA 5

VELIVOLI NEI QUALI SI È USATO STRUTTURE SANDWICH A NIDO D'APE

Velivolo	V max. Km/h	Quota m	M	Commenti
BOEING 707	*1002*	*7620*	*.95*	*Negli alettoni.*
BOEING 727	*1014*	*6700*	*.95*	*Negli alettoni ed ipersostentatori.*
BOEING 737	*943*	*7165*		*Negli alettoni, spoilers ed ipersostentatori.*
BOEING 747	*958*	*9100*		*Idem.*
MIRAGE F 1		*alta*	*2.2*	
		bassa	*1.2*	*Nella fusoliera e piani di coda.*
CONCORD		*16000*	*2.2*	*Negli alettoni pannelli in acciaio inossidabile.*
SAAB - 37			*2*	*Uso estensivo nelle ali.*
NORTHROP T - 38		*11000*	*1.4*	*Negli alettoni, ipersostentatori e piani di coda.*
PHANTOM		*bassa*	*2*	*Negli alettoni ed ipersostentatori.*
BOEING 2707		*22250*	*2.7*	*Nelle ali uso estensivo.*
L - 1011	*936*	*9600*	*.85*	*Negli alettoni e spoilers. - Nelle gondole motrici come anti-rombo (cuore in nylon).*
ATLAS		*max.*	*27*	*Nella struttura di base e pannelli laterali.*

2) Facce e cuore anisotropi; facce di uguale spessore e simile materiale

$D_x = E_x t d^2/2$; $D_y = E_y t d^2/2$ $\qquad D_{xy} = G_{xy} t d^2$

$\mu_y E_x = \mu_x E_y$

$D_{Qx} = G_{zx} d^2/c$; $D_{Qy} = G_{zy} d^2/c$

3) Facce e cuore anisotropi; facce di diverso spessore e materiale

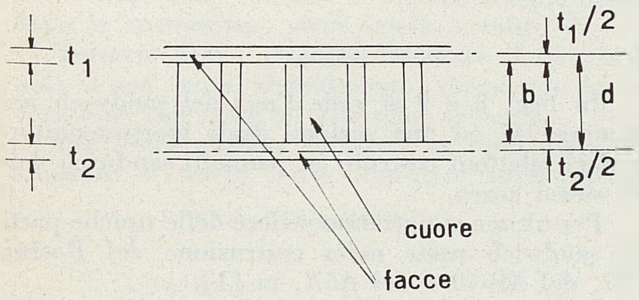
$D_x = d^2 \ (1/E_{x1}t_1 + 1/E_{x2}t_2)^{-1}$;

$D_y = d^2 \ (1/E_{y1}t_1 + 1/E_{y2}t_2)^{-1}$

$D_{xy} = 2d^2 \ (1/G_{xy1}t_1 + 1/G_{xy2}t_2)^{-1}$; $\qquad \mu_y E_x = \mu_x E_y$

$D_{Qx} = G_{zx} d^2/c$; $\qquad D_{Qy} = G_{zy} d^2/c$

Dove:



D_x Rigidezza flessionale delle facce nella direzione « x »

D_y Rigidezza flessionale delle facce nella direzione « y »

D_{xy} Rigidezza torsionale delle facce nel piano « xy »

D_{Qy} Rigidezza al taglio del cuore nella direzione « x »

D_{Qy} Rigidezza al taglio del cuore nella direzione « y »

x Coefficiente di Poisson nella direzione « x »

y Coefficiente di Poisson nella direzione « y »

E_x Modulo di elasticità nella direzione « x »

E_y Modulo di elasticità nella direzione « y »

G_{xy} Modulo di elasticità tangenziale delle facce nel piano « xy »

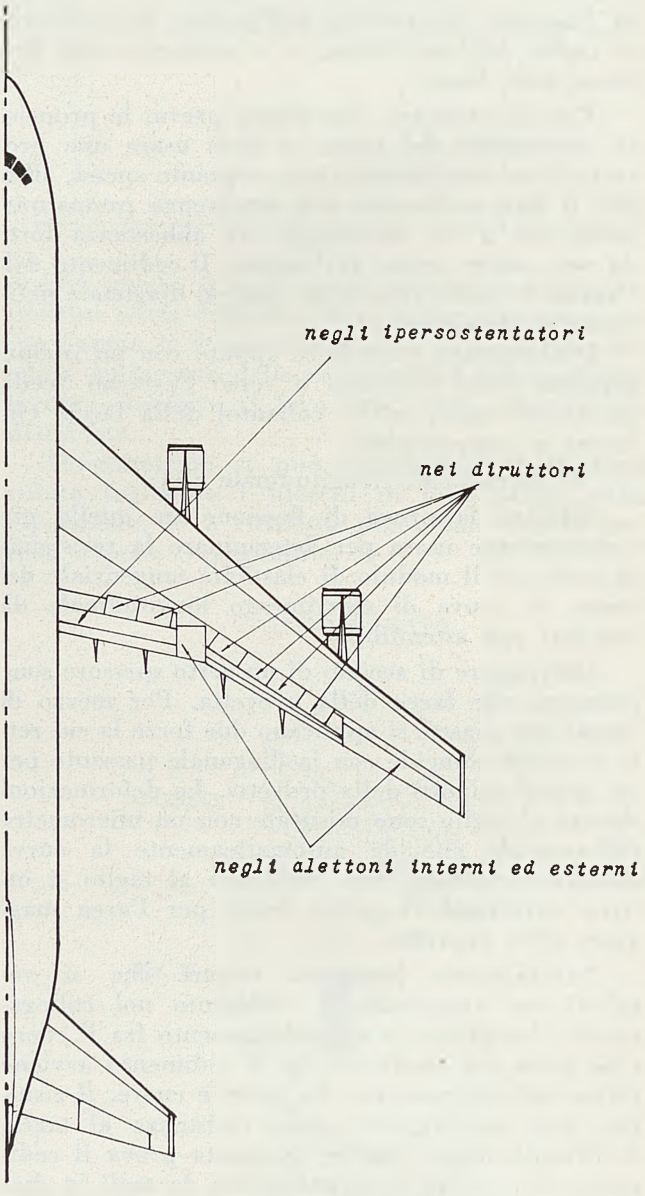


Fig. 8 - Uso del sandwich nel Boeing 747.

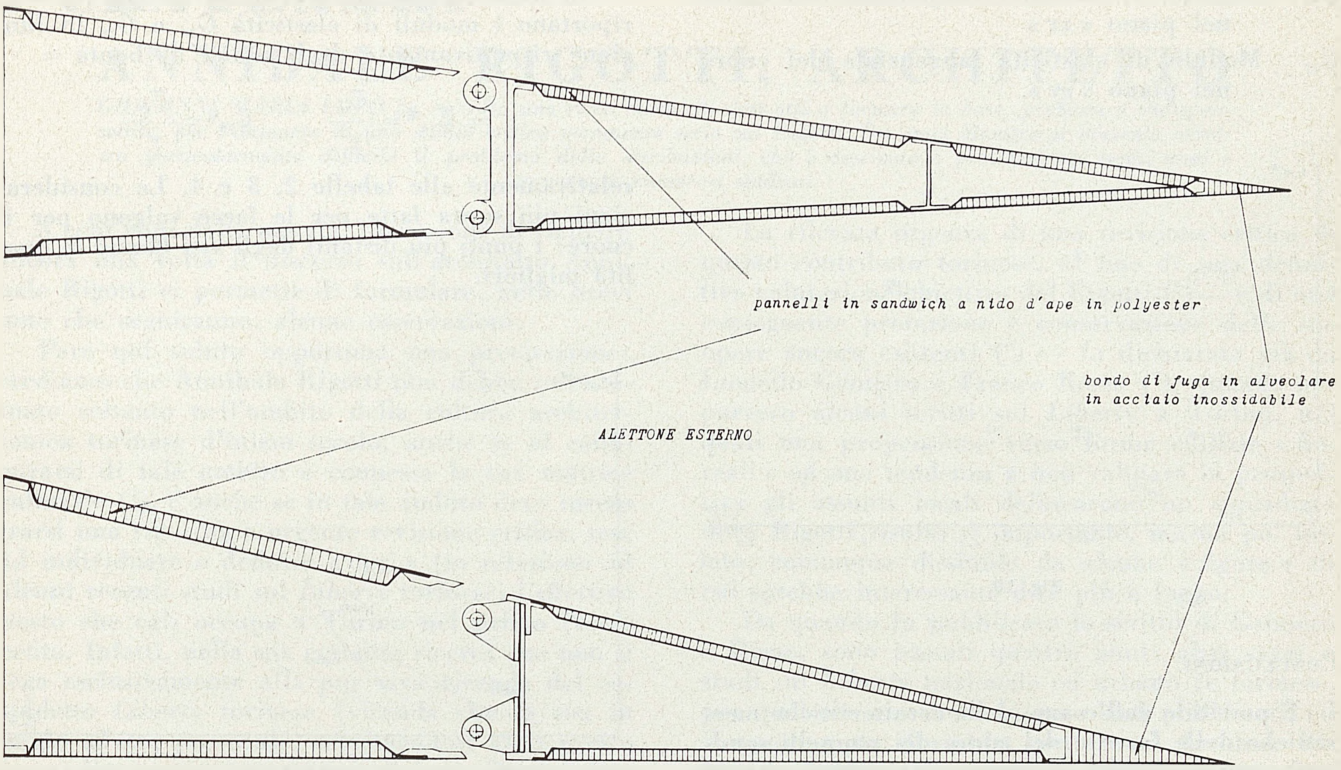


Fig. 9A - Boeing 747 - Uso del sandwich negli alettoni.

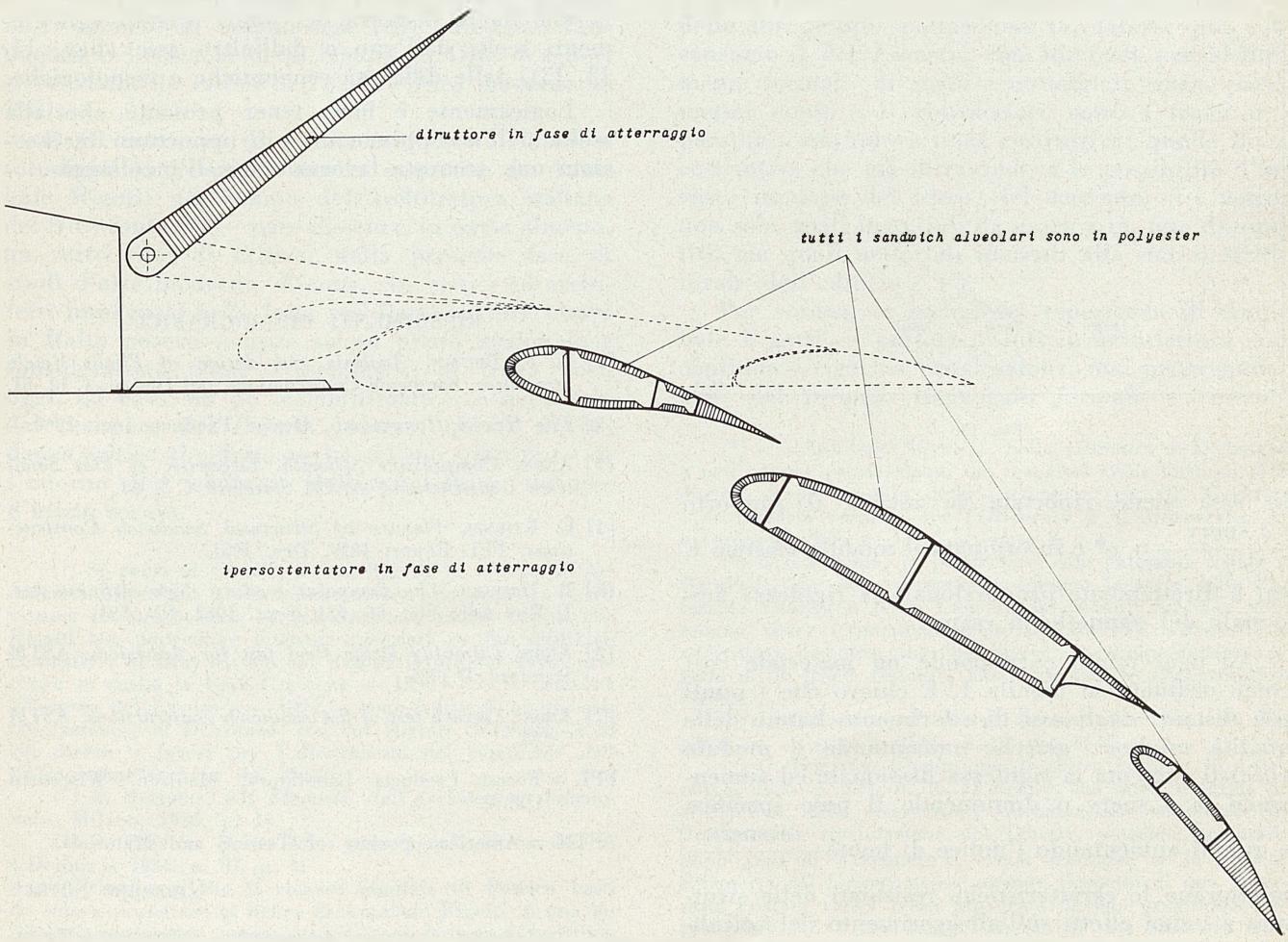


Fig. 9B - Boeing 747 - Uso del sandwich nei ipersostentatori e diruttori.

G_{zx} Modulo di elasticità tangenziale del cuore nel piano « zx »

G_{zy} Modulo di elasticità tangenziale del cuore nel piano « zy ».

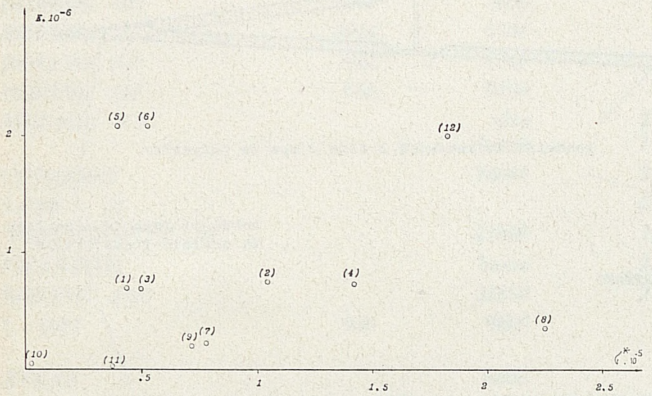


Fig. 10.

CONCLUSIONI.

È possibile dall'esame delle caratteristiche meccaniche delle facce e del cuore dei pannelli sandwich standardizzati costruire dei grafici che ci danno degli indici di bontà degli elementi considerati.

Per le facce si faccia riferimento alla fig. 11.

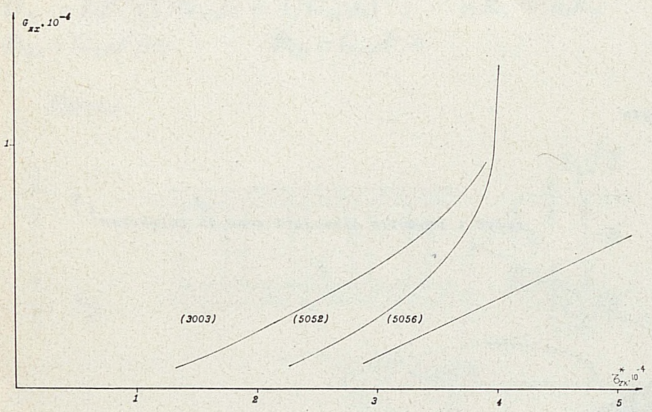


Fig. 11.

In essa viene riportata in ascissa il rapporto $\frac{\sigma \text{ snerv}}{\gamma} = \sigma^*$ e in ordinata il modulo elastico E cui è direttamente proporzionale la rigidezza flessionale del pannello in esame.

Ad ogni punto corrisponde un materiale così come ordinato in tabella 1. È chiaro che i punti più distanti dagli assi di riferimento hanno delle qualità migliori, giacchè aumentando il modulo elastico aumenta la rigidezza flessionale ed aumentando la σ snerv o diminuendo il peso specifico e quindi aumentando l'indice di bontà $\frac{\sigma \text{ snerv}}{\gamma}$ migliorano le caratteristiche resistenti della struttura e i suoi effetti sull'alleggerimento del veicolo aerospaziale cui appartiene.

In modo analogo per il cuore le figg. 12 e 13 riportano i moduli di elasticità G_{zx} e G_{zy} in funzione rispettivamente degli indici di bontà =

$$= \tau_{zx}^* = \frac{\tau_{zx}}{\gamma} \qquad \tau_{zy}^* = \frac{\tau_{zy}}{\gamma}$$

relativamente alle tabelle 2, 3 e 4. Le considerazioni più sopra fatte per le facce valgono per il cuore: i punti più distanti dagli assi hanno le qualità migliori.

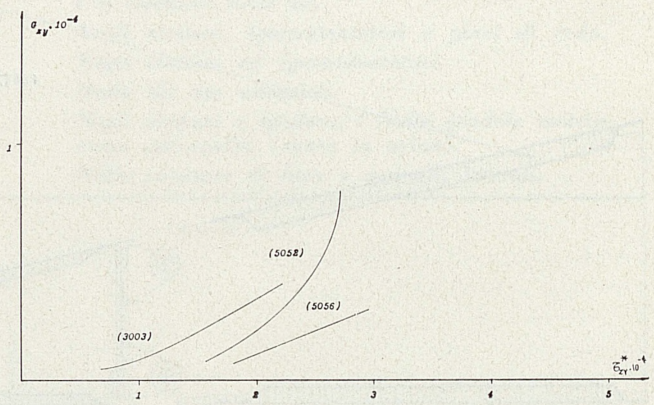


Fig. 12.

La scelta dell'accoppiamento più opportuno va fatta in relazione alla maggiore o minore influenza che ha la distanza dei punti relativi agli elementi scelti dall'uno o dall'altro asse (figg. 11, 12, 13), dalle difficoltà economiche e tecnologiche.

Logicamente è bene tener presente che alla scelta dell'accoppiamento più opportuno va associata una accurata lavorazione nell'incollaggio.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] E. F. BRUHN, *Analysis and design of Flight Veicle Structures*, Sandwich Constructions and Design, C 12, 51.

[2] *The Hexcel Honeycomb*, Hexcel Products Inc., 1960.

[3] ANON, *Compressive Strength, Edgewise, of Flat Sandwich Constructions*, ASTM Standard C 3, 64.

[4] E. KUENZI, *Flexure of Structural Sandwich Constructions*, FPL Report 1829, Dec. 1951.

[5] B. HOWARD, *The five-point loading shear stiffness test*, J. Roy Aero Soc. 66, 621, Sept. 1962, PP. 591.

[6] ANON, *Climbing Drum Peel test for Adhesives*, ASTM Standard D 1781.

[7] ANON, *Flexure test of flat sandwich constructions*, ASTM C 393.

FPL = Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin U.S.A.

ASTM = American Society of Testing and Materials.

Giuseppe Surace

Istituto di Costruzioni Aeronautiche - Politecnico di Torino.
Istituto di Macchine - Università di Bari.

I CENTENARI

ANNIBALE RIGOTTI, ARCHITETTO

GIOVANNI MARIA LUPO ha raccolto una ricca messe di dati atti a formare la base, preziosa e indispensabile, per l'impianto di uno studio critico veramente serio sul Rigotti. Per quel Maestro si presenta peraltro particolarmente difficile il problema delle attribuzioni, che è destinato a protrarsi per molti anni e impegnare numerosi studiosi.

A cent'anni dalla nascita, l'occasione di riaprire ancora una volta il discorso sull'architetto Annibale Rigotti ci permette di formulare, nelle brevi note che seguiranno, alcune osservazioni.

Pare qui subito opportuna una precisazione: crediamo che Annibale Rigotti non debba esser situato soltanto nell'ambito della cultura architettonica torinese d'inizio secolo, anche se al configurarsi di tale ambito è connessa la sua matrice culturale ([1]), e anche se in tale ambito deve incentrarsi una rigorosa e urgente revisione critica, tesa ad individuare e definire « oggi » (in relazione ad alcuni recenti studi sul *Liberty* torinese) l'effettivo posto che egli occupa a Torino nel primo Novecento. Infatti, nella sua costante ricerca che non si lega esclusivamente alla pur viva vicenda del cosiddetto *Liberty* torinese (vicenda che fa sua in modo affatto personale, esprimendosi assai presto in un linguaggio « pre-razionalista »), Rigotti contribuisce, in un clima d'avanguardia, al pari di altri architetti italiani europei americani « a segnalare le relazioni organiche tra arte e tecnica » ([2]), e — come osserva Edoardo Persico ([3]) — in lui, in D'Aronco, in Sommaruga (che subiscono l'influenza e l'efficacia della Scuola di Otto Wagner) si ravvisano le radici dell'architettura moderna in Italia.

Dagli enunciati di questa premessa — dove si sottolinea la posizione storica acquisita da Annibale Rigotti nel campo dell'architettura italiana del Novecento ([4]) — pare dissenta, in parte almeno, un certo tipo di critica, nella presente fase di studi d'arte moderna. Rigotti, che critici ed architetti impegnati nella lotta per l'architettura nuova in Italia posero sempre su un piano nazionale e considerarono come « pioniere «, si trova così, oggi, ad esser un po' « demitizzato », e nella scia del recupero del *Liberty* urbano, questa discordanza critica si riflette anche sul suo contributo all'interno del contesto dell'architettura torinese d'inizio secolo.

La rilevata urgenza di una revisione critica di questo contributo torinese, al fine di una definitiva valutazione obiettiva del Rigotti ([5]) — e di una conseguente protezione e conservazione delle sue opere ancora esistenti ([6]) — fu dichiarata già da Lionello Gennero e Franco Rosso ([7]), quando apparvero alcuni scritti sul *Liberty* a Torino, nei quali una propensione verso forme edilizie « floreali » ed una tendenza a non valutare in prospettiva gli assunti locali delinearono un « quadro » dove Rigotti risultò sì importante, ma un po' isolato, comunque dissimile da alcune « figure » di cui sarebbe interessante dire più a lungo.

Da quando fu pubblicato lo scritto di Gennero e Rosso, sono passati quattro anni: altri saggi e studi sul *Liberty* nazionale ed urbano (e torinese, per quel che ci concerne) sono stati pubblicati, ed il « posto » che dovrebbe spettare ad Annibale Rigotti nel contesto torinese è ancora in parte vacante, in parte occupato abusivamente da altri. Ma questa constatazione, in fondo, non ci stupisce, perché trova riscontro nel persistente, diffuso, intensivo recupero — cui assistemmo e assistiamo — delle forme più spettacolose (e, talora, più « di consumo ») del *Liberty*, con interessi prevalentemente formali, di gusto e nostalgici, senza, pare, metter conto « di rintracciare sotto i tralci e i pampini, una nuova linea costruttiva; quella linea costruttiva che già intravvedeva le possibilità d'un vasto impiego del ferro, del cemento, del vetro, non solo quali materiali da usare a un fine decorativo ma quali materiali inerenti alla statica strutturale dell'edificio » ([8]).

Per contro, la complessa esperienza di Annibale Rigotti — portata avanti in architettura con continua e rigorosa enucleazione, mai programmatica, del proprio linguaggio formale e costrut-

([1]) Si pensi al Caselli, di cui Rigotti fu allievo all'Accademia Albertina, e poi collaboratore; alla presenza — vivissima in quegli anni — dell'Antonelli e del Ceppi, che Rigotti con particolare interesse ricorderà in due scritti significativi; al Brayda, con cui Rigotti lavorò (si dovrà precisare se anche la Casa Giaccone — 1890 — e la demolita « Camera del Lavoro » — 1893 — sono frutto di questa collaborazione); al D'Aronco, con cui Rigotti collaborò, e di cui diresse i lavori per l'allestimento del complesso dell'Esposizione torinese del 1902.

([2]) A. Sartoris, *Gli Elementi dell'Architettura Funzionale*, Milano, 1932, p. 14.

([3]) E. Persico, *Punto ed a capo per l'architettura*, in « Domus », 1934, n. 83, p. 4.

([4]) Crediamo che il conciso giudizio di Persico basti da solo a proiettare la figura di Annibale Rigotti in una indiscussa prospettiva nazionale, ed a conferirgli il legittimo crisma di « maestro ».

([5]) « ... Annibale Rigotti,... nella vicinanza di D'Aronco e nell'attività presso alcuni dei maggiori studi torinesi, si è distinto come capofila della corrente » (cfr. R. Gabetti, *L'architettura torinese tra l'Ottocento e il Novecento*, in « Torino », 1967, n. 1, p. 51, nota 8.

([6]) Ci riferiamo, in particolare, alle palazzine Vitale e Baravalle, che non vorremmo seguissero la sorte della Palazzina Canova o della Casa Lavini, ossia: che non vorremmo veder irrimediabilmente alterate da riattamenti o addirittura demolite, ma che, invece, vorremmo fossero oggetto di un fedele restauro, atto a ricondurle alla primitiva visione.

([7]) L. Gennero e F. Rosso, *Incontro con Annibale Rigotti*, in « Torino », 1966, n. 4, pp. 35-38.

([8]) G. Dorfles, *Rivalutiamo il nostro Liberty*, in « Domus », 1956, n. 321, p. 35. Il ricorso, sia pure in forma di alternativa, alle osservazioni estremamente stimolanti di Dorfles sulla rivalutazione del *Liberty*, potrebbe sembrare dopo anni di « recupero », ormai scontato, se la recente riscoperta del *Liberty* avesse assunto l'aspetto di una necessaria crisi di valori (crisi provocata da una progredita esigenza critica), e non tanto l'aspetto di una tendenza che, nella generalizzazione del « recupero », sa oggi di moda.

tivo — fu compresa dalla generazione di critici ed architetti che definirono « le aspirazioni e gli intendimenti ideologici delle avanguardie »([9]) (cui Rigotti appartiene), e dalla generazione successiva a quella, « che si è assunta il compito di propagare e di consolidare (quelle) aspirazioni e (quegli) intendimenti ideologici » ([10]). Ugo Monneret de Villard — in un saggio sull'Esposizione di Architettura tenutasi a Vienna nel 1908, in occasione dell'VIII Congresso internazionale degli architetti — nota: « ... si è dimenticato che in Italia vi è un D'Aronco, vi è un Rigotti, vi è tutta una giovane e valorosa scuola torinese in cui la ricerca è fervida se non sempre bella... » ([11]). E Alberto Sartoris — « critico e architetto... (la cui) formazione... è avvenuta all'interno del contesto specifico del *razionalismo ortodosso*, quale si è consolidato fra il 1930 e il 1940 nella cultura europea » ([12]) — dichiara: « (Annibale Rigotti) continua l'opera rinnovatrice incominciata da Raimondo D'Aronco, creando un trapasso logico tra arte antica e moderna » ([13]); e, in « L'arte di costruire città », osserva: « Senonchè in molte Nazioni architetti di cotesta tempra (qui l'Autore ricorda Sitte, Howard, Unwin, Le Corbusier, Hilberseimer, Mallet-Stevens, Oud, Gropius, ecc.) non si trovano. Se si toglie, fra i precursori, il torinese Annibale Rigotti e il gemonese Raimondo D'Aronco e qualche altro... » ([14]).

Infine, al giudizio di Persico su Rigotti — di cui s'è detto — vorremmo aggiungere quelli di Otto Wagner (è a tutti noto che il Maestro viennese riconobbe Rigotti come suo allievo), di Joseph Maria Olbrich, di Italo Cremona ([15]), dell'arch. Roberto Gabetti ([5]) ([16]), dell'arch. Leonardo Mosso, di Lionello Gennero e Franco Rosso ([7]), ecc.

Da questi giudizi — esposti qui in modo quanto mai sommario, ma sui quali crediamo superfluo ogni commento — auspichiamo scaturisca « oggi » un ridimensionamento critico della figura di Annibale Rigotti, nella cui complessa evoluzione crediamo di ravvisare quel concetto di continuità definito più volte da Rogers, e cioè: continuità dinamica, continuità del senso progressivo della tradizione, di là dalla sua deteriore accezione nominalistica.

A conferma di ciò, oltre alle architetture del Rigotti (citiamo qui, in forma di rapido elenco sinottico: le palazzine Vitale e Baravalle, la Casa Lavini e l'« Isolato S. Vincenzo » ([16]) a Torino; la Palazzina Falcioni a Domodossola; la Palazzina Cavallini a Bognanco) ne ricordiamo anche gli scritti, da cui stralciamo alcune « riflessioni sull'architettura ».

Scrisse Rigotti nel 1947 ([17]):

« I soli elementi funzionali possono talvolta essere sufficienti architettonicamente per l'equilibrio delle masse, dei pieni e dei vuoti, ne abbiamo nobili esempi nell'antico, esempi moderni di alto valore artistico, opere che rimarranno nella storia come pietre miliari della nostra epoca; ma la bella architettura di tutti i tempi è sempre stata la risultante di due elementi uniti: un bel corpo sano e una veste che bene si adatta a questo corpo, ne fa risaltare le forme e non le travisa. Sono belle le Veneri nude ma non sono meno belle le parche del frontone del Partenone che rivelano attraverso le pieghe delle vesti le forme del corpo. Gli architetti moderni hanno creduto di abolire le modanature e gli ordini, eppure le modanature che per numero non sono superiori alle note musicali e come queste sono invariabili di espressione ma variabili in dimensione e tonalità, furono adoperate delicatamente e poco accennate in certi paesi, più profonde e sentite in altri, con tutta una sfumatura intermedia, ma sono sempre le stesse note combinate in diverso modo ed in diversa forma, secondo gli intendimenti dell'epoca e questa affermano. Essi si sono rifiutati di attingere dal passato i germi dell'architettura attuale, preoccupati di eliminare queste modulazioni della luce che danno vita e palpiti agli edifizi. Così per gli ordini: se essi furono adoperati malamente nell'Ottocento, seguendo pedestremente le regole dettate dal Vignola, non vedo la ragione perchè gli ordini non possano essere ancora adoperati liberamente, come nelle altre epoche, con caratteri individuali e proporzioni proprie adatte ai nuovi materiali e al nostro modo di interpretazione. Anche i gotici, che furono innovatori per eccellenza, creando una nuova architettura, crearono contemporaneamente una decorazione derivata direttamente dalla natura e trasformarono le modanature e gli ordini adattandoli al loro clima ed al loro sistema costruttivo.

« Gli architetti della nostra epoca si accontentano di pareti liscie possibilmente rivestite di marmi, quasi richiedano alla ricchezza del materiale di supplire alla povertà della concezione architettonica, incapaci plasticamente di pensare a quelle geniali costruzioni, quali le cupole della SS. Sindone e di S. Lorenzo e mille altre opere grandi e piccole che formano il nostro ricco patrimonio artistico.

« Non intendo, comprendiamoci bene, con quanto ho detto che si ritorni a copiare il barocco

([9]) L. Patetta, *Alberto Sartoris critico e architetto razionalista*, in « Controspazio », 1970, nn. 6-7, p. 13.

([10]) L. Patetta, *art. cit.*, p. 13.

([11]) U. Monneret de Villard, *Opere di architettura moderna*, Milano, 1909, p. 21. Con l'occasione, ricordiamo che l'opera di Mario Ceradini, di Gottardo Gussoni, di Ermanno Vivarelli meriterebbe d'esser studiata più a fondo.

([12]) L. Patetta, *art. cit.*, p. 13.

([13]) A. Sartoris, *Introduzione all'architettura moderna*, Milano, 1943-1949, p. 549.

([14]) A. Sartoris, *op. cit.*, p. 271.

([15]) « (Annibale Rigotti) formatosi nel clima dell'*Art Nouveau* e date eccellenti prove di questo stile, si evolve successivamente secondo altri interessi con gusto e maestria... » (cfr. I. Cremona, *Il tempo dell'Art Nouveau*, Firenze, 1964, p. 212).

([16]) Gli architetti Roberto Gabetti e Luciano Re notano che l'edificio della « S.A. Isolato S. Vincenzo », (in via Viotti) con la sua soluzione « modernista », pare uno dei pochissimi contributi validi, provocatori, dati alla ricostruzione di via Roma (cfr. R. Gabetti e L. Re, *Via Roma nuova a Torino*, in « Torino », 1969, nn. 4-5, p. 38).

([17]) A. Rigotti, *Carlo Ceppi e riflessioni sull'architettura*, in « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1947, n. 5, p. 130.

Annibale Rigotti, *Casa Vitale in corso Cairoli a Torino.* Particolare del giardino e, nella pagina precedente, dello scalone.

Queste illustrazioni sono tratte dall'opera «Torino, mezzo secolo di architettura, 1865-1915» pubblicata dalla Tipografia Torinese Editrice.

e nemmeno altre forme passate già riprodotte malamente e a sazietà nel diciannovesimo secolo. Dico ed insisto che l'ornamento, plastica delle masse, è parte integrale dell'architettura e ad essa strettamente legato ».

BIOGRAFIA ESSENZIALE

Nato a Torino il 30 settembre 1870, morto a Torino l'8 marzo 1968.

Diplomato in Architettura al Museo Industriale Italiano di Torino nel 1890.

Vincitore di concorsi a professore nelle Accademie di Belle Arti di Parma (1899), Firenze (1906), Torino (1906), Venezia (1909).

Professore di « Disegno » all'Istituto Tecnico « G. Sommeiller » di Torino dal 1898.

Professore di « Disegno » al Liceo Scientifico « Galileo Ferraris » di Torino dalla fondazione.

Ruolo d'onore di Professore dei RR. Istituti Medi (1923).

Professore Incaricato di « Arredamento II » alla R. Scuola di Architettura di Torino (1931-33).

Socio onorario della Accademia di Belle Arti di Torino (1900) e professore onorario della Accademia di Belle Arti di Carrara (1912).

Accademico Nazionale delle Accademie di Belle Arti di Torino (1912) e di Firenze (1922).

Organizzatore, con lo scultore Luigi Contratti e lo scrittore Edmondo De Amicis, di una scuola per muratori, al fine di qualificarli nel mestiere.

Membro della commissione tecnica del Comitato per l'Esposizione internazionale del 1911 a Torino.

Promotore di un « Sindacato degli Architetti », poi sciolto si.

Premiato a Torino (1891), Prima Esposizione Italiana di Architettura (rilievi dal vero); a Roma (1911), Esposizione internazionale celebrativa del cinquantenario dell'Unità d'Italia (medaglia d'argento: unico italiano premiato); a Levanto (1912); a Monza (1925); a Torino (1926) (medaglia d'argento); a Ginevra (1927); a Berna (1930).

Invitato a Buenos Aires (1910), ma senza segnalazione, essendo l'Italia fuori concorso.

Libero professionista, studioso di problemi urbanistici, autore di scritti critici.

Permanenze all'estero per lavori:

— a Costantinopoli e Konya (1893-96);
— a Bangkok (1910-12; 1925-26).

BIBLIOGRAFIA BIOGRAFICA E GENERALE

« Annuario del Museo Industriale Italiano », Torino, 1888-89, n. 6, p. 128; *ibid.*, 1889-90, n. 7, pp. 127, 141, 145; *ibid.*, 1890-91, n. 8, p. 135; « Memorie di un Architetto », 1900, a. X, fasc. V, p. 2; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; U. Monneret de Villard, *Opere di architettura moderna*, Milano, 1909, p. 21; A. Sartoris, *Gli Elementi dell'Architettura Funzionale*, Milano, 1932, p. 14; U. Thieme e F. Becker, *Künstler-Lexikon*, Leipzig, 1934, v. XXVIII, p. 356; A. Sartoris, *Introduzione alla architettura moderna*, Milano, 1943-1949, pp. 271, 549; A. M. Bessone-Aurelj, *Dizionario degli scultori ed architetti italiani*, Città di Castello, 1947, p. 426; I. Cremona, *Discorso sullo stile Liberty*, in « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1949, nn. 3-4, p. 51; M. Nicoletti, *Raimondo D'Aronco*, Milano, 1955, p. 17; R. Gabetti, *Da Torino a Milano*, in « La Casa », Quaderno n. 6, Roma, 1959, n. 29; « Grande Dizionario Enciclopedico UTET », Torino, 1960, v. X, pp. 1083-1084; A. Galvano, *Per lo studio dell'« Art Nouveau » a Torino*, in « Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e di Belle Arti », nuova serie, aa. XIV-XV, 1960-61, p. 131; V. Borasi, *Sulla paternità artistica del Palazzo Comunale di Cagliari*, *ibid.*, pp. 169-180; « Avery Index to Architectural Periodicals », Columbia University, Boston, 1963, v. 10, p. 122; I. Cremona, *Il tempo dell'Art Nouveau*, Firenze, 1964, pp. 177, 212; G. Vianello, *Galileo Chini e il Liberty in Italia*, Firenze, 1964, pp. 16, 36, 76; P. Marconi e N. Zedda, *Annibale Rigotti e il Palazzo Comunale di Cagliari*, in « L'Architettura », 1965, n. 113, pp. 772-776; R. Bossaglia, *L'iter Liberty dell'architettura torinese*, in « Commentari », 1966, nn. 1-III, pp. 182-194; R. Bossaglia, *Testimonianze critiche dell'età Liberty in Italia*, in « Arte in Europa », Milano, 1966, pp. 920, 934; M. Leva Pistoi, *L'architettura del primo Novecento a Torino*, in « Comunità », 1966, n. 138, pp. 65-74; M. Leva Pistoi, *Architettura e democrazia nel Liberty a Torino*, in « Torino », 1966, n. 4, pp. 30-34; L. Gennero e F. Rosso, *Incontro con Annibale Rigotti*, *ibid.*, pp. 35-38; M. Dezzutti, *Rimembranze sociali in cent'anni d'architettura torinese e la presidenza Chevalley*, in « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1967, n. 6, pp. 156, 158; R. Gabetti, *L'architettura torinese tra l'Ottocento e il Novecento*, in « Torino », 1967, n. 1, p. 51, nota 8; M. Leva Pistoi, *Ideologia e decorazione nell'architettura torinese del Liberty*, in « Problemi », 1967, n. 2, pp. 73-79; R. Bossaglia, *Il Liberty in Italia*, Milano, 1968, pp. 69, 91, 98, 99, 100, 129, 136; M. Pozzetto, *Jože Plečnik e la scuola di Otto Wagner*, Torino, 1968, p. 7; « Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica », Roma, 1969, v. V, p. 170; M. Leva Pistoi, *Torino, mezzo secolo di architettura, 1865-1915*, Torino, 1969, pp. 82, 84, 167, 173, 193, 216, 220-221, 224, 231, 273, 277-278.

CRONOLOGIA RAGIONATA ([18])

OPERE ESEGUITE SU INCARICO A TORINO:

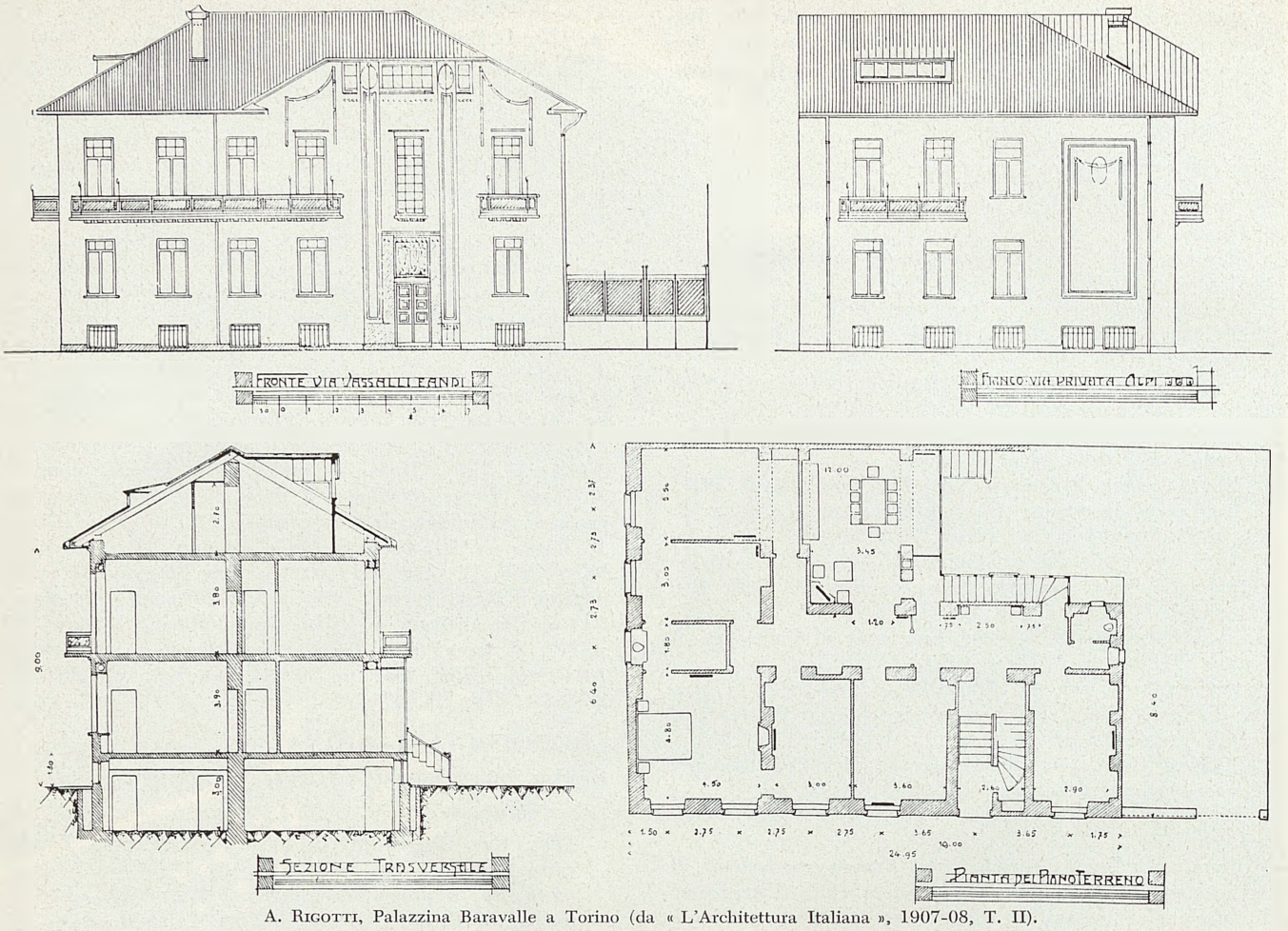
case d'abitazione:

— 1903: Casa Toesca M. in Lavini, via Tiepolo 5, ang. corso Dante
(demolita; il progetto conservato nell'Archivio edile comunale di Torino è firmato dall'ing. Tommaso Ricci, ma la paternità dell'opera spetta all'arch. Annibale Rigotti, come attesta una riproduzione dell'opera stessa, firmata dal Rigotti e riportata nell'articolo di R. Gabetti, *Da Torino a Milano*, in « La Casa », Quaderno n. 6, Roma, 1959, p. 29, e come riferiscono fonti bibliografiche del tempo)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1903, n. 381; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

palazzine:

— 1898: Palazzina Vitale, corso Cairoli 22, ang. via Mazzini 62
(ampliamento e rifacimento di una costruzione già esistente; le decorazioni pittoriche interne e gli affreschi sono opera del pittore Giacomo Grosso e del pittore e decoratore Ernesto Domenico Smeriglio)
(« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. XI, T. III, p. 2; « L'Architettura Italiana », 1905, a. I, p. 5; TT. 9, 10; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; indicata anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— 1906: Palazzina Baravalle cav. V., via Vassalli Eandi 18, ang. via Principi d'Acaja
(il progetto conservato nell'Archivio edile comunale di Torino è firmato dall'arch. Annibale Rigotti e dall'ing. Giovanni Casalis)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1906, n. 259; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « L'Architettura Italiana », 1907-08, a. III, p. 1, TT. 1, 2).
— 1914: Palazzina Canova dr. F. e Consorte, via Lanfranchi 17
(il progetto ha subìto varianti)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1914, n. 11).

([18]) L'autore si scusa per le involontarie e immancabili omissioni e inesattezze di questa cronologia.



A. Rigotti, Palazzina Baravalle a Torino (da « L'Architettura Italiana », 1907-08, T. II).

— 1914: Palazzina Canova dr. F. e Consorte, via Lanfranchi 17
(varianti)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1914, n. 288).

— 1914: Palazzina Canova dr. F. e Consorte, via Lanfranchi 17
(varianti: progetto eseguito; poi, ampliata e sopraelevata nel 1957 in modo da alterare profondamente la composizione primitiva)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1914, n. 680; « L'Architettura Italiana », 1921, a. XVI, p. 12).

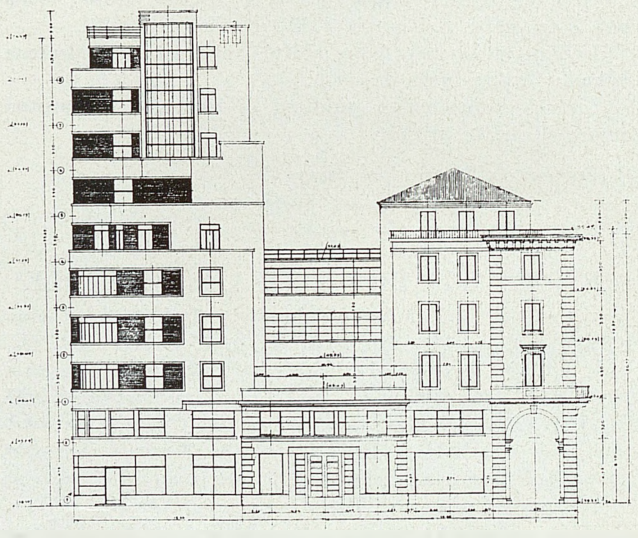
interventi urbanistico-residenziali:

— « Isolato S. Vincenzo », S.A. « Isolato S. Vincenzo », via Roma, ang. via Bertola 2, ang. via Viotti 7-9, ang. via Monte di Pietà 1
(in collaborazione con l'ing. Ilario Sormano)
(« L'Architettura Italiana », 1934, a. XXIX, XII, p. 401; R. Gabetti e L. Re, *Via Roma nuova a Torino*, in « Torino », 1969, nn. 4-5, p. 34).

— Palazzo delle Società « Beni Stabili », via Roma, ang. via Arcivescovado 1, ang. via Amendola 5
(progetto di tutta la facciata verso via Roma — compresa fra le vie Arcivescovado e Buozzi — anche se il Palazzo della Soc. « B.S. » occupa solo metà dell'isolato, ossia la parte d'angolo compresa fra le vie Roma e Arcivescovado)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

inoltre:

— Nuovo ingresso del Caffè-Concerto « Eden » in via Principe Tommaso
(« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. IV, p. 3).



A. Rigotti, « Isolato S. Vincenzo » a Torino (da « L'Architettura Italiana », 1934, p. 407).

— Negozio Camera M. in via Bertola
(distrutto; fregio nella facciata: opera dello scultore Colonna)
(« L'Architettura Italiana », 1905, a. I, p. 20, T. 37).

— « Palazzo delle Mostre » (detto « a vela »), Società « Torino-Esposizioni », zona dell'Esposizione di « Italia 61 »
(in collaborazione con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(M. Bernardi, *Torino, guida storica e artistica della città e dintorni*, Torino, 1965, pp. 244-245).

— Taglio, risvolto, restauro e sistemazione esterna ed interna del Palazzo della contessa Bricherasio, via Lagrange 18, 20, ang. via Rossi di Montelera, ang. via Gobetti
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

— « F.I.T.M. » in corso Francia (1934)
(in collaborazione con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(A. Sartoris, *Introduzione alla architettura moderna*, Milano, 1943-1949, p. 243, fig. 101).

tombe nel Cimitero Generale:

— Tomba Famiglia Donvito
(« Architettura, Rivista del Sindacato Nazionale Fascista Architetti », 1932, a. XI, fasc. IV, pp. 187-188).

— Tomba Famiglia Serazzi
(« Architettura, Rivista del Sindacato Nazionale Fascista Architetti », 1932, a. XI, fasc. IV, pp. 187-188).

— Tomba Famiglia Peretti
(« L'Architettura Italiana », 1933, a. XXVIII, p. 9).

— Tomba Famiglie Bona e Rolla
(« L'Architettura Italiana », 1934, a. XXIX, XII, p. 426).

— Tomba Famiglia Bosio; Tomba Famiglia Casari; Tomba Coniugi Deangeli (campo israelitico); Tomba Famiglia Rovera; Tomba Famiglia Tabacchi; Tomba Famiglia Testori
(indicate dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

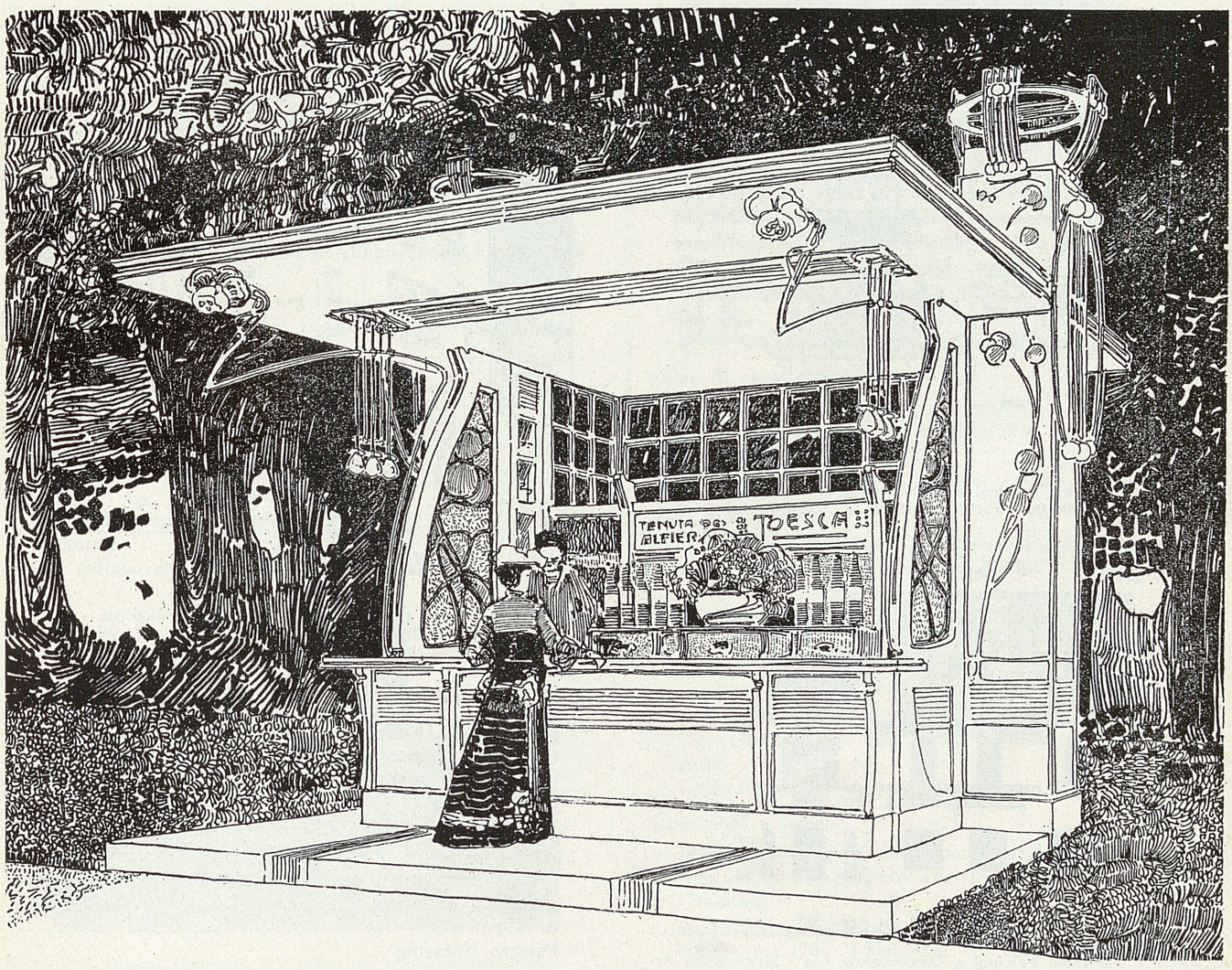
esposizioni:

— all'Esposizione Internazionale d'Arte Decorativa Moderna (1902):
Padiglione per la Mostra Vinicola ed Olearia
(« L'Arte Decorativa Moderna », 1902, a. I, n. 9, p. 255; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « Memorie di un Architetto », 1907, v. XVI, fasc. VIII, p. 3, fig. 2).
Chiosco « Cocco fresco » e chiosco « Amido Banfi »
(« L'Architettura alla Prima Esposizione Internazionale d'Arte Decorativa Moderna », Torino, 1902, T. XXX).

— Padiglione del Siam all'Esposizione Internazionale delle Industrie e del Lavoro (1911)
(Siam-Torino, 1911, « Catalogo Descrittivo della Mostra Siamese alla Esposizione Internazionale delle Industrie e del Lavoro in Torino, 1911 », « compilato da G. E. Gerini », pp. LI-LII).

— Interno della Mostra della Moda e dell'Ambientazione (1932)
(in collaborazione con l'arch. Aldo Morbelli)
(« Architettura, Rivista del Sindacato Nazionale Fascista Architetti », 1932, a. XI, fasc. VIII, p. 412).

— Interno e padiglioni provvisori esterni all'Esposizione della Moda nella Palazzina di Stupinigi
(in collaborazione con l'arch. Aldo Morbelli e con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).



A. Rigotti, Padiglione per la Ditta Toesca (da « Memorie di un Architetto », 1907, fasc. VIII, T. II).

OPERE ESEGUITE SU INCARICO IN ALTRI LUOGHI:

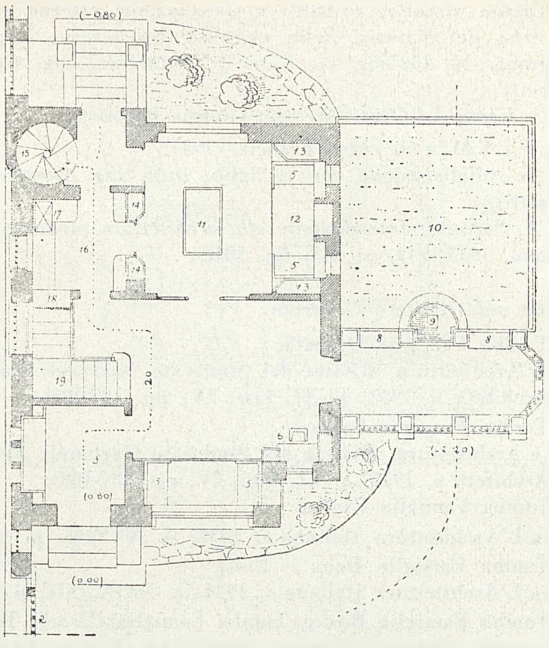
palazzine e ville:

— Palazzina Falcioni on. A. a Domodossola
(le decorazioni esterne, in « grès », sono opera del pittore e decoratore Galileo Chini; il pannello decorativo interno è opera del pittore Carlo Fornara)
(« L'Arte Decorativa Moderna », 1902, a. I, n. 12, p. 366; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « Memorie di Architettura Pratica », 1910, v. II, p. 9, figg. 10, 11, TT. XIX-XXI; indicata anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

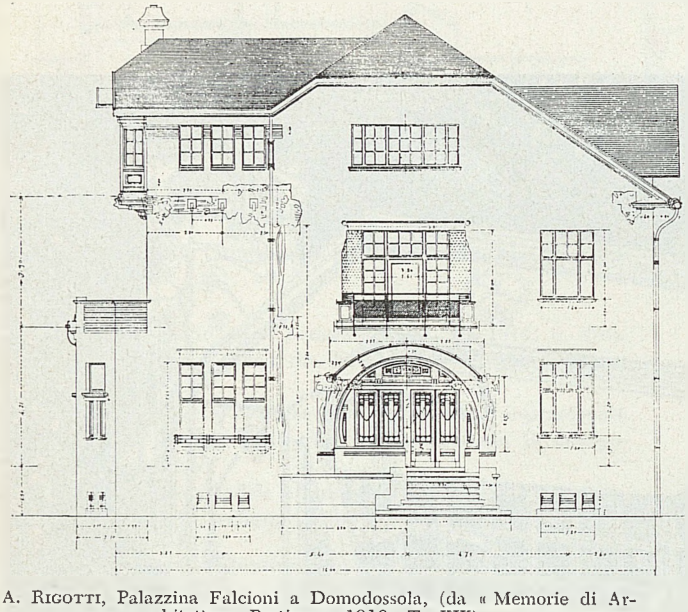
— Villa Cavallini a Solcio
(progetto di ricostruzione: costruita con alcune modificazioni) (esecuzione controversa da verificare)
(« Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. VI, p. 22, fig. 31, TT. XXXII-XXXIII).

— Villa Cavallini avv. E. a Bognanco (1907)
(costruita con alcune modificazioni) (esecuzione controversa da verificare)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. VIII, p. 30, figg. 39, 40, TT. XLV, XLVI).

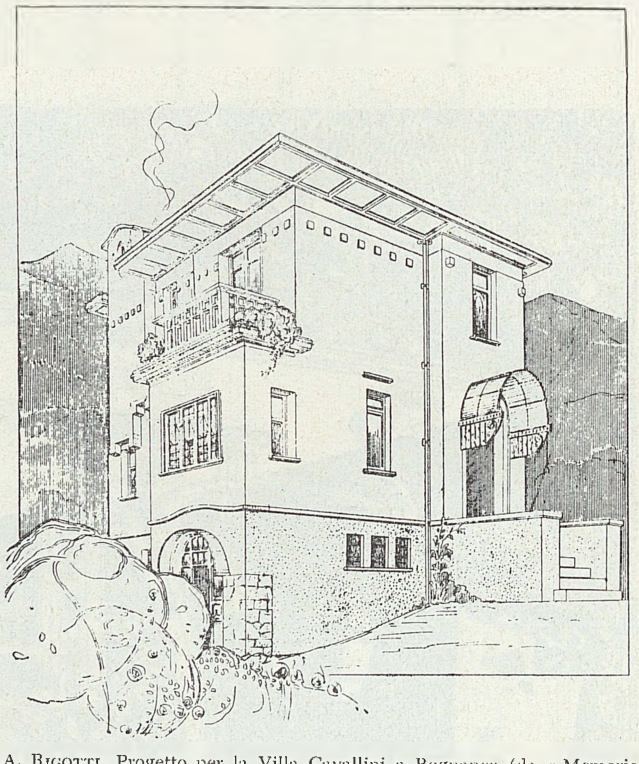
— Villa Hasliman a Valperga; Villa, oggi Agnelli, a Levanto (molto manomessa); Villa Pugliese a S. Margherita Ligure
(indicate dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).



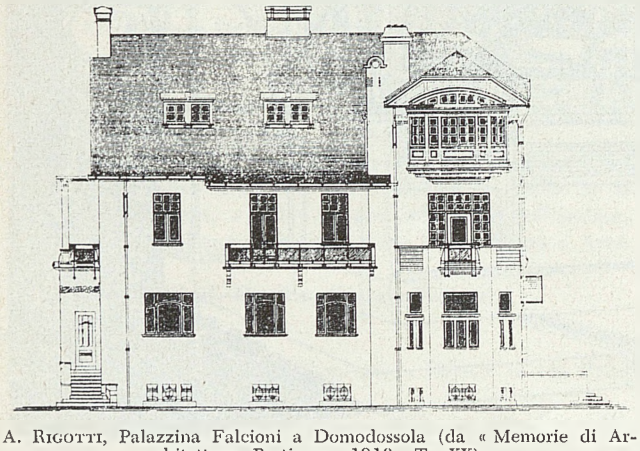
A. Rigotti, Primo progetto per la Villa Cavallini a Bognanco (studio di pianta) (da « Memorie di Architettura Pratica », 1911, p. 30, fig. 40).



A. Rigotti, Palazzina Falcioni a Domodossola, (da « Memorie di Architettura Pratica », 1910, T. XIX).



A. Rigotti, Progetto per la Villa Cavallini a Bognanco (da « Memorie di Architettura Pratica », 1911, p. 30, fig. 39).



A. Rigotti, Palazzina Falcioni a Domodossola (da « Memorie di Architettura Pratica », 1910, T. XX).

palazzi a Bangkok:

— Palazzo del Trono (1908-16)
(in collaborazione con l'arch. Mario Tamagno; gli affreschi e le decorazioni sono opera del pittore e decoratore Galileo Chini)
(G. Vianello, *Galileo Chini e il Liberty in Italia*, Firenze, 1964, pp. 36-39; M. Dezzutti, *Rimembranze sociali in cent'anni d'architettura torinese e la presidenza chevalley*, in « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1967, n. 6, p. 156).

— Palazzo Norasing
(V. Borasi, *Sulla paternità artistica del Palazzo Comu-*

nale di Cagliari, in « Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e di Belle Arti », nuova serie, aa. XIV-XV, 1960-61, p. 173; P. Marconi e N. Zedda, *Annibale Rigotti e il Palazzo Comunale di Cagliari*, in « L'Architettura », 1965, n. 113, p. 776).

banche a Bangkok:

— Banca Commerciale Siamese (1907-09; 1925-26)
(esecuzione controversa da verificare)
(V. Borasi, *art. cit.*; P. Marconi e N. Zedda, *art. cit.*).

inoltre:

— Stazione ferroviaria di Konya (Turchia)
(costruita durante la permanenza del Rigotti in Turchia: 1893-96)
(M. Dezzutti, *art. cit.*; indicata anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Decorazione della stazione ferroviaria di Cogne (Aosta)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Interni della Banca Commerciale a Londra (1916)
« Grande Dizionario Enciclopedico UTET », Torino, 1960, v. X, p. 1084; indicata anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Ufficio delle « Ferrovie di Stato Italiane » a Londra
(« L'Architettura Italiana », 1919, a. XIV, p. 88, TT. 43, 44).
— Scuola materna a Strona
(indicata dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Monumento ai Caduti nella guerra 1915-18 a Valenza
(scultore M. Vaccari)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

opere di carattere religioso (indicate dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti):

— Cappella S. Margherita al Col d'Olen.
— Chiesa di S. Anna nel complesso dell'« Opera Pia Barolo » a Borgo Aje (Moncalieri)
(ultima opera: 1963).

tombe (indicate dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti):

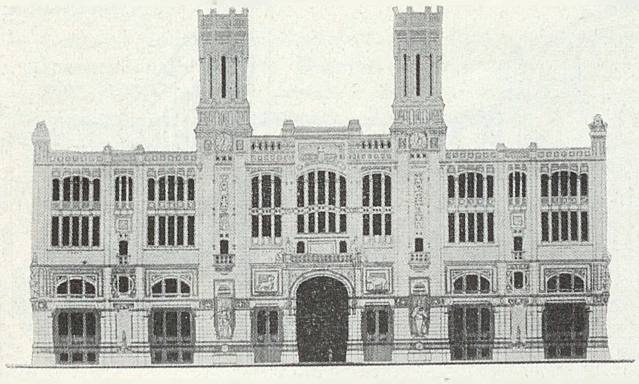
— Tomba Famiglia Avenati nel Cimitero di Moncalieri.
— Tomba Famiglia Campanini nel Famedio del Cimitero di Milano.
— Tomba Famiglia Ferrua nel Cimitero di Oropa.
— Tomba Famiglia Pira nel Cimitero di Oneglia.

SI NOTANO INFINE:

concorsi vinti (da: V. Borasi, *art. cit.*, pp. 172-173; P. Marconi e N. Zedda, *art. cit.*):

palazzi:

— 1898: Palazzo Comunale di Cagliari (primo premio; eseguito)
(in collaborazione con l'ing. Crescentino Caselli)



A. Rigotti, Palazzo Comunale di Cagliari (da « Architectural Review », 1902II, p. 138).

(« Academy Architecture and Architectural Review », 1902II, p. 138; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— 1913: Palazzo per la « Cassa di Risparmio » di Torino.
— 1916: Palazzo di Belle Arti Acquasola a Genova (primo premio).
— 1935: Palazzo della Provincia a Torino (primo premio del primo concorso).

scuole:

— 1897: Scuole Comunali di Sommariva Bosco (primo premio; eseguite)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

teatri in Bulgaria:

— 1896: Teatro Municipale di Sistow (primo premio; eseguito)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— 1898: Teatro Municipale di Varna (primo premio; eseguito)
(esecuzione controversa da verificare)
(« Academy Architecture and Architectural Review », 1899II, pp. 118, 119; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

sedi varie a Torino:

— 1907: Casa degli « Amici dell'Arte » (primo premio)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « Memorie di un Architetto », 1907, v. XVI, fasc. VII, p. 3; I. Cremona, *Discorso sullo stile Liberty*, in « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, 1949, nn. 3-4, pp. 50, 51, fig. 2; M. Dezzutti, *art. cit.*, p. 158).
— 1915: Nuova sede del « Circolo degli Artisti ».

inoltre:

— 1903: Decorazione architettonica della Mole Antonelliana a Torino (primo premio; eseguita)
(dorature: opera dello scultore Giovanni Rapelli)
(« Memorie di un Architetto », 1903, a. XIII, fasc. VI, p. 3; *ibid.*, 1904-05, a. XIV, fasc. I, p. 2; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, pp. 13, 14, fig. 23; C. Laudi, *Il Museo Nazionale del Risorgimento e la Mole Antonelliana*, in « Torino », 1930, a. X, n. 6, p. 494).
— 1905: Monumento a Giuseppe Verdi, S. Francisco (USA)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, pp. 13, 14, fig. 20).
— 1919: Case coloniche Marelli a Milano (premiate).

opere di carattere religioso:

— 1893: Cimitero di Treviso (premiato).
— 1921: Campanili del Santuario di Vico (Mondovì) (primo premio).
— 1922: Tempio votivo a Tortona (primo premio).

studi urbanistici:

— 1916: Piano Regolatore di Mondovì (primo premio)
(in collaborazione con il prof. Lavini e il geom. Manassero)
(« L'Architettura Italiana », 1915-16, a. XI, p. 110).
— 1952: Piano Regolatore della « Zona Culturale » di Torino (primo premio)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— 1953: Piano Regolatore di Chieri (primo premio)
(in collaborazione con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).

esposizioni e premi:

— 1899: Edificio provvisorio per una Esposizione di Belle Arti ed Arti Applicate alle Industrie (Milano, premio Canonica)
(« Academy Architecture and Architectural Review », 1899II, p. 120; « Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. V, T. II; « L'Architettura Italiana », 1905,

a. I, p. 41, T. 81; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— 1907: Premio perpetuo a Parma (primo premio).

concorsi:

palazzi:

— Palazzo per una Prefettura
« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. VI, T. III; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Zecca di Roma
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Palazzo di Giustizia a Sofia
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « L'Architettura Italiana », 1912-13, a. VIII, p. 92, T. 30).
— Palazzo della Pace a L'Aja (1906)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13; « Grande Dizionario Enciclopedico UTET », Torino, 1960, v. X, pp. 1083-1084).
— Palazzo del Parlamento a Canberra (invitato, 1912)
(« Grande Dizionario Enciclopedico UTET », Torino, 1960, v. X, p. 1084).
— Palazzo per la Banca di Hong-Kong e Shangai a Bangkok
(« L'Architettura Italiana », 1915-16, a. XI, p. 58, TT. 21, 22).

scuole e biblioteche:

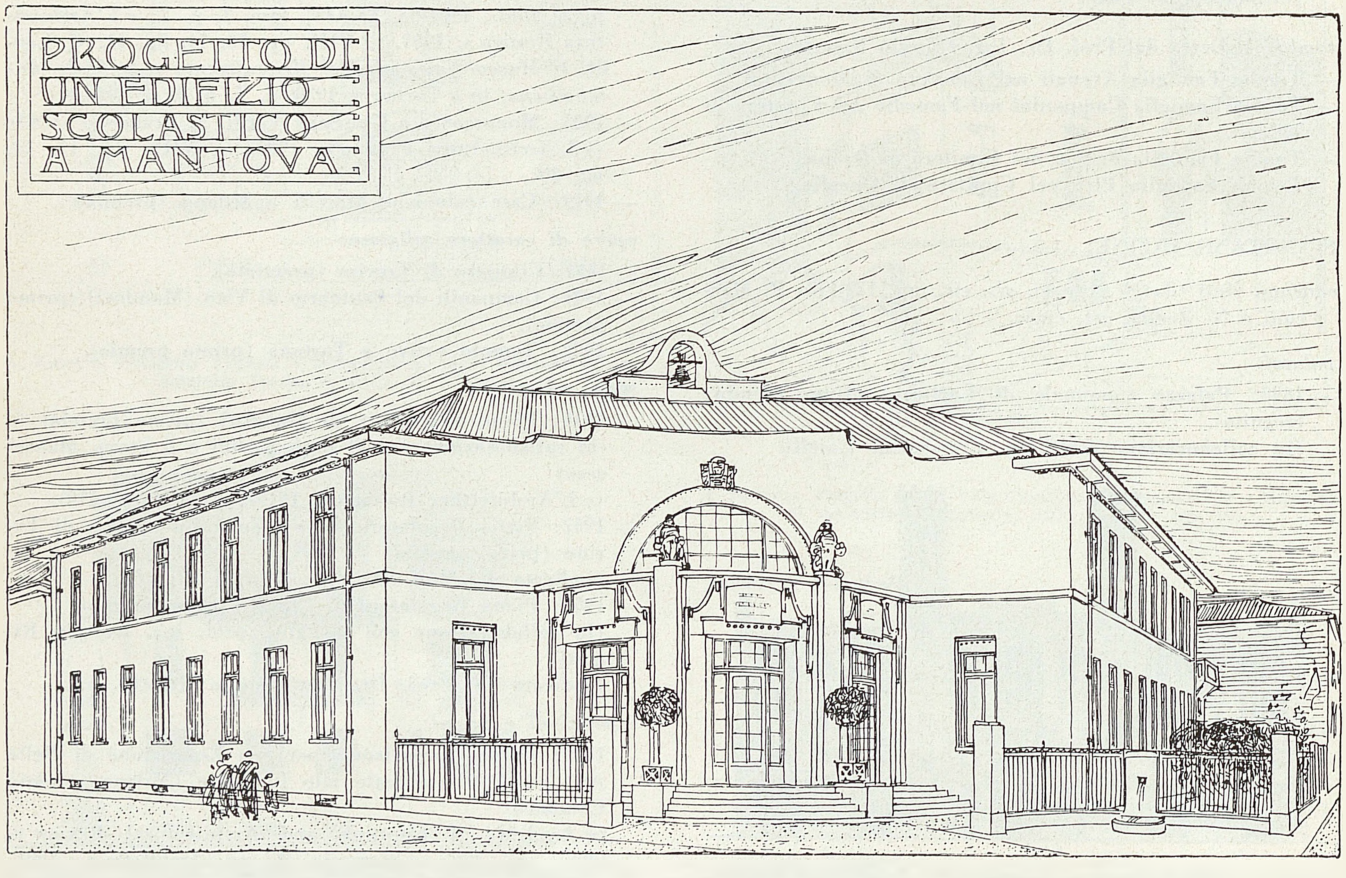
— Edificio per studi secondari, classici e tecnici a Torino
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Scuole elementari a Tortona
(« Academy Architecture and Architectural Review », 1902II, p. 139; « Memorie di un Architetto », 1902, a. XII, fasc. VI, T. III, p. 2; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Scuole secondarie di Novara (1915) (secondo premio)
(indicate dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Edificio scolastico a Mantova
(« L'Architettura Italiana », 1920, a. XV, p. 18, T. 9).
— Biblioteca di Firenze
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

ospedali e sedi varie:

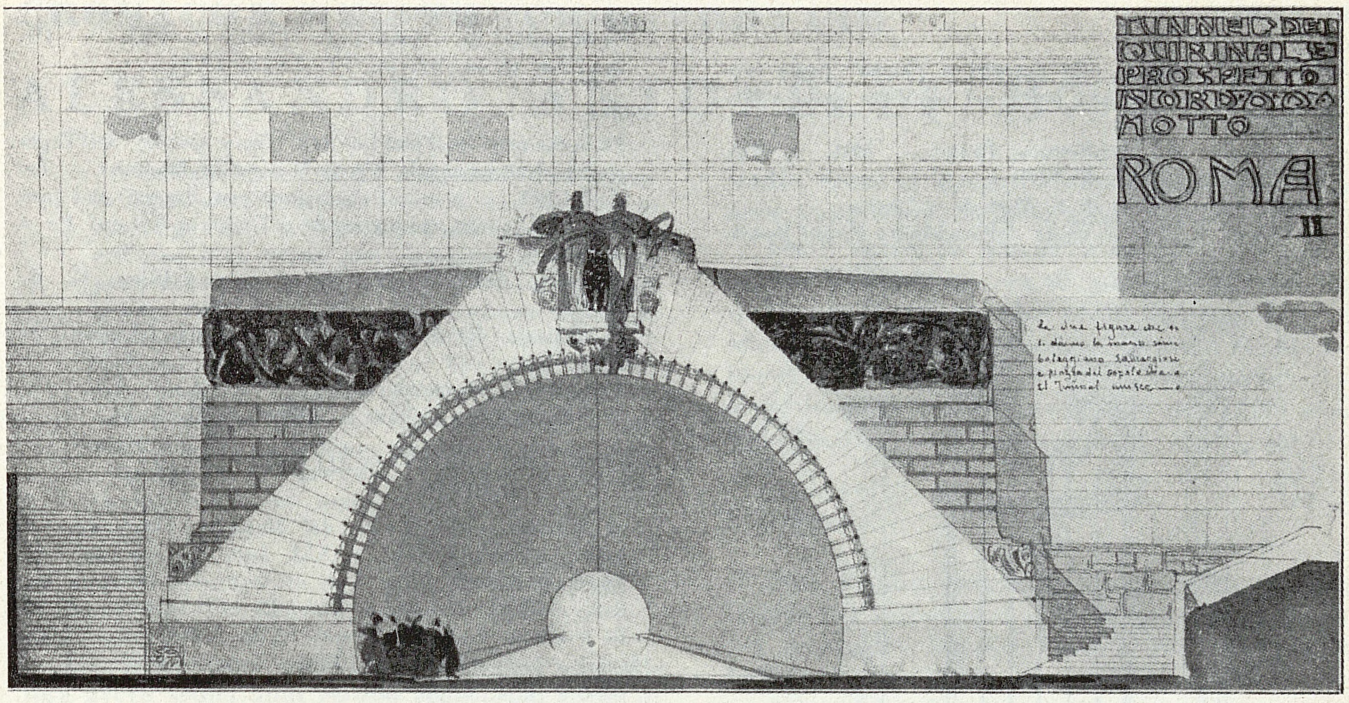
— Sanatorio popolare di Napoli
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Sanatorio da erigersi presso Lanzo
(« Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. VII, p. 25, figg. 34-36, TT. XXXVII-XXXIX).
— Sede dei pensionati di Roma
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

inoltre:

— Fontanella decorativa (concorso bandito dal Municipio di Torino)
(partecipano, oltre all'arch. Rigotti: gli scultori Tancredi Pozzi e Giovanni Rapelli; l'ing. Alfredo Premoli; gli archh. Cimbro Gelati e Mario Tamagno; ecc.)
(« Memorie di un Architetto », 1897-98, v. VII, fasc. IV, TT. I-III).
— Due frontoni per il tunnel del Quirinale a Roma
(« L'Arte Decorativa Moderna », 1902, a. I, n. 12, p. 365; « Academy Architecture and Architectural Review », 1905I, p. 132; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, pp. 13, 14, figg. 21, 22).
— Facciata per l'Accademia di Belle Arti di Bologna
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Monumenti a Garibaldi, a Cavallotti e a Galileo Ferraris
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Sezione staccata della sede centrale dell'Accademia di Brera a Milano
(« Memorie di Architettura Pratica », 1902, a. IV, fasc. II, p. 8, TT. X-XII).
— Ponte monumentale a Verona (1925) (secondo premio)
(indicato dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).



A. Rigotti, Progetto di un edificio scolastico a Mantova (da « L'Architettura Italiana », 1920, T. IX).



A. Rigotti, Tunnel del Quirinale a Roma (da « Architectural Review », 1905I, p. 132).

opere di carattere religioso:

— Chiesa parrocchiale di S. Carlo ad Almagro (Buenos Ayres)
(« Academy Architecture and Architectural Review », 1900I, pp. 145, 146; « L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13, fig. 18, TT. XVI, XVII).
— Tempio bizantino (Fondazione Gori-Ferroni)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).
— Cimitero di Mantova (due progetti)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, p. 13).

studi urbanistici:

— Sistemazione della ex « Piazza d'Armi » a Torino (1912)
(secondo premio)
(indicata dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Sistemazione del piazzale prospiciente l'ingresso monumentale del Cimitero di Milano a Musocco (Concorso di Architettura « Camillo Boito »)
(il Rigotti risulta vincitore di uno dei due premi)
(« L'Architettura Italiana », 1933, a. XXVIII, p. 88).
— Secondo tratto di via Roma a Torino
(in collaborazione con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(« L'Architettura Italiana », 1934, a. XXIX, II, pp. 39, 40, 45).

esposizioni:

— Concorso indetto dal Comitato della Prima Esposizione Internazionale dl'Arte Decorativa Moderna in Torino, 1902 (1901) (secondo premio e direzione dei lavori)
(partecipano, oltre all'arch. Rigotti: l'arch. D'Aronco (primo premio); il gruppo degli ingg. Vandone, Premoli, Momo e Montù; l'arch. Ceradini; l'arch. Gelati; ecc.)
(« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. III, pp. 2-3; indicato anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Esposizione Mondiale « Pro Sempione » in Milano, 1906 (1903) (secondo premio)
(« L'Architettura Pratica », 1907, v. VIII, pp. 13, 19, figg. 33-35, T. XXV; indicata anche dal Prof. Dr. Ing. Giorgio Rigotti).
— Padiglione della Città di Torino all'Esposizione Internazionale delle Industrie e del Lavoro in Torino, 1911.
(M. Dezzutti, *art. cit.*, p. 158).

progetti:

case d'abitazione a Torino:

— Casa Lavini comm. G., corso G. Galilei (1920)
(Torino, Archivio edile comunale, cat. 1ª, 1920, n. 381).
— Case per impiegati ed operai della Società Anonima « Consumatori Gas-Luce » (1920)
(« L'Architettura Italiana », 1920, a. XV, p. 88, T. 44; M. Dezzutti, *art. cit.*, p. 158).

ville:

— Villa Berthie (1901)
(« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. V, p. 2).

inoltre:

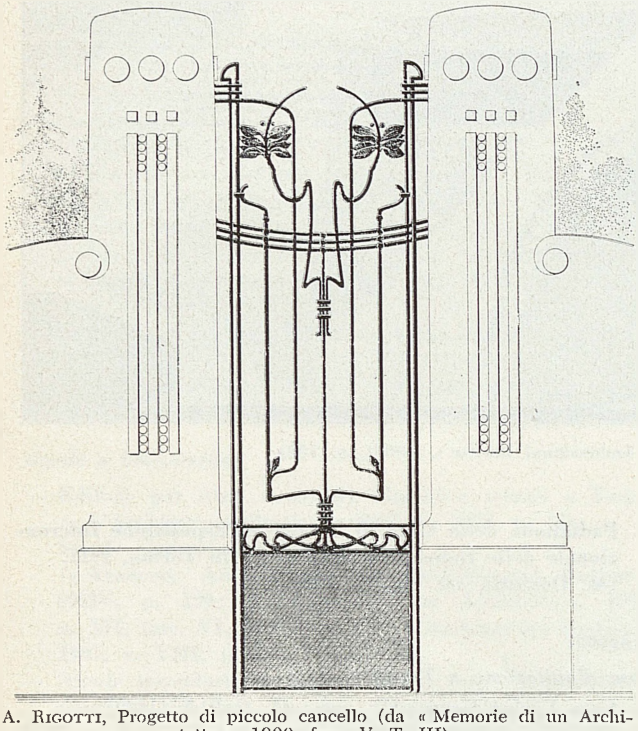
— Cancellata in ferro per il Caffè S. Carlo a Torino
(« Memorie di un Architetto », 1897-98, v. VII, fasc. IX, T. II).
— Piccolo cancello
(« Memorie di un Architetto », 1900, a. X, fasc. V, T. III).
— Chiosco per la vendita di liquori
(« L'Arte Decorativa Moderna », 1902, a. I, n. 3, T. III; « Academy Architecture and Architectural Review », 1902II, p. 93; « L'Artista Moderno », 1905, a. IV, p. 10; « L'Architetto Moderno », biblioteca de « L'Artista Moderno », Torino, T. VIII).
— Fabbricato rurale per stalla e latteria a Sassi (Torino)
(« Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. IX, p. 34, fig. 47, TT. LII, LIII).
— « Hall »
(« L'Architettura Italiana », 1919, a. XIV, p. 8, T. 4)
— Mercato ortofrutticolo a Torino (1930)
(in collaborazione con il figlio, prof. ing. Giorgio Rigotti)
(A. Sartoris, *Gli Elementi dell'Architettura Funzionale*, Milano, 1932, pp. 303-306, figg. 358-364).

altri lavori:

rilievi:

— Rilievi di porte in stile barocco a Torino (porta murata in piazza Cavour; porta nel vestibolo della « Maternità »)
(« Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. VIII, p. 31, T. XLVIII).

— Rilievo della Chiesa di S. Michele a Torino
(la chiesa, 1784-91, è opera dell'architetto Pietro Bonvicini: cfr. M. Bernardi, *op. cit.*, p. 194)
(« Memorie di Architettura Pratica », 1911, v. III, fasc. XI, p. 43, fig. 56, TT. LXIV, LXV).



A. Rigotti, Progetto di piccolo cancello (da « Memorie di un Architetto », 1900, fasc. V, T. III).

inoltre:

— Elaborazione (nell'ambito dell'Ufficio tecnico dell'Esposizione Internazionale d'Arte Decorativa Moderna — Torino, 1902 —, e in collaborazione con Rigazzi) del progetto del ponte monumentale « Umberto I » sul Po a Torino
(progetto dell'arch. R. D'Aronco e dell'ing. G. G. Ferria)
(« Memorie di un Architetto », 1901, a. XI, fasc. X, p. 2).

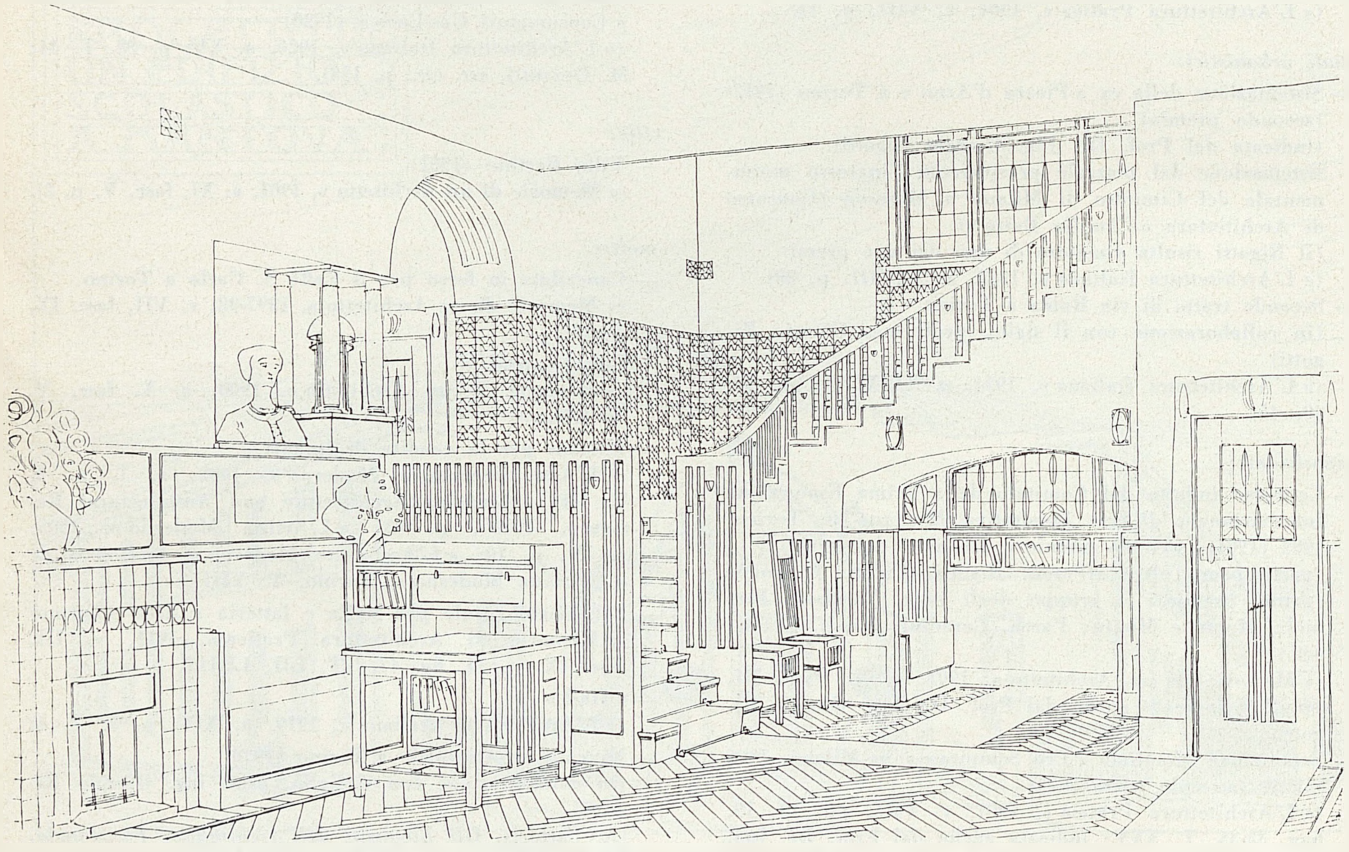
— Francobollo commemorativo
(« L'Architettura Italiana », 1906-07, a. II, p. 4).

ALCUNI, FRA I MOLTI SCRITTI DI ANNIBALE RIGOTTI:

— in « Architettura, Rivista del Sindacato Nazionale Fascista Architetti », 1942, a. XXI, fasc. VII, pp. 232-233: Annibale Rigotti, *Ricordo di un architetto moderno italiano dell'800, Alessandro Antonelli, 1798-1888.*

— in « Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino », nuova serie:
1947, a. I, n. 5, pp. 127-130:
Annibale Rigotti, *Carlo Ceppi e riflessioni sull'architettura;*
1947, a. I, n. 7, p. 202:
Annibale Rigotti, *La facciata delle botteghe;*
1948, a. II, nn. 1-2, pp. 18-19:
Annibale Rigotti, *Il tetto;*
1957, a. XI, n. 2, pp. 74-79:
Annibale e Giorgio Rigotti, *Alcune proposte per l'Esposizione del '61 collegate con il piano regolatore di Torino.*

Giovanni Maria Lupo
Architetto



A. Rigotti, Progetto di « Hall » (da « L'Architettura Italiana », 1919, T. IV).

ALESSANDRO ANTONELLI (1798 - 1888)

Pensiamo che i Colleghi saranno lieti di rileggere un appassionato e vigoroso scritto di Annibale Rigotti, pubblicato su « Architettura » alle pagine 232-233 nell'anno 1942. Siamo stati veramente afferrati dalla penetrazione critica che domina lo scritto e in particolare dalla drammatica interpretazione dell'architettura antonelliana, contenuta nella terza parte dell'articolo. Secondo noi, questo fare delle strutture della Mole un complesso flessibile e destinato ad autodistruggersi è di una originalità assoluta e pone realmente per la prima volta il problema della « durata » di una costruzione, che oggi incomincia a richiedere soluzioni urgenti.

E. P.

Il Maestro.

Lo ricordo negli ultimi anni della sua vita. Allora avevo sedici anni ed ero allievo nel corso di architettura alla R. Accademia Albertina di Torino; ricordo che si faceva tirare su in una cesta (era quasi novantenne) fino a quel punto della Mole dove pochi e affezionati operai lavoravano.

Con sensibilità tattile ogni pezzo era palpato dalle sue mani quasi queste avessero il potere di sentire la resistenza e di misurarla, come l'esperto tessile decide della qualità della stoffa fregandola tra il pollice e l'indice.

Ai giovani che sovente si recavano lassù, studiosi e curiosi a un tempo, spiegava volentieri la funzione dei tiranti in ferro, di certi archi parabolici o delle piattabande. Ogni particolare della costruzione era una trovata originale.

Egli ha sostituito un diverso sistema costruttivo a quello comune in quei tempi, con fede incrollabile nelle sue idee, allontanandosi e capovolgendo idee e soluzioni comuni. La leggerezza dei suoi edifici fu di esempio; e se questa speciale maniera di costruire non ebbe seguito, lo si deve ai nuovi materiali e agli altri sistemi riconosciuti più utili nell'edilizia.

Molte soluzioni sono originali, soprattutto quella della doppia volta della Mole con l'introduzione del sistema cellulare. La cupola di S. Gaudenzio sarà architettonicamente più ben pensata, ma non ci dice altro che la sua maestria nel giocare con i materiali.

Negli anni in cui frequentavo i corsi all'Accademia, insegnava architettura il prof. Crescentino Caselli discepolo prediletto dell'A., e nell'insegnamento seguiva quasi esclusivamente il sistema antonelliano. Tutti i progetti erano studiati su un reticolato che determinava la posizione dei pilastri, in funzione con gli archi o le piattabande e le volte, perciò la Mole era la nostra mèta di osservazione e di studio.

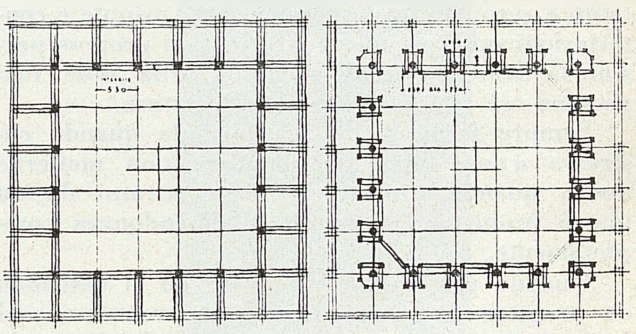
Talvolta ci spingevamo fin sotto il tetto della casa in via Vanchiglia dove Antonelli aveva lo studio. Oltre ai disegni, vi era il modello in legno della parte d'innesto della guglia con la cupola.

Quasi ignari di quanto si costruiva altrove, il sistema antonelliano era da noi accettato con una specie di fanatismo che sbollì appena dopo la scuola si apersero ai nostri occhi nuovi orizzonti e incominciammo a studiare le bellezze passate e ad avere nozione delle nuove forme costruttive e architettoniche che sorgevano negli altri paesi.

L'architetto.

Data l'epoca, poichè la sua genialità era tutta rivolta alla costruzione e assolutamente negativa la sua sensibilità artistica, non poteva concepire la bellezza nuda della struttura di un edificio.

Allievo del Bonsignore, rivestiva le sue opere di un'architettura classica che non era molto appropriata alla sua maniera di costruire. Portato dalla sua mente ragionatrice, ricorreva a puerili artifici allungando per esempio il profilo delle basi in alto perchè l'occhio dalla strada ne ricevesse le giuste proporzioni classiche; non poteva concepire i rocchi dei venti esili fulcri interni della



Mole in pietra sbozzata a punta senza pensare di rivestirli con stucco e completarli con gli elementi del capitello e della base corinzia.

Nello sviluppo del tema della Sinagoga (1863) si era subito imposto il problema statico della cupola (da lui chiamata volta) su base quadrata senza pennacchi, imitando in laterizio la forma cellulare delle costruzioni metalliche: son sue parole « tutta la costruzione laterizia in quest'opera assimila le costruzioni metalliche ».

Egli amava giocare con le difficoltà, costruttore nel sangue, intuito più che calcolo: ferro, mattone e pietre si dovevano piegare alla sua volontà, e perciò, con la sicurezza di risolvere il problema statico genialmente, non vedeva o non si curava di vedere la difficoltà di risolvere con quei mezzi

il problema estetico, non sentiva cioè il disagio visivo dei due profili asimmetrici se non visti perfettamente sugli assi o sulle diagonali.

Guardando il vero, non è possibile mettere diaframmi per tagliare la parte che dà fastidio come si può fare con una fotografia.

Con tutto ciò era il problema architettonico, anzi il problema monumentale, che lo seduceva. Erano precisamente quelle forme inadatte per il suo sistema che lo attiravano.

Si è anche detto che ebbe l'intuizione e l'energia di risolvere i problemi statici rimasti tronchi in mano agli ogivali, e sotto un certo punto di vista può essere vero. Ma gli ogivali crearono contemporaneamente un'architettura consona con i loro sistemi costruttivi, mentre l'A. si è servito, e non a proposito, di tutti gli elementi classici o classicheggianti del suo tempo.

Professore di architettura, prospettiva e ornato all'Accademia Albertina (1836-1857); giudice nei concorsi più importanti di architettura, fra gli altri in quello della facciata di S. Maria del Fiore di Firenze (1863) e nelle gare quadriennali Gori-Ferroni di Siena, per cattedre d'architettura nelle R. Accademie; sempre interpellato quando si trattava di edifici monumentali da restaurare, o ne proponeva l'abbattimento (Casale Monferrato, Duomo, 1852), oppure ne presentava progetti insensati di rifacimento (Mondovì, Santuario di Vicoforte, 1881).

Sia nella vita come nelle opere, era il mediocre architetto che trionfava sul genio del costruttore, tanto è vero che fra le innumerevoli dispute e contestazioni sulle sue nuove strutture, si propose persino la demolizione della cupola della Mole, mai nessuno osò attaccare la sua architettura.

Sempre fermo nella sua formula quando costruiva « dove basta un mattone non metterne due », quando progettava, forse attratto da un nuovo problema costruttivo, l'abbandonava completamente.

Quando per un piccolo paese gli si domandò un progetto di chiesa parrocchiale, vennero fuori le fondazioni di una grande cattedrale di cui la parte costruita, la sola sacrestia, funziona attualmente da parrocchia ed è più che sufficiente per la popolazione del paese.

Siccome a sua difesa si è portato a esempio la gigantesca cattedrale della piccola cittadina di Beauvais, occorre aprire una parentesi. Se noi vediamo i templi di Segesta o di Agrigento ci domandiamo dove sono le città? quanti gli abitanti? quale il grado di civiltà raggiunto affinchè quei maestosi colossi avessero la loro giusta funzione? Così conviene considerare che Beauvais nel secolo XI era in realtà uno dei centri più popolati della Francia settentrionale e che la sua cattedrale era precisamente a posto con la popolazione, mentre il comune di Boca in quel di Novara non ha mai oltrepassato i milletrecento abitanti.

Ritornando ad Antonelli bisogna ancora riconoscere che la sua potenza nel costruire era pari alla forza nel costringere gli altri a subire la sua volontà. Con un piano ben chiaro e definito nella sua mente presentava dei disegni solo quello che poteva essere approvato, mascherando le sue intenzioni, predisponendo tutto per arrivare a tappe dove voleva. E non solo quando si trattava dei suoi lavori, ma, anche quando era giudice nei concorsi, la sua tenacia fu quasi sempre coronata da successo.

La sua Mole.

Nata per essere Maestra, non certo sinagoga, museo del Risorgimento o altro, il suo compito era assai più alto. Creatura palpitante, si era offerta alle nuove generazioni come oggetto di studio.

Era quasi bella, era bella perchè la sua immensa massa era flessibile. Le pareti e le cornici incurvate spaventosamente, in modo più impressionante all'imposta della cupola quadrata proprio come un sacco di quattro tele che, riempito, tende a prendere la forma cilindrica; le pareti e i pilastri strapiombanti sulla base tenuta salda al terrazzo senza potere deformarsi.

Era bella perchè stava dritta in mezzo al cielo quando il vento la sferzava o le scuoteva la guglia come l'albero più alto di una foresta, quando le nebbie la sfumavano come un pastello, quando le nubi la tagliavano nettamente e dalla cima si godeva il meraviglioso spettacolo di un mare mobile di nubi dalle quali emergevano nel sole Superga, il tiburio della chiesa del Monte dei Cappuccini e le cime gobbose delle colline. Per la sua elasticità sfidava i terremoti, e nelle tempeste sfidava i fulmini, anche se questi la colpirono e ne piegarono la cima.

Era bella quella enorme massa di tendini che s'intrecciavano ricoperti di sottili tessuti e poggianti su venti esilissimi fulcri.

Uomini che l'avevano vista crescere, ingegneri e muratori ne spiavano periodicamente con grande amore ogni piccola screpolatura. Molti segni bianchi di scagliola coperti con vetro davano i segnali di qualche movimento, e tanti tanti erano questi piccoli movimenti perchè era viva, era vibrante, perchè respirava.

Tutte le screpolature, gli strapiombi o le deformazioni non destavano grande apprensione: si sapeva bene che non erano mortali, si sapeva bene che altre generazioni, forse molte, avrebbero ancora alzato il naso in su per guardarla ammirate passandole accanto.

Ora? ora è una cosa morta: l'hanno imbalsamata ancora viva e palpitante, torturandola, solo per tramandare ai posteri il vestito, simile ai costumi dei giannizzeri nel Museo di Stambul su massicci quanto innocui fantocci di legno.

L'hanno imbalsamata aggiungendovi altri robusti pilastri in cemento armato, impedendole così di morire di morte naturale.

Ora è là, incrollabile e ferma al suo posto, solo perchè indichi, come un palo di segnalazione, al viandante « là è Torino ». Ma Torino non vanta più per essa la costruzione più ardita del mondo in laterizi e pietra, sogno e gloria dell'Antonelli.

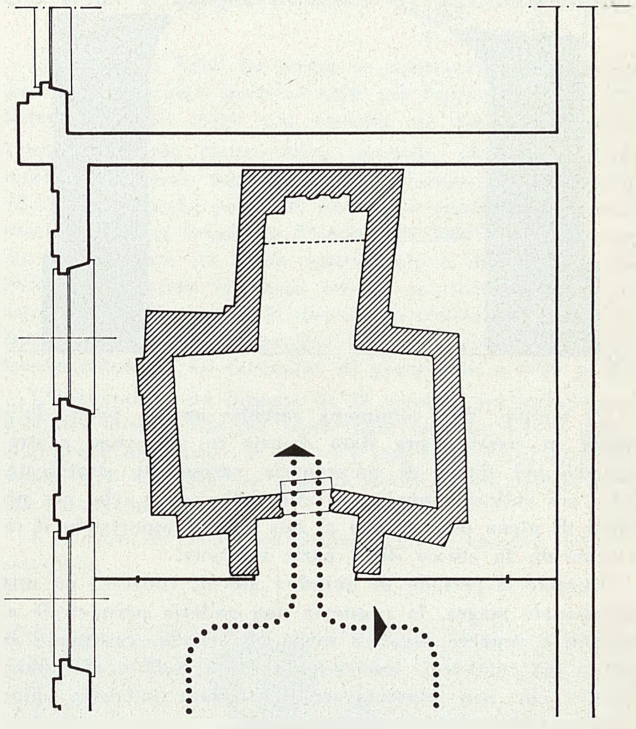
ANNIBALE RIGOTTI

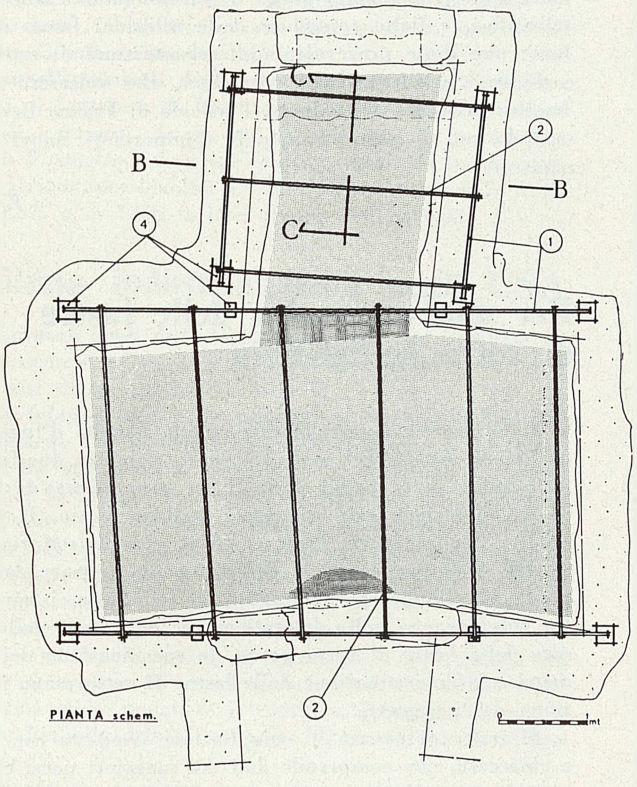
RECENSIONI

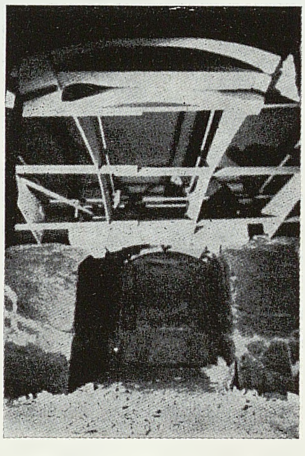
IL TEMPIO DI ELLESSIJA

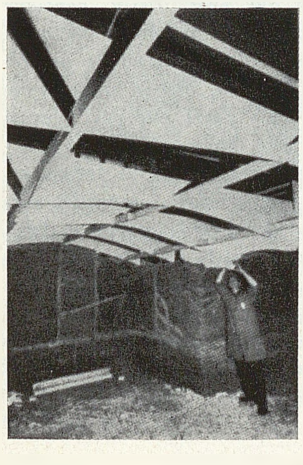
Il numero 10 della Rivista « Pininfarina » nella sua abbagliante veste tipografica porta come un altrettanto abbagliante inserto con i lavori di montaggio del Tempio rupestre di Ellessija donato dal governo egiziano al nostro Museo in segno di gratitudine per l'aiuto prestato dagli italiani al salvataggio delle architetture, che sarebbero andate sommerse con la costruzione delle varie dighe del Nilo. Il sacrario, fatto costruire dal faraone Thutmosis III verso il 1450 per introdurre il culto di alcune divinità della Nubia recentemente conquistata, sebbene non abbia eccelse qualità artistiche, rappresenta una preziosa rarità storica, colmando un vuoto del nostro museo.

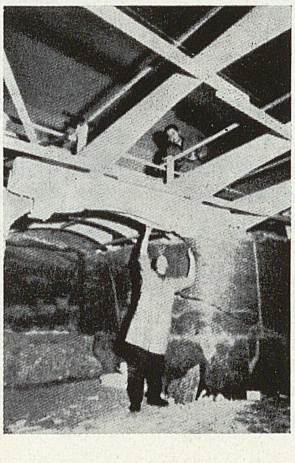
I principali artefici del trasporto e del rifacimento sono il professor Silvio Curto, direttore del Museo, l'architetto Cesare Volpiano, che curò la ricostruzione, e la Pininfarina, che fornì i mezzi per effettuare alcune spedizioni in Egitto e si assunse l'onere del soffitto della costruzione.

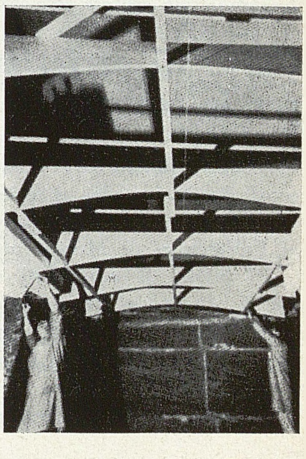


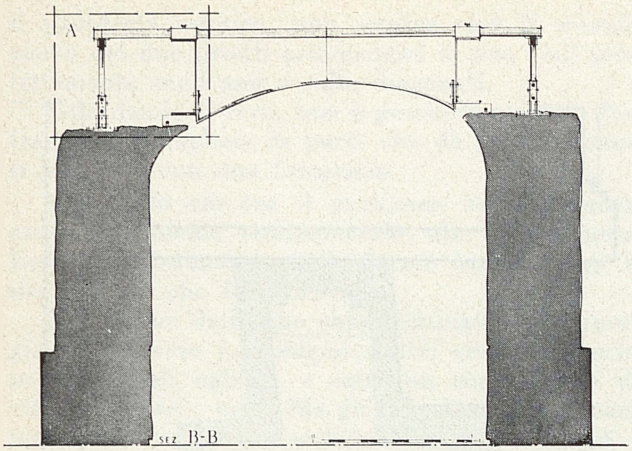












Il tempio, che comunque sarebbe andato perso dalle acque in crescita, era stato scavato in una rupe a strapiombo sul fiume di un'arenaria variamente stratificata. Esso era collocato quasi a livello delle acque, che nei periodi di piena penetravano al suo interno asportando il rivestimento in stucco della parte inferiore.

Durante il periodo di quindici giorni, concesso da una eccezionale magra, fu praticata una galleria perimetrale al tempio e vennero segati a mano 66 blocchi, costituenti le pareti del santuario, lasciando in sito il soffitto e il pavimento, che non presentavano particolare interesse, dopo averli peraltro accuratamente rilevati.

A Torino, i blocchi furono ricollocati nell'ordine originario, dopo averli isolati l'uno dall'altro con una struttura in acciaio destinata a sopportare i maggiori sforzi e a lasciare spazio alle condutture elettriche per la illuminazione del locale, che fu canalizzata ai piedi delle pareti al fine di ottenere una luce radente, particolarmente adatta per la lettura dei rilievi.

Le parti in rifacimento furono impregnate di sabbia di colore simile alla roccia.

Per realizzare la copertura, che fu staccata dalle pareti per lasciare filtrare una lama di luce indiretta, i tecnici della Pininfarina costruirono delle centine in legno nel numero sufficiente per poter modellarvi sopra una lastra di spessore 10/10 di peraluman (PE, 25H20) che presentava elevata resistenza alla corrosione, buone caratteristiche meccaniche, elevata plasticità negli strati R del ricotto e HP grezzo di estrusione, ed ottima attitudine alla imbutitura nello sto R.

Essa fu, al suo interno, coperta da un velo di sabbia, legato alla superfice metallica a mezzo di un collante chimico.

E. P.

Corso di perfezionamento per le costruzioni in cemento armato

La Italcementi pubblica il 7° volume di studi e rendiconti del Corso di perfezionamento per le costruzioni in cemento armato — Fondazione Pesenti — che si è tenuto al Politecnico di Milano nel 1970.

Si tratta di argomenti estremamente specializzati, che non si possono evidentemente riassumere in una recensione. Ci limitiamo pertanto a elencare il titolo e i docenti che hanno tenuto le singole lezioni:

— Constantin Avram e Afiom Mihaescu, entrambi dei Politecnici rumeni: « Espacement et ouverture des fissures des éléments prismatiques en béton armé soumis à la compression excentrée ».

— Enrico Botti, capo divisione costruzione Metropolitana Milanese: « Cenni sulla progettazione di gallerie a cielo aperto ».

— Mario Caironi, del Politecnico di Milano: « Dinamica della trave appoggiata e continua sotto carichi viaggianti ».

— Vincenzo Franciosi e Franco Maceri, entrambi della Facoltà d'Ingegneria di Napoli: « Contributo ad una più generale teoria delle ellissi di elasticità ».

— Pietro Gambarova e Agostino Aschedamini, entrambi del Politecnico di Milano: « Photoelastic analysis of plates by oblique incidence metodo - Operational aspects and results reliability ».

— Albrecht Kuske, della Technische Universität di Clausthal: « Investigation des contraintes en coques par méthodes photoélastiques ».

— Franco Levi, del nostro Politecnico e presidente della Federazione internazionale del c.a. precompresso: « L'introduction graduée des coefficients de correction semi-probabilistes ».

La veste tipografica perfetta, segno esteriore preferito dalla Industria quando porge il suo contributo alla ricerca scientifica, e l'alto contenuto delle relazioni fanno del volume una fonte pregevole e interessantissima di esperienze e d'idee. Segnaliamo agli specialisti, che volessero approfondire lo studio del volume, l'articolo di Franco Levi, che, secondo noi è ricco di stimoli d'importanti nuovi ragionamenti.

E. P.

Per una normativa delle lastre di vetro nell'edilizia

Il Centro Studi per l'Edilizia della Facoltà d'Ingegneria di Napoli, diretto dal prof. Tocchetti, pubblica due fascicoli al termine della prima fase di un programma di ricerca in collaborazione con la Società Italiana Vetro. Il primo, redatto dagl'ingegneri Irace e Pizzo, riporta con ricchezza di dati e di particolari la definizione di spessore dei vetri piani, gli spessori commerciali e le tolleranze, i parametri che intervengono nella determinazione del tipo e dello spessore delle lastre di vetro piano, la specificazione dei parametri e la determinazione delle lastre di vetro piano in funzione dei parametri.

Si tratta di ricerca di compilazione condotta con rigore e chiarezza, che comprende dati dei maggiori paesi europei e degli Stati Uniti.

Il secondo fascicolo, redatto dal prof. Betta, contiene i criteri di valutazione del disturbo da rumore, classificati secondo le loro metodologie, i criteri di valutazione dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie, con la indicazione delle norme adottate nei principali paesi europei e negli Stati Uniti, la classificazione delle zone abitate in funzione della rumorosità, il potere fonoisolante di infissi vetrati con riflesso ai dati inglesi e americani, i requisiti acustici di infissi vetrati in funzione della destinazione e della localizzazione del fabbricato. Anche qui la metodologia nella ricerca di compilazione è stata seguita con rigore.

Le altre tre fasi previste dal piano di ricerca si presentano ricche d'interesse critico e di approfondimenti per sfociare in uno schema di norme definitivo e di un suo eventuale meccanismo di aggiornamento.

E.P.

N O T I Z I E

Processi speciali d'isolamento per la nuova Università della Ruhr

Il cantiere della prima università della Ruhr a Bochum è ora il più grande d'Europa. Il centro universitario si estenderà per circa 500 ettari e costerà un miliardo e mezzo di D.M. Tale centro accoglierà 20.000 studenti e 5000 persone addette ai servizi dell'Università. I padiglioni sono stati parzialmente realizzati con materiali prefabbricati: le coperture sono state particolarmente studiate al fine di garantire il massimo isolamento termico mediante l'inclusione di uno strato di Foamglas.

Le coperture furono eseguite come segue: piastre prefabbricate in c.a.; uno strato di bitume; uno strato armato di fibre di vetro n. 3; 16 mm d'impermeabilizzante applicato a caldo in due strati; 6 cm di Foamglas; uno strato armato di fibre di vetro n. 5; uno strato di tessuto di vetro; uno strato armato di fibre di vetro n. 5; un rivestimento di bitume a caldo (4 kg/mq); uno strato di ghiaia di 6 cm di spessore o di piastre di cemento alla silice posato sopra un letto di sabbia.

È intenzione di effettuare dei piantamenti di verde sui tetti dei bassi fabbricati; a tale fine essi sono stati anche ricoperti di uno strato di alluminio.

I pannelli verticali degli edifici delle Facoltà di Scienze Naturali di Lettere e di Medicina sono stati realizzati come sandwich composti da 5 cm di cemento da paramento, 4 cm di Foamglas e 8 cm di cemento fissati da un ancoraggio in acciaio inossidabile. La lunghezza dei pannelli varia da m 1,875 a m 7,50; la loro altezza è di m 0,90.

L'edilizia industrializzata negli USA

Il Governo degli Stati Uniti è convinto che l'edilizia industrializzata sia l'unica risposta produttiva per risolvere la grave crisi di alloggi in America.

Il 26 febbraio u.s. il Department of Housing and Urban Development (HUD: Ministero dell'abitazione e dell'urbanistica) ha ufficialmente annunciato a Washington i nominativi dei 22 gruppi vincenti il concorso per la costruzione di case con sistemi industrializzati, bandito dallo HUD nell'ambito dell'Operation Breakthrough (operaz. sfondamento).

Fra queste la Impresa Generale Costruzioni MDM di Milano, consorziatasi con la Balency et Schulhl di Parigi e con le americane Bek, Borg Warner.

Scopo dell'operazione è di stimolare l'applicazione sul mercato americano di tecnologie e metodi di edilizia industrializzata onde contenere il continuo aumento dei costi e colmare l'attuale deficit produttivo di un milione di alloggi all'anno.

L'operazione si svolge in tre fasi: nella prima, conclusasi il 19 settembre 1969, sia le industrie che i costruttori americani e stranieri sono stati invitati a presentare allo HUD progetti e preventivi di case da realizzarsi con sistemi industrializzati; nella seconda, iniziata ora è stata affidata ai 22 sistemi vincenti la progettazione e realizzazione di 2000 case prototipo di ogni categoria economica per dimostrare concretamente alle amministrazioni statali e locali ed al pubblico le caratteristiche di ogni sistema; la terza fase infine consisterà nella produzione industrializzata di case in serie, su commesse del Governo federale, delle Autorità locali e di gruppi privati.

Ben 236 proposte vennero presentate da parte di gruppi.

La severità della selezione ha causato la sensazionale esclusione di società di importanza mondiale quali: U. S. Steel, Dow Chemical, Westinghouse, Monsanto, Lockeed, Allis Chalmers, Union Carbide, American Standard Research Div.

Un nuovo apparecchio di misurazione

La Carrol e Reed ha messo in commercio un apparecchio di misurazione, quindici volte più rapido di quelli tradizionali, e che esige una squadra di due soli uomini. È uno strumento elettro-ottico portatile, chiamato Akkuranger, che emette raggi luminosi infrarossi; essi vengono riflessi dal secondo punto di stazione e captati da un ricevitore ottico. La lunghezza d'onda è di 2000 piedi; a meno che il ricevitore sia posto esattamente a dei multipli di 1000 piedi, l'onda luminosa riflessa si troverà fuori fase rispetto all'onda emessa. Il dispositivo elettronico calcola la distanza del riflettore servendosi di tale sfasamento con l'approssimazione di un centesimo di piede fino a 4000 piedi.

L'apparecchio ha bisogno di 20 secondi per individuare la prima misura, che poi ripete ogni secondo. Ciò è particolarmente importante là dove c'è una forte circolazione di veicoli. Col suo impiego possono anche essere evitate faticose triangolazioni.

È in corso di fabbricazione una versione metrica dell'apparecchio.

I problemi delle fondazioni

Il ciclo di conferenze dedicato allo studio dei problemi delle fondazioni, segna l'inizio dell'attività dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino in campo Geotecnico. Infatti, a partire dall'anno accademico 1970-71, è prevista l'istituzione di un Corso regolare di Geotecnica diretto dal prof. Franco Levi.

Diamo, per ora, il programma di un ciclo di conferenze dedicato al dimensionamento dei pali di fondazione:

29 ottobre - ore 17-17,15: Introduzione.
Prof. Ing. Franco-Levi, Direttore Istituto di Scienza delle Costruzioni.
ore 17,20-19,15: *Tecniche adottate nell'esecuzione dei principali tipi di pali impiegati in Italia. Cenni sull'influenza delle tecnologie esecutive sul comportamento statico del palo.*
Ing. Claudio Mascardi, S.G.I. di Milano.

12 novembre - ore 17,15-19: *Dimensionamento dei pali rispetto alle forze verticali nei terreni non coesivi (sabbioso ghiaiosi).*
Ing. Gianfelice Gatti, Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Milano.

19 novembre - ore 17,15-19: *Dimensionamento dei pali rispetto alle forze verticali nei terreni coesivi (limi ed argille).*
Ing. Silvano Marchetti, Università de L'Aquila.

26 novembre - ore 17,15-19: *Dimensionamento dei pali in presenza dei carichi orizzontali.*
Ing. Michele Jamiolkowski, Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino.

3 dicembre - ore 17,15-19: Discussione con la partecipazione dei Proff. F. Levi e C. Castiglia e di tutti i Relatori.

È opportuno che gl'interessati ai problemi si procurino e riempiano un modulo, allestito allo scopo, presso l'Istituto di Scienza delle Costruzioni - Corso Duca degli Abruzzi 24.

Iniziative della Associazione Italiana Prefabbricazione per lo sviluppo della industrializzazione edilizia

Il processo di industrializzazione dell'edilizia si è sviluppato con notevole ritardo rispetto ad altri settori produttivi. Oltre che a motivi di carattere economico, il fatto è da imputare alla persistente riluttanza ad abbandonare criteri organizzativi e modi di costruire tradizionali, nonchè al permanere di una concezione della proprietà immobiliare in netto contrasto con quella di bene di consumo che si va sempre più imponendo.

Qualcosa si è mosso: una maggiore meccanizzazione del cantiere ed una più ampia razionalizzazione del progetto. Dopo di che, la vera e propria prefabbricazione in senso industriale ha avuto l'avvio prima in Francia e poi in Scandinavia e nei Paesi dell'Europa orientale, dove la larga possibilità di programmazione e l'insufficienza della produzione tradizionale hanno creato condizioni particolarmente favorevoli.

I vantaggi della tecnica prefabbricativa « pesante » (che si serve cioè dei materiali tradizionali) e soprattutto di quella « leggera », che usa invece materiali di tipo industriale, come metalli, materie plastiche ed agglomerati vari, sono ormai noti: riduzione dei tempi di lavoro, migliore e più costante qualità di produzione, impiego di mano d'opera più qualificata.

Ma particolari motivi di carattere socio-economico hanno ritardato in Italia l'attuazione di un tale rinnovamento, che si è mossa in tale settore solo all'inizio degli anni sessanta. Ancora oggi solo il 2,5 % della edilizia residenziale italiana si serve di queste nuove tecniche: una percentuale veramente bassa se viene paragonata al 18 % della Francia od al 70 % della Cecoslovacchia. La situazione dell'edilizia scolastica e di quella industriale porta rispettivamente il 15 ed il 35 % delle nuove costruzioni.

L'attività dell'A.I.P. s'incentra sulla organizzazione di convegni, gruppi di studio e tavole rotonde. Ad essa aderiscono 150 aziende, 400 professionisti e studiosi. Pubblica la rivista prefabbricare ed ha istituito premi per tesi di laurea sull'argomento particolarmente significative.

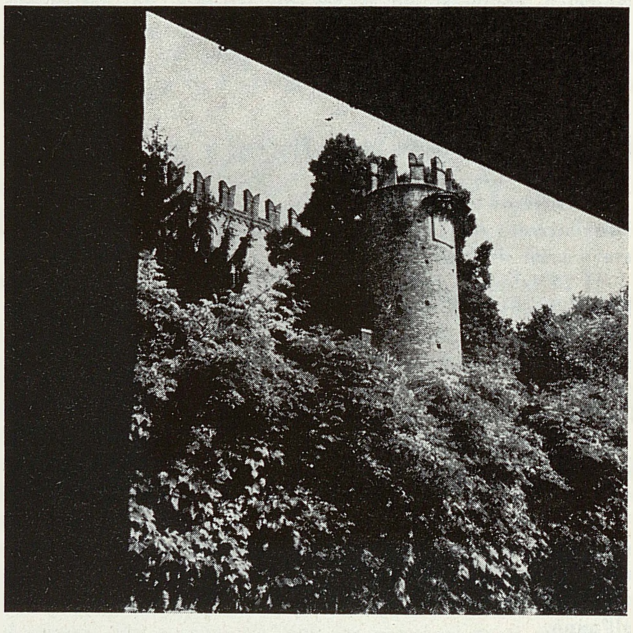
Visita ai castelli del Monferrato

Nello scorso mese di luglio si è svolta una gita sociale per visitare tre castelli dell'Alto Monferrato, guidata dall'avv. Baudoin, che è anche autore del breve scritto sul Castello di Gabiano, che riportiamo.

CASTELLO DI GABIANO

« ... L'antico Castello dovette essere costruito avanti il secolo VIII e appartenere alla Chiesa di Vercelli la quale ancora lo possedeva nell'anno 1206.

« Quella attuale, compiuta espressione di stilistica eleganza, è frutto di una pressochè totale ricostruzione iniziata nell'anno 1908 e portata a termine nell'anno 1935 dai proprietari Marchesi Durazzo, sotto la direzione dell'architetto Cusani. Vi rimangono, tuttavia, inseriti alcuni notevoli tratti medioevali superstiti alla distruzione avvenuta nel secolo XVII.



« Segnatamente, in quanto torri laterali, la base dei torrione quadrangolare, ancora la base del torrione dell'orologio e il corpo centrale del fianco verso mezzogiorno.

« L'anno, appunto 1250, nel quale Ranieri o Raniero, figlio del Marchese, viene investito del feudo di Gabiano. Quattro anni dopo ne riceverà, da Margherita di Savoia, vedova di Bonifacio di Monferrato, anche il Castello.

« Di qui, prende l'avvio quel ramo della dinastia che si identificherà talmente con il luogo e con le sorti del Castello di Gabiano da far sì che i discendenti ne porteranno costantemente il nome... ».

Direttore responsabile: **ENRICO PELLEGRINI** Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948
STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

BOLLETTINO D'INFORMAZIONI

ANNO XVII LUGLIO - AGOSTO 1970 N. 3-C

ESTRATTO PER "ATTI E RASSEGNA TECNICA" DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO
DIRETTORE RESPONSABILE: JACOPO CANDEO CICOGNA - *CONDIRETTORE:* GIOVANNI BERNOCCO
Autorizzazione del Tribunale di Torino N. 881 del 18 gennaio 1954 Stamperia Artistica Nazionale

Dott. Ing. Guido NOVELLI
Dott. Ing. Luciano PASQUALI

TECNICA E ASSICURAZIONE

1 - IL RUOLO DELL'INGEGNERE NELLA PREVENZIONE INCENDI

(Continuazione del numero precedente)

3. INSTALLAZIONI E IMPIANTI

Se gli accorgimenti costruttivi ora indicati possono avere un'efficacia decisiva nel contenere l'incendio, nell'attenuarne gli effetti distruttivi e nel limitarne i danni entro confini ragionevoli, esiste tuttavia un altro, e molto più vasto, insieme di norme, disposizioni ed esperienze pratiche volte a prevenire gli inneschi e le propagazioni operanti sia sugli impianti accessori del fabbricato (illuminazione, forza motrice, ventilazione, condizionamento, sollevamento) sia sui macchinari di produzione e sulle tipologie tecnologiche impiegate.

È ovviamente impossibile indicare qui una sistematica di tali norme, ma può avere un significato richiamare ad esempio l'attenzione dei progettisti, degli elettrotecnici e degli installatori sulla pesante incidenza del fenomeno elettrico nella casistica dei sinistri incendio.

Gli impianti elettrici di distribuzione di bassa e media tensione, i trasformatori, i carichi utilizzatori costituiscono infatti altrettante fonti potenziali di ignizione di primaria importanza.

Sono quindi consigliabili isolamenti e rivestimenti dei conduttori (ove non sia adottata la soluzione tecnicamente più idonea del blindosbarra), di provata inalterabilità alla umidità, agli urti, all'azione di animali e all'aggressività di eventuali vapori presenti nell'ambiente. Fra i materiali che hanno riscosso una certa diffusione ri-

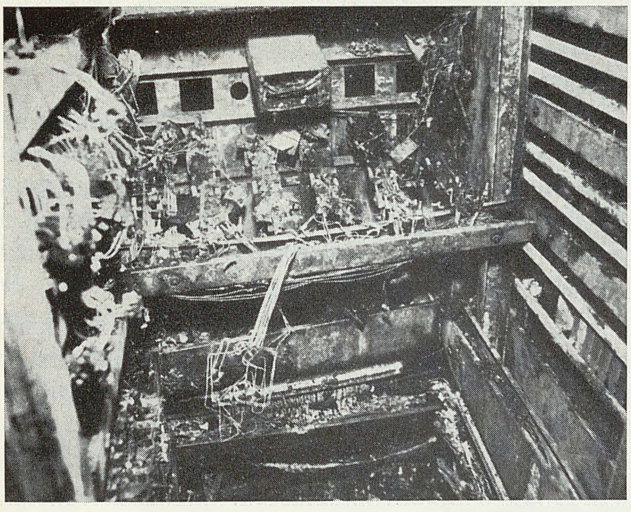


Fig. 11 - Cabina di telecomando e telecontrollo di un grande stabilimento siderurgico dopo un incendio avvenuto in un reparto di laminazione dell'acciaio. Il sinistro fu cagionato da una fuoriuscita di nafta per l'apertura di una valvola a seguito della caduta di pressione nell'impianto pneumatico di telecomando. Il danno molto grave, avvenuto in uno stabilimento nuovissimo, che attendeva di essere inaugurato, dimostra che non si può mai parlare di lavorazioni « sicure ».

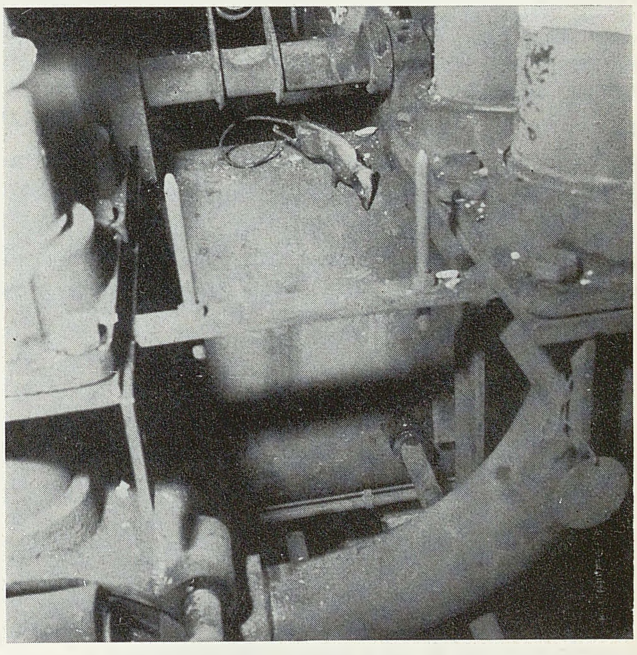


Fig. 12 - Ecco un incendio causato da un evento praticamente imprevedibile: un topo che, inserendosi fra i due poli dell'interruttore di un trasformatore, provocava un arco voltaico ed un incendio in una sottostazione di trasformazione della corrente elettrica.

cordiamo il PVC (polivinilcloruro) che, pur ottimo per molti aspetti, presenta un grave inconveniente: in caso di forte calore, fonde e libera vapori di HCl che possono intaccare strutture portanti e macchinari. (In un incendio occorso in una centrale termoelettrica tedesca, tutti i rivestimenti al PVC fusero, sviluppando tali quantità di vapori di acido cloridrico da lesionare, con la corrosività propria di questo prodotto, tutte le parti metalliche, non escluse le armature di talune travi in cemento armato, e l'intera ossatura, pur se rimasta in piedi, dovette essere completamente demolita e rifatta).

È opportuno scegliere attentamente l'ubicazione dei trasformatori ad alta tensione, per il loro pericolo di scoppio collegato alla presenza di forti quantità di olio combustibile per il raffreddamento, nonchè prevedere una direzione preferenziale di sfogo, qualora l'impianto sia in locale chiuso, installando coperture leggere e prontamente eiettabili.

Così l'adozione di impianti elettrici antideflagranti e stagni può rivelarsi utile anche per quegli impianti non contemplati dalle vigenti disposizioni di legge, e nei quali vi sia una probabile presenza di vapori infiammabili.

Un altro aspetto assai importante del problema è infine l'accumulo di energia elettrostatica per strofinìo, compressione e attrito. Numerosi e spesso catastrofali sinistri sono stati interpretati proprio imputando a questo fenomeno la causa originaria. Così fu ad esempio spiegato l'imponente rogo occorso alcuni anni fa in un parco serbatoi su un contenitore di 3300 tonnellate di etilbenzolo.

Il prodotto (caratterizzato da una tensione di vapore a 20 °C di 6,85 mm Hg, temperatura di infiammabilità 23 °C, costante dielettrica 2,56 — al vuoto — conducibilità elettrica $1{,}37 \cdot 10^{-14}$ ohm^{-1}), era stato travasato da una nave direttamente nel serbatoio. Successivamente si era provveduto al lavaggio dei condotti prima con l'impiego di un gas inerte (azoto), poi con acqua ed infine con il lancio di un « pig » (pistone con guarniture di tenuta in gomma).

Il sinistro avvenne subito dopo queste operazioni e si originò con la proiezione verso l'alto del cielo del serbatoio, avvolto in una nuvola di fumo e fiamme. Poichè si potè inconfutabilmente escludere lo scoppio per sovrappressione interna, si concluse con l'attribuirlo alla formazione e accumulo di cariche elettrostatiche nell'etilbenzolo, congiuntamente con il verificarsi di anormali ed eccezionali condizioni tali da rendere possibile la manifestazione di una scarica distruttiva.

Per le sue caratteristiche chimico-fisiche specifiche è infatti lecito attendersi dall'etilbenzolo un comportamento triboelettrico analogo a quello degli idrocarburi. Le condizioni operative che più efficacemente contribuirono al verificarsi del fenomeno elettrostatico furono dunque:

a) *velocità elevata nelle tubazioni*;

b) *presenza d'acqua* (è dimostrato che l'acqua presente, anche in quantità non rilevante, in un liquido ed in movimento relativo rispetto ad esso, ne esalta i fenomeni triboelettrici portandoli fino a 50 volte quelli dei corrispondenti fenomeni nei liquidi anidri);

c) *presenza di gas.*

Al fine di diminuire la possibilità di formazione di energia elettrostatica si dovranno quindi adottare moderate velocità di travaso (non superiori a qualche m/sec), limitare l'impiego dell'acqua, evitare strozzature e deviazioni troppo brusche che potrebbero accentuare il fenomeno dello strofinìo tra i filetti liquidi, e favorire così l'emulsionamento dell'aria con il fluido.

Non dissimile spiegazione ebbero altri sinistri occorsi in industrie di materie plastiche, ma con la differenza che in questo caso l'energia elettrostatica si era accumulata sugli operai addetti.

Ricordiamo un grosso incendio in un capannone dove si producevano cuscini in lattice di gomma espansa con impiego di sostanze poliuretaniche. Una operatrice, carica di energia elettrostatica, in piedi su una pedana di legno, staccando dallo stampo il cuscino ancora caldo, sentì e vide una scintilla scoccare fra le proprie mani e il prodotto, che in un attimo si incendiò. Istintivamente la donna scagliò lontano l'improvvisa palla di fuoco, che andò a finire su una catasta di altri cuscini, incendiandoli a loro volta e diffondendo così le fiamme all'intero edificio. In questo caso un modesto scaricatore di terra della pedana avrebbe ovviato a tanto danno.

Un elemento di decisiva importanza nella propagazione degli incendi è poi costituito dai condotti di aspirazione dei sistemi di ventilazione e condizionamento, dalle trombe degli elevatori e, in genere, da tutte le canalizzazioni interne dei fabbricati e dei grossi macchinari.

Tali impianti sono infatti i tramiti potenziali del fumo e delle fiamme da un ambiente ad altri, o da un punto all'altro di una catena di macchine collegate funzionalmente.

Le norme da attuare consistono nel conseguire una rapida compartimentazione mediante l'installazione, lungo le canalizzazioni, di saracinesche automatiche che interrompono flussi e tiraggi, nel creare un completo isolamento delle gabbie dei montacarichi mediante lamiere piene e nell'evitare nel modo più assoluto l'impiego di materiali combustibili in tali installazioni.

4. CICLI DI LAVORAZIONE

Dopo questi brevi cenni di carattere generale preme qui indicare un altro aspetto del problema della prevenzione, forse più sottile e di meno facile acquisizione, ma certamente basilare.

Si tratta di quell'insieme di fattori spesso inesprimibili fisicamente e scientificamente, ma che concorrono a trasformare un latente o palese grado di pericolosità, insito in qualsiasi ciclo di lavorazione, in un rischio potenzialmente catastrofale.

Può essere utile in tal senso leggere il brano di perizia relativo a un sinistro che colpì una cartiera nel 1967, là dove è indicata la meccanica precisa degli eventi:

« L'incendio ha avuto inizio in una catasta di carta in rotoli, posta sotto un condotto di ventilazione; tale condotto è munito di feritoie ed è assai probabile che attraverso di esso sia stato portato pulviscolo di lavorazione, incendiatosi per qualche scintilla sprigionatasi in qualche organo di macchina anche a notevole distanza. La fiammata, uscita da una o più feritoie, ha provocato l'incendio, che ha avuto ben presto ampia diffusione.

« Poco prima dell'incendio era passato nella zona un carrello elevatore: il carrellista non aveva rilevato nulla e fu lo stesso al ritorno ad accorgersi dell'incendio. Si è fatta anche la supposizione che il fuoco possa essere stato originato da una fiammata di scarico del carrello sopra detto, tesi possibile ma assai meno probabile. Tutto fa ritenere che la causale sia da ricercarsi proprio nel condotto di ventilazione.

« La stessa ditta, convinta di ciò, mentre ha ripristinato gli impianti, ha abolito il lungo condotto di ventilazione, provvedendo all'aerazione con sistemi diversi.

« L'incendio si è esteso rapidamente di catasta in catasta di carta in rotoli, coinvolgendo molto macchinario e danneggiando sensibilmente il vasto fabbricato. Data la loro robusta struttura i fabbricati, nei loro elementi portanti, hanno resistito al fuoco, pur anche gravemente — in parte — danneggiati, e non si sono avuti crolli.

« Inoltre sono saltate tutte le vetrate assai ampie a piccoli vetri semplici: se il conseguente tiraggio d'aria per tali rotture ha dato una certa esca, esso ha diminuito assai notevolmente il danno specie alla macchina continua: infatti quasi tutti i danni al macchinario sono stati di incendio e ben pochi e modesti di calore per fusione.

« In sostanza la temperatura ambiente, per lo scarico di calore verificatosi in seguito alla rottura di vetri, non è salita a livelli di fusione ed ha evitato, specie alla costosa continua e anche ad altre macchine di valore, quei danni di calore che spesso nei grandi incendi in locali che rimangono ermetici (poche vetrate munite di vetri doppi, ecc.) si devono lamentare. In sostanza si può attribuire all'ampia aerazione verificatasi qualche decina di milioni forse di maggior danno a merci ma qualche centinaio di milioni di danno minore a macchinario ed a fabbricato. È stato particolarmente interessante rilevare ciò poichè spesso si attribuisce, all'aerazione verificatasi, funzione di esca al fuoco, senza considerare che un incendio bloccato in un locale chiuso provoca, con il suo calore sempre crescente, perdite di fusione, anche non sotto il fuoco, gravissime nonchè rotture di macchinario e crolli di fabbricato con il conseguente danno provocato da macerie ».

La provvidenziale rottura dei vetri indica la vitale importanza della creazione di punti di sfogo

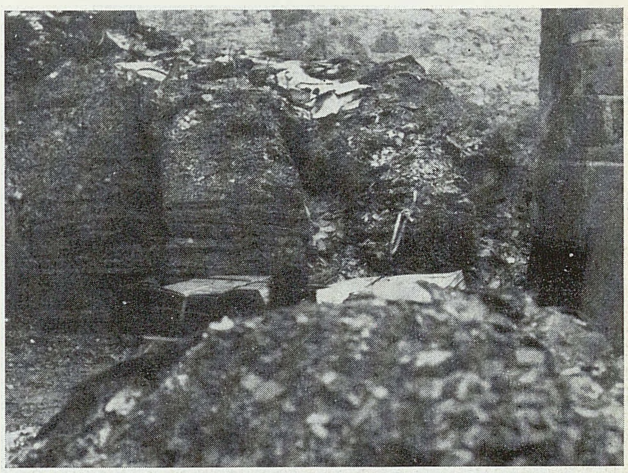


Fig. 13 - Incendio scoppiato in un magazzino di cartoni per imballaggio. In questi casi il difetto maggiore è costituito dall'eccessivo accumulo e dalla difficile accessibilità della merce che impedisce un intervento diretto e immediato e permette al fuoco di propagarsi rapidamente a tutti i materiali depositati.

Fig. 14 - Capannone utilizzato per l'immagazzinamento del lino, L'incendio sviluppatosi per cause non identificate divampò con straordinaria violenza per parecchie ore prima che l'intervento dei Vigili del Fuoco potesse domarlo. Furono distrutte balle di lino per complessivi 250 milioni.

Fig. 15 - Alcune balle di lino « risparmiate » dall'incendio. Il calore ed il fumo a cui furono sottoposte per parecchie ore causò una vera e propria carbonizzazione delle fibre vegetali non toccate direttamente dalla fiamma, rendendole assolutamente inutilizzabili.

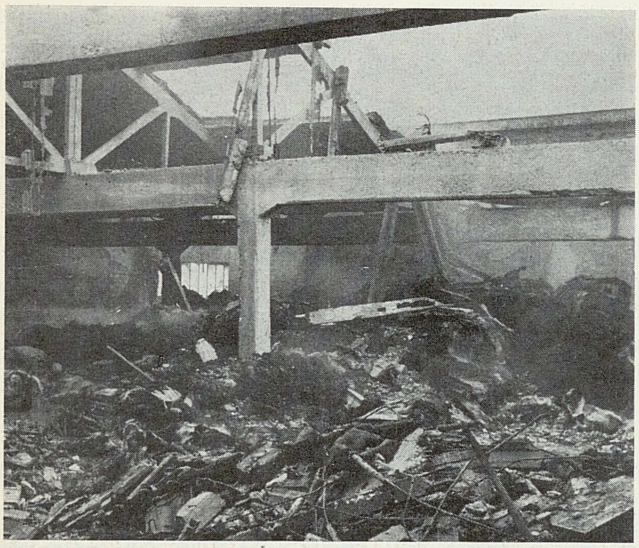


Fig. 16 - Un'altra immagine del magazzino di lino dopo che l'incendio fu domato. Un sistema di spegnimento a « sprinkler » avrebbe potuto stroncare l'incendio o quanto meno limitarne l'entità senza causare gravi danni alle merci depositate.

nelle coperture, mentre la presenza di condotti di ventilazione eccessivamente lunghi sottolinea la grave pericolosità di questi impianti.

Non è trascurabile il problema della eliminazione dei ritagli, dei cascami e degli sfridi di lavorazione.

In decine di casi cumuli di segatura, trucioli, imballi e contenitori in cartone, refilati e sbavature di prodotti plastici, stracci unti da manutenzione si sono rivelati l'esca più subdola dei tipici incendi post-orario lavorativo, quando più nessuno è in grado di dare tempestivo allarme.

Solo efficaci impianti di aspirazione del truciolo funzionanti in continuità con la macchina nonchè un costante servizio di sgombero e pulizia possono ridurre entro limiti tollerabili tali tipi di incendio.

Un altro aspetto — importante nel presente contesto — è la presenza, nei reparti di lavorazione, di materie prime — in particolare solventi e infiammabili — e di prodotti finiti, senza la presenza di valide separazioni. Così operando, si intuisce come vengano a trovarsi in vicinanza pericolosa sia le fonti di innesco (scintillìo di motori, sfregamenti, corti circuiti, urti meccanici, nonchè un rilevante numero di addetti con tutta la infinita casistica di dannosità, legata al fattore umano, dalla negligenza all'imperizia, dalla distrazione alla colpa grave) sia le fonti di propagazione e sostentamento, in taluni casi elevatissime.

Un'altra potenziale fonte di incendio è rappresentata dalle operazioni di saldatura, alle quali si sono dovuti innumerevoli sinistri.

La moderna tendenza è quella di fornire un'assistenza specifica, nel corso di tali operazioni, con la presenza di uomini del corpo di fabbrica dei vigili del fuoco, dotati di estintori manuali e particolarmente attrezzati per pronti interventi.

5. ACCUMULAZIONI DELLE MERCI

Il discorso a questo punto potrebbe allargarsi all'infinito, ma non vogliamo annoiare il lettore con aridi elenchi o poco significative citazioni: ci auguriamo che le poche osservazioni ora espresse siano servite a chiarire il concetto di prevenzione nelle sue molteplici articolazioni e desideriamo formulare un'ultima osservazione sul problema delle accumulazioni delle merci.

Le moderne tecnologie di produzione consentono oggi elevatissimi standard di produttività. Un più accentuato benessere sociale consente domande di mercato formidabili, spesso ad andamento discontinuo con punte stagionali elevate. La plurinazionalizzazione degli scambi di beni porta a ritmi di produzione sempre più vasti e adeguati a mercati che ogni giorno aumentano in numero e importanza.

Tutti questi fattori portano inevitabilmente all'accentuarsi della produzione per il magazzino.

Nessun manufatto, se si eccettua l'automobile e i grandi mezzi di trasporto, sfugge a questa tendenza, creando così la premessa per la costituzione di scorte inimmaginabili solo pochi anni or sono.

Il potenziale pericolo di incendio contenuto in questi depositi e i parametri che lo influenzano (natura degli imballaggi, tipo di impilaggio, distanza fra fila e fila, grado di movimentabilità, ecc.) richiederebbero una trattazione diffusa e quasi senza limiti. Ci premeva sottolineare l'esistenza di questo problema che è fra i più ardui da risolvere, e che impegna non poche energie di coloro, progettisti, installatori e clienti, che debbono affrontarlo.

6. MEZZI DI SEGNALAZIONE E INTERVENTO

Sono le attrezzature predisposte per combattere l'incendio all'inizio o quando si sia già sviluppato in un determinato ambiente.

La tipologia adottabile è articolata in funzione della natura dell'incendio, cosicchè la progettazione di un impianto sarà impostata sulla valutazione di alcuni fondamentali parametri quali:

a) natura e quantità del combustibile e dislocazione del materiale combustibile nel locale;

b) ampiezza del locale;

c) pericolosità derivante dalla destinazione dell'edificio;

d) grado di ventilazione;

e) rischio eventuale proveniente da edifici contigui;

f) velocità di combustione dei materiali;

g) percorso dei fumi e dei prodotti della combustione;

h) rischio delle persone.

Esaminiamo e descriviamo in dettaglio i tipi principali.

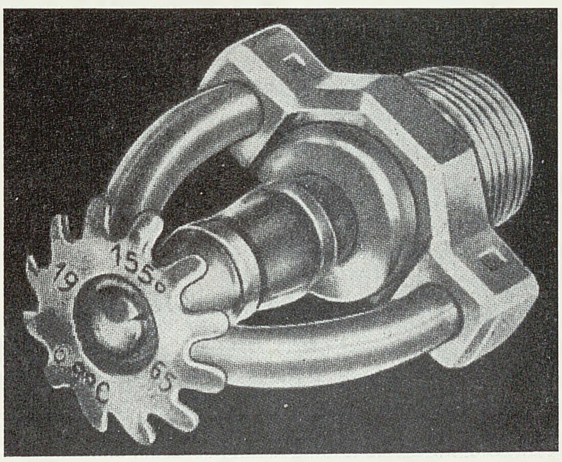


Fig. 17 - Ugello erogatore di un impianto di spegnimento « Sprinkler ».

6.1. Impianti a pioggia (« sprinkler »)

Sono impianti costituiti da una rete di tubazioni installate al soffitto dei locali da proteggere e sulle quali sono montati speciali erogatori (*sprinklers*). Queste tubazioni sono sotto carico costante di acqua in pressione e la portata di acqua dello sprinkler, secondo le norme internazionali deve essere di 90 l/1′ ad una pressione minima di 1,75 kg/cmq allo sprinkler più alto dell'impianto.

Quando per effetto dell'incendio la temperatura ambiente raggiunge il limite di taratura (di solito 68 °C), si aprono uno o più sprinklers che erogano acqua frazionata nell'area interessata e automaticamente una campana idraulica dà il segnale di allarme.

L'impianto a sprinkler quindi interviene esclusivamente sulla zona investita dalle fiamme e funziona proprio all'insorgere dell'incendio quando è sufficiente per lo spegnimento una limitata quantità di acqua.

Ovviamente tutto l'impianto è controllato da una « centralina di comando » composta principalmente da:

— una saracinesca generale;

— una valvola di allarme per il funzionamento della segnalazione di allarme (idraulica-elettrica) in caso di incendio;

— manometri, rubinetti, valvole per il controllo delle caratteristiche di funzionamento.

L'ugello erogatore, di cui è riprodotto in figura un particolare, è l'elemento che provoca la proiezione del getto di acqua sull'incendio.

Questo impianto può essere eseguito in due versioni:

— ad acqua (o « ad umido »)

— ad aria (o « a secco »).

Quest'ultimo viene installato quando la rete delle tubazioni è soggetta a pericoli di gelo. In tal caso nella rete si immette aria compressa che viene sostituita dall'acqua automaticamente al momento dell'intervento.

La realizzazione di un siffatto impianto deve tener conto, perchè sia efficace, di molteplici fattori come la pressione, le fonti di alimentazione, il dimensionamento delle tubazioni, la disposizione degli ugelli, la portata utile e deve quindi essere affidata a ditte altamente specializzate.

6.2 Impianti ad acqua nebulizzata

Sono particolarmente indicati per gli incendi di oli minerali, per i quali è necessaria, oltre all'azione di raffreddamento, un'azione di soffocamento e di emulsionamento dello strato superficiale del liquido incendiato.

La velocità di caduta dell'acqua, finemente suddivisa, è di gran lunga inferiore a quella dell'impianto a pioggia, cosicchè si ha la formazione — nell'ambiente — di una atmosfera di vapore inerte che limita l'ossigeno dell'aria, raggiungendo un effetto soffocante; nello stesso tempo, con la sua azione emulsionante sulla superficie del liquido

infiammato, si ostacola l'ascesa dei vapori combustibili e si contribuisce anche al raffreddamento dell'ambiente. Tali impianti, costituiti da reti di tubazioni portanti speciali ugelli erogatori sempre aperti, che hanno il compito di suddividere l'acqua in minutissime particelle, sono alimentati da una speciale valvola.

Questa è costituita da tre camere divise da piatti di tenuta: la camera inferiore è collegata alla fonte di alimentazione ed è quindi sempre piena di acqua in pressione, la camera mediana è collegata alla rete delle tubazioni su cui sono montati gli ugelli erogatori e quindi è normalmente vuota, la camera superiore è collegata ad una tubazione di piccolo diametro su cui sono montati i rivelatori termosensibili.

Tale camera, piena di aria compressa, si apre in caso di rottura di uno degli elementi termosensibili e consente il flusso dell'acqua.

6.3 Impianti a schiuma

Sono impianti impiegati per la protezione di combustibili nelle industrie chimiche e nelle raffinerie, di aree di stoccaggio, di serbatoi, di reparti di lavorazione, di aeroporti.

La giusta combinazione dell'acqua, dell'aria e del liquido schiumogeno dà luogo alla formazione della schiuma antincendio.

Sua caratteristica è quella di scorrere liberamente sulle superfici liquide incendiate, per formare una coltre continua e tenace che impedisce la miscelazione dei vapori di combustibile con l'aria.

L'azione di spegnimento della schiuma si basa su tre principi:

1) galleggiando sul materiale incendiato riduce la formazione di gas combustibili;

2) coprendo la superficie in fiamme sviluppa vapore sufficiente per ridurre il contenuto di ossigeno dell'atmosfera;

3) evaporando raffredda il materiale incendiato.

Questi impianti fissi, oltre alla rete delle tubazioni per la distribuzione di ugelli erogatori, si compongono anche di un serbatoio per il liquido schiumogeno e delle apparecchiature necessarie alla formazione della schiuma.

Il liquido schiumogeno viene miscelato con aria e acqua a mezzo di un venturimetro il quale mette in pressione il serbatoio del liquido stesso mediante una piccola quantità di acqua della tubazione di alimentazione.

Detto sistema viene impiegato quando la pressione dell'acqua è relativamente bassa e comunque non inferiore a 4 atm.

6.4. Impianti ad anidride carbonica

Gli impianti fissi ad anidride carbonica (CO_2) consistono in una batteria di bombole o serbatoio refrigerato, contenenti CO_2 allo stato liquido, collegate, mediante una rete di tubazioni e valvole di smistamento, agli ugelli che erogano l'anidride carbonica sotto forma di gas.

Se la fonte di alimentazione è costituita da una batteria di bombole diciamo che l'impianto è « ad alta pressione », se invece è costituita da un serbatoio diciamo che è « a bassa pressione ».

La differenza fra i due impianti sta principalmente nel fatto che il secondo sistema ha la possibilità di interventi multipli, cioè possibilità di prolungare la scarica di CO_2 *quando un ritorno* di incendio rendesse incompleto il primo intervento; inoltre la fonte di alimentazione permette di disporre di una quantità di gas notevolmente superiore al fabbisogno di intervento e regolabile secondo le effettive necessità e consente infine di applicare ad un unico serbatoio di stoccaggio più impianti antincendio indipendenti.

Tuttavia un impianto a CO_2 con serbatoio è alquanto più complesso di un impianto a bombole e viene impiegato quando per la protezione di locali o apparecchiature si richiede una grande quantità di gas.

Generalmente si preferisce adottare impianti ad alta pressione per la protezione di piccoli locali in cui è possibile fidare nella saturazione dell'ambiente, oppure per la protezione di macchinari particolarmente delicati per i quali l'azione estinguente di altri prodotti può provocare addirittura danni maggiori dell'incendio stesso.

In considerazione delle proprietà dell'anidride carbonica, essa è l'agente estinguente ideale per la protezione di rischi in presenza di corrente elettrica, di apparecchiature elettroniche, di centrali telefoniche, di biblioteche, ecc.

Un impianto antincendio a CO_2 presenta notevoli difficoltà, non tanto per la sua realizzazione quanto per la esatta valutazione della CO_2 necessaria allo spegnimento dei materiali infiammati.

Infatti l'azione estinguente della CO_2 è dovuta al soffocamento ed al raffreddamento: al soffocamento, nel caso di saturazione dell'ambiente in cui la CO_2 ha il compito di abbassare la concentrazione di ossigeno dell'aria in modo tale da non permettere più il processo di combustione; al raffreddamento, dovuto alla rapida espansione del gas nel caso in cui venga indirizzata sul materiale incendiato.

Le due azioni tuttavia si integrano sempre a vicenda.

L'impianto ad alta pressione consta principalmente di una batteria di bombole collegate, mediante un collettore, alla rete di distribuzione, di speciali valvole di smistamento, di erogatori, di

pressostati di segnalazione per il passaggio del gas, di una rete pneumatica o elettrica per i rivelatori di incendio, di un centralino di segnalazione ottica ed acustica, della sirena di allarme.

Quando nell'ambiente si verifica un aumento di temperatura per causa dell'incendio, speciali elementi sensibili collegati tra loro da una tubazione di piccolo diametro, contenente aria, registrano l'aumento di pressione del circuito d'aria e trasmettono un impulso pneumatico al dispositivo di comando il quale determina il segnale di allarme e contemporaneamente il comando di erogazione nell'impianto di estinzione.

Questi rivelatori sono detti « ad espansione » o « pneumatici differenziali ».

Quando invece i rivelatori sono costituiti da termostati opportunamente tarati, l'impulso ai dispositivi di apertura delle valvole viene dato da un centralino di segnalazione e comando collegato, a mezzo di propria rete elettrica, ai termostati stessi; quando la temperatura ambiente raggiunge al rivelatore il punto di taratura, si ha la segnalazione di allarme e la conseguente erogazione del gas.

La CO_2 per un impianto a bassa pressione viene immagazzinata in un serbatoio a 25 atm. e ad una temperatura di 12 °C; il serbatoio può raggiungere una capacità anche di 50 tonn. ed è provvisto di valvole di sicurezza, di manometri, valvole di intercettazione, attacco per il caricamento, apparecchiatura di controllo.

L'intervento automatico dell'impianto in caso di incendio viene comandato mediante una rete di rivelatori tipo pneumatico che utilizza l'anidride carbonica gassosa prelevata dal serbatoio stesso.

Con l'intervento anche di un solo rivelatore si inserisce automaticamente una sirena di preallarme, azionata dalla CO_2 e, dopo un intervallo prestabilito, si apre la valvola principale interessante la zona sede dell'incendio; la CO_2 fluisce dal serbatoio agli ugelli erogatori determinando la saturazione dell'ambiente e l'afflusso si arresta automaticamente quando ha raggiunto il grado di saturazione prestabilito.

L'impianto può anche essere comandato manualmente e l'erogazione dell'anidride carbonica può essere arrestata in qualsiasi momento.

6.5 Apparecchi elettronici

Un ultimo brevissimo cenno va riservato agli apparecchi elettronici di rivelazione ed allarme, l'impiego dei quali è in progressiva diffusione.

Basati sul concetto della sensibilità al calore della fiamma, o alla presenza di fumi, anche non visibili, o all'accrescimento termico, consentono interventi tempestivi e su focolai ancora modesti.

Essi rappresentano forse il punto più moderno ed efficace al quale sono approdati oggi gli studi svolti nel campo degli allarmi.

PER LA LIBERA PROFESSIONE

L'attività del Sindacato Nazionale Ingegneri Liberi Professionisti

Il programma in merito ai più importanti ed attuali problemi: riforma universitaria, tecnici minori, rinnovo Piano Gescal, Cassa di previdenza - Le cariche direttive per il triennio 1969-1971.

Il Consiglio Nazionale del Sindacato Nazionale Ingegneri Liberi Professionisti Italiani nella riunione del 31 gennaio 1970, preso atto delle comunicazioni del Presidente e della relazione del Segretario Nazionale, ha assunto le seguenti deliberazioni:

1) *Riforma universitaria.*

Il Consiglio Nazionale ha dato mandato alle delegazioni dei S.I.L.P. di Genova, Milano, Padova, Roma e Torino di trarre le conclusioni sui seguenti indirizzi, emersi dalla discussione odierna:

a) programmazione della scuola universitaria;

b) contenuto della professione d'ingegnere: elevato livello culturale e valore legale del titolo;

c) tempo pieno dei Docenti;

d) gestione dell'esame di stato da parte della libera professione: esame di stato differenziato e finalizzato all'esercizio professionale;

e) sbarramenti intermedi dei corsi di studi, ormai aperti a tutti;

f) piani di studio particolari e piano di studio nazionale: migrazioni della popolazione studentesca;

g) livello di studi universitari: Tecnocrate - Ingegnere - Ricercatore;

h) collegamento Università-professione;

i) riordinamento dell'esercizio professionale in relazione agli studi compiuti;

m) passaggio dall'Università alla libera Professione;

n) autogoverno della categoria per assicurare la propria qualificazione.

2) *Tecnici minori.*

Il Consiglio Nazionale ha preso atto dell'urgenza del problema.

La documentazione, preparata dal Segretario Nazionale Aggiunto ing. Sernia, sarà integrata col materiale raccolto dal Sindacato al fine di pervenire al più presto ad un documento riassuntivo, da trasformare in proposta di legge.

3) *Rinnovo piano Gescal.*

Il Consiglio Nazionale ha preso atto delle azioni compiute perchè, negli Organi direttivi del Piano, sia assicurata la presenza della libera professione, come è nella tradizione del Piano Ina-Casa e della Gescal.

Ha preso altresì conoscenza, dal consigliere ing. Tomaselli, Consigliere di Amministrazione Gescal, dei prossimi interventi Gescal e impegna la categoria ad assicurare all'Ente la migliore collaborazione qualitativa nel rispetto dei tempi fissati dagli incarichi.

4) *Cassa di previdenza.*

Il Consiglio Nazionale ha preso atto della situazione ascoltando relazioni del Vice Presidente Gibiino, incaricato dal Comitato esecutivo di coordinare i lavori della Commissione consultiva sindacale all'uopo incaricata, e del consigliere ing. Marino, Presidente della Cassa di Previdenza.

L'attuale insoddisfacente trattamento pensionistico ed assistenziale può essere solo modificato con interventi legislativi che, appoggiandosi alle indicazioni della Commissione consultiva, il Sindacato andrà a proporre in sede governativa e parlamentare, d'accordo con gli Organi direttivi della Cassa.

Il Consiglio Nazionale è d'avviso che la situazione della Cassa derivi, infatti, da una distorta impostazione legislativa e che sia possibile, con lo sforzo concorde di tutti, pervenire a soluzioni soddisfacenti.

Per l'assistenza malattia, in particolare, il consistente premio annuale è determinato dalla non obbligatorietà dell'assistenza stessa, sicchè gli utenti di questo servizio, che la Cassa svolge indipendentemente dal proprio bilancio appoggiandosi all'E.N.P.D.E.D.P., sono in numero ristretto e quasi sempre abbisognevoli in misura elevata di prestazioni mediche e chirurgiche.

D'altra parte la Cassa non può appoggiarsi per tali servizi a Compagnie di assicurazioni ma, per legge, solo ad Enti pubblici.

Onde tamponare l'attuale situazione, il Sindacato studierà la possibilità di contrarre, per i propri iscritti, polizze con Compagnie di Assicurazione che s'impegnino a fornire una buona assistenza a prezzi modesti.

Il Consiglio Nazionale ha affidato l'incarico di portare avanti le trattative, già avviate, al S.I.L.P. di Milano e ha preso atto con compiacimento che anche il consigliere ing. Pintonello approfondirà l'argomento valendosi dell'esperienza acquisita e dei buoni risultati raggiunti in questa materia a favore degli iscritti del Sindacato di Roma.

Cogliamo l'occasione per pubblicare le cariche direttive del Sindacato Nazionale Ingegneri Liberi Professionisti Italiani, elette di recente dall'Assemblea per il triennio 1969-1971:

Presidenza onoraria del Sindacato

PRESIDENTE COMITATO DEI PRESIDENTI PROVINCIALI

dott. ing. Giuseppe Buono

PRESIDENTI ONORARI

dott. ing. Gaetano Del Pezzo
dott. ing. Felice Bertolini
dott. ing. Franco Falciola

Comitato esecutivo del Sindacato

PRESIDENTE

dott. ing. Leo Calini

VICE PRESIDENTI

dott. ing. Calogero Gibiino
dott. ing. Nicola Lamaddalena
dott. ing. Riccardo Ginatta

SEGRETARIO NAZIONALE

dott. ing. Giuseppe Milone

TESORIERE

dott. ing. Federico Maggia

SEGRETARI NAZIONALI AGGIUNTI

dott. ing. Antonio Lacavera
dott. ing. Giuliano Nibaldi
dott. ing. Sabino Sernia

MEMBRI DEL COMITATO ESECUTIVO

dott. ing. Giuseppe Bizzarri
dott. ing. Edoardo Bregami
dott. ing. Giuseppe Casci
dott. ing. Umberto Gaspari
dott. ing. Antonio Guerrieri
dott. ing. Paolo Montaldo

DIRETTORI DEGLI ORGANI DI STAMPA

dott. ing. Leonida Almagioni
dott. ing. Giovanni Bernocco

LA COLLABORAZIONE CON L'INDUSTRIA

Accordo ANIAI-MONTEDISON

Favorevole eco ha destato negli ambienti professionali interessati la recente iniziativa di una collaborazione fra l'ANIAI, l'Associazione nazionale degli ingegneri e degli architetti, con la Montedison per lo studio di problemi di natura culturale e tecnica di immediato interesse per l'attività professionale degli ingegneri e degli architetti in campo progettuale e di ricerca. Questa prima fase della collaborazione ha potuto attuarsi con esito positivo nel quadro delle iniziative della Montedison per l'avvenuta costituzione di un centro per gli studi sulle innovazioni delle tecniche costruttive nell'edilizia, in collaborazione con l'Ance e la Finsider. Il centro si propone la ricerca nel campo dei componenti integrabili costituiti con materie prime e semilavorati di plastica o altri materiali.

L'interesse dell'iniziativa, si rileva nel nostro ambiente professionale, consiste nel fatto che per la prima volta è stato dato il dovuto risalto non solo agli aspetti produttivi ed economici dell'attività edilizia, ma anche a quelli, dopo tutto preminenti, riguardanti la progettazione, la consulenza, il calcolo e l'apporto dei professionisti sia come responsabili dei lavori sia come portatori di idee e innovazioni atte a fornire all'attività edilizia, per molti aspetti ancorata a modelli tradizionali, un nuovo volto tecnico, funzionale ed estetico.

L'individuazione dei problemi tecnici oggetto di discussione e di analisi ha inoltre favorito l'incontro fra la categoria professionale degli ingegneri e il mondo dell'industria e delle imprese di costruzioni.

TECNOMECCANICA NOVARESE S. p. A.

TMN

BELLINZAGO

ROLANDO - ASSICURAZIONI

DIREZIONE: 10121 TORINO - CORSO MATTEOTTI, 17 (SEDE PROPRIA)

TELEFONI: 53 43 51 - 55 10 22 (SERIE) - TELEGRAMMI: "ROLANDASSIC"

ASSICURAZIONE OBBLIGATORIA AUTOVEICOLI E NATANTI
INFORMAZIONI E STIPULAZIONE POLIZZE DI LEGGE
CONSULENZA E COPERTURE ASSICURATIVE TUTTI I RISCHI

PRIMARIE COMPAGNIE NAZIONALI ED ESTERE

DITTE ALLEATE IN: LONDRA (LLOYDS) - NEW YORK - PARIGI - BRUXELLES

PRESA

S. p. A.

CEMENTERIA DI ROBILANTE

Capitale sociale L. 2.000.000.000

C.C.I.A. Torino 370781 - C.C.I.A. Cuneo 60229 - C.C.I.A. Alessandria 76118 - C/C Postale N. 23/19189

Sede legale e Stabilimento
ROBILANTE (Cuneo) - Tel. 8239 - 8251

Direzione e Amministrazione
CASALE MONF. Corso G. Italia, 39 - Tel. 5043 (4 linee urbane)

Organizzazione Commerciale
TORINO Corso Re Umberto, 47 - Tel. 531.494 - 545.961 - 512.588
ROBILANTE (in stabilimento) - Tel. 8239-8251
IMPERIA - Via Berio 10/3 - Telefono 20321
SAVONA - Corso Mazzini 97 - 99 r - Telefoni 28986 - 26501

Telegrammi: PRESA - ROBILANTE
PRESA - CASALE
Telex.

Produzione di CEMENTI PORTLAND normali, alta resistenza, e speciali
Società collegata FRATELLI BUZZI SpA - Stabil. di Casale Monf. e Trino Verc.se

Impresa
Ingg. ZOPPOLI & PULCHER
S. p. A.

COSTRUZIONI EDILIZIE, STRADALI ED IDRAULICHE IN GENERE

Corso Traiano 24/10 - Tel. 614.242 (3 linee)
10135 TORINO

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

FIAT

TORINO

SOCIETÀ PER AZIONI UNIONE CEMENTERIE

MARCHINO EMILIANE

E DI

AUGUSTA

UNI CEM

Direzione Generale:

Via C. Marenco 25

10126 TORINO

NUOVA SERIE . ANNO XXIV . N. 11 . NOVEMBRE 1970

SOMMARIO

ATTI DELLA SOCIETÀ

O. Rosati - *Visite a monumenti Vittoniani* . . . . . pag. 281

RASSEGNA TECNICA

C. Codegone - *Contaminazione dell'aria prodotta nell'area urbana da impianti termici* . . . . . » 283

G. Pezzoli - *L'effetto delle resistenze sulla propagazione delle maree* . . . . . » 288

E. P. - *Il gioco delle parti* . . . . . » 290

R. Ruggeri - *Il sistema microfilm nell'organizzazione del settore Tecnico-Progettativo: un problema di scelte* . . . . » 293

P. Scarzella - *Restauro di monumenti e valorizzazione di insiemi storico-urbanistici. Problemi di integrazione di criteri e metodi nei nuovi ordinamenti francesi e nell'esperienza parigina del Marais* . . . . . » 296

G. Gardano - *Parcheggi lineari sotterranei per la Città di Torino* » 306

BOLLETTINO D'INFORMAZIONE DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI TORINO - Estratto n. 4-A.

Direttore: Enrico Pellegrini.

Comitato di redazione: Gaudenzio Bono, Cesare Codegone, Federico Filippi, Mario Federico Roggero, Rinaldo Sartori, Paolo Verzone, Vittorio Zignoli.

Comitato esecutivo: Anna E. Amour, Giovanni Bernocco, Mario Brunetti, Dante Buelli, Jacopo Candeo Cicogna, Piero Carmagnola, Loris Garda, Elvio Nizzi, Ugo Piero Rossetti, Secondo Zabert.

REDAZIONE: Torino - Corso Montevecchio, 38 - telefono 55.50.00.
SEGRETERIA: Torino - Corso Siracusa, 37 - telefono 36.90.36/37/38.
AMMINISTRAZIONE: Torino - Via Giolitti, 1 - telefono 53.74.12.

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 6.000. - Estero L. 8.000. Prezzo del presente fascicolo L. 600. Arretrato L. 1.000.

La Rivista si trova in vendita: *a Torino* presso la Sede Sociale, via Giolitti, 1.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III/70