

# ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO



NUOVA SERIE - ANNO II - N. 11-12 - NOV.-DIC. 1948

## S O M M A R I O

### RASSEGNA TECNICA

#### INFORMAZIONI SU IMPIANTI SPECIALI NELL'EDILIZIA

##### A) Riscaldamento:

C. CODEGONE - <i>Questioni generali sugli impianti di riscaldamento</i> . . . . .	pag. 207
G. BOIDO - <i>Impianti centrali a termosifone frazionabili</i> . . . . .	» 214
V. LAUDI - <i>Considerazioni sugli impianti ad acqua sur-riscaldata a temperatura moderata</i> . . . . .	» 215
A. VACCANEO - <i>Novità negli impianti a livello a termosifone</i> . . . . .	» 216
G. BIDDAU - <i>Solai radianti in c. a. con serpentine portanti</i> . . . . .	» 219
A. GOFFI - <i>Proposte sull'isolamento termico nelle costruzioni</i> . . . . .	» 222

##### B) Ventilazione:

C. CODEGONE - <i>Sistemi di ventilazione naturale e artificiale</i> . . . . .	» 225
A. STRADELLI - <i>Condizionamento dell'aria e servizi frigoriferi</i> . . . . .	» 231

##### C) Illuminazione:

G. PERI - <i>Con quali lampade illuminare la casa o l'ufficio?</i> . . . . .	» 232
--	-------

##### D) Telefoni:

A. SARTORIO - <i>Le comunicazioni elettriche nella casa moderna</i> . . . . .	» 234
---	-------

##### E) Trasporti:

G. C. ROSSI - <i>Evoluzione dell'ascensore</i> . . . . .	» 236
G. C. ROSSI - <i>Inserimento degli impianti d'ascensore nel fabbricato</i> . . . . .	» 238

##### F) Impianti igienici:

A. GOFFI - <i>Proposte di unificazione e di regole d'arte negli impianti igienici moderni</i> . . . . .	» 239
---	-------

#### RECENSIONI

<i>Paul Wessel, Physik (C. C.)</i> . . . . .	» 240
<i>Mondiez A., Physique industrielle (C. C.)</i> . . . . .	» 240

BOLLETTINO DEI PREZZI . . . . .	» 241
---------------------------------	-------

INDICE GENERALE DEL 1948 . . . . .	» 244
------------------------------------	-------

ERRATA-CORRIGE . . . . .	» 215
--------------------------	-------

Società  
per Azioni  
Cementi  
Marchino  
& C.

Casale Monferrato

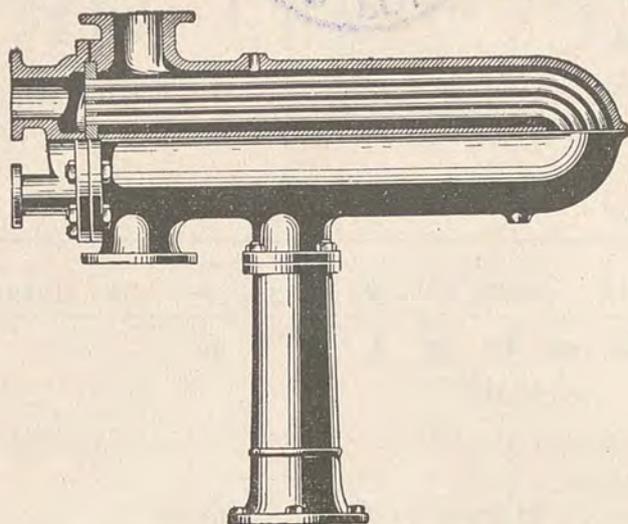
COMITATO DI REDAZIONE - *Direttore:* Dott. Ing. Augusto Cavallari-Murat - *Vice Direttore:* Dott. Ing. Carlo Mortarino - *Membri:* Dott. Ing. Ferruccio Accardi; Dott. Arch. Luigi Giay; Dott. Ing. Achille Goffi; Dott. Ing. Ugo Pozzo; Prof. Dott. Ing. Vittorio Zignoli - *Amministratore:* Dott. Ing. Francesco Barbero.

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Per i non Soci: un numero separato L. 200; abbonamento annuo L. 2000.

*Redazione, Ammin., Abbonamenti:* Via Bertola 55 - Torino - Tel. 46.975

*Pubblicità:* Organizzazione Pubblicitaria Ditta FRATELLI POZZO - TORINO Via Roma n. 101 - Telefono n. 40.833 - Casella Postale n. 505

EDIZIONI TECNICHE: DITTA FRATELLI POZZO - TORINO

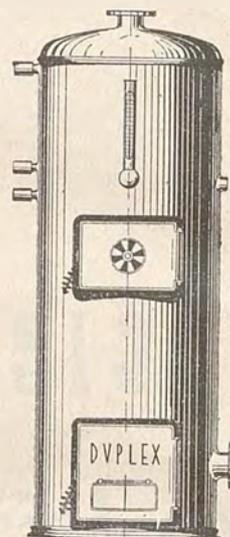


DITTA  
**Ing. LUIGI DE KÜMMERLIN**  
 OFFICINA MECCANICA  
 Via Spartaco, 12 • Telefoni 50.388 e 51.388  
**MILANO**

SCAMBIATORI ed ACCUMULATORI  
 di CALORE

CALDAIE per impianti di riscaldamento  
 e produzione di acqua calda per abita-  
 zioni, stabilimenti, bagni pubblici, piscine,  
 impianti bordo, caserme, ecc.

SISTEMI MODERNI  
 e RAZIONALI



*Macchine*  
**PNEUMOFORE**

SOCIETÀ INDUSTRIALE

COMPRESSORI  
 ROTATIVI  
 PER PRESSIONI  
 DA 0,5 A 8 ATE

•  
 POMPE A VUOTO

•  
 IMPIANTI A NAFTA  
 PER IMPIANTI DI  
 RISCALDAMENTO E  
 FORNI INDUSTRIALI

TORINO - VIA BRIONE, 8-12  
 TELEF. 70.109 - TELEGR.: PNEUMOFORE

SOCIETÀ Anonima - Capitale 30.000.000  
 versato 25.000.000  
**DELL'ALLUMINIO ITALIANO**

Sede Sociale e Stabilimenti **BORGOFRANCO d'IVREA**

**ALLUMINIO**

In PANI PER FONDERIA - PLACCHE  
 DA LAMINAZIONE - BILLETTE  
 QUADRE per TRAFILAZIONE  
 BILLETTE TONDE PER TUBI nei  
 vari tenori di purezza a seconda della  
 richiesta.

LAMIERE, NASTRI, DISCHI, FILI,  
 BARRE TONDE e SAGOMATE,  
 BANDELLA PER PEDANE  
 D'AUTOMOBILE, TUBI e qualsiasi  
 altro prodotto semi-lavorato dell'alluminio

Rappresentante per la vendita Ditta **ENEA ROSSI**  
 MILANO - Via Boccaccio, n. 4 — Telefono 81.610

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

## Informazioni su impianti speciali nell'edilizia

Se venga consentito il paragone tra un edificio (per abitazione o per uffici od altro) con un corpo organico e vivente, potremmo asserire che la parte strutturale portante, paragonabile allo scheletro osseo, ha delle caratteristiche di minore complessità di quella parte assimilabile a tutti gli altri tessuti ed organi, che più direttamente sono destinati a servire gli abitanti del fabbricato nelle loro multiformi esigenze di vita e di lavoro. Le caratteristiche della struttura sono anche più costanti nel tempo, più tradizionali. La parte di servizio, quella che viene definita con l'inesatta dizione di « servizi speciali » o « servizi tecnici », è invece in una fase di formazione ignota all'Ottocento, dotata di fascino perchè ancora densa di incognite, alla risoluzione delle quali la scienza pura e la scienza applicata forniscono generosamente idee, spunti, dati di esperienza. Ma l'orchestrazione dei dati fisici esige costantemente genialità inventiva, capacità di scelta, e soprattutto informazione accurata ed aggiornata dei successi e degli insuccessi. Questa informazione deve essere pronta, la più sollecita possibile.

Ed è appunto questo l'intendimento della raccolta di scritti che qui presentiamo come primo tentativo.

Non sfuggirà il significato della organizzazione dell'iniziativa: affiancare ai tecnici pratici nella confessione delle loro esperienze personali, lo scienziato, il clinico direbbero i medici, che dia nesso e metodo all'informazione.

Ringraziamo pertanto i collaboratori di questo fascicolo per la sollecitudine e l'entusiasmo con cui hanno accolto l'iniziativa, ed in modo particolare siamo grati al prof. ing. Cesare Codegone che ha curato con opera intelligente ed assidua questo primo lavoro di coordinamento di un materiale tanto speciale.

Il presente fascicolo contempla informazioni su:

- A) Riscaldamento
- B) Ventilazione e condizionamento dell'aria
- C) Illuminazione
- D) Telefoni
- E) Trasporti
- F) Impianti igienici

Presentiamo, con questo, la seconda applicazione — la prima è stata la pubblicazione sul Cemento Armato — del criterio di pubblicare fascicoli di carattere monografico, che cioè riuniscano articoli e notizie che nell'esecuzione del progetto sono contemporaneamente presenti alla mente coordinatrice, oppure sono legati da un' analogia concettuale che permetta di riunire le esperienze raccolte in diversi campi applicativi. È nostra viva speranza che venga così facilitato il contatto tra gli specializzati e accresciuto l'interesse e l'utilità dei singoli fascicoli.

## A) Riscaldamento

### Questioni generali sugli impianti di riscaldamento

1. — LA PRODUZIONE DEL CALORE. — *Combustibili solidi, liquidi, gassosi e apparecchi di combustione - Energia elettrica - Pompe di calore - Recuperi termici - Acque termali.*

Nella maggior parte dei casi il calore fornito agli edifici per il loro riscaldamento proviene da una combustione. I combustibili usati sono più frequentemente solidi o liquidi, talvolta gassosi.

La valutazione delle qualità dei combustibili si basa anzitutto sul loro *potere calorifico*, cioè sulla quantità di calore che essi, per unità di peso se solidi o liquidi, per unità di volume se gassosi, sviluppano bruciando completamente quando i prodotti della combustione si raffreddano fino alla temperatura ambiente. Il potere calorifico si misura in kcal (chilocalorie o grandi calorie) al kg se si tratta di solidi e di liquidi, oppure in kcal al m<sup>3</sup>, riferito alle condizioni normali di 0° e 760 mm di pressione (Nm<sup>3</sup> o metro cubo normale), se si tratta di gas.

Si distingue il potere calorifico superiore da quello inferiore, non mettendo in conto per quest'ultimo il calore di condensazione del vapore d'acqua contenuto nei gas combusti.

Questo vapore può provenire dall'umidità che si trovava nel combustibile prima che bruciasse oppure è generato dall'ossidazione dell'idrogeno; nei combustibili solidi la prima quantità si compone dell'umidità di *imbibizione*, che è variabile e può essere eliminata colla semplice esposizione all'aria, e di quella *igroscopica*, che è invece praticamente costante e caratteristica di ogni combustibile e può essere eliminata soltanto per essiccamento a 100°. Ordinariamente si fa riferimento al potere calorifico superiore. Praticamente di questo calore una parte va perduta coi gas caldi al camino o è dispersa dalle pareti della caldaia o dei condotti ed una parte non è nemmeno sviluppata se la combustione, come non di rado avviene, è incompleta. Ad eccezione dei caminetti, veri dissipatori di calore, la parte utile ammonta usual-

mente al 60 ÷ 80 % di quella totale disponibile ed è più o meno grande in dipendenza di svariate circostanze, principalmente del tipo dell'apparecchio di combustione e del suo stato di pulizia, della qualità e pezzatura del combustibile e del modo di condurre il fuoco, infine del carico della caldaia o della stufa.

Quanto al volume d'aria strettamente necessario alla completa combustione se ne può all'incirca prevedere l'entità dividendo per 1000 il potere calorifico (per es. occorrono circa 7 m<sup>3</sup> d'aria per ogni kg di combustibile se il potere calorifico è 7000 kcal/kg). In pratica il volume da fornire può superare anche notevolmente quello così calcolato (dal 50 al 100 % per i combustibili solidi da bruciare su griglia, dal 30 al 20 % rispettivamente per i combustibili liquidi e gassosi).

Negli impianti di qualche importanza la sorveglianza della combustione si effettua mediante strumenti indicatori o anche registratori (specialmente della percentuale dell'anidride carbonica nei fumi), i quali se correttamente impiegati, sono utili nei riguardi della economia dei combustibili.

La regolazione automatica della combustione è affidata ad apparecchi che modificano l'alimentazione del focolaio e che sono influenzati dalla temperatura o dalla pressione del fluido usato per il riscaldamento.

Le proprietà dei principali combustibili impiegati a scopo di riscaldamento sono indicate nella tabella N. 1.

Il gas delle reti di distribuzione cittadina proviene da una miscela di gas di distillazione e di gas di gassogeno. Il forte contenuto di ossido di carbonio (fino al 20 % circa) lo rende velenoso e per questo motivo oltre che per evitare il pericolo di esplosioni è necessario adottare speciali dispositivi di sicurezza. Il potere calorifico è ordinariamente intorno a 4000 kcal/Nm<sup>3</sup>, a meno di riduzioni imposte da circostanze eccezionali.

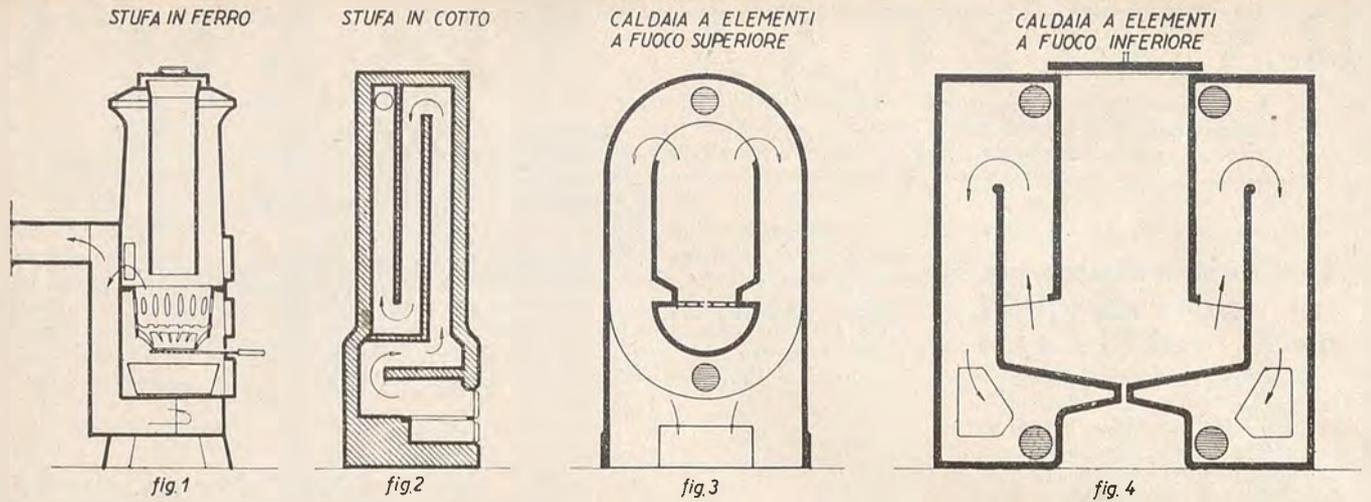


TABELLA N. 1  
Caratteristiche di alcuni combustibili

Combustibile	Peso in kg/m <sup>3</sup>	Potere calorifico in kcal/kg	Umidità %	Ceneri %
Legna (stagionata)	300 ÷ 400	3300 ÷ 3900	15 ÷ 25	0,5 ÷ 3
Torba (asciugata)	300 ÷ 400	3000 ÷ 3800	25 ÷ 35	5 ÷ 30
Lignite del Valdarno (mattonelle)	700 ÷ 800	4000 ÷ 5000	10	10
Lignite picea	750 ÷ 800	5000 ÷ 6000	3 ÷ 10	10 ÷ 20
Carbone del Sulcis	700 ÷ 750	6000 ÷ 6500	3 ÷ 10	10 ÷ 15
Litantrace magro	850 ÷ 900	7500	1 ÷ 2	5 ÷ 10
Antracite	850 ÷ 1000	7000	6	10
Coke da gas	350 ÷ 450	6000 ÷ 7000	—	11 ÷ 13
Nafta	910 ÷ 970	10000	1 ÷ 2	—

Degli apparecchi di combustione la tecnica offre tipi diversissimi. Omettendo i caminetti (di scarsissima efficienza ter-

mica), basterà citare delle stufe quella in ferro rappresentata nella fig. 1 e quella in cotto della fig. 2; delle caldaie quelle in ghisa ad elementi, formate cioè con tanti elementi accostati e comunicanti attraverso appositi fori, così da poterne variare la potenzialità mutando semplicemente il numero degli elementi.

Di queste caldaie la fig. 3 rappresenta un tipo nel quale brucia la parte alta dello strato di combustibile disposto sulla griglia; la fig. 4 un tipo nel quale brucia la parte bassa.

In impianti di notevole importanza sono pure usate caldaie cilindriche e caldaie tubolari.

Per l'introduzione del combustibile nel focolaio si diffondono attualmente caricatori automatici dei tipi a coclea e a stantuffo.

Quando si bruciano combustibili liquidi o gassosi il focolaio è rivestito con materiale refrattario ed il combustibile vi è introdotto mediante appositi bruciatori.

La trasformazione diretta di energia elettrica in calore a scopo di riscaldamento avviene in genere a mezzo di resistenze metalliche o entro caldaie ad acqua calda od a vapore munite di elettrodi. In tal caso ogni kWh consumato produce 860 kcal e la quasi totalità di questa

energia può essere agevolmente utilizzata. Da un punto di vista strettamente economico, in circostanze ordinarie l'impiego di energia elettrica in luogo dei combustibili risulta di rado conveniente. Altre circostanze di natura non economica, quali la maggior comodità di impiego e di pulizia degli impianti oppure la previsione di difficoltà per l'approvvigionamento e il trasporto dei combustibili, come pure la disponibilità di energia di supero e l'impiego di accumulatori termici possono talvolta giustificare la adozione del riscaldamento elettrico, che può pure costituire un mezzo sussidiario atto a fronteggiare periodi di emergenza.

Un impiego indiretto dell'energia elettrica allo scopo qui esaminato è apparsa in alcuni casi praticamente effettuabile grazie all'applicazione delle cosiddette pompe di calore.

Queste installazioni comprendono vere e proprie macchine frigorifere (v. fig. 5) nelle quali il fluido intermedio (ammoniac, cloruro di metile, ecc.) evaporando sottrae del calore all'acqua disponibile (acqua di pozzo o di fiume) o anche all'aria ambiente e condensandosi dopo essere stato compresso lo fornisce a temperatura più elevata (di qui il nome) all'impianto di riscaldamento, unitamente all'equivalente termico del lavoro speso a comprimerlo per elevarlo di temperatura.

Il rapporto fra il calore così fornito ed il citato equivalente termico del lavoro di compressione (sviluppato in genere mediante motori elettrici) è detto rapporto di moltiplicazione termica e può assumere praticamente valori dell'ordine di 2 ÷ 3 e più, secondo le temperature in giuoco e l'efficienza dell'impianto (1).

In altre parole ogni kWh speso a muovere il compressore invece che alle 860 kcal corrispondenti alla trasformazione diretta in un reostato o in una caldaia, può dar luogo sia pure a prezzo di maggiori complicazioni e spese di impianto e di esercizio a 1700 ÷ 2500 e più chilocalorie. A parità di altre circostanze il rapporto di moltiplicazione termica risulta tanto maggiore quanto minore è la temperatura a cui si vuol portare l'acqua

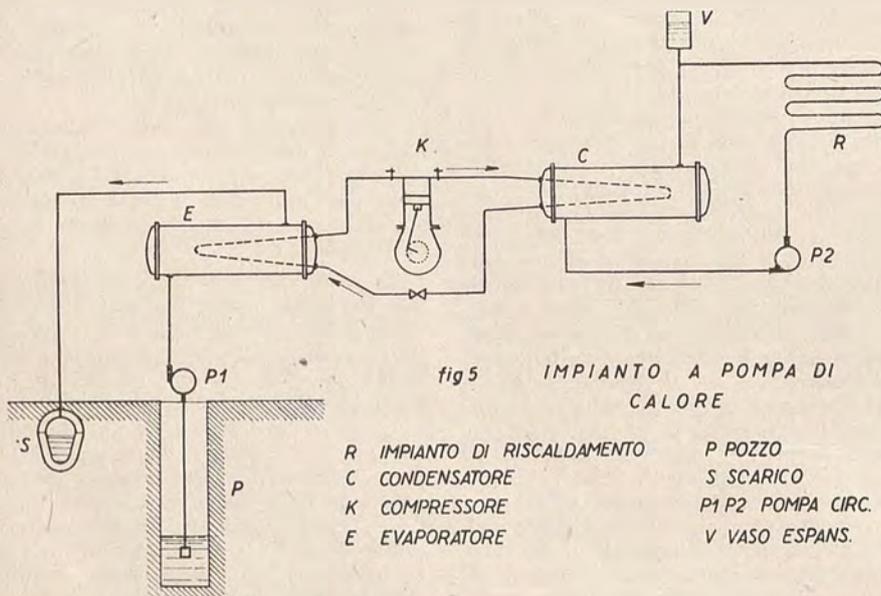


fig 5 IMPIANTO A POMPA DI CALORE

- R IMPIANTO DI RISCALDAMENTO
- C CONDENSATORE
- K COMPRESSORE
- E EVAPORATORE
- P POZZO
- S SCARICO
- P1 P2 POMPA CIRC.
- V VASO ESPANS.

(1) Per vari dati pratici cfr. C. CODEGONE, Le pompe di calore, «L'Architettura Italiana» n. 1-2, 1943; La diffusione delle pompe di calore in America, «La Termotecnica», n. 5, 1947

del riscaldamento. Ciò spiega perchè le applicazioni più rilevanti del sistema riguardino gli impianti di radiazione dal soffitto con acqua a temperatura moderata. Durante il funzionamento estivo si può invertire il senso del moto del fluido frigorifero oppure si possono modificare le connessioni dei circuiti in modo da invertire le funzioni degli scambiatori di calore ottenendosi così collo stesso impianto anche il raffrescamento degli ambienti.

In vari casi e non soltanto nelle industrie è possibile recuperare a scopo di riscaldamento dei locali il calore che possono cedere fluidi scaricati da apparecchi e da macchine adibite ad altri scopi e che spesso andrebbe altrimenti perduto.

Al riscaldamento suddetto può essere non di rado unita la preparazione di acqua calda per bagni, lavanderie, ecc.

Applicazioni importanti di questo principio sono state fatte al riscaldamento di grandi edifici (stabilimenti industriali, padiglioni di ospedali e di sanatori, edifici universitari) ed anche di interi quartieri urbani ricuperando vapore di scarico da macchine motrici accoppiate a generatori di corrente elettrica.

È così possibile utilizzare praticamente da 2 a 4000 kcal per ogni kWh generato, secondo l'efficienza e il carico delle macchine e la pressione del vapore. In queste applicazioni è da tener presente che il funzionamento a contropressione riduce sensibilmente il rendimento delle turbine; che il riscaldamento dei locali è limitato al solo periodo invernale ed in tale periodo è soggetto a notevoli variazioni colla temperatura esterna, mentre è pure notevolmente variabile anche nel corso della giornata il carico relativo agli apparecchi adibiti alla preparazione di acqua calda. Il funzionamento della centrale termica non avviene dunque nelle migliori condizioni di efficienza e di continuità di esercizio. L'energia elettrica è però generata nella stessa località di impiego e in periodi nei quali la produzione per via idraulica è soggetta a limitazioni. La convenienza di realizzare impianti combinati per riscaldamento e produzione di energia elettrica non si manifesta ordinariamente che per potenze superiori ad alcune centinaia di kW.

In prossimità di sorgenti termali le acque calde affioranti a temperature prossime a quella di ebollizione, sono state in alcuni casi impiegate oltre che per stabilimenti di bagni e fanghi anche per il riscaldamento di edifici.

Le acque naturali sono d'ordinario più o meno fortemente mineralizzate e quindi non sono in via ordinaria direttamente utilizzabili negli impianti di riscaldamento; l'acqua di circolazione di questi ultimi viene pertanto riscaldata dalle acque termali in appositi scambiatori di calore a tubi metallici.

2. - LA DISTRIBUZIONE DEL CALORE. - Fluidi intermediari: aria, acqua, vapore. - Schemi costruttivi. - Confronto tra i vari sistemi.

La distribuzione del calore può essere effettuata con diversi sistemi. Bisogna distinguere il caso in cui si ha produzione locale del calore nei singoli ambienti da riscaldare (stufe a combustione,

caminetti, stufe elettriche) da quello in cui la produzione è centrale, cioè avviene in un centro solo per tutto un edificio o parte di esso o anche per un gruppo di edifici.

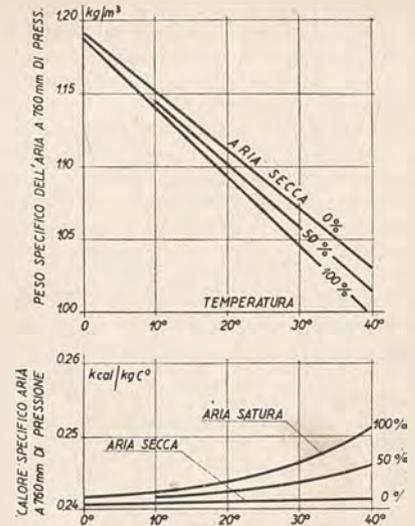
La trasmissione da questo centro ai vari ambienti è effettuata mediante fluidi intermediari: acqua, vapore, aria, opportunamente guidati entro condotti.

Aria. - Serve come veicolo di calore e mezzo di ventilazione principalmente negli impianti moderni di condizionamento per grandi locali di riunione e palazzi per uffici oltre che in applicazioni industriali di vario genere. In tutte queste applicazioni bisogna tener conto anche del vapore acqueo mescolato all'aria perchè esso influisce, e spesso in modo notevole, sulle trasformazioni a cui prende parte.

Il peso del vapore nell'aria non può superare certi limiti che dipendono dal valore della temperatura e in corrispondenza dei quali si dice che l'aria è satura. Può essere utile ricordare che fra 10 e 30° il contenuto massimo di vapore è espresso in grammi al metro cubo press'a poco dagli stessi numeri che indicano la temperatura (9,4 gr a 10° C, 17 a 20°, 30 a 30°). Il rapporto fra il peso di vapore mescolato all'aria ed il peso massimo corrispondente allo stato di saturazione è detto grado di umidità o umidità relativa.

La presenza del vapore influisce sensibilmente sui valori del peso specifico e del calore specifico. Si vedano in proposito le figg. 6 e 7.

Quando intervengono fenomeni di condensazione o di evaporazione si preferisce far riferimento non all'unità di peso della miscela, unità che corrisponderebbe sia nei riguardi dell'aria che del vapore a pesi variabili durante le trasformazioni, ma al peso di miscela relativo al chilogrammo di sola aria, perchè è questa parte della miscela che a regime non subisce variazioni. Questo è il motivo per cui si introduce nelle trattazioni il cosiddetto titolo dell'aria umida, cioè il



Dall'alto in basso: Fig. 6 — Fig. 7

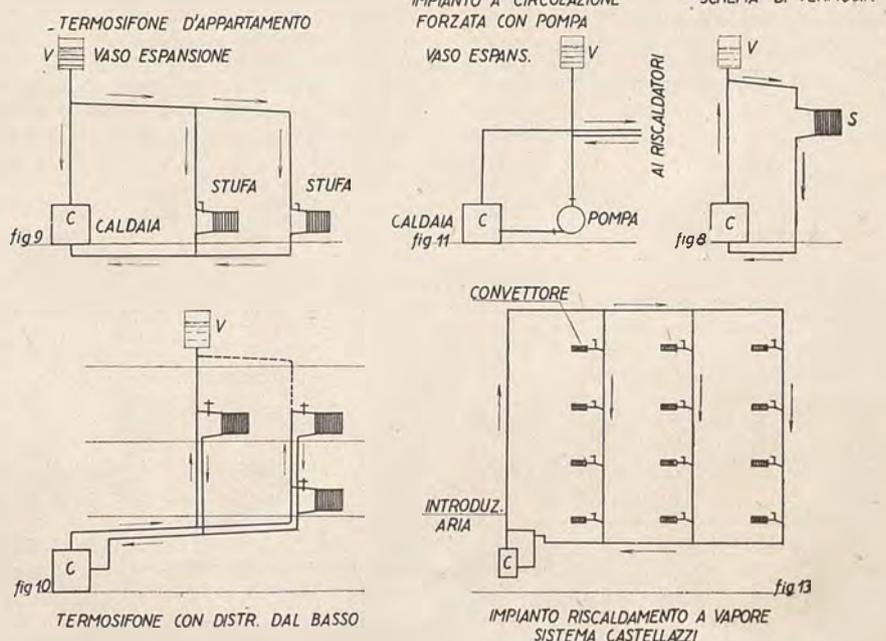
peso di vapore mescolato ad ogni chilogrammo di sola aria.

Le considerazioni relative alle trasformazioni che avvengono nelle camere di condizionamento risultano molto semplificate se si fa riferimento a opportuni diagrammi, fra i quali è molto noto quello di Mollier sui cui assi coordinati sono riportati il titolo  $x$  e la funzione termica detta entalpia ( $i$ ), che permette di valutare facilmente le quantità di calore in giuoco nelle varie trasformazioni.

Acqua. - È usata in impianti a circolazione naturale (termosifoni) e in impianti a circolazione forzata.

Perchè il funzionamento non dia luogo a inconvenienti è anzitutto necessario che in nessun punto della rete di distribuzione sia raggiunta la temperatura di ebollizione.

Gli impianti ordinari (si veda lo schema di fig. 8) comunicano liberamente col-



l'atmosfera nella loro parte più elevata costituita dal vaso di espansione; è quindi il valore della pressione atmosferica locale che determina il limite di temperatura. Questo limite per varie altitudini sul livello del mare è indicato nella tabella n. 2. Occorre inoltre tener conto della pressione idrostatica in caldaia e di un certo margine di sicurezza che si fissa in almeno 5°.

TABELLA n. 2  
Temperature di ebollizione dell'acqua all'aria libera.

Altitudine sul livello del mare in metri	Pressione atmosferica convenzionale in mm di mercurio	Temperatura di ebollizione dell'acqua in gradi C
0	760	100
1000	674	96,6
2000	596	93,3
3000	526	90,0
4000	463	86,6

Alcuni schemi di termosifoni, con distribuzione rispettivamente dall'alto (per appartamenti) e dal basso, sono rappresentati nelle figg. 9 e 10.

Colla distribuzione dal basso un eventuale abbassamento del livello dell'acqua non provoca l'interruzione dei circuiti ed i conseguenti danni alla caldaia.

La fig. 11 rappresenta invece uno schema di impianto di riscaldamento a circolazione forzata mediante pompa centrifuga. La pompa è sempre inserita nel condotto di ritorno, in cui la temperatura è minore che nell'andata, allo scopo di evitare il pericolo di disinnescio.

Negli impianti detti ad acqua surriscaldata (si tratta in genere di impianti molto estesi, a circolazione forzata, destinati a riscaldare gruppi di edifici mediante scambiatori termici intermedi) la pressione è dovunque maggiore dell'atmosferica.

La temperatura può allora superare quella ricavabile dalla precedente tabella pur rimanendo contenuta con un certo margine entro i seguenti limiti:

111° 120° 143° 158° 170° 179° C  
per valori della pressione uguali rispettivamente a:  
1,5 2 4 6 8 10 kg/cm<sup>2</sup> assoluti.

Il peso specifico dell'acqua è massimo a 4° e diminuisce poi al crescere della temperatura, prima lentamente, poi come mostra la fig. 12 sempre più rapidamente. Fra i 50 ed i 90° la diminuzione vale in media 0,6 kg/m<sup>3</sup> (cioè 6 kg su 10.000) per grado di maggior temperatura, ed è su variazioni così piccole che si basa il funzionamento dei comuni termosifoni.

La forma della curva segnata sulla figura dà ragione della minore attività della circolazione alle basse temperature. Difatti se l'acqua è riscaldata a 90° e torna alla caldaia a 70° la differenza dei pesi specifici vale 978 — 965 = 13 kg/m<sup>3</sup>; se avesse luogo un uguale raffreddamento di 20° ma con una temperatura di partenza di 50° il peso specifico varierebbe soltanto di 996 — 988 = 8 kg/m<sup>3</sup>.

Si apprende pure dalla curva che nel vaso di espansione dei termosifoni deve essere lasciato libero per le oscillazioni di livello un volume almeno pari al 4% di quello totale dell'acqua nell'impianto.

L'acqua allo stato naturale contiene disciolti dei sali e dell'aria. Una parte dei primi, costituita da bicarbonati di calcio e di magnesio, dà luogo all'ebollizione al deposito dei relativi carbonati. Questa parte che corrisponde alla « durezza temporanea » dell'acqua si valuta in gradi idrotimetrici, cioè in centigrammi per litro, e può dar luogo ad inconvenienti se l'acqua è molto dura (20 ÷ 30 gradi sono da considerare valori elevati) ed è rinnovata molte volte nell'impianto. Degli altri sali che concorrono a formare la « durezza permanente » è particolarmente dannoso dal punto di vista delle corrosioni delle tubazioni metalliche il cloruro di magnesio.

Lo sviluppo dell'aria, che come volume corrisponde a freddo al 2 ÷ 3 % del volume dell'acqua, si accentua dopo gli 80° C e può ostacolare la circolazione tanto da richiedere particolari accorgimenti costruttivi per la sua eliminazione, quali una conveniente pendenza delle tubazioni ed il collocamento nei punti più elevati della rete di apposite valvolette o di tubi di sfogo (segnati con punteggiate negli schemi).

Vapore. — Il vapore d'acqua è impiegato a scopo di riscaldamento a differenti pressioni: ad alcune atmosfere per il trasporto a notevole distanza e negli impianti cosiddetti ad alta pressione, usati negli stabilimenti industriali; a qualche decimo di atmosfera di sovrappressione rispetto all'esterno negli impianti a bassa

pressione: a pressione anche notevolmente minore dell'atmosferica negli impianti a depressione.

Ordinariamente si impiega vapore saturo; il valore della temperatura risulta allora definito da quello della pressione e corrisponde ai punti di ebollizione dell'acqua indicati in precedenza.

Nell'intervallo che interessa l'applicazione in esame il peso specifico cresce pressoché linearmente colla pressione e nelle unità usuali è espresso da poco più della metà del valore della pressione stessa (1). Per es. a mezza atmosfera vale 0,30 kg/m<sup>3</sup>; a una vale 0,6, a 5 vale 2,6. Nello stesso intervallo il calore di condensazione è notevole e varia poco colla temperatura; ciò costituisce dal punto di vista termico una delle qualità più utili di questo fluido. Riferendo tale calore all'unità di peso si hanno valori intorno alle 500 kcal/kg (550 a mezza atmosfera, 540 a una, 500 a cinque); riferendolo però all'unità di volume si ottengono valori rapidamente crescenti colla pressione (165 kcal/m<sup>3</sup> a mezza atmosfera, 313 a una, 1300 a cinque).

Modificando la pressione del vapore si può regolare la temperatura delle superfici scaldanti. Un tal metodo è effettivamente impiegato nei sistemi americani a depressione.

Negli impianti a pressione prossima all'atmosferica le variazioni che si otterrebbero in questo modo sarebbero però appena sensibili (pochi gradi per ogni decimo di atmosfera). In tali casi si preferisce ricorrere alla parzializzazione della superficie di trasmissione del calore mantenendo negli apparecchi una quantità più o meno grande di aria che essendo più densa del vapore rimane nella loro parte più bassa. Nel sistema Castellazzi, che ha ricevuto applicazioni in Italia, l'aria è invece mescolata in quantità regolabile alla stessa corrente di vapore nei condotti di distribuzione (v. fig. 13). In generale al termine del funzionamento dell'impianto il vapore contenuto nei condotti si condensa e si raccoglie nella caldaia; non si ha quindi pericolo di gelo nelle tubazioni e nei corpi scaldanti durante i periodi di inattività.

Il riscaldamento a vapore si adatta agli edifici molto sviluppati in altezza

(1) Si intende la pressione assoluta, cioè quella letta al manometro più l'atmosferica.

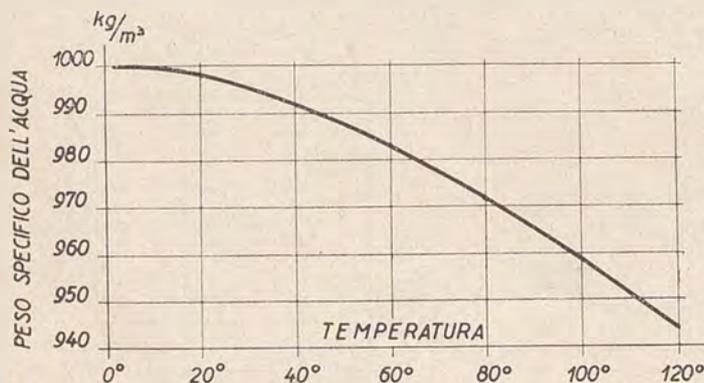


Fig. 12

CONFRONTO FRA LE DIMENSIONI DEI CONDOTTI NEI VARI SISTEMI DI RISCALDAMENTO



Fig. 14

## RISCALDAMENTO A MISCELA

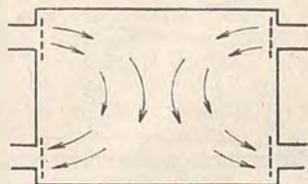


fig 15

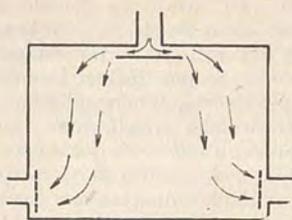


fig 16

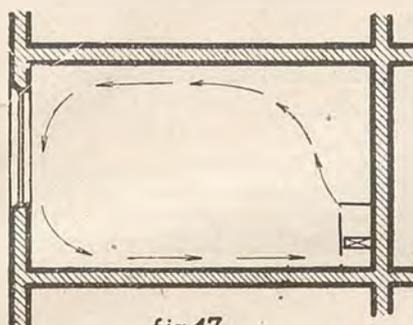


fig 17

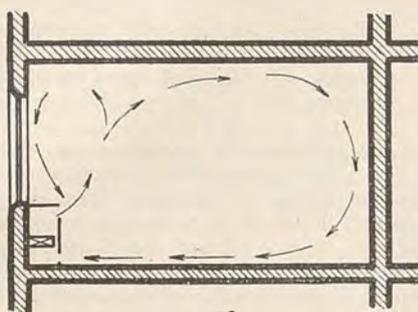


fig 18

## RISCALDAMENTO A CONVEZIONE

perchè, contrariamente a quanto succede nelle condotte d'acqua, la pressione esercitata alla base di quelle di vapore dalla colonna fluida soprastante è sempre esigua.

*Confronto tra i vari fluidi.* - L'esame fatto in precedenza permette di ricavare qualche criterio sull'attitudine dei vari fluidi a funzionare da veicoli del calore in impianti correttamente proporzionati. Poichè questi fluidi sono guidati mediante condotti dai centri di produzione ai luoghi di utilizzazione conviene farsi un'idea delle loro dimensioni relative a parità di calore ceduto. Ricordando che la velocità nelle tubazioni ammonta ordinariamente a valori dell'ordine di pochi centimetri al secondo per l'acqua dei termosifoni, di qualche metro per l'acqua in circolazione forzata e per l'aria, di qualche decina di metri per il vapore e tenendo conto che nei locali da scaldare la diminuzione di temperatura dei due primi fluidi supera raramente la ventina di gradi, facili calcoli forniscono per una potenzialità media d'impianto le dimensioni d'ingombro che sono paragonate in modo appariscente nella fig. 14.

Com'era del resto intuitivo i condotti d'aria sono di gran lunga i più ingombranti; bisogna però tener presente che essi soddisfano anche alle esigenze della ventilazione ed eventualmente del condizionamento, ora così diffuso nei grandi locali di riunione, e che d'altra parte è possibile nella loro costruzione evitare l'impiego del ferro.

La distribuzione con acqua è di funzionamento semplice e di agevole regolazione sia centrale (ottenuta variando la temperatura di partenza) sia locale (ottenuta colla manovra dei rubinetti); essa presenta una notevole inerzia termica il che costituisce una caratteristica favorevole negli edifici ad uso di abitazione. Nei periodi di inattività è da temere il pericolo del gelo.

La distribuzione col vapore permette di raggiungere rapidamente lo stato di regime e coi sistemi più recenti è suscettibile di una sufficiente regolazione, sia pure a mezzo di dispositivi alquanto delicati; essa è adatta al riscaldamento dei locali occupati saltuariamente e degli edifici di notevole altezza.

### 3. - L'UTILIZZAZIONE DEL CALORE. - Sistemi a miscela, a convezione, a irradiazione, misti - Ripartizione della temperatura e delle correnti d'aria coi vari sistemi.

*Sistemi a miscela.* - Sono usati negli impianti ad aria condizionata. L'aria è immessa nel locale attraverso bocche variamente disposte e va a mescolarsi coll'aria ambiente. Le correnti che per tale motivo si stabiliscono nel locale non devono risultare fastidiose e ciò si ottiene limitando la velocità e la temperatura dell'aria in corrispondenza delle bocche stesse e costruendo queste ultime in modo opportuno.

La tendenza attuale è di promuovere meccanicamente la circolazione con direzione prevalente dall'alto verso il basso, disponendo cioè le bocche di introduzione nella parte alta del locale e quelle di estrazione, numerose e ben distribuite, nella parte bassa. Si vedano ad es. gli schemi indicati nelle figg. 15 e 16.

Le disposizioni costruttive mirano a rendere la distribuzione dell'aria la più uniforme possibile; ciò si ottiene producendo il movimento dell'aria mediante ventilatori in modo praticamente indipendente dai moti convettivi dovuti a differenze di temperatura e limitando la velocità di introduzione dall'alto a valori intorno a qualche metro al secondo, quella di estrazione anche a pochi decimetri quando le aperture si trovano in vicinanza delle persone, come succede

per le caratteristiche bocchette a fungo disposte sotto i sedili in certe grandi sale di spettacolo.

L'introduzione a velocità superiori a quelle indicate esige l'adozione di speciali dispositivi atti a rallentare la corrente a breve distanza dalla bocca od a dirigerla convenientemente ed a facilitarne il rimescolamento coll'aria circostante, per es. suddividendola in tanti getti variamente orientati. Negli impianti ben costruiti le differenze di temperatura da punto a punto (eccettuate le zone prossime alle bocche di introduzione) sono piccole; per ottenere più sicuramente una buona uniformità conviene che la temperatura di introduzione non differisca di più di una diecina di gradi dalla temperatura media dell'ambiente nel caso del riscaldamento e ancor meno in quello del raffreddamento.

*Sistemi a convezione.* - Nei sistemi a sola convezione i corpi scaldanti collocati nei singoli locali sono completamente schermati in modo da rendere praticamente nulla l'influenza dell'irradiazione.

I movimenti dell'aria nel locale sono notevolmente influenzati dalla posizione di detti corpi specialmente rispetto alle pareti esterne e alle finestre. Le disposizioni schematiche indicate nelle figg. 17 e 18 mostrano l'andamento delle correnti d'aria nella stagione invernale in due casi tipici.

Nel secondo di questi casi le correnti calde ascendenti dal convettore si oppongono a quelle fredde che discendono a contatto dei vetri e che sono fastidiose per le persone.

Il senso delle correnti si inverte nella stagione estiva se gli apparecchi funzionano da raffreddatori.

La velocità dell'aria può raggiungere alcuni decimetri al secondo quando la circolazione avviene naturalmente, cioè per differenza di densità tra le colonne calde ascendenti e quelle fredde discendenti; può assumere valori alquanto più elevati quando si impiegano apparecchi di condizionamento locale muniti di ventilatore.

*Sistemi a irradiazione.* - Sono i sistemi a pannelli dal soffitto, costituiti in qualche caso da radiatori metallici piani, e più comunemente da serpentine di tubo di acciaio, a giunti saldati, incorporati nel soffitto durante la sua costruzione e predisposti per la circolazione dell'acqua calda a temperatura moderata (sistema Crittal, 1908, e derivati) (fig. 19).

A rigore la disposizione a soffitto non annulla completamente la convezione. Questa cesserebbe di manifestarsi nel caso ideale di un soffitto piano, liscio, illimitato, perfettamente orizzontale ed a temperatura uniforme, qualora nell'aria non si verificassero movimenti per altre cause. La cessione del calore dal soffitto all'aria avverrebbe allora direttamente per sola conduzione e quindi con un'intensità praticamente trascurabile. Nella realtà siamo sempre in condizioni più o meno differenti da quelle limiti indicate e l'influenza dei bordi e del ricambio d'aria sono sensibili. In ogni modo prevale nettamente la trasmissione per irradiazione e l'aliquota relativa può raggiungere e superare l'80 % del totale. Non è da credere che la temperatura superficiale dei pannelli sia perfetta-

mente uniforme; sono state rilevate differenze fra zona e zona fino a circa una decina di gradi.

Coi sistemi tipo Crittal la tendenza è di limitare a circa 40° la temperatura dell'acqua di circolazione nei serpentine durante la stagione invernale, e ciò sia per ragioni costruttive sia per evitare sensazioni fastidiose.

**Sistemi misti a convezione e irradiazione.** — Sono i sistemi più diffusi e le comuni stufe a elementi a circolazione di acqua calda od a vapore, purchè non schermate, ne costituiscono l'esempio più caratteristico. In questi casi la convezione è in complesso prevalente (la corrispondente aliquota va dal 70 all'80 % circa del calore complessivamente trasmesso) e per tale motivo la locuzione « radiatori » usata correntemente nei loro riguardi è impropria.

L'andamento generale delle correnti d'aria corrisponde mediamente a quello già indicato per i convettori.

Altri esempi di apparecchi a cessione di calore per convezione e irradiazione sono forniti dai riscaldatori a tubi lisci o nervati usati nelle industrie, dalle stufe a combustione e dai sistemi di riscaldamento dal pavimento.

In ogni caso dal punto di vista igienico convengono i tipi più semplici e più facilmente pulibili.

**Distribuzione della temperatura dell'aria coi vari sistemi.** — La distribuzione della temperatura nell'aria dei locali dipende notevolmente dal sistema adottato ed ha conseguenze fisiologiche di non trascurabile importanza. A parità di altre circostanze tale distribuzione dipende ovviamente dalla forma e dalla disposizione delle superfici riscaldanti o delle bocche di introduzione dell'aria. Un confronto tra vari sistemi è illustrato dalle figg. 20, 21, 22, ricavate da una ricerca eseguita al Politecnico di Stoccarda (cfr. «Gesundheits-Ingenieur» 1938, pag. 439). La fig. 21 è relativa all'impiego di una comune stufa ad elementi disposta sotto la finestra; la fig. 22 riguarda il caso di un convettore, infine la fig. 23 illustra il caso del riscaldamento dal soffitto ottenuto con serpentine a circolazione d'acqua. Il confronto fra l'andamento delle isoterme ha valore puramente qualitativo perchè fra l'altro la temperatura esterna e quella degli ambienti confinanti non erano le stesse nei tre casi.

Altro confronto coll'andamento delle temperature lungo una verticale in tre casi fondamentali di riscaldamento a pannelli è indicato nella fig. 23.

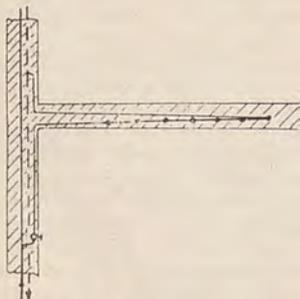


Fig. 19 — Riscaldamento dal soffitto. Sistema Crittal

Coi sistemi a prevalente irradiazione la temperatura media dell'aria può essere mantenuta più bassa che coi sistemi a prevalente convezione; la diminuzione del calore ricevuto dal corpo umano dall'aria circostante può infatti in tal caso essere compensata, almeno globalmente, dall'aumento della irradiazione. La distribuzione degli effetti di questa irradiazione ha però, dal punto di vista fisiologico, una evidente importanza e dovrebbe essere maggiormente considerata (2).

#### 4. — LA REGOLAZIONE DEL CALORE. — Regolazione manuale e regolazione automatica — Elasticità termica degli impianti.

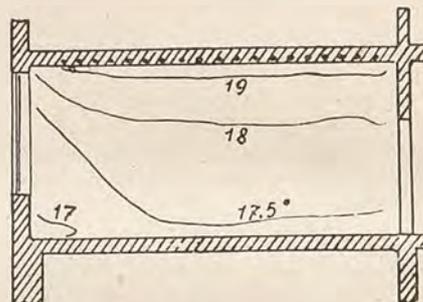
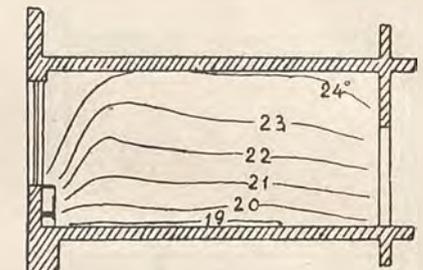
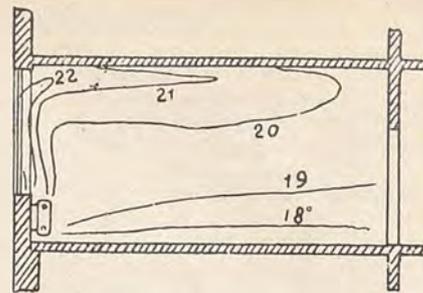
La regolazione del riscaldamento, cioè il suo adeguamento alle condizioni climatiche esterne, è ottenuta entro certi limiti modificando la temperatura media delle superfici scaldanti se il riscaldamento è a convezione o ad irradiazione, oppure la temperatura o la portata dell'aria se il riscaldamento è a miscela.

Lo scopo può essere raggiunto sia manovrando localmente appositi rubinetti o registri, sia operando centralmente sugli stessi apparecchi di produzione del calore, o manualmente o per mezzo di dispositivi automatici. Si vanno in particolare diffondendo i dispositivi termostatici comprendenti una parte sensibile alle variazioni di temperatura costituita da lamine bimetalliche o da liquidi facilmente dilatabili e un meccanismo che muove i registri o le valvole. Il collegamento fra le due parti è spesso assicurato per via elettrica mediante appositi circuiti ausiliari.

Si usa chiamare *elasticità termica* dell'impianto la sua attitudine ad adattarsi ai vari carichi in dipendenza delle condizioni climatiche, pure continuando ad assicurare in modo regolare nell'interno dei locali le temperature prescritte, e si dice *grado di elasticità* il rapporto fra la potenzialità termica normale (quella cioè posta a base dei calcoli) e quella che si può verificare in altre condizioni. Si prescrivono talvolta dei gradi di elasticità pari a 3 o 4, imponendo che gli impianti abbiano a funzionare regolarmente anche con differenze di temperatura fra interno ed esterno uguali rispettivamente a  $\frac{1}{3}$  o  $\frac{1}{4}$  di quelle ritenute normali. La condizione riguarda gli impianti a circolazione naturale, giacchè con mezzi artificiali di circolazione l'adeguamento a carichi ridotti non presenta difficoltà.

Con una temperatura interna di 18° ed un grado di elasticità uguale a 3 dovrebbe sussistere la seguente corrispondenza di valori:

Temperatura minima posta a base del calcolo	Temperatura esterna massima fino alla quale si deve avere un normale funzionamento dell'impianto
— 12° C	+ 8° C
— 9° C	+ 9° C
— 6° C	+ 10° C
— 3° C	+ 11° C
0° C	+ 12° C



Dall'alto in basso:

Distribuzione delle temperature con riscaldamento:  
Fig. 20 — Mediante stufa a elementi  
Fig. 21 — Mediante convettore  
Fig. 22 — dal soffitto

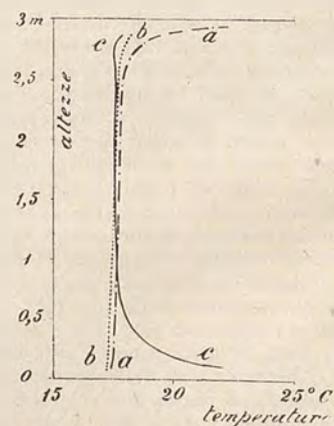


Fig. 23 — Distribuzione delle temperature. Riscaldamento a pannelli: a) dal soffitto; b) dalle pareti; c) dal pavimento.

Negli impianti di riscaldamento ad acqua calda il procedimento più razionale di regolazione consiste nel modificare il regime di combustione e, in generale, la

(2) Cfr. C. CODEGONE: Sul calcolo del riscaldamento a pannelli, «L'Energia Termica» 1939, n. 12; Théorie générale du chauffage par surfaces rayonnantes, «Chaleur et Industrie», 1939, n. 234.

produzione del calore in modo da variare opportunamente la temperatura di partenza dell'acqua dalla caldaia. La legge secondo la quale conviene far dipendere questa temperatura dal valore della temperatura esterna varia a rigore da impianto a impianto e da luogo a luogo e richiederebbe apposite e piuttosto laboriose determinazioni. Quando ciò non sia possibile si trova consigliato di adottare in prima approssimazione per il clima medio della pianura padana le indicazioni della seguente tabella:

Temperatura esterna ...	- 10°	- 5°	0°	+ 5°	+ 10° C
Temperatura di partenza dalla caldaia	+ 90°	+ 82°	+ 74°	+ 66°	+ 57° C

che corrispondono in media a circa 1,60 in meno alla caldaia per ogni grado in più del previsto all'esterno. Altri Autori calcolano una diminuzione più rapida (fino a circa 2,30 in meno alla caldaia per ogni grado in più all'esterno) (3). Si pone spesso la condizione che la differenza di temperatura fra andata e ritorno non superi nelle condizioni più sfavorevoli i 25° colla circolazione naturale, e dai 10° ai 20° colla circolazione forzata secondo lo sviluppo della rete di distribuzione.

5. - LA VALUTAZIONE DEL CALORE. - *La valutazione preventiva del fabbisogno di calore - I gradi-giorno - Dati pratici sui consumi - La valutazione negli impianti costruiti: i contatori di calore.*

Gli impianti di riscaldamento debbono stabilire nei locali durante la stagione fredda le condizioni termiche prefissate. Essi devono quindi fornire agli ambienti quantità di calore sufficienti a compensare sia i disperdimenti attraverso le pareti sia le perdite di calore che sono la conseguenza dei ricambi d'aria causati dall'apertura saltuaria delle porte e delle finestre, dalla imperfetta ermeticità delle chiusure ed eventualmente, in piccola misura, dalla permeabilità delle pareti. Se poi dei ricambi d'aria fossero provocati artificialmente con dispositivi o con impianti appositi bisognerà mettere in conto anche la quantità di calore che vi corrisponde.

Nei locali di riunione (quali i teatri, le sale per conferenze, le aule scolastiche, le chiese, ecc.) può assumere una sensibile importanza il calore generato dalle persone che vi si trovano e dalle sorgenti di illuminazione; questa produzione va a beneficio dell'impianto di riscaldamento, la cui potenzialità potrà essere in conseguenza ridotta.

D'altra parte molti impianti funzionano in modo discontinuo: è tipico il caso degli edifici di abitazione nei quali la caldaia cessa di funzionare durante alcune ore della notte, ovvero il focolare è lasciato a fuoco dormiente, e nei quali viene così a stabilirsi una specie di regime periodicamente variabile; i locali di ritrovo devono essere portati alla tem-

peratura richiesta in un periodo limitato di tempo, indipendentemente dalla durata dell'occupazione che può anche essere breve. Queste esigenze crescono il dispendio di calore al quale deve sopprimere l'impianto, perchè alle partite già elencate si aggiunge quella relativa al riscaldamento delle masse murarie e degli altri materiali costituenti l'edificio o in esso racchiusi e che si sono raffreddati durante l'inattività della caldaia.

I disperdimenti di calore sono calcolati in base ad un valore convenzionale della temperatura dell'aria esterna (per es. - 7° a Torino, - 5° a Milano e a Bologna, 0° a Roma) dedotto dalle osservazioni meteorologiche eseguite nelle località dove si costruisce l'impianto od in località vicine, salvo a tener conto dell'orientamento, dell'influenza dei venti e di altre circostanze mediante opportuni coefficienti (4). I calcoli poggiano necessariamente su ipotesi semplificative più o meno adeguate alla realtà e richiederebbero un continuo aggiornamento. La considerazione dei regimi discontinui, l'impiego di nuovi sistemi e materiali, ecc. pongono problemi di non agevole soluzione.

L'esame numerico particolareggiato di tutte le circostanze che influiscono sul fabbisogno di calore degli edifici riguarda però il progettista degli impianti ed esula dal quadro della presente trattazione. È invece conveniente dare qui almeno gli ordini di grandezza dei consumi globali che interessano sia in sede di preventivo sia nei riguardi dell'esercizio.

Sul consumo stagionale influiscono molte circostanze, ma principalmente la differenza fra la temperatura di regime che si vuole mantenere nei locali e la temperatura media stagionale dell'aria esterna. È stato proposto in America di valutare il consumo degli impianti di riscaldamento in relazione appunto alla somma, formata da tanti addendi quanti sono i giorni della stagione di riscaldamento, delle differenze tra la temperatura interna  $t_i$  e quella media giornaliera  $t_e$  dell'aria esterna, oppure, ciò che fa lo stesso, al prodotto  $G$  del numero  $n$  di giorni di cui si compone l'anzidetta stagione per i gradi di differenza fra la  $t_i$  (che si suppone costante) e la temperatura media stagionale  $t_{em}$  dell'aria esterna. Questo prodotto dà il numero dei *gradi-giorno* (degrees-day).

Detto  $C$  il consumo (espresso in kcal o in kg di combustibile od eventualmente di vapore per ogni metro cubo di volume riscaldato) e  $k$  una costante opportuna, dipendente anche dalle unità di misura scelte, si avrebbe quindi:

$$C = kG = k \sum_1^n (t_i - t_e) = k n (t_i - t_{em})$$

Una definizione così semplicistica non può naturalmente corrispondere alla realtà che in modo grossolano perchè non tiene conto di molte altre circostanze che influiscono sui consumi; e difatti l'esperienza mostra che  $k$  non è costante ma dipende dal tipo e dalla destinazione dell'edificio (con speciale riguardo all'aliquota di superfici vetrate ed alla ado-

zione di particolare artifici d'isolamento termico quali ad es. l'uso di finestre doppie, ecc.), dal sistema di riscaldamento e dalle modalità di esercizio, ecc.

Volendo arrivare, a titolo di orientamento, anche soltanto a degli ordini di grandezza si trova con qualche manipolazione dei risultati sperimentali che il valore di  $k$  può risultare in media di  $12 \div 15$  kcal per ogni grado-giorno e per ogni metro cubo di volume riscaldato.

Per il clima medio della pianura padana in prima grossolana approssimazione e per impianti in condizioni medie di costruzione e di manutenzione tale consumo corrisponde a circa  $4 \div 6$  kg di buon combustibile (potere calorifico di almeno 7000 kcal/kg) per ogni metro cubo e per ogni stagione di riscaldamento. Il corrispondente fabbisogno massimo di calore, cioè la potenzialità termica convenzionale dell'impianto, si aggira sulle  $15 \div 20$  kcal/m<sup>3</sup>, ora; quello medio stagionale intorno alla metà di questo valore.

Economie sensibili possono essere raggiunte con una buona manutenzione e regolazione degli impianti e curando con varie disposizioni l'isolamento termico degli edifici (5).

*Contatori di calore.* - Sono apparecchi misuratori che dovrebbero permettere di dedurre con sufficiente esattezza da una semplice differenza di letture la quantità di calore erogata a un ambiente in un certo periodo di tempo, per es. in un mese o in una stagione di riscaldamento, così come in altre applicazioni si misurano correntemente le quantità di energia elettrica ed i volumi di gas combustibile o di acqua forniti ai vari utenti per ripartirne fra di essi le spese. Siccome la misura della quantità di calore ceduta da un fluido caldo (come sarebbe l'acqua dei termosifoni) ad un ambiente non è così semplice e determinata come potrebbe sembrare a prima vista, almeno quando si debbano evitare misure di portata, il problema di costruire apparecchi poco costosi e di facile lettura non ha avuto soluzioni pratiche che da pochi anni.

La diffusione di questi apparecchi, fondati ad es. sull'elettrolisi di sali di mercurio prodotta da correnti termoelettriche o sulla lenta evaporazione di liquidi speciali, potrebbe, come sembrano dimostrare alcune indagini eseguite all'estero far evitare sprechi di calore e quindi apportare benefici economici.

Nel caso del riscaldamento a vapore la misura si limita alla semplice valutazione del peso dell'acqua condensata uscente dagli apparecchi scaldanti.

Negli impianti a circolazione forzata di acqua calda l'inserzione di contatori idraulici permette di semplificare il problema, che assume una particolare importanza quando con una sola centrale termica si provvede al riscaldamento di gruppi di edifici (6).

C. Codegone

(3) Cfr. A. MONDIEZ, *Physique Industrielle*, II, pag. 407; Ed. Gauthier-Villars, Parigi, 1947.

(4) Per il clima di Torino, cfr. C. CODEGONE, « *Politecnico* », 1930, n. 1.

(5) Cfr. C. CODEGONE, *Sull'economia termica degli edifici*, « *L'Architettura Italiana* », 1942, n. 7; *Termotecnica delle costruzioni civili*, ibid., 1939, n. 4.

(6) Cfr. C. CODEGONE, *Le centrali termiche urbane*, « *L'Architettura Italiana* », 1942, n. 10-12.

# Impianti centrali a termosifone frazionabili

L'accentrimento degli impianti di riscaldamento a termosifone per una o più case, procura grandi vantaggi e soprattutto comodità molto apprezzate in confronto degli impianti individuali per i singoli alloggi.

La esecuzione dell'impianto centrale elimina ai singoli inquilini le preoccupazioni di esercizio, dell'acquisto, approvvigionamento ed immagazzinamento in proprio del combustibile, e procura un esercizio continuativo, regolare e regolato.

Ai vantaggi suddetti sono da contrapporre: gli oneri della collettività e della necessità di intesa e di accordo tra famiglie di inquilini e tra persone aventi differenti necessità d'uso dei locali da riscaldare, e l'impossibilità di utilizzare l'impianto per uso individuale in mancanza dell'esercizio dell'impianto centrale.

Durante il periodo bellico, tanto di questa ultima guerra come della precedente guerra di liberazione, quasi la totalità degli impianti centralizzati sono rimasti inattivi, e poichè al riscaldamento non si può sempre rinunciare ognuno ha provveduto con mezzi propri, con soluzioni provvisorie e non sempre di confortevole ed economico esercizio.

Ancora oggi la ripresa degli esercizi centrali è limitata e molte discordanze e difficoltà d'intesa sono dovute alle divergenze tra gli inquilini sul periodo di durata dell'esercizio, sulle modalità ed intensità dello stesso, in particolare in rapporto alla spesa di esercizio.

Per prevenire, specie per le nuove costruzioni, situazioni analoghe ed allo

scopo di ottenere impianti centralizzati con tutti i vantaggi degli impianti attuali e con le prerogative degli impianti individuali, presento uno schema di impianto che, applicato con le caratteristiche specificate in appresso, risolve non solo il quesito posto, ma aggiunge altri vantaggi anche dal lato estetico della sistemazione, elimina servitù di passaggio di tubazioni e colonne di distribuzione di uso comune nell'interno degli alloggi.

La disposizione è raffigurata nello schema (Fig. 1) che rappresenta un impianto centrale predisposto con la possibilità per ogni inquilino di sistemare una caldaia ausiliaria in proprio nell'alloggio stesso, per riscaldare anche individualmente il proprio alloggio in mancanza dell'esercizio centrale o nei giorni di anticipo e di proroga del periodo dell'esercizio, ed inoltre con la prerogativa durante il periodo stesso di esercizio, di poter intensificare il riscaldamento del proprio alloggio e prolungare l'orario giornaliero.

Particolarmente l'impianto comprende: a) una centrale termica, costituita da una o più caldaie, per la totale occorrenza per tutto l'impianto; b) una rete di distribuzione orizzontale nei locali sotterranei per il collegamento della centrale a tutte le colonne ascendenti e discendenti, come in appresso; c) colonne uniche ascendenti per ogni scala, od eventualmente una per ogni colonna di alloggi sovrapposti; d) una distribuzione propria e particolare per ogni alloggio con tubazioni di andata e di ritorno orizzontali per l'allacciamento delle stufe dell'alloggio, come per un normale impianto individuale per appar-

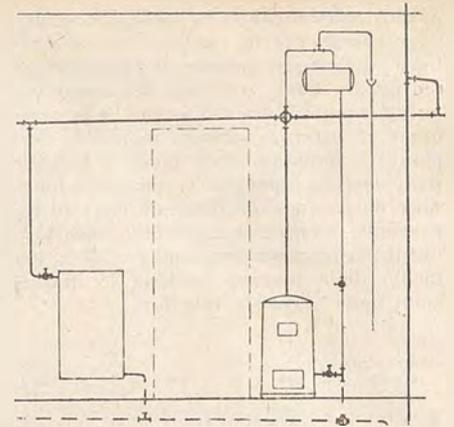


Fig. 2

tamento; e) una tubazione verticale discendente per l'allacciamento indipendente di ogni alloggio sino al sottopiano, predisposto in prossimità della colonna ascendente di apporto acqua calda all'alloggio.

Con le disposizioni di impianto specificate e con la sistemazione: a) di saracinesche disposte una sulla tubazione di andata nell'interno dell'alloggio ed una sulla tubazione di ritorno nel sottopiano; b) di una caldaia ausiliaria nell'alloggio stesso; c) di collegamenti adatti per sicurezza di esercizio (vedi fig. 2); d) di un vaso di espansione chiuso; si realizzano i vantaggi degli impianti individuali con l'esecuzione dell'impianto centrale.

La prescrizione di una colonna indipendente per il ritorno separato per ogni alloggio, anzichè una colonna unica come per l'andata, è opportuna per poter raccogliere e raggruppare in un unico punto all'esterno degli alloggi la possibilità di intercettazione e regolazione del riscaldamento ai singoli alloggi, ma soprattutto è necessaria per avere una uniforme e sicura distribuzione ad ogni alloggio e per tutti i piani.

È evidente che le tubazioni di distribuzione debbono essere disposte: quelle interne nei singoli alloggi a circolazione per gravità come per i normali impianti individuali, mentrèchè le tubazioni della rete di distribuzione orizzontale nel sottopiano e per le colonne verticali possono essere a circolazione per gravità ma preferibilmente per circolazione con gruppo di propulsione che oltre a ridurre i diametri offre i ben noti ed indiscussi vantaggi di una economia di esercizio non minore del 20 %.

La spesa totale di esecuzione di impianto centrale con le prerogative sopra specificate non è superiore alle spese di un ordinario impianto centrale a colonne doppie verticali, ben inteso esclusa la fornitura delle caldaie ausiliarie per i singoli alloggi, fornitura che può essere facoltativa ed a carico di ogni inquilino.

Il sistema favorisce inoltre la possibilità della esecuzione della centrale e delle tubazioni di distribuzione agli alloggi nel corso di costruzione della casa lasciando agli inquilini la possibilità di farsi l'impianto nell'alloggio con l'approvvigionamento in proprio delle tubazioni e radiatori ed a loro volontà.

Giuseppe Boido

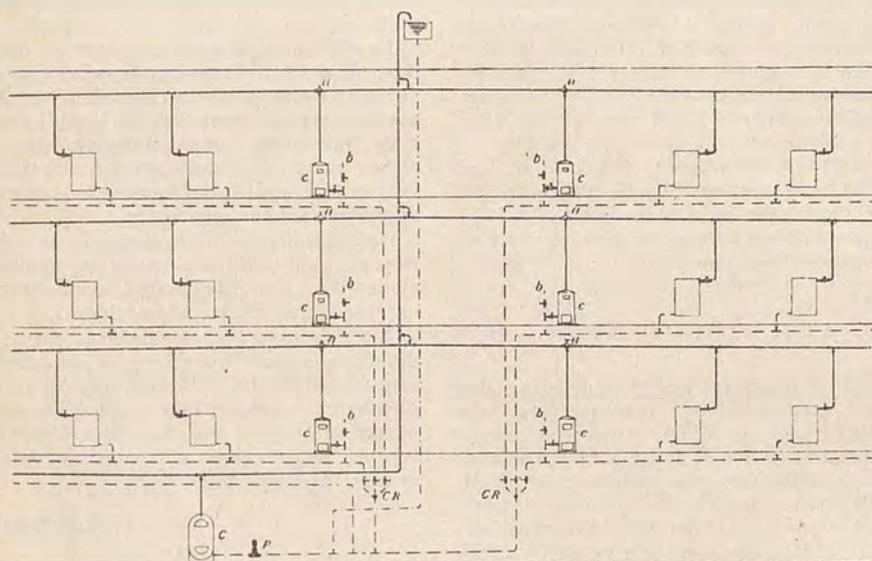


Fig. 1 — C = Caldaia centrale — c = caldaie ausiliarie — P = Pompa di propulsione — CR = Collettori di ritorno — a, b = Attacchi per sistemazione espansione ed alimentazione per le caldaie ausiliarie.

———— Tubazione di distribuzione. - - - - Tubazione di ritorno. ····· Tubazione di espansione.

# Considerazioni sugli impianti ad acqua surriscaldata a temperatura moderata

1. - Recentemente si è avuto modo di ricavare alcuni risultati pratici di esercizio da alcuni impianti ad acqua surriscaldata a temperatura moderata (temperatura massima dell'acqua all'uscita della caldaia sui 105° C), e si è cercato di istituire un confronto con analoghi impianti a vapore a bassa pressione corrispondenti, per potenzialità, costruzione ed esercizio a quelli in oggetto.

Gli impianti, il cui esercizio è in corso di analisi, sono tre: uno riscalda un complesso industriale comprendente grandi saloni e ambienti di normale cubatura per uffici, il secondo interessa unicamente grandi locali per lavorazione industriale, il terzo riguarda invece il funzionamento termico di un impianto ad aria condizionata per un complesso di uffici direttivi.

Un primo esame comparativo ha precisato alcune caratteristiche tecniche, mentre altre sono ancora allo studio e attendono maggiori accertamenti.

Si può tuttavia fin d'ora affermare che in genere l'impianto ad acqua surriscaldata a bassa temperatura presenta dei vantaggi sensibili proprio negli stessi casi in cui sono adottati gli impianti a vapore a bassa pressione.

Le considerazioni, che inducono ad adottare gli impianti a vapore a bassa pressione, sono fra l'altro: l'esigenza di una rapida andata a regime, la discreta estensione che è possibile assegnare ai circuiti, il non attribuire una particolare importanza al modo col quale si effettua la trasmissione del calore agli ambienti, l'eventuale influenza dell'azione del gelo su alcune parti dell'impianto. Orbene queste caratteristiche, tranne l'ultima, sono comuni anche al sistema ad acqua surriscaldata a temperatura moderata, il quale per di più presenta possibilità di regolazione ben maggiori di quelle dei sistemi precedenti.

È noto come nei comuni impianti a vapore a bassa pressione la regolazione opponga gravi difficoltà ad essere attuata. Infatti l'impianto entra in regolare funzionamento quando sussiste in caldaia la prevista pressione. Al diminuire di tale pressione il vapore non raggiunge più, con uniformità di distribuzione, i singoli corpi riscaldanti, ed il funzionamento di questi diviene, come si suol dire, « squilibrato ».

La forza fluido-motrice di distribuzione è generata nel corpo della caldaia e dipende quindi dall'esercizio della medesima. Cesando la produzione del vapore, si arresta il funzionamento dell'impianto ed il suo effetto riscaldante. Non è quindi possibile una regolazione centrale dell'impianto se non per « tutto » o « niente ».

L'azione regolatrice singola sugli apparecchi riscaldanti è malagevole e può operarsi unicamente per parzializzazione dei medesimi quando si trascuri di considerare il sistema, non più usato, detto a sconvolgimento d'aria nelle stufe. D'altra parte tale parzializzazione non viene in generale praticata mentre si esige una pronta ed elastica regolazione centrale.

Negli impianti ad acqua surriscaldata a non elevata temperatura, la gamma di regolazione centrale è invece estesissima. La circolazione è provocata quasi sempre da una elettropompa e quindi la forza fluido-motrice è indipendente dall'esercizio della caldaia. In pratica si può utilizzare centralmente un intervallo di temperatura che va dai 40° C ai 110° C regolabili in funzione della richiesta termica, la quale è variabile da parte degli organi trasmettenti calore ai locali. Regolando la portata dell'acqua ai corpi riscaldanti singoli, si ottiene una regolazione analoga a quella dei normali impianti ad acqua calda.

2. — Riteniamo utile citare alcuni dati di funzionamento relativi al primo degli impianti ad acqua surriscaldata precedentemente menzionati. Trattasi di un impianto che ha una potenzialità di produzione di circa 650.000 kilocalorie all'ora, con una temperatura dell'acqua in partenza di 105° e in arrivo di 40°.

L'impianto ha una capacità di circa 1500 litri d'acqua, con una superficie di tubazioni pari a 10,4 dm<sup>2</sup>. In analogo impianto a vapore a bassa pressione (2/10 di atmosfera) avevamo una quantità d'acqua in caldaia di circa 630 litri con una superficie di tubazioni (escluse quelle di condensa) di 12,9 dm<sup>2</sup>.

Da calcoli pratici di prima approssimazione risulta che il primo impianto offre rispetto al secondo un risparmio di calore di circa l'1% in relazione ai periodi di avviamento e di estinzione e di circa l'1,5% per la minore trasmissione media delle tubazioni di distribuzione, che per 1/4 della loro lunghezza attraversano locali non riscaldati.

Non ha molta importanza il fatto che i corpi riscaldanti trasmettano circa il 10% in più nel caso del vapore quale fluido riscaldante, poichè tale effetto, che influisce unicamente sul costo di installazione, è compensato dal minor costo di altri elementi costitutivi dell'impianto ad acqua surriscaldata, sia pure tenendo conto della installazione di un gruppo elettropompa. Si pensi che oltre al fatto di poter quasi sempre utilizzare tubazioni di minor peso, si ha l'eliminazione degli organi sussidiari ed indispensabili per l'impianto a vapore, quali marmitte di condensa, scaricatori, sifonature, ecc., che gravano sul costo di esercizio per la loro stessa continua manutenzione.

Vi sono altri fattori pratici che entrano in giuoco nella comparazione tra i due sistemi, come ad esempio il volano termico costituito dall'acqua di circolazione, la velocità del fluido riscaldante in caldaia, ecc., fattori che possono elevare il coefficiente di risparmio termico.

Ritengo che in certe installazioni sia possibile raggiungere, per impianti ad acqua surriscaldata a non elevata temperatura, un'economia di esercizio anche del 5% in confronto ad impianto simile a vapore a bassa pressione (pur comprendendo nel conto la spesa dell'energia elettrica per la elettropompa).

I vantaggi del sistema in esame possono essere pertanto così riassunti:

- a) possibilità di notevole estensione con regolazione centrale,
- b) possibilità di una eccellente regolazione individuale dei corpi scaldanti,
- c) indipendenza dalla quota di posa delle caldaie,
- d) migliore qualità di trasmissione termica negli ambienti che non col funzionamento a vapore,
- e) buon rendimento pratico-economico d'esercizio,
- f) facile adattamento installativo alle varie applicazioni della moderna edilizia.

L'unico vincolo nel sistema ad acqua surriscaldata è dato dalla necessità di disporre in modo continuo dell'energia elettrica, o in genere della energia motrice, occorrente per l'azionamento della pompa di circolazione, necessità che, d'altra parte, è in scala maggiore negli stabilimenti industriali, è ben più preoccupante agli effetti del funzionamento dei vari macchinari di lavorazione.

Venanzio Laudi

## Errata - Corrigé annata 1948

LUGLIO 1948 — P. L. NERVI - *Le strutture portanti del Palazzo per le Esposizioni al Valentino*.  
A pag. 120, 3<sup>a</sup> col., invece di: 53 kg/inq si legga: 53 kg/cmq.

OTTOBRE 1948 — V. ZIGNOLI - *Sul calcolo degli ingranaggi diritti*.  
A pag. 189 la formula successiva alla 2 si corregga:

$$P_m = \frac{17 D b d}{Y \sqrt{O}} \frac{Z}{Z \pm z}$$

C. MORTARINO - *Sollecitazioni a fatica sulle funi di acciaio*.  
A pag. 192, 3<sup>a</sup> col., si corregga:

$$M_{max} = \frac{1}{10} Nl \quad \sigma_f = 94,2 f \quad \sigma_f = \pm 87,5 \text{ kg/mm}^2$$

# Novità negli impianti a livello a termosifone

**Riassunto.** — Schema e descrizione di un nuovo tipo di impianto a livello per acqua circolante a termosifone, realizzante particolari vantaggi estetici (oltrechè costo di esecuzione normalmente minore) rispetto agli usuali tipi di impianto.

Un esemplare del nuovo tipo proposto è stato costruito a titolo sperimentale dalla FIAT — Divisione Costruzioni ed Impianti.

È richiesto sovente ai tecnici dell'acclimazione di provvedere al riscaldamento indipendente di singoli appartamenti, da effettuarsi cioè con una caldaia per ciascun appartamento anziché con un'unica centrale termica per tutto il complesso degli appartamenti dello stabile. Ciò, come noto, per realizzare una indipendenza funzionale che è sempre apprezzabile ed in taluni casi anche indispensabile.

## 1. — Caratteristiche dei comuni impianti a livello (Vedi schema A).

Negli impianti in oggetto la caldaia è di norma collocata in cucina od altra camera di disimpegno dell'appartamento, e comunque installata allo stesso livello degli ambienti da riscaldare: per questo appunto l'installazione è denominata « a livello ».

Dalla caldaia l'acqua calda sale a soffitto a mezzo di una colonna detta « montante », ed alimenta « a pioggia » i singoli corpi riscaldanti dopo un percorso in tubazioni correnti a soffitto: tubazioni che per necessità termiche debbono essere *in vista*, a meno di artifici di effetto malsicuro e comunque di costosa realizzazione. Ciò perchè la spinta motrice necessaria alla circolazione dell'acqua nell'impianto è tanto più efficiente quanto più elevato è il raffreddamento che l'acqua calda subisce entro le tubazioni a soffitto prima di giungere ai radiatori.

Oltre ad essere *in vista*, queste tubazioni debbono negli impianti usuali essere anche installate:

I) con un distacco *minimo* dal soffitto che è di ca. 25 cm.; II) in sensibile pendenza, nettamente rilevabile pure ad una osservazione superficiale; III) di diametro notevole.

Il distacco minimo dal soffitto, di cui in I), è conseguenza del dover l'impianto a livello essere dotato nel suo punto più alto di un recipiente (detto vaso di espansione) avente le funzioni:

— di contenere l'aumento di volume che subisce l'acqua di tutto l'impianto per effetto del riscaldamento;

— di fornire il fabbisogno di acqua d'alimento per l'impianto, al quale scopo il vaso è dotato anche di una valvola a galleggiante. Detta alimentazione dovrebbe essere automatica, ma tenuto conto che il comando a galleggiante è facilmente avariabile, il vaso è pure

dotato di una tubazione di troppo pieno e di un tubo di livello per il necessario controllo;

— di evacuare con sicurezza l'aria che si separa dall'acqua riscaldata.

Precisamente per questa stessa terza funzione, le tubazioni cosiddette a soffitto debbono avere la sensibile inclinazione di cui al punto II), ed un maggior diametro (di cui al punto III) rispetto a quello che sarebbe necessario e sufficiente in assenza di aria da evacuare.

Da tutto quanto sopra deriva che l'impianto a livello nel suo schema classico è senza dubbio antiestetico in sommo grado, il che è un gravissimo, anzi il principale ostacolo alla sua diffusione pratica che diversamente potrebbe essere ben maggiore, in vista della sua caratteristica autonomia di funzionamento.

Questo vale tanto più oggi per l'esistenza in commercio, oltre ai ben noti bruciatori di gas, anche di bruciatori di nafta pesante del tipo centrifugo, caratterizzati da basso costo di acquisto ed installazione, di portata ridottissima (sino ad 1 Kg/ora di nafta), di funzionamento sicuro e silenzioso, di facile manutenzione e con razionale possibilità di automatismi: cioè perfettamente idonei per un pratico esercizio degli impianti individuali in oggetto.

Appunto per la considerazione delle vantaggiose caratteristiche e delle potenziali possibilità di sviluppo di detti impianti, lo scrivente si è proposto di modificarne lo schema classico in modo da ridurre ad entità esteticamente tollerabile gli inconvenienti sopralamentati, pur mantenendo praticamente invariate la

praticità e semplicità funzionali proprie di questi impianti, ed espone qui di seguito la nuova impostazione allo scopo effettuata ed i risultati corrispondentemente conseguiti con un impianto sperimentale appositamente costruito a cura della FIAT Divisione Costruzioni ed Impianti.

## 2. — Modalità di separazione dell'aria dall'acqua riscaldata.

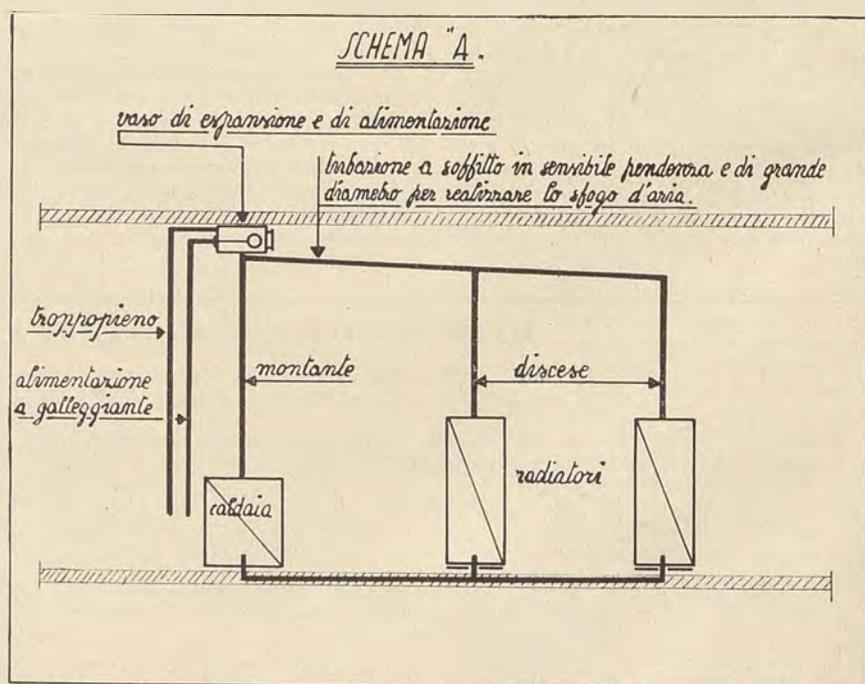
Alla nuova impostazione lo scrivente è giunto dopo aver anzitutto preso in esame le modalità con cui si verifica la formazione e separazione dell'aria libera dall'acqua riscaldata: queste si possono riassumere come segue.

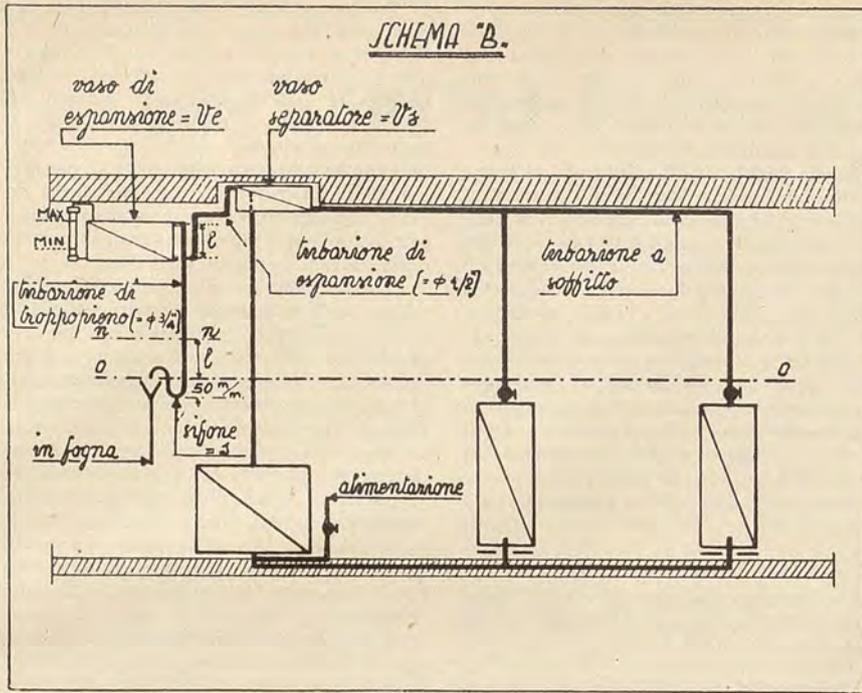
La solubilità dell'aria nell'acqua diminuisce al crescere della temperatura: essa è di ca 21,4 cmc/dmc a 13° C, discende a 12 alla temperatura di 60°, ed a 10,9 alla temperatura di 90° (cmc misurati a 760 m/m Hg e 0° C).

Ne deriva che elevando la temperatura dell'acqua da 13° C (all'uscita dalla rete dell'acqua potabile di Torino) a 90°, l'acqua si satura d'aria, e più precisamente per ogni dmc d'acqua dovrebbero liberarsi ca 10,5 cmc di aria: mentre all'uscita dai radiatori, a ca 60°, l'acqua verrebbe ad essere sottosatura per ca 1,1 cmc, cioè in grado di assorbire aria e non di emetterne.

Nel fatto invece, la liberazione dall'acqua dell'aria di sovraturazione non si effettua che in *minima parte* durante il percorso (che diremo « primario ») dell'acqua entro la caldaia e lungo il montante, mentre si verifica per la sua quasi totalità nel successivo percorso entro le tubazioni a soffitto e le discese, nonchè all'interno degli stessi radiatori con i relativi ben noti disfunzionamenti.

Di questo fenomeno diamo la seguente spiegazione, che ci sembra senz'altro ovvia e che del resto è stata pienamente





testa al montante sono in gran parte trascinate dall'acqua nella tubazione a soffitto, senza poter liberarsi entro il vaso di espansione.

Ammissa (sia pure come ipotesi di lavoro) la suindicata spiegazione, ne deriva immediatamente per logica conseguenza la variante funzionale da apportare allo schema classico degli impianti a pioggia, per far sì che l'aria da sovrasaturazione possa liberarsi praticamente nella sua totalità durante il solo percorso « primario »: dal che consegue la effettiva possibilità di dare alle tubazioni a soffitto un andamento rigorosamente orizzontale, o addirittura con tronchi in contropendenza (qualora ciò si rendesse necessario), nonché un più ridotto diametro (vedi ai punti II) e III).

3. — *Caratteristiche principali del nuovo tipo proposto di impianti a livello (schemi B e C).*

La variante funzionale in oggetto è quella di creare in un punto opportuno del percorso primario una zona di decantazione atta e sufficiente ad assicurare la separazione dell'aria e la sua evacuazione dal circuito dell'acqua, senza però provocare perdita di carico di entità sensibile.

Lo scrivente si è inoltre proposto di formare e situare il recipiente avente funzione di zona di decantazione (e che chiameremo appunto « separatore »), in modo da poter eliminare anche l'inconveniente I) (= distacco minimo delle tubazioni correnti a soffitto, da quest'ultimo).

Tutto ciò si è ritenuto di realizzare nello schema d'impianto B che, raffrontato allo schema classico raffigurato nello schizzo A, permette facilmente e senza necessità di ulteriori spiegazioni la comprensione dei sottoelencati specifici vantaggi e caratteristiche funzionali che sono stati previsti per lo schema B in confronto all'A, e di fatto riscontrati sull'impianto sperimentale, nel quale appunto si sono esattamente realizzate le parti essenziali dello schema B.

a) Il recipiente « separatore » è costruito in lamiera o meglio tubo di ferro interamente saldato ed accuratamente stagno, con tre sole tubazioni di accesso e collegamento all'impianto, prive di qualsiasi intercettazione.

La prima tubazione è lo stesso montante della caldaia; la seconda (che denominiamo « tubazione di mandata ») collega il separatore con la tubazione a soffitto; la terza collega il separatore al vaso di espansione (di cui al punto f) e per esso all'ambiente esterno. Chiameremo quest'ultimo collegamento: « tubazione di espansione ».

b) Il separatore deve possibilmente essere situato nel punto più alto dell'impianto, ma può anche essere a quota inferiore.

Per di più, e ad ulteriore differenza rispetto al consueto vaso d'espansione, precisiamo che il separatore in quanto completamente stagno, di dimensioni molto più ridotte (vedi al punto d) e non dovendo mai essere sottoposto ad alcun

confermata dalle prove che abbiamo condotto sull'impianto sperimentale.

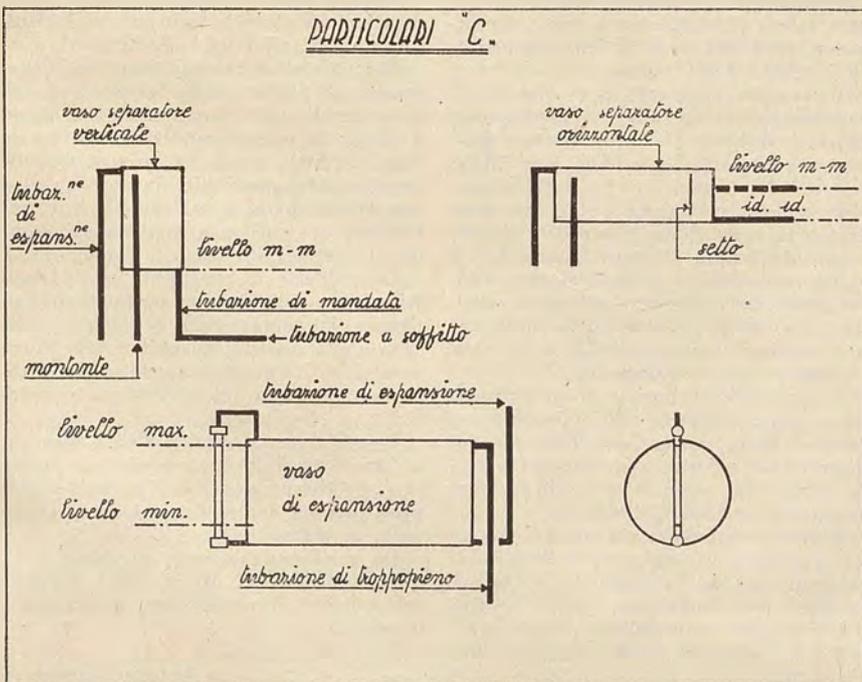
La separazione, o meglio decantazione, dell'aria di sovrasaturazione dell'habitat dell'acqua, in special modo nella prima fase della sua genesi è piuttosto lenta.

Come qualsiasi altra decantazione essa richiede inoltre che il liquido permanga pressochè in quiete per un intervallo di tempo bastantemente prolungato affinché l'aria possa raccogliersi in bollicine del diametro minimo necessario a ricevere una spinta idrostatica capace di compensare la resistenza di attrito opposta

dall'acqua al movimento ascensionale delle bollicine stesse.

Questo non può realizzarsi in caldaia perchè quivi l'acqua è mantenuta in agitazione relativamente violenta dai vivacissimi moti termo-convettivi, e così pure la permanenza nel montante (anche perchè in esso l'acqua si muove nello stesso senso, ascensionale) delle bollicine d'aria, non è tale da permettere l'ingrossamento delle bollicine stesse al diametro minimo necessario di cui sopra.

Ne consegue che in pratica le bollicine di aria da sovrasaturazione, giunte in



controllo funzionale, può essere installato anche in una apposita nicchia praticata nello spessore del soffitto o del muro vicinore, e anzi addirittura a soffitto del piano sovrastante, entro un qualsiasi locale di servizio (cucina, gabinetto, sgabuzzino, ecc.); in quest'ultimo caso si ha anche il vantaggio di migliorare la disaerazione dell'acqua (vedi al seguente paragrafo 4).

Ne deriva in ogni caso che la tubazione a soffitto (collegata al separatore tramite la tubazione di mandata) può essere fatta correre a pratico contatto con il soffitto, oltrechè realmente orizzontale e di diametro ridotto (vedi al punto e).

c) La tubazione di mandata può indifferentemente ed a seconda dell'ubicazione del separatore correre immediatamente orizzontale (cioè sullo stesso asse della tubazione a soffitto), ovvero scendere prima per uno o più tratti verticali ed orizzontali: questo secondo caso si verificherà come ovvio quando il separatore è collocato al disopra del soffitto dell'appartamento riscaldato.

d) Il separatore (vedi « Particolari C ») a secondo delle modalità di installazione potrà essere del tipo « orizzontale » ovvero « verticale ».

La sua capacità dovrà essere di ca. 1 litro per ogni 1000 Cal/ora prodotte dalla caldaia, con un minimo di  $7 \div 8$  litri: se la tubazione a soffitto corre a quota più elevata del livello a cui si distacca la tubazione di espansione, i due valori numerici suindicati dovranno diventare rispettivamente 1,5 e 10 litri.

e) La riduzione di diametro per le tubazioni a soffitto rispetto ai valori comunemente adottati per gli impianti a livello, può valutarsi almeno pari al 25 %. Questo in base ai risultati ottenuti sull'impianto sperimentale: per una definitiva precisazione numerica in merito riteniamo però che siano opportune ulteriori prove.

f) Il vaso di espansione dovrà essere costruito stagno come il separatore, ed è preferibile che sia collocato in vista immediatamente a soffitto, cioè nel punto più alto del locale caldaia.

Esso potrà essere a sezione circolare ovvero rettangolare, e lungo a piacere: all'estremità più alta (vedi schizzo in C) vi sarà l'attacco del troppo pieno, ed alla estremità più bassa quello del tubo di espansione. La distanza fra questi due attacchi (cioè in pratica l'altezza del vaso) dovrà per quanto possibile non superare i 20 cm.

La capacità compresa fra il livello massimo (= attacco del troppo pieno) ed il livello minimo dovrà essere uguale a ca. 1,2 volte la dilatazione complessiva massima dell'acqua contenuta nell'intero impianto.

Si fa inoltre presente che nel nuovo tipo di impianto il vaso di espansione non ha più la funzione collaterale di vaso di alimento, e quindi non dovrà avere il rubinetto a galleggiante: sarà invece dotato di tubo di livello, collocato come indicato nel particolare in C.

La sua funzionalità risulterà chiarita al successivo paragrafo n. 4.

g) L'orificio di uscita dell'acqua dal sifone s dovrà essere situato al livello (= 0-0) più basso possibile, ma comunque di qualche cm al disopra delle valvole di mandata ai singoli radiatori.

Questo perchè (vedi paragrafo 4) tutta l'acqua al disopra del livello 0-0 può trovarsi in depressione atmosferica, dal che deriva la possibilità di entrare d'aria nelle « discese » se il livello 0-0 si abbassasse sotto le valvole in oggetto, e per lo stesso motivo è necessario curate che gli eventuali giunti a manicotto al disopra di 0-0 siano stagni. Osserviamo però (come ben risulta dalla esperienza da noi condotta con una tubazione a soffitto in contropendenza e di cui diremo nel paragrafo 4) che eventuali infiltrazioni d'aria se di lieve entità possono non essere di sostanziale ostacolo al funzionamento dell'impianto.

4. — *Funzionamento del nuovo tipo proposto di impianto a livello (Vedi schemi B e C).*

L'alimentazione dell'impianto dovrà avvenire dal basso della caldaia.

L'invaso dell'impianto vuoto si effettuerà come di norma con tutte le valvole aperte sui radiatori, e si considererà terminato quando l'acqua nel vaso d'espansione Ve avrà superato il livello max, così da uscire con continuità e senza bolle d'aria dal sifone s. Quest'ultimo ad alimentazione ultimata funzionerà da guardia idraulica del tubo di troppo pieno, per cui l'intero circuito: caldaia Vs — Ve — s risulterà pieno d'acqua.

Poichè in detto circuito alla quota 0-0 l'acqua è alla pressione atmosferica, nel vaso Vs si avrà una depressione pari all'altezza di Vs rispetto alla quota 0-0, il che facilita grandemente la disaerazione che dovrà effettuarsi nello stesso Vs durante il successivo riscaldamento.

Pertanto la sudescritta operazione di alimentazione (= prolungata sino a provocare efflusso regolare di acqua da s) potrà essere ripetuta una o più volte, a piacere, nei primi giorni di funzionamento dell'impianto dopo l'invaso.

Ad invaso ultimato, nel successivo primo riscaldamento dell'acqua si verificheranno progressivamente: la espansione dell'acqua contenuta in caldaia e relativa disaerazione; l'inizio e la regolarizzazione della circolazione nell'intero impianto; la espansione e parallela disaerazione dell'acqua di tutto l'impianto.

Queste successive e concomitanti fasi di espansione e disaerazione sono rivelate dalla corrispondente uscita di acqua da s, restando però il livello in Ve costantemente al suo valore max.

Con particolare riferimento alla disaerazione precisiamo che man mano questa procede, l'aria separatasi in Vs scende dapprima nel tubo di espansione ed in Ve, e poi nel troppo pieno, scacciando l'acqua corrispondente sino al livello n-n.

In questo momento, in testa a Vs si avrà pressione atmosferica, e l'ulteriore uscita di aria da Vs esige che si formi in esso una sovrappressione, rispetto all'esterno, che aumenterà progressivamente da zero al valore massimo di:  $1 + 50 \text{ m/m}$ .

Nel raffreddamento susseguente, la tubazione di espansione risucchia da Ve all'incirca tutta l'acqua corrispondente alla espansione in precedenza subita dall'acqua dell'impianto. In questo risucchio, l'acqua contenuta in s, dato il notevole diametro ( $= 3/4''$ ) del tubo non oppone pratica resistenza al passaggio dell'aria esterna, per cui tutta la camera d'aria di Ve ed il tubo di troppo pieno sino a ca. il livello 0-0 si riempiono d'aria a pressione ca. atmosferica.

Prima di iniziare i successivi riscaldamenti sarà sufficiente assicurarsi che il livello dell'acqua in Ve non sia disceso al disotto del minimo ammesso (vedi punto f), il che, a meno di perdite dall'impianto per avarie o deficienze costruttive, potrà verificarsi solo sino a quando l'acqua dell'impianto non avrà praticamente completata la sua disaerazione. Dopodichè non potranno sostanzialmente più aversi riduzioni nel contenuto in acqua dell'intero impianto, grazie in special modo alla guardia idraulica esercitata sul tubo di espansione dall'acqua contenuta in Ve.

Se comunque e per qualsivoglia motivo il livello in Vs scendesse sotto m-m, l'acqua contenuta in caldaia e nel montante non potendo più circolare nell'impianto diventerebbe passibile di riscaldamento sino alla vaporizzazione, la quale, però sarebbe immediatamente ed inequivocabilmente rivelata dall'uscita di vapore dal sifone s. Quest'ultimo, in quanto situato bene in vista ed accessibile al conduttore della caldaia a differenza dei comuni vasi di espansione, offre in corrispondenza una maggior garanzia di sicurezza funzionale rispetto ai normali impianti a livello.

In conclusione riteniamo di poter affermare con fondata cognizione di causa che l'impianto in esame purchè razionalmente costruito si presenta di funzionamento semplice e sicuro (oltrechè di costo normalmente più modico), non ha e non richiede valvola a galleggiante ed è in particolare di aspetto estetico senza confronto migliore dello schema classico. L'impianto costruito a scopo sperimentale ha dato integralmente i risultati previsti e più sopra indicati.

Si è voluto inoltre effettuare su di esso anche una prova con la tubazione a soffitto installata in contropendenza di ca. il 15 %: in queste condizioni il riscaldamento dopo il primo invaso ha presentato delle inessenziali discontinuità durante la prima ora, dopodichè la circolazione si è perfettamente regolarizzata svolgendosi come in un normale impianto a livello.

Le suddette discontinuità sono consistite in un aumento con gradienti disuniformi nella temperatura dell'acqua all'uscita dalla caldaia, disuniformità (si ripete) di entità inessenziale che come ovvio corrispondevano ad altrettante irregolarità di circolazione.

La scomparsa di queste ultime dopo ca. un'ora di riscaldamento ha appunto significato che la disaerazione dell'acqua si era praticamente completata in detto intervallo di tempo.

Lo scrivente prevede di trasportare quanto prima nel campo della normale utilizzazione il nuovo tipo di impianto in oggetto.

Aurelio Vaccaneo

# Solai radianti in c. a. con serpentini portanti

Tra i vari impianti interni dei quali deve essere dotato un edificio a carattere civile, uno dei più necessari, particolarmente nelle regioni in cui l'inverno risulta più rigido, è quello che provvede al riscaldamento dei locali.

Non è il caso di rifare qui la storia dei vari sistemi con cui è possibile realizzare oggi un impianto che soddisfi in qualche modo alla necessità del riscaldamento; trascurando i mezzi più semplici, ma anche più rudimentali, che la passata guerra ha rimesso in onore e dei quali il duro dopoguerra ha imposto la prolungata utilizzazione, basterà ricordare come debba considerarsi definitivamente tramontata l'epoca dei vecchissimi « caloriferi » ad aria calda, e come debbano considerarsi decisamente superati i sistemi di riscaldamento a convezione che hanno dominato nelle costruzioni dell'ultimo cinquantennio, dai più moderni, razionali e confortevoli sistemi che impiegano allo scopo la radiazione od il condizionamento dell'aria.

Il primo impianto di riscaldamento dei locali con sistema a radiazione, detto anche a pannelli radianti, è stato installato in Italia circa 20 anni or sono, da una ditta torinese, e precisamente nella Sala Operatoria dell'Ospedale Maria Vittoria in Torino.

In questo periodo di tempo le applicazioni del sistema sono state così numerose ed importanti ed i risultati ottenuti, quando le ditte installatrici avevano la necessaria preparazione tecnica e la esperienza indispensabile, talmente soddisfacenti e confortanti, che non può ormai mettersi in dubbio che il sistema stesso abbia rappresentato e rappresenti un vero, reale progresso tecnico molto apprezzabile rispetto ai più antichi e comuni impianti di riscaldamento a convezione; siano essi a vapore od a termosifone, impiegassero i vecchi e pesantissimi radiatori ad alette od ornati, od i più recenti radiatori a superficie liscia ed a colonne multiple in ghisa o acciaio, od infine i termoconvettori nella vastissima gamma di qualità che il mercato offre attualmente.

Studi profondi ed accurati di docenti, ricerche di tecnici basate su esperienze lunghe e costose di laboratori particolarmente attrezzati allo scopo, hanno fatto sì che ad un certo empirismo iniziale sia stato sostituito anche in questo campo, e da vari anni, un preciso sistema di calcolo che ha consentito realizzazioni veramente pregevoli, ed apprezzabili non solo dal punto di vista tecnico e funzionale ma anche da quello economico.

È noto che il sistema di riscaldamento a radiazione è stato diffuso, in Europa dapprima e successivamente in America, specialmente per merito dei brevetti della R. C. S. (1) e delle concessionarie di questi brevetti nei vari paesi; e che la maggiore e più diffusa applicazione è stata data al tipo detto « a pannelli radianti » e con-

sistente in tubi di ferro opportunamente piegati e saldati autogenicamente, provati a pressioni idrauliche abbastanza elevate (40 e più atm.) e incorporati nel calcestruzzo di cemento delle strutture murarie (soffitti, pavimenti, pareti).

In riferimento all'argomento che si intende qui illustrare interessa soffermarsi unicamente sui pannelli radianti « da soffitto »; e basterà ricordare per i rimanenti: che la applicazione di pannelli a parete non può generalmente essere adottata su larga scala per motivi facilmente comprensibili (ingombri derivanti da mobili, limitata superficie per la presenza di finestre o vani, necessità di forare queste pareti per sistemazioni anche indipendenti dalle strutture, peso rilevante del pannello e difficoltà di metterlo in opera, ecc.); mentre quella a pavimento, quasi sempre possibile anche in edifici preesistenti, oltre agli ostacoli che possono derivare dal fatto che la superficie occorrente può essere resa indisponibile ai fini del riscaldamento dalla presenza di mobili ingombranti, di tappeti, ecc., risulta meno conveniente economicamente perchè, a parità di altre condizioni, il rendimento termico dei pannelli a pavimento è fortemente inferiore di quelli a soffitto o a parete (30 % e più) anche quando il pavimento non sia di legno, e quindi la superficie radiante occorrente per fornire una determinata quantità di calore è necessariamente maggiore, e maggiore risulta anche la quantità dei serpentini che vi debbono essere impiegati.

Sono noti i vantaggi di carattere estetico, igienico ed economico che gli impianti a radiazione, ed in particolare quelli con pannelli da soffitto, offrono nei confronti di quelli a convezione già citati.

Nessun ingombro dei locali poichè i pannelli sono incorporati nelle strutture murarie; nessuna traccia nerastra alle pareti, o ai soffitti; e se l'impianto è eseguito a regola d'arte, da ditta specializzata e veramente preparata ed esperta, non è possibile riconoscere in un soffitto quale sia la zona occupata dal pannello radiante anche dopo molti anni di funzionamento.

L'aria non è più il mezzo necessario alla trasmissione del calore dal corpo o dalla superficie radiante all'ambiente: essa rimane anzi praticamente « trasparente » alle radiazioni calorifiche oscure emesse dal pannello in quanto il suo bassissimo e pressochè trascurabile coefficiente di assorbimento delle radiazioni stesse è dovuto unicamente al vapore in essa contenuto; e i moti convettivi, che potrebbero crearsi nell'ambiente per effetto del riscaldamento che si verifica per il contatto con la superficie del pannello, possono considerarsi nulli non solo per la bassa temperatura di questa superficie ma specialmente per il fatto che essa è posta nel soffitto e quindi nella zona più elevata del locale.

Ne deriva che l'aria ambiente non solo non viene ad essere sporcata per la carbonizzazione del pulviscolo e non sporca a sua volta le pareti ed il soffitto, ma rimane anche abbastanza fresca e conserva le sue

caratteristiche di umidità relativa accrescendo il senso del benessere fisiologico per chi occupa il locale.

Questo senso di benessere è ancora accentuato dal fatto che di riscontro al senso di freschezza dell'aria si verifica il tepore delle pareti e dei mobili che sono investiti dalle radiazioni calorifiche che ne vengono in parte riflesse ed in parte assorbite in dipendenza della loro natura e specialmente di quella della loro superficie.

La bassa temperatura dell'acqua che viene fatta circolare nei serpentini, i minori disperdimenti passivi che si verificano nelle tubazioni, le minori trasmissioni di calore dei locali riscaldati verso l'esterno o verso quelli attigui non riscaldati derivante dalla più uniforme temperatura ambiente nelle varie zone verticali, il minor ricambio di aria esterna attraverso le connessioni dei serramenti e la porosità delle pareti, fanno sì che il calore complessivamente richiesto da un impianto a radiazione sia sensibilmente inferiore, a parità di condizioni di benessere e di conforto, di quello richiesto da un impianto a convezione; e molti esempi facilmente documentabili stanno a dimostrare che l'economia nel consumo del combustibile può raggiungere ed anche decisamente superare il 20 %.

Altri vantaggi di carattere tecnico sono: quello di poter impiegare i pannelli da soffitto durante il periodo estivo per un efficace raffreddamento dei locali facendo circolare nei serpentini acqua fredda; e quello delle ottime possibilità di impiego misto della radiazione con il condizionamento dell'aria; impiego che ha dato la possibilità di realizzare impianti veramente ottimi, ed i cui primi esempi di grande rilievo e perfezione sono stati realizzati proprio in Italia.

Infine un altro vantaggio non trascurabile è quello che consente con la radiazione un ottimo impiego delle termopompe (pompe di calore) per l'alimentazione di questi impianti, data la bassa temperatura dell'acqua che in essi viene fatta circolare nel periodo invernale, e la loro utilizzazione nel periodo estivo.

L'applicazione dei pannelli radianti da soffitto è quasi sempre possibile sia in edifici di nuova costruzione che in edifici preesistenti; una delle applicazioni più semplici e diffuse è quella che viene fatta all'introduzione dei solai in cemento armato con blocchi di laterizio forati. Tenuto presente che i serpentini destinati a formare i pannelli radianti devono essere incorporati nel calcestruzzo di cemento, e da questo essere ricoperti con almeno 15 ÷ 20 mm di spessore, si può facilmente illustrare con l'ausilio della fig. 1, il metodo normalmente impiegato per la posa del serpentino e la costruzione del solaio che lo incorpora.

Su un tavolato di legno, ben pulito e accuratamente disposto riducendo al minimo le connessioni, viene posato il serpentino già formato e tenuto sollevato dal tavolato stesso a mezzo di piccoli parallelepipedi di cemento o con altri accorgimenti, di circa 15 ÷ 20 mm. Viene quindi gettato il primo strato di calcestruzzo destinato ad incorporare il serpentino e che avrà una altezza compressiva variabile da 60 a 70 mm a seconda del diametro dei tubi impiegati e dello spessore minimo di ricoprimento stabilito. Questo strato di calcestruzzo si intende esteso a tutta la zona del « pannello radiante », che non sempre, o ben raramente, questa corrisponde alla

(1) Richard Crittall Stralingswarmte Limited - (Londra).

intera superficie del solaio. Su detto calcestruzzo vengono disposti i blocchi forati, lasciando naturalmente gli intervalli tra fila e fila destinati ai travetti, ed in questi spazi vengono sistemati i ferri di armatura. Nelle zone non occupate dai pannelli, quando la superficie inferiore del solaio (introdotto) debba avere andamento piano, vengono disposti cotti di maggiore altezza per compensare lo spessore dello strato di calcestruzzo ivi mancante. Si getta poi il calcestruzzo su tutto il solaio nel modo normale, curandone naturalmente la colata per la perfetta unione con lo strato già in opera in corrispondenza delle solette; mentre opportuni legamenti in filo di ferro avevano provveduto a legare i serpentine ai ferri di armatura e di ripartizione.

Pur non avendo niente di eccessivamente complicato e difficile, questo sistema implica un aggravio economico nella costruzione del solaio, dovuto:

a) al peso proprio del calcestruzzo che incorpora i serpentine il quale va evidentemente ad aumentare quello che sarebbe il peso proprio del solaio portante; ne consegue un aumento di costo dovuto non solo alla quantità di calcestruzzo impiegato, ma anche al maggior peso per il quale il solaio deve essere calcolato e costruito; maggior peso valutabile in  $120 \div 150$  Kg per mq di pannello;

b) all'impiego di cotti di maggiore altezza nelle zone non occupate dal calcestruzzo;

c) alla accuratezza con cui deve essere eseguita l'armatura di legname, ed alla difficoltà di reimpiegare più volte questo legname per il suo rapido logoramento;

d) al tempo necessario per l'effettuazione delle operazioni di gettata del pannello e per consentirne la presa;

e) all'aumento del peso sui pilastri e sulle fondazioni; aumento che diventa sensibile quando vi siano più solai radianti sovrapposti.

Tutto ciò, se non incide in modo diretto sul costo dell'impianto di riscaldamento, non può però essere trascurato poichè, a causa dell'impianto, incide sul costo del solaio; e varie volte infatti il sistema a radiazione è stato abbandonato da progettisti o costruttori che valutavano eccessivamente questo maggior costo e non si rendevano esatto conto dei vantaggi che la costruzione avrebbe acquisito sotto altri riguardi.

Allo scopo di ridurre, se non eliminare, questi inconvenienti, erano stati studiati e realizzati (e qualche esempio non è mancato anche in Italia) degli impianti nei quali i serpentine venivano utilizzati come elemento integrante dei ferri di armatura del cemento armato; di modo che il maggior costo illustrato in precedenza veniva ridotto, se non annullato, dalla economia di ferro. Pur avendo ottenuto risultati apprezzabili, questi impianti non sono riusciti a diffondersi e ad affermarsi come era lecito attendersi; ma le ragioni sono facilmente intuibili: per molti paesi esteri il risparmio di una parte del ferro di armatura aveva ben poca importanza data la larga disponibilità del materiale ed il suo basso costo; per il nostro l'importanza dell'economia del ferro non era sufficiente a far trascurare l'aggravio economico e di tempo

derivante dalla maggiore quantità di cemento impiegato e dalla complessità delle operazioni che si sono descritte.

Tecnici italiani, appoggiati dalla R. C. S. già ricordata, hanno studiato e provato un nuovo sistema di installazione il cui brevetto n. 9291 ha il titolo di: «Solaio radiante a travetti in calcestruzzo e casseri in laterizi cavi». Questo sistema consente di unire alla economia di ferro la maggiore semplicità di installazione in quanto la sua applicazione richiede soltanto, salve lievissime varianti, le operazioni necessarie al getto di un normale solaio in cemento armato a blocchi forati e consente pertanto di realizzare questo tipo di impianto con un costo che può risultare inferiore a quello di un normale impianto a convezione con radiatori.

Nei vari tipi di pannelli a soffitto dei normali impianti a radiazione il calcestruzzo che incorporava un serpentine doveva essere continuo per tutta la zona del pannello radiante, anche se non uniforme nel suo spessore; ed al calcestruzzo stesso era quindi affidato il compito di assorbire dai tubi il calore, diffonderlo con la maggiore possibile uniformità nella sua massa, distribuirlo alla sua superficie, e da questa, attraverso l'intonaco od altro mezzo di finitura, irradiarlo nell'ambiente. Il fatto che i blocchi forati limitassero la trasmissione diretta del calore verso la parte superiore del solaio veniva a costituire un certo vantaggio che poteva acquistare importanza rilevante nel caso dei pannelli installati in un solo piano (o nell'unico) di un edificio, o nell'ultimo di un edificio a vari piani; ma che risultava di carattere relativo nel caso di solai intermedi di edifici a vari piani, dato che questo calore irradiato verso l'alto se risultava perduto per il locale ricoperto dal pannello risultava però acquisito per quello sovrastante.

Lo studio del nuovo tipo di solaio portante è stato iniziato nella convinzione che l'effetto radiante del pannello potesse essere realizzato anche senza la continuità del calcestruzzo, e quando tra questo e l'intonaco di finitura fosse interposto uno strato di laterizio adatto.

La fig. 2 rappresenta in sezione il nuovo tipo di solaio forato in calcestruzzo, radiante; la cui prima applicazione si sta effettuando in un importante edificio del centro di Torino.

Il solaio è appunto del normale tipo in

cemento armato, con laterizi forati e soletta in calcestruzzo di spessore regolamentare; e la sua costruzione non differisce che minimamente da quella normalmente impiegata quando non è utilizzato per la radiazione.

Su un tavolato di armatura, che non è necessario sia continuo, vengono disposti i fondelli in laterizio ed i laterizi forati: entrambi costruiti, con argilla disaerata e compressa, a cura di una delle migliori fornaci torinesi.

I serpentine vengono disposti in corrispondenza dei fondelli, opportunamente sollevati, e costituiscono l'armatura inferiore, parziale o totale, del travetto di cemento armato. Completata l'armatura si procede al getto del calcestruzzo.

Il legname, sul quale si appoggiano solamente i laterizi, non è soggetto a particolare logoramento e può essere integralmente ricuperato e riutilizzato parecchie volte.

Naturalmente i blocchi forati non hanno una dimensione unica, ma sono costruiti in un certo numero di larghezze e di altezze: di modo che è possibile variare l'interasse dei travetti (e quindi dei serpentine) e l'altezza del solaio. Ciò consente il massimo e migliore adattamento non solamente alle esigenze di carattere termico ma anche a quelle di carattere statico.

In base all'ampiezza della campata da ricoprire, ed al carico che il solaio deve portare, il calcolatore del cemento armato disporrà lo schema del solaio tenendo presenti le esigenze dell'impianto che il tecnico del riscaldamento gli dovrà segnalare.

I serpentine, in base a queste ultime esigenze, potranno giungere sino agli appoggi dei travetti, oppure essere limitati ad una parte solamente della lunghezza di questi; possono essere utilizzati in tutti i travetti oppure solamente in una parte; possono infine costituire l'unica armatura inferiore dei travetti stessi od essere integrati con altri tendini di ferro per cemento armato a seconda delle esigenze di carattere statico.

La preparazione del nuovo tipo di solaio è stata laboriosa ed ha richiesto la cooperazione di molti tecnici di vari rami. Si è proceduto ad un minuzioso esame di una grande quantità di campioni dei tubi che verranno impiegati; e dal laboratorio di Costruzioni del Politecnico di Torino e del gabinetto di prova di una importante industria meccanica torinese si sono fatte

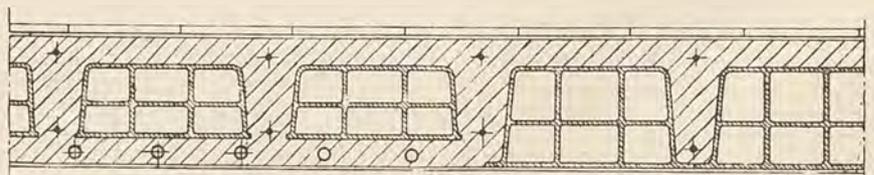


Fig. 1

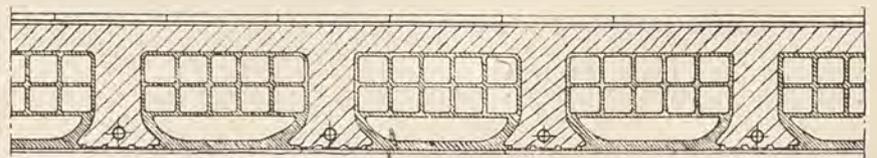


Fig. 2

esaminare, oltre alle caratteristiche dei tubi stessi, anche quelle delle saldature autogene impiegate per la loro unione. Si è potuto determinare così la sezione media normale di ferro e quella minima che si può con sicurezza assumere a base dei calcoli statici, il carico di rottura e quello di sicurezza, il coefficiente di allungamento, ecc.

I campioni dei laterizi sono stati sottoposti all'esame del Laboratorio di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino, che ne ha determinato il coefficiente di conduttività termica.

Tutti gli elementi ottenuti dai laboratori ed i dati di calcolo sono stati rimessi alla R. C. S. affinché potesse procedere al controllo dei calcoli stessi ed agli esperimenti da effettuarsi nei propri laboratori sperimentali, da molti anni funzionanti con ottimi risultati.

Ma un impiantino di controllo si è pure voluto realizzare a Torino, in alcuni locali dell'edificio già sopra accennato; ed in questo si sono eseguite prove termiche e statiche che hanno confermato pienamente le previsioni e i calcoli. Tra l'altro, ed in pochissime ore, si è portata sino a 80° C l'acqua circolante nei serpentine, e dopo varie ore la si è lasciata raffreddare altrettanto rapidamente, senza poter rilevare il

minimo inconveniente in nessun punto dell'intonaco che ricopriva i solai.

Questa temperatura, così elevata per un impianto del genere, è stata impiegata naturalmente a puro titolo sperimentale, poichè le temperature da utilizzarsi sono quelle dei normali impianti a «pannelli radianti» e quindi molto inferiori.

Nei primi impianti a radiazione si era soliti usare determinati interassi per i serpentine dei pannelli radianti, generalmente compresi tra i 15 e i 30 cm a seconda del diametro dei tubi impiegati; già da vari anni però, sia da parte della R. C. S. che degli installatori concessionari dei suoi brevetti, si era constatata la convenienza di aumentare la distanza tra le spire dei serpentine.

La diminuita temperatura media superficiale del pannello e quindi la diminuita intensità della radiazione, venivano compensate con l'aumento di superficie del pannello stesso che doveva essere esteso a tutta, o gran parte, della superficie del solaio; ne conseguiva l'aumento del peso proprio dell'orizzontamento e quindi del suo costo.

Queste tendenze e le considerazioni ad esse relative spiegano ancora meglio l'opportunità del nuovo sistema, che si avvantaggia dell'aumento di interasse tra i serpentine per distanziare in modo conveniente i travetti delle strutture in cemento armato diminuendone il peso.

L'interasse dei travetti, unitamente alla lunghezza delle spire, non può essere stabilita nè dal solo tecnico del riscaldamento nè dal solo calcolatore del cemento armato; ma bensì di comune accordo tra i due dopo che il primo abbia stabilito per ciascun locale il reale fabbisogno di calore, il rendimento termico per unità di superficie per le varie soluzioni possibili (quantità di calore utile per ciascun mq di pannello risultante e per ogni mt di tubo impiegato); ed il secondo le necessità di carattere statico e la migliore utilizzazione dei tubi come elementi di armatura in luogo dei ferri tondi.

Se per i normali impianti a radiazione era richiesta una stretta collaborazione

tra il tecnico del riscaldamento ed il progettista e costruttore, con il nuovo sistema risulta indispensabile in modo assoluto una collaborazione preventiva e strettissima tra lo stesso tecnico e il calcolatore del cemento armato; non solo ma occorre che quest'ultimo si renda esatto conto: delle necessità dell'impianto per potervi soddisfare convenientemente, e delle possibilità che offre l'impianto stesso per poterle sfruttare razionalmente.

Come già detto, è stata predisposta la fabbricazione di speciali blocchi di laterizi forati, di diversa altezza e larghezza, allo scopo di soddisfare a tutte le esigenze termiche e statiche richieste dai vari tipi di solaio. I blocchi hanno una forma tale che le nervature portanti in cemento armato tra di essi comprese presentano in prossimità della faccia inferiore un ingrossamento nel quale trovano opportuna sede, con un sufficiente ricoprimento di calcestruzzo da ogni parte, il serpentino e gli eventuali altri ferri occorrenti per resistere agli sforzi di tensione dovuti al carico.

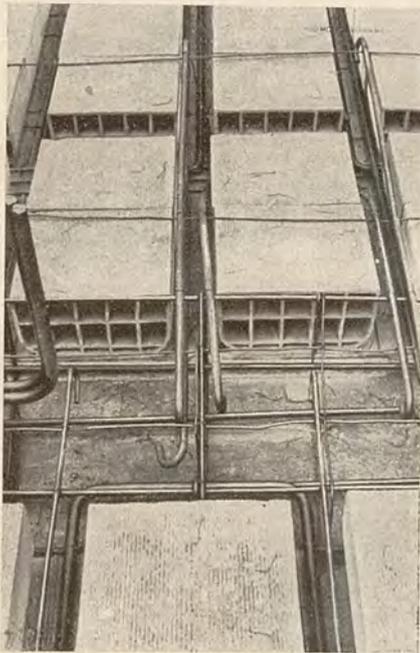
Il fondello inferiore del travetto, anzichè avere lo spessore normale di 1 cm è ridotto allo spessore di cm 0,4; con che il baricentro della sezione metallica inferiore, che per la presenza del tubo tenderebbe a spostarsi un po' in alto, viene riportato nella posizione che avrebbe all'incirca in un solaio normale di uguale altezza ed armato dei consueti ferri tondi.

Per quel che riguarda l'armatura metallica occorrente ai fini statici si è ritenuto opportuno, nei calcoli eseguiti per i primi esperimenti, di mantenere il tasso di lavoro complessivo del ferro in limiti alquanto prudenziali, per quanto la temperatura dell'acqua nei tubi, che di solito non supera i 50° C, non dia luogo a preoccupazioni per una possibile minore aderenza del metallo al calcestruzzo; minore aderenza che può essere anche parzialmente compensata dal maggior diametro esterno del tubo rispetto a quello del tondino di uguale sezione metallica. Ciò nonostante l'economia di ferro che si può realizzare rispetto ad un uguale solaio in cemento armato che non utilizzi i tubi radianti ai fini statici, pur variando entro limiti assai ampi a seconda della luce e del carico del solaio e dell'altezza e interasse dei travetti, è sempre assai sensibile e in taluni casi diviene rilevante.

I tubi radianti possono da soli costituire l'armatura in tensione del travetto, prolungandosi da appoggio ad appoggio; oppure al tubo del serpentino, formante il ferro diritto inferiore occorrerà aggiungere uno o più normali tondini rialzati agli appoggi; oppure ancora, essendo il pannello limitato ad una parte della luce del travetto, il tubo funzionerà agli effetti statici da tronccone aggiunto in mezzzeria, ripiegando nelle traverse di irrigidimento del solaio.

Queste ed altre soluzioni pratiche si presentano al calcolatore del cemento armato il quale, in base ai dati termici fornitigli dal tecnico del riscaldamento, e considerando che le esigenze statiche devono accordarsi con quelle termiche per il miglior rendimento dei materiali nell'uno e nell'altro campo, determinerà caso per caso altezza e interasse delle nervature e forma e disposizioni delle armature metalliche a tubo ed a tondino, allo scopo di raggiungere la massima economia complessiva dell'opera.

A conclusione di quanto si è sin qui esposto, le caratteristiche che distinguono



Alcune strutture del nuovo tipo di solaio radiante con serpentine portanti adottato nella costruzione della nuova Sede della «Compagnia Anonima di Assicurazioni di Torino», in Via Arcivescovado.



il nuovo sistema di riscaldamento a radiazione con serpentine portanti possono così riassumersi:

a) assicura tutti i vantaggi termici ed igienici del normale sistema a radiazione, nonché quelli economici relativi all'esercizio;

b) non comporta nessun maggiore impiego di calcestruzzo oltre quello indispensabile alla stabilità della costruzione indipendentemente dall'impianto in quanto utilizza il calcestruzzo stesso delle nervature portanti e di ripartizione per l'annegamento dei serpentine.

c) utilizza integralmente le sezioni metalliche dei serpentine ai fini statici delle nervature portanti il solaio;

d) realizza un sensibile alleggerimento del peso del solaio per la sostituzione del pannello tradizionale in calcestruzzo con dei laterizi vuoti, di costruzione e forma adatta per i fini della radiazione, e formanti nello stesso tempo camera d'aria per il solaio e armatura dei fianchi delle nervature. Oltre a ciò occorre tener presente che i serpentine impiegati entrano a far parte del peso complessivo del solaio in cemento armato sostituendo in tutto o in parte i ferri di armatura del solaio stesso, mentre

vengono d'altra parte eliminati i pesi relativi ai corpi riscaldanti dei comuni impianti a convezione (radiatori, ecc.);

e) comporta una reale e sensibile economia di costo non solamente nei confronti dei normali impianti a radiazione ma anche di quelli a convezione, poichè quella parte dell'impianto che è rappresentata dai serpentine utilizzati in sostituzione dei ferri di armatura interviene unicamente (a parte il costo della posa in opera) come differenza tra il costo del tubo e quello del tondino di ferro;

f) non comporta nessuna complicazione alle operazioni di costruzione del solaio, nessuna perdita di tempo, nessuna particolare cura nella disposizione dell'armatura in legname necessaria alla posa del solaio stesso; consente, come in tutti i normali solai a blocchi, di utilizzare più volte lo stesso tavolato.

Calcoli economici accurati sono stati eseguiti da quanti hanno ideato e realizzato questo nuovo sistema; ma trattandosi di calcoli preventivi e non consuntivi non si ritiene di poterne esporre per il momento il dettaglio. Non sarà però fuori luogo accennare che usando la massima prudenza nelle valutazioni è risultato che l'impianto di riscaldamento a radiazione con il nuovo

sistema di installazione importa per la costruzione dello stabile cui è destinato non solo una forte economia rispetto al normale tipo a radiazione, ma anche una economia sensibile rispetto ai normali impianti a convezione; tale comunque da non poter essere trascurata da chi sia interessato alla realizzazione di una costruzione civile di qualche importanza.

In questo numero di «Atti e Rassegna Tecnica» dedicato agli impianti interni delle costruzioni civili, il cui intento è chiaramente quello di portare il contributo degli Ingegneri ed Architetti di Torino alla migliore conoscenza e soluzione dei problemi che da questi impianti derivano, non sarà ritenuto inopportuno che venga data la prima notizia di un nuovo sistema di installazione ideato ed in corso di realizzazione appunto in Torino, e per il quale si è manifestato già vivo l'interessamento dei tecnici di altre regioni e di altri paesi.

Ringrazio vivamente i sigg. ingg. Aldo Acuti, Angelo Frisa, Guido Jahier, per la preziosa collaborazione su tutti gli elementi che si riferiscono alla parte statica dell'argomento.

Giuseppe Biddau

## Proposte sull'isolamento termico nelle costruzioni

L'economia dello scarso combustibile e il buon uso del calore, furono guida e norma nel creare le vecchie case di grande coibenza con pareti spesse, buone soffiature, finestre poco sviluppate, sovente con vetrate doppie e porte doppie verso le scale. Con i primi impianti centrali di caloriferi ad aria calda e poi cogli impianti termici a termosifone e con la facilità di poter far arrivare il calore in ogni parte, occorrendo a circolazione forzata, con la facilità di avere carbone ottimo in qualunque quantitativo e a prezzi veramente bassi, il problema della economia e del buon uso del calore venne messo un poco in soffitta.

Nacquero così le pareti sottili, le pareti esterne a grandi vetrate, non sempre richieste da speciali necessità di illuminazione; si moltiplicarono i tetti piani con soffiature insufficienti, si moltiplicarono le porte a balcone così ricche di fessure e vere fughe continue d'aria calda e fredda. Le doppie vetrate per porte e finestre, che erano uno dei migliori partiti di benessere e d'economia, sparirono; in qualche casa si eliminarono anche le doppie porte verso le scale e per ovviare alla dispersione di calore per irradiazione, per conduzione e per trasporto attraverso a tante vie e fughe gli impianti di riscaldamento si gonfiarono, i radiatori si allungarono, le caldaie crebbero di dimensioni, le temperature salirono, anche perchè i 15 gradi richiesti per la temperatura ambiente salirono a

16 eppoi a 17, 18 e più. Il periodo di riscaldamento, dai 4 mesi, passò ai 5 mesi e la verità è che le nostre case sono diventate insospitabili o meglio, di una ospitalità molto dispendiosa, tantochè il costo del riscaldamento in Piemonte per i 5 mesi invernali ai prezzi del carbone del 1939 era già salito ad un quarto e anche per determinati casi, ad un terzo del costo annuale dell'affitto e ai nuovi prezzi del carbone del dopoguerra si è giunti al prezzo di Lire 100-120 al metro cubo di ambiente riscaldato per un periodo da 100 a 120 giorni di riscaldamento invernale.

Sorto con la guerra il problema del rifornimento del carbone, escluso per ragioni ben note e economiche di ricorrere all'energia elettrica per il riscaldamento, il problema, della produzione del calore, e del suo buon uso si è rifatto imperioso.

La deficienza di coibenza delle nostre abitazioni è d'inverno molto grave, perchè la mancanza di una massa perimetrale coibente e assorbente, avviluppante quasi tutta la casa, atta a funzionare da accumulatore e riserva di calore per l'interno, obbliga ad un riscaldamento continuato anche notturno, se si vuole che, cessato il riscaldamento, non si raffreddino velocemente pareti e ambienti.

Ma questa deficienza, che d'inverno può essere vinta, se non si bada alla spesa, ha spiacevoli riflessi nella stagione estiva, quando le pareti, per il loro ridotto spessore, la loro natura, il loro

tipo, per la esagerata estensione delle parti vetrate diventano vere piastre roventi trasmettitori del calore solare dall'esterno all'interno.

La buona coibenza ha adunque importanza grandissima per l'abitabilità sia estiva che invernale delle nostre case.

\*\*\*

Queste mie vecchie considerazioni mi ritornavano alla mente mentre visitavo un ampliamento di un ospedale e constavo il poco peso dato al problema della coibenza perimetrale e di conseguenza al problema del riscaldamento. La pianta della nuova manica consta di una corsia ammalati fiancheggiata dal corridoio di disimpegno, ed erroneamente collocata a mezzanotte, mentre il corridoio è a mezzogiorno, senza una ragione precisa e perentoria per un orientamento così poco razionale per un ospedale. Le pareti di facciata sono costituite da maschi in muratura di 40 centimetri di spessore, larghi metri 1,20, intervallati da finestroni di metri 3,80 di larghezza. I parapetti delle finestre chiuse con serramenti metallici di tipo ordinario, cioè di sagomati comuni, sono costituiti da un semplice muriccio di 12 centimetri. I radiatori sono collocati sotto le finestre contro i parapetti. La muratura esternamente non è intonacata, ma a faccia vista. Tale schema è del resto comune a altre costruzioni consimili di ospedali e scuole, cosicchè le conclusioni qui dedotte possono applicarsi a molti casi consimili.

L'impressione anche a prima vista è che si sia esagerato alquanto in economia di coibenza e in abbondanza di illuminazione, se si pensa ai tre e ai quattro gradi sotto zero che nell'Italia Settentrionale si raggiungono normalmente ogni notte nel lunghissimo periodo invernale.

con punte a 8 e 10 gradi, in contrapposto ai 16 e 18 gradi da raggiungere nell'interno delle corsie dell'ospedale. Del resto l'abbondanza degli elementi dell'impianto termico dimostra quale sia l'elevato fabbisogno di calorie richiesto per il riscaldamento dei locali qui descritti.

Non occorrono troppe parole per dimostrare che occorre all'atto del progetto, come occorrerebbe sempre fare, esaminare se l'economia fatta nel costo capitale riducendo la muratura a 40 cm avrebbe compensato il maggior e continuo dispendio di calorie nei 5 mesi di ogni anno di accensione dell'impianto del riscaldamento. Questo si doveva fare anche per assicurare una buona coibenza per il periodo estivo contro l'azione del calore solare, cosa di non piccolo interesse in un ospedale a grandi corsie comuni dove non è sempre possibile prevedere ventilazioni naturali o artificiali troppo energiche.

Ho accennato all'eccesso di finestre. È questo dell'abbondanza di finestre nelle costruzioni moderne, anzi della loro esagerazione, un argomento che ci porterebbe a dilungarci non poco. Anche in questo campo la massima del non esagerare sarebbe quanto mai opportuna, tenendo conto delle buone condizioni di tutta Italia agli effetti della insolazione (durata e altezza del sole sull'orizzonte), della notevole larghezza oramai usuale adottata per le vie e per le piazze nuove, ecc. Evidentemente prima di progettare finestre o comunque zone vetrate occorrerebbe tener ben conto delle condizioni in cui il nuovo edificio dovrà sorgere a regolarsi in conseguenza per non cadere nelle esagerazioni inutili, spesso dannose e sempre costose, di grandi vetrate, che si è poi obbligati a proteggere quasi in permanenza con persiane e tende contro l'esagerata insolazione.

Per chiarire l'importanza dello spessore dei muri e della estensione delle vetrate agli effetti termici serve un computo della coibenza di una parete del predetto ospedale e precisamente di un elemento di campata di 5 metri comprendente un maschio e una finestra. Ho fatto il confronto fra una parete come fu costruita con parapetto di 12 cm, una parete pure di 40 cm di spessore, una parete di 40 cm ed una terza parete tutta di 50 cm di spessore, maschi e parapetto. Nel caso pratico i parapetti di 40 e di 50 cm. sarebbero sostituiti da strutture di eguale coibenza, ma con spessori minori, cioè di materiali più coibenti della muratura.

Nei computi ho seguiti calcoli e tabelle riportati in una pubblicazione del Prof. HENCKY sulle « Perdite di calore attraverso a pareti piane » con riferimento a pareti di edifici. I risultati sono validi naturalmente per il caso specifico rappresentato dai tre schemi (fig. 1). ma l'insegnamento è generale.

L'Hencky chiama « Coibenza normale di una parete di chiusura di un ambiente » quella che per ogni materiale si ottiene variando gli spessori fino a impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria ambiente su di essa. Quanto maggiore è la coibenza del materiale tanto minore spessore della parete sarà necessario per raggiungere la coibenza normale, che l'Hencky chiama

Unità di coibenza, quando se ne serve per i confronti fra i materiali diversi. Per muratura ben asciutta di mattoni senza intonaco essa viene raggiunta praticamente nei nostri climi con lo spessore di 50 centimetri. Secondo l'Hencky si potrebbe anche raggiungere col muro di una testa e mezza, ma con le due facce intonacate e quando esso sia ben asciutto, in quanto un muro umido aumenta la sua conducibilità al calore del 25 e più per cento.

Questo concetto di coibenza legato alla possibilità di condensazione del vapore dell'aria ambiente sulla parete interna è pratico ed evidente. Si ricordi a tale proposito, quante volte su facce interne di pareti di chiusura dei nostri ambienti in questi anni abbiamo riscontrate nelle nostre case mal riscaldate tracce di umido e, nel caso di pareti tappezzate con carta, delle scoloriture od addirittura delle muffe causate da condensazioni per deficiente coibenza della parete, più o meno marcata a seconda delle caratteristiche del tempo e delle temperature, della orientazione e soprattutto dallo spessore e natura della parete. Negli ultimi inverni le deficienze delle temperature interne hanno reso più frequente e marcato il fenomeno in specie sulle pareti esposte al nord.

Assumendo dunque uguale ad uno la Coibenza Normale del muro in mattoni, secondo il concetto dell'Hencky, avremo per la parete dell'ospedale descritto più sopra:

1° caso: maschi in muratura di 0,40 di spessore, parapetti di 0,12, coibenza media della parete: 0,40;

2° caso: maschi in muratura di 0,40 di spessore, parapetti di 0,40, coibenza media della parete: 0,51;

3° caso: maschi in muratura di 0,50 di spessore, parapetti di 0,50, coibenza media delle pareti: 0,60.

L'aumento di coibenza è adunque dal 1° al 2° caso del 25 % e dal 1° al 3° caso (muratura dell'unico spessore di 50 cm) del 50 %. La parte vetrata in tutti tre casi è sempre la stessa e nella elevata percentuale del 50 %. E poichè all'aumento di coibenza dovrebbe almeno con notevole approssimazione corrispondere una inversamente proporzionale dispersione di calore, si può concludere che molto si può ottenere nel risparmio del carbone da una appropriata scelta degli spessori e della formazione delle pareti degli edifici e da una giudiziosa ripartizione delle parti piene e delle parti vetrate.

Quali migliorie apportare adunque nei riguardi della coibenza ai sistemi e usanze di costruire le nostre case?

È una domanda che sorge spontanea e alla quale si può per intanto rispondere come segue.

**Murature.** — Per le murature occorre sostituire nei nostri progetti alle murature troppo sottili dei muri con spessori adeguati. La muratura di 40 cm per il settentrione d'Italia è insufficiente assolutamente ed anche per la Liguria non è consigliabile. Per quanto riguarda i parapetti sotto le finestre è necessario abbandonare il muricchio di 12 cm e anche quelli di 20 cm ottenuti con un

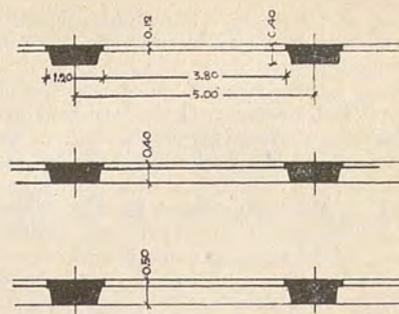


Fig. 1

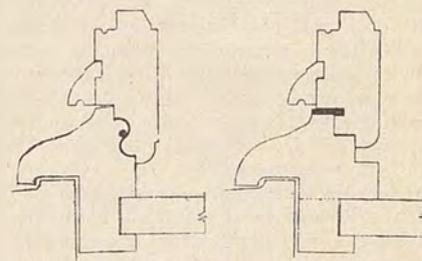


Fig. 2

Fig. 3

matteone di piatto e uno di coltello accostati. Bisognerebbe sempre arrivare almeno al muro di 40 cm o, se sarà necessario ricavare in esso un vano per gli elementi del termosifone, sarà bene rivestirlo con lastre di materiale isolante in compenso. Bisognerà poi abolire completamente quei certi armadi ricavati nei cosiddetti muri terminali di frontespizio, chiusi verso l'esterno con semplici muricci, inutilizzabili d'inverno e d'estate per opposte ragioni, e fonti di perdite di calore notevoli.

Come murature sarebbero da considerare anche le cosiddette casse vuote, formate con muricci racchiudenti camere d'aria più o meno sviluppate e complicate. Su queste casse vuote che molti credono sufficienti e sul loro potere coibente non sono ancora troppo chiare le idee; la loro esecuzione è in generale sempre tanto difettosa ed in genere la economia che ne risulta, tenuto conto delle spallette e del costo d'esecuzione, è sempre tanto piccola, che tenuta anche presente la loro scarsa coibenza, non sono da consigliare a meno di ricorrere a riempimenti di materiali leggeri coibenti, con notevole spesa. Agli effetti della coibenza è da tenere molto in conto l'azione dell'intonaco in specie di quello interno. Nelle Tabelle dell'Hencky un intonaco di due centimetri di spessore sulla faccia interna od esterna rappresenta una coibenza pari al 10 % della coibenza del muro di 50 cm e al 40 % di quella di un muricchio di 12 cm. Attenti adunque alle murature a faccia vista.

**Serramenti.** — Agli effetti della coibenza i serramenti hanno una grande importanza anche quando sono ben eseguiti. Essi sono la causa principale della dispersione del calore. Nei serramenti la coibenza è insidiata dalle infiltrazioni d'aria sul loro

contorno e battute. I più deficienti sotto questo riguardo sono le porte dei balconi. È inspiegabile l'abuso che di esse si è fatto e si fa tuttavia in paesi freddi come l'Italia settentrionale, così soggetti all'azione dei freddi boreali. Tutti i serramenti esterni e le stesse finestre sono infatti difettosi di tenuta soprattutto per le due battute inferiore e superiore. Nelle porte-balconi poi, per assolute ragioni d'uso, la battuta inferiore è addirittura primordiale e quindi essa è sempre uno spiraglio di abbondanti e continue insinuazioni di aria gelata soprattutto sotto l'azione del vento. Nelle porte inoltre l'altezza del serramento fa sì che esso difficilmente si conservi diritto e quindi anche le battute verticali, laterali e centrali, sono svergoliate e quindi di tenuta sempre più imperfetta. Per le porte-balconi, per ragioni d'uso, la battuta centrale verticale fra i due battenti, non è sempre a gola di lupo, che è di buona tenuta, ma molte volte è a semplice sovrapposizione e quindi maggiormente difettosa e svergolabile.

Il consiglio migliore è adunque per intanto di limitare al massimo il numero delle porte sui balconi anche a vantaggio della usufruibilità degli ambienti interni e adottare sempre dei congegni meccanici di chiusura, che tendano a forzare le parti apribili contro i telai fissi di battuta.

Anche per i serramenti di finestre è indispensabile molta cura nella scelta dei tipi di chiusura e di battute per le gravi conseguenze che i loro difetti hanno agli effetti della coibenza, soprattutto sotto la pressione del vento. Piccoli fori quali quello della serratura, del passaggio della cinghia delle avvolgibili, le fessure fra le battute non ben combacianti, sono fonti di perdite di calore importanti più che non si creda.

Nella memoria prima citata sono riportati dei dati numerici di raffronto fra il passaggio dell'aria sotto pressione attraverso ad un muro intonacato di 50 cm di spessore e quelli attraverso al buco della serratura, del passacringhia delle avvolgibili, alla fessura di 5 mm per un metro di lunghezza della battuta inferiore delle finestre e porte balcone, attraverso un serramento completo. I dati sono impressionanti, pur tenendo conto che la muratura di confronto è quasi stagna anche sotto aria in pressione. Assunto come unità di riferimento un metro quadrato di tale muro, si giunge a 50 volte per il buco della serratura, a 200 per il foro passacringhie, a 2000 per un serramento completo. Motivo per cui pur accettando tali numeri con larga approssimazione e ricordando la speciale tenuta del muro campione, se ne cava il consiglio di badare molto a difenderci da infiltrazioni così subdole e dannose alla coibenza. Non per nulla nei paesi nordici esperti nel difendersi dal freddo anche perchè più di noi provati, si ricorre alla sigillatura preinvernale di tutte le

battute di porte e finestre all'infuori delle poche destinate all'uscita dalla casa. Da scartare poi per quanto possibile, sono i serramenti metallici a meno che siano costruiti con profili speciali e con grandissima perfezione.

**Serramenti doppi.** — In fatto di serramenti e di loro buona tenuta la soluzione vera, oltrechè nel non esagerarne lo sviluppo, si può raggiungere soltanto con i serramenti doppi, già adottati nel buon tempo antico ed ora caduti in disuso per uno sbagliato senso di economia. La loro adozione dà davvero risultati insperati. Si adottano per casi speciali invece che dei veri serramenti doppi, delle semplici antine a vetri che ricoprono soltanto le parti strettamente vetrare. Se ne ricava qualche vantaggio, ben lontano però da quello che si può ottenere col serramento doppio completo. Infatti con tali antine limitate permane la poca coibenza delle battute perimetrali e intermedia fra i battenti e quindi l'inconveniente delle gravi infiltrazioni d'aria.

Il serramento doppio offre maggior coibenza:

1° per l'azione dello stato d'aria in riposo intermedia estesa a tutta l'ampiezza dell'apertura;

2° perchè viene quasi del tutto assicurata l'azione di tenuta delle battute di combacio e in specie di quelle del serramento interno non più sottoposto all'azione diretta del vento, che è trattenuto dal serramento esterno.

Questa azione protettiva è adunque più energica proprio quando è più preziosa, cioè quando soffia il vento.

Dalla pubblicazione sopra citata si ricava che in regime di aria tranquilla le perdite di calore complessivo per metro quadrato per serramenti semplici si possono calcolare come equivalenti da 4 a 5 volte quelle di una muratura normale di 50 cm, ma si riducono per serramenti doppi alla metà, cioè a 2 volte quella della muratura.

Sotto la pressione del vento le perdite di calore aumentano anche per i serramenti doppi, ma soltanto del 60 %, mentre per serramento semplice l'aumento è del 160 %, cosicchè per unità di superficie il rapporto fra muro ordinario e serramento doppio giunge a 3,20 ma sale addirittura a circa 7 per il serramento semplice.

Poichè l'effetto coibente risiede soprattutto nella bontà delle battute è necessario che il 2° serramento, quello posto all'esterno, abbia anch'esso dei sicuri combaci su tutto il perimetro e anche il telaio fisso esterno deve essere ben murato e sigillato su tutto il contorno dell'apertura.

**Battute dei serramenti.** — A completare le cose dette ho indicati nei due disegni due profili di battute inferiori per finestre. Il primo è stato già adottato larga-

mente con ottimi risultati, nonostante la prevenzione di molti esecutori per il pericolo che il combaciamento inferiore non possa sempre essere assicurato per l'abbassamento eventuale dei battenti apribili per usura o per cedimento.

Il secondo tipo con lama di rinforzo della traversa inferiore del telaio fisso è veramente ottimo sotto tutti i punti di vista ed io me ne sono valso con soddisfazione.

Per le battute verticali di porte e finestre quelle a gola di lupo per il montante centrale e quelle con rientranze semicircolari ed eventualmente doppie nei montanti laterali sono sempre migliori. Esse richiedono evidentemente legnami stagionati e lavorazione perfetta il che del resto è doveroso richiedere nelle costruzioni.

**Gelosie scorrevoli.** — Agli effetti della coibenza le gelosie scorrevoli, rientranti nelle spalle in muratura ai lati della finestra in apposite scanalature, sono quanto di meno consigliabile ci possa essere. Infatti le profonde feritoie da lasciare nelle spalle fanno sì che i muri vi si riducono a muricci di 25 centimetri, cioè una struttura muraria difettosa, la peggiore che si possa combinare con i laterizi perchè mal eseguibile. Tali muricci dalla parte della feritoia non possono che essere malamente rinziati e sono quindi difettosi per spessore, per esecuzione e per intonacatura. Tenuto conto dei giuochi occorrenti, si può dire che nel caso delle gelosie scorrevoli con gli usuali interassi delle finestre, la muratura, che è stata progettata di 50 centimetri di spessore e come tale sarebbe coibente, si riduce in sostanza a dei maschi larghi da 80 a 90 centimetri di larghezza ad interassi di metri  $3,40 \div 3,50$  collegati coi muricci di 25 centimetri di spessore contornanti il vano finestra in modo che la muratura di 50 centimetri si riduce in definitiva al 30-35 % della parete complessiva.

**Cassetti per avvolgibili.** — Anche le serrande avvolgibili danno luogo a perdite di calore notevoli attraverso al cassetto superiore del rullo raccogliitore. Precauzione ottima è quella già adottata dai buoni costruttori con cassette a doppia parete, ed a buoni incastri e non a semplice combacio.

Evidentemente, dopo le cose dianzi dette, il più importante scopo da raggiungere nei serramenti è la buona tenuta, in modo che il serramento sia tale non solo di nome ma anche di fatto. Quindi tutti i particolari di battute e di combacio devono essere in prima linea, affinché quella coibenza, che ha tanto valore economico oltrechè d'uso, sia per quanto possibile attuata. Il serramento deve cioè essere prima ben progettato ed efficace; verrà in seguito il problema economico della sua produzione.

Achille Goffi

## SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE E ARTIFICIALE

### 1. - VENTILAZIONE NATURALE. - Zona neutra - Permeabilità delle pareti - Filtrazione dai serramenti.

Un ricambio d'aria variabile entro ampi limiti secondo diverse circostanze e tuttavia spesso sufficiente, è provocato dalla ventilazione naturale o spontanea che si verifica per effetto dell'apertura saltuaria delle porte e delle finestre, della imperfetta ermeticità dei serramenti e della permeabilità delle pareti.

Questo ricambio può essere reso più attivo mediante aperture convenientemente disposte nelle pareti stesse e comunicanti coll'esterno sia direttamente sia attraverso canne di richiamo praticate nei muri, in modo da sfruttare tutte le cause atte a promuovere naturalmente il movimento dell'aria.

Le figg. 1 e 2 rappresentano in modo appariscente l'andamento delle pressioni in corrispondenza delle pareti, o meglio delle differenze di pressione rispetto all'esterno, provocate da una differenza di temperatura.

La fig. 1 corrisponde al caso in cui la temperatura interna è più alta dell'esterna, la fig. 2 al caso opposto. La zona in corrispondenza della quale si ha equilibrio di pressione si dice *zona neutra*. Le frecce indicano il senso secondo il quale tendono ad avvenire gli scambi d'aria coll'esterno per effetto della permeabilità delle pareti.

La fig. 3 chiarisce l'influenza sulla posizione della zona neutra di aperture disposte nella parte alta del locale, per es. di quelle prodotte dalla rotazione di sportelli girevoli (v. fig. 4).

Un tipo costruttivo di finestra doppia (secondo O. Schmidt) atto a facilitare la ventilazione naturale è rappresentato nella fig. 5. La direzione delle frecce riguarda il caso della ventilazione invernale.

Indicazioni sull'effetto prodotto da una canna di ventilazione (come quelle usate per l'aerazione delle cucine) sono fornite dalla fig. 6.

Le differenze di pressione provocate da differenze di temperatura sono al massimo dell'ordine di qualche millimetro di colonna d'acqua, quelle dovute all'azione del vento possono invece salire a qualche decina di millimetri.

Dati relativi alla permeabilità all'aria di materiali da costruzione e di pareti ed alla filtrazione attraverso giunti di serramenti di vario tipo sono contenuti nelle tabelle seguenti.

TABELLA n. 1  
Permeabilità di materiali da costruzione (secondo Raisch e Steger)

Materiale	Peso specifico apparente kg/m <sup>3</sup>	Coefficiente di permeabilità in m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h e per una differenza di pressione di 1 mm di colonna d'acqua
Cemento cellulare . . .	1010	0,0018
Cartone . . . . .	264	0,0049
Lastre di torba . . . .	210	0,012
Holcemento . . . . .	1127	0,032
Sabbia silicea . . . . .	1380	0,05
Lastre di sughero, espanso e impregnato . . . . .	268	0,18
Sabbia intasata . . . .	1650	0,30

TABELLA n. 2  
Permeabilità di pareti e di elementi costruttivi vari (secondo Raisch)

Tipo della parete o dell'elemento costruttivo	Spessore in metri	Permeabilità in m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h per una differenza di pressione di 1 mm di colonna d'acqua
Muro di mattoni intonacato da entrambi i lati	0,40	0,28
Materiale laterizio per mattoni . . . . .	0,065	0,0043
Intonaco: 1 parte di calce e 5 di sabbia . . . . .	0,025	0,14
Intonaco c. s. due volte imbiancato a calce . . . . .	0,025	0,012
Intonaco greggio: 1 parte di calce, 5 di sabbia, 1/2 di cemento . . . . .	0,02	0,009
Intonaco greggio: 1 parte di calce, 5 di sabbia, 2 di cemento . . . . .	0,04	0,003
Parete doppia in legno rivestita di cartone entrarmato . . . . .	0,102	1,05
La stessa con una faccia intonacata . . . . .	0,124	0,34

TABELLA n. 3  
Infiltrazione d'aria attraverso porte e finestre

Tipo del serramento	Infiltrazione espressa in m <sup>3</sup> all'ora e per ogni mm di colonna d'acqua di differenza di pressione
Finestra doppia (1,66 × 2,1 m) . . . . .	20
La stessa col solo serramento interno chiuso . . . . .	42
Finestra a telaio semplice e doppi vetri, ben chiusa (1,51 × 1,21 m) . . . . .	12
Porta (2,1 × 1,3 m) . . . . .	1,9

Dall'esame delle precedenti tabelle si ricava:

a) la permeabilità all'aria di un muro di mattoni dipende soprattutto dalla natura della malta, essendo praticamente trascurabile la parte relativa ai soli mattoni;

b) l'aggiunta di cemento all'intonaco diminuisce notevolmente la permeabilità;

c) le infiltrazioni d'aria attraverso i serramenti dipendono principalmente dalla cura colla quale sono costruite le battute; può così succedere che una finestra semplice ben costruita chiuda meglio di una doppia di tipo diverso.

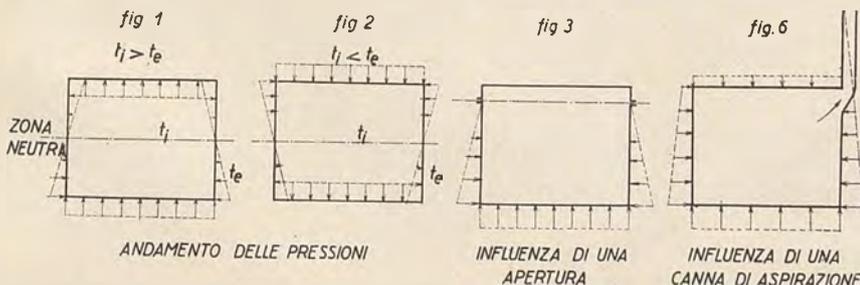
Le finestre a saracinesca di tipo americano danno luogo a infiltrazioni ancora più sensibili di quelle indicate.

Sull'efficacia delle canne di ventilazione hanno molta influenza la differenza di temperatura fra interno ed esterno e l'azione del vento. Se l'aspirazione è prodotta unicamente dalle prime si hanno ad es. per una differenza di 10° velocità al massimo dell'ordine di 0,9; 1,3; 1,8 metri al secondo con altezze di canna rispettivamente di 5, 10, 20 metri.

In realtà le resistenze passive possono ridurre notevolmente tali velocità.

Sulla entità dei ricambi naturali meritano ancora di essere citati i risultati delle esperienze eseguite dall'Ilzhöfer nel 1931 presso l'Istituto di Igiene dell'Università di Monaco in due differenti sale munite di finestre doppie. Furono rilevati ricambi orari pari rispettivamente a circa 1/2 e 1/3 del volume delle sale; fu ancora rilevato un aumento del 17% in una camera a semplice intonaco rispetto ad una camera tappezzata con carta ed un aumento del 74% in conseguenza dell'apertura di uno sportello girevole sistemato nella parte superiore della finestra.

### 2. - SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA E DI CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA. - Schemi costruttivi - Canne di condizionamento - Condotti - Ven-



SPORTELLO GIREVOLE

fig. 4

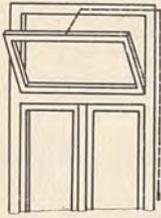


fig. 7 - ASPIRAZIONE CON VENTILATORE ELICOIDALE

tilatori - Bocche di introduzione e di estrazione - Condizionatori locali - La regolazione degli impianti.

La ventilazione artificiale, assicurata indipendentemente dalle condizioni atmosferiche, è attualmente ottenuta per mezzo di ventilatori centrifughi od elicotidali.

Alla ventilazione artificiale di un edificio può essere provveduto sia mediante apparecchi distribuiti in ogni ambiente (sistemi locali), sia per mezzo di un solo apparecchio destinato a produrre il movimento dell'aria e di un complesso di condotti che la guidano in tutto l'edificio (sistemi centrali).

I ventilatori possono essere disposti in modo da estrarre l'aria dagli ambienti (ventilazione per aspirazione), oppure in modo da soffiare (ventilazione per pulsione); alcuni impianti di rilevante importanza presentano entrambe le disposizioni.

Un semplice esempio della prima disposizione, effettuata per mezzo di un ventilatore elicoidale, è rappresentata sulla fig. 7.

Negli impianti moderni destinati alla ventilazione di locali di riunione, auditori, uffici, ecc., il ricambio dell'aria è ordinariamente accompagnato da trattamenti il cui insieme è indicato, sull'esempio americano, col nome di condizionamento dell'aria.

La fig. 8 mostra in modo schematico le varie parti di cui ordinariamente si compongono questi impianti. Sulla figura si distinguono:

- 1) la presa A dell'aria esterna collocata lontano da possibili fonti di inquinamento;
- 2) la camera di calma B, per il deposito dei granuli di polvere di maggiori dimensioni, seguita dal filtro f;
- 3) la camera di condizionamento C nella quale viene modificata la temperatura ed il grado igrometrico dell'aria;
- 4) il ventilatore V mosso dal motore elettrico M;

5) i condotti  $c_i$  che mettono capo alle bocche di introduzione  $i$ , ed i condotti  $c_e$  che hanno inizio dalle bocche di estrazione  $e$ , e che permettono di far circolare una parte dell'aria immessa, sottoponendola nuovamente alle operazioni di condizionamento.

In alcuni impianti per teatri l'introduzione avviene pure dall'alto mentre

l'estrazione è effettuata sia nella platea sia nelle gallerie per mezzo di numerose bocchette a fungo sistemate sotto i sedili. La disposizione è indicata nella fig. 10. In essa sono messi in evidenza il collettore di distribuzione, quello di aspirazione, e il ventilatore centrifugo che aspira l'aria dalla camera di condizionamento, nella quale sono visibili i registri di regolazione e le file di spruzzatori. L'acqua che alimenta questi spruzzatori è fatta circolare mediante una pompa ed è raffreddata dall'impianto frigorifero installato in A (in basso a sinistra). In questo esempio una parte dell'aria di ritorno si mescola con quella raffreddata a valle della camera di condizionamento. In America si adottano, in casi del genere, impianti frigoriferi con fluidi intermediari inodori, innocui ed a pressione moderata (del gruppo del «freon»), compressi mediante apparecchi centrifughi contenuti in involucri stagni.

Nelle officine dove si producono esalazioni nocive o si forma della polvere le bocche di estrazione, talvolta munite di cappe (v. fig. 9) sono disposte in prossimità delle cause di inquinamento; la polvere così aspirata può essere raccolta su filtri o deposta sul fondo di grandi camere (separazione per gravità) o di grossi recipienti cilindrici ad asse verticale, detti cicloni separatori, muniti in basso di tramoggia e in alto di camino di evacuazione; la separazione avviene qui anche per forza centrifuga perchè l'aria è introdotta in direzione tangenziale ed è costretta ad assumere un rapido movimento elicoidale, per cui le particelle più pesanti sono proiettate alla periferia e cadono in basso.

Di recente sono stati impiegati cicloni a doppia camera di notevole efficacia.

La ventilazione deve essere particolarmente attiva nelle autorimesse ed in genere in tutti quei luoghi dove si svi-

luppiano gas o vapori suscettibili di formare coll'aria miscele esplosive.

**Filtri d'aria.** - I filtri più impiegati negli impianti di condizionamento funzionano in base al seguente principio: la corrente d'aria è minutamente suddivisa ed è obbligata a seguire un percorso sinuoso, spesso molto irregolare, lungo il quale una parte più o meno grande delle particelle di polvere trascinata è fermata dagli ostacoli di vario genere che la sostanza filtrante presenta oppure è trattenuta perchè urta o lambisce delle superfici bagnate o ricoperte da uno straterello d'olio o di altra sostanza vischiosa.

Si hanno così filtri funzionanti a secco, filtri funzionanti a umido, e filtri viscosi o adesivi. Naturalmente i modi di operare a cui si è accennato possono essere combinati assieme.

Negli apparecchi che funzionano a secco la parte filtrante può essere costituita semplicemente da tele metalliche o da tessuti di cotone o di altre fibre. Spesso si adottano, per ridurre l'ingombro, disposizioni a zig-zag, a tasche, ecc. Di solito l'aria attraversa il tessuto ma le cose possono essere disposte in modo che essa debba soltanto lambirlo, subendo nello stesso tempo delle brusche deviazioni che favoriscono la separazione del pulviscolo; con questi artifici dei quali la fig. 11 mostra un esempio, si riesce a ridurre di molto la resistenza che l'aria incontra nel suo movimento.

Altri filtri a secco comprendono strati di ghiaia o di coke, spesso irrorati con acqua per accrescerne l'efficacia.

Negli impianti più recenti si manifesta nettamente la tendenza a impiegare filtri suddivisi in tanti elementi o cellette adiacenti, maneggevoli, facilmente smontabili dall'armatura che li sostiene e comodamente pulibili uno per uno quando il loro intasamento diviene eccessivo. Una grande varietà di materiali è usata per

SCHEMA DI IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO D'ARIA

fig. 8

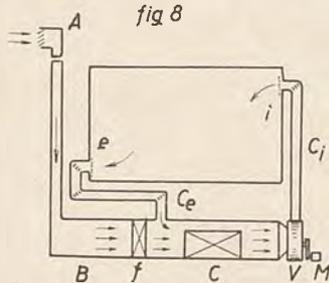
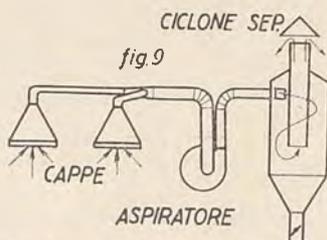


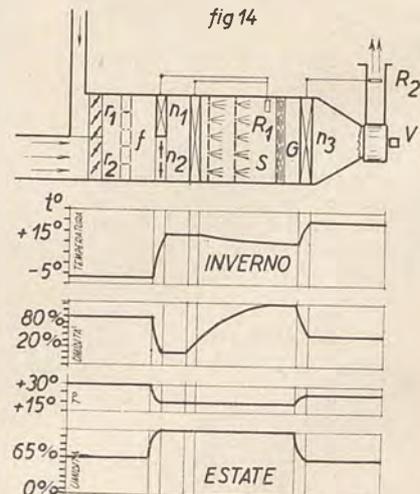
fig. 9



ASPIRAZIONE E DEPURAZIONE DELL'ARIA IN UN'OFFICINA

CAMERA DI CONDIZIONAMENTO E DIAGRAMMI DELLA TEMPERATURA E DEL GRADO DI UMIDITA'

fig. 14



le sostanze filtranti in questi elementi il cui aspetto esterno è rappresentato schematicamente dalla fig. 12.

Si va dalle fibre tessili comuni alle fibre di vetro, di cellulosa, ai cartoncini corrugati, ai trucioli metallici, agli anelli di cartone compresso, ecc. Questi materiali sono tenuti in posto da tele metalliche o da lamierini perforati e sono talvolta unti con olii molto viscosi in modo da funzionare anche per adesione.

Sempre del tipo ad elementi, ma costruiti in modo diverso dai precedenti sono i filtri indicati nelle figg. 13 e 14.

Ogni loro elemento comprende nel primo un pacco di lamierini ondulati, oleati in precedenza per immersione; nel secondo una successione di lamiere perforate, guarnite anteriormente con un piccolo strato di ovatta e disposte verticalmente coi fori sfalsati in modo da far subire ai getti d'aria dei bruschi cambiamenti di direzione (I).

I filtri ai quali si è accennato sono fissi ed esigono ordinariamente una pulizia periodica da parte del personale che vi è addetto, pulizia che è eseguita durante le interruzioni del funzionamento sia con scuotimenti sia col sussidio di aspiratori pneumatici sia ancora, come per gli elementi di fig. 13, per immersione in bagno d'olio (di solito olio usato di macchine).

Una pulizia automatica può essere ottenuta nei grandi impianti adottando filtri viscosi montati su catene o nastri senza fine il cui moto fa sì che le parti sporche abbiano periodicamente ad immergersi in un sottostante bagno d'olio nel quale si ripuliscono.

Anche il passaggio attraverso la pioggia finissima prodotta dagli spruzzatori nelle camere di condizionamento provoca una filtrazione dell'aria, ma nello stesso tempo un insudiciamento dell'acqua di

circolazione che dev'essere opportunamente depurata.

L'efficacia dei filtri è variabile secondo le circostanze (natura e dimensioni del pulviscolo, velocità dell'aria, grado di intasamento, ecc.). I buoni apparecchi trattengono fino all'80 ÷ 90 % e più del peso di pulviscolo presente nell'aria a monte degli apparecchi stessi.

**Camere di condizionamento.** - I trattamenti che l'aria subisce nelle camere di condizionamento sono nei casi più comuni costituiti dal riscaldamento o dal raffreddamento a contatto delle superfici metalliche di batterie di tubi nervati alimentate rispettivamente da acqua calda o da vapore oppure da acqua di pozzo o da acqua raffreddata artificialmente mediante un impianto frigorifero. Questi trattamenti sono integrati nei riguardi delle variazioni di grado igrometrico ed eventualmente della temperatura dal passaggio attraverso una pioggia finissima provocata da file di spruzzatori.

La fig. 19 rappresenta una di tali camere parzialmente sezionate, comprendente i registri a persiana dell'aria esterna e dell'aria di ritorno, la batteria scaldante, la pompa centrifuga che alimenta gli spruzzatori, il ventilatore ed i dispositivi di filtrazione dell'acqua e di regolazione automatica. Il principio sul quale è fondata la costruzione degli spruzzatori è quello di fare effluire l'acqua sotto pressione da piccole luci precedute da meati spiraliiformi che le conferiscono un rapido moto rotatorio.

La fig. 14 mostra l'andamento della temperatura e dell'umidità lungo una camera di condizionamento nei periodi invernale ed estivo; nella figura è supposto che l'aria esterna sia d'inverno a  $-5^{\circ}\text{C}$  ed a 80 % di umidità relativa, d'estate a  $+30^{\circ}\text{C}$  ed a 65 %, mentre l'aria di ritorno dai locali sia d'inverno a  $22^{\circ}\text{C}$  e 50 %; d'estate a  $25^{\circ}\text{C}$  e 60 %.

Le due correnti regolate rispettivamente dai registri  $r_1$ ,  $r_2$  sono depurate dal filtro  $f$  e riscaldate dalla batteria  $n_1$  o raffreddate dalla batteria  $n_2$ . Le modificazioni di stato che l'aria subisce in questi passaggi sono rappresentate in modo appariscente dai diagrammi sottostanti allo schema dell'apparecchio.

Nel caso in esame il funzionamento invernale del riscaldatore  $n_1$  fa crescere la temperatura da  $-5$  a  $+15^{\circ}$  e fa diminuire il grado di umidità dall'80 al 19 %. D'estate il raffreddatore  $n_2$  fa invece diminuire la temperatura da  $30$  a  $17^{\circ}$  e crescere il grado di umidità dal 65 al 100 %. Il passaggio attraverso la pioggia prodotta dagli spruzzatori  $S$  non produce qui modificazioni sensibili nella stagione estiva perchè si suppone che l'acqua abbia la stessa temperatura dell'aria; d'inverno invece si produce la saturazione ed un leggero raffreddamento.

L'azione del riscaldatore supplementare  $n_3$  conferisce all'aria le condizioni finali volute. Nello schema:  $G$  rappresenta il separatore delle gocce trascinate dopo i polverizzatori ed è costituito da lamiere disposte a zig-zag;  $V$  è il ventilatore ed  $R_1$ ,  $R_2$  sono gli elementi sensibili dei regolatori automatici agenti rispettivamente sugli scambiatori di calore preliminari e sul riscaldatore supplementare. Lo scopo di questi regolatori è quello di mantenere costanti le temperature nella camera degli spruzzatori e nel collettore di andata dell'aria.

Lo schema descritto non rappresenta che uno dei numerosi modi di funzionare di questi apparecchi.

**Trattamenti speciali.** - Sono stati adottati in alcuni notevoli impianti l'essiccaimento ottenuto nella stagione estiva mediante sostanze assorbenti quali il « gelo di silice » (silice gelatinosa o « silicagel ») o igroscopiche quali l'ossido d'alluminio, il cloruro di calcio, ecc. L'operazione permette di evitare il riscaldamento supplementare dell'aria. Il silicagel gode della proprietà di restituire l'umidità assorbita quando sia attraversato da una corrente di aria calda a  $150^{\circ}\text{C}$  e più. L'operazione è detta rigenerazione e viene effettuata alternativamente in apparecchi disposti in parallelo ed inseribili con giuochi di valvole.

Altro trattamento particolare, indicato per gli ospedali ed i luoghi molto affollati, è quello in cui si utilizza l'azione germicida e deodorante dell'ozono. Si adottano praticamente delle concentrazioni dell'ordine di alcuni decimi di milligrammo per metro cubo di aria. Gli apparecchi ozonizzatori sono fondati sul principio dell'effluvio elettrico provocato da elevate differenze di potenziale e consumano circa 30 Watt ogni 1000 metri cubi di aria all'ora.

**Condotti.** - I condotti che guidano l'aria sono, secondo i casi, costruiti in muratura, in legno o in lamiera. Cure particolari debbono essere rivolte alla costruzione dei mutamenti di sezione e di direzione, alle diramazioni, ecc. Sotto questo riguardo molti impianti sono dal punto di vista aerodinamico irrazionali e danno luogo a perdite inutili e non trascurabili di energia.

Le migliori disposizioni relative ai cambiamenti di direzione sono effettuate

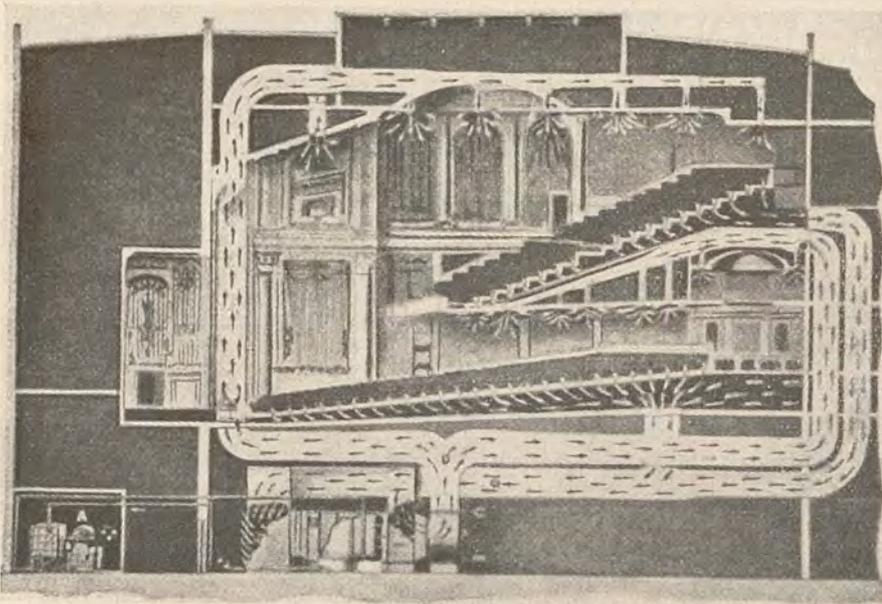
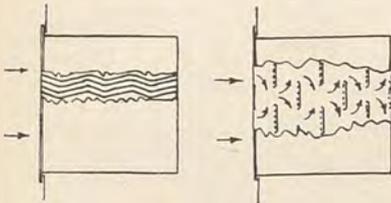
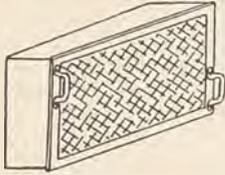
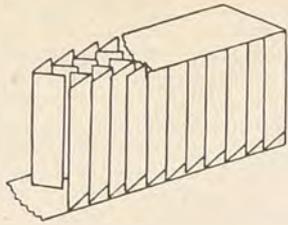


Fig. 10

(1) Cfr. C. CODEGONE, *Prove su filtri d'aria*, « L'Ingegneria » 1937, n. 5.



Dall'alto al basso:

Fig. 11 — Filtro a tessuto.

Fig. 12 — Elemento filtrante.

Fig. 13 e 14 — Filtri metallici.

con schiere di deflettori anzichè coi gomiti usuali (v. fig. 20). La velocità di circolazione dell'aria è dell'ordine di qualche m/sec nelle diramazioni e può arrivare a  $3 \div 4$  m/s nei collettori principali. Per quanto riguarda le dimensioni d'ingombro si tenga presente a titolo di orientamento che occorrono sezioni di qualche metro quadrato per ogni 100.000 kcal/h di potenzialità termica dell'impianto. Si tratta dunque di sezioni notevoli che vanno previste prima della costruzione dell'edificio allo scopo di evitare costose soluzioni di ripiego quando la struttura muraria sia già stata completata.

**Ventilatori.** — Si impiegano ventilatori elicoidali per le piccole prevalenze, ventilatori centrifughi per le prevalenze più elevate (diecine di millimetri di colonna d'acqua).

I notevoli perfezionamenti introdotti recentemente nella costruzione degli elicoidali, ad una o più ruote, munite di pale a profilo di ala portante, fanno prevedere una loro maggiore diffusione anche nel campo delle prevalenze elevate.

Allo scopo di limitare la trasmissione dei rumori dalle macchine ai locali serviti, la velocità di rotazione è ridotta a poche centinaia di giri al minuto primo. le fondazioni poggiano su strati cedevoli (di sughero catramato o di altri materiali analoghi), il collegamento fra il ventilatore ed i condotti è eseguito mediante tessuti gommati; gli stessi appoggi dei condotti sono guarniti di feltro o di altre sostanze cedevoli. L'isolamento acustico è anche assicurato mediante il ri-

vestimento interno di tratti di condotti con materiali assorbenti (2).

**Bocche e dispositivi di introduzione e di estrazione.** — Perfezionamenti sono stati recentemente apportati anche alle bocche di introduzione e di estrazione. Ai vecchi tipi irrazionali si tende ora a sostituire per le prime quella rappresentata nella fig. 15, nella quale la corrente è suddivisa e guidata da lamierini di forma opportuna. Così si dica delle grate di protezione da applicare sulle aperture di immissione che vengono ad assumere nei tipi moderni a palette una precisa funzione direttrice intesa a rendere più uniforme e regolare il rimescolamento coll'aria dell'ambiente. In alcuni casi sono state adottate bocche orientabili a sede sferica.

Non facile si presenta il problema dell'introduzione di grandi volumi d'aria da un numero limitato di bocche quando si vogliano evitare nell'ambiente correnti moleste. Una soluzione è rappresentata in modo schematico nella fig. 16.

In alcuni casi si è invece preferito introdurre l'aria a notevole velocità attraverso una serie di ugelli coll'intento di migliorarne la distribuzione negli ambienti.

Una bocchetta di aspirazione a fungo del tipo di quelle collocate sotto i sedili di grandi sale di riunione è rappresentata schematicamente nella fig. 17.

La distanza della testa dal tubo di aspirazione è ordinariamente regolabile.

**Condizionatori locali.** — Quando si desidera di variare localmente entro ampi limiti le condizioni dell'aria si possono adottare piccoli apparecchi da disporre nei vari ambienti ed evitare l'impianto dei condotti distributori, spesso ingombranti.

Si tratta di apparecchi che nelle applicazioni civili assumono frequentemente l'aspetto di piccoli mobili, di cui si può intonare la costruzione e la decorazione esterna a quella del locale a cui sono destinati. Essi comprendono internamente un corpo scaldante, o rispettivamente refrigerante, d'ordinario a tubi nervati, un piccolo ventilatore che soffia l'aria attraverso questi tubi ed un inumiditore. Talvolta l'apparecchio è completato da un filtro e da un ozonizzatore. Nelle industrie sono diffusi i cosiddetti

aerotermi, comprendenti dei ventilatori accoppiati a batterie scaldanti (si veda ad es. la fig. 18).

**La regolazione degli impianti.** — La regolazione degli impianti ai mutamenti atmosferici esterni può essere eseguita manualmente o automaticamente in modi svariati. La regolazione automatica si basa sull'impiego di elementi sensibili alle variazioni della temperatura (lamine bimetalliche, liquidi molto dilatabili, ecc.) o del grado di umidità (sostanze igroscopiche) e sulla trasmissione degli spostamenti o delle variazioni di dimensione prodotte da questi elementi alle valvole od ai registri che regolano la circolazione dei fluidi scaldanti e raffreddanti dell'impianto di condizionamento. La trasmissione dei comandi può essere effettuata in modo diretto mediante un liquido che riempie un tubo capillare flessibile, oppure indirettamente regolando l'azione di fluidi ausiliari compressi (aria, acqua) o agendo su circuiti elettrici.

In un caso di trasmissione elettrica gli spostamenti dell'elemento sensibile si traducono nelle rotazioni di una piccola ampolla contenente dei contatti a mercurio. La corrente è in conseguenza data o tolta ad un elettromagnete che comanda la valvola di regolazione. In altro caso un dispositivo termostatico comanda mediante un regolatore a impulsi le rotazioni di un motorino elettrico montato sulla valvola stessa.

### 3. — LA VALUTAZIONE DEI RICAMBI ORARI.

Il numero dei ricambi orari richiesti dal punto di vista igienico (3), cioè il numero di volte per ogni ora che occorre rinnovare l'aria di un locale abitato per mantenerne condizioni di salubrità, può essere valutato in vari modi.

In generale se  $v$  è il volume d'aria contenuto nel locale e  $V$  il volume d'aria (supposti entrambi riferiti alle stesse condizioni di pressione e temperatura) che si rinnova in esso ad ogni ora per effetto della ventilazione naturale e di quella artificiale, supposta continua, il numero dei ricambi orari vale ovviamente:

$$N = \frac{V}{v} \quad [1]$$

Vari Autori pongono ancora oggi per base di questa valutazione la percentuale di anidride carbonica assunta come

(2) Cfr. C. CODEGONE, *Problemi di acustica architettonica*, Ed. Gheroni, Torino, 1946.

(3) Cfr. questo Bollettino, 1947, n. 9, pag. 253.



Fig. 16 - Dispositivo di introduzione a diffusione.

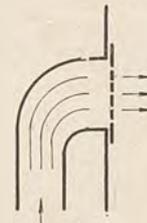


Fig. 15 - Bocca di introduzione con superfici di guida.

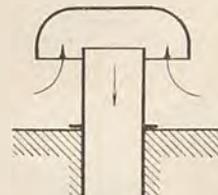


Fig. 17 - Bocchetta a fungo per aspirazione dal pavimento.

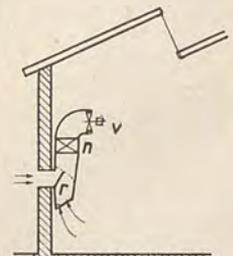


Fig. 18 - Aerotermino.

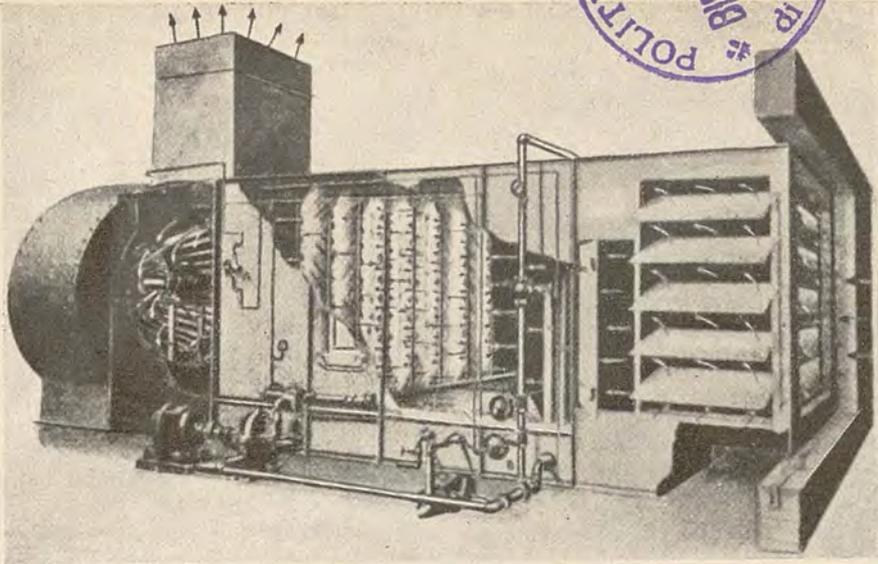


Fig. 19

« indice » dell'alterazione dell'aria provocata dalla permanenza delle persone. Si ammette in tal caso quale contenuto normale dell'aria il valore 4 su 10.000 parti in volume e si pongono come limiti da non superare, pur non essendo per sè nocivi, valori da 7 a 15 su 10.000.

Per un'occupazione di lunga durata, dopo che il regime si è praticamente stabilito, il volume  $V_m$  da rinnovare per ogni ora si può ricavare dalla fig. 21 in corrispondenza del contenuto limite ammesso, moltiplicando il valore indicato sulle ordinate per il numero  $n$  delle persone presenti. Il calcolo così effettuato è valido nel caso di persone adulte normali; si riduca il risultato a metà se si tratta di bambini, a  $\frac{3}{4}$  per adolescenti.

Questa determinazione è spesso sufficiente. Ad esempio per un auditorio radiofonico sia  $v=1.000 \text{ m}^3$ ;  $n=200$ ; fissando a 12 parti su 10.000 il contenuto massimo di anidride carbonica, si ricava:

$$V_m = 25 \times 200 = 5000 \text{ m}^3/\text{ora}$$

$$N_m = \frac{5000}{1000} = 5 \text{ ricambi all'ora}$$

Per realizzare senza dar luogo a disturbi per le persone un numero così elevato di ricambi, numero che dato il tipo del locale dev'essere interamente assicurato per via meccanica, è necessario adottare particolari artifici costruttivi, quali l'introduzione e l'estrazione dell'aria attraverso luci di notevole lunghezza disposte lungo i lati orizzontali

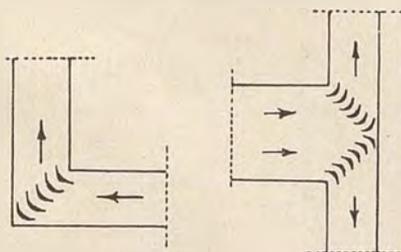


Fig. 20

della sala ed opportunamente mascherate mediante lamiera perforata.

In questo esempio si è trovato che occorre rinnovare  $25 \text{ m}^3$  d'aria all'ora e per ogni persona adulta. La pratica americana ammette valori anche notevolmente superiori a questo, ma non si danno prescrizioni tassative in proposito se non nei riguardi del valore minimo che è fissato a  $17 \text{ m}^3$ .

Se la ventilazione è intermittente i ventilatori debbono essere previsti per portate corrispondentemente più elevate.

Se l'occupazione è di breve durata l'influenza del volume proprio del locale può non risultare trascurabile e sono allora possibili delle riduzioni nel volume da rinnovare.

In tal caso, detta  $z$  la durata in ore dell'occupazione al termine della quale può essere raggiunto il massimo contenuto ammissibile di anidride carbonica, dopo aver dedotto  $N_m$  dalla relazione:

$$N_m = \frac{V_m}{v} \quad [2]$$

si ricaverà il rapporto  $N/N_m$  (e quindi  $N$ ) dalla fig. 22 leggendolo in corrispondenza della curva relativa al valore di  $N_m$  fornito dalla (2) o eventualmente interpolando fra le curve più vicine al valore cercato.

Ad esempio per un'aula di scuola media sia:

$$v = 250 \text{ m}^3 \quad n = 40$$

Ammettendo come contenuto limite di anidride carbonica il valore 14 su 10.000, per un'occupazione di lunga durata occorrerebbero:

$$V_m = 15 \times 40 = 600 \text{ m}^3/\text{ora}$$

e quindi:

$$N_m = \frac{600}{250} = 2,4 \text{ ricambi/ora};$$

se in via di ipotesi l'occupazione fosse limitata ad un'ora soltanto basterebbero invece:

$$N = 0,85 \times 2,4 = 2 \text{ ricambi/ora.}$$

Fra gli altri criteri seguiti per la valutazione dei ricambi merita di essere ricordato quello che consiste nel porre un limite alla temperatura dell'aria, temperatura che tenderebbe a crescere colla durata dell'occupazione. Ma il non tener conto dell'inerzia termica delle pareti, dell'influenza delle radiazioni solari, ecc. riduce tuttavia notevolmente l'attendibilità di questi calcoli. La fig. 23 mostra infatti ad esempio come nei climi caldi il contributo delle radiazioni solari nella stagione estiva possa influire in modo non trascurabile sul bilancio termico degli impianti di riscaldamento. I dati riportati in varie condizioni di orientamento (4) di superfici annerite sono però soggetti a riduzione in relazione ai fat-

(4) Le linee contrassegnate dalle indicazioni Est, Ovest, Sud, riguardano pareti verticali. Fra queste quella rivolta al Nord corrisponde a ordinate nulle in quanto anche per essa si suppone trascurabile l'influenza di pareti o di corpi circostanti.

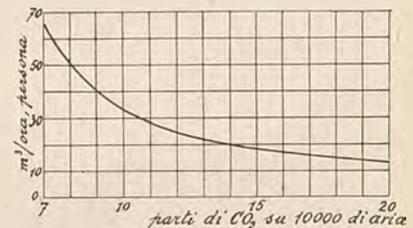


Fig. 21 — Grafico per la determinazione del volume d'aria da rinnovare in regime stazionario.

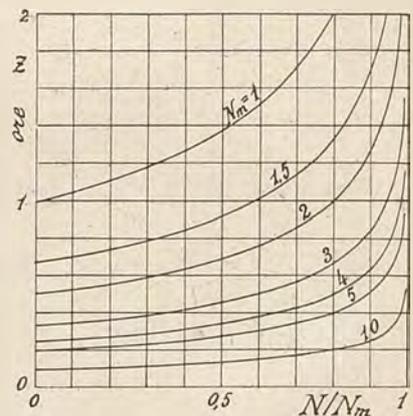


Fig. 22 — Grafico per la valutazione dei ricambi orari in condizioni di regime discontinuo.

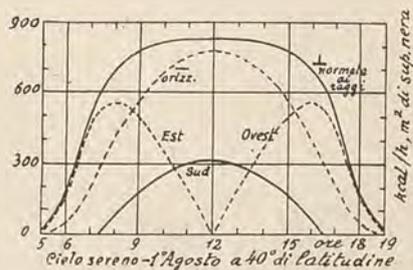


Fig. 23



# Condizionamento dell'aria e servizi frigoriferi

Nei primi tempi, quando cominciava a diffondersi anche in Italia il condizionamento dell'aria nei teatri, negli uffici, nelle abitazioni, i tecnici specializzati, progettisti e costruttori, venivano chiamati per lo studio delle installazioni dopo che le strutture dei fabbricati erano eseguite, e tutt'al più vi mancavano le rifiniture e le decorazioni.

Le difficoltà che nascevano per sviluppare le ingombranti reti di canali per l'adduzione e l'evacuazione dell'aria nei locali da condizionare erano tali da compromettere sempre la bontà delle soluzioni adottate, ed arrivavano talvolta ad impedire la realizzazione degli impianti. Oggi tutti si sono resi conto di tali difficoltà, e gli architetti consultano gli specialisti del condizionamento prima di iniziare la costruzione dei fabbricati, dopo però averne completato il progetto. Per la sistemazione dei condotti d'aria sono possibili piccoli spostamenti di pareti, creazione di falsi soffitti, forature di solai, sdoppiamenti di travi, ed altri accorgimenti del genere, che non modificano sostanzialmente il già concretato progetto.

Il progresso è evidentemente notevole, ma il procedimento ideale non è ancora raggiunto.

È necessario che l'ingegnere e l'architetto concepiscano l'impianto di condizionamento, con gli organi che lo compongono, insieme a tutti gli altri elementi dell'opera da progettare, e non dopo; in modo che la disposizione, la forma e le dimensioni dei vari locali siano influenzate dalle esigenze dell'impianto stesso e si conciliano con le più semplici e razionali sue soluzioni.

Ciò non altrimenti di quanto avviene per altri accessori dell'insieme architettonico, che l'ingegnere è già abituato a considerare come elementi essenziali e determinanti dei suoi progetti; ad esempio, le scale, i cortili, i terrazzi, i montacarichi, ecc.

Per arrivare a questo non è necessario che l'ingegnere o l'architetto si sostituiscano al tecnico del condizionamento, e sappiano e debbano progettare l'impianto. Basterà che essi abbiano chiaro in mente come l'impianto stesso è formato e come conviene sia disposto, e che preveda in modo largamente approssimativo le dimensioni che possono raggiungere i più ingombranti condotti d'aria.

Non sarà superfluo ricordare qui, ed ancora una volta, la definizione di « condizionamento ». Esso consiste nel mantenere l'aria di un locale in prestabilite condizioni, ritenute le più adatte per gli scopi cui il locale è destinato, indipendentemente dalle circostanze influenzanti, come l'affollamento, la temperatura esterna e simili. Le « condizioni » da controllare sono la temperatura, il grado igrometrico, l'irradiazione, l'agitazione dell'aria, la sua purezza, e così via. Un impianto non potrà a ragione chiamarsi di « condizionamento » se non serve a regolare tutte o per lo meno le principali tra le suddette condizioni, indipendentemente l'una dall'altra.

Di questa chiara definizione troppo

spesso non si tien conto, pur di usare la parola « condizionamento », che ha oggi tanto successo.

Si chiamano così, ad esempio, di condizionamento degli impianti di riscaldamento o raffreddamento con circolazione d'aria, nei quali mentre è possibile mantenere a piacere valori prestabiliti e costanti della temperatura, nulla per contro si può fare per variare il grado igrometrico, che in maniera incontrollabile resta fissato dalle circostanze del momento.

È noto che il metodo generalmente usato per condizionare un locale consiste nell'immettervi una corrente d'aria di portata, temperatura, umidità, ecc. opportune; convenientemente raccolta e preparata al di fuori del locale in una così detta camera di condizionamento.

Evidentemente una eguale quantità d'aria viene espulsa dal locale, e tutta od in parte recuperata per la preparazione della corrente da immettere.

Il trattamento che occorre far subire all'aria nella camera di condizionamento varia con le circostanze e può comprendere filtrazione, purificazione, riscaldamento, raffreddamento, aggiunta o sottrazione di umidità, ecc. È questo il compito del progettista specializzato. Radiatori, convettori, umidificatori, agitatori e simili, installati nell'interno del locale, sono talvolta mezzi ausiliari. All'architetto, per quanto sopra è stato accennato, interessa sin da principio conoscere le quantità d'aria da mettere in circolazione, e cioè le dimensioni dei relativi condotti.

Prima di avere istituiti bilanci termici ed igrometrici non si possono dare in proposito che indicazioni molto approssimate.

Per locali affollati una valutazione può basarsi sul numero massimo delle persone presenti, ritenendo che occorra far circolare da 40 a 60 mc d'aria all'ora per individuo. Di questa quantità una parte verrà ripresa dall'ambiente alla scopo di rendere meno oneroso il trattamento, l'altra verrà captata dall'esterno per realizzare col ricambio la necessaria purificazione. Quando l'aria ricircolante viene filtrata, o lavata, o deodorata con assorbenti, la quantità da prendere all'esterno può essere ridotta al minimo, ad esempio, quanto basta per limitare nel locale il contenuto di anidride carbonica prodotta dalla respirazione. Si può scendere a mc 10 ÷ 15 all'ora per persona.

Quando si tratta di locali non molto affollati, una valutazione preventiva richiede un calcolo di massima, perchè un giudizio basato, ad esempio, solo sulla cubatura dei locali non può condurre a risultati attendibili.

Un delicato problema che interessa l'architetto sta nel modo di immettere e distribuire l'aria nei locali, senza creare disturbo alle persone presenti. Quasi sempre la disposizione giustamente preferita consiste nel soffiare l'aria con velocità abbastanza elevata (2 ÷ 5 m/sec.) da numerose bocche, disposte in alto, lungo il soffitto, i cornicioni e simili, e nel riprenderla dal basso, evitando tuttavia

di aspirare polvere ed immondizie dal pavimento.

Particolari accorgimenti sono da prevedere per espellere il fumo, per evitare ingressi non controllati d'aria dall'esterno o da locali attigui. La rete di condotti di mandata e ripresa dell'aria, nonché di quelli per aspirare l'aria pura dall'esterno e per espellerne una egual quantità viziata, deve evidentemente svilupparsi nel modo più semplice e breve possibile, facendo capo alla camera di condizionamento, ove sono installati i vari apparecchi e macchinari. Le velocità adottate per l'aria variano da 6 ÷ 8 m/sec. per i condotti principali, sino a 2 ÷ 3 m/sec. per le ultime diramazioni.

In taluni casi per il trattamento dell'aria, e principalmente per il suo energico raffreddamento, non basta l'acqua fresca di cui si può disporre, ma occorre installare una macchina frigorifera.

È bene ricordare che si tratta di una scelta non affidata alla preferenza del progettista, ma imposta dalle circostanze: in determinati casi la macchina frigorifera è indispensabile; negli altri, non essendo necessaria, è svantaggioso adottarla.

Nel caso si debba installare una macchina frigorifera, sorge, anche per l'ingegnere e per l'architetto, una importante questione nella sicurezza contro i pericoli di fughe di gas tossici o molesti. Un recente clamoroso incidente ha fatto molto parlare su questo argomento. A parer nostro il fatto ha mostrato principalmente due cose: primo, che i pericoli esistenti in simili casi non sono gravi; secondo, che le norme di sicurezza vigenti o suggeribili non sono di sufficiente garanzia. Ed infatti l'incidente in parola non ha avuto conseguenze importanti per le numerose persone presenti, e non poteva essere evitato da nessun dispositivo di sicurezza.

Sarà comunque raccomandabile di installare le macchine frigorifere in una sala appartata e ben ventilata, e di effettuare il raffreddamento dell'aria indirettamente con un intermediario, salamoia od acqua. In America sono stati sperimentati e largamente diffusi fluidi frigoriferi innocui, generalmente derivati alogenati di idrocarburi, noti col nome generico di Freon e contraddistinti da numeri (F 11 - 12 - 21 - 22 - 113 - 114). È facile prevedere che simili fluidi, la cui preferenza è giustificata principalmente, se non esclusivamente, da ragioni di sicurezza, entreranno presto in uso anche in Italia per gli impianti di condizionamento dell'aria.

\* \* \*

Tra le applicazioni frigorifere che interessano l'architetto sono anche quelle per i servizi domestici.

Disponendo le cucine ed i locali di servizio per i vari appartamenti di un fabbricato a più piani in colonne verticali, diviene semplice, con un impianto centrale nel sottosuolo, servire i vari armadietti frigoriferi per derrate alimentari, distribuire acqua potabile fredda e simili.

D'altra parte, con la larga fabbricazione in serie, le piccole macchine frigorifere domestiche hanno raggiunto una tale sicurezza di automaticismo e costi così ragionevoli, che la convenienza dell'impianto centrale, come sopra prospettato, diviene discutibile.

Pensiamo invece che un'altro provvedimento possa avere in molti casi utile applicazione.

Numerosi centri del Nord America sono dotati di frigoriferi in cui le famiglie possono noleggiare piccoli spazi refrigerati (lockers), e conservarvi le derrate

periodicamente acquistate per il consumo di parecchi giorni. Si tratta di qualcosa molto analogo alle cassette di sicurezza presso le banche.

Quando in un fabbricato unico od in pochi vicini siano raccolte numerose famiglie, come si verifica nelle grandi città, tanto nei quartieri signorili, quanto in quelli popolari, frigoriferi così organizzati potrebbero risultare molto vantaggiosi, anche senza escludere l'impiego degli armadietti nelle cucine. L'impianto centrale risulterebbe più economico, sia nell'allestimento, sia nell'esercizio, e per-

metterebbe di conservare quantità notevoli di derrate nelle migliori condizioni frigorifere.

Esso eviterebbe alle massaie di acquistare i generi alimentari giornalmente, e consentirebbe di approvvigionarsi periodicamente nei mercati centrali, all'ingrosso, e nei momenti più favorevoli. È evidente che ciò potrebbe contribuire con immediata efficacia sul controllo dei prezzi al minuto e sulla riduzione del costo della vita.

Alberto Stradelli

## C) Illuminazione

### Con quali lampade illuminare la casa o l'ufficio?

Qualcuno potrà stupirsi come, non ostante i pregi dei moderni tubi a fluorescenza, che, già ben noti nel 1939, si sono ripresentati a noi in questo dopo guerra in un assortimento e con qualità superiori, il loro estendersi nella illuminazione degli ambienti chiusi non avvenga colla rapidità che poteva immaginarsi. Quarantacinque lumen per watt conseguibili, come massimo, contro 20 lumen per watt dall'incandescenza, e una durata praticamente pari o forse superiore, non hanno ancora bastato a spingere la gran massa dei consumatori verso l'adozione della fluorescenza.

V'è in tutte le cose, è vero, la forza della tradizione che può rallentare il progresso, ma noi italiani siamo forse l'unico popolo d'Europa che sente meno questa forza, ed è il più pronto ad adottare quelle applicazioni in che vede o presente il beneficio del progresso. Eppure oggi l'impiego di sorgenti a luminescenza non rappresenta, a esser larghi nel computo, che qualche piccolo percento del totale di sorgenti in uso (1); e la lampada a incandescenza a tungsteno non sembra disposta ad abbandonare con facilità il campo, ove da oltre 30 anni regnava incontrastata.

Gli è che la lampada a incandescenza è ciò che di più semplice, di più comodo, di più maneggevole si possa immaginare; a tal punto che, quando nel 1914 per opera di I. Langmuir se ne poté portare il rendimento fino a 20 lumen per watt, le lampade ad arco, onde si potevano ricavare in buone condizioni pratiche anche 30 lm/W, ma che erano pur sempre dei meccanismi bisognosi di attenzione, dovettero nel giro di pochi anni scomparire dal mercato.

I fisici ci insegnano che due sono i

metodi fondamentali per ottenere luce: l'incandescenza, in cui la luce, provenendo da un corpo riscaldato, rappresenta un sottoprodotto del calore, e la luminescenza, in cui la luce è prodotta per qualsiasi altro effetto che non è di calore (arco elettrico p. d., scarica disruptiva, ecc.). Questi, dell'incandescenza e della luminescenza, sono i due poli attorno a cui, fin dai primordi della luce elettrica, dovevano aggirarsi i tentativi dei ricercatori.

In ordine di tempo fu l'arco elettrico fra carboni puri a costituire la prima sorgente di luce praticamente utilizzabile. Poiché l'unica sorgente di elettricità allora conosciuta era la pila (inventata nel 1799 da Alessandro Volta) l'arco fu denominato « voltaico »; le prime dinamo comparvero assai più tardi, nel 1867. Quegli archi erano dei radiatori per incandescenza, la luce non provenendo dalla colonna gassosa fra gli elettrodi, bensì dalla punta incandescente del carbone positivo. Con l'arco a fiamma (carboni impegnati di sali minerali, 1898) si entrava nel campo della luminescenza; poté arriversi a rendimenti anche di 50 lm/W (luce gialla), ma i carboni non duravano più d'una notte; se si portavano gli elettrodi a durare 100 ÷ 150 ore, il rendimento si abbassava a 25 ÷ 30 lm/W.

\*\*\*

Il primo tubo a luminescenza si ebbe nel 1904 per opera dell'americano Mc. Farlan Moore, e illuminò una sezione dell'Esposizione Internazionale di Torino del 1911; ma il rendimento non superava 6 lm/W. Solo dal 1911 in avanti G. Claude impiegando il gas neon poté portare l'efficienza a 17 lm/W; è da quest'ultimo tubo ch'ebbero origine tutti i perfezionamenti ulteriori, ivi comprese la lampada al sodio (1933) e la lampada a vapor di mercurio ad alta pressione (1933) ed a superpressione (1935); nella lampada al sodio il tubo al neon contiene

una particella di sodio metallico (rendimento sino a 60 lm/W); in quella a mercurio, il tubo al neon contiene mercurio (rendimento sino a 45 lm/W); se poi la scarica si fa avvenire in un tubetto capillare, racchiudibile in una comune ampolla come per le lampade a incandescenza, la pressione del vapore di mercurio può salire a 10 sino a 100 atmosfere e più, con rendimento 40 ÷ 60 lm/W.

La luce degli originali tubi al neon, essendo rossa, fu impiegata quasi esclusivamente a scopi pubblicitari. La luce del sodio è gialla, atta a dare alla nostra carnagione un aspetto ripugnante, e poté solo estendersi alla illuminazione di strade di grande comunicazione. La luce al mercurio è azzurriccia, e trovò campo di applicazione sia nella illuminazione stradale che industriale. Le lampade a mercurio a superpressione si scostano dalla categoria di quelle a luminescenza in quanto il radiatore presenta uno splendore intrinseco molto elevato, dipendente dalle sue minime dimensioni; per quelle a forte potenza è necessario anzi un sistema di raffreddamento mediante circolazione d'acqua.

I moderni tubi fluorescenti (1937) derivano da un tubo neon-mercurio, argon-mercurio od analogo, in cui alla superficie interna del vetro sono applicate sostanze fluorescenti col compito di cambiare le radiazioni di corta lunghezza d'onda, invisibili, in altre visibili, modificando il colore della luce. Si è arrivati così a disporre di una serie di tubi per qualsiasi colore immaginabile, ivi comprese diverse tinte di luce cosiddetta bianca, con rendimento da 25 sino a 70 lm/W (quest'ultimo per luce verde). I rendimenti per luce bianca s'aggirano da 30 a 40 lm/W (eccezionalmente sino a 50), e vanno moltiplicati per 0,8 allo scopo di tener conto delle perdite per assorbimento (20%) degli equipaggiamenti ausiliari. Un notevole passo avanti fu l'alimentazione diretta dei tubi luminescenti con le tensioni ordinarie di distribuzione, 120 o 220 volt, senza bisogno di ricorrere a trasformatori elevatori. Ciò fu reso possibile dall'adozione di speciali tipi di elettrodi a larga superficie, o attivati mediante sostanze produttrici di elettroni, o innescabili per mezzo di dispositivi automatici di avviamento.

(1) Bisogna però considerare che, almeno da noi, molte richieste sono tuttora insoddisfatte non ostante l'aerocresciturissimo numero dei rivenditori; ma che la stessa molteplicità delle fonti di offerta produrrà più tardi, un freno negli acquisti, per la discrepanza che l'utente avrà trovato fra ciò che ha e ciò che credeva di avere (vedasi la conclusione del presente articolo).

Questi ultimi 65 anni (dalle prime lampade pratiche a incandescenza, 1883, ad oggi) costituirono per i tecnici della luce, pur nell'incessante progresso, un seguito di speranze e di delusioni. Bisogna notare che se noi potessimo tradurre in luce giallo-verde ( $\lambda = 0,555\mu$ , per la quale l'occhio ha la massima sensibilità) la potenza di 1 watt, otterremmo 621 lumen. Se si trattasse — che non è — di colori puri, cioè di pure lunghezze d'onda, a questa luce il bianco apparirebbe giallo-verde, e ogni altro colore diverso dal dal giallo-verde apparirebbe nero, cioè non si vedrebbe. Non è questa una base di paragone ammissibile. Se ci riferiamo ad un illuminante il quale emetta per la intera e sola estensione dello spettro visibile, presa a modello di questa emissione quella della luce solare, il suo rendimento massimo sarebbe, supposte nulle le perdite di trasformazione, 218 lm/W (cioè il 35 % del precedente). Assumendo questa come base di confronto, il rendimento di un tubo fluorescente a luce bianca che dia (astrazione fatta dagli accessori) 50 lm/W risulterebbe appena il 22 %. È già qualche cosa più del 1,42 % dei filamenti incandescenti a carbone, più ancora del 0,1 % della lampada a petrolio, ma sempre qualcosa di modesto, inferiore a quanto sembrava potersi aspettare liberando la luce dalla caratteristica di sottoprodotto del calore. Gli è che anche la produzione della « luce fredda » nei tubi luminescenti dà luogo a perdite di altra natura per l'estrazione degli elettroni dagli elettrodi, per la caduta di potenziale agli elettrodi, e per l'energia cinetica degli elettroni dissipata in fenomeni secondari. Gli stessi fosfori applicati alla superficie interna del vetro sono dei trasformatori, è vero, di energia invisibile in luce, ma la maggior luce che danno tende a essere bilanciata dalla perdita per assorbimento attraverso di essi. La fisica, che non conosce limiti alle sue indagini e alle sue conquiste, può darsi che ci dia un giorno l'illuminante, il quale colmi d'un balzo buona parte del distacco fra ciò che è ottenibile oggi e i 220 lumen per watt citati addietro; non certo nel campo dell'incandescenza, ove il tungsteno, che già funziona ad una temperatura eguale all'80 % di quella di fusione (3655°K), raggiunta quest'ultima darebbe 51 lm/W nella sua vita d'un lampo.

\*\*\*

Il poter disporre di lampade funzionanti alla tensione delle ordinarie reti di

distribuzione domestica, non presentanti rimarchevole ritardo di tempo all'accensione o alla riaccensione, irradianti luce bianca — intendendo come bianca una luce che praticamente consenta la distinzione dei colori — veniva ad accorciare la distanza fin'allora esistita fra il tungsteno e la luminescenza. Ma la stabilità di funzionamento di quest'ultima lampada impone che la sua inserzione sulla rete non avvenga direttamente, ma attraverso una reattanza di zavorra (la conduzione ad arco o disruptiva non può essere stabile, se alla caratteristica discendente in volt-ampère propria del tubo non si sostituisce una caratteristica saliente propria del complesso: tubo + reattore); la bassa tensione di alimentazione, o la lestezza dell'avviamento, importano l'impiego di dispositivi di adescamento della scarica; tutto ciò senza contare la necessità di condensatori per il miglioramento del fattore di potenza, la convenienza di limitare al minimo il numero delle accensioni per aumentare al massimo la durata degli elettrodi, l'importanza di un'adeguata temperatura sul rendimento e sulla durata del tubo, ecc. ecc. Il lettore comprende di qui perchè abbiamo insistito sin da principio sull'estrema inarrivabile semplicità della lampada a incandescenza.

Dal punto di vista puramente economico, pur contando il maggior costo del tubo a luminescenza con gli accessori, e la maggior quota annua di ammortamento (il tubo e il suo equipaggiamento debbono ritenersi superati entro un periodo di 5 a 10 anni al massimo, mentre la lampada a tungsteno ha ormai raggiunto il suo assestamento definitivo), e la maggior spesa di manutenzione (dipendente dagli organi accessori), la bilancia pende in favore della luminescenza. Questa potrà risultare specialmente utile ove si tratti di forti potenze installate, o di orario di funzionamento prolungato, o di costo del kWh particolarmente alto. Finora, come è noto, la guerra ha prodotto un aumento di costo del kWh poco superiore alla metà dell'analogo aumento di prezzo dei materiali e della mano d'opera; quindi se nel 1939 v'era vantaggio economico all'impiego della luminescenza, oggi, a parità di altre condizioni, questo vantaggio sarebbe poco più del 50 % di quello d'allora.

Per un impianto che funzioni 2500 ore all'anno il costo di esercizio con lampade a fluorescenza, incluse tutte le spese sopra

accennate, può risultare il 75 % che per il tungsteno; se le ore si abbassano, o il costo del kWh diminuisce, la differenza man mano si riduce.

C'è poi la questione dell'adattabilità o meno del tipo di sorgente all'ambiente. Vi sono dei casi in cui il tubo a scarica luminosa riesce senz'altro preferibile, anche se come costo l'impiego ne fosse svantaggioso; ma vi sono pure dei casi in cui il suo impiego, anche se economicamente vantaggioso, non sarebbe consigliabile per ragioni di estetica. Tutto ciò che è moderno, lineare, geometrico o cubico s'accorda con la sorgente filiforme ma vi sono molti stili che non la comportano, a meno che non sia possibile occultarla, oppure — ciò che ancora non è — se ne potessero ridurre notevolmente le dimensioni.

Un'ultima osservazione è questa. Nella volontà di rinnovamento e di commercio si è moltiplicato enormemente il numero degli offerenti e dei rivenditori di tubi fluorescenti. Ciò potrebbe risolversi in un utile per l'acquirente, se questi avesse la garanzia, o per lo meno la certezza, che l'equipaggiamento ausiliario offertogli o propostogli è proprio di quel tubo. Sovente succede l'opposto: inserito il reattore in circuito col tubo, si riscontra che la corrente non è normale e che l'intensità luminosa è assai diversa da quella sperata; non solo l'utente rischia di veder rovinata la durata del tubo, assoggettato ad un regime che non è il suo, ma perde una notevole quantità di luce che, nei casi meno gravi, può essere del 20 %. Non basta che il complesso illuminante sia alimentato alla tensione fissa di classifica; bisogna che il tubo riceva esso stesso la precisa intensità di corrente che gli compete, nella forma più adatta fornitagli dal reattore costruito per lui. Se ciò non succede è perchè l'industria della fabbricazione e vendita dei tubi tende a svolgersi indipendentemente da quella della fabbricazione degli accessori. Fra il tubo e il suo reattore v'è un legame simile a quello fra un ricevitore radio e il suo altoparlante: oggi l'altoparlante è incorporato nell'apparecchio stesso, e non v'è pericolo di scambi; ma ancora una ventina d'anni fa, nei tipi a collegamento volante, poteva succedere che un buon apparecchio dimostrasse con certi altoparlanti un rendimento scadentissimo per la non concordanza di caratteristiche fra le due parti del complesso.

Guido Peri

# Le comunicazioni elettriche nella casa moderna

Come l'uomo moderno, per la sua dinamica vita, richiede al proprio sistema nervoso la massima prontezza e intensità di prestazione, così la casa moderna deve essere completata da un altro sistema nervoso, costituito dagli impianti elettrici di segnali, comandi e telecomunicazioni, allo scopo di consentire il più elevato grado di benessere e di sollievo del sistema nervoso del suo ospite: l'uomo moderno.

Daremo quindi uno sguardo ai servizi che la tecnica può oggi mettere a disposizione a tale scopo, accennando in particolare alle opportunità di un razionale coordinamento dei servizi stessi.

Finora, nella maggioranza dei casi, i servizi di telecomunicazioni, si sono sempre trovati nella necessità di essere sovrapposti a costruzioni già esistenti nelle quali nulla era stato previsto a tale funzione; solo in questi ultimi tempi lo sviluppo della tecnica ne ha creato il bisogno, rendendoli di così generale diffusione da esigere dal progettista di tenerli ben presenti nel quadro generale, ormai assai complesso, delle necessità della casa d'oggi.

### Telefoni urbani.

A seconda della categoria della casa è abbastanza facile prevedere il numero occorrente di collegamenti telefonici alla rete urbana.

Si tenga presente però che l'evolversi del sistema tariffario verso il conteggio integrale a contatore, renderà sempre più accessibile l'abbonamento telefonico anche alle più modeste categorie di utenti, quali possono essere le famiglie di artigiani ed operai, specie se le unità lavorative della famiglia sono parecchie e quindi con diverse fonti di reddito, e se la reciproca ubicazione alloggio-posto di lavoro rende necessario, o almeno assai utile, un collegamento telefonico.

L'ulteriore suddivisione tra inquilini con collegamento singolo o Simplex, (abitazioni signorili, locali di lavoro o di affari) e inquilini con collegamento duplex (esclusivamente per abitazioni) consente immediatamente il calcolo del numero di linee telefoniche (coppie) occorrenti per l'alimentazione dello stabile.

Si fa qui notare che le tariffe italiane prevedono tuttora il collegamento multiplex (fino a 10 abbonati su una stessa linea) compatibilmente con le possibilità tecniche degli impianti, tuttavia questa categoria di utenti non ha fortuna dato l'alto valore del coefficiente di concentrazione telefonica che si ha nei grandi centri urbani italiani. Il servizio multiplex è oneroso per l'esercente, per difficoltà tecniche di manutenzione, ed è risultato di scarsissima soddisfazione per l'utente.

Un'altra considerazione, da tenere presente nel calcolo di previsione per locali di « affari », è la tendenza ad un

aumento delle linee laddove esiste la tariffa a contatore, a paragone delle località dove vige il forfait, poichè l'utente è ovviamente portato, a parità di spesa, a suddividere il proprio traffico su di un maggiore numero di linee, con conseguente migliore e più pronto servizio.

Di norma la rete telefonica termina nelle sue ultime suddivisioni in cassette o distributori decimali (10 coppie) poste sulle facciate degli edifici, da dove si dipartono, secondo le richieste, i cavetti bipolari individuali dei singoli utenti. È evidente che la facciata della casa moderna deve riuscire serena e tersa nelle sue semplici linee architettoniche e pertanto nessuna di queste cassette con relativi conduttori deve deturpare l'aspetto esterno. Si dovrà quindi provvedere alla posa di un tronco di cavo, avente una potenzialità di coppie multiple di 10, da innestare alla rete pubblica; all'interno dello stabile il cavo terminerà suddiviso in una o più cassette di distribuzione poste alla base delle colonne montanti entro le quali troveranno sede i cavetti dei singoli utenti.

I locali semisotterranei, asciutti e ventilati, sono i più indicati per il collocamento di questi distributori terminali; a fianco di questi si possono collocare le cosiddette « cassette duplex » dove la unica linea in servizio comune si suddivide nelle due altre colleganti distintamente i due contenuti. Le cassette duplex occupano una superficie massima di mm. 120 x 180, ma vi sono modelli anche di dimensioni sensibilmente minori e, dove il numero di utenti è elevato, si possono raggruppare tutti i dispositivi duplex su di un unico telaio, che contiene sia le morsettiere di arrivo dei cavi, sia i gruppi elementari di relé e condensatori costituenti il dispositivo duplex.

Sarebbe quindi assai opportuno che nel progetto di nuovi edifici si prevenisse un apposito locale con gli adatti requisiti per contenere gli organi di distribuzione dei vari servizi elettrici: terminali dei cavi telefonici e dispositivi duplex come sopra; terminale dei cavi di alimentazione energia elettrica con eventuali organi di sezionamento, protezione e, se occorre, anche il trasformatore riduttore di tensione; arrivo dal gas, acqua potabile con relativo contatore e valvola di chiusura generale. Da questo locale, di facile accesso per gli agenti dei vari servizi, ma normalmente chiuso, si dipartirebbero le diverse tubazioni o colonne vuote per il passaggio dei tubi, cavi e conduttori.

Un ulteriore progresso in tale senso si avrebbe cercando di ottenere un certo allineamento nei corridoi di disimpegno degli scantinati di edifici contigui in modo da permettere che le stesse condutture principali dei diversi servizi

possano disporsi, liberamente in vista, sotto il soffitto del corridoio stesso con grande vantaggio per la rapidità di impianto e facilità di ispezione e manutenzione, analogamente a quanto già si pratica nelle moderne sistemazioni industriali.

A conseguire lo scopo gioverebbero non solo gli accordi tra i tecnici interessati ed il costruttore, ma specialmente un sistema di tariffe, da parte delle società esercenti e distributori, che dopo la maggior spesa per l'impianto iniziale consentisse notevoli facilitazioni per i successivi collegamenti dei singoli utenti.

Dal distributore agli appartamenti le linee telefoniche in cavetto sottopiombo devono correre in tubi appositi largamente dimensionati per la capacità massima oppure fissati in canne comuni anche ad altri conduttori telefonici interni o servizi radio come sarà accennato più avanti; in tale caso ad ogni piano dovrà essere possibile l'ammarrare dei conduttori alla parete.

Negli appartamenti si potrà prevedere di norma, di terminare la linea nel locale di entrata da dove avrà inizio la rete dell'impianto interno.

### Telefoni interni.

Dal più semplice impianto di apparecchio trasportabile a spina, al più complesso a centralino automatico, paragonabile talvolta, per grandezza, a quelli di non poche cittadine di provincia, la gamma degli impianti telefonici interni ad uso privato degli utenti, è quanto mai ampia.

Per limitarsi però soltanto alla casa di abitazione, uno dei primi problemi del costruttore dovrebbe essere quello di fissare una sede per la posa dei conduttori nascosti nelle pareti. Purtroppo spesso avviene che dopo l'opera del muratore che ha accuratamente eseguito muri, tramezzi e soffitti, subentrano le agguerrite squadre degli idro-termici-sanitari-elettro-telefonici che tagliano, spezzano, perforano, in ogni parte le già ben costrutte pareti.

È necessario pertanto prevedere in sede di progetto tali impianti e provvedere affinché la soluzione prescelta sia la più elastica possibile per soddisfare a tutte, o quasi, le esigenze di chi occuperà i locali.

Una soluzione che ha dato sovente buoni risultati è suggerita dalla osservazione che gli impianti telefonici, a differenza degli impianti di illuminazione, hanno tutti gli apparecchi utilizzatori, ossia i telefoni, fissati assai più prossimi al pavimento che non al soffitto. È quindi irrazionale la disposizione, ancora così largamente seguita per consuetudine, della distribuzione *dall'alto* con tubazioni incassate che discendono dalle cornici del soffitto. La distribuzione telefonica va fatta *dal basso* con condutture poste nel pavimento o lungo gli zoccoli di base.

Anzi la soluzione che si è rivelata più pratica e meglio rispondente alle più diverse e mutevoli necessità, è quella di costruire gli stessi zoccolini, siano essi sporgenti od a raso, come coperture di

un incavo interno dove è agevole collocare cavi e conduttori telefonici, e degli altri impianti a bassa tensione.

La spesa materiali per questi zoccoli mobili non è superiore a quella di tubazioni metalliche, la posa ne è alquanto laboriosa, ma in compenso risulta grandemente facilitata e rapida la posa dei conduttori. Da notare come nelle pareti divisorie è sufficiente disporre lo zoccolo-canale da un solo lato a servizio di ambedue i locali adiacenti, mentre, per uniformità, sul lato adiacente si poserà un normale zoccolo fisso.

Sullo stesso zoccolo, o su basette di poco più elevate, si possono fissare le borchie degli apparecchi telefonici e gli altri accessori. Quando tali accessori recassero organi di manovra la loro altezza dal pavimento sarebbe sempre modesta, per cui i conduttori di collegamento, anche se non venissero incassati nella parete, si troverebbero sempre in posizione di gran lunga meno vistosa di una discesa dall'alto.

Una difficoltà del sistema si ha nel superamento di porte e passaggi. Si ovvia disponendo un tubo apposito sotto le soglie delle porte e imboccante con leggera curva ad invito i vani degli zoccoli-canale da collegare. Nei casi, però, ora abbastanza frequenti, che i locali abbiano, oltre l'ingresso dal corridoio, l'intercomunicazione interna dal lato opposto alle finestre o ne siano addirittura privi, la posa dello zoccolo-canale potrà farsi sulle pareti periferiche esterne dell'edificio e, per le derivazioni, sui muricci a queste appoggiate, cosicché il sottopassaggio di porte diviene una eccezione.

La distribuzione dal basso facilita il mascheramento delle cassette di distribuzione (talora di dimensioni notevoli) siano esse incassate, o posate in vista giovandosi dei piani inferiori di armadi e vani a muro. Semplificati risultano anche gli interventi per manutenzione e riparazione guasti eliminandosi del tutto la necessità di ingombranti e pesanti scale, la cui manovra è talvolta cagione di danni ben superiori ai guasti che ci si propone di riparare.

Tra i più recenti accessori che la tecnica offre agli amanti delle comodità telefoniche segnaliamo i seguenti:

**Deviatore di chiamata.** — Succede spesso di dover lasciare l'alloggio o lo studio incostituti quando pure si attendono comunicazioni telefoniche importanti; ebbene un apparecchio simile ad un piccolo registratore di cassa con sei levette a settori numerati permette di impostare su di esso il numero urbano al quale saranno automaticamente rinviate le eventuali chiamate. Il numero di rinvio è variabile di volta in volta con tutta semplicità.

**Registratore delle chiamate.** — Una diversa soluzione è offerta da un apparecchio a registrazione magnetica: quando l'abbonato è assente l'apparecchio risponde in sua vece ripetendo una frase informativa preventivamente incisa. In tipi più completi, dopo la risposta, il corrispondente chiamante è invitato a comunicare brevemente il suo nominativo e l'oggetto della chiamata che vengono entrambi registrati automaticamente dall'apparecchio; al suo ritorno l'abbonato può farsi ripetere dal registratore tutte

le comunicazioni registrate, dopo di che, si procede alla cancellatura generale e l'apparecchio è immediatamente pronto per la registrazione di una nuova serie di chiamate.

Si è giunti anche a comandare il registratore a distanza per modo che non è necessario rientrare in sede per sentire quanto venne registrato, ma si può chiamare l'apparecchio registratore anche da un altro numero urbano od interurbano e comandare all'apparecchio di ripetere quanto ha registrato. Di più ancora: sempre a distanza, per telefono, è possibile sostituire la frase comune di risposta incisa alla partenza, con altra diversa, come pure cancellare tutto il testo registrato, se questo più non interessa.

Infine è anche prevista una sicurezza da indebiti comandi che venissero dati da disturbatori; questo intelligente registratore obbedisce soltanto al padrone il quale, anche al telefono si fa riconoscere per tale mediante un numero chiave segreto, ed esso pure variabile di volta in volta. Quasi si direbbe di non essere più in collegamento con un dispositivo elettromeccanico, ma con una perfetta segretaria che non richiede stipendi, indennità e straordinari accontentandosi soltanto di pochi wattora di energia elettrica.

Una applicazione simile, ma a scopo diverso, è stata fatta su apparecchi per la dettatura della corrispondenza utilizzando la registrazione magnetica su filo di acciaio. Essi possono venire collegati all'apparecchio telefonico per registrare direttamente il testo di conversazioni interurbane importanti, sia per poterle conservare, sia per poterle ritrasmettere, anche telefonicamente a distanza, ad altri corrispondenti ai quali può interessare.

**Dispositivi di protezione.** — Il telefono è stato pure utilizzato per la protezione di locali incustoditi, mediante un apparecchio che viene azionato dallo scatto di dispositivi di sicurezza applicati alle porte, finestre od altre aperture da vigilare, oppure anche da uno sbarramento a raggi invisibili (infrarossi). In caso di allarme l'apparecchio provvede automaticamente a combinare il numero telefonico dell'utente al quale è predisposto l'invio della chiamata; alla risposta l'utente precepisce un apposito segnale e, volendo, può anche ascoltare a mezzo di microfono quanto avviene nell'interno dei locali.

**Telefoni privati.** — Sono compresi in questa denominazione gli impianti telefonici che non sono collegati alla rete del servizio pubblico. Omettendo di parlare dei conosciutissimi apparecchi « citofoni » o apparecchi telefonici per uso domestico, si accennerà soltanto a due tipi di impianti particolari per il servizio di portieria che, poco usati in Piemonte, hanno avuto diffusione in altre località.

Nei grandi edifici con numerosi alloggi di abitazione privata, ogni appartamento ha un collegamento diretto con un apposito centralino sito nella portieria consentendo quindi il preventivo annuncio di ogni visitatore ed evitando a questi inutili perdite di tempo qualora la persona cercata non sia, o non voglia essere, reperibile. È un servizio questo che potrà tornare assai utile in vista del costo

crescente delle domestiche private: i piccoli nuclei famigliari, non sempre provvisti di personale di servizio, possono avere vantaggio da un collegamento diretto con la portineria.

Nel caso opposto di case di modeste dimensioni con pochi appartamenti e dove, sempre per ragioni economiche, non è più conveniente tenere il portinaio, vengono disposti collegamenti telefonici con il visitatore, che si trova all'esterno dell'androne normalmente chiuso, a mezzo di telefono altoparlante col quale l'inquilino può corrispondere senza disturbo dal proprio appartamento. Se il richiedente deve poi entrare si aprirà la porta esterna a mezzo di uno dei noti congegni di azionamento a distanza dei chiavistelli.

Questo sistema poco diffuso nelle nostre regioni è invece largamente usato all'estero con risparmio di personale, di spazio e delle inerenti spese per il servizio di portierato.

### Radio-diffusione.

Il perfezionamento tecnico nelle trasmissioni radio su onde sempre più corte rende particolarmente interessante la ricezione di queste bande di frequenza per la possibilità di ascoltare programmi e notizie di emittenti straniere e lontane con ottimi risultati. Sarà inoltre sulle onde corte che verranno eserciti i nuovi servizi radio e cioè la televisione e le trasmissioni col moderno sistema a modulazione di frequenza che rende possibile una migliore fedeltà di riproduzione ed un grande miglioramento nella eliminazione dei disturbi.

È noto che le radio-diffusioni sono tanto meglio ricevute quanto più elevato è l'organo captatore (antenna). Da diversi anni viene vantaggiosamente impiegato il tipo di antenna verticale, detto comunemente radio stilo, per le sue buone caratteristiche elettriche e per l'ingombro ridotto. S'incontrano però quasi sempre difficoltà per la discesa d'antenna ossia per la posa del conduttore schermato di collegamento tra lo stilo ed il radiorecettore. La casa moderna deve perciò offrire anche agli inquilini, più esigenti radioamatori, la possibilità di accedere alle antenne che si trovano sul tetto, attraverso apposite colonne verticali che potranno anche essere comuni agli altri servizi telefonici, ma distinte e separate da quelle destinate all'energia elettrica.

Queste canne o colonne verticali, con inizio nel sotterraneo e prolungate fino al sottotetto, devono trovare posto nei muri periferici di locali di servizio o disimpegno, (escluse le cucine) o delle anticamere, dove si apriranno gli sportelli per l'uscita ed il collegamento delle condutture di piano. L'ingombro dei conduttori radio e telefonici è complementare poichè i primi scendono dall'alto e sono quindi in numero maggiore ai piani più elevati, mentre i conduttori telefonici sono in massimo numero a terreno e vanno diminuendo con l'altezza.

Negli edifici che possono essere destinati ad uffici può rendersi necessario l'impianto di antenne direttive per stazioni private di collegamenti radio ad onde ultracorte, le quali stanno oggi introducendosi nella pratica corrente per attuare dei ponti-radio tra le sedi delle

direzioni cittadine ed i relativi stabilimenti. Nelle costruzioni di altezza considerevole, il progettista non deve trascurare la possibilità di sfruttamento di codesto requisito che può essere grandemente apprezzato e costituire elemento preferenziale dagli aspiranti inquilini.

In alcuni paesi esteri, oltre alla normale radio-diffusione circolare captabile con antenne interne o i ricordati radiostili, esiste pure un servizio di tele-diffusione di uno o più programmi radiofonici a mezzo della rete telefonica in cavo. Speciali dispositivi collocati presso gli abbonati all'arrivo della linea telefonica consentono di collegare a questa un apparecchio radio ricevente qualsiasi, pur mantenendo inalterato il servizio telefonico normale.

La tecnica della telediffusione su filo si prefigge lo scopo di offrire all'abbonato una trasmissione di elevata qualità della parola e della musica e quindi richiede apparecchi che rispondano a severi requisiti e una rete telefonica in perfetta condizioni. Questo servizio si è particolarmente affermato nella vicina Svizzera che dispone di una ottima rete telefonica e, secondo quanto informa la rivista « Poste e Telecomunicazioni » (fascicolo di Settembre) i risultati raggiunti sono assai soddisfacenti:

— telefono e radio possono essere utilizzati simultaneamente sullo stesso circuito, senza reciproco disturbo;

— si hanno a disposizione almeno quattro programmi diversi;

— la ricezione è del tutto esente da perturbazioni;

— la banda di audiofrequenza è più ampia di quella delle normali radiotrasmissioni; vantaggio assai apprezzato dai cultori della buona musica.

Naturalmente per conseguire risultati del genere occorre una perfetta sistemazione di tutti gli impianti od apparecchiature a bassa ed alta tensione che la casa moderna oggi richiede e che devono coesistere secondo un piano razionale ed organico, superando l'attuale consuetudine di lasciare ad ogni fornitore specialista del suo ramo di « arrangiarsi » meglio che può.

Augusto Sartorio

## E) Trasporti

# EVOLUZIONE DELL'ASCENSORE

I primi ascensori per trasporto di cose e persone nascono e si diffondono con l'iniziarsi della rivoluzione industriale.

È nella seconda metà del '700 che si sente parlare, con una certa diffusione, della moda, tutta parigina e versagliese, circa l'impiego di meccanismi usati nelle abitazioni signorili per trasportare cose e persone da un piano all'altro. Sono essenzialmente apparecchi ad azione idraulica o manuale.

La « chaise volante » della Pompadour è un ascensore idraulico che, dopo l'inconveniente, rimasto famoso alla corte di Luigi XV, di una fermata di alcune ore tra un piano e l'altro in un pozzo oscuro, viene meritatamente in disgrazia.

Coi primi dell'800 in Inghilterra ed in America, mentre si diffondono gli impianti di distribuzione acqua potabile e gli impianti igienici ad acqua sotto pressione, si diffondono pure degli ascensori ad energia idraulica con presa dalla rete di distribuzione urbana e con comandi puramente meccanici.

Essi, sottoposti a continui perfezionamenti dal punto di vista della sicurezza, — in conseguenza della dolorosa esperienza di infortuni causati, — e della silenziosità, dominano il mercato fin verso la fine dell'800.

In tale epoca, sono a poco a poco soppiantati dagli ascensori elettrici a corrente continua, anch'essi poi scalzati sui primi del '900 (col mutarsi delle reti da alimentazione in continua ad alimentazione in alternata, prima monofase, poi trifase) da ascensori elettrici mossi dal classico motore asincrono ad induzione.

In breve, la situazione al 1930 si presenta così:

a) una certa percentuale (10 %) tra gli ascensori in servizio, costituita da vecchi ascensori idraulici, specie in alcune città europee tipicamente tradizionaliste (Parigi ad es.);

b) una ben più forte percentuale di ascensori elettrici a corrente alternata polifase (70 %);

c) una minima percentuale di ascensori elettrici a corrente alternata mono-

fase (6 ÷ 7 %) impiantati in genere nei paesi coloniali e nel medio ed estremo oriente, dove le iniziali reti a corrente continua sono state adattate a delle distribuzioni monofasi; per essi vengono usati motori monofase a collettore, normalmente tipo Dèri;

d) una ancor più piccola percentuale (3 ÷ 4 %) di ascensori a corrente continua di vecchio tipo, ancora in uso per piccole distribuzioni locali a corrente continua (particolarmente frequenti in America e nelle isole britanniche);

e) una percentuale piuttosto piccola (10 %), ma tendente a crescere, di ascensori a corrente continua, per forti velocità, direttamente comandati da grossi motori lenti (200 ÷ 600 giri) ad eccitazione composta, ed alimentati attraverso gruppi Ward-Leonard.

In questo periodo di tempo il complesso lavoro di inquadramento, svolto presso tutti i paesi civili, delle norme legislative e di regolamentazione circa il progetto, la costruzione e l'uso degli ascensori, ha già praticamente una fisionomia molto spinta, così da garantire una buona percentuale di sicurezza all'utente dell'ascensore. Come è facilmente presumibile, le norme più precise e severe sono quelle germaniche, svizzere, svedesi, inglesi, mentre nel campo della tecnica statunitense, d'altronde più progredita di quella di alcuni dei paesi precedenti, si nota minor ricchezza legislativa.

È di questo periodo, per l'Italia, il R. D. L. 1404 del 23/6/1927, nonché il successivo R. D. L. 906 del 3/5/1934, che, tenendo dietro ai più recenti (per allora) progressi della tecnica, si preoccupa di fornire all'utente ulteriori sicurezze rispetto al precedente.

Nel frattempo si diffondono nella pratica, sorti soprattutto dalla necessità di comode e facili stazioni di carica accumulatori per le autovetture, i raddrizzatori a secco al sottossido di rame ed al selenio (per opera specialmente della Westinghouse e della A. E. G.).

La tecnica ascensoristica se ne impadronisce, e, da parte di molti produttori,

si inizia la sostituzione di relè e teleruttori di manovra a corrente alternata a media tensione, con analoghi a corrente continua a bassa tensione, che non vibrano, non scaldano nel circuito magnetico, nè danno luogo a variazioni di impedenza in funzione dello stato di apertura, o di chiusura; si contribuisce così ulteriormente alla sicurezza (mercè le minori tensioni e la aumentata separazione dei circuiti), pur se l'economia di potenza non è così forte come sembrerebbe da considerazioni affrettate.

Si dà pure una spinta verso le più alte velocità, mentre gli studi che la tecnica automobilistica perfeziona nel campo dei riduttori a vite senza fine, vengono utilizzati per realizzare sempre maggiori rendimenti nei riduttori di marcia della cabina. I dispositivi di tamburi ad avvolgimento vengono contemporaneamente quasi del tutto sostituiti da quelli ad aderenza.

In pari tempo lo sviluppo della tecnica elettronica porta, sia pure con qualche renitenza dei costruttori (che una lunga pratica spinge più particolarmente ad

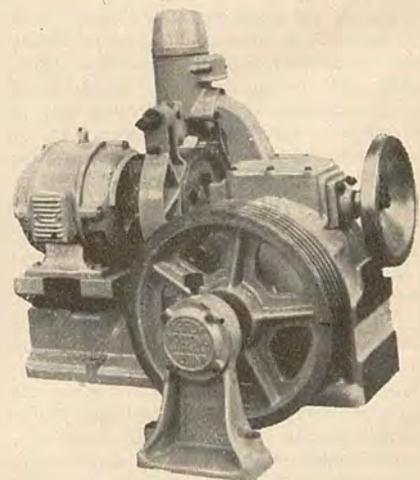


Fig. 1. — Argano ad aderenza con elevato rapporto di riduzione, ottenuto mediante vite senza fine, ruota, ruotismi epicicloidali. Freno con elettromagnete a corrente raddrizzata.

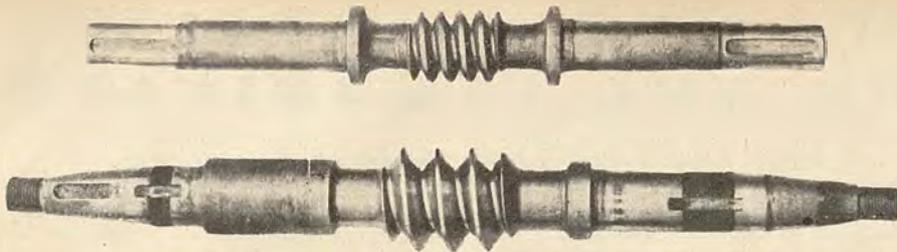


Fig. 2. — Viti per riduttori a vite senza fine, di differente fattore di diametro; quella in alto a più elevato fattore di diametro dà luogo a minore rendimento.

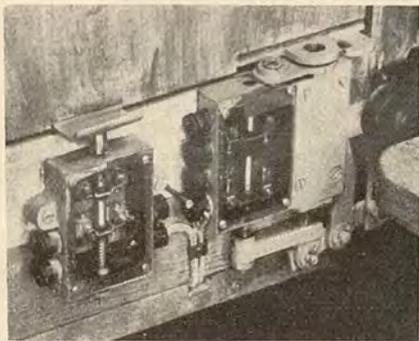


Fig. 3. — Complesso blocco elettromeccanico e contatto di presentazione, effettuanti le sicurezze di porte al piano, di cui al D. L. L. 600, montati su porta ad un battente.

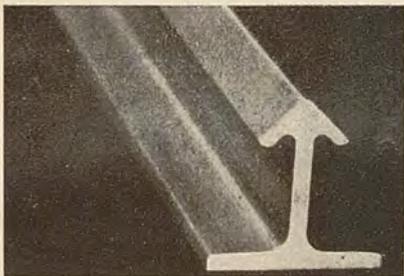


Fig. 4. — Guida a «V» trafilata in duralluminio (dimensioni cm. 9 x 9; J min. 180 cm<sup>4</sup>; peso Kg/mt 5,4).

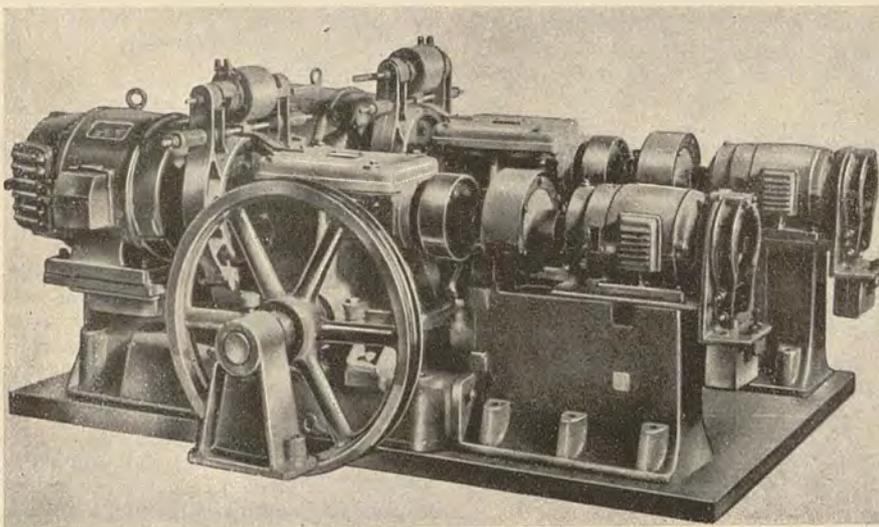


Fig. 5. — Gruppi motori-organ, provvisti di motolivellatore con innesto a frizione - Freni con elettromagneti ad espulsione a corrente raddrizzata.

una visione elettro-meccanica degli impianti), e per i soli ascensori ad alta velocità, ad abbandonare i comandi realizzati mercè sagome urtate dalla cabina nella sua corsa, o da organi ad essa cinematicamente uniti (selettori), per preferire altri dispositivi.

Ad esempio, schermi magnetici che, variando la riluttanza di determinati circuiti magnetici e quindi il flusso per essi circolante, permettono alla forza elettromotrice così causata in circuiti concatenativi, di agire, attraverso opportune amplificazioni, sui comandi voluti.

In questo lasso di tempo fanno pure la loro comparsa in gran numero comandi fotoelettrici, in coincidenza del diffondersi del cinema sonoro e della fabbricazione, a basso costo e con caratteristiche di serie, di celle fotoemittenti.

Si perfezionano pure gli studi sui mutatori, e il sistema Ward-Leonard per gli ascensori veloci sembra essere destinato a una totale sostituzione da parte di quello con motori a corrente continua, alimentati da raddrizzatori a vapori di mercurio con griglia di controllo.

Oggi, dopo la guerra, sembrache la tecnica ascensoristica sia ormai così orientata:

1) complessi e circuiti di manovra largamente utilizzanti la corrente continua, realizzati con notevole prevalenza di organi elettromeccanici, tra cui si affacciano, per altro ancora timidamente, organi elettroionici;

2) motori a corrente alternata polifase ad induzione per le medie e piccole

velocità, accoppiati ad opportuni riduttori di alto rendimento meccanico e di notevole silenziosità. — Frenatura servita da elettromagneti a corrente continua o servomotori a corrente alternata. — I motori sono normalmente caratterizzati da ampiezza di sezioni magnetiche e da altri opportuni accorgimenti, onde eliminare fischi all'avviamento e rumorosità in marcia; se del tipo con rotore a corto circuito, sono a doppia od a tripla gabbia, onde ottenere elevata coppia di spunto, iniziandosi la marcia di essi sempre sotto carico;

3) motori lenti a corrente continua con caratteristica meccanica del tipo «compound», dotati di ampie possibilità di regolazione in conseguenza di eccitazione variabile, alimentati attraverso piccoli o grossi mutatori, per le velocità più elevate;

4) complessi di guide, di bloccaggio sulle medesime, di frenatura, dotati di larghi margini di sicurezza si da assicurare, per la notevole rigidezza, silenziosità e sicurezza di marcia, con un progresso parallelo a quello che si è ottenuto nelle macchine utensili.

A questo proposito risulta interessante il recentissimo impiego di guide in duraluminio con superficie di strisciamento a «V», caratterizzate da ottimo centraggio e di pratica assenza di accelerazioni trasversali durante la marcia;

5) largo impiego d'altronde, di accorgimenti acustici atti ad impedire il sorgere ed il propagarsi di rumori (giunti elastici, supporti elastici, isolamento di locali con largo ricorso alle esperienze di acustica applicata per cui vanno giustamente celebri il Sabine ed il Watson);

6) «comfort» di servizio spinto all'estremo (segnalazioni luminose di: salita, discesa, passaggio ai piani, chiamate dai piani; prenotazioni chiamate; automatismi comando porte; livellazione a porte aperte; doppia marcia; gradualità di avviamento e conseguente limitazione delle accelerazioni positive e negative tanto fastidiose fisiologicamente, specie le ultime.

In Italia le stesse vecchie norme di sicurezza di cui al R. D. L. 906 del 3/5/1934, ormai sorpassate dal progredire della tecnica, sono state recentemente sostituite dal D. L. L. n. 600 del 31 agosto 1945 che garantisce all'utente maggiori sicurezze, imponendo ad esempio alle case costruttrici il bloccaggio, non solo meccanico ma elettrico delle porte ai piani dell'ascensore, e così via (1).

In pari tempo l'U. N. I. così benemerita in ogni campo produttivo, cerca di unificare (e discussioni avanzate sono in corso tra i fabbricanti di ascensori e montacarichi) tipi di cabine e di vani, numero di persone e conseguente carico per ascensori di varia potenzialità, ecc. così da rendere sempre più facile al progettista dell'edificio l'inserimento in esso di un complesso veramente efficiente e di alte caratteristiche funzionali.

Giulio Cesare Rossi

Le fotografie sono state fornite dalla Ditta S. A. F. O. V. di Torino.

(1) Le norme per la costruzione, l'installazione, la manutenzione e l'esercizio degli ascensori e dei montacarichi installati a scopi ed usi privati (D. L. 31/8/45, n. 600) sono state riportate in «Atti e Rassegna Tecnica» del marzo 1947, pag. 82. Inoltre nello stesso fascicolo a pag. 66 sono stati pubblicati gli Schemi quotati per l'impianto degli ascensori soddisfacenti a tali norme, che debbono essere tenuti presenti nel progetto edile.

# INSERIMENTO DEGLI IMPIANTI D'ASCENSORE NEL FABBRICATO

I problemi che si presentano al progettista di un fabbricato nel campo degli ascensori e montacarichi sono, in sintesi, i seguenti:

a) quanti ascensori e montacarichi, impiegare per i servizi del fabbricato?

Quale potenzialità (n. di persone, carico utile, velocità) dare loro?

b) come distribuirli?

c) per quale frequenza di inserzioni prevederli?

d) come predisporre il vano? Quali misure dargli? Quali accorgimenti prendere circa la sua ubicazione e struttura?

e) quali complessi di automatismi, di servocomandi, di segnalazioni considerare, in relazione alla scelta potenzialità?

A) Come è ben facile comprendere, la risposta da dare all'art. a) è essenzialmente legata ad una complessa valutazione delle esigenze del fabbricato, esigenze intese, sia come inerenti all'uso cui il fabbricato è adibito (ed al tipo di popolazione e di attività che l'occupa) sia all'altezza del fabbricato, all'ubicazione, agli usi locali.

Evidentemente, fabbricati ad uso di abitazione richiederanno, a prescindere da altre qualità, molti piccoli ascensori di moderata prestazione, (sia come carico che velocità), mentre fabbricati destinati ad uffici, scuole, banche, teatri, richiederanno pochi impianti, ma grossi e per carichi elevati, ed eventualmente marcianti a maggiore velocità.

In edifici a molti piani si possono in genere ripartire gli ascensori in due gruppi:

ascensori con velocità elevata e serventi solo i piani superiori;

ascensori a velocità meno elevata e serventi i piani inferiori.

A questo proposito non è inopportuno considerare l'unità tabella mostrante quello che l'esperienza indica come la più opportuna ripartizione della velocità e dei carichi:

TABELLA 1.

### Carichi portata ascensori consigliabili

Case di abitazione: 3\*-4-5 persone (Kg. 250\*-325-400)

Uffici e alberghi: 6\*-8-10\* persone (Kg. 475\*-630-775\*-1000)

Grandi magazzini di vendita: 8-10\*-13 persone (Kg. 630-775\*-1000)

Stazioni ferroviarie e metropolitane: 20-40 persone (Kg. 1800-3200)

### Velocità ascensori consigliabili

Per case di abitat. o Ufficio

Fino a 3 ÷ 5 piani: 0,50 ÷ 0,80 m/sc;

da 6 ÷ 10 piani: 0,80 ÷ 1 m/sec;

da 11 ÷ 15 piani: 1 ÷ 1,50 m/m;

oltre i 15 piani: 2 e oltre.

B) In genere nelle case di abitazione si provvede acciocchè ogni appartamento sia servito dall'ascensore e da un piccolo montacarico (per il servizio della spesa o dei fornitori o del personale, per i pacchi, le casse, i mobili, ecc.) con

\* I carichi segnati con la (\*) devono riguardarsi come eccezionali.

accesso sul lato cortile. Analogamente si provvede negli alberghi. Nell'uno o nell'altro caso è particolarmente utile il disporre di impianti di ascensore o di montacarico più o meno numerosi abbinati a seconda della qualità (in modo cioè da far sì che uno dei due impianti costituisca riserva all'altro; ciò allo scopo di non infastidire l'utente se uno dei due impianti è per avventura fermo).

Anche criteri di economia costruttiva, di funzionalità e di «comfort» (rumori, e buon isolamento dei medesimi) consigliano di concentrare tutti gli impianti tra di loro ed in prossimità di vani scala.

C) La frequenza di inserzioni per cui prevedere un impianto è nettamente legata alle sue prestazioni, cioè alla sua velocità, alla probabilità di fermate a piani consecutivi o no, ecc. I dati statistici riportati nei manuali sono, in genere, abbastanza rispondenti alla realtà. È tuttavia il caso di esagerare rispetto ad essi allo scopo di avere impianti più adatti a smaltire il calore dei frequenti avviamenti, ed organi rifasatori (condensatori statici, in genere) più abbondanti; ciò anche per non incorrere nelle note penalità delle Società erogatrici di energia (tab. 2).

TABELLA 2.

Frequenza di inserzioni e rapporti di intermittenza più comuni per i motori ascensori.

Tipo di impianto	Rapporto intermittenza	Frequenza inserzioni
Case di abitazione:		
fino a 4 piani . . . . .	15	30 ÷ 40
da 5 ad 8 piani . . . . .	25	40 ÷ 50
da 9 piani in su . . . . .	40	50 ÷ 60
Uffici, magazzini, banche, stabilimenti		
senza porte automatiche	40	60 ÷ 90
con porte automatiche . . . . .	60	90 ÷ 120

N.B. - I dati riportati nella tabella vanno aumentati del 10%.

D) Il problema del vano è legato alla potenzialità dell'ascensore, alla sua velocità, ecc.; nella tabella n. 3 sono riportate le dimensioni dei vani, in corso di discussione presso i comitati UNI e che, con ogni probabilità, diverranno normali o per lo meno preferenziali; per esse però è opportuno praticare un certo «quid» di margine. (Tab. n. 3).

TABELLA 3.

Dimensioni cabine, vani, porte, ecc.

Portata	Vano percorso	Cubina Dimens. preferenz.				Vano porta	Luce minima
		Larghezza	Profondità	Superf. netta pavimento	Larghezza		
Kg.	N. persone						
250	3	1300	1300	0,74	975	800	600
325	4	1500	1300	0,94	1180	800	700
400	5	1500	1500	1,12	1180	975	700
475	6	1800	1500	1,30	1425	975	800
630	8	1800	1800	1,65	1425	1180	800
775	10	2100	1800	1,96	1725	1180	950
1000	13	2100	2100	2,41	1725	1425	950

Profondità fossa sotto la cabina:

Per velocità fino a 0,85 m/m mt. 1,40 senza ammortizzatori, mt. 1,20 con ammortizzatori.

Oltre 0,85 m/m fino a 1,60 mt. 1,50 con ammortizzatori.

Altezza totale vano di percorso: mt. 3,75 per velocità fino a 0,85 m/m; mt. 4 oltre 0,85 m/m fino a 1,60.

Particolare cura il progettista deve porre poi per l'isolamento acustico del vano dai locali contigui che, particolarmente nelle moderne costruzioni in telaia in c. a. e quindi monolitiche, molto risentono dei rumori di movimento dell'elevatore.

Così ogni qual volta il problema del rumore, specie notturno, rivesta particolare importanza, come ad esempio in alberghi, cliniche, ospedali, luoghi di riposo, ecc. sarà bene attenersi alla «macchina in basso» posta nel sottosuolo, che difficilmente fa propagare il rumore fino ai piani superiori. In pari tempo si imporranno opportuni accorgimenti, come il foderare completamente il vano ascensore in mattoni vuoti, l'esigere dal costruttore dell'ascensore una maggior cura (teste travature isolate con piombo e cartone, macchine appoggiate su basamenti assorbenti, eliminazione di sagome di comando dal vano di corsa, porte di accesso al vano munite di silenziatori in gomma, ecc.).

Per le ordinarie case di abitazione invece, basterà prevedere, essendo la macchina in alto meno costosa, il locale macchina ampio e strutturalmente non continuo con il resto dell'edificio; per esempio si potrà far sorgere sul terrazzo, acusticamente separato da esso con strati di bitume, ed esigere dalla casa fornitrice dell'ascensore un basamento assorbente.

Per i locali ed edifici adibiti ad attività normali (industrie, palazzi editoriali, palazzi uffici, ecc.) le esigenze diventano minori e sono in genere coperte dalla bontà di costruzione degli impianti (ad esempio le guide a «V» e l'impiego di una sagoma mobile, contribuiscono non poco a quanto sopra).

E) Circa l'ultimo problema, cioè segnalazioni ed automatismi da offrire all'utente, la soluzione migliore nasce dall'armonico compromesso (come sempre avviene) tra più fattori: costo, semplicità, (e quindi sicurezza di funzionamento), ricchezza di servizi.

Le norme vigenti in Italia (art. 30, D. L. L. n. 600/31-8-45) prescrivono solo una segnalazione luminosa di presenza al piano, allorchè la cabina corra in vano chiuso, o comunque non sia chiaramente visibile dai ripiani di accesso.

In aggiunta a tale segnale le case costruttrici danno normalmente un segnale di «occupato», segnale che può effettuarsi dal momento in cui viene aperta la porta di accesso al vano fino a quando la si richiude, o più semplicemente durante il periodo in cui il motore è in marcia.

Qualche volta si fornisce pure l'impianto di una segnalazione generale di passaggio e presenza ai piani, nella quale si illuminano progressivamente varie gemme portanti i numeri dei piani, mentre alcuni richiedono anche la segnalazione della cabina in arrivo, segnalazione che, effettuata subito dopo la chiamata, appena la cabina si mette in moto, placa l'utente, facendogli vedere la pronta realizzazione della sua volontà. In genere le segnalazioni consigliabili sono:

fino a 3-4 piani: le segnalazioni di cabina al piano e quelle di cabina indisponibile, per porta aperta o cabina occupata;

dai 5 agli 8 piani: le segnalazioni di

cui sopra più quelle di marcia, in salita od in discesa.

Per impianti di particolare importanza si può consigliare anche quella di passaggio ai piani, e di cabina in arrivo.

Infine, specie laddove si hanno delle batterie di ascensori in parallelo (due o tre o più adiacenti) si impone pure una segnalazione aggiuntiva di «fuori servizio» o «in servizio».

Gli automatismi (prenotazione di chiamata, automatismo comando porte) si giustificano, dato il loro elevato costo, negli impianti più veloci, e più potenti, serventi cioè maggior numero di passeggeri contemporanei. Di norma tali impianti prevedono il permanere in cabina

di personale di manovra, almeno in alcune ore del giorno; non è allora fuori di luogo (e d'altronde ciò corrisponde alla normale realizzazione da parte di molte case) la possibilità di una segnalazione aggiuntiva acustico-luminosa indicante all'operatore il piano da cui si effettua la chiamata.

In assenza di operatore invece le chiamate in luogo di agire sulla segnalazione acustico-luminosa di cui sopra, vengono convogliate per mezzo di apposito commutatore sul normale circuito di manovra, facendo pervenire l'ascensore fino al piano richiesto.

Giulio Cesare Rossi

## F) Impianti Igienici

# Proposte di unificazione e di regole d'arte negli impianti igienici moderni

Vi sono alcuni punti veramente essenziali per il progetto degli impianti igienici, perchè siano di perfetto e duraturo funzionamento e di economica e facile installazione.

Il problema è più importante e grave da quando nettamente prevalse il tipo di installazioni a tubazioni nascoste, esigenza ormai diffusa in tutti gli impianti.

Quel senso di apprensione, che proviamo nel veder scomparire sotto il pavimento o nello spessore della muratura di una parete tubi, raccordi, marmitte, ecc. nasce dall'esperienza dei guai, di cui siamo testimoni e ci richiama alla necessità di studiare accuratamente tutto questo insieme di tubi, saldature, giunzioni, che non potranno più essere ispezionati e che saranno continuamente sollecitati da acqua fredda, calda, sostanze ossidanti, corrosive, incrostanti e dalle stesse malte e materiali di rivestimento e sigillatura.

L'esame sistematico degli impianti sanitari rientra nel campo vastissimo delle ricerche della «Unificazione dell'Industria Edile».

C'è in tutta l'idraulica sanitaria una indipendenza incontrastata e le cosiddette regole d'arte, tanto frequentemente richiamate nei capitoli, non si sa mai esattamente che cosa siano, e sono soltanto nella testa e nella pratica del singolo installatore e quindi diverse dall'uno all'altro. Citerò soltanto la questione, ancora non risolta da tutti, dei tubi di scarico se in piombo o in ferro e, per dare un'idea dell'ambiente, ricorderò un installatore e non dei minori, il cui vanto principale è quello di avere tutta una serie di pezzi fabbricati esclusivamente per la sua ditta, tali cioè da non potersi adattare con i pezzi in commercio.

Il campo di studio è vasto e non facile. Sarà utile scorrele anche solo qualche parte fra le più importanti.

Sorge anzitutto il problema dei materiali da impiegare nei vari elementi dell'impianto.

Ora, mentre per alcune parti e materiali non c'è divario di vedute, per altri

le opinioni sono diverse. Su tale punto i «Regolamenti Sanitari» delle città americane sono rigidi e minuti a differenza, che da noi dove non ci sono prescrizioni.

Questi Regolamenti americani prescrivono per i materiali da impiegare nelle varie parti qualità, tipi, spessori, pesi, tipi di giunzioni, e sulle varie prescrizioni le Commissioni di Sanità all'atto del collaudo, colà rigorosamente prescritto ed effettuato, sono inflessibili. Questo rigore al pari dell'assoluto obbligo della ventilazione secondaria è reso necessario dalla libertà, che colà è concessa a chi progetta nella collocazione dei locali igienici nella pianta della casa.

Per i tubi di scarico principali, per le latrine o per bagni e lavabi, è rigorosamente prescritta la ghisa in tubi pesanti rivestiti dentro e fuori di asfalto o catrame. Gli spessori sono fissati a seconda dei diametri e, particolare da rimarcare, le giunzioni dei tubi fra loro, a differenza che da noi, sono fatte filettando le estremità dei tubi stessi, come per i tubi in ferro, e riunendoli con anelli filettati di giunzione.

Tale tipo di giunzione esige una numerosa serie di pezzi speciali di ogni diametro e per ogni combinazione di passaggi di diametro, incontri, serie che l'industria americana ha studiata e preparata con ricchezza di tipi e larga graduazione di misure, cosicchè l'installatore può sbizzarrirsi a suo agio nelle combinazioni.

Il particolare del giunto filettato al tubo di ghisa non ha trovato in Europa dei fautori. Da noi e in Francia e nel Belgio, dove l'impianto igienico è molto curato, si è rimasti fedeli alla giunzione dei tubi di ghisa a bicchiere con giunti impiombati e ricalcati, che presenta l'inconveniente della difficoltà della eventuale sostituzione degli elementi di tubazione nel caso di rottura, e nel caso di introduzione di pezzi speciali per i nuovi raccordi. Con elementi filettati la cosa è invece più facile. Il giunto in piombo ricalcato ha invece il vantaggio di permettere una sufficiente libertà ed

elasticità ai tubi stessi, all'atto della posa ed è nel seguito elemento non trascurabile, per la conservazione delle condutture in previsione di cedimenti o movimenti qualsiasi. Permette inoltre facilmente delle leggere deviazioni di direzione e non richiede la precisione di fusione e filettatura del tipo filettato. Il tubo filettato ha il vantaggio di richiedere minor numero di sostegni nella sua elevazione.

È regola assoluta americana che le tubazioni di scarico verticali siano perfettamente isolate nel vano apposito nel muro e sostenute soltanto a distanze da 6-7 metri con supporti trasversali fatti a collare, chiusi con 2 bulloni, con braccia diametrali attraverso il vano. Passando attraverso ai solai è rigorosamente prescritta la guaina di isolamento del solaio stesso.

I sistemi americani impiegano per quanto possibile le tubazioni in ghisa anche per le condutture secondarie, che si dipartono dalle condutture principali. In ghisa sono in modo assoluto tutte quelle di ricordo ai vasi igienici, mentre per i raccordi ai bagni e acquai possono anche non essere in ghisa, ma di ferro zincato.

L'impiego dei tubi di ghisa anche per le tubazioni secondarie, impiego, che richiede spazio e pendenze, è facilitato in America dagli spazi in altezza, che vengono sempre lasciati a disposizione dell'installatore al disotto dei gabinetti igienici con l'uso del doppio soffitto, e da veri e propri corridoi di raccolta dei tubi verticali, progettati e costruiti lateralmente ai gabinetti igienici, e dove si riuniscono tubi, cassette, valvole, raccordi, il tutto ben in vista e ispezionabile.

La tubazione in ghisa incatramata permette una maggiore tranquillità per la sua durata e la sua resistenza alle azioni di corrosione; ma, dove non è possibile la sua adozione per mancanza di pendenza e di spessori, si ricorre a tubazioni in ferro zincato. Anche qui le prescrizioni americane negli spessori e soprattutto sulla perfetta zincatura interna ed esterna sono minuziosissime. Il

piombo, che in Europa è ancora usato per le tubazioni secondarie, colà non è ammesso.

Da noi la questione del ferro e del piombo per le condutture secondarie è ancora in discussione, e non solo da noi, ma anche in altri paesi europei. In Francia il tema ritorna tutti gli anni nei Congressi tecnici, frequentatissimi dagli industriali e tecnici dell'idraulica edile e sanitaria. Le discussioni riflettono la delicatezza dell'argomento e la preoccupazione, che destano i molti inconvenienti, che ogni materiale porta con sé nelle applicazioni sanitarie e soprattutto in quelle nascoste. Su tale argomento di massima la situazione in Europa si può riassumere come segue:

a) tubazioni con acqua fredda o calda sotto pressione sempre ed esclusivamente in ferro zincato;

b) tubazioni di semplice scarico (cioè non in pressione) in piombo di prima fusione.

Il grande vantaggio del piombo sul ferro nelle tubazioni sono la sua grande resistenza alle azioni corrosive dell'acqua saponata o acida, e la liscivatura delle sue pareti, che permette uno scarico rapido delle acque di lavaggio senza formazione di residui o incrostazioni a differenza che nei tubi zincati, per i quali la stessa zincatura sempre rugosa, provoca incrostazioni man mano crescenti.

Al piombo si obietta di non presentare la rigidità e la inamovibilità indispensabile per una tubazione, che deve restare sotterrata nelle murature. Il coefficiente di dilatazione termica del piombo è molto elevato, cioè di 0,000028, pari a 2 volte e mezzo quello del ferro, che è soltanto 0,000012. Pertanto al passaggio delle acque calde, che alle volte

sono ancora a 40-50 gradi (pensiamo allo scarico prolungato dell'abbondante acqua di una vasca da bagno) le dilatazioni sono rilevanti con conseguenti stacchiamenti, contorcimenti e sollecitazioni delle saldature e degli attacchi.

Il piombo non è quindi raccomandabile per i tratti di tubo troppo sviluppati.

Parimenti non è consigliabile il piombo nel caso delle tubazioni sospese nello spessore del sottosoffitto, perchè col tempo si produrranno dei contorcimenti, delle ondulazioni fra i ponti di sostegno. È noto poi, mentre le sigillature fatte con cemento non danno nessun inconveniente e corrosioni ai tubi di ferro, esse sono dannosissime e corrosive per i tubi in piombo, che devono essere assolutamente rivestiti di carta incatramata, per non correre il rischio di trovare in brevi anni il tubo di piombo del tutto corroso.

Per le tubazioni di ferro zincato la zincatura deve essere accuratissima. Non è raro purtroppo veder scolare delle acque rossastre, dalle tubazioni poco usate, denotanti arruginimenti interni. Gli è che la zincatura non è sempre accurata ed è eseguita su superfici non diligentemente pulite e quindi facili a scagliarsi. Gli installatori sovente maltrattano i tubi e non raramente, per evitare un raccordo o un quarto di curva, ripiegano semplicemente il tubo, deformandolo, così da produrre lo schiacciamento e lo stiramento del leggero strato di zincatura, che si scaglia, lasciando scoperto il nudo ferro.

In conclusione sembrerebbe allo stato dei fatti poter concludere con il raccomandare:

1) Prolungare per quanto possibile le tubazioni in ghisa anche nei rami secondari.

2) Adottare per le acque in pressione sempre e soltanto tubi in ferro accuratamente zincati.

3) Adottare tubi in piombo solo per gli scarichi delle acque usate, ma non mai per tratte troppo lunghe.

Regola poi assoluta per le tubazioni in piombo è il loro rivestimento accurato, con carta catramata ondulata, oppure tela parafinata e l'impiego di malte dolci per le sigillature con esclusione assoluta del cemento.

Per quanto riguarda la ventilazione secondaria degli apparecchi: bagni, cessi, acquai, non c'è dubbio alcuno che essa debba essere fatta con tubi in ghisa o in ferro zincato, salvo qualche breve pezzo in piombo di raccordo nei tratti un po' tortuosi necessari per raggiungere apparecchi scostati, tortuosità da evitare per quanto possibile con razionale disposizione di apparecchi e tubi.

Punti molto delicati sono i raccordi fra le tubazioni e gli apparecchi in specie quelli con il vaso della latrina. Regola d'arte sarebbe che il passaggio dal piombo all'apparecchio avvenga con flange spesse di rame (in America sono prescritte di oltre 6 m/m di spessore) saldate al tubo di piombo della cucchiara da una parte e fissati con viti a dado alle flange del sifone del vaso.

In ogni caso la cucchiara in piombo di raccordo deve essere ridotta al minimo di sviluppo, al contrario di quanto si fa da noi, dove alle volte è sviluppatissima in lunghezza per adattarsi alla mancanza di spazio e pendenze e quindi alla impossibilità di avvicinarsi al sifone dell'apparecchio con la diretta tubazione in ghisa.

Achille Goffi

## R E C E N S I O N I

Ing. Dr. Paul Wessel - Physik.

[für das Studium an Technischen Hochschulen und Universitäten und zum Gebrauch in der Praxis].

71 ÷ 74 esimo migliaio - E. Reinhardt Verlag - Basel - 1947.

Le continue ristampe di questo manuale sono un segno del successo ottenuto negli ambienti tecnici ai quali è destinato. L'autore, che proviene dalla nota Scuola Politecnica di Monaco di Baviera, vi tratta i capitoli tradizionali della Fisica sperimentale ai quali aggiunge un capitolo sull'elettronica e sulla struttura dell'atomo.

La disposizione in rilievo delle proposizioni e delle relazioni fondamentali, la redazione spesso suggestiva e chiara delle figure, non di rado scelte nel campo delle applicazioni più recenti, gli esempi numerici e le trattazioni relative alle unità di misura intercalate nel testo, tutto è pensato ed attuato per parlare

all'intuizione, per suscitare l'evidenza, per imprimere nella memoria ciò che vi è di essenziale nei vari argomenti, che nell'opera sono piuttosto rapidamente sunteggiati che sviluppati, omettendo di solito i passaggi e le dimostrazioni matematiche.

L'intento didattico e pratico, che si può dire felicemente raggiunto, appare altresì dalle parti successive del volume, che comprendono un breve *ripetitorio* delle nozioni fondamentali prima trattate (si direbbe fatto per gli allievi che danno l'ultima ripassata alla materia prima dell'esame); un *elenco* di ben 1447 domande, seguite nei casi di maggior difficoltà dalle relative risposte; una *raccolta* di tabelle dei sistemi di unità di misura (fra i quali però non è ricordato il sistema M.K.S. ed in cui il kg peso è distinto dal kg massa mediante un asterisco) e di tabelle di utili costanti e funzioni numeriche di impiego corrente.

Un diffuso indice per materie completa il volume che costituisce un valido ausilio per la divulgazione delle scienze fisiche. Una traduzione italiana, sia pure limitata alla prima parte ed in cui si facesse il debito posto al sistema Giorgi, sarebbe augurabile. C. C.

Ing. A. Mondiez - Physique industrielle. — Paris - ed. Gauthier-Villars - Tome I - pag. 574 - 1946 - Tome II - pag. 563 - 1947.

Nel 1° volume di questo recente trattato l'A. passa in rassegna i problemi fondamentali relativi all'efflusso degli aeriformi attraverso gli orifici, ai calcoli delle condutture di gas e di vapore, alla trasmissione del calore.

Il 2° volume è dedicato alla produzione e alla utilizzazione del calore e di questo vastissimo campo esso svolge in particolare le questioni riguardanti la combustione, i focolai, le caldaie, gli impianti di riscaldamento centrale e gli essiccatoi.

Questo corso dell'Ing. Mondiez tratta dunque gli argomenti classici della fisica industriale, e li tratta con quella parti-

colare predilezione per gli sviluppi matematici e con quella padronanza degli stessi sviluppi che è una delle caratteristiche dei tecnici colti di Francia ed un indice della loro notevole preparazione scolastica.

Numerosi sono i grafici, sia pure molto, e talvolta forse troppo, schematici, ed i dati numerici relativi a proprietà fisiche e tecnologiche dei materiali e degli impianti. La bibliografia è aggiornata, sebbene in prevalenza rivolta a pubblicazioni francesi.

Gli argomenti relativi al moto dei fluidi e alla trasmissione del calore, che

in questi ultimi anni hanno ricevuto sviluppi di eccezionale valore, sono esposti in un modo accessibile, che si presta a pratiche applicazioni, pur rispettando il necessario rigore.

Il Mondiez, che ha sviluppato dei calcoli, aventi carattere di originalità, sulla regolazione degli impianti centrali di riscaldamento e ne ha fatto oggetto di una comunicazione all'Accademia delle Scienze di Parigi [Vol. 224, 1947, pag. 31], li espone ora per disteso nel vol. II dell'opera in esame (pagg. 334, 401, 418, 454).

Fra l'altro egli giunge a conclusioni che interessano i collaudi dei suddetti

impianti e che si allontanano da regole pratiche spesso seguite in tali casi.

Un appunto dev'essere mosso e riguarda la nomenclatura dei sistemi di unità di misura. Il sistema M.K.S. non è, almeno nella terminologia scientifica comunemente ammessa, il sistema tecnico metro, chilogrammo *peso*, secondo, come l'A. mostra di credere (v. pag. I - vol. I - e altrove), ma è invece il sistema metro, chilogrammo *massa*, secondo, proposto dal Prof. Giorgi da quasi mezzo secolo e in campo elettrotecnico ormai internazionalmente accettato.

C. C.

## BOZZETTINO DEI PREZZI

Non essendo possibile, data la instabilità dei prezzi attuali emettere un listino prezzi delle opere compiute, aggiornato ogni due mesi, viene emesso il solo elenco dei prezzi elementari (mano d'opera, materiali, noleggi). Per la valutazione dei costi delle opere compiute verranno emesse delle schede una volta tanto di analisi con i prezzi unitari in bianco che il lettore potrà completare quando ne avrà necessità con i prezzi aggiornati in base al listino dei prezzi elementari. I prezzi riportati sono stati ricavati dalle informazioni avute dalle principali ditte di approvvigionamento del Piemonte.

### ELENCO DEI PREZZI ELEMENTARI NELLA CITTÀ DI TORINO NEL NOVEMBRE 1948

#### A — Mano d'opera (operai edili)

I prezzi sono comprensivi di tutte le variazioni sopravvenute fino al 1° Novembre 1948. Nelle quotazioni riportate sono incluse spese generali ed utili dell'impresa.

Operaio specializzato . . . . .	L/h.	295	—
Operaio qualificato . . . . .	»	275	—
Manovale specializzato . . . . .	»	265	—
Manovale comune . . . . .	»	245	—
Garzoni dai 18 ai 20 anni . . . . .	»	220	—
Garzoni dai 16 ai 18 anni . . . . .	»	180	—

Data la scarsa richiesta di prestazioni in gare di appalto si sono stipulati contratti in economia con riduzioni anche del 17 % sui prezzi sopra elencati.

#### B — Materiali

I prezzi si intendono per materiali dati a piè d'opera in cantieri posti entro la cinta daziaria esclusa la zona collinare e sono comprensivi di tutti gli oneri di fornitura gravanti direttamente sul costruttore comprese spese generali e utili dell'impresa.

I prezzi riportati nella prima colonna si riferiscono a forniture all'ingrosso effettuate direttamente presso l'ente produttore o presso l'ente autorizzato ufficialmente alla distribuzione nel caso di materiali soggetti a blocco.

I prezzi riportati nella seconda colonna si riferiscono ad acquisti al minuto presso rivenditori.

#### Terre - Sabbie - Ghiaie

Ghiaia naturale del Po e della Stura (sabbione) . . . . .	L/mc.	600	—
Sabbia vagliata di fiume . . . . .	»	700	—
Ghiaietto per c. a. vagliato di fiume . . . . .	»	700	—
Ciottoli per acciottolato . . . . .	»	900	—
Sabbione di cava non lavato . . . . .	»	300	—

#### Pietre e marmi

Pietra Borgone o Perosa lavorata alla martellina fine, senza sagome o con sagome semplici di spessore non inferiore ai 10 cm. . . . .	L/mc.	60.000	—
Pietra come sopra ma di Malanaggio . . . . .	»	65.000	—
Marmo bianco leggermente venato in lastre per pedate di scale, semplicemente levigate su una faccia, su una costa e su una testa a squadra, con spigolo superiore leggermente arrotondato:			
spessore cm. 4 . . . . .	L/mq.	3.400	—
spessore cm. 3 . . . . .	»	3.100	—

Marmo come sopra per alzate, rifilate

sulle coste, levigate su una faccia: spessore cm. 2 . . . . .	L/mq.	2.900	—
Marmo in lastre di dimensioni normali, semplicemente rifilate sulle coste, lucidate su di una faccia; spessore cm. 2; per pavimenti:			
Marmo bardiglio corrente . . . . .	»	2.900	—
Davanzali in botticino lucidati su una faccia e per frontalino: di 3 cm. di spessore . . . . .	»	3.600	—

#### Leganti ed agglomerati (sacchi compresi - esclusa calce bianca)

Calce bianca in zolle (Piasco) . . . . .	L/ql.	—	890
Calce idraulica macinata tipo 100 . . . . .	»	780	850
Cemento tipo 500 . . . . .	»	930	1.000
Cemento tipo 680 . . . . .	»	1.100	—
Cemento fuso . . . . .	»	3.000	—
Gesso . . . . .	»	400	450
Scagliola . . . . .	»	600	—

#### Laterizi ed affini

Mattoni pieni 6 x 12 x 24 a mano al mille . . . . .	L.	6.000	6.500
Mattoni pieni di ricupero (compreso le teste) al mille . . . . .	»	—	3.000
Mattoni semipieni 6 x 12 x 24 al mille . . . . .	»	5.800	6.500
Mattoni forati a due fori 6 x 12 x 24 al mille . . . . .	»	5.300	5.800
Mattoni forati a 4 fori 8 x 12 x 24 al mille . . . . .	»	6.000	6.500
Tegole curve comuni (coppi) al mille . . . . .	»	9.000	10.000
Tegole piane 0,42 x 0,25 . . . . .	»	14.000	16.000
Copponi (colmi per tegole curve) caduno . . . . .	»	—	—
Colmi per tegole piane, caduno . . . . .	»	33	38
Tavelle tipo Perret da 2,5 cm. di spessore, al mq. . . . .	»	130	150
Blocchi per c. a. con alette o fondelli per ogni cm. di spessore, al mq. . . . .	»	22	—
Blocchi forati laterizi per formazione di travi armate da confezionarsi a piè d'opera:			
da 8 cm. di spessore al mq. . . . .	»	200	210
per spessori da cm. 12 compreso in più per ogni cm. di spessore al mq. . . . .	»	24	—

#### Legnami

Tavolame d'abete e larice rifilato a lati paralleli di spess. da 2 a 4 cm.

lunghezza commerciale (4 ml.):				
prima scelta da lavoro	L/mc.	—	35.000	
seconda scelta da lavoro	»	—	27.000	
terza qualità per casseri	»	15.000	17.000	
cortame	»	10.000	12.000	
Tavolame di pioppo rifilato, spessore 4 cm. lungh. commerciale (3 ml.).				
1ª qualità	»	—	—	
Travi asciate grossolanamente uso Piemonte; abete o larice:				
lunghezze da 4 ad 8 ml.	»	11.000	12.000	
» superiori agli 8 ml.	»	12.000	13.000	
Travi asciate uso Trieste di abete o larice				
lunghezze da 4 ad 8 ml.	»	—	12.000	
» superiori agli 8 ml.	»	—	13.000	
Travi squadrati alla sega; spigoli commerciali; lungh. e sez. obbl.				
Abete: fino a ml. 6	»	—	16.000	
» oltre a ml. 6	»	—	18.000	
Larice: fino a ml. 6	»	—	17.000	
» oltre a ml. 6	»	—	19.000	
Murali in abete o larice di sezione da 5 x 7 a 10 x 10, lungh. comm.	»	16.000	—	
Tondi in abete o larice fino a ml. 6	»	8.000	—	
Legnami compensati, levigati su di una faccia. Pioppo tre strati				
spessore mm. 3	L/mq.	350	—	
» » 4	»	470	—	
» » 5	»	550	—	
» » 6	»	650	—	
Pioppo cinque strati:				
spessore m. 5	»	968	—	
» » 6	»	700	—	
» » 8	»	500	—	
» » 10	»	603	—	
Perlinaggio in larice da 25 cm.	L/mq.	605	—	

#### Metalli e leghe

Ferro tondo omogeneo per c. a. da mm. 15 a 30	L/kg.	88	95
da 8 a 14 mm.	»	94	—
da 5 a 7 mm.	»	97	—
Ferro tondo semiduro per c. a. da mm. 15 a 30	»	93	100
Travi I. N. P. mm. 200-300 (base)	»	91	90
Ferri a L - T - Z spigoli vivi o arrotondati	»	95	100
Ferro piatto di dimensioni 8-130 spessore 30-40 (base)	»	92	100
Lamiere nere di spessore inferiore ai 4 mm. (base)	»	130	150
Lamiere zincate da 4 a 5/10 mm. compreso	»	270	300
da 6 a 10/10 mm. compreso	»		
da 10 a 15/10 mm. compreso	»		

#### Vetri

(in lastre di grandezza commerciale)

Vetri lucidi semplici spessore 1,6 - 1,9	L/mq.	630	350
Vetri lucidi semidoppi » 2,7 - 3,2	»	1.050	1.200
Vetri lucidi doppi (mezzo cristallo) spessore 4,0 - 4,5	»	2.200	2.600
Vetri stampati	»	1.080	1.100
Vetri rigati pesanti da lucernario	»	1.250	1.350
Vetri retinati	»	1.820	2.000

#### Gres

Tubi in gres a bicchiere:				
Ø interno 8 cm.	L/ml.	600	650	
» » 10 »	»	800	850	
» » 12 »	»	900	950	
» » 15 »	»	1.100	1.150	
Curve Ø 8	L/cad.	510	580	
» 10	»	880	930	
» 12	»	900	950	
» 15	»	1.100	1.150	
Sifoni con o senza ispezioni:				
Ø 8	»	1.400	1.500	
» 10	»	2.100	2.200	
» 12	»	2.900	3.000	
» 15	»	3.200	3.300	

Piastrelle in gres rosso 7,5x15 spessore 1 cm. . . . . L/mq. 650 700

#### Manufatti in cemento

Tubi in cemento per cm. di diametro	L/m.	17	19
Piastrelle in cemento unicolori 20 x 20 spessore cm. 2	L/mq.	400	420
Piastrelle in graniglia normale con scaglie di marmo fino a cm. 1,5; 20 x 20 spessore cm. 2	»	500	520
Piastrelle a scaglia grossa fino a 3 cm.	»	800	900
Pietrini di cemento	»	700	750

#### Materiali speciali

##### agglomerati in cemento e amianto

Lastre ondulate da 6-6,5 cm. di spessore, 0,97 x 1,22	L/cad.	480	—
Colmi per dette (ml. 0,35 x 0,97)	»	220	—
Lastre alla romana 5-6 cm. 0,57 x 1,22	»	300	—
Tirafondi da 11 cm.	»	25	—
Tirafondi da 9 cm.	»	23	—
Lastre piane spess. 6 mm., da 1,20 x 1,20 x 6	»	548	—

TUBI ETERNIT per fognatura				PEZZI SPECIALI				
Øm/m	ml. 1	ml. 2	ml. 3	Curve aperte o chiuse	Braghe semplici	Giunti a squadra	Paralleli	Sifoni Torino
80	285	540	770	180	340	320	245	775
100	370	700	1000	230	445	380	305	990
125	445	855	1215	265	485	450	360	1115
150	535	1020	1460	340	595	575	450	1260
200	810	1545	2210	520	900	680	590	1620
250	1060	2020	2280	665*	1260	1350	1010	2880
300	1435	2745	3915	845*	1765	1530	1260	3420

\* tali prezzi sono per curve aperte; per curve chiuse sono rispettiv. 720 e 900

CANNE FUMARIE				PEZZI SPECIALI			
Øm/m	ml. 1	ml. 2	ml. 3	Curve aperte o chiuse	Braghe semplici	Paralleli	Raccordi retti e obliqui
60	200	370	530	140	235	180	215
100	295	565	805	190	335	245	325
150	390	745	1060	250	460	340	450
200	515	985	1405	380	665	450	610

CANNE FUMARIE				PEZZI SPECIALI			
Sezioni cm.	ml. 1	ml. 2	ml. 3	Manicotti	Curve aperte o chiuse	Paralleli	Raccordi retti e obliqui
10x10	290	580	870	95	240	325	415
20x20	580	1160	1740	145	415*	700	775
30x30	1165	2330	3495	215	575*	830	970

\* tali prezzi sono per curve aperte; per curve chiuse sono rispettiv. 430 e 665.

Nota: Sui prezzi dei materiali indicati nelle tabelle si applichi lo sconto del 25%.

#### Agglomerati speciali

SACELIT			
Tipo non intonato:			
spessore 10 m/m	—	L/mq.	326
» 15	»	»	408
» 20	»	»	455
» 25	»	»	510
» 35	»	»	619
» 50	»	»	798

Tipo intonato:			
spessore 15 m/m	—	L/mq.	590
» 20	»	»	635
» 25	»	»	690

Per acquisti all'ingrosso riduzione fino al 40%.

#### Piastrelle ceramiche

Piastrelle ceramiche bianche 15 x 15 liscie (porcellana)	L/mq.	1.700	1.800
--	-------	-------	-------

Piastrelle in terra smaltata tipo Sasuolo: 15 x 15 . . . . . L/mq. 1.400 1.450

**Serramenti in legno**

Telaio per finestre e porte balcone a due o più battenti fissi e apribili, di qualunque dimensione dello spessore di 50 mm. chiudentesi in battuta o a gola di lupo, con modanature, incastri per vetri, rigetto acqua incastrato e munito di gocciolatoio, con telarone di 6-8 cm. e provvisti di robusta ferramenta con cremonese in alluminio anche cromato e bacchetta incastrata, compreso l'onere della assistenza alla posa del falegname, misura sul perimetro del telaio, esclusa la verniciatura: in larice o castagno di 1ª qualità . . . . . L/mq. 3.300 3.700

Telaio c. s. in legno rovere nazion. » 4.150 4.550

Porte tipo pianerottolo per ingresso alloggi in mazzetta e con chiambrana in legno rovere nazionale a uno o a due battenti con pannelli massicci, lavorate secondo disegno della Direzione Lavori, con montanti e traverse dello spessore di 50 mm. e robusto zoccolo, complete di ferramenta, cerniere di bronzo, serratura a blocchetto cilindrico tipo Yale con tre chiavi, maniglie e pomi in bronzo e saliscendi incastrati, lavorazione finita per verniciatura a stoppino sulla faccia esterna (vern. esclusa) compreso l'onere d'assistenza alla posa del falegname; misure sui fili esterni del telarone della chiambrana . . . L/mq. 5.800 6.500

Id. id., ma con pannelli doppi in compensato di 7 mm. di spessore con ossatura cellulare . . . » 6.300 7.000

Porte a bussola su telaio con cornice coprigiunto in rovere nazionale ad un solo battente con pannelli a vetro o in compensato a uno o più scomparti, e zoccolo con pannelli doppi in compensato di 7 mm. di spessore con ossatura cellulare, con cornice e regolini per fissaggio vetri, lavorate secondo disegno della Direzione Lavori a doppia facciata con montanti e traverse dello spessore di 50 mm. complete di ferramenta, cerniere in bronzo, serratura a blocchetto cilindrico con tre chiavi, maniglie e pomi in bronzo, lavorazione finita per verniciatura a stoppino nelle due facciate (verniciatura esclusa) compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa la fornitura dei vetri, misure sui fili esterni delle cornici ed escluso eventuale imboassaggio da compensare a parte a seconda del tipo . . » 5.700 6.300

Sovraprezzo in aumento (o in diminuzione ai serramenti dei numeri precedenti per ogni 5 mm. di aumento (o di diminuzione) dello spessore . . . » 6% —

Diminuzione di prezzo ai serramenti dei numeri precedenti se al posto di rovere nazionale verrà impiegato larice nostrano o castagno . . » 22% —

Aumento di prezzo ai serramenti dei numeri precedenti se al posto di rovere nazionale verrà impiegato:

a) - larice America . . . » 40% —

b) - rovere di Slavonia . . . » 40% —

c) - noce . . . . . » 70% —

Porte interne in legno a due battenti dello spessore di 40 mm. a pannelli in legno con modanature, con chiambrane, controchiambrane e imboassaggio, robusta ferramenta, saliscendi incastrati, serrature con chiavi, maniglie in alluminio a piè d'opera, ma con l'onere dell'assistenza alla posa, esclusa verniciatura (misurato sui fili esterni chiambrana, aggiungendo sviluppo di controchiambrana e imboassaggio):

in abete . . . . . L/mq. 2.850 3.400

in pioppo . . . . . » 2.850 —

Porte interne come descritte sopra ma a pannelli di vetro con regolini vetri esclusi (misura c. s.) abete . . » 2.900 3.100

Porte interne s. c. pioppo . . . » 2.900 —

Gelosie scorrevoli in larice nostrano spessore 5 cm. complete di robusta ferramenta compreso l'onere dell'assistenza alla posa in opera esclusa verniciatura, misurate sullo sviluppo del telaio della finestra . . » 4.700 4.900

Gelosie in rovere nazionale per finestre e porte balconi su pollici a muro, dello spessore di 50 mm. con palette spessore 11 mm. quasi con palette a esse 11 mm. quasi tutte fisse, salvo poche movibili con opportuna ferramenta, chiudentesi a gola di lupo con spagnoletta in ferro per chiusura, compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa la verniciatura . . . » 4.650 4.850

Id. id. come al precedente ma anziché su pollici a muro, in mazzetta con cornici di coprigiunto . . . » 4.900 5.000

Gelosie scorrevoli in rovere nazionale per finestre e porte balcone dello spessore di 50 mm. con palette spessore 15 mm. chiudentesi a gola di lupo con robusta ferramenta e rotelle di scorrimento su cuscinetti a sfere compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa la verniciatura . . . » 5.300 5.700

Persiane avvolgibili in essenza idonea con stecche sagomate di spessore non inferiore a 13 mm. collegate con treccia metallica, compresi guide in ferro ad U tinteggiate con una mano antiruggine, rulli, carrucole, cinghia, arresta cinghia, e ogni altro accessorio a piè d'opera con l'onere dell'assistenza alla posa, esclusa verniciatura (misurato sullo sviluppo del telo)

in legno di pino del Nord . . . » — 3.200

in legno di abete scelto . . . » — 2.500

Persiane come sopra ma fornitura del solo telo completo di ganci

in legno di pino del Nord . . . » — 2.600

in legno di abete scelto . . . » — 1.900

Apparecchi a sporgere per dette . . . » — 850

**Apparecchi igienici sanitari e accessori**

Lavabi in ceramica 50 x 40 . . . L/cad. — 4.600

» » » 58 x 43 . . . » — 5.000

» » » 64 x 46 . . . » — 5.350

» » » 58 x 43 . . . » — 5.900

Lavabi a colonna in porcellana 64 x 40 . . . . . » — 24.000

Rubinetti a collo di cigno per lavabi (cromati) da 8/8" . . . » — 800

Rubinetti id. c. s. da 1/2" . . . » — 900

Pilette di scarico per lavabi con catena e tappo, da 3/4" . . . » — 400

Pilette id. c. s. da 1" . . . . . » — 470

Mensole per lavabi da 35 cm. smaltate	L/cad.	—	500
Mensole id. c. s. da 40 cm.	»	—	—
Lavabi a canale in graniglia, con schienale in graniglia, sostegni in cemento; lungh. ml. 1; largh. ml. 0,50; profondità 25 cm. a due posti	»	—	3.000
Lavabi id. c. s. lungh. 1,50 a tre posti	»	—	11.000
Lavabi id. c. s., lungh. ml. 2,50 a cinque posti	»	—	19.000
Vasi all'inglese in ceramica	»	—	7.500
Vasi all'inglese in porcellana	»	—	8.500
Vasi all'inglese in porcell. di lusso	»	—	10.000
Vasi ad aspirazione con cassetta a zaino	»	—	—
Sedili per vasi all'inglese con coperchio, legno di faggio	»	—	1.500
Sedili id. c. s. senza coperchio	»	—	1.000
Vasi alla turca in porcellana 55 x 65	»	—	7.500
Vasi alla turca in graniglia 60 x 75	»	—	2.500
Cassette di cacciata da l. 10 in ghisa complete di rubinetto a galleggiante e catena	»	—	3.800
Tubi di cacciata in acciaio zincato	»	—	—
Orinatoi a parete in porcellana 36 x 28 x 47	»	—	18.000
Orinatoi con pedana 150 x 60 in graniglia	»	—	—
Spandiacqua in ottone per detti	»	—	700
Griglie in ottone per detti	»	—	10.000
Bidet normali in porcellana	»	—	—
Bidet di lusso in porcellana	»	—	—
Vasche da bagno in ghisa smaltata internamente, da rivestire, 170 x 70	»	—	—
Vasche id. c. s. a due bordi tondi.	»	—	—
Gruppi bagno con doccia a telefono	»	—	—
Gruppi bagno senza doccia a telefono	»	—	—
Pilette sfioratore per scarico vasca	»	—	—
Lavelli in gres porcellanato ad una vasca, 60 x 40 x 20	»	—	10.000
Lavelli id. c. s. a 2 vasche 90 x 45 x 21	»	—	19.000
Lavelli id. c. s. a 2 vasche 110 x 45 x 21	»	—	21.000
Lavelli in graniglia con colapiatti 120 x 45	»	—	—
Id. c. s. 100 x 45	»	—	—
Id. c. s. 80 x 45	»	—	—

#### Pavimenti in legno (in fornitura)

Tipo a spina di pesce spess. 23 mm. (escluso listellaggio di sostegno):			
in frassino	L/mq.	—	1.800
in castagno	»	—	2.600
in rovere nazionale	»	—	2.650
in faggio evaporato	»	—	2.800
in rovere di Slavonia	»	—	3.100

#### Pavimenti in brevetti speciali

Pavimenti in sughero in opera:			
spessore 4 mm. colore chiaro (esclusa lucidatura)	»	—	1.800
spessore 6 mm. colore chiaro (esclusa lucidatura)	»	—	2.220
Pavimenti in gomma (in fornitura) colore rosso verde e nero			
spessore 4 mm. con rovescio a celle (spessore totale 8 mm.)	»	—	4.700
Pavimenti in linoleum (in opera, compresa rasatura sottofondo con materiale solfomagnesiaco)			
3 mm. di spessore tipo corrente	»	2.200	2.500

#### Prezzi dei noleggi

Noleggio di un carro a un cavallo con conducente, all'ora	L./ora	—	300
c. s. con due cavalli e conducente	»	—	550
Autocarro fino a 30 q.li con conducente, alla giornata	L.	—	8.800
Maggiorazione per rimorchio, alla giornata	»	—	5.000
Autocarro fino a 60 q.li, alla giornata	»	—	15.000
Maggiorazione per rimorchio, alla giornata	»	—	6.000

#### Lavori in ferro

Serramenti per lucernari di copertura a a shed, capriate ecc. per vetrate in serie con scomparti di vetri da cm. 50-70 circa, formati con profilati comuni a spigoli vivi e intelaiature con ferri di grossa orditura, gocciolatoi in lamierini piegati da forte spessore, cerniere di sospensione in ghisa con attacchi e squadre per i comandi meccanici, squadrette fermavetri ed accessori vari, peso complessivo medio di circa Kg. 23; lavorazione, assistenza alla posa e coloratura con una mano di antiruggine	L./Kg.	40	—
Serramenti apribili a battenti o a bilico formati da profilati comuni di piccole e medie dimensioni, scomparti vetri circa cm. 50 x 50 o analoghi, con il 40 % di superficiali apribili di qualsiasi peso, misura e dimensione, comprese cerniere ed accessori, ma escluse apparecchiature d'apertura; lavorazione, assistenza, posa e una ripresa di antiruggine	»	53	—
Porte a battenti, pieghevoli a libro, scorrevoli formate da profilati comuni di piccola e media dimensione con scomparti a vetri di circa cm. 50 x 50 o analoghi e zoccolo in lamiera rinforzata di qualsiasi peso, misura e dimensione, escluse serrature e parti meccaniche di comando, ma comprese cerniere ed access.; lavorazione ecc. C. S.	»	58	—
Cancelli comuni costituiti da elementi di ferro tondo, quadro, esagono; con zoccolo in lamiera rinforzata, di qualsiasi peso, misura e dimensione, escluse serrature ma comprese cerniere ed accessori; lavorazione ecc. C. S.	»	40	—
Strutture metalliche per piani di scorrimento gru, grandi orditure, intelaiature varie, tralici o pilastri, il tutto di tipo a orditura semplice, resi montati in opera; lavorazione			
a) lavorazione saldata	»	39	—
b) lavorazione chiodata	»	40	—
Ringhiere in tubo in ferro tipo semplice senza curve ed a lavorazione saldata, peso circa Kg. 10/mc. rese in opera, esclusa fornitura del materiale	»	60	—
Idem come sopra, ma con profilati normali e ad elementi formanti disegni semplici, peso circa Kg. 20/ml.; lavorazione	»	50	—
Supplemento alle 2 voci precedenti per ringhiere in monta per scale	»	20%	—

IL FASCICOLO DI GENNAIO 1949 SARÀ DEDICATO AL CONCORSO PER IL PIANO REGOLATORE DI TORINO

# INDICE DELL'ANNATA 1948 di ATTI E RASSEGNA TECNICA

## ATTI DELLA SOCIETÀ

Adunanza generale del 12 febbraio 1948 . . . . .	pag. 1
Visita ai lavori del ponte di Moncalieri . . . . .	» 2
Adunanza generale del 5 aprile 1948 . . . . .	» 79
Assemblea generale ordin. e straordin. del 4 marzo 1948 . . . . .	» 79
Biblioteca della Società . . . . .	» 80
Adunanza generale del 18 maggio 1948 . . . . .	» 115
Conferenza e visita ai lavori dell'acquedotto di Scalenghe per la Città di Torino . . . . .	» 115
Adunanza generale del 20 maggio 1948 . . . . .	» 115
Convegno di tecnici a Casale . . . . .	» 115
Comunicato dell'ordine degli Ingegneri, tariffe professionali e tariffe giudiziarie . . . . .	» 116
Avviso . . . . .	» 116
Adunanza del 4 marzo 1948 . . . . .	» 183
Visita di Ingegneri e Costruttori edili francesi . . . . .	» 183
Statuto sociale . . . . .	» 183

## RASSEGNA TECNICA

C. CODEGONE - Strumenti e metodi di misura delle condizioni termiche . . . . .	pag. 3
U. BARBETTI - Il complesso rete-serbatoi distribuzione acqua potabile . . . . .	» 6
G. BELLINCIONI - Laghi artificiali per uso potabile . . . . .	» 11
A. ROCCO - Lo stabilimento di disinfezione . . . . .	» 13
A. RIGOTTI - Il tetto . . . . .	» 18
A. C. M. - Per l'attivazione del ring di Torino . . . . .	» 19
L. STRAGIOTTI - Calcolo nomografico delle caratteristiche di un trasportatore a nastro . . . . .	» 23
G. DARDANELLI - Servizio ricerca e consulenza tecnica della E. G. Portland . . . . .	» 25
L. FACCHINI - Calcestruzzi ad alta resistenza . . . . .	» 26
F. LEVI - Evoluzione della teoria e della tecnica della precompressione. Memoria pubblicata dal Centro di Studio sugli stati di coazione elastica del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Documentazione dell'attività svolta durante il primo anno di vita (Riassunto) . . . . .	» 35
G. DARDANELLI - Installazioni sperimentali per prove su grandi modelli (Riassunto) . . . . .	» 35
G. PIZZETTI - Sulle possibilità e sui fattori di miglioramento della resistenza dei calcestruzzi. Memoria pubblicata dal C. N. R. Centro di Studio sugli stati di coazione elastica - Documentazione dell'attività svolta durante il primo anno di vita (Riassunto) . . . . .	» 36
P. VACCHELLI - Sul controllo anche a tre giorni del cemento idraulico normale. - Sull'opportunità di conservare sistematicamente campioni testimoni dei leganti e degli aggregati destinati ai getti. - Sulla urgente necessità di unificare le attrezzature per le prove meccaniche dei cementi. Memorie pubblicate ne «L'industria italiana del cemento», maggio e giugno 1947 (Riassunto) . . . . .	» 36
L. ZORZI - Il cemento espansivo. Memoria pubblicata dal C. N. R. Centro di Studio sugli stati di coazione elastica - Documentazione dell'attività svolta durante il primo anno di vita (Riassunto) . . . . .	» 36
P. G. BORDONI - Un dinamometro a capacità. [Memoria pubblicata dal C. N. R. Centro di Studio sugli stati di coazione elastica - Documentazione dell'attività svolta durante il primo anno di vita (Riassunto) . . . . .	» 37
F. JOSSA - Il calcolo delle strutture di cemento armato in relazione alla statica dei materiali che non seguono la legge di Hooke. Memoria pubblicata sulla Pubbl. N. 16 della Facoltà di Ingegneria di Cagliari (Riassunto) . . . . .	» 37
F. PANCHAUD - Bétons précontraints et bétons armés . . . . .	» 38
A. CAVALLARI - MURAT - Ricerche granulometriche pei calcestruzzi resistenti all'urto . . . . .	» 45
C. CODEGONE - La conduttività termica del cemento . . . . .	» 51
G. DARDANELLI - Sui metodi per la determinazione della finezza dei cementi . . . . .	» 54
R. L'HERMITE - La science du béton . . . . .	» 59
P. L. NERVI - Il ferro cementato e le sue possibilità costruttive . . . . .	» 66
G. OBERTI - Contributo della ricerca sperimentale al progetto delle grandi costruzioni in calcestruzzo semplice e armato . . . . .	» 67
R. F. BALDACCI - Il calcolo degli impalcati a lastra dei ponti . . . . .	» 68
G. BENZI - Restauro di una copertura con travi Viendeel in cemento armato . . . . .	» 73
L. F. DONATO - Sul calcolo del guscio cilindrico a base semiellittica . . . . .	» 74
V. ZIGNOLI - Resistenza alla deviazione trasversale di una fune annorsata . . . . .	» 81

E. FROLA - Sui fondamenti logici della teoria della elasticità . . . . .	pag. 83
C. CODEGONE - Sul calcolo degli involucri cilindrici soggetti ad elevate pressioni interne . . . . .	» 85
R. BORELLI - Teoria della spinta delle terre . . . . .	» 88
A. MORBELLI - Vecchie e nuove architetture tombali . . . . .	» 93
A. QUAGLIA - Le stazioni ferroviarie di Torino . . . . .	» 96
A. CAVALLARI - MURAT - Le vernici fragili . . . . .	» 103
L. FERROGLIO - Le precipitazioni atmosferiche annuali a Moncalieri . . . . .	» 106
V. ZIGNOLI - Frequenze naturali nelle travi a sezione costante . . . . .	» 117
P. L. NERVI - Le strutture portanti del Palazzo per le Esposizioni al Valentino . . . . .	» 118
A. QUAGLIA - Arterie di attraversamento o arterie di penetrazione? . . . . .	» 123
U. BARBETTI - Le nuove opere dell'acquedotto di Scalenghe . . . . .	» 125
L. FERROGLIO - Le precipitazioni atmosferiche mensili e giornalieri a Moncalieri . . . . .	» 130
A. CAVALLARI - MURAT - La Gamma-radiografia nelle costruzioni metalliche . . . . .	» 138
Errata - corrige . . . . .	» 140
L. FERROGLIO - Sul funzionamento idraulico di uno sghiaiatore a soglia laterale . . . . .	» 143
G. F. MICHELETTI - Il taglio dei metalli con utensili ad angolo di spoglia negativo . . . . .	» 149
G. TOURNON - Nuove granulometrie per agglomerati cementizi . . . . .	» 153
L. SALA - Sulla granulometria in relazione alla permeabilità dei calcestruzzi . . . . .	» 158
C. CODEGONE - Breve saggio sui fondamenti della termodinamica . . . . .	» 163
L. FERROGLIO - L'influenza dell'altezza di aspirazione sul funzionamento delle turbine idrauliche . . . . .	» 164
V. GIARDINI - Tabelle per piegamento delle barre in travi di c. a. (Travi incastrate ad un estremo ed appoggiate all'altro) . . . . .	» 167
M. PANETTI - Scuola e Professione . . . . .	» 175
A. MELIS - Critica dell'architettura . . . . .	» 176
C. CODEGONE - Questioni generali sugli impianti di riscaldamento . . . . .	» 207
G. BOIDO - Impianti centrali a termosifone frazionabili . . . . .	» 214
V. LAUDI - Considerazioni sugli impianti ad acqua surriscaldata a temperatura moderata . . . . .	» 215
A. VACCANEO - Novità negli impianti a livello a termosifone . . . . .	» 216
G. BIDDÀU - Solai radianti in c. a. con serpentine portanti . . . . .	» 219
A. GOFFI - Proposte sull'isolamento termico nelle costruzioni . . . . .	» 222
C. CODEGONE - Sistemi di ventilazione naturale e artificiale . . . . .	» 225
A. STRADELLI - Condizionamento dell'aria e servizi frigoriferi . . . . .	» 231
G. PERI - Con quali lampade illuminare la casa o l'ufficio? . . . . .	» 232
A. SARTORIO - Le comunicazioni elettriche nella casa moderna . . . . .	» 234
G. C. ROSSI - Evoluzione dell'ascensore . . . . .	» 236
G. C. ROSSI - Inserimento degli impianti d'ascensore nel fabbricato . . . . .	» 238
A. GOFFI - Proposte di unificazione e di regole d'arte negli impianti igienici moderni . . . . .	» 239

## NOTIZIARIO DEGLI ORDINI DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DEL PIEMONTE

Ordine Ingegneri di Alessandria . . . . .	pag. 109
Ordine Ingegneri di Cuneo . . . . .	» 142
Ordini del giorno dei rappresentanti degli ordini degli Ingegneri di Bologna, Cuneo, Genova, Milano e Torino e dell'ordine degli Architetti di Torino circa la tariffa professionale votato in Torino il 25-9-1948 . . . . .	» 178
Schema di parcella dell'ordine Ingegneri di Nozara . . . . .	» 184

## CONGRESSI E CONVEGNI

Convegno del Cemento armato - Torino, ottobre 1946 . . . . .	pag. 33
Presentazione degli atti (G. ALBENGA) . . . . .	» 33
Elenco dei partecipanti al Convegno . . . . .	» 33
Riassunti di tutte le memorie presentate . . . . .	» 35

Memorie complete . . . . . da pag. 38 a pag. 74  
 2° Congresso Naz. dell'Associazione Termotecnica Italiana in Milano, maggio 1948 - Comunicazioni presentate . . . . . » 102  
 2° Convegno Naz. dell'Associazione Italiana di Metallurgia in Milano, maggio 1948 - Resoconto riassuntivo . . . . . » 102  
 Congressi vari - Avvisi . . . . . pagg. 82-173  
 2° Congresso Tecnico Internaz. dell'Automobile (F. A.) pag. 203  
 Congresso della navigazione interna a Padova . . . . . » 204  
 Il nuovo Consiglio Direttivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica . . . . . » 204

**CONCORSI**

Avvisi di concorsi . . . . . pagg. 84-116-173

**LEGGI E DECRETI**

Norme per l'unificazione dei criteri di calcolo dei gradi di sicurezza delle funi di tutti i mezzi di trasporto con trazione a funi . . . . . pag. 110  
 Regolamento per le opere in cemento armato precompresso . . . . . » 141  
 A. GOFFI - Rilievi sul nuovo regolamento del precompresso . . . . . » 141  
 F. LEVI - Ancora a proposito del regolamento del precompresso . . . . . » 204

**BOLLETTINO DEI PREZZI**

Al 1° aprile 1948 . . . . . pag. 29  
 Al 1° giugno 1948 . . . . . » 111  
 Al 1° settembre 1948 . . . . . » 179  
 Al 1° novembre 1948 . . . . . » 241

SCHEDARIO BIBLIOGRAFICO . . . . . pag. LXXVIII

**INFORMAZIONI SULL'EDILIZIA**

A. GOFFI - Il congresso nazionale di urbanistica . . pag. 27  
 - Tendenze americane . . . . . » 27  
 - Rendimento del lavoro e prospettive economiche negli Stati Uniti . . . . . » 28  
 - Agevolazioni per l'edilizia . . . . . » 101  
 - Il condominio delle case di abitazione . . . . . » 161

**RECENSIONI**

Rigotti G., Urbanistica (G. MUZIO) . . . . . pag. 20  
 Melis A., Edifici per gli uffici (A. C. M.) . . . . . » 20

Budinis M., Estimo edilizio (A. C.) . . . . . pag. 20  
 Bochi V., Estimo industriale (A. C. M.) . . . . . » 21  
 Ricerche e studi dell'I. S. S. del T. C. I. e dell'A. C. I. (C. BECCHI) . . . . . » 21  
 Mortarino C., Anemometro a testa sferica (C. M.) . . » 21  
 Isnardi F. A., Il calcolo delle filettature sul tornio (G. F. MICHELETTI) . . . . . » 22  
 Sartoris A., Encyclopédie de l'architecture nouvelle (A. C. M.) . . . . . » 22  
 Cavallari-Murat A. e De Bernocchi C., I raggi X e le costruzioni in cemento armato (C. D.) . . . . . » 99  
 Ferrari C., Sul calcolo del compressore assiale a più giranti (C. C.) . . . . . » 100  
 Panetti M., Principi e limiti di applicazione del turboreattore (C. C.) . . . . . » 100  
 Grandi serbatoi saldati per combustibili liquidi (A.C.M.) » 100  
 Appiano M., Effetto delle ceneri del combustibile rispettivamente nei forni rotanti ed in quelli verticali automatici (C. M.) . . . . . » 100  
 Gorla C. e Appiano M., Sull'analisi e calcolo retrospettivo di un calcestruzzo finito (G. DARDANELLI) . . . » 100  
 Schurecht H. G. - Burdick R. B. e Jones G. A., Impiego di chamotte cotta a bassa temperatura nei refrattari argillosi pressati a secco (C. G.) . . . . . » 101  
 Stull R. T. e Johnson P. V., Relazione tra la permeabilità all'aria ed all'acqua dei mattoni da costruzione (C. GORIA) . . . . . » 101  
 Savoia A., Il traffico attraverso il valico del Cenisio (C. B.) . . . . . » 101  
 Baulino C., Il condizionamento dell'aria (C. CODEGONE) » 162  
 Mauro F., Impianti industriali (C. CODEGONE) . . » 174  
 Le memorie presentate al III Congresso Nazionale dell'Associazione Termotecnica Italiana (C. C.) . . . . » 174  
 Harmegnies P., Les principaux Systèmes de Mesure et leur coordination (C. C.) . . . . . » 206  
 Virgilio Giardini, Ricerca tabulare speditiva dei punti di piegamento per le barre di travi in cemento armato incastrate simmetricamente (G.) . . . . . » 206  
 L'urbanistica e i suoi problemi in Francia (A. G.) . . » 206  
 Paul Wessel, Physik (C. C.) . . . . . » 240  
 Mondiez A., Physique industrielle (C. C.) . . . . . » 240  
 Errata-corrige annata 1948 . . . . . » 215

**INDICE NOMINATIVO**

<b>1948</b>	Accardi F., 203. * Albenga G., 33.  Baldacci R. F., 36, 68. Barbetti U., 6, 125. Becchi C., 21, 101, 193. Bellincioni G., 11. Benzi G., 37, 73. Biddan G., 6, 125. Bordoni P. G., 37. Borelli R., 88a. Boido G., 214.  Cavallari-Murat A., 19, 22, 35, 45, 103, 138, 195. Codegone C., 3, 35, 51, 85, 100, 162, 163, 174, 206, 207, 225.	Dardanelli G., 25, 35, 54, 100. Di Majo F., 185. Donato L. F., 37, 74.  Facchini L., 26. Ferroglio L., 106, 130, 143, 164. Frota E., 83.  Gamba M., 200. Giardini V., 167. Goffi A., 27, 28, 101, 141, 161, 206, 222, 239. Goria C., 101.  Jossa F., 37.  Laudi V., 215. Levi F., 35, 204. L'Hermite R., 35, 39.	Melis A., 176. Micheletti G. F., 22, 149. Morbelli A., 93. Mortarino C., 21, 100, 191. Muzio G., 20.  Nervi P. L., 35, 68, 118.  Oberti G., 36, 67.  Panchaud F., 35, 38. * Panetti M., 175. Peri G., 232. Pizzetti G., 36.  Quaglia A., 96, 123.	Rigotti A., 18. Rocco A., 13. Rossi G. C., 236, 238.  Sala L., 158. Sartorio A., 234. Stradelli A., 231. Stragiotti L., 23.  Tournon G., 193.  Vaccaneo A., 216. Vacchelli P., 36.  Zignoli V., 81, 117, 189. Zorzi L., 36.
	<b>1947</b>	Hanno scritto su questa rivista nel 1947 i seguenti autori:  Accardi F., 23, 25, 35, 53, 121, 148, 184, 249, 296, 311. Astengo G., 51, 103, 169, 236.  Becchi C., 8. Benzi G., 21. Bertolotti C., 248. Bianco M., 146, 182, 236. Bonardi L., 78. Boffa G., 26. Bonicelli P., 47. Botto-Micca M., 139. Brunetti M., 105.  Canegallo A., 49. Casci C., 119, 191.	Castiglia C., 182, 195. Cini M., 164. Codegone C., 80, 100, 206, 242, 253. Costa P., 118.  Dalla Verde A., 23. Dardanelli G., 177, 199, 207, 232, 243, 273, 306. Dardanelli P., 11. Di Majo F., 39, 223.  Ferrari M., 136. Ferroglio L., 356. Filippi C., 80.  Giaz E., 149. Goffi A., 25, 148, 185, 250, 275, 376. Goria C., 269. Grignolo F., 191.	Kraus S., 368.  Levi F., 131. Levi Montalcini G., 169.  Maiorca S., 95, 259. Marchisio M., 300. Mesturino V., 76, 365. Moncelli F., 368. Morbelli A., 5. Micheletti G. F., 246, 372.  Negurville C., 285. Norroy M., 297.  Pellegrini E., 44. Peretti L., 323. Perneca E., 288. Pizzetti G., 63.

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI - MURAT**

Autorizzazione con Decreto Prefettizio N. 1125 S.T. del 4 Febbraio 1947

Casa Editrice: **DITTA FRATELLI POZZO** della Fratelli Pozzo, Salvati, Gros Monti & C. - Poligrafiche Riunite S. p. A. - Torino  
 Amministratore Delegato: Col. Domenico Canonica



