

Per.
3059

POLITECNICO DI TORINO
INVENTARIO N. 34659
BIBLIOTECA CENTRALE

SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

Per. ~~0084~~
3059

10

Vol. 36

21 APR 1982



ATTI E RASSEGNA TECNICA

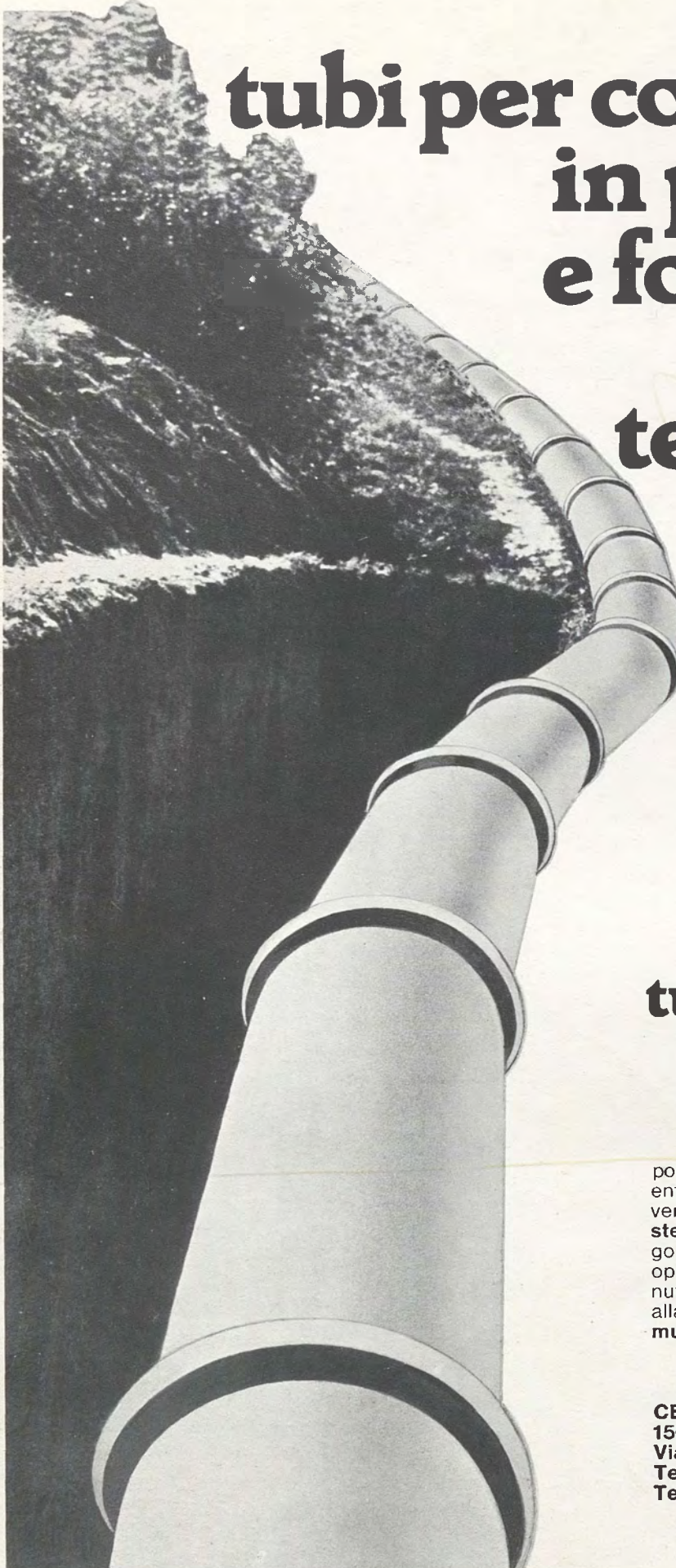
Anno 115

XXXVI - 1

N U O V A S E R I E

GENNAIO 1982

**Isolamento termico degli edifici esistenti:
analisi energetica ed economica del
15° Quartiere I.A.C.P. in Torino**



**tubi per condutture
in pressione
e fognature:**

tecnologia

FIBRONIT

**tutte le soluzioni
per condutture
in pressione**

poichè il vasto campo di dimensioni geometriche, entro il quale i tubi di fibrocemento "FIBRONIT" vengono costruiti, conferisce agli stessi una **resistenza adeguabile** alle diverse esigenze di impiego; questo pregio, unito ai bassi costi di posa in opera e di montaggio, all'assenza di oneri di manutenzione, alla durata praticamente illimitata e alla leggerezza, garantisce al progettista l'**optimum tecnico-economico**.

CEMENTIFERA ITALIANA FIBRONIT S.p.A.
15033 CASALE MONFERRATO (AL)
Via Goffredo Mameli n. 4
Telefono (0142) 22.46
Telex 220051 FIBRON I

IL CALORE COSTA

misurare + regolare
= RISPARMIARE



SISTEMI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

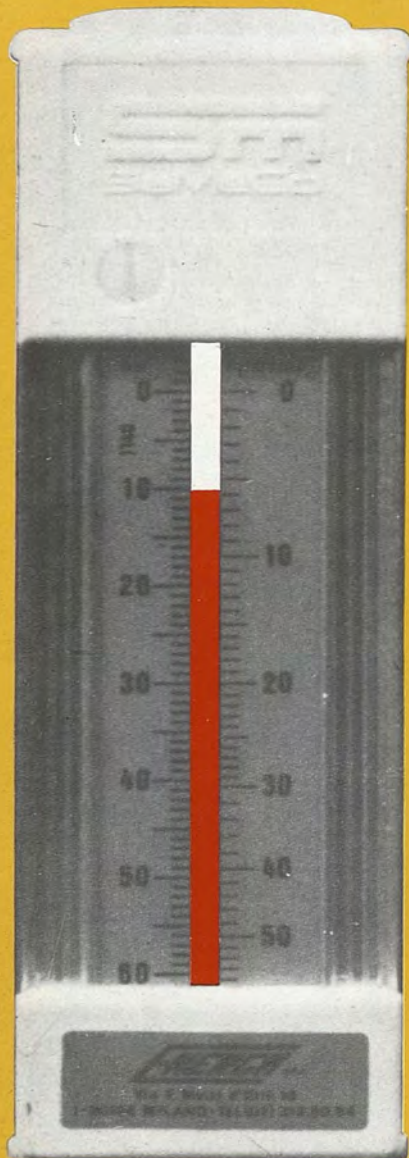
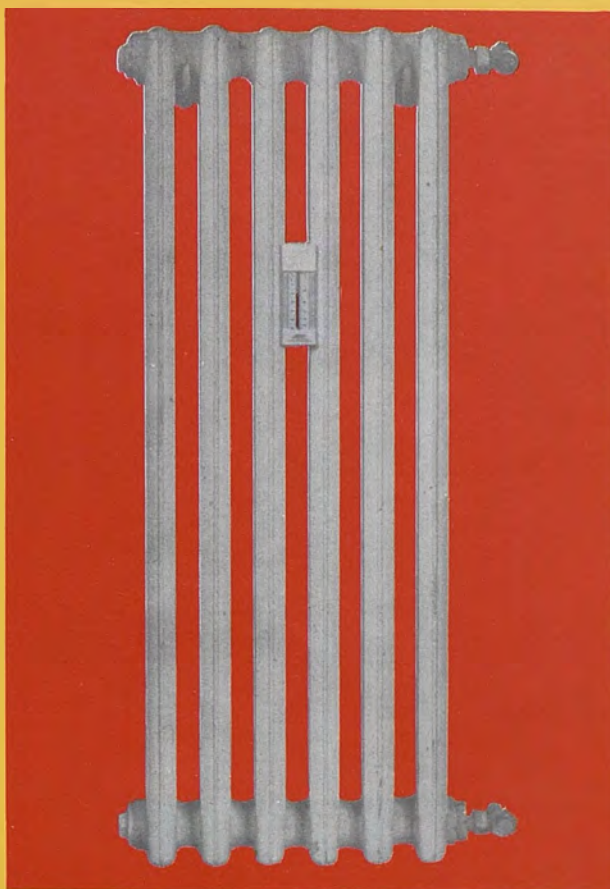
dei F.lli Reinaldo & Joaquín Krass

I - 20154 MILANO - Via F. Melzi d'Eril, 10 - Tel. (02) 318.50.84 - Telex: 340090 STECHE - I

RIPARTIZIONE DELLE SPESE DI RISCALDAMENTO IN BASE AL CONSUMO INDIVIDUALE CON I MISURATORI DI CALORE AD EVAPORAZIONE.

SM
SaMeCo

Tutti siamo ormai diventati sensibili al continuo aumento delle spese di riscaldamento provocato dalla crisi energetica che purtroppo si va aggravando di anno in anno; si rendono perciò necessari controlli ed una riduzione dei consumi, senza tuttavia creare disagi nel comfort. Il metodo attualmente adottato in Italia per la ripartizione delle spese di riscaldamento non consente al singolo utente di trarre il vantaggio economico che gli spetta per una coscienziosa amministrazione del calore erogato e non lo sensibilizza ad evitare gli sprechi energetici che si riscontrano quotidianamente (aerazioni prolungate, locali poco utilizzati surriscaldati, abitazioni scaldate durante assenze prolungate, isolamenti insufficienti, ecc.).



Nella maggior parte dei paesi europei viene applicato da oltre 30 anni con enorme successo un sistema accuratamente studiato per la ripartizione delle spese di riscaldamento in base all'effettivo consumo individuale di calore. I successi ottenuti con questo sistema (risparmio energetico del 20-30% ca.!) hanno resa obbligatoria per legge - in Germania e Francia - l'adozione dello stesso per tutti gli stabili a più abitazioni. (Basta infatti considerare che soltanto con l'abbassamento della temperatura ambiente di 1°C., si ottiene un risparmio energetico del 6-7% ca.) D'altra parte anche l'energia elettrica, il gas, ecc. vengono ripartiti a seconda del consumo individuale. Su ogni radiatore di tutto lo stabile viene applicato un misuratore di calore SaMeCo che permette di stabilire con esattezza il relativo quantitativo di calore consumato. Ciò avviene tramite l'evaporazione di un liquido speciale contenuto in un'ampolla di vetro in funzione della temperatura di esercizio e del tempo per il quale il radiatore è in funzione, conteggiando il consumo solo a radiatore aperto. A seconda delle diverse caratteristiche dei singoli radiatori dello stabile, e cioè tipo e superficie radiante, vengono applicate delle scale di lettura differenziate. Annualmente viene effettuata dal nostro personale specializzato la lettura dei misuratori di calore SaMeCo con la sostituzione dell'ampolla e del sigillo. I dati raccolti vengono elaborati dal nostro calcolatore elettronico appositamente programmato. Bisogna tenere presente che una parte dei costi di riscaldamento viene sempre ripartita secondo il metodo tradizionale (in Germania la legislazione prescrive una quota fissa compresa tra il 30 ed il 50%), data dalle varie dispersioni termiche e dalla necessità di un funzionamento dell'impianto indipendente dalle esigenze dei singoli utenti. La ENERGA provvederà quindi ad inviare all'amministratore dello stabile l'esatto conteggio delle spese di riscaldamento suddivise per i singoli utenti ed a questi ultimi un estratto con indicati i dati di loro competenza. Un sigillo speciale ed altri particolari accorgimenti rendono impossibile la manomissione dei misuratori di calore SaMeCo e della loro funzione. Assistenza e vendita SaMeCo in: ITALIA - GERMANIA - AUSTRIA - SVIZZERA - GRAN BRETAGNA - SCANDINAVIA - FRANCIA, un'ulteriore dimostrazione della necessità di contabilizzazione, diffusione e qualità dei MISURATORI DI CALORE SaMeCo.

IN BASE ALL'ART. 1120 C.C. CON LA MAGGIORANZA INDICATA DAL QUINTO COMMA DELL'ART. 1136 C.C., L'ASSEMBLEA DEI CONDOMINI PUÒ DISPORRE SULL'ADOZIONE DEL SISTEMA DA NOI PROPOSTO, IN PARTICOLARE MODO PER QUANTO RIGUARDA L'ART. 1123 C.C. «RIPARTIZIONE DELLE SPESE»: «SE SI TRATTA DI COSE DESTINATE A SERVIRE I CONDOMINI IN MISURA DIVERSA, LE SPESE SONO RIPARTITE IN PROPORZIONE DELL'USO CHE CIASCUNO PUÒ FARNE».

PER RICEVERE MAGGIORI INFORMAZIONI E COSTI (ammortizzabili già nella prima stagione di riscaldamento) ANCHE SULLA RIPARTIZIONE DELLE SPESE DELL'ACQUA CALDA CENTRALIZZATA, RICHIEDETECI OPUSCOLI SEPARATI. SIAMO A VOSTRA COMPLETA DISPOSIZIONE.

per fare tutto ciò che vi salta in testa



PORTONCINI,
PARETI MOBILI PER
UFFICI, NEGOZI, LABORATORI,
BALCONI, VERANDE
PER CASE E VILLETTE.
ACCESSORI PER SERRAMENTI.
TUTTO, PROPRIO TUTTO PER
SERRAMENTI IN ALLUMINIO
ANODIZZATO E VERNICIATO
IN VARI COLORI.
TAPPARELLE IN
ALLUMINIO VERNICIATO.

PROFILATI PER
UN'ANODIZZAZIONE
GARANTITA 15 MICRON
(NORME UNI 3952/66)
E LEGA ANTICORODAL 6060T5

FFRESIA®

PROFILATI PER SERRAMENTI IN ALLUMINIO ANODIZZATO
VIA SOSPELLO 199 - 10147 TORINO - TEL. (011) 29.98.95 - 29.71.07

Ritaglia e spedisce questo tagliando al Centro
informazioni FRESIA ALLUMINIO s.r.l.
Via Sospello 193 - 10147 TORINO

Desidero fissare, senza alcun impegno, un appun-
tamento con un Vostro professionista specializzato nella
lavorazione e posa in opera dei Vostri profilati in
alluminio anodizzato. SONO INTERESSATO A:

- | | |
|---|--|
| ☐ Finestre e controfinestre | ☐ Balconi |
| ☐ Anta ribanata | ☐ Scorrevoli |
| ☐ Verande | ☐ Bilici |
| ☐ Tapparelle in alluminio
anodizzato afo-ne - atermiche | ☐ Pareti mobili
Portoncini |

Il mio numero telefonico è _____

Cognome _____

Nome _____

Via _____ N. _____

CAP. _____ CITTÀ _____



PROFILI

FRESIA®

Profilati in alluminio anodizzato

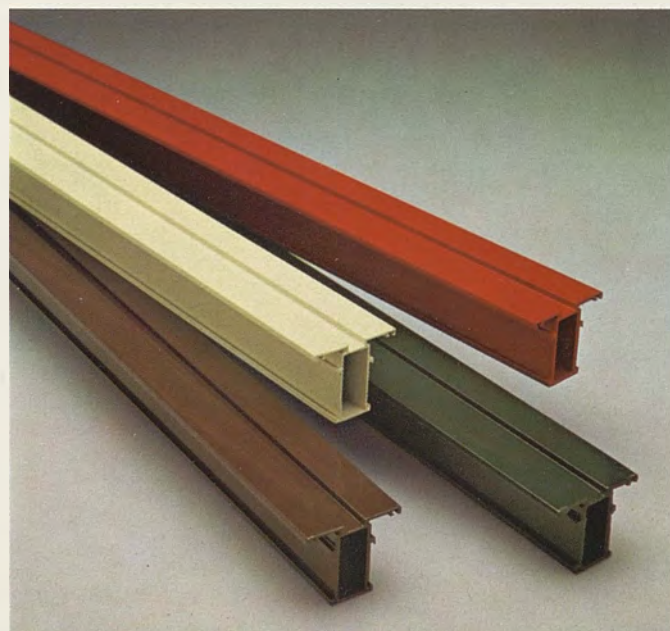
VIA SOSPELLO, 199 - 10147 TORINO - 297.107 - 299.895

Specializzato in

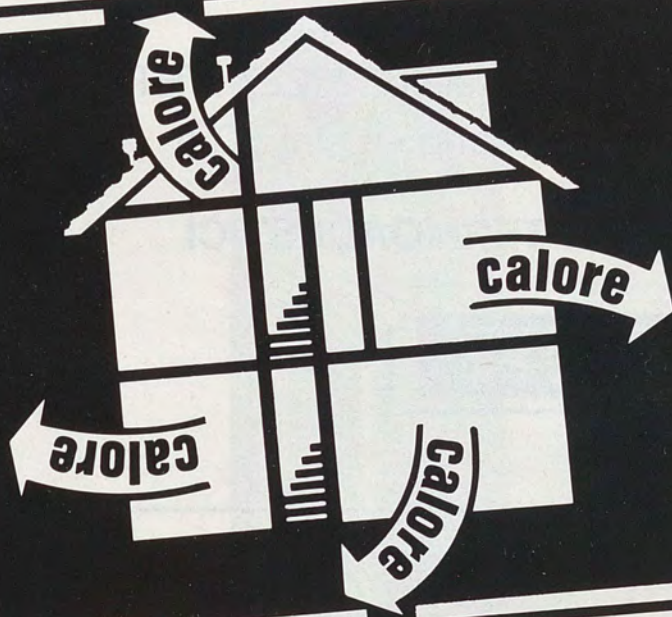
BALCONI e RINGHIERE



**Profilati in alluminio
per serramenti verniciati
a piu' colori**



ISOLANTI TERMICI



**il calore
costa
risparmiare
isolando**

- **Polistirolo estruso**
- **Polistirolo espanso**
- **Polistirolo espanso stampato per termocompressione**
- **Fibre minerali:** feltri e pannelli in lana di vetro. Feltri e pannelli in lana di roccia.
- **Poliuretani** liquidi da applicare a spruzzo.
- **Poliuretani** in lastre prodotte in continuo.
- **Argilla espansa**
- **Cartongesso** in lastre semplici
- **Cartongesso** in lastre accoppiate con polistirolo espanso ed estruso.
- **Pannelli sandwich** con corteccia in acciaio o in alluminio con anima isolante in poliuretano o in polistirolo estruso.
- **Sughero autoespanso**

STUDI E CONSULENZE SULL'ISOLAMENTO TERMICO SECONDO LA "LEGGE 373"



isolanti s.p.a.

Via Chatillon, 36 - Torino

Tel. 011/2052222 (4 linee r.a.) - Telex 220227 ITETOI

Deposito: V. Reisina - Mappano - Leinì (TO)

FORNITURE ISOLANTI TERMOACUSTICI



iteimpianti srl

Via Lauro Rossi, 34 - Torino

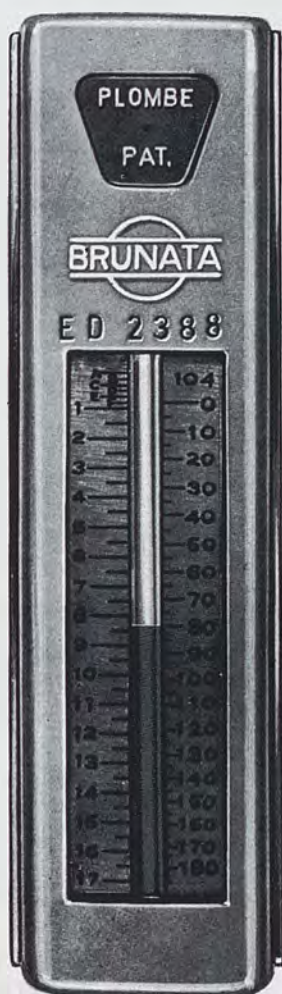
Tel. 011/2052222 (4 linee r.a.)

Officina: V. F.lli Varian - Mappano - Leinì (TO)

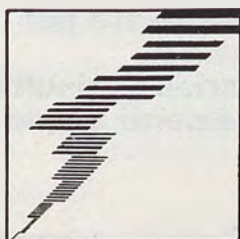
**FORNITURA E POSA SISTEMI DI ISOLAMENTO
TERMOACUSTICO, CIVILI E INDUSTRIALI**

Iscritta presso l'Albo Nazionale Costruttori

Ecco il misuratore di calore **BRUNATA** per i vostri radiatori



BRUNATA
misura il calore
realmente consumato
e fa pagare in proporzione
la giusta quota.
Perchè **BRUNATA**
contegga il consumo
solo a radiatore aperto.



SO.RA.ES. s.p.a.

Rappresentante esclusivo per l'Italia

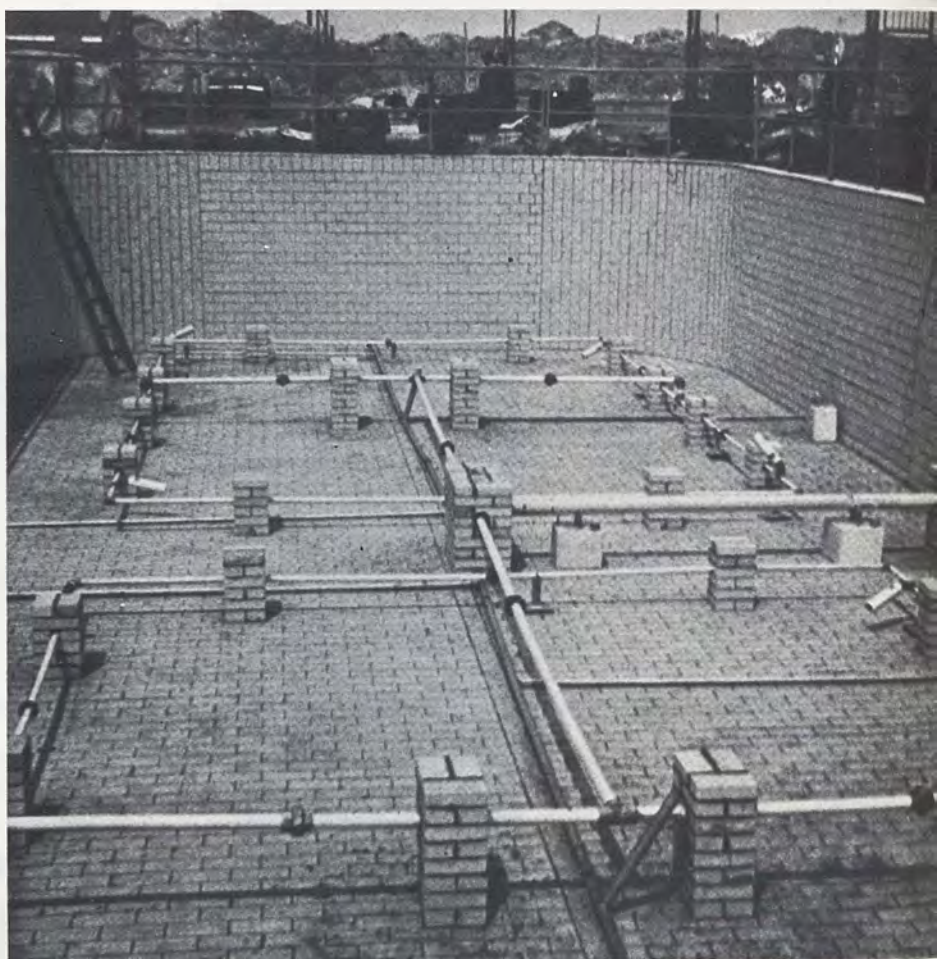
20129 MILANO VIA P. CALVI 20 TEL. 5466044 - 5466637

SIAP

**Rivestimenti anticorrosivi
Impermeabilizzazioni
speciali**

■ **Pavimentazioni anticorrosive realizzate con piastrelle, mattoni pezzi speciali in grès ceramico antiacido e mastici chimicamente inerti.**

■ **Rivestimenti anticorrosivi per strutture e manufatti in calcestruzzo e acciaio quali serbatoi di stoccaggio, bacini di contenimento, serbatoi, vasche di reazione, torri per acidi, impianti di trattamento acque di scarico e di neutralizzazione.**



■ **Impermeabilizzazione di bacini in terra e calcestruzzo con guaine in PVC, gomma butilica, EPDM, HDPE adibiti a:**

- **Discariche controllate per rifiuti solidi urbani.**
- **Fanghi e materiali di risulta di impianti trattamenti acque industriali.**
- **Bacini irrigui.**
- **Canali, argini.**
- **Vasche per acque potabili.**
- **Stoccaggio liquami organici di stalla.**

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE . ANNO XXXVI . NUMERO 1 . GENNAIO 1982

SOMMARIO

Isolamento termico degli edifici esistenti: analisi energetica ed economica del 15° Quartiere I.A.C.P. in Torino

Premesse

Carlo COSTANZO, Vice Presidente IACP di Torino . pag. 3

Marco FILIPPI, Direttore della Ricerca » 5

S. TORRE, M. CARLEVARO - *L'intervento di ristrutturazione edilizia* » 7

E. TAMAGNO, F. BARRERA - *Note su alcuni problemi di ristrutturazione di carattere generale e connessi con i provvedimenti volti al risparmio energetico* » 13

G. CAVAGLIA - *Note generali su alcuni problemi tecnologici connessi con i provvedimenti volti al risparmio energetico* » 25

M. FILIPPI, C. AGHEMO, M. MASSA - *Interventi per il rinforzo dell'isolamento termico; analisi fisico-tecnica, energetica ed economica* » 29

M. FILIPPI - *Note generali sulla ristrutturazione dell'impianto di riscaldamento ambientale* » 50

Direttore: Mario Federico Roggero.

Vice Direttore: Roberto Gabetti.

Comitato di redazione: Matteo Andriano, Bruno Astori, Guido Barba Navaretti, Claudio Decker, Marco Filippi, Cristiana Lombardi Sertorio, Vera Comoli Mandracchi, Francesco Sibilla.

Redattore capo: Elena Tamagno.

Comitato di amministrazione: Francesco Barrera, Giuseppe Fulcheri, Mario Federico Roggero.

Redazione, segreteria, amministrazione: Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, via Giolitti, 1 - Torino.

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA V



CRISTAL ART

di G. DONNA & C. sas

Tutti conoscono i vantaggi
dei doppi vetri...
ma quanti conoscono
l'importanza di posare
il vetro giusto nel modo giusto?

studio tecnico di consulenza e assistenza / elementi per l'arredamento -
vetrate in cristallo temperato - cristalli speciali per edilizia -
cristalli antiproiettili **BLINDOVIS** - cristalli antisfondamento **VISARM** -
per isolamento termico e acustico **CLIMALIT** e **BIVER**



da sempre è

CRISTAL ART - 10134 TORINO - Via Arduino 56 - Tel. 690941/6963794
Telex 221114 CSIND I 013 CRISTAL

**Isolamento termico degli edifici esistenti:
analisi energetica ed economica del
15° Quartiere I.A.C.P. in Torino**

**Convenzione di ricerca fra il Politecnico di Torino e l'Istituto
Autonomo per le Case Popolari della Provincia di Torino**

Recupero del patrimonio edilizio esistente e risparmio energetico sono, sempre più, due elementi importanti per segnare la qualità dell'intervento edilizio in genere e particolarmente quello pubblico; gli elementi di una cultura progressiva e tesa all'umanizzazione dell'habitat cittadino iniziano ora a concretarsi, non solo in esempi limitati ed isolati, ma in processi consistenti (vedi quanto è stato fatto a Torino e nelle altre grandi città nel recupero del patrimonio edilizio esistente) e a coniugarsi con gli obiettivi economici di sempre (costi bassi e qualità alta!) e con quelli più recenti (costi bassi ed alto risparmio energetico).

Per lo IACP di Torino è la prima esperienza di collegamento fra questi due aspetti, finora affrontati separatamente, con un consistente programma di recupero e risanamento edilizio (già terminato per centinaia di alloggi) e con alcune sperimentazioni (cappottature di edifici prefabbricati, pompe di calore, ecc.) di risparmio energetico.

Con questa esperienza di recupero del 15° Quartiere IACP di Torino si inizia quindi un filone di impegno che è illustrato nel dettaglio in questo numero di Atti e Rassegna Tecnica; filone di impegno che vuole essere caratterizzato anche da una metodologia ed un supporto tecnico scientifico precisi e qualificati a partire dalle caratteristiche di appalto e dalle verifiche preliminari di ottimizzazione dei materiali, per arrivare al controllo complessivo e costante di tutto il processo e alla verifica parcelizzata della distribuzione del calore: è questo quindi il primo passo da verificare ed analizzare prima, durante e dopo l'intervento edilizio. Già da queste prime riflessioni vogliamo aprire un confronto ed un dibattito che consenta a tutto il settore ed in primo luogo all'edilizia, un arricchimento culturale e tecnico, oggi non solo importante, ma essenziale.

Carlo Costanzo

Vice Presidente dell'Istituto Autonomo
per le Case Popolari della Provincia di Torino

Per le discipline universitarie a carattere applicativo il continuo confronto con la realtà progettuale risulta certamente produttivo non soltanto ai fini del rinnovamento dei contenuti didattici, ma anche e soprattutto al fine di verificare la significatività delle linee di ricerca perseguite e di trarre spunti per l'approfondimento e l'estensione delle tematiche oggetto di ricerca.

Per gli operatori esterni all'Università detto confronto può costituire un momento di riflessione sulle abituali logiche decisionali e di aggiornamento culturale nel quadro di un articolato programma di educazione permanente.

La convenzione di ricerca sul tema «Isolamento termico degli edifici esistenti: analisi energetica ed economica del 15° Quartiere IACP in Torino» ha consentito la collaborazione fra l'Ufficio Tecnico dell'Istituto Autonomo Case Popolari di Torino ed alcuni docenti operanti presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino e facenti capo ad insegnamenti diversi.

Il programma di ricerca oggetto di convenzione era così articolato:

- a) Determinazione dei dati ambientali e dei parametri dimensionali interessanti il consumo energetico.*
- b) Analisi dello stato di degrado dell'involucro edilizio ai fini del controllo energetico.*
- c) Proposizione di soluzioni per il rinforzo dell'isolamento termico con verifica della compatibilità tecnologica e fisico-tecnica.*
- d) Analisi dei costi relativi alle possibili soluzioni di isolamento termico ed individuazione dei relativi rapporti costo-benefici.*
- e) Discussione delle soluzioni individuate sotto gli aspetti energetico, economico e tecnologico in relazione alle ipotesi di ristrutturazione edilizia.*
- f) Relazione finale corredata da elaborati grafici evidenzianti i particolari costruttivi relativi alle tecniche di rinforzo dell'isolamento termico prescelte e contenente indicazioni finalizzate ad una conseguente corretta progettazione del sistema impiantistico.*

Al di là dei risultati della ricerca, che sono sottoposti al giudizio del lettore in questo numero monografico di Atti e Rassegna Tecnica, mi preme sottolineare che la collaborazione è stata proficua per ambedue le parti. I progettisti dell'Istituto hanno acquisito una più concreta percezione del problema del contenimento dei consumi energetici negli edifici, nonché uno strumento di lavoro, cioè una metodologia di analisi (tecnologica, fisico-tecnica, energetica ed economica) che potranno utilizzare nei numerosi interventi di ristrutturazione edilizia in programma; i docenti del Politecnico hanno verificato le loro ipotesi di ricerca ed hanno recepito numerosi utili suggerimenti nel corso delle riunioni di lavoro.

Un riscontro degli effetti di questa collaborazione si è poi avuto anche all'esterno; infatti le specifiche tecniche predisposte dai ricercatori ed utilizzate in sede di gara d'appalto hanno condotto alla compilazione di offerte tecnicamente ed economicamente più corrette.

Allo svolgimento del programma di ricerca hanno partecipato:
per l'Istituto Autonomo Case Popolari di Torino

arch. Sergio Torre, funzionario dell'Ufficio Tecnico

arch. Milly Carlevaro, funzionario dell'Ufficio Tecnico

per il Politecnico di Torino

arch. Gianfranco Cavaglià, docente di Unificazione edilizia e prefabbricazione

ing. Marco Filippi, docente di Fisica tecnica e impianti

arch. Elena Tamagno, docente di Composizione architettonica

Hanno inoltre collaborato con i suddetti docenti l'arch. Chiara Aghemo, l'arch. Francesco Barrera e l'arch. Mariella Massa.

Marco Filippi

Direttore della ricerca

L'intervento di ristrutturazione edilizia

Nel contesto generale del problema del riuso di strutture edilizie urbane esistenti, l'Amministrazione dello IACP, dovendo operare su un patrimonio fortemente degradato che provocava una situazione di disagio e di protesta da parte dell'Inquilinato e dovendo fare i conti con un disavanzo del bilancio dell'Istituto in continua progressione, si propose, pur dando tutto lo spazio necessario alla costruzione di nuove abitazioni popolari, di avviare un piano di risanamento sia dello stato fisico del patrimonio, che dei rapporti con l'Inquilinato.

La situazione del patrimonio dello IACP era la seguente:

- 2.023 alloggi fatiscenti, ripartiti in otto vecchi Quartieri (1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 9°, 15°), di cui sette costruiti nel 1908/11 ed uno nel 1928;
- 250 monocamere di 24 e 28 mq. del Quartiere di via Biglieri, le cosiddette *case bulgare*, destinate ai lavoratori, come case *popolarissime*;
- assenza o quasi di interventi manutentivi negli alloggi dei restanti Quartieri. Occorreva un intervento organico manutentivo straordinario, sia per garantire un miglioramento delle condizioni di vita degli abitanti, che per assicurare la conservazione del patrimonio stesso.

L'Istituto doveva inoltre dare una risposta alla *fame di case*, espressa da una massiccia richiesta di abitazioni popolari, che via via andò crescendo, tenendo conto anche del fatto, non trascurabile, che dall'esame del luogo di provenienza delle 30 mila domande avanzate all'Istituto dalle famiglie torinesi: il 15% proveniva dalle vecchie case popolari costruite all'inizio del secolo, senza servizi, degradate e sovraffollate; il 75% dalle barriere torinesi e il 10% dal centro storico già largamente compromesso dalla espansione del terziario; la nuova Amministrazione, sulla base di questa realtà, si mosse secondo i seguenti criteri:

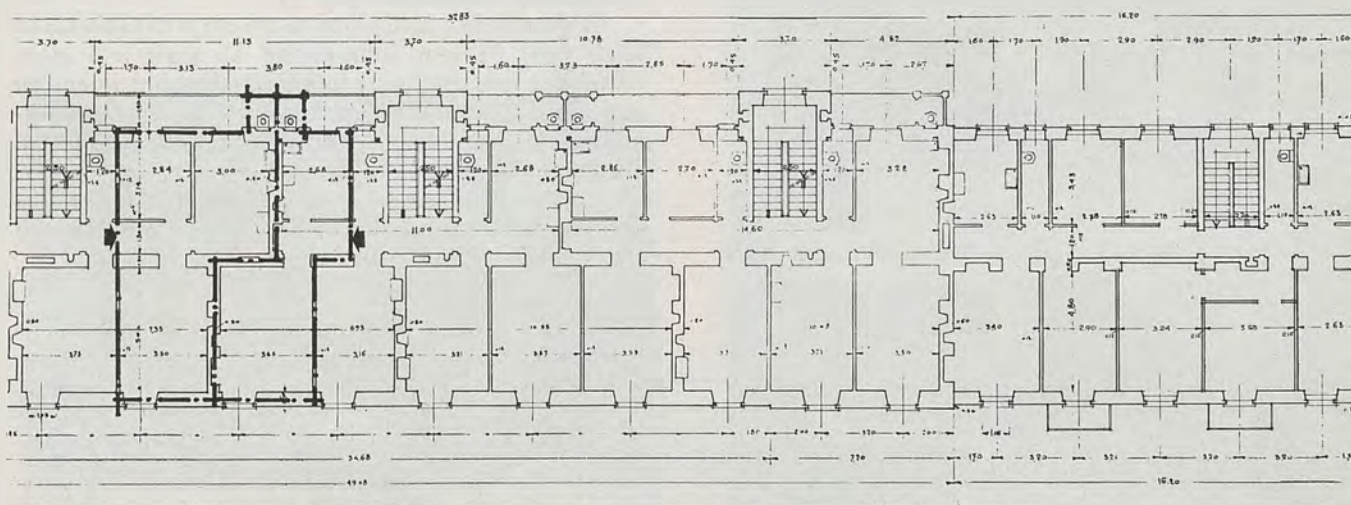
- attuazione di un *piano di risanamento* dei vecchi Quartieri fatiscenti;
- realizzazione di un *piano di interventi manutentivi straordinari* nei restanti Quartieri e in quelli statali e municipali;
- attuazione dei programmi costruttivi per nuove abitazioni, finanziate con le leggi 60, 865, 166, 492, di quelli successivi finanziati con la legge 513 e attualmente con il piano pluriennale (legge 457).

Prima di parlare di recupero del patrimonio IACP, è necessaria un'analisi delle caratteristiche strutturali e distributive comuni a tutti i Quartieri popolari.

Se si tiene presente la situazione originaria dei complessi IACP rispetto alla città, si può immaginare come, al momento della loro edificazione, essi apparissero anacronisticamente simili agli altri isolati urbani: punte avanzate di urbanizzazione su di un territorio ancora agricolo con qualche futura vocazione industriale. Infatti il disegno dei complessi era, nell'insieme, quello di un isolato urbano: rispondeva completamente alle indicazioni del Regolamento Edilizio e del Piano Regolatore della città e si fondava su ipotesi di utilizzazione fondiaria proprie di aree edificabili urbane.

Per tutti i complessi si tratta sempre di edifici in linea, a quattro o cinque piani fuori terra collegati in alcuni casi da corpi di testata, in altri da corpi a due piani fuori terra a completamento del fronte verso via.

I presupposti ritenuti essenziali per le abitazioni popolari erano: alloggi di taglio medio piccolo con stanze relativamente grandi (previste per un affollamento medio di due persone per stanza) minima promiscuità fra alloggi, salvaguardia delle misure igienico-edilizie (tav. 1).



Tav. 1 - Tipologia alloggi IACP: tagli medio piccoli e stanze relativamente grandi.

Tali presupposti erano tenuti presenti nella produzione edilizia secondo soluzioni molto tipizzate e secondo schemi di estrema semplicità distributiva.

A questa semplicità distributiva corrispondeva un impianto statico altrettanto semplice.

Le due o tre stanze di cui è costituito, in linea di massima, ciascun alloggio, che non sia una monocamera, erano generalmente disimpegnate una nell'altra, ma in ogni muro era però sempre prevista una doppia possibilità di apertura.

Molti alloggi erano dotati di un piccolo vano ingresso che, talvolta, si allungava e costituiva un disimpegno per tutte le stanze. Il servizio igienico, proprio per ciascun alloggio, ad eccezione di qualche caso di uso in comune per due monocamere, era ricavato in adiacenza delle scale, oppure in vano esterno accessibile dalla loggia.

Tutti gli alloggi avevano accesso dal pianerottolo delle scale costituite da due rampe di gradini di pietra a sbalzo dai muri laterali, con l'anima vuota di una decina di centimetri delimitata da robuste ringhiere metalliche con mancorrente in legno.

Gli interventi su questo vecchio patrimonio residenziale dovevano porre rimedio, da un lato, al degrado fisico delle costruzioni, dall'altro, al degrado funzionale connesso al superamento degli standards abitativi correnti al momento della costruzione.

Questo degrado funzionale è legato non solo al crescere delle esigenze abitative, ma anche al progressivo inserimento nell'alloggio di funzioni una volta svolte al suo esterno.

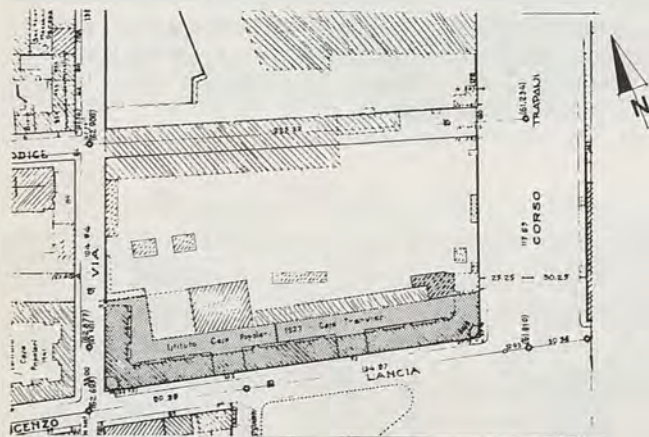
È in questo discorso che si inserisce l'intervento di ristrutturazione del 15° Quartiere IACP di via Lancia 92/102 incluso nell'isolato compreso tra via Lancia, C.so Trapani, via Monginevro, via Monte Asolone, nel quale sono ubicati i depositi dell'Azienda Tramviaria Municipale (tav. 2).



Fig. 1 - Inserimento del Quartiere nel complesso dell'Azienda Tramviaria Municipale.



Fig. 2 - Prospetto su via Lancia angolo corso Trapani.

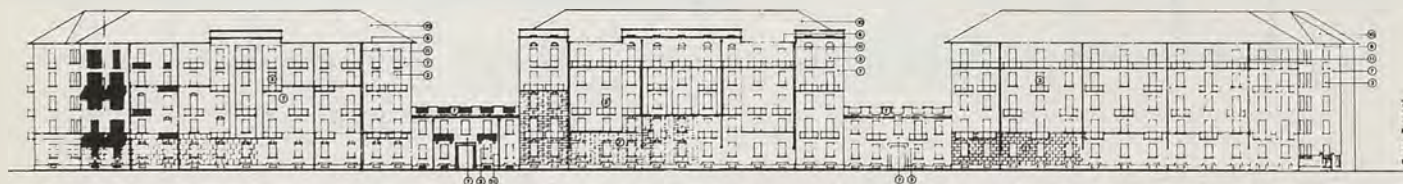


Tav. 2 - Inserimento del Quartiere nel complesso depositi ATM.

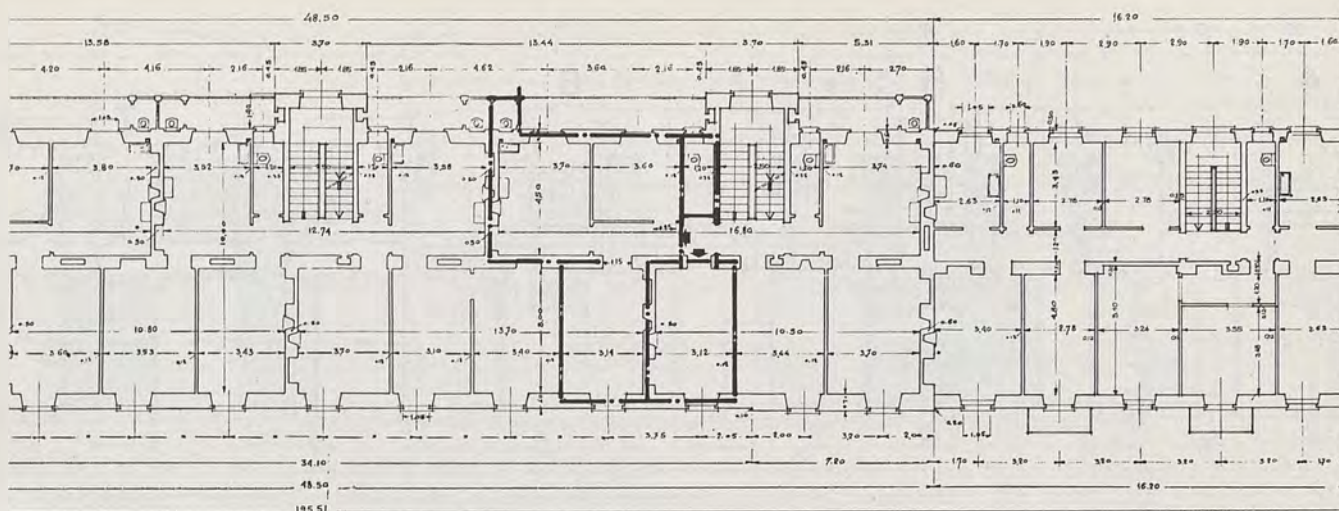
I fabbricati costituenti il Quartiere, edificati nel 1928, sono inseriti marginalmente al complesso in fregio a via Lancia, in quanto originariamente erano destinati ad abitazione dei dipendenti dell'Azienda Tramviaria Municipale (fig. 1).

Il Quartiere è articolato su tre corpi di fabbrica in linea (tav. 3), con complessive 15 scale a 5 piani abitabili e con due bassi fabbricati di collegamento a due piani fuori terra, secondo lo schema planivolumetrico caratteristico di tutti i vecchi Quartieri IACP accennato in premessa (fig. 2).

La superficie complessiva è di mq. 4.765, di cui la metà circa è coperta, con volume vuoto per pieno di mc. 46.235.



Tav. 3 - Prospetto su via Lancia - tre corpi di fabbrica con bassi fabbricati di collegamento su fronte via.



Tav. 4 - Schema distributivo originale - monocamera con WC esterno sulle scale e pluricamera con WC esterno su loggia.

Il Quartiere era composto, in origine, di 234 alloggi di vario taglio ridotti successivamente a circa 200 come conseguenza di abbinamenti avvenuti nel corso degli anni.

Oltre alle abitazioni vi sono 9 locali con destinazione diversa ubicati al piano rialzato e 4 grandi ambienti, un tempo adibiti a stenditoi, ubicati nei sottotetti illuminati e ventilati tramite vetrate continue (fig. 3).

La struttura portante è costituita da murature piene d'ambito e di spina, con orizzontamenti a volte in laterizio; le decorazioni di facciata ed i fregi, a differenza di altri Quartieri, sono molto semplici e contenuti.

Distributivamente è ripetuta la disposizione planimetrica degli alloggi caratteristica di tutti i Quartieri IACP anteriori agli anni '20 (tav. 4): alloggi mono o pluricamere con WC esterni sulle logge uno per alloggio, o alloggi con WC interni, disimpegnati dai pianerottoli delle scale ma esterni agli alloggi stessi (fig. 4).

Per quanto concerne gli interventi di recupero, in ordine al degrado fisico, il Quartiere non presenta

alcuna necessità di consolidamento statico invece, tenuto conto dello stato di degrado dei manufatti e degli impianti, nonché delle condizioni abitative, si è operato su due direzioni:

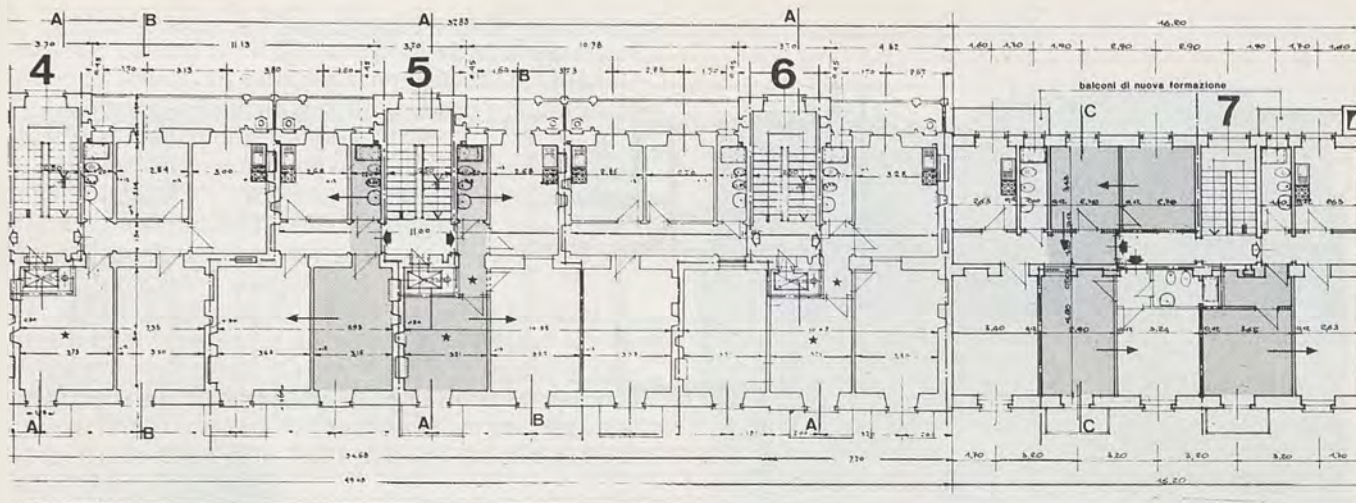
- ristrutturazione planimetrica;
- adeguamento tecnologico.



Fig. 3 - Particolare, vetrate locali ex stenditoi nei sottotetti - Vista su cortile.



Fig. 4 - Particolari loggie con WC esterni.



Tav. 5 - Schema della ristrutturazione planimetrica alloggi (scale 5 - 6 - 7).

Per quanto concerne la ristrutturazione planimetrica è stata studiata una redistribuzione degli alloggi al fine di eliminare le monocamere con servizi igienici esterni e dotare tutti gli alloggi di servizi igienici interni, inoltre si è operato in collaborazione con gli stessi inquilini al fine di adeguare, nel limite del possibile, gli alloggi esistenti alla composizione dei nuclei familiari a cui sono destinati variando la composizione degli alloggi mediante abbinamenti o riduzione di vani tenendo conto che la ristrutturazione sarà attuata senza l'allontanamento degli abitanti, salvo minime eccezioni di movimentazione interna; come conseguenza si è ridotto il numero originale degli alloggi a complessivi 145 mantenendo però invariato il numero dei vani (tav. 5).

Nel progetto è stato preso in considerazione il recupero ad uso abitativo dei locali ex stenditoi nei sottotetti con la formazione di 11 nuovi alloggi da destinare a piccoli nuclei familiari residenti nel Quartiere stesso (tav. 6-7).

Le grandi vetrate originali sono state sostituite con muratura di tamponamento a cassa-vuota, la struttura in legno del tetto è stata coibentata e controsoffittata al fine di ridurre l'eccessiva altezza interna dei nuovi vani di abitazione (tav. 8).

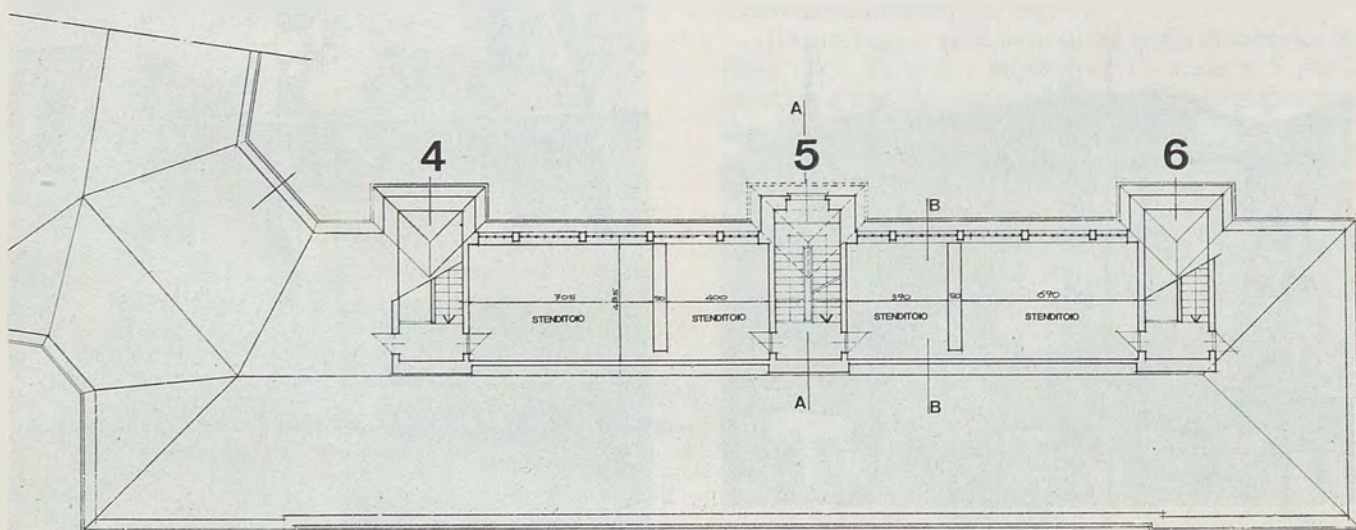
Dal punto di vista tecnologico sono stati previsti i seguenti interventi:

Servizi igienico sanitari

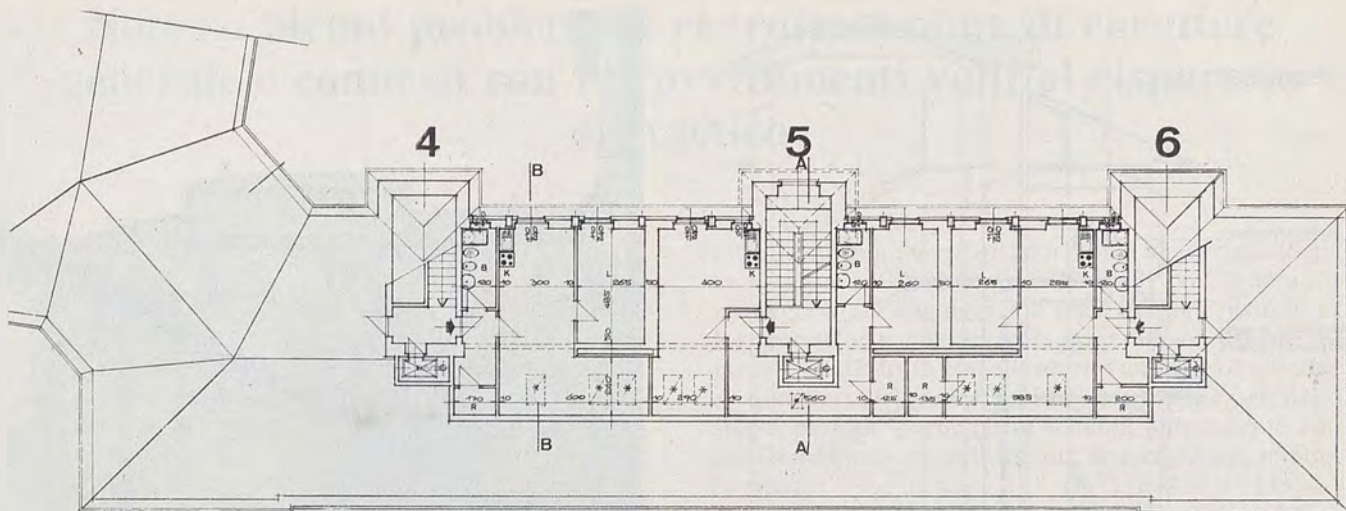
rifacimento completo delle reti di adduzione e smaltimento, e dotazione in tutti i locali servizi di lavabo, bidet, WC, piatto doccia o vasca da bagno a sedile.

Impianti elettrici

rifacimento completo, secondo le vigenti norme, degli impianti interni mediante incasso nelle murature, adeguamento delle linee terra, sostituzione di tutte le apparecchiature di utilizzo e di sicurezza. È prevista, per ogni scala la centralizzazione, al piano cantine, dei contatori di ogni utenza e formazione di nuove colonne montanti.



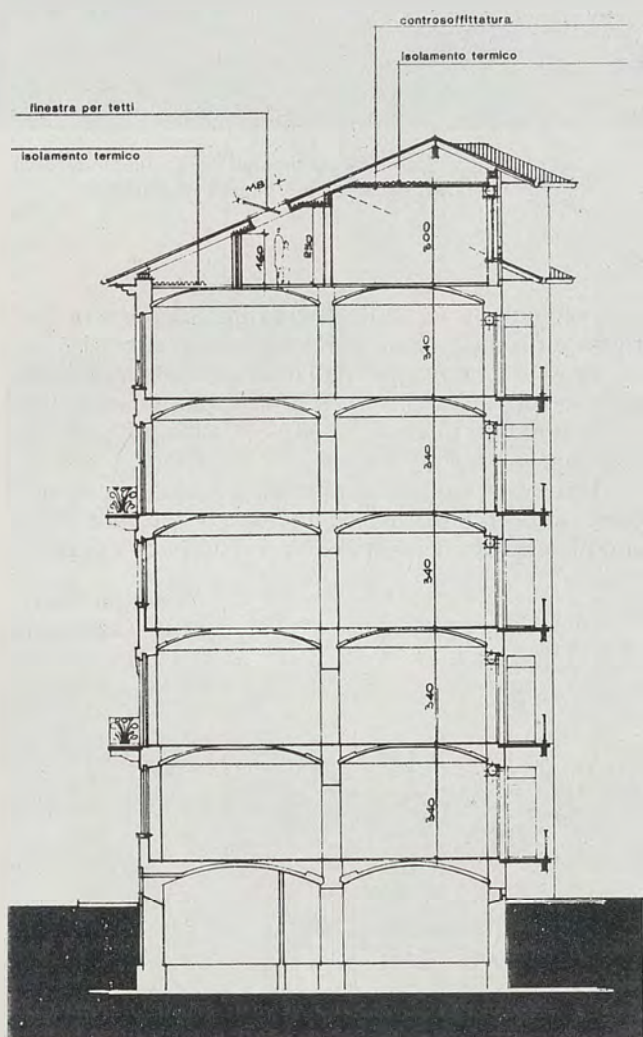
Tav. 6 - Sottotetti - locali stenditoi.



Tav. 7 - Formazione di nuovi alloggi (di taglio medio piccolo) nei locali ex stenditoi.

Impianti gas

adeguamento degli impianti interni degli alloggi, non più rispondenti alle norme di sicurezza, mediante il



Tav. 8 - Sezione - contro soffittatura e coibentazione nuovi alloggi nei sottotetti.

rifacimento di tutte le colonne montanti e formazione di nicchie contatori esterne sui balconi.

Isolamento termico

i fabbricati del Quartiere sono dotati di impianto di riscaldamento centralizzato, realizzato successivamente negli anni '60, pertanto l'intervento di ristrutturazione prevede unicamente il rifacimento della rete di sfogo nei sottotetti, come conseguenza della formazione dei nuovi alloggi al sesto piano ed opere di rinforzo termico sulla scorta dei dati desunti da:

- determinazione dei dati ambientali e dei parametri dimensionali interessanti il consumo energetico;
- analisi dello stato di degrado dell'involucro edilizio ai fini del controllo energetico.

Nell'esposizione che segue sono descritti in dettaglio i provvedimenti adottati, in succinto sono previsti gli isolamenti dei sottotetti, delle volte a copertura dei piani cantina, delle volte su androni, sostituzione di tutti i serramenti esterni in legno fortemente degradati e non più recuperabili, con altri nuovi dotati di vetri a camera.

Ascensori

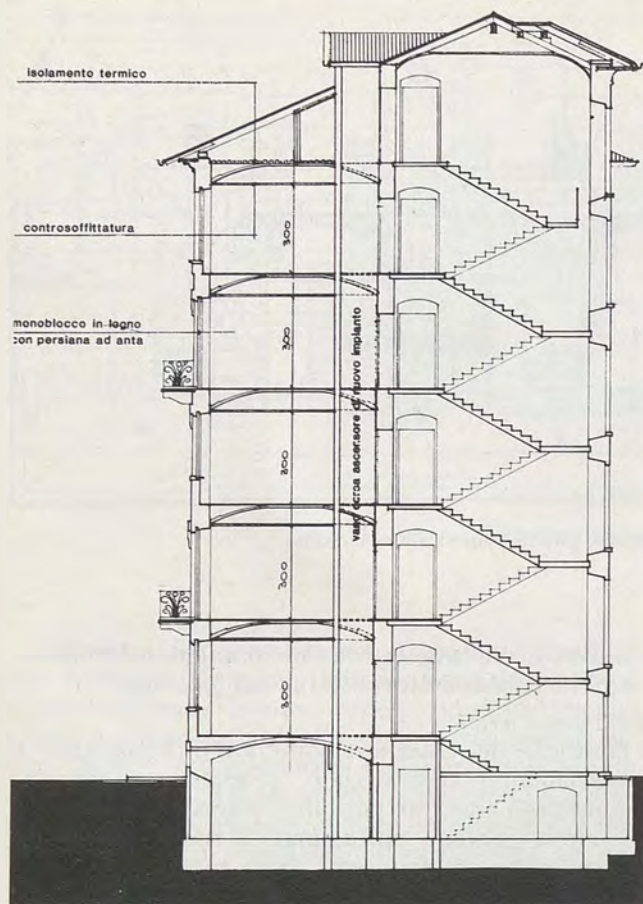
in considerazione dell'utilizzo ad abitazione dei locali al sesto piano, è stato inserito in ogni scala, un impianto di ascensore, posto internamente (tav. 9), con sbarco diretto sui pianerottoli di disimpegno alloggi; questa soluzione è stata scelta tra altre tecnicamente possibili, con sistema plebiscitario dagli stessi inquilini.

Gli impianti sono del tipo oleodinamico al fine di non alterare l'aspetto originale delle falde dei tetti, con l'inserimento dei volumi tecnici.

Opere di completamento

comprendono:

- rifacimento in tutti gli alloggi, dei pavimenti con piastrelle in gres monocottura;
- rivestimento pareti bagni e cucine in piastrelle smaltate;
- rivestimento delle pareti dei vani scale con intonaci resino plastici, previo risanamento delle superfici degradate a causa di perdite delle vecchie colonne di scarico;



Tav. 9 - Inserimenti del vano corsa ascensore.

ripassatura, mediante rotazione delle tegole, dei tetti, sistemazione delle batterie camini con fissaggio delle lastre pericolanti, sostituzione dei canali di gronda e dei pluviali con altri in acciaio inox;

ritinteggiatura delle facciate, previa bonifica e successivo ripristino degli intonaci deteriorati, secondo le disposizioni che saranno impartite dai preposti Organi di tutela e di controllo;

rifacimento della pavimentazione del cortile con blocchetti di cemento autodrenanti, come unico intervento possibile, data l'esiguità dello spazio libero



Fig. 5 - Vista del cortile, si noti la limitata disponibilità dell'area vincolata dai depositi ATM incombenti sul Quartiere.

che, secondo la scelta degli inquilini, conserverà l'originale destinazione a parcheggio auto (fig. 5).

Il costo complessivo dell'intervento, finanziato ai sensi della Legge 5/8/1978 n. 457, ammonta a lire 4.100.000.000 di cui L. 3.339.680.000 per sola costruzione.

I lavori sono stati appaltati ed aggiudicati nel mese di dicembre 1981 ed il tempo occorrente per il completamento delle opere è previsto in 560 giorni.

Sergio Torre
Milly Carlevaro

Note su alcuni problemi di ristrutturazione di carattere generale e connessi con i provvedimenti volti al risparmio energetico

1. CENNI SUI CONNOTATI URBANISTICO EDILIZI DEI PRIMI QUARTIERI IACP

Il «vecchio» patrimonio edilizio dello IACP di Torino (¹), edificato tra il 1908 e il 1930, risulta costituito da due tipologie di quartieri (²) tra loro differenziate secondo l'epoca di costruzione: *periodo 1908-1912* (quartieri 1°-8°), con schema a blocchi compatti, ossia lunghi edifici in linea — «casermoni» — di 4 o 5 piani fuori terra con elevato numero di scale, disposti parallelamente tra loro (³), in alcuni casi collegati da corpi di testata in fregio alle vie, in

altri da corpi a due piani fuori terra in corrispondenza degli accessi; *periodo 1920-1930*, con schema a «padiglioni», ossia edifici in linea di 3 o 4 piani fuori terra con due soli corpi scala per edificio, disposti sul perimetro del lotto con all'interno ampi spazi alberati — quartieri 10° (A e B), 13° (C) e 14° (D) —; nello stesso periodo permane lo schema antecedente con edifici a blocco, maggiormente articolato ma sempre compatto — quartieri 11° (A^B) e 15° (TM) —.

La scelta di insediamento a cortili aperti su uno o due lati, anche con costruzioni nella parte centrale dell'isolato — comune ad entrambe le tipologie —



Ubicazione dei quartieri IACP, costruiti tra il 1908 e il 1940, sulla pianta attuale di Torino; disposizione a «corone» successive intorno al centro storico.

PATRIMONIO IMMOBILIARE AL 31 DICEMBRE 1928 (Anno VII).

Gruppo	UBICAZIONE DEI GRUPPI	Numeri dei Corpi di fabbrica	Numeri dei piani fuori terra	Numero delle scale	NUMERO ALLOGGI							Numero complessivo delle camere affittabili	Numero delle portinerie	Numero dei locali destinati ai portinai	N. dei locali destinati a botteghe e retro	VALORE del terreno	SPESA per le costruzioni	COSTO per camera per la costruzione del terreno	COSTO per camera per la costruzione	Anno termine costruzione
					Complessivo	da una camera	da due camere	da tre camere	da quattro camere	da cinque camere	da sei camere									
I	Via Mondovì, n. 33 . . Via Cuneo, n. 30 . .	7	4	20	268	99	110	58	1	—	—	497	2	8	28	62.244,46	874.201,89	118,78	1640,15	1909
II	Via Verolengo, n. 109-115	3	4	21	185	1	98	86	—	—	—	455	2	6	30	23.873,55	777.577,08	48,72	1583,66	1910
III	Via Cimarosa, n. 30 . . Via Moncrivello, n. 1 .	8	5	31	402	92	231	79	—	—	—	791	2	10	4	33.073,05	1.273.977,33	41,91	1582,58	1911
IV	Via Tripoli, n. 55-57 . .	2	5	16	314	159	120	31	4	—	—	508	2	6	22	37.476,10	939.281,05	69,91	1752,39	1910
V	Corso Racconigi, n. 25 . Via Montebello, n. 8 .	8	5	26	484	238	120	122	4	—	—	860	2	6	—	95.079,28	1.379.088,55	109,53	1592,48	1911
VI	Via Villar, n. 36-38 . .	3	5	9	162	64	48	55	—	—	—	310	1	5	—	25.207,22	458.408,32	80,02	1455,26	1911
VII	Corso Farini, n. 32 . . Via Faà di Bruno, n. 1	4	5	18	330	142	107	81	—	—	—	599	2	8	—	70.830,45	912.027,97	116,88	1502,51	1911
VIII	Corso Spezia, 53-55 . .	4	5	13	253	105	120	28	—	—	—	429	2	4	5	36.938,1	727.345,80	83,92	1660,60	1912
A	Via Arquata, 13-14-15-16-22-23	37	3	74	555	—	243	278	32	2	—	1458	2	7	13	708.362,62	13.653.365,70	484,84	9345,21	1921
B	Via Lauro Rossi, n. 33-36 Via Desana, n. 19-24 .	17	3	35	262	—	112	145	1	—	—	675	1	4	—	154.851,31	6.452,9 0,50	229,40	9550,—	1921
A B	Corso Stupinigi, 55-57-59 Via Arquata, n. 2-4 . . Via Solero, n. 10-12 . Corso Rapallo, n. 14-16	2	4	9	76	—	—	15	24	33	4	330	1	3	9	70.834,53	3.675.876,60 al 31-XII-1928	214,65	(12.000,—)*	1927
C	Corso Lecco, n. 25-31-33 Via Nic. Fabriani, n. 62-66	26	3	54	407	—	162	84	158	3	—	1234	1	4	13	593.414,45	13.268.169,23	480,87	10.752,16	1927
D	Corso Racconigi, 54-60 . Via Cimischia, n. 48-50 . Via Ascoli Graziadio, 9-10	34	3	60	692	—	280	2	6	148	8	1948	1	4	14	1.214.484,25	25.668.417,25	623,45	(13.176,80)*	1928
III P	Via Montenegro, 180-184	3	5	15	234	105	68	50	9	2	4	437	2	8	3	71.482,—	4.685.000 — al 31-XII-1928	163,57	(10.720,82)*	1928
TOTALI		158	—	410	4627	1005	1819	1367	381	48	8	10531	23	83	141					

(*) Le cifre tra parentesi sono approssimate non essendo ancora ultimata la liquidazione.

Consistenza del patrimonio IACP al 1928, da notare l'elevato numero di alloggi a una e due camere. Da: Istituto per le Case Popolari in Torino, «Storia dell'Istituto», Torino. IACP, 1929.

corrisponde ai dettati igienisti sulla ventilazione delle corti e si pone come ricerca innovativa rispetto alla coeva edificazione tipica delle aree urbane, a corte centrale con costruzioni sul perimetro in fronte alle vie.

Nei quartieri del periodo esaminato permane costante l'impiego degli alloggi e degli elementi costruttivi adottati, con schemi distributivi molto semplici e tipizzati. Ugual semplicità nella struttura, con muri esterni portanti — a spessore decrescente dai piani inferiori verso la copertura — e muro centrale di spina, su cui sono impostate le volte: a botte quelle del piano cantinato, a quattro teste di padiglione quelle dei piani superiori. Il muro centrale di spina non si presenta continuo, ma sempre costituito da una serie di «fulcri» alternati a vani liberi — in genere due per camera, di cui l'uno utilizzato per il passaggio e l'altro come armadio a muro —; questa tecnica strutturale, che acquisisce il discorso della concentrazione dei carichi su una struttura muraria puntiforme, è adottata anche in funzione della flessibilità distributiva interna, per consentire molteplici variazioni di aggregazione delle camere nella costituzione degli alloggi; questi, di taglio medio-piccolo, si pre-

sentano composti di una o più camere (massimo tre, non disimpegnate), con accesso diretto dal pianerottolo, ognuno dotato di un servizio igienico proprio (sul pianerottolo o sulla loggia esterni) e di una cantina al piano interrato.

Sulle facciate interne verso cortile, in corrispondenza della metà manica più corta, sono inseriti i corpi scala, in aggetto rispetto al muro; tra essi sono inserite le logge delle abitazioni, costruite in struttura di cemento armato; in cemento armato sono anche le solette dei pianerottoli delle scale, le lastre dei balconi e i davanzali esterni delle finestre.

In tutti i quartieri la copertura è a due falde, con teste di padiglione sulle testate: la struttura del tetto, in legno, è costituita da una trave di colmo, poggiata su pilastri in muratura, da puntoni e listelli longitudinali che sorreggono il manto di tegole marsigliesi; il sottotetto, privo di pavimentazione, non è mai abitabile, ma solo vano tecnico con accesso a mezzo di botola dall'ultimo pianerottolo delle scale (è stata infatti esclusa volutamente l'utilizzazione del sottotetto a mansarda, tipico alloggio delle classi più povere del centro storico di Torino). Gli infissi esterni, in legno verniciato, sono dotati di ante interne di oscu-

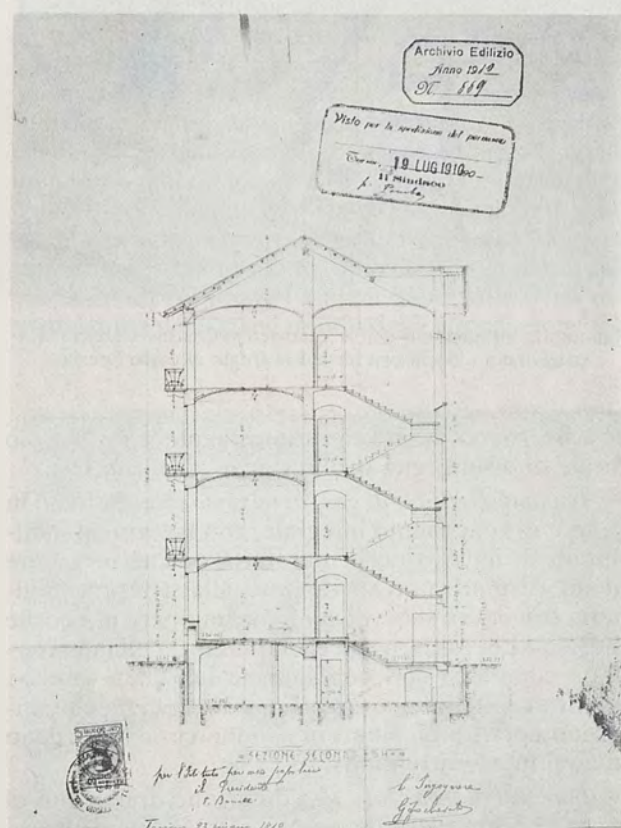
ramento e di persiane sulla facciata opposta ai vani di scala; ai piani terreni le persiane sono scorrevoli a scomparsa nel muro. Il vano scala è sempre chiuso con vetrata unica o scompartito da pilastri in muratura, con serramento metallico in profilati a L e parti fisse e mobili, con lastre di vetro stampate e colorate. I pavimenti, in piastrelle di cemento di varia forma e colore, sono posati su letto di sabbia sopra i riempimenti delle volte; le murature interne, intonacate a calce, presentano ancora le decorazioni originarie, le murature esterne sono sempre intonacate, con presenza di decorazioni a rilievo bugnato ai piani inferiori, cornici marcapiano e fasce decorate — in genere con la tecnica del graffito — nelle cornici sotto il

2. INDIVIDUAZIONE DI ALCUNI CRITERI GUIDA PER INTERVENTI SUL PATRIMONIO EDILIZIO PUBBLICO

2.1. Problemi generali e tipologie ricorrenti nella prassi di ristrutturazione.

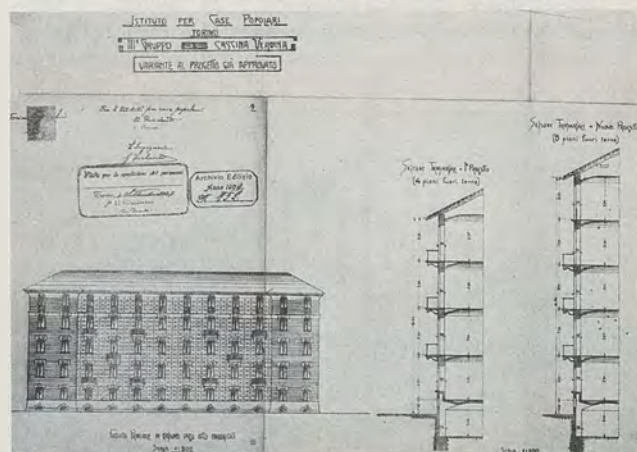
Si è affermata nell'ultimo decennio la scelta del recupero dell'edilizia esistente, rispetto a quella della demolizione e ricostruzione, più frequente negli anni precedenti (5); in tale quadro generale di riferimento la ricostruzione storica dei connotati edilizi urbanistici e d'uso del patrimonio edilizio pubblico, correlati ai meccanismi di formazione e trasformazione della città industriale, alle conquiste della classe operaia, ai modi di fruizione della casa, alle trasformazioni della produzione edilizia, si pone come necessaria premessa per la corretta individuazione di modelli di intervento che rispettino l'individualità dei manufatti stessi nel corso del loro adeguamento alle mutate esigenze abitative. L'analisi delle operazioni di ristrutturazione deve valutare il rapporto costo-benefici non solo in termini di soddisfacimento degli standard abitativi correnti e di recupero di funzionalità, degradata col tempo e con la mancata manutenzione, ma in termini generali comprendenti anche il mantenimento delle connotazioni tipologiche e costruttive caratteristiche di tali insediamenti; in questo senso la ricostruzione di differenti modi abitativi, quale emerge necessariamente da tali studi, impone un ripensamento critico sugli attuali modelli di fruizione della casa. Alla ricerca di corrette tipologie d'intervento deve corrispondere anche l'invenzione di modi abitativi innovativi rispetto al modello corrente di *consumo abitativo*: al recupero delle strutture fisiche può corrispondere un recupero culturale di valori d'uso dell'abitazione, spesso desueti nei nuovi interventi di edilizia residenziale.

Per i quartieri IACP del periodo 1908-1930 ci si trova in genere di fronte a problemi di recupero fisico e funzionale di manufatti ancora sostanzialmente validi, non solo per la loro consistenza fisica, ma anche come tassello urbano con valenze ambientali e sociali. Il degrado fisico è connesso all'invecchiamento dei singoli elementi, spesso accelerato dalla scarsa — o



Progetto di costruzione del 1° quartiere «Chiabotto delle Merle»: sezione trasversale. Pratica edilizia n. 559, 1910.

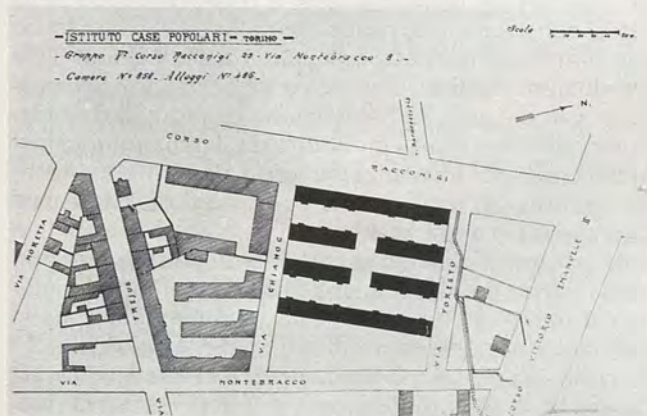
tetto. Gli impianti tecnici presenti nei progetti originali sono ridotti allo stretto indispensabile: rete di impianto idrico in ogni alloggio (collegato con il vaso del gabinetto, il lavandino di cucina e talora con un piccolo lavandino nel locale WC), tubazioni del gas (per l'illuminazione al centro volta delle stanze), canna di esalazione sopra il focolare della cucina, canne fumarie e caminetto nella maggior parte dei vani (4). Gli impianti di riscaldamento centralizzati saranno realizzati dallo IACP solo dopo il 1936, a partire dal 16° quartiere di corso Grosseto; la maggior parte dei complessi oggetto del presente studio sono stati dotati di impianti centralizzati solo dopo gli anni Cinquanta.



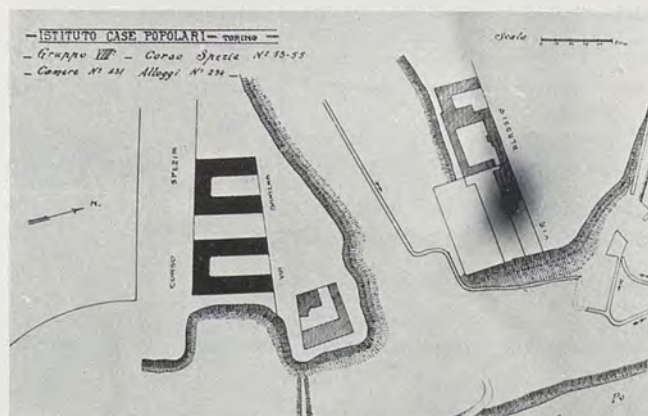
Progetto di variante del 3° quartiere «Cascina Verdina»: prospetto esterno, sezione di progetto e variante. Pratica edilizia n. 852, 1909.

inesistente — manutenzione ordinaria; il degrado funzionale è invece correlato al superamento degli standard abitativi correnti al momento della costruzione, ed è legato non solo a nuovi fabbisogni non soddisfatti, ma anche al progressivo inserimento nell'abitazione di funzioni un tempo svolte al suo esterno ⁽⁶⁾. Per quanto riguarda gli *interventi di recupero del degrado fisico* le costruzioni in oggetto non presentano necessità di consolidamenti statici; si tratta in genere di effettuare opere di manutenzione ordinaria

cessori e pareti attrezzate per l'attacco degli apparecchi di cucina in sostituzione dei locali WC dotati del solo vaso o di vaso e lavabo e di attrezzature di cucina consistenti in lavandino e piano di cottura con canna di aspirazione. Le stanze da bagno possono essere ricavate nei preesistenti locali WC a fianco delle scale ⁽¹⁰⁾; nei casi in cui questi siano troppo piccoli e accessibili solo dalla loggia, si può tramezzare uno dei vani della campata opposta al vano scala, di profondità utile intorno ai cinque metri, e ricavare



Planimetria all'impianto del 5° quartiere. Costruzione a blocchi in linea con cortili aperti.



Planimetria all'impianto dell'8° quartiere «Cascina Ceresa». Costruzione a blocchi con testate in fregio al corso Spezia.

e straordinaria, quali revisioni delle coperture, sostituzioni di gronde o pluviali, ripulitura e ripristino di intonaci, sostituzione di pavimenti, revisione degli infissi interni ed esterni ⁽⁷⁾. Per quanto concerne gli *interventi di recupero funzionale* si tratta in genere di modificare il taglio degli alloggi in relazione ai nuovi standard e alla domanda dell'utenza ⁽⁸⁾, di inserire le stanze da bagno, di rifare gli impianti tecnici (idro-sanitario, elettrico, gas, telefono), di realizzare l'impianto di riscaldamento (ove inesistente) e di ascensore, di risanare e pavimentare i locali del piano interrato; sono quindi opere di notevole entità, le cui difficoltà sono accentuate dai problemi di *movimentazione* della popolazione e delle attività insediate ⁽⁹⁾.

Attrezzature igienico-sanitarie e di cucina. Il problema è di inserire stanze da bagno complete di ac-

così un bagno aerato meccanicamente e un piccolo locale di disimpegno con le stanze adiacenti ⁽¹¹⁾.

Impianti elettrici, di gas, di telefono. Necessitano in genere di rifacimento integrale, con lavori non indifferenti di incasso nelle murature, poiché in genere quelli esistenti sono sovrapposti alla struttura originaria con cavi e tubi *volanti* messi in opera in epoche diverse e per iniziativa degli inquilini. Negli interventi da compiersi con popolazione insediata sarebbe opportuno studiare sistemi di *impianti esterni* che utilizzino appositi elementi in commercio e richiedano minimi interventi murari.

Impianti di ascensore. La dotazione di impianti di ascensore pone alcune perplessità, sia per l'altezza degli edifici — quattro o cinque piani fuori terra, appena superiori al minimo previsto dalle norme —



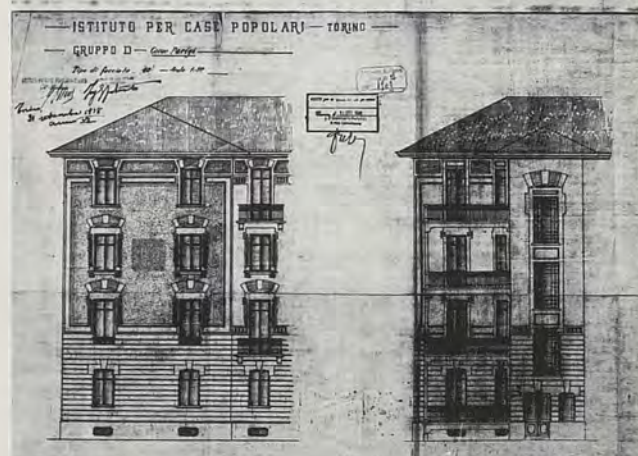
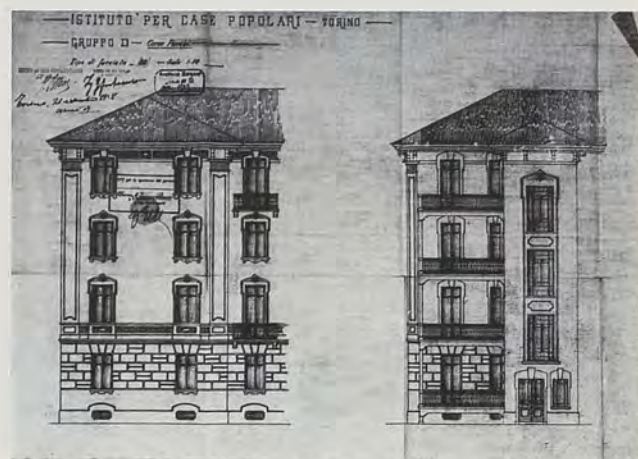
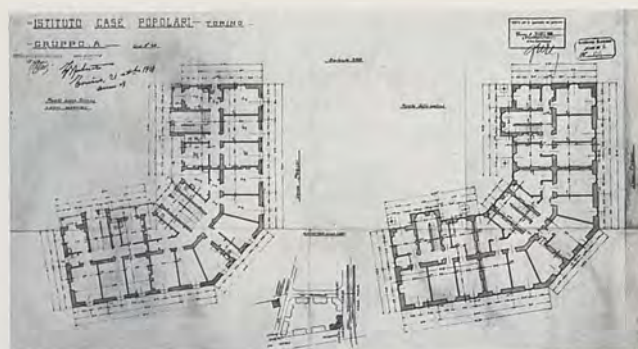
Fotografia d'epoca del 5° quartiere, vista da corso Racconigi.



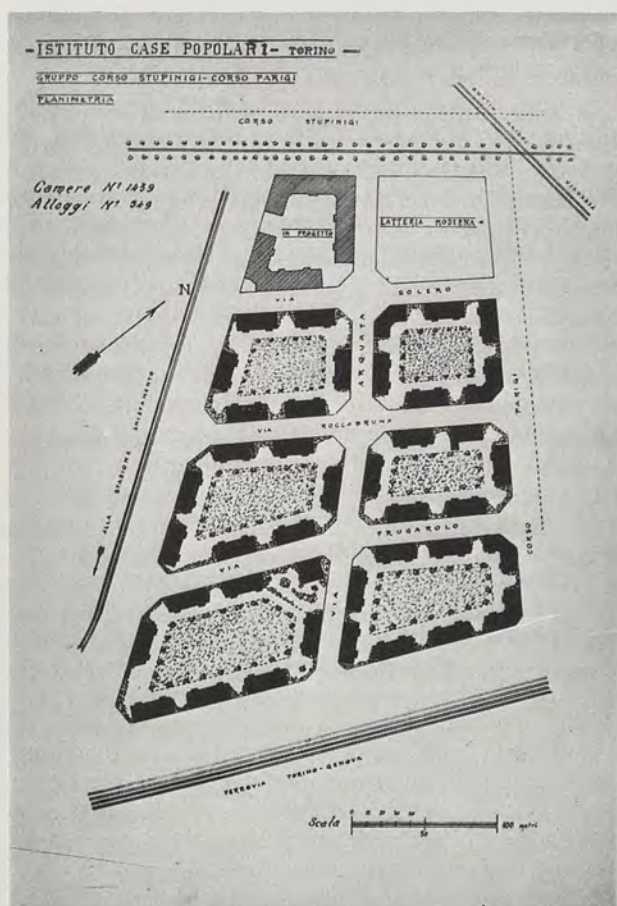
Fotografia d'epoca dell'8° quartiere, vista da corso Spezia.

con un elevato numero di scale in rapporto ai vani serviti, sia per le difficoltà di inserire nella struttura un elemento con precise esigenze funzionali; la sua collocazione all'esterno del vano scala appare spesso la soluzione migliore, specie dal punto di vista del risparmio energetico — non si inserisce tra gli alloggi un « vano freddo » —, anche se presenta lo svantaggio di servire il pianerottolo intermedio della scala anziché quello di ingresso agli alloggi; rappresenta però un intervento corretto, che non intacca sostanzialmente l'edificio originario e rimane come intervento individuabile rispetto ad esso. Si possono ovviamente applicare altre soluzioni, valutate caso per caso specie quando la scelta del collegamento verticale è correlata ad altre esigenze funzionali (12).

Controsoffittatura degli ambienti voltati. In alcuni interventi di ristrutturazione — incluso quello progettato per il 15° quartiere di via Lancia — in presenza dei soffitti voltati con imposta superiore ai 2,70 metri, ma non tale da consentire una sopralcatura, è stata prevista la controsoffittatura totale. Tale operazione, di non indifferente peso economico, è dettata non tanto dalla esigenza di contenere i consumi energetici — il volume complessivo da riscaldare, considerata la non coibentazione dei controsoffitti e dei pavimenti, rimane infatti invariato —, quanto dalla necessità di eliminare i vincoli delle volte nella ridistribuzione degli spazi interni degli alloggi, nonché di



Progetto di costruzione del 10° quartiere: piante degli edifici a L e studi di soluzioni di facciata. Pratica edilizia n. 1509, 1928.

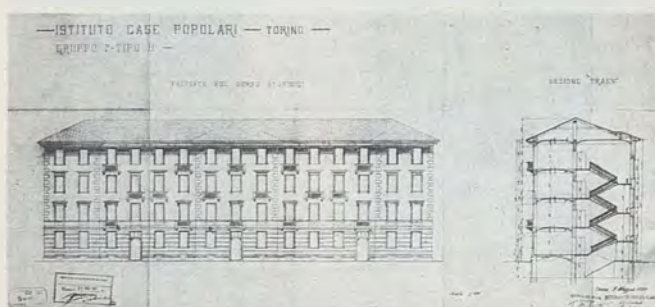
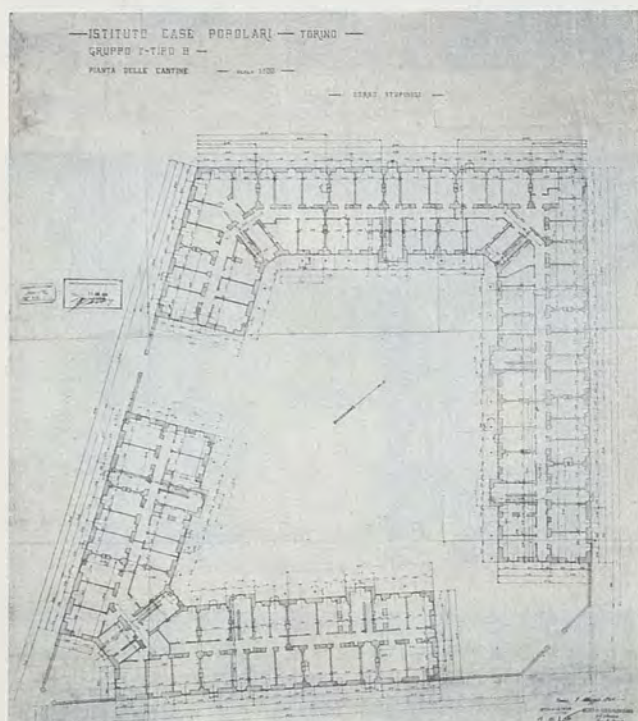


Planimetria all'impianto del 10° quartiere (edifici in nero) e del 11° quartiere (edifici a tratteggio). Tipologia costruttiva a «padi-gliani» isolati.

venire incontro a richieste dell'utenza ispirate a modelli correnti di abitazione (13).

Interventi di modifica e/o completamento degli spazi collettivi. Una cura particolare deve essere riservata, negli interventi di ristrutturazione, alla riqualificazione degli spazi esterni: in complessi costituiti da alloggi di superficie minima, gli spazi collettivi (cortili) per il gioco dei bambini, per la sosta degli adulti, per il tempo libero degli anziani sono essenziali e richiedono un minimo di attrezzatura: pavimentazione, posti a sedere, illuminazione, alberatura. Evidentemente l'attuale destinazione a parcheggio delle auto degli inquilini è incompatibile con tali esigenze,

e il problema dei veicoli dovrebbe trovare una diversa soluzione. Le trasformazioni urbane, in particolare la generalizzazione della motorizzazione privata, rendono poco idonei i piani rialzati di tali complessi, spesso affacciatisi su vie di grande traffico, alla destinazione abitativa, causa i rumori e l'inquinamento; occorrerebbe creare spazi di pausa fra costruzioni e



Progetto di costruzione dell'11° quartiere: pianta dei piani terreni, prospetto esterno e sezione trasversale. Pratica edilizia n. 132, 1925.

spazi di circolazione veicolare, oppure destinare tali alloggi a servizi di attività collettive e commerciali. Ovviamente è poco realistico, nella grande carenza di abitazioni urbane, pensare di sottrarre tali alloggi al patrimonio pubblico; d'altra parte le relazioni tra i complessi e il circostante tessuto urbanizzato sono spesso carenti di tali funzioni, che potrebbero essere utilmente localizzate in questi ambienti. In questo senso pare utile la elaborazione di proposte che sappiano recuperare dal passato la coscienza che anche tutte le attività collettive di corollario all'abitazione hanno le medesime esigenze di propri spazi.

2.2 Alcuni problemi di ristrutturazione connessi al contenimento dei consumi energetici.

Impianti di riscaldamento. La dotazione di impianto di riscaldamento, per i quartieri che ne sono ancora privi ⁽¹⁴⁾, pone la scelta fra impianto centralizzato e impianti singoli al servizio di ciascun alloggio. Negli interventi di ristrutturazione sinora effettuati, per ovviare alle difficoltà di una gestione collettiva, si è scelto di dotare ogni alloggio di impianto autonomo a gas metano. Tale scelta pone tuttavia alcune perplessità: gli effettivi costi energetici della soluzione singola rispetto a quella collettiva ⁽¹⁵⁾, tempi di accensione effettiva degli impianti singoli e «riscaldamento parassitario» dei confinanti che utilizzano poco il servizio ⁽¹⁶⁾, maggiori probabilità di guasti e incidenti per cattivo funzionamento; difficoltà di controllo dei tempi e dei modi di funzionamento degli impianti autonomi; difficoltà di riaggregazione nel tempo degli alloggi (l'impianto autonomo nega le possibilità di intercambiabilità delle camere consentite dalla struttura edilizia); tale scelta conforta inoltre la diffusa tendenza a considerare l'alloggio popolare un «bene privato», anziché parte di un patrimonio collettivo in «uso privato», con le conseguenti tendenze ad eliminare dalla funzione abitativa i momenti di socializzazione a favore della privatizzazione. Nei casi di opzione per l'impianto collettivo si pone il problema della migliore dimensione di centralizzazione — scala, edificio, complesso — e del tipo di rete più efficiente. Nelle aree industrializzate particolare attenzione deve essere posta nei riguardi delle possibilità di recupero di energie calorifiche di risulta o di reti di teleriscaldamento.

Isolamento delle pareti perimetrali opache. I complessi IACP del primo periodo, alla cui tipologia appartiene anche il più tardo 15° quartiere, presentano tre tipi di facciata: le facciate *esterne*, in genere gli affacci sulle vie, dotate di finestre, porte finestra e balconi; le facciate *interne*, ossia gli affacci verso cortile, con i corpi scala e le logge delle abitazioni; le facciate cieche delle testate. Occorre verificare caso per caso, in base alle condizioni di orientamento ed esposizione dei singoli complessi e al rapporto tra le superfici murarie e le superfici finestrate, l'opportunità di applicare un isolamento sulle murature esterne, da un lato molto consistenti e dall'altro non suscettibili — per ragioni di mantenimento dei connotati originali — di interventi di coibentazione esterna. La coibentazione dall'interno, per quanto meno costosa, appare anch'essa problematica e deve essere oggetto di attenta valutazione: comporta infatti la riduzione della cubatura abitabile, inevitabili lavori di finitura interni, non è effettuabile senza la dislocazione degli inquilini, e inoltre, specie in questi complessi che presentano struttura di massa notevole senza soluzioni di continuità, può aggravare il fenomeno dei ponti termici e della condensazione nella massa ⁽¹⁷⁾. Per le testate cieche occorre verificare, nei casi in cui sia stata scartata la scelta di procedere ad un isolamento integrale della muratura, l'esistenza di canne fumarie o di ventilazione che costituiscano ponti termici, e considerare l'opportunità di isolarle. Pare inoltre opportuno effettuare un accurato studio sui materiali da impiegarsi nel trattamento superficiale delle fac-

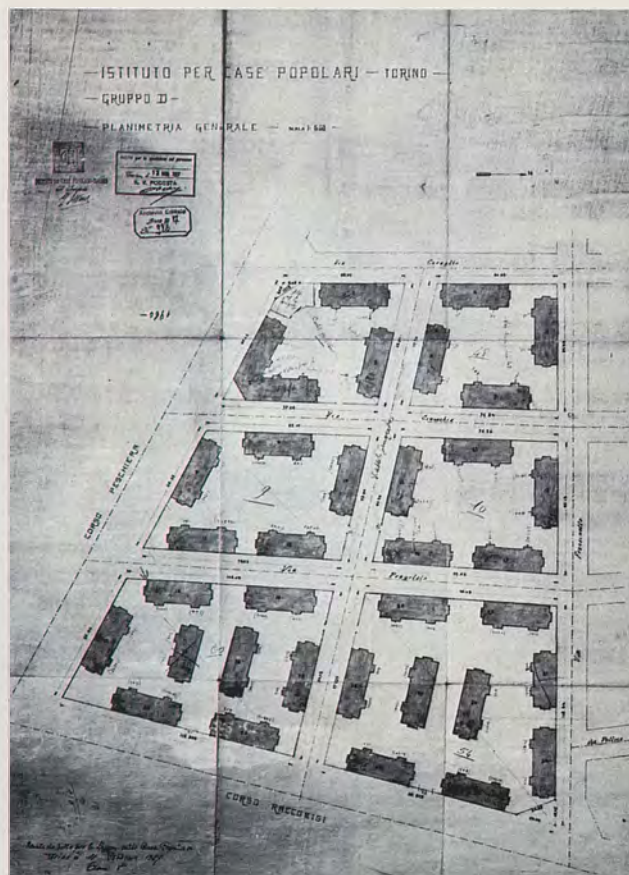
ciate (intonachi, tinteggiature) per non alterare i processi di ventilazione naturale — e non indurre ad esempio fenomeni di condensa — attraverso le mura-ture.

Isolamento delle facciate verso cortile e problema delle logge. Queste facciate sono in genere quasi completamente loggiate fra un vano scala e l'altro: sulle logge si aprono le cucine, sono ventilati i bagni e sono accessibili le canne delle spazzature (che nell'intervento di ristrutturazione dovranno essere eliminate). Attualmente il 40% delle logge sono state abusivamente chiuse con vetrate.

Nel caso specifico, tale chiusura (peraltro ampiamente adottata in edifici residenziali sia pubblici che privati) è giustificata dalla necessità di ampliare lo spazio (spesso esiguo) dell'alloggio e di costituire un filtro rispetto all'ambiente esterno rumoroso e inquinato. Questo stato di cose induce a considerare la possibilità di inserire fra gli interventi di ristrutturazione la vetratura delle logge, studiandola in modo da garantire i requisiti igienici ai vani retrostanti e adattando elementi coerenti con le caratteristiche originarie delle facciate (tipiche di tutta l'edilizia IACP nel primo trentennio del secolo). Per giungere ad una scelta corretta è ovviamente necessario analizzare tutti gli aspetti del problema: l'aumento di cubatura, il diverso tipo di ventilazione degli ambienti interni, i risparmi energetici indotti, il costo dell'intervento (si noti che nel caso di vetratura delle logge si potrebbe evitare la sostituzione dei serramenti e risolvere coerentemente il problema dell'oscuramento delle aperture su questa facciata).

È attualmente allo studio dell'Amministrazione Comunale di Torino, a cura dell'Assessorato per l'Edilizia privata, un progetto di modifica e integrazione al Regolamento Igienico Edilizio che prevede, per le logge e i balconi dei locali di civile abitazione, la possibilità di chiusura con pareti vetrate lisce e trasparenti ⁽¹⁸⁾. Nel corso della ricerca convenzionata sul 15° quartiere è stato sviluppato su questo tema, in collaborazione con il professor Filippi, un breve studio che riportiamo in allegato, quale contributo alla soluzione di questo annoso e stimolante problema ⁽¹⁹⁾.

Isolamento degli orizzontamenti superiori. Generalmente il sottotetto si presenta come vano tecnico (tetto aerato) non utilizzabile come abitazione, e accessibile con botola dall'ultimo pianerottolo della scala. Nel 15° quartiere di via Lancia, a motivo degli ex stenditoi presenti in alcune zone, esistono due situazioni differenti. Il primo caso si presenta dove, sopra gli ultimi vani di abitazione, esiste un locale sottotetto (ventilato): l'isolamento può essere posato senza particolari difficoltà sopra l'orizzontamento di sottotetto o messo in opera sottotegola, in caso di revisione completa del manto di copertura. Il secondo caso si presenta in corrispondenza degli ex stenditoi da adibire a vani di abitazione: l'isolamento può essere contenuto nella controsoffittatura o messo in opera sotto tegola. Un terzo caso di isolamento si presenta nei corpi bassi con copertura piana che separano i corpi di fabbrica alti in corrispondenza degli ingressi. Occorre valutare le migliori condizioni di coibenza offerte da due distinte soluzioni: l'inseri-



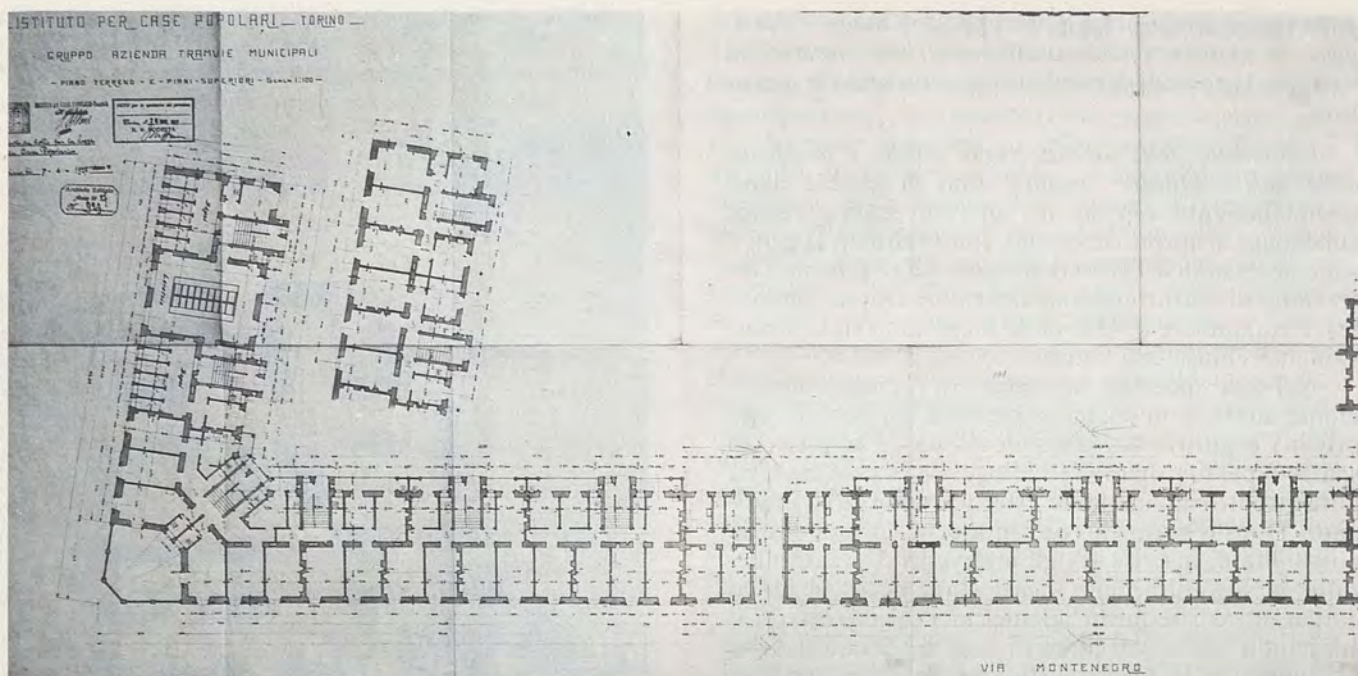
Planimetria del 14° quartiere (Gruppo D). Pratica edilizia n. 928, 1927.

mento del materiale isolante in una controsoffittatura interna (consentita dall'altezza dei locali, superiore al minimo consentito di mt 2,70); oppure isolamento inserito tra la struttura di copertura e l'impermeabilizzazione, sotto la prevista copertura in lastre di amianto-cemento; queste ultime, di colore chiaro, contribuiscono anche a migliorare le condizioni abitative dei locali sottostanti nei mesi estivi.

Superfici vetrate esterne. L'opportunità della sostituzione degli infissi esterni deve essere valutata in relazione al loro stato di conservazione ⁽²⁰⁾; la sostituzione viene in genere effettuata con la messa in opera di nuovi controtelai e telai fissi e telai mobili dotati di vetri a camera. La sostituzione di serramenti in legno con serramenti metallici dovrebbe tenere conto, da un lato, della possibilità di utilizzare i telai



Fotografia d'epoca del 14° quartiere, vista dai corsi Peschiera e Racconigi.



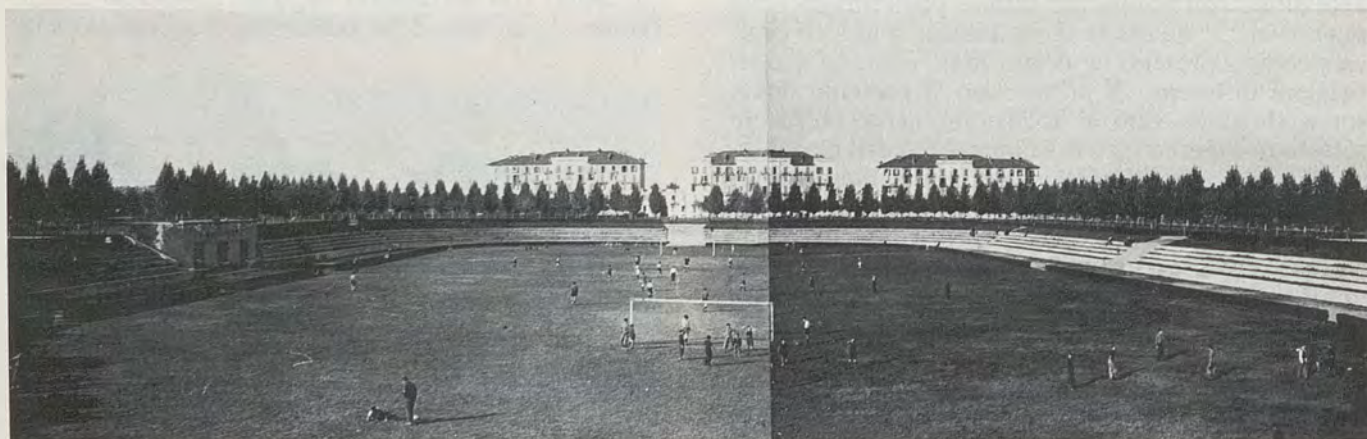
Progetto di costruzione del 15° quartiere di via Lancia: particolare della pianta dei piani terreni, con i locali destinati a lavatoi e bagni pubblici (ora non più esistenti). Pratica edilizia n. 929, 1927.

fissi esistenti, dall'altro delle variazioni che si introducono nell'entità del ponte termico (comunque esistente). Le persiane dei piani terreni sono in genere scorrevoli all'interno della muratura, con un ovvio aumento delle dispersioni termiche; questo problema dovrebbe essere oggetto di studi specifici, per valutare la opportunità della sostituzione delle ante scorrevoli con persiane esterne, che richiedono minore manutenzione, pur avendo un deterioramento più rapido. Nel caso di sostituzione delle persiane esterne è utile valutare la diminuzione di dispersione che si otterrebbe con ante piene, anziché a stecche, nelle ore notturne.

Isolamento del vano scala. Occorre considerare l'opportunità di isolare i muri divisorii fra gli alloggi e il vano scala: quest'ultimo infatti non è riscaldato, presenta forti dispersioni termiche dalle ampie su-

perfici finestrate dei pianerottoli; i muri divisorii sono in genere di soli 25 cm di spessore contro i 45-55 cm dei muri esterni, e, considerato l'elevato numero di scale, il rapporto camere/vano-scala risulta uguale a sei, quindi una stanza su due presenta una parete disperdente verso la scala. L'utilità della coibentazione sembra diminuire nel caso in cui, all'esterno del vano scala, venga realizzata una costruzione a gabbia vetrata o in muratura in cui installare l'ascensore.

Isolamento degli orizzontamenti inferiori. I piani cantinati dei fabbricati sono sempre ventilati, per mezzo di finestrotti grigliati e bocche di lupo, sia sul fronte verso via che su quello interno. Non sembra opportuno eliminare tale ventilazione (garanzia di salubrità delle cantine) e quindi l'isolamento andrà posto sopra o sotto le volte di copertura delle cantine. La prima soluzione può essere adattata qualora



Fotografia d'epoca del 15° quartiere, vista dallo stadio del parco antistante.



Fotografia d'epoca del 15° quartiere, vista dal deposito ATM; fronti interni del fabbricato alto di testata (angolo tra via Lancia e corso Trapani).

sia possibile e giustificato il rifacimento totale dei pavimenti del primo piano abitato. La seconda soluzione è difficilmente realizzabile (data la conformazione delle volte e la presenza di tubazioni a quota relativamente bassa) mediante una controsoffittatura totale; sembra più semplice l'applicazione di schiume a spruzzo sull'intradosso delle volte, ma bisogna tenere presente la fragilità all'urto di tale rivestimento o la possibilità di proteggerlo.

Problemi edilizi per la trasformazione ad abitazione dei locali sottotetto già adibiti a stenditoio. Nel 15° quartiere di via Lancia le parti centrali dei vari corpi di fabbrica sul lato Nord sono attualmente sopraelevati di un piano rispetto al lato Sud. Questi vani, un tempo adibiti a stenditoio comune e attualmente in disuso, sono compresi fra la parete di facciata a Sud (costituita da una vetrata continua fra pilastri di muratura impostati sul sottostante muro continuo) e il muro di spina, sono scompartiti da muri trasversali (che portano il colmo del tetto e comprendono le canne fumarie e di ventilazione degli alloggi sottostanti) e dai muri del vano scala e sono coperti da un tetto ventilato (struttura di legno e manto di tegole marsigliesi). Con l'installazione dell'impianto centralizzato di riscaldamento sono stati messi in opera tubi di sfiato delle colonne montanti che attraversano verticalmente i vani in questione in vari punti della manica, pregiudicandone l'utilizzo.

a) Indicazioni distributive.

Dati i vincoli derivati dallo schema d'impianto dei locali in questione, la loro utilizzazione pare vincolata a:

- la sistemazione dei vani principali d'abitazione con affaccio sulla parete nord;
- l'integrazione della superficie occupata dagli ex stenditoi con una striscia di sottotetto da destinare a servizi, oltre il colmo del tetto nella parte sud della manica del fabbricato.

Naturalmente, essendo questa sistemazione molto vincolata dalle preesistenze, si può prevedere un leggero eccesso di superficie di pavimento rispetto agli standard correnti ⁽²¹⁾.

b) Indicazioni costruttive.

È ovvio che, come prima operazione collegata con la revisione dell'impianto di riscaldamento, è necessario provvedere alla deviazione delle colonne di sfiato, in modo da liberare il volume da destinare ad abitazione. Si può allora pensare di realizzare una pavimentazione (ripianamento delle parti voltate, sottofondo e pavimento) della superficie da adibire ad abitazione, mentre per la restante zona di sottotetto si può prevedere la messa in opera di materassini di materiale isolante direttamente sull'estradosso delle volte opportunamente ripulite.

Le pareti fredde (facciata nord, controsoffittatura, divisorio sud verso sottotetto) possono essere pensate come pannellatura isolante continua (comprendente le finestre sulla facciata sud e le necessarie prese di luce e d'aria sul tetto per la fascia dei servizi) da mettere in opera con operazioni «a secco» all'interno delle strutture esistenti. Questa soluzione, studiata in maniera appropriata su di un rilievo preciso dell'esistente, potrebbe:

— rendere disponibili in breve tempo i nuovi alloggi, utilizzabili anche per la rotazione interna degli inquilini durante le successive fasi di ristrutturazione degli alloggi ai piani inferiori;

— limitare al minimo indispensabile le operazioni «bagnate» in uno stabile che continua ad essere abitato;

— limitare il sovraccarico dei tamponamenti sulle strutture sottostanti, che originariamente non li prevedevano;

— permettere di risolvere correttamente l'inserimento di elementi nuovi, denunciandoli chiaramente come tali, in una struttura preesistente, mediante un accurato studio di materiali, finiture e modulazione della pannellatura.

**Elena Tamagno
Francesco Barrera**

Le illustrazioni, ove non diversamente indicato, riproducono originali dell'Archivio Edilizio Storico del Comune di Torino (fotografie architetto Franco Ressa); le fotografie d'epoca e alcune planimetrie appartengono alla raccolta A. Abriani e L. Favero di documenti sulla edilizia popolare torinese.

Note

(1) Per gli studi sull'attività dello IACP di Torino in questo periodo storico, cfr.: E. Tamagno, «Il vecchio patrimonio dello IACP di Torino», in: A. Abriani (a cura di), *Patrimonio Edilizio esistente in Piemonte, un passato e un Futuro*, Torino, Designers Riuniti, 1980; e A. Abriani, «Edilizia ed edilizia popolare nello sviluppo urbano di Torino 1919-1941» in: *Città di Torino, Assessorato alla Cultura, Musei Civici, Torino tra le due guerre*, Torino, Musei Civici, 1978.

(2) La denominazione di *quartieri*, come sempre furono denominati dallo IACP i complessi, deriva dal loro impianto su lotti unici, di interi isolati, già con criteri urbanistici propri di aree urbane, nelle zone di ampliamento previste da P.R.G.C. del 1908 (e successivi aggiornamenti).

(3) Derivano come tipologia dagli edifici costruiti in via Marco Polo dalla *Società Torinese per le Abitazioni Popolari* (STAP), operosa a Torino tra il 1902 e il 1907. Cfr.: R. Nerva - B. Signorelli, «Caratterizzazioni architettoniche ed edilizie delle costruzioni economiche residenziali in Torino tra la fine Ottocento e la Prima Guerra Mondiale; esempi di P. Fenoglio e A. Vandone», in: A. Abriani (a cura di), op. cit., pp. 330 e segg.

(4) Per una conoscenza più approfondita delle tipologie edilizie IACP cfr.: E. Tamagno, op. cit., e: E. Tamagno, «La costruzione dell'edilizia popolare torinese», in: *Rassegna*, anno III, n. 5 (*Riviste, manuali di architettura, strumenti del sapere tecnico in Europa, 1910-1930*), gennaio 1981.

(5) In particolare il piano di risanamento dei vecchi complessi IACP di Torino ha preso l'avvio con il recupero dei quartieri 22° (legge 166/75), 1° e 5° (legge 513/77), 3°, 4°, 6°, 9° e 15° (Piano decennale; legge 457/78). Per una esauriente documentazione sugli interventi effettuati e sui progetti in corso, cfr.: C. Peisino-E. Sulotto, «Risultati e impegni dell'azione di risanamento dello IACP di Torino», in: A. Abriani (a cura di), op. cit., pp. 718-745, con le schede degli interventi suddivise per quartiere, e: E. Sulotto, «Il recupero dell'esistente», in: *Edilizia Popolare*, Anno XXVIII, n. 158, Milano, gennaio-febbraio 1981, e: M. G. Bignante-M. Cimma - S. Torre, «Due interventi in corso di realizzazione», in: *Edilizia Popolare*, Anno XXVIII, n. 158, Milano, gennaio-febbraio 1981.

(6) Ad esempio l'esistenza, a latere delle abitazioni popolari, di strutture collettive per la pulizia personale e dei panni, quali bagni e lavatoi municipali, e stenditoi in comune — presenti ad esempio nel 15° quartiere di via Lancia — interni al caseggiato.

(7) La sostituzione integrale dei serramenti esistenti, quale operata nelle ristrutturazioni del 22° e del 1° quartiere, non sembra auspicabile in linea generale. Tale intervento, infatti, spesso non appare giustificato dallo stato di conservazione degli infissi, interni in particolare, che sono generalmente in buone condizioni e con caratteri di robustezza superiori a quelli sostitutivi di produzione attuale. Inoltre la sostituzione dei serramenti esterni con elementi di caratteristiche affatto differenti, come quelli in lega leggera del tipo monoblocco con oscuramento ad avvolgibile, con abolizione delle ante esterne a persiana, comporta una non indifferente alterazione dei connotati originari esterni degli edifici.

(8) L'intervento principale è la eliminazione delle monocamere e/o bicamere con gabinetto esterno accessibile dal pianerottolo.

tolo e spesso in comune ad un'altra monocaloria, abbinandole o trasformandole in alloggi di circa 40-45 m² di superficie.

(⁹) La dislocazione o meno della popolazione e delle attività insediate durante i lavori di ristrutturazione si è posta con grande evidenza come parametro fondamentale per le scelte di intervento: i primi interventi effettuati dallo IACP con i finanziamenti del 1° Biennio del Piano Decennale hanno avuto carattere radicale, con trasferimento temporaneo della popolazione insediata, e secondo schemi tendenti più a sovrapporre alle strutture esistenti tipologie edilizie attualmente correnti che a utilizzarne le virtualità integrandole con attrezzature carenti o inesistenti, comunque necessarie. Tale esperienza ha condotto a ripensamenti su questa prassi e a prendere in considerazione la possibilità di interventi meno radicali anche con il mantenimento in loco degli inquilini, e risolvendo i problemi di *movimentazione* all'interno del complesso.

(¹⁰) In questa soluzione si può prevedere la messa in opera di una schematura tecnica prefabbricata sulla parete comune alla cucina, per servire anche gli apparecchi installati in questo locale.

(¹¹) La costanza tipologica dei primi quartieri IACP consente di operare secondo schemi ripetitivi e di utilizzare elementi di produzione industriale.

(¹²) Oltre all'ovvia soluzione dell'ascensore «ritagliato» in uno dei vani opposti alla scala adiacenti al pianerottolo, una soluzione interessante e realizzabile in molti quartieri è quella di anettere al vano scala, abbattendo il muro divisorio, uno dei due locali WC ad essa adiacenti; si ricava così uno spazio più ampio in cui sistemare il volume tecnico dell'ascensore e il suo disimpegno al piano.

(¹³) Il rifiuto del soffitto voltato, ricercato da altri tipi di utenza come soluzione migliore di quella del soffitto piano, è indice di una scarsa *cultura abitativa*, che identifica nelle caratteristiche della produzione corrente le proprie esigenze abitative. In questo senso la discussione con l'utenza delle opere di ristrutturazione può costituire momento di verifica dei modelli abitativi.

(¹⁴) I quartieri 1908-1912 sono stati dotati di impianti singoli a metano nel corso delle ristrutturazioni; gli altri quartieri costruiti negli anni Venti sono stati dotati di impianto centralizzato di riscaldamento negli anni '50-'60.

Per i dati relativi ai consumi energetici del patrimonio IACP nella regione piemontese, cfr.: E. Tamagno - F. Barrera - D. Frè, «Contenimento dei consumi energetici negli edifici esistenti. Il patrimonio degli IACP piemontesi», in: Regione Piemonte, Politecnico di Torino, *Sistemi integrati di produzione e utilizzazione dell'energia nell'area piemontese - Risparmio di Energia nella Climatizzazione degli Edifici (R.E.C.E.)*, Torino, 1981.

(¹⁵) Il rendimento di un generatore unico è probabilmente superiore alla somma dei rendimenti delle centraline singole, su questo tema sarebbe opportuno uno studio specifico, comprendente anche un'indagine sui consumi effettivi degli impianti installati.

(¹⁶) L'intervento corretto, nella scelta del riscaldamento individuale, sarebbe di attrezzare ciascun alloggio per un funzionamento autonomo, con isolamento di tutte le pareti (orizzontali e verticali) confinanti con altri alloggi; sono evidenti le difficoltà tecniche e gli oneri economici di tale operazione.

(¹⁷) Cfr.: M. Filippi - M. Bo - M. Massa, «Isolamento termico degli edifici esistenti. Analisi energetica ed economica per alcuni quartieri IACP di Torino», in: *Energie Alternative HTE*, anno 2, n. 7, settembre-ottobre 1980.

(¹⁸) Ripartizione VIII - LL.PP. - Edilizia Privata
Nuove norme da introdurre nel regolamento edilizio
Articolo 49/bis

In deroga a quanto prescritto dal 3° comma dell'art. 49, in tutto il territorio comunale, fatta eccezione per la zona centrale quale delimitata dall'art. 1 allegato B del Regolamento Edilizio a ponente della Ferrovia di Milano, a notte degli assi dei corsi Regina Margherita e San Maurizio, a levante dal fiume Po, a giorno dagli assi delle vie San Pio Quinto e Magenta, comprendente inoltre gli isolati situati tra la via

Nizza e Saluzzo dalla via San Pio Quinto al corso Marconi e quelli situati tra le vie Sacchi e Giovanni Camerana, dalla via Magenta alla via Legnano e tra la via Sacchi e la via San Secondo dalla via Legnano al corso Sommeiller, sono ammesse in corrispondenza delle finestre o delle porte finestre di locali adibiti a civile abitazione, verande realizzate mediante chiusura con pareti vetrate lisce e trasparenti di logge o balconi, purché vengano rispettate le seguenti condizioni:

- 1) - La superficie finestrata di ciascun locale interno apribile sulla veranda non sia inferiore a 1/8 della superficie del pavimento del locale stesso e la superficie finestrata della veranda apribile verso l'esterno non sia inferiore a 1/8 della somma delle superfici dei pavimenti della veranda e di tutti i locali apribili sulla medesima, senza però tener conto dei locali che a norma dell'art. 49 non debbono fruire necessariamente di illuminazione ed aerazione naturale diretta e detraendo dalla superficie dei pavimenti dei locali la quota parte di essa pari a 8 volte la superficie di altre aperture dirette all'esterno eventualmente ivi esistenti;
- 2) - la superficie del pavimento della veranda sia inferiore a mq 9;
- 3) - i serramenti esterni di chiusura delle verande non abbiano battenti apribili verso l'esterno;
- 4) - le cucine o i locali con posto di cottura che si aprono sulle verande siano muniti di un adeguato impianto di aspirazione forzata sui fornelli con scarico diretto all'esterno;
- 5) - i servizi igienici che si aprono sulla veranda siano muniti di un adeguato impianto di aspirazione forzata con scarico diretto all'esterno e non vi siano installati apparecchi a fiamma libera;
- 6) - non vengano eliminate le chiusure interposte tra la veranda e i locali interni che su essa si affacciano;
- 7) - non vengano installati nella veranda corpi od apparecchi riscaldanti di qualsiasi tipo, apparecchi igienico-sanitari, impianti di cucine e altre apparecchiature od arredi atti a mutare le caratteristiche di volume tecnico accessorio a servizio dell'unità immobiliare interessata; sfiumi di focolari dovranno sboccare direttamente all'esterno secondo le norme vigenti;
- 8) - qualora siano presenti all'interno della veranda tubazioni di distribuzione del gas a monte dei misuratori o i misuratori stessi, la veranda sia resa direttamente e permanentemente comunicante con l'esterno mediante un'apertura priva di vetro situata nella parte superiore ed avente superficie non inferiore a 1/30 della superficie del pavimento della veranda con un minimo di mq 0,2. Tubazioni e misuratore potranno anche essere collocati in un settore della veranda separato dalla restante parte con apposita parete divisoria, purché esso sia ventilato con le stesse modalità di cui al precedente comma e reso accessibile per l'ispezione mediante porta a tenuta.

Ove siano rispettate tutte le condizioni di cui sopra, e sempre al di fuori della zona centrale come sopra definita, la superficie delle verande non costituisce superficie abitabile e quindi la loro realizzazione non determina né aumento della superficie utile né della cubatura del fabbricato agli effetti dell'applicazione della normativa urbanistico-edilizia.

In caso di compresenza di più verande sul medesimo frontespizio di un edificio potrà essere richiesta dal Comune una soluzione architettonica unitaria.

La formazione delle verande può essere autorizzata di norma, nel rispetto delle condizioni sopracitate, solo nei casi di affaccio verso cortile o spazi privati.

Le norme di Regolamento Edilizio e del Regolamento d'Igiene, per la parte in contrasto con quelle del presente articolo, si intendono abrogate.

(¹⁹) Il problema delle logge sulla facciata nord (M. Filippi).

Vari motivi hanno condotto nel tempo alla chiusura delle logge esistenti sulla facciata nord del fabbricato da parte degli abitanti delle unità immobiliari. Attualmente buona parte di dette logge sono chiuse con superfici vetrate sostenute da telai in ferro o alluminio oppure, più semplicemente, sono protette mediante teli in materiale plastico.

Poiché fra le logge corrono i vani di collegamento verticale, non riscaldati, una ipotesi di rinforzo dell'isolamento termico dall'esterno delle pareti perimetrali rivolte verso nord è una ipotesi che può essere attuata attraverso due soluzioni:

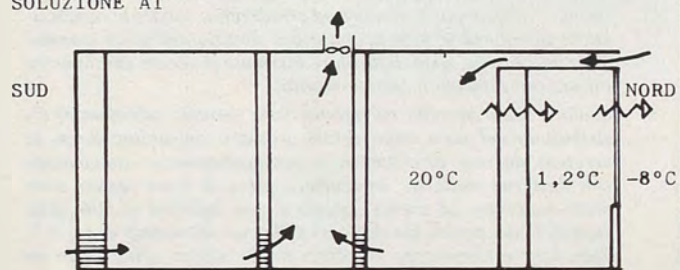
A - chiusura delle logge mediante superfici vetrate apribili e creazione di locali «filtro» (verande), non riscaldati;

B - coibentazione delle pareti opache e delle pareti vetrate.

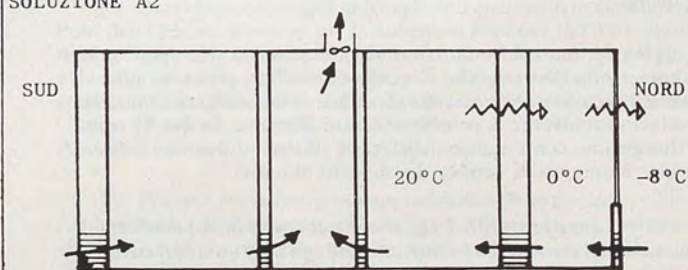
Particolare interesse suscita la soluzione A, in quanto essa riguarda il risanamento di una situazione di abusivismo edilizio molto diffusa.

	SITUAZIONE ATTUALE	SOLUZIONE A1	SOLUZIONE A2
DISPERSIONI TERMICHE (W)			
Facciata NORD	196.530	145.010	151.730
Altre superfici disperdenti	705.270	705.270	705.270
Eterogeneità	67.750	67.750	67.750
	969.550	918.030 (-5,4%)	924.750 (-4,7%)
CALORE DI VENTILAZIONE (W) (Condizioni di progetto)			
	NATURALE 0,65 Volamb/h	MECCANICA CONTROLLATA 0,65 Volamb/h	MECCANICA CONTROLLATA 0,65 Volamb/h
Da facciata NORD	76.800	76.800	54.860
Da altre facciate	108.520	108.520	108.520
	185.320	185.320	163.380 (-12%)
FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO (W) (Condizioni di progetto)			
	1.154.870	1.103.350 (-4,5%)	1.088.130 (-5,8%)

SOLUZIONE A1



SOLUZIONE A2



Certamente vi sono, in questo caso, perplessità in ordine alla ventilazione dei locali retrostante le logge chiuse ed in ordine alla ricezione delle radiazioni solari in detti locali.

Analizzando il problema soltanto sotto gli aspetti della protezione termica e della ventilazione si possono proporre le due schematizzazioni (A_1 e A_2).

Come si può vedere da quanto riportato nella figura stessa, in ambedue i casi è prevista la ventilazione meccanica controllata delle unità immobiliari, in sostituzione della ventilazione naturale, e la soluzione A_2 risulta più efficace per quanto riguarda il contenimento delle dispersioni termiche.

(²⁰) Per il 15° quartiere è stato riscontrato un elevato stato di degrado dei telai fissi dei serramenti e delle persiane soprattutto nelle facciate verso strada, non protette come in altri quartieri da elementi decorativo-funzionali, quali i timpani superiori, né dalle logge come i serramenti verso cortile.

(²¹) D'altra parte tale eccesso di superficie è difficilmente utilizzabile e compensa la minore altezza di soffitto. Una migliore utilizzazione degli spazi potrebbe essere ottenuta con un adeguato arredo fisso, la cui organizzazione potrebbe essere prevista o suggerita dall'Istituto.

Note generali su alcuni problemi tecnologici connessi con i provvedimenti volti al risparmio energetico

Nell'ambito della convenzione di ricerca fra l'Istituto Autonomo Case Popolari di Torino ed il Politecnico sul tema «Isolamento termico degli edifici esistenti: analisi energetica ed economica del 15° quartiere IACP in Torino» si esaminano alcuni aspetti tecnologici.

In termini molto sintetici la sequenza logica adottata, è stata la seguente: assunte le indicazioni progettuali della ristrutturazione e le indicazioni di carenze dello stato di fatto fornite dal gruppo di lavoro «fisico-tecnico», si è operato sulla proposta di intervento prefigurata con attenzione in particolare agli aspetti tecnologici.

Questa elaborazione ritornata al gruppo di lavoro «fisico-tecnico» ha potuto essere riverificata, anche in termini quantificati, rispetto alle ipotesi di intervento.

Queste operazioni, appena accennate, si collocano all'interno di una procedura che in termini più ampi si può descrivere nelle fasi seguenti:

Esame dell'esistente.

lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle parti;

definizione dei livelli prestazionali delle parti (e in questo caso in particolare gli aspetti fisico-tecnici);
esame dello stato di conservazione;

correzione dei livelli prestazionali in relazione allo stato di conservazione.

Individuazione delle carenze.

individuazione delle carenze tecnologiche delle parti;

quantificazione delle carenze fisico-tecniche dell'insieme;

quantificazione delle carenze fisico-tecniche delle parti.

Integrazione dei livelli prestazionali.

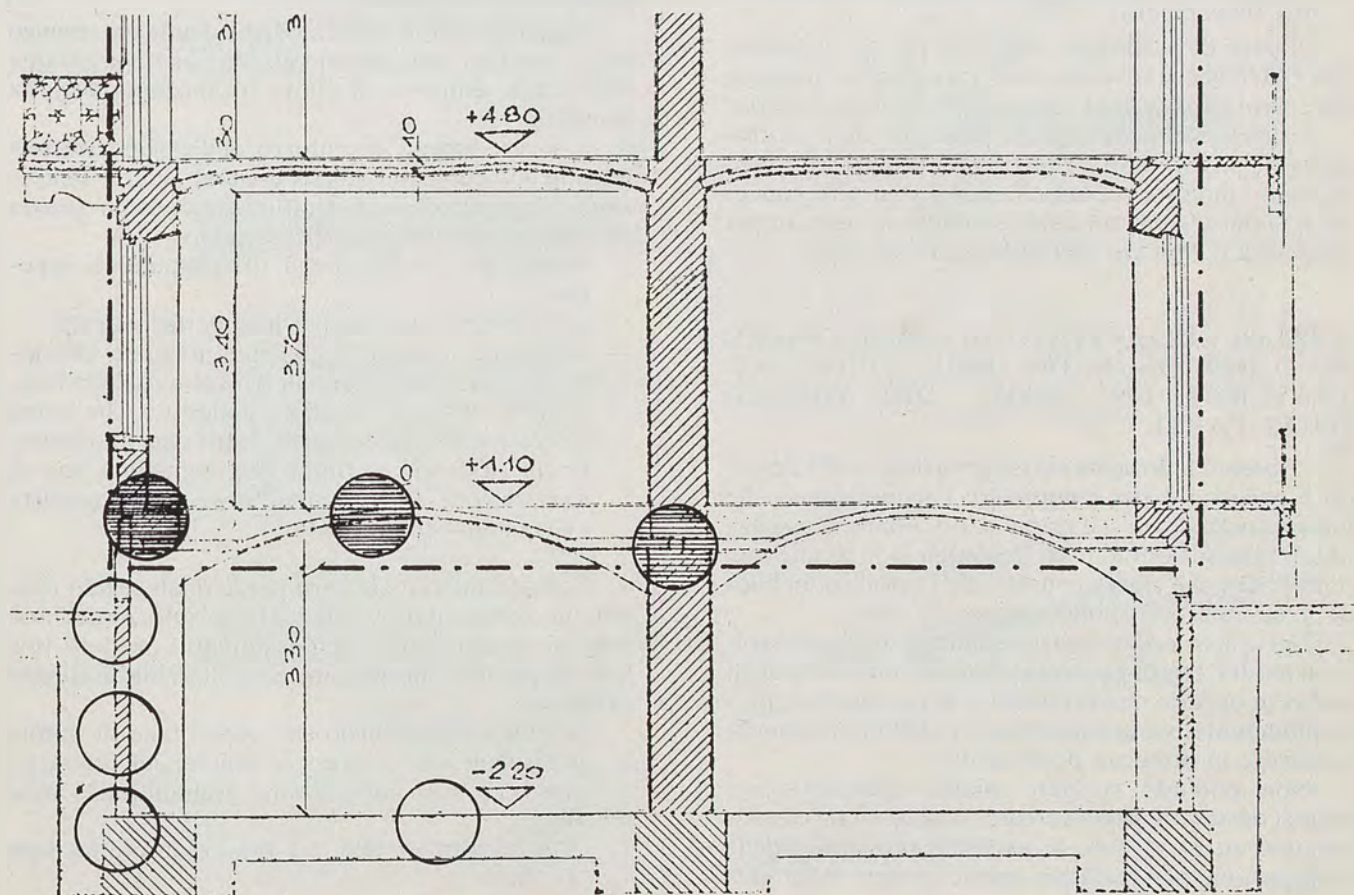
esame dei prodotti disponibili per l'isolamento termico;

collocazione dei prodotti nella preesistenza.

ANALISI DEL PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO

Analisi dell'edificio e scomposizione in sottosistemi edilizi caratterizzati dal ruolo funzionale specifico al fine di evidenziare il loro comportamento in servizio.

Si riporta una porzione di sezione di un edificio scomposto nelle sue parti e connessioni e, nel caso, se ne esamina una interessante per la caratterizzazione energetica.



Della parte rappresentata se ne dà anche una descrizione attraverso una ulteriore scomposizione in materiali, semilavorati.

2	2.2.1.	imposta di volta a..... (da verificarne la tipologia) del locale cantina, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.) con sovrastante riempimento (spes- sore 0,25 mt.) e pavimento allo estradosso, (da verificare pre- senza e spessore di intonaco all'intradosso).
1		apertura nell'involucro (da ve- rificare se dotata di grata).
1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,25 mt.) con in- tonaco sulle due facce (spes- sore 0,02 mt.).

Questo modo di descrivere la porzione di edificio che si esamina:

- in termini riferiti al ruolo funzionale consente di esaminare e poi confrontare direttamente situazioni anche diverse;
- confronto che non sarebbe possibile, così diretto, se tra soluzioni tecnologiche diverse;
- in termini riferiti allo stato di conservazione, di cui si dirà di seguito, consente di avere un elenco dettagliato rispetto il quale fare le osservazioni del rilevamento.

E pare di particolare interesse per gli interlocutori IACP che si trovano a lavorare proprio in queste situazioni di soluzioni tecnologiche sempre diverse.

La descrizione dettagliata delle parti della costruzione ci consentirà di elencare tutte le parti costituenti quanto in esame e, quindi, di avere un riferimento preciso del tessuto sul quale si andrà ad operare per realizzare il rinforzo dell'isolamento termico.

ANALISI DELLO STATO DI CONSERVAZIONE O DEL DEGRADO DEGLI EDIFICI ATTRAVERSO UN ESAME DETTAGLIATO DELLE PARTI.

L'esame dello stato di conservazione o del degrado è necessario per completare l'acquisizione delle informazioni di cui si è prima detto, infatti in assenza di tali precisazioni le parti dell'edificio in esame non potrebbero che essere considerate in condizioni buone, e ciò non corrisponde sempre al vero.

Nel caso specifico questo esame potrà essere svolto in modi e tempi particolari date le condizioni degli edifici in oggetto che presentano al loro interno, presumibilmente, variazioni minute e dell'intervento da realizzare in presenza degli utenti.

Non potendo svolgere questa operazione nel modo consueto si potrà cercare di mantenerla costantemente attiva in tutte le parti del progetto e della realizzazione per verificare quelle compatibilità ulti-

me che non si possono più definire né tecnologiche né fisico-tecniche ma che sono sostanzialmente legate allo stato di conservazione.

Questa attenzione, qui esposta in termini generali, nella realtà specifica potrà essere meno importante di quanto qui appena detto, ma si desidera da un lato non tralasciare un passo logico, irrinunciabile, della procedura del riuso e dall'altro indicare un riferimento costante di natura diversa dagli altri (rilievo esistente, analisi fisico-tecnica, analisi tecnologica costruttiva).

INDIVIDUAZIONE DELLE PARTI DELL'EDIFICIO CHE DOVRANNO ESSERE INTERESSATE DALL'INTERVENTO DI RINFORZO DELL'ISOLAMENTO TERMICO.

A seguito della diagnosi energetica del fabbricato esistente e delle dispersioni termiche attraverso l'involucro sono state definite le incidenze percentuali sulle dispersioni termiche e precisamente:

1. chiusure verticali opache fisse $29\% + 12\% = 41\%$;
2. chiusure verticali trasparenti fisse e mobili 23% ;
3. chiusure orizzontali opache fisse $24\% + 9\% = 33\%$ (le percentuali sono relative alle dispersioni).

Le parti che potranno essere oggetto del rinforzo dell'isolamento termico sono:

- | | |
|------------------------------------|-----|
| pareti perimetrali | (1) |
| orizzontamenti superiori | (3) |
| superfici vetrate | (2) |
| pareti verso locali non riscaldati | (1) |
| orizzontamenti inferiori | (3) |

Aggiungendo al rinforzo dell'isolamento termico delle superfici disperdenti esistenti la realizzazione delle unità abitative, di nuova formazione, negli ex stenditoi.

I provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico in accordo con i vincoli esistenti, con le indicazioni di progetto della ristrutturazione, e con quanto previsto in termini energetici saranno:

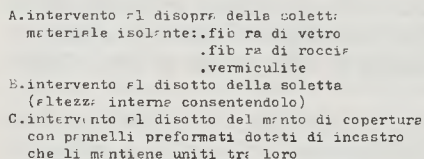
- isolamento termico degli orizzontamenti superiori;
- uso di vetri a camera per le superfici vetrate;
- isolamento termico degli orizzontamenti inferiori, oltre la realizzazione dell'involucro delle nuove unità abitative, locali ex stenditoio, che dovrà essere soddisfacente anche sotto questo aspetto. E nel caso non si tratta di integrazione ma di realizzazione nuova, quindi deve essere prevista «adeguata» sin dall'inizio.

Considerate tutte le parti per le quali è stato ritenuto necessario il provvedimento di rinforzo dell'isolamento termico sono stati esaminati i prodotti isolanti disponibili sul mercato ed utilizzabili in queste situazioni.

Le porzioni di edificio che necessitano di rinforzo dell'isolamento termico complete dell'intervento stesso le possiamo trovare esemplificate nelle schede:

1. isolamento termico del solaio sottotetto, non praticabile;

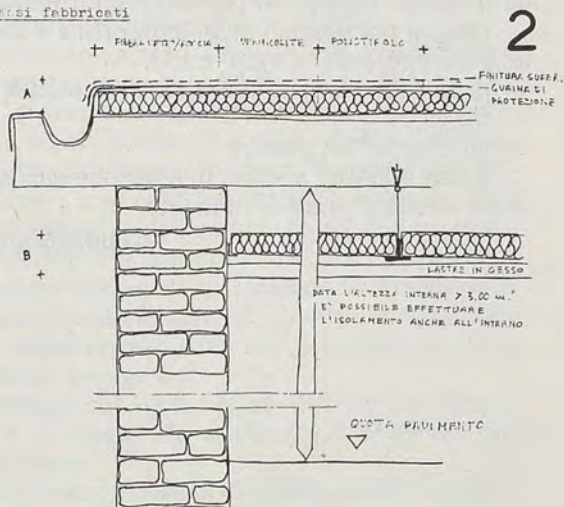
- Isolamento termico del solaio sottotetto, non praticabile



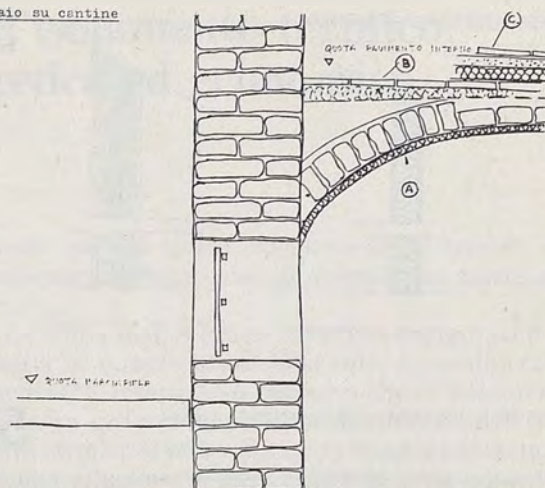
Tra le diverse articolazioni possibili dell'intervento per il rinforzo dell'isola, entro termini i criteri di scelta in relazione:

- .alle caratteristiche costruttive
- .allo stato di conservazione ed alla priorità d'intervento
- .alla destinazione d'uso

Coperture bassi fabbricati



- Solaio su cantine

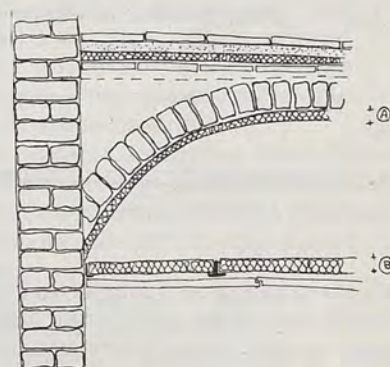


- A. intervento al disotto del solaio su cantine nel caso di mantenimento della pavimentazione o della copertura con altra pavimentazione relazione: isolante-tubazioni
isolante stato di conservazione solaio
materiale isolante: fibre minerali con legante inorganico 'a spruzzo'.

C.intervento al disopra del pavimento, altezza interna e preesistenza consentendolo: implicita la riduzione di portata a causa aumento peso proprio.

Per le soluzioni nelle quali si applica un materiale che deve essere spruzzato precisare le condizioni richieste per garantire adeguato ancoraggio e mantenimento nel tempo anche in relazione allo stato di conservazione, alla natura del supporto, a tracce di umidità presente e passata. Considerare anche la finitura che se molto irregolare e corrugata può presentare difficoltà di manutenzione-pulizia.

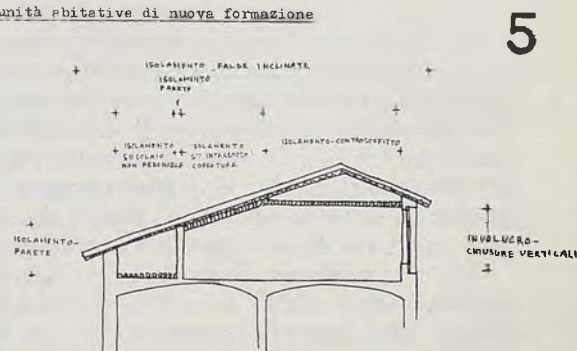
Solzio su androne



- A.intervento al disotto d l solaio su androne con fib re minerali 'spruzzate'
B.intervento al disotto del solaio su androne con fib re di:vetro,roccia, o
con polistirolo.
C.intervento al disopra del pavimento

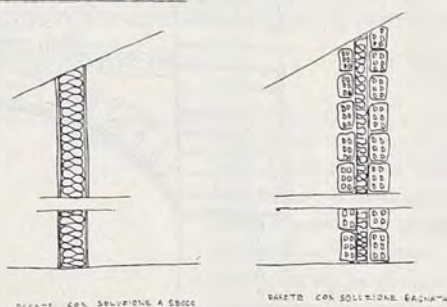
Per la soluzione contrassegnata con A. vedere quanto scritto nella scheda n.3

Isolamento unità abitative di nuova formazione



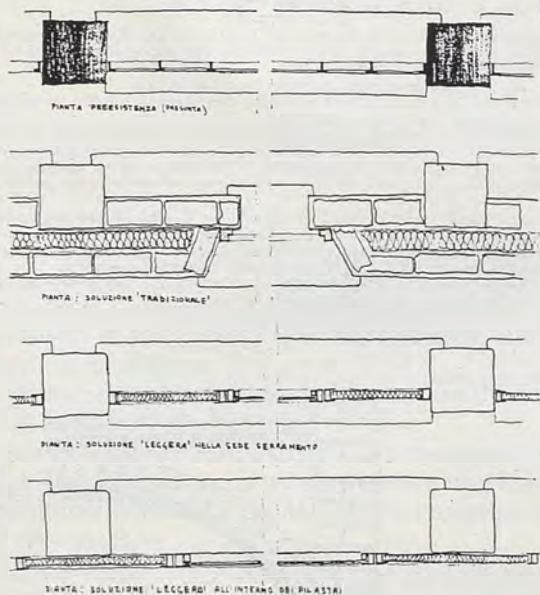
ATTI E RASSEGNA TECNICA DELLA SOCIETÀ INGEGNERI E ARCHITETTI IN TORINO - N. SERIE - A. 36 - N. 1 - GENNAIO 1982

Isolamento parete verticale interna



5₁

Realizzazione e isolamento parete verticale esterna



5₂

Nell'esaminare questi interventi dal punto di vista tecnologico sono state considerate anche articolazioni diverse, di uno stesso intervento, in relazione:

- alla scelta del prodotto isolante;
- alle caratteristiche ed alle condizioni di conservazione della preesistenza;
- alle modalità di esecuzione dei lavori (in presenza di utenza, in assenza di questa, con locali liberi od occupati);

— agli altri lavori che devono essere eseguiti e con i quali questi possano entrare in relazione sia in senso positivo (condizioni facilitate) sia in senso negativo (condizioni rese più difficili).

L'analisi tecnologica delle parti interessate si configura come un repertorio di soluzioni possibili, e confrontabili tra loro sul piano dell'efficacia. Tra queste soluzioni può essere scelta la più opportuna in relazione alle condizioni specifiche, ai vincoli, agli obiettivi.

Nelle schede sono anche state annotate osservazioni minuziose, specifiche di alcune soluzioni possibili, in quanto anch'esse possono influenzare i criteri di scelta.

Ad esempio l'applicazione di un prodotto isolante, scheda n. 3, spruzzato sull'intradosso di volte, in relazione alla collocazione delle stesse, può dare o no alcuni problemi di finitura, prima, e di manutenzione poi e sempre all'interno di un intervento efficace sotto il profilo fisico-tecnico.

Un caso particolare è costituito dal «sottotetto» ex stenditoio per il quale è previsto l'utilizzo e l'intervento per renderlo abitabile (scheda 5, 5.1).

In particolare per la realizzazione della porzione di involucro le ipotizzate due soluzioni, leggera o tradizionale che saranno oggetto di scelta e di definizione in fase di progetto sono qui state esemplificate in termini «teorici» per completare la prefigurazione e quindi rendere possibile la valutazione di tutto l'edificio.

Per la soluzione «tradizionale» realizzazione di doppio muro con interposizione di materiale isolante per la parte opaca.

Per la soluzione «leggera» impiego di profilati metallici per facciate leggere in parte opache ed in parte trasparenti. Le parti opache saranno realizzate da un pannello multistrato costituito da elementi di protezione e finitura per l'esterno e per l'interno e da un prodotto isolante in posizione intermedia.

Questa porzione di involucro, opaca e trasparente, potrebbe andare a collocarsi:

- nella sede lasciata libera dal serramento esistente;
- all'interno dei pilastri.

L'una o l'altra, ancora, in relazione alle condizioni già elencate precedentemente.

Gianfranco Cavaglià

Interventi per il rinforzo dell'isolamento termico: analisi fisico-tecnica, energetica ed economica

1. SIGNIFICATO DEGLI INTERVENTI PER IL RINFORZO DELL'ISOLAMENTO TERMICO (1)

Il fenomeno del riuso del patrimonio edilizio esistente si configura in interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria oppure in veri e propri interventi di ristrutturazione fisica e funzionale e nel contesto di detti interventi sono in genere attuabili provvedimenti finalizzati al contenimento dei consumi energetici.

Il consumo energetico per riscaldamento invernale di un edificio dipende da molti parametri, tra i quali le condizioni climatiche esterne ed interne, le caratteristiche dell'involucro edilizio e del sistema impiantistico, il modello di utenza.

I provvedimenti con il più favorevole rapporto costo-benefici sono indubbiamente quelli di correzione delle condizioni climatiche interne e di modifica del modello di utenza, ma al di là di certi limiti connessi con le condizioni di benessere e con le modalità di occupazione delle residenze non è possibile andare. Devono pertanto essere presi in considerazione, soprattutto in occasione di interventi di ristrutturazione edilizia, provvedimenti aventi per oggetto la modifica delle caratteristiche sia dell'involucro edilizio che del sistema impiantistico (2).

Poiché, ai fini del risparmio energetico, la caratteristica di riferimento per l'involucro edilizio è il grado di isolamento termico, i suddetti provvedimenti si configurano, nel caso specifico, in opere di rinforzo dell'isolamento termico, cioè in opere di «riqualificazione energetica» dell'involucro edilizio.

Numerosi sono però i fattori che condizionano l'attuazione di provvedimenti di questo tipo, vi sono fattori di ordine sociale, architettonico, tecnologico, energetico ed economico. La disponibilità dell'utenza ad accettare disagi temporanei, l'architettura dell'edificio con i suoi caratteri storici e morfologici, la tipologia costruttiva dell'edificio con le sue caratteristiche strutturali e di finitura, l'efficacia energetica ed il costo degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico sono tutti elementi di giudizio che incidono in modo determinante sulle scelte progettuali di riqualificazione energetica.

Ciò implica che ogni edificio esistente costituisce un caso a sé stante, da analizzare e verificare con particolare cura.

Tralasciando gli aspetti di ordine sociale ed architettonico e concentrando l'attenzione sulle finalità di risparmio energetico, si può affermare che in un edificio esistente, prima di eseguire delle opere di rinforzo dell'isolamento termico, occorre sempre effettuare una diagnosi termica ed una stima dell'effettivo consumo energetico per riscaldamento ambientale.

La diagnosi termica è opportuna non soltanto per individuare le varie voci del bilancio energetico con la relativa incidenza, ma anche per verificare se l'in-

volucro assolve quelle funzioni di protezione dell'ambiente confinato che gli dovrebbero essere proprie (3).

La stima dell'effettivo consumo energetico è necessaria in quanto condiziona tutte le analisi costo-benefici (4). Infatti, se è pur vero che in sede di confronto fra differenti soluzioni di rinforzo dell'isolamento termico si può valutare l'efficacia energetica di ciascuna soluzione in termini di riduzione percentuale delle dispersioni termiche calcolate teoricamente, è anche vero che nel momento in cui si vuole confrontare il costo delle opere aggiuntive con il prevedibile risparmio sulle spese di combustibile occorre valutare l'effettiva incidenza delle dispersioni termiche sul consumo energetico per riscaldamento ambientale e quantificare detta incidenza in termini assoluti e non relativi.

Per meglio comprendere questa affermazione si può richiamare l'attenzione sul fatto che in una zona climatica più favorevole, caratterizzata cioè da un valore minore di gradi-giorno, il rapporto costo-benefici di un identico provvedimento di rinforzo dell'isolamento termico su un identico edificio risulta meno favorevole (medesimo costo, medesima percentuale di risparmio energetico, differente risparmio sulle spese di riscaldamento).

In merito all'efficacia energetica dei vari provvedimenti di coibentazione è poi opportuno sottolineare che essa dipende essenzialmente da due fattori:

- il grado di isolamento termico originario dell'edificio esistente;
- il tipo di provvedimento di rinforzo dell'isolamento termico e la sua estensione.

Per quanto riguarda il primo punto si evidenzia che il guadagno ottenibile con l'aggiunta di una resistenza termica addizionale di valore definito è variabile a seconda che l'edificio sia originariamente ben coibentato o mal coibentato; rinforzare l'isolamento termico di un edificio già sufficientemente coibentato può risultare una operazione sconsigliata perché l'efficacia dell'intervento è minima.

Per quanto riguarda invece l'efficacia di tipi di provvedimenti differenti con estensioni differenti, si evidenzia che non sempre quelli caratterizzati da una maggiore resistenza termica unitaria addizionale o da una maggiore estensione superficiale garantiscono i risultati energeticamente ottimali; il guadagno ottenibile dipende infatti dall'incidenza delle dispersioni termiche provocate dall'elemento di involucro interessato rispetto al totale delle dispersioni.

In altre parole tutto ciò significa che l'efficacia energetica dei provvedimenti dipende dalla «qualità energetica» dell'edificio su cui si interviene e quindi la preliminare operazione di diagnosi termica dell'edificio è non solo opportuna, ma necessaria ogni qualvolta si vogliano effettuare scelte progettuali concrete.

Un'ultima osservazione riguarda poi il problema della scelta dei provvedimenti economicamente più convenienti fra quelli adottabili, cioè dei provvedimenti che presentano un più favorevole rapporto costo-benefici. In numerosi casi la varietà delle soluzioni tecnologiche adottabili, fra loro differenti per tipo e per estensione, richiede una onerosa verifica iterativa di tutte le possibili combinazioni; detta verifica può essere rapidamente effettuata con l'ausilio di un programma di calcolo automatico che, eseguite le opportune calcolazioni, ordini le varie combinazioni per ordine non solo di efficacia energetica, ma anche di convenienza economica.

2. DIAGNOSI TERMICA DEL FABBRICATO ESISTENTE

Per valutare l'incidenza dei provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico attuabili sul fabbricato esistente, nell'ambito della prevista operazione di ristrutturazione edilizia, è stata effettuata una indagine preliminare finalizzata alla determinazione del consumo energetico della installazione ed alla individuazione degli elementi di involucro più «deboli» ai fini della protezione termica.

La diagnosi termica è stata compiuta con l'ausilio di schede sulle quali sono stati riportati i dati caratteristici dell'edificio ed i risultati dell'analisi fisico-terica ed energetica ⁽⁵⁾.

2.1. Dati caratteristici del sistema edificio-impianto

L'edificio esistente presenta un volume lordo riscaldato pari a circa 38.000 m³ ed una superficie disperdente pari a circa 16.300 m².

Il rapporto di forma (S/V) è pari a 0,43 ed è relativamente elevato per una costruzione di questo tipo, ciò a causa dell'elevato numero di corpi scala non riscaldati.

L'impianto di riscaldamento è del tipo centralizzato ad acqua calda con colonne montanti e radiatori in ghisa. La fonte energetica impiegata è il gasolio.

Il volume netto riscaldato, così come calcolato dalla Impresa che ha in gestione l'impianto di riscaldamento, è pari a 29.120 m³ e negli ultimi tre anni il consumo di combustibile dichiarato è variato fra un valore massimo di 198.000 litri (stagione 1978-1979) ed un valore minimo di 179.000 litri di gasolio (stagione 1979-1980).

Nell'ultimo periodo di gestione (1980-1981) il costo del riscaldamento è risultato pari a L. 2.300 per metro cubo netto riscaldato.

Nei sopralluoghi effettuati allo scopo di esaminare qualitativamente lo stato dell'involucro edilizio ed individuare le carenze prestazionali degli elementi dell'involucro stesso, sono stati evidenziati in particolare i seguenti problemi:

- macchie di umidità ed intonaci degradati sulle pareti dei vani scala;
- evidenti dissesti dei pavimenti di alcuni alloggi;
- cattiva tenuta della maggior parte dei serramenti (sostanzialmente causata dall'incurvamento dei telai);
- condensa superficiale e, conseguentemente, muffe sull'intradosso dei solai di copertura con parti-

colare evidenza per i locali adibiti ad uso servizi e per i locali dei bassi fabbricati.

Per quanto riguarda l'impianto di riscaldamento si è constatato in particolare il cattivo stato dei generatori di calore e dell'isolamento termico della rete di distribuzione del fluido termovettore.

2.2. Analisi fisico-tecnica dei componenti edilizi: trasmittanza termica, inerzia termica, comportamento termo-igrometrico

Sono stati esaminati in dettaglio tutti i componenti dell'involucro edilizio mediante schede del tipo di quella illustrata in fig. 1, verificando in particolare i dati relativi al comportamento termo-igrometrico in regime termico stazionario e variabile.

In tab. 1 sono riportati, per ciascun componente dell'involucro, i valori della trasmittanza termica unitaria K, che costituisce il parametro di riferimento per la verifica del comportamento termico in regime stazionario. Utilizzando detti valori è stata calcolata la temperatura della superficie interna di ciascun componente al fine di verificare l'eventuale esistenza sia di fenomeni di condensazione superficiale sia di situazioni di disagio termico per «pareti fredde».

In tab. 1 sono pure riportati i dati relativi alla massa frontale ed alla costante di tempo termica (TTC) di ciascun componente in quanto detti parametri consentono di valutare la risposta termica dell'elemento di involucro quando esso è soggetto a condizioni di regime termico variabile.

Sempre in tab. 1 sono infine riportati gli esiti dell'analisi igrotermica compiuta con il metodo di Glaser ⁽⁶⁾, nell'ipotesi di una temperatura dell'aria interna pari a 20° C con umidità relativa 50% e di una temperatura dell'aria esterna pari a - 8° C con umidità relativa 80% (fanno eccezione i vani scala considerati a 0° C con umidità relativa 60% e le cantine considerate a - 4,7° C con umidità relativa 80%).

L'analisi dei dati relativi alla trasmittanza termica unitaria K evidenzia come ad elevati valori di trasmittanza corrispondono temperature di parete relativamente basse. Questa situazione può dare luogo, come già detto in precedenza, a fenomeni negativi quali la condensazione superficiale sulla superficie interna delle pareti ed il disagio termico per pareti fredde.

Poiché è d'uso considerare, ai fini della condensazione superficiale, un valore minimo ammissibile di temperatura superficiale interna pari a 14° C (ambiente a 20° C con umidità relativa pari al 70%), si registrano condizioni critiche in corrispondenza delle pareti sotto finestra e dei solai verso sottotetto e costituenti la copertura piana. Per quanto riguarda in particolare i suddetti solai il fenomeno di condensazione superficiale risulterebbe confermato dalla presenza di muffe già rilevata nei locali servizi degli ultimi piani in occasione dei sopralluoghi effettuati.

Inoltre è da sottolineare che il basso valore di temperatura superficiale interna registrato in corrispondenza degli orizzontamenti superiori ed inferiori (su cantine) comporta molto probabilmente una situazione di disagio termico per gli occupanti i locali interessati. In base alla letteratura francese la temperatura superficiale dei pavimenti non dovrebbe infatti essere inferiore a 17° C ⁽⁷⁾.

Tab. 1 - Analisi fisico-tecnica dei componenti edilizi esistenti

Elemento di involucro		Trasmittanza termica unit. (W/m ² °C)	Massa frontale (kg/m ²)	Costante di tempo termica TTC (ore)	Temperatura superficiale interna (°C)	Presenza di condensa nella massa
— Parete perimetrale						
spessore (cm)	70	1,02	1463	148	16,5	NEG.
	60	1,14	1263	112	16	NEG.
	50	1,32	1063	81	15,4	NEG.
— Parete perimetrale piano rialzato						
spessore (cm)	60	1,35	1027	75	15,3	NEG.
	40	1,59	827	51	14,5	NEG.
	30	1,93	627	31	13,3	NEG.
— Parete sottofinestra						
spessore (cm)	25	2,04	563	26	12,9	NEG.
— Parete su vano scala						
spessore (cm)	50	1,18	1054	100	17,1	NEG.
	25	1,75	554	36	15,6	NEG.
— Solaio su cantine		1,63	320	16	13,1	NEG.
— Solaio verso sottotetto		4,21	147	3	7,4	POS.
— Solaio verso stenditoi		2,07	347	17	13,8	NEG.
— Copertura piana		2,99	230	8	11	POS.

L'analisi dei dati relativi alla massa frontale ed alla costante di tempo termica consente di affermare che l'edificio ha complessivamente un buon valore di inerzia termica e che quindi risponde bene alle sollecitazioni termiche variabili tipiche del periodo estivo.

Qualche perplessità sussiste però al riguardo del comportamento termico degli orizzontamenti che, soprattutto a causa dell'elevato valore di trasmittanza termica unitaria, presentano valori della costante di tempo termica decisamente bassi. Evidentemente la ridotta inerzia termica non è particolarmente negativa per i solai che danno verso locali non riscaldati, quali le cantine, i sottotetti e gli stenditoi, ma è sicuramente negativa per la copertura piana che è soggetta all'irraggiamento solare diretto ed al di sotto della quale trovano collocazione alcune unità immobiliari.

Per quanto riguarda i risultati dell'analisi igrotermica essi sono sostanzialmente positivi; appare critica soltanto la situazione della copertura piana che, presentando un manto impermeabilizzante sul lato esterno, impedisce una regolare diffusione del vapore acqueo dall'ambiente interno all'ambiente esterno. Ciò giustifica la presenza di macchie di umidità e di muffe già rilevata nel corso dei sopralluoghi compiuti sulla superficie di intradosso dei solai costituenti detta copertura piana.

2.3. Analisi energetica dell'edificio: dispersioni termiche attraverso l'involucro e calore di ventilazione

A partire dai dati di trasmittanza termica unitaria riportati in tab. 1 sono state calcolate, con metodo tradizionale (UNI-CTI 7357), le dispersioni termiche attraverso l'involucro con riferimento alle superfici esterne. Successivamente sono state calcolate le dispersioni termiche connesse con la presenza di eterogeneità dimensionali e strutturali (ponti termici) ed è stato valutato il fabbisogno termico associato alla ventilazione naturale dei locali.

I risultati delle suddette valutazioni e calcolazioni sono riassunti nella scheda di fig. 2.

A margine va annotato che, pur essendo riferiti all'unità di tempo, i valori relativi alle dispersioni termiche ed al calore di ventilazione riportati in detta scheda devono intendersi come valori medi stagionali utili per la stima del consumo energetico con il metodo dei gradi-giorno e non come valori massimi di progetto utili per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento ambientale ⁽⁸⁾.

L'incidenza sul consumo energetico sia delle eterogeneità sia della ventilazione è, nel caso specifico, limitata (6% e 10%) e non merita una particolare attenzione anche perché i possibili interventi non modificherebbero sostanzialmente detta incidenza.

S 86

Fig. 1 - Scheda tipo per componenti edilizi (continua).

- (1) **MASSA FRONTALE** — massa totale per unità di superficie frontale.
Per una parete composta da N strati

$$MF = \sum_{i=1}^N \rho_i \cdot s_i \quad /kg/m^2/$$

- (2) **CAPACITA' TERMICA FRONTALE** — energia termica immagazzinata nella parete per ogni grado di aumento della sua temperatura media, riferita alla superficie frontale della parete stessa.
Per una parete composta da N strati

$$CF = \sum_{i=1}^N \rho_i \cdot s_i \cdot cp_i \quad /kJ/m^2 \text{ } ^\circ C/$$

- (3) **COSTANTE DI TEMPO TERMICA** — rapporto fra l'energia termica immagazzinata nella parete, per ogni grado di aumento della sua temperatura media, Q_a ed il flusso termico trasmesso per una differenza unitaria di temperatura K^* , ambedue riferiti alla superficie frontale della parete stessa.
Per una parete composta da N strati

$$TTC = \sum_{i=1}^N \frac{Q_{a_i}}{K_i^*} \quad /ore/$$

dove $Q_{a_i} = \rho_i \cdot s_i \cdot cp_i \quad /kJ/m^2 \text{ } ^\circ C/$

Per quanto riguarda K_i^* , se si sceglie come ordine di successione degli strati quello esterno—interno, K_i^* rappresenta il flusso che passa fino alla sezione mediana dello strato i -esimo, per cui:

$$\frac{1}{K_i^*} = \left[\frac{1}{\alpha_e} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_{i-1}}{\lambda_{i-1}} + \frac{1}{2} \frac{s_i}{\lambda_i} \right] \quad /m^2 \text{ } ^\circ C/W/$$

N.B. — Per il reperimento dei valori della conduttività termica λ relativa ai vari materiali e delle adduttanze α_i e α_e confrontare la norma UNI-CTI 7357-74 "Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici" con il relativo aggiornamento

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO	SCHEDA 11/.....1.....		
<i>Dispersioni involucro</i>	$\Sigma QD = 901.800$	84 %/		
<i>Dispersioni eterogeneità</i>	$\Sigma QE = 67.750$	6 %/		
<i>Calore di ventilazione</i>	$\Sigma QV = 105.380$	10 %/		
<i>Fabbisogno termico</i>	$Q = \Sigma QD + \Sigma QE + \Sigma QV$	1074930 W		
<i>Coefficiente volumico di dispersione termica</i>	$Cd = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{V \cdot \Delta t}$	0,91 W/m ³ °C		
<i>Coefficiente volumico di ventilazione</i>	$Cv = \frac{\Sigma QV}{V \cdot \Delta t}$	0,10 W/m ³ °C		
<i>Coefficiente volumico globale</i>	$Cg = Cd + Cv$	1,01 W/m ³ °C		
<i>Trasmittanza termica unitaria media</i>	$Km = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{S \cdot \Delta t}$	2,12 W/m ² °C		
<i>Coefficiente volumico di dispersione termica ammissibile (1)</i>	$Cd^* =$	0,52 W/m ³ °C/		
<i>Dispersione termica relativa</i>	$RCD = \frac{Cd}{Cd^*}$	1,75		
DETTAGLIO DEL FABBISOGNO TERMICO PER DISPERSIONI				
ELEMENTO DI INVOLUCRO	S_i (m ²)	S_i (%)	QD (W)	QD (%)
<i>Pareti perimetrali</i>		43,8		29,4
<i>Pareti sotto finestra</i>				
<i>Cassonetti</i>				
<i>Superfici vetrate</i>		8,3		23,2
<i>Pareti verso vani non riscaldati</i> (scale e magazzino)		20,6		12,3
<i>Coperture</i>		2,2		2
<i>Solai di sottotetto</i>		12,3		23,8
<i>Solai verso locali non riscaldati</i> (cantine e passaggio carraiolo)		12,8		9,3
<i>Solai verso esterno</i>				
Totale		100%		100%
(1) cfr. legge 373/76				

Fig. 2 - Scheda tipo per analisi energetica (edificio originario).

Per quanto riguarda invece le dispersioni termiche attraverso l'involucro, esse sono rilevanti se confrontate con quelle ammissibili (secondo la legge 373/76) per un edificio di nuova costruzione avente lo stesso rapporto di forma e collocato nella stessa zona climatica.

Si rileva che la dispersione termica relativa (RCD) ha un valore pari a 1,75 e che la trasmittanza termica unitaria media è pari a $2,12 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ e, esaminando in dettaglio le incidenze percentuali sulle dispersioni termiche dei singoli insiemi omogenei di elementi di involucro, si evidenziano in ordine di importanza le seguenti incidenze:

- pareti perimetrali (44% della superficie disperdente, 29% delle dispersioni);
- solai di sottotetto (12%, 24%);
- superficie vetrate (8%, 23%);
- pareti verso scale e magazzino (21%, 12%);
- solai su cantine e passo carraio (13%, 9%).

Altri insiemi di elementi non incidono sulle dispersioni termiche in modo determinante.

3. PROPOSTE DI INTERVENTO

Nell'affrontare il problema del rinforzo dell'isolamento termico del fabbricato esistente occorre tener conto delle ipotesi di intervento edilizio previste nel progetto di ristrutturazione fisica e funzionale.

In detto progetto è fra l'altro previsto che gli orizzontamenti superiori, attualmente rivolti verso locali non riscaldati (ex-stenditoi), diventino solette di partizione orizzontale fra le attuali unità abitative collocate all'ultimo piano ed unità abitative di nuova formazione.

Dopo la costruzione di queste nuove unità, l'edificio presenterà un volume lordo riscaldato pari a circa 40.200 m^3 ed una superficie disperdente pari a circa 17.900 m^2 con un rapporto di forma pari a 0,44.

Si pongono quindi due distinti problemi, uno relativo all'isolamento termico delle unità abitative di nuova formazione ricavate negli ex-stenditoi ed uno relativo al vero e proprio rinforzo dell'isolamento termico delle superfici disperdenti esistenti. Le soluzioni tecnologiche adottabili per l'isolamento termico del fabbricato esistente e delle nuove unità abitative sono state esaminate in dettaglio, verificate dal punto di vista del comportamento termo-igrometrico in regime termico stazionario e variabile e proposte in base a considerazioni di ordine tecnologico, fisico-tecnico ed economico.

Qui di seguito sono riportate sinteticamente alcune delle suddette considerazioni e sono identificati gli interventi ritenuti preferibili dal gruppo di ricerca, interventi che sono stati successivamente oggetto di analisi energetica ed economica mediante un programma di calcolo automatico allo scopo predisposto.

3.1. *Analisi delle soluzioni tecnologiche adottabili. Isolamento termico del solaio di sottotetto non praticabile*

Sono possibili interventi diversi fra i quali l'inserimento di un materiale isolante al di sotto del manto di copertura oppure il ricoprimento dell'estradosso

della soletta oppure ancora l'impiego di una controsoffittatura coibente (⁹).

L'inserimento di un materiale isolante al di sotto del manto di copertura richiederebbe un intervento diretto sulla stessa ed una finitura del suo intradosso con impegno di manodopera e conseguenti elevati costi giustificabili solo nel caso in cui si decida, in sede di progettazione architettonica, la revisione totale del tetto oppure l'utilizzo di tutta la cubatura disponibile al di sotto del tetto stesso.

Per quanto riguarda poi la controsoffittatura coibente va evidenziato che essa introdurrebbe un elemento di differenziazione degli alloggi all'ultimo piano nei confronti di quelli dei piani inferiori e sarebbe caratterizzata da un costo di intervento decisamente elevato, senza conseguente superiore efficacia energetica.

Nel caso specifico si ritiene pertanto preferibile la soluzione tecnologica che prevede il ricoprimento dell'estradosso della soletta o con materiale sfuso (vermiculite) o con feltri in fibra minerale, in quanto detta soluzione risulta di costo unitario inferiore e tecnicamente più semplice.

Sia che si utilizzi il materiale sfuso sia che si utilizzi il feltro in fibra minerale la messa in opera non richiede particolari accorgimenti. Va comunque sottolineato che nel caso della posa del feltro in fibra minerale deve essere curata la pulizia della superficie di posa e deve essere assicurata la continuità della barriera al vapore sul lato caldo, mentre nel caso del materiale sfuso va verificato il livello in modo da mantenere costante lo spessore del materiale stesso.

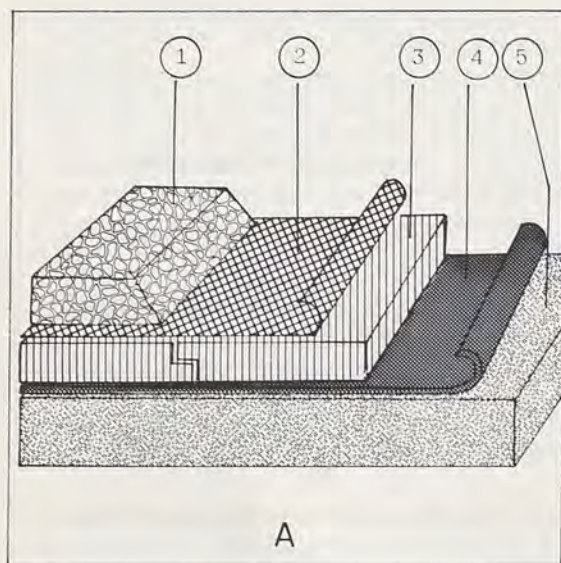
Isolamento termico della copertura dei bassi fabbricati. Sono possibili diversi interventi che si dividono essenzialmente in due categorie: isolamento dell'estradosso della soletta; impiego di una controsoffittatura (⁹).

Per quanto riguarda l'impiego di una controsoffittatura, oltre alle considerazioni negative già riportate precedentemente, se ne possono individuare altre riguardanti il comportamento estivo della struttura. Infatti nel caso di una copertura piana sottoposta ad irraggiamento, la coibentazione dall'interno comporta un basso valore della costante di tempo termica della struttura isolata con conseguente limitato smorzamento e sfasamento dell'onda termica.

Fra le diverse soluzioni tecnologiche adottabili nel caso di isolamento termico dell'estradosso della soletta, vi sono quelle che utilizzano poliuretano spruzzato, polistirolo estruso oppure fibra minerale ad alta densità (fig. 3).

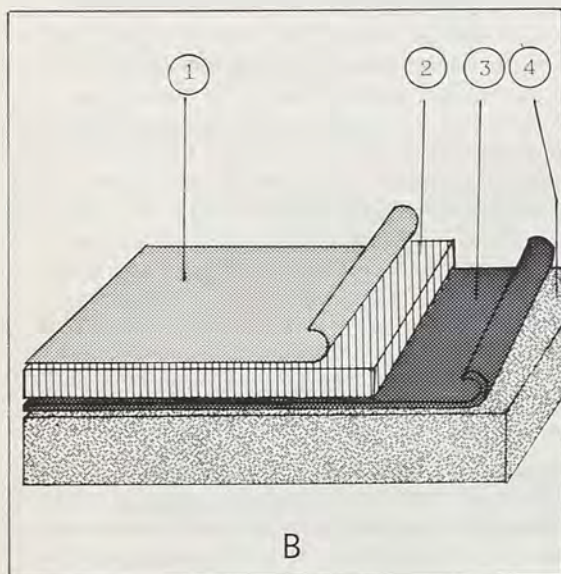
Utilizzando il poliuretano spruzzato e il polistirolo estruso il sistema costruttivo che si viene a costituire è un «tetto rovescio» cioè una copertura in cui l'isolamento termico viene posto al di sopra dell'impermeabilizzazione e ricoperto semplicemente da uno strato di ghiaia o da una guaina protettiva (nel caso di copertura non pedonabile), oppure da una pavimentazione (nel caso di copertura pedonabile).

Nel caso in cui si usi la fibra minerale ad alta densità si realizza invece una copertura piana di tipo tradizionale: il materiale isolante viene posato sopra l'impermeabilizzazione esistente e ricoperto da un manto impermeabile. Quest'ultimo si rende indi-



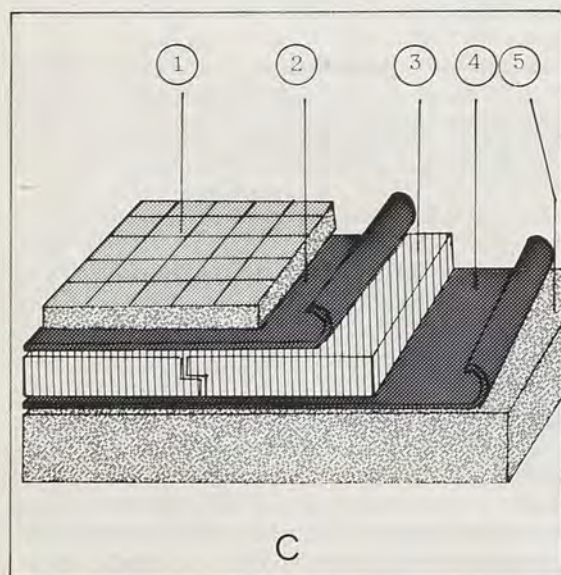
COPERTURA PIANA A TETTO ROVESCIO

- 1-Strato in ghiaia
- 2-Strato filtrante in feltro non tessuto sintetico
- 3-Strato coibente
- 4-Impermeabilizzazione
- 5-Soletta



COPERTURA PIANA A TETTO ROVESCIO

- 1-Guaina protettiva
- 2-Strato coibente
- 3-Impermeabilizzazione
- 4-Soletta



COPERTURA PIANA DI TIPO TRADIZIONALE

- 1-Pavimentazione
- 2-Impermeabilizzazione
- 3-Strato coibente
- 4-Impermeabilizzazione
- 5-Soletta

Fig. 3 - Esempi di isolamento termico di una copertura piana:
A con pannelli di polistirolo estruso;
B con poliuretano spruzzato;
C con pannelli di fibra minerale ad alta densità.

spensabile perché la fibra minerale è caratterizzata da un valore di assorbimento d'acqua relativamente alto.

Queste soluzioni presentano numerosi vantaggi dal punto di vista termico e igrometrico, poiché l'isolante posto sull'esterno della soletta garantisce un alto valore della costante di tempo termica e quindi un comportamento decisamente favorevole della struttura nella stagione estiva, mentre d'altro canto l'impermeabilizzazione esistente, che funge anche da barriera al vapore verso il lato «caldo» della soletta, elimina i pericoli di condensazione nella massa e tutti i possibili inconvenienti (formazione di macchie e presenza di muffe) da essa derivanti.

La realizzazione del tetto rovescio o della copertura piana tradizionale comporta una revisione completa del manto impermeabilizzante, revisione che in ogni caso avrebbe dovuto essere effettuata nel corso della ristrutturazione.

Tali interventi sono caratterizzati da una rapida e facile messa in opera certamente non paragonabile all'impegno derivante dalla costruzione di una controsoffittatura interna.

Particolare attenzione va posta nel creare al di sotto dello strato isolante una corretta pendenza (1,5-2%) verso i canali di scarico per una rapida evacuazione dell'acqua piovana, nel garantire al manto bituminoso una adeguata resistenza alla diffusione del vapore e la rispondenza a tutti i requisiti indicati dalla norma UNI 7468 e infine nel costituire una valida protezione al materiale isolante ⁽¹⁰⁾.

Isolamento termico del solaio su cantine. Questo tipo di intervento può essere realizzato adottando tre diverse soluzioni tecnologiche ⁽⁹⁾:

- isolamento al di sotto del solaio;
- isolamento al di sopra del solaio con rifacimento della pavimentazione;
- isolamento al di sopra del solaio e della pavimentazione originaria, con sovrastante nuova pavimentazione.

Per quanto riguarda quest'ultima soluzione, essa determina degli inconvenienti difficilmente superabili, in particolare l'aumento dello spessore della soletta con conseguente riduzione dell'altezza utile dei locali, la necessità di adattare molti elementi preesistenti (quali le porte, le soglie, le battute, le prese di corrente ecc.) alla nuova situazione e infine il considerevole aumento del peso della struttura, determinato dal sovraccarico aggiuntivo del materiale isolante, del sottofondo in cemento e della nuova pavimentazione.

La seconda ipotesi richiede un notevole impegno di manodopera e la completa disponibilità dei locali in cui si deve intervenire. Infatti l'intervento implica la demolizione e la rimozione del pavimento originario, la preparazione del sottofondo per la posa del materiale isolante, la posa stessa e la costruzione della nuova pavimentazione. Non pare quindi proponibile un tale tipo di intervento effettuato nel corso di lavori di ristrutturazione che non prevedano l'abbandono degli alloggi da parte degli occupanti.

Per questi motivi, la soluzione preferibile è quella dell'isolamento termico dell'intradosso del solaio mediante l'applicazione a spruzzo di schiuma poliureta-

nica prodotta in situ; la completa adattabilità del prodotto consente di applicare l'isolante sulla superficie curva del solaio e di metterlo in opera anche quando sono presenti sporgenze o tubazioni esterne. Molta attenzione va però prestata nel verificare lo stato di conservazione del solaio e l'eventuale presenza di umidità, per garantire la perfetta aderenza del materiale isolante al supporto e la conservazione delle sue prestazioni nel tempo.

Isolamento termico del solaio su passo carraio. Le soluzioni tecnologiche prese in considerazione sono relative sia all'estradosso sia all'intradosso del solaio e precisamente ⁽⁹⁾:

- isolamento al di sopra del solaio con rifacimento della pavimentazione;
- isolamento al di sotto del solaio;
- isolamento al di sotto del solaio con controsoffittatura.

Per i primi due tipi di interventi, valgono le medesime considerazioni riportate in precedenza, mentre per quanto riguarda la controsoffittatura del passo carraio, essa non è consigliabile soprattutto per ragioni di mantenimento delle caratteristiche originarie dell'edificio.

È preferibile dunque, come nel caso del solaio su cantina, l'isolamento dell'intradosso della volta mediante schiuma poliuretanica prodotta in situ. Essendo un intervento sull'esterno, visibile, si dovrà porre particolare attenzione affinché il prodotto finito presenti una superficie piana con aspetto a «intonaco rustico» e affinché sia garantita la necessaria manutenzione e pulizia per evitare sulla sua superficie la concentrazione di polvere e sporcizia.

Isolamento termico degli elementi di involucro nei locali ex stenditoi. Con le ipotesi di ristrutturazione elaborate dai progettisti dello IACP le modalità costruttive concernenti le nuove unità abitative ricavate nei locali degli ex-stenditoi si possono essenzialmente ricondurre a due tipologie ⁽¹¹⁾:

- impiego di una muratura di tipo tradizionale in laterizio con interposto materiale isolante e di una controsoffittatura isolata realizzata con tavole;
- impiego di un sistema di prefabbricazione leggera termicamente isolato e montato «a secco».

Considerazioni di carattere architettonico e valutazioni dell'efficacia energetica del sistema indirizzano la scelta verso la prima soluzione.

Questa prevede la realizzazione di una parete perimetrale composta da due cortine di mattoni forati da 12 cm con interposizione di pannelli in polistirolo espanso, di una controsoffittatura in tavole «tipo Perret» coibentata mediante feltri in fibra minerale e dell'isolamento termico della falda inclinata del tetto mediante la posa di feltri in fibra minerale tra i listelli in legno dell'orditura del tetto stesso.

Per quanto riguarda l'isolamento termico, gli interventi previsti, di facile e rapida applicazione, comportano un impegno di manodopera e un costo modesti in relazione all'impegno finanziario e di manodopera complessivo per la ristrutturazione e la sistemazione delle nuove unità abitative.

Va però sottolineata la necessità di rispettare al-

cune regole fondamentali di messa in opera, quali il posizionamento senza soluzione di continuità della barriera al vapore sul lato caldo del materiale isolante e, per quanto riguarda l'isolamento della falda inclinata, la realizzazione di una lama d'aria di almeno 4 cm tra l'isolante e la copertura per garantire una adeguata ventilazione.

3.2. *Efficacia energetica e convenienza economica delle differenti soluzioni tecnologiche.*

Con l'ausilio del già citato programma di calcolo automatico è possibile condurre l'analisi della efficacia energetica delle soluzioni di isolamento termico ritenute tecnicamente adottabili ed una loro valutazione ed ottimizzazione economica.

Gli indici di qualità energetica impiegati per la valutazione dell'efficacia dei vari interventi di coibentazione sono la dispersione termica relativa e la percentuale di risparmio energetico, mentre gli indici di qualità economica impiegati per la valutazione della convenienza economica sono il costo specifico e gli anni al punto di pareggio.

La dispersione termica relativa è definita come il rapporto tra il valore effettivo del coefficiente volumico di dispersione termica dell'edificio e quello ammesso dalla legge 373/76 per un edificio di nuova costruzione avente lo stesso rapporto di forma e collocato nello stesso luogo. Detto rapporto, denominato RCD, assume un valore numerico decrescente man mano che si attuano interventi più consistenti di rinforzo dell'isolamento termico.

La percentuale di risparmio energetico rappresenta il risparmio energetico conseguito in riferimento alla situazione iniziale; essa riguarda soltanto le dispersioni termiche e quindi non tiene conto della quota di energia termica associata alla ventilazione dei locali riscaldati e della quota relativa ai ponti termici.

Il costo specifico è definito come il rapporto tra l'investimento che bisogna effettuare ed il volume lordo riscaldato dell'edificio; esso è variabile in funzione del tipo di intervento di coibentazione messo in atto e dell'incidenza della superficie disperdente sulla quale si interviene nei confronti del volume riscaldato.

Il numero di anni al punto di pareggio è il numero di anni che devono trascorrere affinché la capitalizzazione del risparmio annuo sulle spese di riscaldamento, al tasso di interesse bancario e annualmente incrementato dell'aumento che subisce il costo del combustibile, uguagli la capitalizzazione dell'investimento inizialmente effettuato per il rinforzo dell'isolamento termico. Il valore numerico degli anni al pareggio costituisce un dato solamente indicativo in quanto esso dipende dai valori assunti per i parametri macroeconomici, cioè il tasso di interesse bancario (i) ed il tasso di incremento annuo del costo della fonte energetica primaria (ϵ), parametri di difficile valutazione previsionale; ciò nondimeno l'impiego del numero di anni al pareggio come fattore discriminante per la scelta dell'intervento economicamente più conveniente appare estremamente utile.

Per lo svolgimento del lavoro di ricerca in oggetto il programma di calcolo automatico è stato predispo-

sto in modo da calcolare la potenza termica dispersa dall'involucro esterno dell'edificio, verificare il valore ottenuto in base ai criteri introdotti dalla legge 373/76 e quindi procedere, in caso di esito della verifica negativo, all'analisi energetica ed economica delle varie soluzioni di isolamento termico, intese sia come interventi singoli, sia come combinazione di essi.

Dati di input del programma di calcolo automatico.

L'edificio viene considerato come l'involucro disperdente di un volume riscaldato e vengono assunti come dati di input le superfici disperdenti esterne ed interne, l'orientamento dell'edificio, le trasmittanze di dette superfici e le relative differenze di temperatura.

In fig. 4 è visibile il foglio di stampa in cui sono indicati i dati generali riguardanti l'edificio dopo l'intervento di ristrutturazione (non coibentato), la zona climatica e la località in cui esso è situato e la tabella «superfici relative ad ogni esposizione» nella quale sono indicate le superfici dei vari tipi di frontiere disperdenti (disposte per riga), tenendo conto del relativo orientamento (secondo le colonne).

Sono stati previsti sedici tipi di frontiera, alcuni dei quali sdoppiati, per consentire l'analisi di edifici che hanno, per la medesima superficie disperdente, diverse caratteristiche costruttive.

Per parete INTERNA si è intesa una parete verticale che divide locali riscaldati da altri non riscaldati (INTERNA 1 = parete verticale disperdente verso vano scala; INTERNA 2 = parete verticale disperdente verso i locali magazzino situati a piano terreno; INTERNA ALTO 1 = solaio disperdente verso sottotetto; INTERNA ALTO 2 = superficie disperdente relativa agli ex-stenditoi; INTERNA BASSO 1 = solaio disperdente verso locali cantina; INTERNA BASSO 2 = solaio disperdente verso locali magazzino).

Ogni colonna della tabella considerata è caratterizzata da un coefficiente di esposizione (per le pareti verticali esterne) e da un valore della differenza di temperatura.

Nello stesso foglio di stampa sono riportati i valori complessivi delle dispersioni termiche relative alle diverse superfici, la loro somma totale ed i risultati della verifica in base alla legge 373/76 (¹²).

I dati di input riguardanti le caratteristiche termocinetiche dei singoli elementi di involucro, dati che non compaiono esplicitamente nel foglio di stampa, costituiscono quella parte del programma che viene definita «banca dati componenti edilizi». Viene infatti così denominata la catalogazione di un grande numero di componenti edilizi mediante schede contenenti ciascuna la stratigrafia dell'elemento di involucro ed il calcolo della sua conduttanza termica.

Ciascuna scheda è identificata da una lettera e da un numero. La lettera serve ad individuare la categoria di appartenenza del componente secondo la seguente divisione:

- P = pareti perimetrali
- S = solai
- C = coperture
- V = superfici vetrate

CALCOLO DI VERIFICA DELLE DISPERSIONI TERMICHE IN BASE ALLA LEGGE 373

QUARTIERE LACP 15 (1927)

TORINO

GRADI GIORNO = 2570 CDMIN = 0.369 COMAX = 0.724

S= 17913.000

V= 40162.000

S/V= 0.446

SUPERFICI RELATIVE AD OGNI ESPOSIZIONE

PULTECNICO DI TORINO - SERVIZIO ELABORAZIONE DATI	*****														*****	
	* FRONTIERA *	* N *	* O *	* S *	* E *	* SOPRA *	* SOTTO *	* ESTERNA *	* INTERNI *	* INTERN2 *	* INTAL1 *	* INTAL2 *	* INTBAS1 *	* INTBAS2 *	* SOMMA SUP	
* OPACA 1 *	2343.0*	867.0*	2584.0*	858.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	6652.00*	
* OPACA 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	
* SOTT FIN 1 *	169.0*	19.0*	147.0*	32.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	367.00*	
* SOTT FIN 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	
* VETRATA *	562.0*	79.0*	577.0*	119.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	1357.00*	
* CASSONETTO *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	
* COPERT 1 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	356.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	356.00*	
* COPERT 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	
* SOLAIO INF *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	57.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	57.00*	
* ESTERNA *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	131.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	131.00*	
* INTERNA 1 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	3037.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	3037.00*	
* INTERNA 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	44.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	44.00*	
* INT ALT 1 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	1262.0*	0.0*	0.0*	0.0*	1262.00*	
* INT ALT 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	1597.0*	0.0*	0.0*	1597.00*	
* INT BAS 1 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	2029.0*	0.0*	2029.00*	
* INT BAS 2 *	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	278.0*	278.00*	
* COEF ESPOS *	1.20*	1.10*	1.00*	1.15*												
* DELT(1) *	28.0*	28.0*	28.0*	28.0*	28.0*	28.0*	28.0*	20.0*	22.4*	28.0*	28.0*	24.7*	22.4*			

NCL= 6

*****														*****	
* DISPERSIONI *	* N *	* O *	* S *	* E *	* SOPRA *	* SOTTO *	* ESTERNA *	* INTERNI *	* INTERN2 *	* INTAL1 *	* INTAL2 *	* INTBAS1 *	* INTBAS2 *		
* FI *	168355.*	40328.*	147641.*	45380.*	15834.*	2240.*	6479.*	85668.*	1010.*	127787.*	77094.*	70339.*	3740.*		
* FITOT *								796893.44							
* FIAMM *								512107.19							

CD AMMISSIBILE = 0.455
CD EFFETTIVO = 0.709
RCD = 1.556

VERIFICA NEGATIVA

Fig. 4 - Foglio di stampa. Calcolo di verifica delle dispersioni termiche in base alla legge 373/76 (edificio ristrutturato non coibentato).

Il numero serve ad identificare il componente nell'ambito di una stessa categoria.

Nella banca dati trovano collocazione sia i componenti edilizi originari sia i componenti edilizi modificati in seguito agli interventi di coibentazione termica e come dato di input risulta sufficiente fornire le sigle dei componenti, essendo stati memorizzati precedentemente i valori di conduttanza termica ad essi relativi.

A titolo esemplificativo in fig. 5 è illustrata la scheda tipo per un componente edilizio coibentato; essa si riferisce al componente S91 ottenuto dal componente originario S86. (cfr. fig. 1) mediante l'aggiunta di 10 cm di fibra minerale completa di barriera al vapore.

In fig. 6 sono visualizzati i dati generali di carattere economico assunti a base dell'analisi compiuta.

Sono state proposte due previsioni economiche di riferimento: l'una più ottimistica, caratterizzata da un tasso annuo di interesse bancario pari al 25% e da un incremento annuo del costo del combustibile pari al 20%; l'altra più pessimistica, caratterizzata dallo stesso tasso di interesse bancario, ma da un incre-

mento annuo del costo del combustibile pari al 30%. Il costo del combustibile assunto era quello in vigore in data 15 ottobre 1981.

Altri dati di input sono i costi delle soluzioni tecnologiche proposte per il rinforzo dell'isolamento termico. I costi sono stati calcolati adottando le seguenti ipotesi semplificative:

- non sono stati considerati oneri maggiorativi per il trasporto del materiale dal magazzino del produttore al cantiere;
- il costo orario della manodopera si considera pari al costo dell'operaio qualificato;
- si considera sulla quantità del materiale impiegato un aggravio per scarti di messa in opera;
- il tempo di posa del materiale isolante si considera comprensivo di tutte le operazioni di preparazione, messa in opera e finiture relative alla tecnica di coibentazione;
- alla sommatoria dei costi del materiale e della manodopera si considera aggiunta una quota di spesa corrispondente agli oneri di impresa nella misura del 25%.

Elemento della costruzione: SOLAIO DI SOTTOTETTO

Riferimento Banca Dati Componenti Edilizi C.E.

S 91

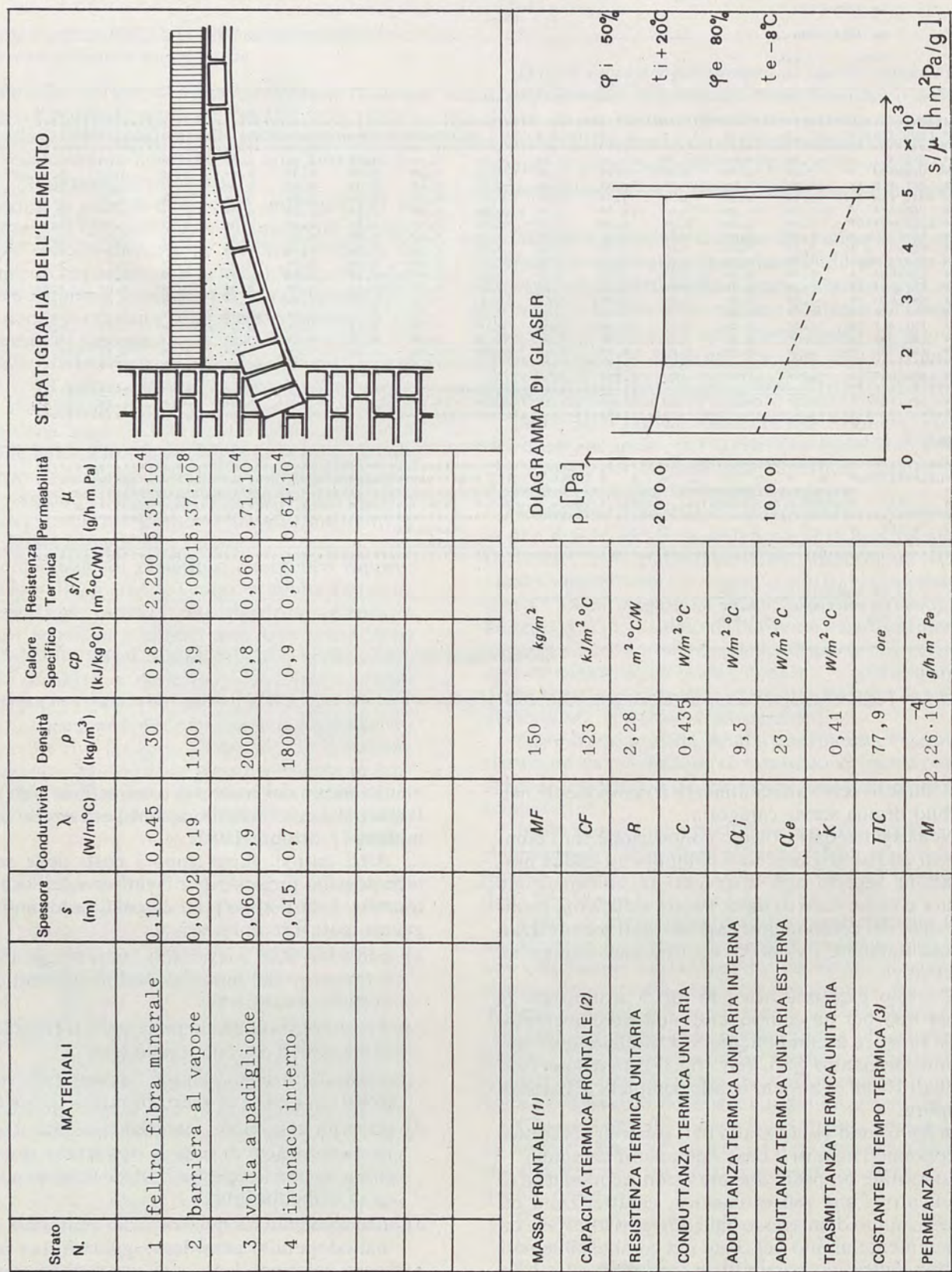


Fig. 5 - Scheda tipo per componenti edilizi (dopo coibentazione).

DATI GENERALI DI CALCOLO

POLITECNICO DI TORINO - SERVIZIO ELABORAZIONE DATI	PRIMA PREVISIONE ECONOMICA	
	TASSO INCREMENTO ANNUO COSTO COMBUSTIBILE =	20.
	TASSO ANNUO INTERESSE BANCARIO =	25.
	OMEGA =	0.96
	SECONDA PREVISIONE ECONOMICA	
	TASSO INCREMENTO ANNUO COSTO COMBUSTIBILE =	30.
	TASSO ANNUO INTERESSE BANCARIO =	25.
	OMEGA =	1.04
	PREZZO DEL COMBUSTIBILE (\$/KG) =	489.660
	POTERE CALORIFICO INFERIORE COMBUSTIBILE =	10210.00
	RENDIMENTO DELL'IMPIANTO =	0.740
	PERCENTUALE INTERRUZIONE IMPIANTO =	0.580

Fig. 6 - Foglio di stampa. Dati generali e previsioni economiche.

I prezzi di riferimento dei materiali e della manodopera sono stati desunti, per quanto possibile, dai listini ufficiali in vigore alla data 1 giugno 1981 sulla piazza di Torino. Dove sono venuti a mancare i prezzi ufficiali dei materiali sono stati assunti i valori indicati dalle agenzie di vendita delle case produttrici.

Risultati dell'elaborazione automatica. Già in sede di calcolo automatico i risultati dell'analisi energetica ed economica compiuta per ciascun intervento o insieme di interventi sono stati ordinati in funzione della percentuale di risparmio energetico conseguibile.

A titolo esemplificativo, in fig. 7 è riportato un foglio di stampa con indicati per vari insiemi di interventi di isolamento termico ⁽¹⁴⁾ i dati relativi alla percentuale di risparmio energetico, alla dispersione termica relativa (RCD), al costo delle opere, al combustibile risparmiato ed agli anni al pareggio.

Nelle tabb. 2 e 3 sono riportati i risultati relativi all'intervento più economico (minimo numero di anni al punto di pareggio) e meno costoso in assoluto e quelli relativi all'intervento più costoso in assoluto. Si è verificato che gli interventi di coibentazione che consentono di soddisfare le prescrizioni della legge 373/76 (per un edificio di nuova costruzione) sono solo a carattere multiplo, costituito cioè da 5 o 6 interventi singoli contemporanei, e si collocano tra quelli più costosi caratterizzati dalle maggiori percentuali di riduzione delle dispersioni. In tab. 4 sono riportati i dati dell'analisi energetica ed economica relativa all'intervento economicamente più conveniente tra quelli che consentono di soddisfare le suddette prescrizioni.

Individuando poi varie classi di risparmio energetico, ciascuna di estensione pari a 5 punti percentuale (5 ÷ 10%, 10 ÷ 15%, 15 ÷ 20% ecc.) e scegliendo all'interno di esse la soluzione ottimale sotto l'aspetto della convenienza economica (minor numero di anni al pareggio) è stata realizzata la tab. 5.

3.3. Soluzioni tecnologiche adottate.

Alla luce dei risultati dell'analisi energetica ed economica condotta mediante calcolatore sono stati individuati quattro criteri di scelta per la determinazione della soluzione di isolamento termico ottimale; essi utilizzano come fattori discriminanti rispettivamente:

- il numero di anni al pareggio;
- la percentuale di risparmio energetico;
- l'ottenimento di un valore della dispersione termica dell'edificio pari al valore ammesso dalla vigente legislazione per un edificio di nuova costruzione;
- il valore massimo di investimento per il rinforzo dell'isolamento termico.

Dopo un approfondito confronto con i responsabili dell'Istituto Autonomo Case Popolari si è giunti alla determinazione di assumere quali condizioni al contorno da soddisfare nella scelta della soluzione di rinforzo dell'isolamento termico da adottare per l'edificio in esame le seguenti:

- a) numero di anni al pareggio non superiore a 8;
- b) costo dell'intervento non superiore a 150 milioni di lire;

*****											*****																	
* PERCENT. *		INTERVENTI DI ISOLAMENTO TERMICO									* ANNI *		* COSTO *		* COMBUSTIBILE *		* COSTO *		* FI. RISP. *		* AL PAREGGIO *		* INTERVENTO *		* (MILIONI L) * RISPARMIATO *		* SPECIFICO *	
* RCD *		*****									*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
1.012	34.99 *	52.	74.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	*****	7.87	5.76 *	152.210 *	47156.849 *	3790.069 *													
1.011	35.00 *	52.	76.	92.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	7.63	5.63 *	148.310 *	47172.199 *	3692.897 *													
1.011	35.01 *	52.	72.	92.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	7.96	5.81 *	153.770 *	47173.641 *	3828.961 *													
1.011	35.01 *	52.	76.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	*****	7.57	5.59 *	147.320 *	47177.297 *	3669.187 *													
POLITECNICO DI TORINO - SERVIZIO ELABORAZIONE DATI	1.011	35.01 *	52.	72.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.90	5.78 *	152.780 *	47178.738 *	3804.251 *													
	1.011	35.05 *	52.	75.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	8.01	5.84 *	154.740 *	47236.508 *	3853.004 *													
	1.010	35.10 *	52.	73.	92.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	7.80	5.72 *	151.570 *	47304.906 *	3774.004 *												
	1.010	35.11 *	52.	73.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.74	5.69 *	150.570 *	47310.004 *	3749.294 *													
	1.009	35.15 *	52.	76.	133.	142.	152.	*****	*****	*****	7.55	5.59 *	147.720 *	47369.105 *	3678.336 *													
	1.009	35.15 *	52.	72.	133.	142.	152.	*****	*****	*****	7.88	5.77 *	153.190 *	47370.547 *	3814.400 *													
	1.009	35.19 *	52.	74.	92.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	7.93	5.79 *	154.060 *	47421.844 *	3836.053 *												
	1.008	35.19 *	52.	74.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.87	5.76 *	153.070 *	47426.941 *	3811.343 *													
1.008	35.21 *	52.	76.	92.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.63	5.63 *	149.160 *	47442.293 *	3714.171 *													
1.008	35.21 *	52.	72.	92.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.96	5.81 *	154.630 *	47443.734 *	3850.235 *													
1.008	35.25 *	52.	75.	92.	132.	142.	152.	*****	*****	*****	8.06	5.87 *	156.590 *	47501.504 *	3898.988 *													
1.008	35.25 *	52.	73.	133.	142.	152.	*****	*****	*****	7.73	5.68 *	150.980 *	47501.813 *	3759.443 *														
1.008	35.25 *	52.	75.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	8.00	5.84 *	155.590 *	47506.602 *	3874.278 *														
1.007	35.30 *	52.	73.	92.	132.	143.	152.	*****	*****	*****	7.80	5.72 *	152.420 *	47575.000 *	3795.278 *													
1.006	35.34 *	52.	74.	133.	142.	152.	*****	*****	*****	7.85	5.75 *	153.470 *	47618.750 *	3821.492 *														
1.006	35.35 *	52.	76.	92.	133.	142.	152.	*****	*****	*****	7.62	5.62 *	149.570 *	47634.102 *	3724.320 *													

Fig. 7 - Foglio di stampa. Tabulato relativo all'analisi energetica ed economica (parte).

Tab. 2 - Intervento più economico e meno costoso in assoluto

Intervento 132

— Isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 8 cm di fibra minerale

RCD	1,331
Percentuale di risparmio energetico sulle dispersioni	14%
Anni al pareggio { $i = 25\%$ $\varepsilon = 20\%$	0,81
{ $i = 25\%$ $\varepsilon = 30\%$	0,75
Costo intervento	M £ 7,25
Costo specifico	£/m ³ 180
Risparmio di combustibile	t.e.p. 18,1
Costo intervento/risparmio combustibile	M £/ t.e.p. 0,40

Tab. 3 - Intervento più costoso in assoluto

Intervento 52-75-92-134-143-152

- Isolamento termico superficie vetrata
- Isolamento termico copertura piana con 10 cm di polistirolo estruso
- Isolamento termico solaio su passo carraio con 5 cm di poliuretano
- Isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 16 cm di fibra minerale
- Isolamento termico superficie nuove unità abitative con soluzione S102 (15)
- Isolamento termico solaio su cantine con 5 cm di poliuretano

RCD	0,991
Percentuale di risparmio energetico sulle dispersioni	36,6%
Anni al pareggio { $i = 25\%$ $\varepsilon = 20\%$	8
{ $i = 25\%$ $\varepsilon = 30\%$	6
Costo intervento	M £ 164,7
Costo specifico	£/m ³ 4100
Risparmio di combustibile	t.e.p. 46,5
Costo intervento/risparmio combustibile	M £/ t.e.p. 3,54

c) massima percentuale di risparmio energetico, ferme restando le condizioni ai punti a) e b).

È stato quindi possibile evidenziare un insieme di interventi multipli che soddisfano le condizioni suddette e che presentano, se confrontati fra loro, alcuni interventi singoli comuni ed altri non comuni.

Infatti gli interventi di coibentazione delle superfici vetrate, del solaio di sottotetto non praticabile (con feltri di fibra minerale in spessori che variano da 10 a 16 cm), delle superfici disperdenti delle nuove unità abitative (nelle due alternative previste) sono sempre presenti.

Interventi singoli non comuni sono, invece, l'intervento di coibentazione del solaio disperdente verso l'androne e l'intervento di coibentazione del solaio di copertura dei bassi fabbricati (che è presente o nella soluzione tecnologica che prevede l'impiego di pannelli di polistirolo estruso o nella soluzione tecnologica che prevede l'impiego di pannelli di fibra minerale ad alta densità).

La soluzione che si ritiene risponda ai requisiti di convenienza energetica ed economica richiesti è l'insieme di interventi 52 - 73 - 92 - 133 - 143 - 152 che prevede il rinforzo dell'isolamento termico dei seguenti componenti edilizi:

- 52 - superficie vetrata, mediante adozione di vetri a camera;
- 73 - solaio di copertura dei bassi fabbricati, mediante realizzazione di tetto rovescio con pannelli in polistirolo estruso dello spessore di 6 cm;
- 92 - solaio su passo carraio mediante applicazione a spruzzo di 5 cm di poliuretano;
- 133 - solaio di sottotetto non praticabile, mediante ricoprimento con feltri di fibra minerale dello spessore di 10 cm;

143 - superfici delle nuove unità abitative, mediante l'impiego di pannelli di polistirolo espanso dello spessore di 5 cm nelle intercapedini delle pareti perimetrali e feltri di fibra minerale dello spessore di 10 cm per il controsoffitto e la falda inclinata;

Tab. 4 - Intervento più economico nella classe di risparmio energetico corrispondente a
RCD = 1 + 10%

Intervento 52-76-92-133-143

- Isolamento termico superficie vetrata
- Isolamento termico copertura piana con 5 cm di fibra minerale ad alta densità
- Isolamento termico solaio su passo carraio con 5 cm di poliuretano
- Isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 10 cm di fibra minerale
- Isolamento termico superficie nuove unità abitative con soluzione S102 ⁽¹⁵⁾

RCD 1,099

Percentuale di risparmio energetico sulle dispersioni 29,4%

Anni al pareggio $\begin{cases} i = 25\% & \varepsilon = 20\% & 5 \\ i = 25\% & \varepsilon = 30\% & 4 \end{cases}$

Costo intervento M £. 84,7

Costo specifico £/m³ 2109

Risparmio di combustibile t.e.p. 37,6

Costo intervento/risparmio combustibile M £/t.e.p. 2,25

Tab. 5 - Interventi ottimali in relazione alle classi di risparmio energetico conseguibili

Percentuale risparmio energetico	RCD	Intervento di isolamento termico	Costo specifico £/m ³	Costo intervento M £	Anni al pareggio		Risparmio di combustibile t.e.p.	Costo intervento risparmio comb. M £/t.e.p.
					i = 25% ε = 20%	i = 25% ε = 30%		
<5%	1,534	76	180	7,3	9	6	1,8	3,96
5÷10%	1,476	142	285	11,5	4	3	6,6	1,74
10÷15%	1,331	133	210	8,51	<1	<1	18,5	0,46
15÷20%	1,314	76-132	360	14,5	1	1	19,9	0,73
20÷25%	1,244	92-133-143	565	22,7	2	1	25,7	0,88
25÷30%	1,133	52-132-142	1830	73,4	5	4	34,8	2,11
30÷35%	1,089	52-73-92-134-143	2340	93,9	5	4	38,4	2,44
35÷40%	1,009	52-76-133-142-152	3680	147,7	7	5	45,0	3,28

- 76 - isolamento termico copertura piana con 5 cm di fibra minerale ad alta densità
- 142 - isolamento termico superficie nuove unità abitative con soluzione S101 ⁽¹⁶⁾
- 133 - isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 10 cm di fibra minerale
- 132 - isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 8 cm di fibra minerale
- 92 - isolamento termico solaio su passo carraio con 5 cm di poliuretano
- 143 - isolamento termico superficie nuove unità abitative con soluzione S102 ⁽¹⁵⁾
- 52 - isolamento termico superficie vetrata
- 73 - isolamento termico copertura piana con 6 cm di polistirolo estruso
- 134 - isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 16 cm di fibra minerale
- 152 - isolamento termico solaio su cantine con 5 cm di poliuretano

152 - solaio su cantine mediante applicazione a spruzzo di 5 cm di poliuretano.

Nelle tabb. 6 e 7 sono riportati i risultati dell'analisi energetica ed economica dell'intervento multiplo scelto e degli interventi singoli che lo compongono.

I dati relativi al fabbisogno termico per riscaldamento dell'edificio ristrutturato e coibentato sono raccolti nella scheda di fig. 8. Essi sono confrontati in tab. 8 con quelli relativi all'edificio originario (cfr. fig. 2) e quelli relativi all'edificio «fittizio» ristrutturato ma non coibentato (cfr. fig. 4) utilizzato come base per il calcolo automatico.

Il consumo stagionale di combustibile dovuto alle dispersioni termiche ed al calore di ventilazione dovrebbe passare a seguito degli interventi di isolamento termico da 148,7 t.e.p. (pari a 156.500 kg di gasolio) a 105,9 t.e.p. (pari a 111.470 kg di gasolio) con una riduzione del 29% a fronte di un investimento pari a 153,7 M£.

Il rapporto fra il costo dell'intervento ed il risparmio di combustibile risulta quindi ancora pari a 3,59 M£/t.e.p. con un numero di anni al punto di pareggio pari a 8,3 nella situazione ottimistica e pari a 6,1 nella situazione pessimistica.

3.4. Documenti per la gara d'appalto.

Specifiche tecniche. Per garantire la qualità delle opere di rinforzo dell'isolamento termico e stimolare nel contempo le Imprese Esecutrici a fornire alla Stazione Appaltante dati tecnici affidabili e dettagliati sui materiali isolanti che si intendono utilizzare è stato predisposto un capitolato tecnico a schede. Detto capitolato, che si riferisce alle soluzioni tecnologiche adottate, è essenzialmente costituito da una parte generale e da una serie di schede del tipo di quella illustrata in fig. 9.

La parte generale è la seguente:

Generalità. Tutte le strutture comunque costituenti elementi di separazione fra ambienti di differenti condizioni termoisometriche dovranno avere caratteristiche di isolamento termico e di resistenza alla diffusione del vapore acqueo non inferiori a quelle prescritte nel presente Capitolato ed illustrate nelle tavole di disegno relative al progetto esecutivo delle opere edili.

È pertanto possibile l'accettazione da parte della Direzione Lavori di soluzioni tecnologiche alternative, purché dette soluzioni siano sufficientemente documentate a di-

Tab. 6 - Intervento multiplo scelto

Intervento 52-73-92-133-143-152			
— Isolamento termico superficie vetrata			
— Isolamento termico copertura piana con 6 cm di polistirolo estruso			
— Isolamento termico solaio su passo carraio con 5 cm di poliuretano			
— Isolamento termico solaio di sottotetto non praticabile con 10 cm di fibra minerale			
— Isolamento termico superficie nuove unità abitative con soluzione S102 ⁽¹⁵⁾			
— Isolamento termico solaio su cantine con 5 cm di poliuretano			
	RCD	1,001	
Percentuale di risparmio energetico sulle dispersioni			
		36,6%	
Anni al pareggio	{	i = 25%	7,8
		i = 25%	5,7
		ε = 20%	
		ε = 30%	
Costo intervento	M £	153,7	
Costo specifico	£/m ³	3825	
Risparmio combustibile	t.e.p.	45,6	
Costo intervento/risparmio combustibile			
	M £/ t.e.p.	3,37	

mostrazione dell'equipollenza o del miglioramento di quanto originariamente proposto in sede di gara d'appalto.

Normativa di riferimento. Le opere di isolamento termico sono soggette all'osservanza delle norme contenute nella Circolare 22 maggio 1967, n. 3151 (Min. LL.PP.), nella Legge 30 aprile 1976, n. 373 e nel Regolamento di esecuzione della predetta Legge (D.P.R. 28 giugno 1977, n. 1052), nonché all'osservanza di tutte le norme UNI vigenti nel settore delle costruzioni edilizie.

La resistenza alla diffusione del vapore acqueo è stata verificata, per le soluzioni tecnologiche adottate, con il metodo di Glaser.

Descrizione delle opere. È previsto l'isolamento termico delle seguenti strutture edilizie:

- 1) orizzontamento superiore verso sottotetto (schede tecniche 1 e 1 bis);

Tab. 7 - Intervento multiplo scelto - Influenza degli interventi singoli

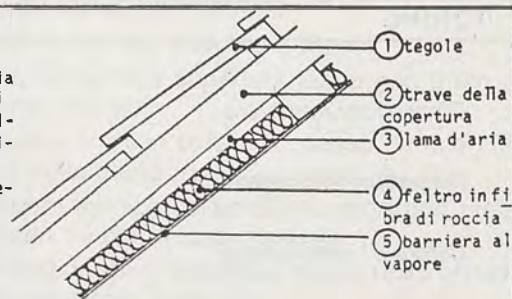
Intervento di isolamento termico	RCD	Percentuale risparmio energetico	Costo intervento M £	Anni al pareggio		Risparmio di combustibile t.e.p.	Costo intervento risparmio comb. M £/t.e.p.
				i = 25% ε = 20%	i = 25% ε = 30%		
52	1,433	7,9	54,7	14	8	10,1	5,42
73	1,532	1,5	10,5	14	8	2,0	5,35
92	1,553	0,2	1,8	22	11	0,2	7,36
133	1,331	14,5	8,5	< 1	< 1	18,5	0,46
143	1,473	5,4	11,5	4	3	6,9	1,66
152	1,460	6,2	65,7	27	12	7,9	8,32

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO	SCHEDA 11/..... ²		
<i>Dispersioni involucro</i>	$\Sigma QD =$ <u>594.470</u>	<u>77,6</u> %/		
<i>Dispersioni eterogeneità</i>	$\Sigma QE =$ <u>67.750</u>	<u>8,8</u> %/		
<i>Calore di ventilazione</i>	$\Sigma QV =$ <u>104.590</u>	<u>16,6</u> %/		
<i>Fabbisogno termico</i>	$Q = \Sigma QD + \Sigma QE + \Sigma QV$ 766.810 W			
<i>Coefficiente volumico di dispersione termica</i>	$Cd = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{V \cdot \Delta t}$	0,59 W/m ³ °C		
<i>Coefficiente volumico di ventilazione</i>	$Cv = \frac{\Sigma QV}{V \cdot \Delta t}$	0,09 W/m ³ °C		
<i>Coefficiente volumico globale</i>	$Cg = Cd + Cv$	0,68 W/m ³ °C		
<i>Trasmittanza termica unitaria media</i>	$Km = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{S \cdot \Delta t}$	1,32 W/m ² °C		
<i>Coefficiente volumico di dispersione termica ammissibile (1)</i>	$Cd^* =$ <u>0,53</u>	W/m ³ °C/		
<i>Dispersione termica relativa</i>	$RCD = \frac{Cd}{Cd^*}$	1,11		
DETTAGLIO DEL FABBISOGNO TERMICO PER DISPERSIONI				
ELEMENTO DI INVOLUCRO	S_i (m ²)	S_i (%)	QD (W)	QD (%)
<i>Pareti perimetrali</i>		51		43,8
<i>Pareti sotto finestra</i>				
<i>Cassonetti</i>				
<i>Superfici vetrate</i>		7,9		24,5
<i>Pareti verso vani non riscaldati</i> (scale e magazzino)		19,6		23
<i>Coperture</i>		2		2
<i>Solai di sottotetto</i>		7,3		2,4
<i>Solai verso locali non riscaldati</i> (cantine e passo carraio)		12,2		4,3
<i>Solai verso esterno</i>				
<i>Totale</i>		100%		100%
(1) cfr. legge 373/76				

Fig. 8 - Scheda tipo per analisi energetica (edificio ristrutturato e coibentato).

DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'isolamento termico è realizzato mediante l'impiego di feltri di fibrad di roccia dello spessore di cm. 10 fissati all'intradosso della copertura e inseriti tra i travetti in legno dell'orditura del tetto. Il feltro deve essere costituito da fibre minerali con diametro medio di 6μ esenti da zolfo ed alcali liberi, trattate per tutto lo spessore con resine termoindurenti, uniformemente feltrate e distribuite (il materiale non fibrato deve essere inferiore al 10% secondo il metodo di prova UNI 6223-71). Il feltro è completato di un foglio di carta monobitumata non forato totalmente incollato su una faccia, con funzione di barriera al vapore.



MODALITA' DI ESECUZIONE

I feltri sono posti in unico strato tra i travetti in legno con la faccia rivestita con la barriera al vapore rivolta verso il basso.

I feltri sono fissati meccanicamente a tasselli in legno preventivamente inchiodati ai travetti dell'orditura del tetto.

Tra il feltro isolante e le tegole deve essere lasciata una lama d'aria di 4 cm per garantire la necessaria ventilazione.

PRESTAZIONI DEL MATERIALE ISOLANTE	LIVELLI PRESTAZIONALI		NORME DI ACCETTAZIONE	
	AMMISSIBILI	GARANTITI (1)	RICHIESTA DI CERTIFICATO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CONDUCIBILITA' TERMICA $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ a temp. $20^\circ C$ a umidità 65%	$< 0,041$		SI	ISO 2582 - DIN 52615 - ASTM 177-182
CALORE SPECIFICO $\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$	0,8		NO	
DENSITA' $\frac{kg}{m^3}$	> 25		SI	DIN 18185 ASTM 167
TEMPERATURA MASSIMA DI IMPIEGO $^\circ C$	> 100		SI	DIN 52271
PERMEABILITA' AL VAPORE ACQUEO $\frac{g}{h \cdot m \cdot Pa}$	$< 5 \cdot 10^{-4}$		SI	ASTM 355
ASSORBIMENTO DI ACQUA $\frac{\%}{in \text{ peso}}$	< 2		NO	
CAPILLARITA'	-		NO	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	-		NO	
RESISTENZA A COMPRESSIONE $\frac{kPa}{}$	(2)		NO	
RESISTENZA A FLESSIONE $\frac{kPa}{}$	(2)		NO	
TOLLERANZE DIMENSIONALI $\frac{mm}{}$ - lunghezza - larghezza - spessore	$\begin{matrix} + 50 \\ + 10 \\ + 1 \end{matrix}$		SI	
STABILITA' DIMENSIONALE	(3)		NO	
COMPORTAMENTO AL FUOCO -	non combustibile		SI	DIN 4102 ISO R 1182
IMPUTRESCIBILITA' E INERZIA CHIMICA	garantita		NO	
TOSSICITA'	nulla		NO	
PERIODO DI GARANZIA DELLE PRESTAZIONI $\frac{anni}{}$	> 10		NO	

NOTE

(1) da specificare in sede di offerta

(2) nel feltro tale prestazione non è rilevante.

(3) il feltro deve mantenere nel tempo le dimensioni nominali dichiarate.

Fig. 9 - Scheda tipo per intervento di isolamento termico.
(capitolato d'appalto)

Opere di rinforzo dell'isolamento termico - Computo metrico estimativo

N°	Descrizione	Unità di misura	Quantità	Prezzo unitario	Importo
1	<i>Isolamento termico del solaio di sottotetto</i> Isolamento realizzato mediante l'impiego di feltri in fibra di roccia dello spessore di cm 10 posti all'estradosso del solaio (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 1)	m²	1.260	6.750	8.505.000
	o in alternativa Isolamento realizzato mediante l'impiego di feltri in fibra di vetro dello spessore di cm 10 posti all'estradosso del solaio (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 1 bis)	m²	1.260	7.780	9.802.000
2	<i>Isolamento termico della copertura dei bassi fabbricati</i> Isolamento realizzato mediante l'impiego di pannelli di polistirolo estruso dello spessore di cm 6 posti al di sopra dell'impermeabilizzazione esistente e ricoperti da uno strato di ghiaia (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 2)	m²	360	29.600	10.656.000
3	<i>Isolamento termico delle superfici vetrate</i> Isolamento realizzato mediante l'impiego di una vetrata isolante costituita da due lastre di vetro di spessore 3 mm sigillate al perimetro che racchiudono una lama d'aria disidratata di 12 mm (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 3)	m²	1.440	40.310	58.046.400
4	<i>Isolamento termico delle pareti perimetrali di nuova costruzione nei locali ex stenditoi</i> Isolamento termico realizzato mediante l'impiego di pannelli di polistirolo espanso stampato per termocompressione interposti tra il paramento esterno e quello interno della parete, spessore 5 cm (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 4).	m²	610	4.550	2.775.500
5	<i>Isolamento termico del controsoffitto di nuova costruzione nei locali degli ex stenditoi</i> Isolamento termico realizzato mediante l'impiego di feltri di fibra di roccia dello spessore di cm 10 posti al di sopra del controsoffitto in tavole di nuova costruzione (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 5).	m²	730	6.750	4.927.500
	o in alternativa Isolamento termico realizzato mediante l'impiego di feltri in fibra di vetro dello spessore di cm 10 posti al di sopra del controsoffitto in tavole di nuova costruzione (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 5 bis).	m²	730	7.780	5.679.400
6	<i>Isolamento termico della falda inclinata della copertura nei locali degli ex stenditoi</i> Isolamento termico realizzato mediante l'impiego di feltri in fibra di roccia dello spessore di cm 10 fissati all'intradosso della copertura e inseriti tra i travetti in legno dell'orditura del tetto (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 6).	m²	170	6.910	1.174.700
	o in alternativa Isolamento termico realizzato mediante l'impiego di feltri in fibra di vetro dello spessore di cm 10 fissati all'intradosso della copertura e inseriti tra i travetti in legno dell'orditura del tetto (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 6 bis).	m²	170	7.930	1.348.100
7	<i>Isolamento termico del solaio su cantine</i> Isolamento realizzato mediante l'impiego di una resina poliuretanica allo stato liquido, applicata a spruzzo sull'intradosso del solaio, spessore 5 cm (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 7).	m²	2.030	32.400	65.770.000
8	<i>Isolamento termico del solaio su passo carraio</i> Isolamento realizzato mediante l'impiego di una resina poliuretanica allo stato liquido applicata a spruzzo sull'intradosso del solaio, spessore 5 cm (cfr. Capitolato - scheda tecnica n. 8).	m²	60	32.400	1.940.000

Tab. 8 - Analisi energetica - Confronto fra edificio originario, edificio ristrutturato non coibentato, edificio ristrutturato coibentato

Fabbisogno termico per riscaldamento	Edificio originario	Edificio ristrutturato non coibentato	Edificio ristrutturato coibentato
Dispersioni involucro Σ QD (%)	84	84	78
Dispersioni eterogeneità Σ QE (%)	6	6	9
Calore di ventilazione Σ QV (%)	10	10	13
Coefficiente volumico di dispersione termica $C_d(W/m^3 \text{ } ^\circ C)$	0,91	0,88	0,59
Coefficiente volumico di ventilazione $C_v(W/m^3 \text{ } ^\circ C)$	0,10	0,10	0,09
Coefficiente volumico globale $C_g(W/m^3 \text{ } ^\circ C)$	1,01	0,98	0,68
Coefficiente volumico di dispersione termica ammiss. $C_d^* (W/m^3 \text{ } ^\circ C)$	0,52	0,53	0,53
Dispersione termica relativa RCD	1,75	1,66	1,11
Consumo di combustibile stimato (t.e.p.)	148,7	151,5	105,9

Dettaglio del fabbisogno termico per dispersioni	Edificio originario	Edificio ristrutturato non coibentato	Edificio ristrutturato coibentato
<i>Elementi di involucro</i>			
Pareti perimetrali	29,4%	30,3%	43,8%
Superfici vetrate	23,2%	23,9%	24,5%
Coperture	2 %	5,9%	2 %
Solai di sottotetto	24 %	16 %	2,4%
Solai verso locali non riscaldati (cantine e passo carraio)	9,3%	9,1%	4,3%
Pareti verso vani non riscaldati (scale e magazzino)	12,1%	14,7%	23 %
	100%	100%	100%

- 2) orizzontamento superiore verso ambiente esterno (scheda tecnica 2)
- 3) superficie vetrata (scheda tecnica 3)
- 4) parete perimetrale di nuova costruzione con isolamento nell'intercapedine (scheda tecnica 4);
- 5) controsoffittatura locali ex stenditoi (schede tecniche 5 e 5 bis);
- 6) falda inclinata locali ex stenditoi (schede tecniche 6 e 6 bis);
- 7) orizzontamento inferiore verso cantine (scheda tecnica 7);
- 8) orizzontamento inferiore verso passo carraio (scheda tecnica 8).

Per quanto riguarda i ponti termici devono essere adottati e sottoposti ad approvazione della Direzione Lavori tutti i possibili accorgimenti utili per annullare o ridurre il loro effetto.

Qualità del manufatto. Non essendo attualmente disponibili mezzi strumentali affidabili per la verifica in opera del comportamento termoigrometrico del manufatto, il controllo di qualità verrà effettuato nel corso dei lavori, verificando sia i livelli prestazionali dei materiali isolanti forniti sia le modalità di messa in opera di detti materiali.

Su richiesta della Direzione Lavori ed a cura e spese dell'Impresa esecutrice potranno essere eseguite certificazioni dei livelli prestazionali dei materiali isolanti forniti presso Enti e Laboratori riconosciuti.

Allo scopo si richiama la necessità che, in sede di offerta, l'Impresa Esecutrice compili la scheda tecnica relativa all'intervento di isolamento termico in tutte le parti ad essa riservate.

Computo metrico estimativo. Per consentire una verifica del mantenimento delle condizioni al contorno dell'analisi energetica ed economica, condizioni che hanno portato alla scelta degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico da parte della Stazione Appaltante, è stato predisposto per uso interno un computo metrico estimativo.

Detto computo metrico estimativo è stato anche fornito, privo di prezzi, alle Imprese Esecutrici invitate a partecipare alla gara d'appalto, ciò al fine di ottenerne copia compilata in dettaglio.

Il computo metrico estimativo così come originariamente preparato dal gruppo di ricerca è illustrato a pag. 47.

**Marco Filippi
Chiara Aghemo
Mariella Massa**

Note

(1) Per una più completa trattazione di questo tema si veda «Significato degli interventi di isolamento termico sul patrimonio edilizio esistente» di M. Filippi e M. Massa (in *Condizionamento dell'aria*, anno 25, n. 7, pagg. 526÷533, ed. PEG, Milano).

(2) Si veda anche «Interventi per il risparmio energetico nel recupero del patrimonio edilizio esistente» di M. Filippi, saggio pubblicato sul catalogo dell'esposizione «Patrimonio edilizio esistente: un passato e un futuro» a cura di A. Abriani (ed. Designers Riuniti, Torino, 1980).

(3) Si vuole qui fare riferimento al comportamento termigrometrico degli elementi di involucro (temperatura delle superfici interne, condensazione nella massa, risposta alle sollecitazioni termiche tipiche del periodo estivo ecc.).

(4) Per le metodologie di analisi costo-benefici nel settore del risparmio energetico si veda «L'analisi degli investimenti nel settore del risparmio energetico» di V. Ferro, M. Filippi, L. Lastella (in *Energie Alternative HTE*, anno 3, n. 9, pagg. 62÷72, ed. PEG, Milano).

(5) Si veda anche «Isolamento termico degli edifici esistenti: schede per il rilievo e l'elaborazione dei dati» di M. Filippi, C. Aghemo, M. Massa, pubblicazione interna dell'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino indirizzata agli studenti del II corso di Fisica Tecnica e Impianti presso la Facoltà di Architettura.

(6) Per l'analisi igrotermica delle pareti è qui opportuno citare il testo «Damp diffusion and buildings» di K. Seiffert (ed. Elsevier, Amsterdam, 1970), che contiene numerosi esempi applicativi.

(7) Per una visione sintetica del problema del benessere si veda il rendiconto di attività 1979 del Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, pagg. 125÷127.

(8) Per la stima del consumo energetico negli edifici esistenti si veda anche «L'isolamento termico degli edifici esistenti» di L. Augelli (ed. ITEC, Milano, 1981).

(9) Si vedano le soluzioni illustrate nelle schede preparate dal prof. G. Cavaglia per questo lavoro di ricerca.

(10) Per un approfondimento dei problemi di isolamento termico e impermeabilizzazione delle coperture piane si veda «Impermeabilizzazione degli edifici», vol. 1, di E. Schild, R. Oswald, D. Rogier, H. Schweikert (ed. ISTDIL, Guidonia Montecelio, 1979).

(11) Si vedano le soluzioni prospettate dalla prof. E. Tamagno e dall'arch. F. Barrera in merito alla ristrutturazione dei locali ex-stenditoi.

(12) Si annota che i valori delle dispersioni termiche riportati sul foglio di stampa del calcolatore (fig. 4) non sono confrontabili con quelli riportati nella scheda di fig. 2 in quanto i primi si riferiscono ad un edificio ristrutturato non coibentato, mentre i secondi si riferiscono ad un edificio né ristrutturato né coibentato (situazione attuale).

(13) Per una trattazione dettagliata del problema della definizione dei costi di intervento per il rinforzo termico degli edifici esistenti, si veda «Évaluation du coût du renforcement de l'isolation thermique des bâtiments existants» di G. Melchior e P. Elias (in *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n. 184, novembre 1977).

(14) I numeri riportati in corrispondenza degli interventi sono numeri di codice interni al programma di calcolo, ciascuno di essi corrisponde ad un ben definito intervento di rinforzo dell'isolamento termico su un determinato elemento di involucro.

(15) La soluzione S 102 per le nuove unità abitative consiste nell'isolamento termico delle pareti perimetrali con 5 cm di polistirolo espanso nonché del controsoffitto e della copertura a falda con 10 cm di fibra minerale.

(16) La soluzione S 101 per le nuove unità abitative consiste nell'isolamento termico delle pareti perimetrali con 5 cm di polistirolo espanso nonché del controsoffitto e della copertura a falda con 8 cm di fibra minerale.

Note generali sulla ristrutturazione dell'impianto di riscaldamento ambientale

L'impianto di riscaldamento ambientale al servizio dell'edificio considerato è del tipo centralizzato ad acqua calda con distribuzione a colonne dal basso e radiatori in ghisa; esso è stato realizzato nel 1967.

Da un primo esame della situazione esistente si può dedurre che i generatori di calore collocati nella centrale termica dovranno essere sostituiti entro breve tempo a causa del loro stato di degrado fisico e funzionale, mentre la rete di distribuzione del fluido termovettore ed i corpi scaldanti potranno essere recuperati, effettuando interventi localizzati in corso d'opera di non grande importanza (come ad esempio il rifacimento dell'isolamento termico delle tubazioni correnti entro vani non riscaldati, la sostituzione del valvolame ecc.).

Rimandando ad altra sede un esame accurato del sistema impiantistico ⁽¹⁾, si vogliono qui riportare alcune note generali sulla ristrutturazione dell'impianto di riscaldamento ambientale alla luce delle opere di rinforzo dell'isolamento termico che si intendono effettuare sull'involucro edilizio.

Va infatti evidenziato che il miglioramento della caratteristica di isolamento termico dell'edificio esistente comporta una riduzione delle dispersioni sia a scala di intero edificio sia a scala di singolo locale.

A scala di intero edificio i previsti interventi di rinforzo dell'isolamento termico inducono, innanzitutto, una riduzione della massima potenzialità termica richiesta ai generatori di calore con un immediato beneficio sui costi di installazione dell'impianto di produzione del calore.

A scala di singolo locale detti interventi di rinforzo dell'isolamento termico inducono una riduzione delle dispersioni solo se il relativo corpo scaldante viene dimensionato in funzione del nuovo regime termico, cioè se vengono evitati indesiderati aumenti della temperatura dell'aria interna.

È quindi indubbio che, ai fini del consumo energetico stagionale, il mancato adeguamento della resa termica dei corpi scaldanti al servizio dei singoli locali vanifica l'effetto degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico messi in opera.

Attuando gli interventi di coibentazione proposti dovranno essere compiute nuove calcolazioni del fabbisogno termico per ogni singolo locale e dovranno essere modificate le superfici dei radiatori per adeguarle alla nuova situazione. D'altronde le già progettate modifiche distributive all'interno delle singole unità abitative avrebbero richiesto, indipendentemente dalle opere di coibentazione, una revisione dei calcoli termici.

L'impianto di produzione di calore. Per quanto riguarda la produzione del calore potrebbe essere presa in considerazione l'ipotesi di trasformare l'impianto esistente in modo che esso possa utilizzare come fonte energetica sia combustibile liquido (gasolio) sia combustibile gassoso (metano), con preferenza per quest'ultimo.

Supponendo di mantenere il combustibile liquido deve comunque essere verificato il soddisfacimento delle prescrizioni della legge 615 e dei successivi documenti integrativi, soprattutto per quanto riguarda l'accesso al locale centrale termica.

Dal punto di vista funzionale è poi da valutare la convenienza di distribuire diversamente la potenzialità termica installata sui due generatori di calore di nuova acquisizione e l'opportunità di installare un regolatore per l'inserimento in sequenza dei generatori stessi ⁽²⁾.

Il sistema di termoregolazione. Come è noto, la regolazione della quantità di calore erogata dai corpi scaldanti può essere effettuata in centrale termica, mediante un sensore di temperatura esterna (termoregolazione climatica), oppure in zona, mediante un sensore di temperatura ambiente (termoregolazione ambiente).

Con una termoregolazione climatica, obbligatoria per legge, si modula la quantità di calore erogata complessivamente dall'impianto in funzione delle condizioni climatiche esterne senza però differenziare l'azione regolante da ambiente ad ambiente e quindi senza tenere conto della presenza in ambiente di eventuali fonti di calore gratuito come le persone, l'illuminazione, gli elettrodomestici, la radiazione solare ecc.

Con una termoregolazione ambiente si modula invece la quantità di calore erogata da un singolo corpo scaldante o da un gruppo di corpi scaldanti (per esempio quelli facenti capo ad una unità immobiliare) e si effettua quindi una regolazione in grado di mantenere negli ambienti un valore di temperatura preselezionato.

Nel caso specifico, supponendo di voler mantenere l'attuale sistema di distribuzione del fluido termovettore per colonne, la termoregolazione ambiente, senz'altro più efficiente ai fini del risparmio energetico, può essere effettuata ricorrendo a valvole termostatiche per singolo radiatore oppure a complessi sistemi di controllo (e contabilizzazione) della quantità di calore erogata, essenzialmente costituiti da valvole di regolazione e sonde di temperatura per singolo radiatore e centraline elettroniche per singola unità abitativa.

Detti sistemi di controllo potrebbero essere presi in considerazione nel contesto di una sperimentazione di più ampio respiro che voglia fornire delle indicazioni per successivi interventi sul parco edilizio esistente.

Nel caso specifico l'installazione di valvole termostatiche per singolo radiatore è una soluzione più economica, che però risulta sicuramente efficace solo se accoppiata ad una contabilizzazione del calore; infatti, trattandosi di abitazioni ad occupazione continua, è probabile che l'utente sia portato ad accettare una riduzione della temperatura dell'aria interna solamente nel caso in cui abbia un sicuro vantaggio economico a livello individuale.

Il sistema di contabilizzazione del calore ⁽³⁾. Già si è accennato al problema della contabilizzazione del calore, mettendo in luce che un sistema di termoregolazione ambiente risulta veramente utile ai fini del risparmio energetico nel momento in cui l'utente può verificarne l'efficacia.

Se è pur vero che la termoregolazione ambiente è una condizione necessaria per consentire all'utente la gestione diretta del servizio di riscaldamento, va chiarito che essa non è una condizione sufficiente a garantire da parte dell'utente un comportamento finalizzato al risparmio energetico. L'esperienza compiuta in altri paesi europei consente di affermare che l'introduzione di sistemi di contabilizzazione del calore incoraggia la formazione negli utenti di una mentalità volta al risparmio, premiata dall'immediatezza con cui i comportamenti si riflettono sulla spesa finale; è stato rilevato che la convenienza della gestione con pagamento a consumo rispetto a quella con pagamento forfettario tradizionale può comportare risparmi di combustibile superiori al 20%.

Alcuni paesi europei, come la Francia e la Germania, hanno reso obbligatoria l'installazione delle apparecchiature che consentono la ripartizione delle spese di riscaldamento.

Nel caso specifico sono adottabili due soluzioni tecniche in alternativa: una è quella già indicata in precedenza, cioè l'installazione per ogni unità abitativa di un complesso sistema di controllo e contabilizzazione del calore erogato; l'altra è quella consistente nell'installazione, per ogni corpo scaldante, sia di una valvola termostatica sia di un ripartitore delle spese di riscaldamento del tipo ad evaporazione.

Questa seconda soluzione, di costo sensibilmente inferiore, comporta l'installazione su ogni corpo scaldante di un organo di controllo dell'erogazione del calore (valvola termostatica) e di un organo di contabilizzazione del calore erogato (ripartitore ad evaporazione).

Il ripartitore ad evaporazione, largamente usato nei paesi del Nord Europa, è costituito da una fialetta precaricata con un liquido colorato; il calore erogato

dal corpo scaldante provoca l'evaporazione progressiva di detto liquido. Naturalmente è necessario effettuare un controllo annuale delle fialette per valutare l'indice di consumo energetico ed effettuare la sostituzione del liquido in esse contenuto, ciò comporta ulteriori oneri annuali per il servizio di lettura ed il ripristino dei livelli ⁽⁴⁾.

Marco Filippi

NOTE

⁽¹⁾ Per una guida alle cause di spreco energetico che si possono avere in un impianto di riscaldamento ambientale esistente si veda « Le principali cause di sprechi negli impianti di riscaldamento degli edifici civili » di F. Palmizi (in *Ingegneria dell'Energia e del Calore*, vol. 5, giugno-agosto 1981, pagg. 72-75, ed. Centro Internazionale Studi Giornalistici).

⁽²⁾ La potenza termica installata è attualmente pari a 1480 kW; essa è suddivisa su due generatori di calore di pari potenza. Sulla base delle calcolazioni delle dispersioni termiche effettuate con riferimento alle superfici esterne delimitanti il volume riscaldato e considerando un ricambio orario dell'aria (per ventilazione naturale) non superiore a 0,5 volumi (lordi), è presumibile che la potenza termica che si dovrà installare dopo l'attuazione dei provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico non sarà superiore a 900 kW. È quindi consigliabile la futura installazione di due generatori di calore, uno con potenza 600 kW ed uno con potenza 300 kW.

⁽³⁾ Per un approfondimento delle problematiche connesse con la contabilizzazione del calore negli edifici residenziali e per una migliore conoscenza dei sistemi di contabilizzazione si veda « Analisi del contesto normativo dei provvedimenti legislativi attuati a livello internazionale in materia di risparmio energetico negli edifici: settore apparecchiature di regolazione automatica e di contabilizzazione del calore » di V. Ferro e G. Stanchi, pubblicazione interna dell'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino, aprile 1981.

⁽⁴⁾ All'inizio della stagione invernale 1981/82 l'Istituto ha disposto per l'installazione su ogni radiatore di un ripartitore ad evaporazione, ciò con il duplice scopo di preparare gli utenti ad una futura ripartizione delle spese di riscaldamento in base all'effettivo calore erogato e di conoscere i valori di riferimento della ripartizione prima dell'attuazione degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino accoglie nella « Rassegna Tecnica », in relazione ai suoi fini culturali istituzionali, articoli di Soci ed anche non Soci, invitati. La pubblicazione, implica e sollecita l'apertura di una discussione, per iscritto o in apposite riunioni di Società. Le opinioni ed i giudizi impegnano esclusivamente gli Autori e non la Società.

Direttore responsabile: **MARIO FEDERICO ROGGERO**

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

Spedizione in abbonamento postale GR III/70 - Mensile

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO