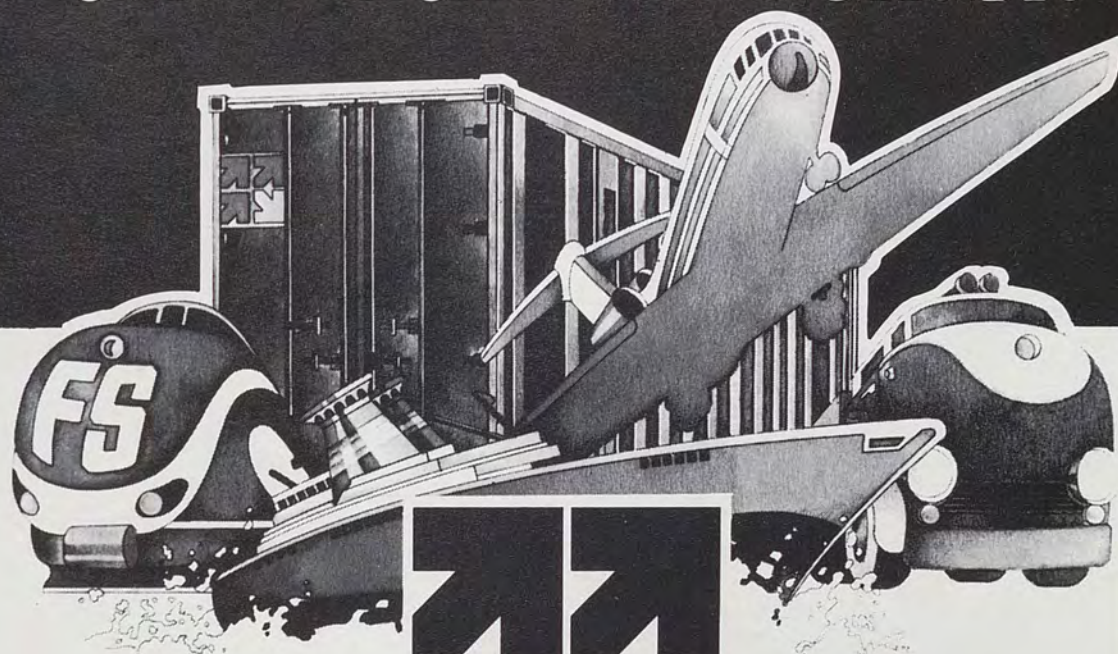


**Tutti vi promettono
una rendita sicura,
vantaggiosa, comoda.
Solo noi vi offriamo
una rendita in dollari.**



FRAGIFIN
DIVISIONE CONTAINERS

CONSULTATECI PRESSO I SEGUENTI INDIRIZZI:

RA. CO

Via Chiappero, 23 (grattacielo) 10064 PINEROLO - Tel. (0121) 77.255

MINIWEEK

Via Saliceto, 5 10137 TORINO - Tel. (011) 355.331 / 399.289

STUDIO 4

Via Vigone, 34 10064 PINEROLO - Tel. (0121) 21.081

Via Fonte Bianco, 16 - 10060 LUSERNA ALTA

Tel. (0121) 909.583

copri con
Onduline®
scopri che risparmi



IN VENDITA NEI PRINCIPALI MAGAZZINI

Onduline ITALIA SPA

55011 ALTOPASCIO (Lucca) Via Sibolla Tel. (0583) 25611/2/3/4/5 r.a. Telex 500228 ITOFIC - I

**SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO**

ATTI E RASSEGNA TECNICA

Anno 115

XXXVI-8

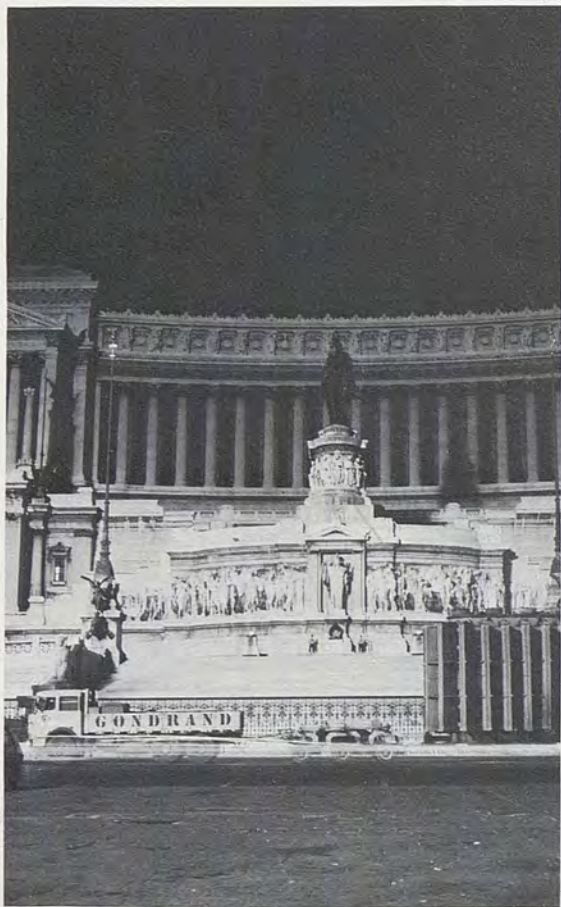
AGOSTO 1982

N U O V A S E R I E

**SISTEMI DI PRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE
DELL'ENERGIA NELL'AREA PIEMONTESE**

**Risparmio di energia nella climatizzazione
degli edifici esistenti**

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GR. III/70 - MENSILE



**Quando il trasporto è un "grosso"
problema...**

Gondrand, naturalmente.

Trasporto grandi impianti - Trasporto di materiali radioattivi e di merci pericolose
Montaggi industriali - Noleggio autogru

GONDRAND

Una holding articolata per tutti i servizi inerenti la movimentazione delle merci.
Presente in 86 località italiane - 227 sedi di gruppo in Europa.

Sede Sociale: Milano - Via Pontaccio, 21 - tel. 874854 - telex 334659
(indirizzi sulle Pagine Gialle alla voce spedizioni aeree, marittime, terrestri ☎).

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

Prefabbricare. Tradurre in economia lo spazio e il tempo.



Unire la conoscenza della realtà e i suoi problemi operativi con la capacità di produrre soluzioni idonee al progettista e al costruttore.

La prefabbricazione può essere considerata la sintesi di questi due punti.

Manufatti prefabbricati in cemento armato normale e precompresso per costruzioni civili, industriali e rurali, scuole, ponti, ...



PREFABBRICATI PRECOMPRESSI VIBRATI IN C.A.

ING. PRUNOTTO S.p.A.

12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3



IMPRESA COSTRUZIONI

ING. PRUNOTTO S.p.A.

12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

La ING. PRUNOTTO S.p.A. realizza e progetta tutto questo, traducendo in realtà pratica e razionale la scelta delle tecnologie più adatte alle esigenze del momento determinate fondamentalmente dall'esperienza.

Ed è sempre l'esperienza, solitamente, la dote che mette in

grado un'impresa di fronteggiare rapidamente ed efficacemente i problemi più difficili ed imprevisti.

CANDELA

Trovarci è facile.

**Siamo ovunque
in Piemonte
e Valle d'Aosta**

Regione Autonoma della Valle d'Aosta:

Aosta - Châtillon -
Courmayeur - Morgex -
Pont St. Martin - St. Vincent
- Valtournenche - Verres.

Provincia di Torino:

Agliè - Airasca - Almese - Alpignano - Avigliana -
Azeglio - Barbania - Bardonecchia - Beinasco -
Bibiana - Borgaretto - Borgaro Torinese -
Brandizzo - Bricherasio - Brusasco Cavagnolo -
Bussoleno - Cafasse - Caluso - Cambiano -
Carignano - Carmagnola - Casalborgone -
Cascine Vica - Caselle Torinese - Caselle
Torinese - Aeroporto - Castellamonte - Cavour - Ceres - Chieri -
Chivasso - Ciriè - Coazze - Collegno - Condove - Corio - Cumiana -
Cuorgnè - Druento - Favria - Foglizzo - Gassino - Giaveno -
Grugliasco - Ivrea - La Loggia - Lanzo Torinese - Leini - Lessolo -
Locana - Luserna S. Giovanni - Mazze - Moncalieri - Moncalieri Ag. A -
Moncalieri Borgo S. Pietro - Montalto Dora - Montanaro - Nichelino -
None - Orbassano - Oulx - Pancalieri - Pavone C.se - Perosa
Argentina - Pianezza - Pinerolo - Pinerolo Ag. A - Pino Torinese -
Piossasco - Piscina - Poirino - Pont C.se - Rivalta di Torino - Rivarolo
C.se - Rivoli - Ronco C.se - S. Ambrogio di Torino - S. Antonino di
Susa - S. Benigno C.se - S. Giorgio C.se - S. Giusto C.se - S. Mauro
Torinese - S. Secondo di Pinerolo - Santena -
Settimo Torinese - Settimo Torinese Ag. A -
Settimo Vittone - Strambino - Susa -
Torre Pellice - Valperga C.se - Venaria -
Verolengo - Vigone - Villafranca P.te - Vinovo -
Vistrorio - Volpiano - Volvera.

Provincia di Cuneo:

Bagnolo P.te - Barge - Bene Vagienna - Busca -
Carrù - Cavallermaggiore - Cherasco - Dogliani -
Gareggio - La Morra - Moretta - Narzole - Ormea -
Paesana - Racconigi - Revello - Sommariva del
Bosco - Venasca - Verzuolo.

Provincia di Novara:

Arona - Biandrate - Borgomanero -
Casale Corte Cerro - Casalino -
Ghemme - Novara - Rontagnano Sesia.

Provincia di Vercelli:

Cigliano - Gattinara - Livorno F. -
Saluggia.

Provincia di Alessandria:

Acqui Terme - Balzola - Casale M.to -
Casale M.to Ag. A - Fubine - Giarole -
Lu M.to - Mirabello M.to - Molare -
Morano Po - Ovada - Vignale - Visone.

Provincia di Asti:

Canelli - Casorzo - Castelnuovo D. B. -
Cocconato - Montechiaro d'Asti - Montiglio -
Nizza M.to - Viarigi - Villanova d'Asti.

Sportelli stagionali:

Ala di Stura - Ayas Champoluc -
Breuil-Cervinia - Brusson - La Thuile -
Prè St. Didier.

CRT

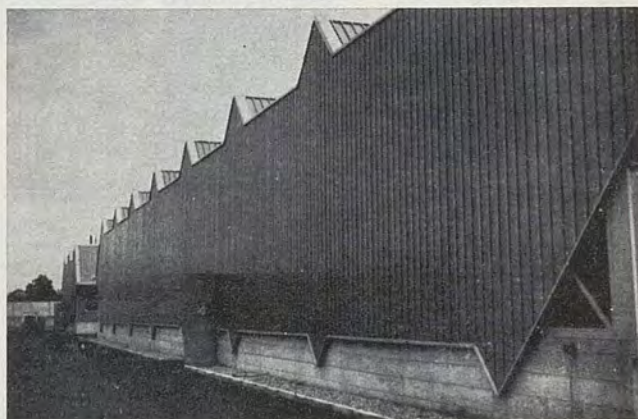
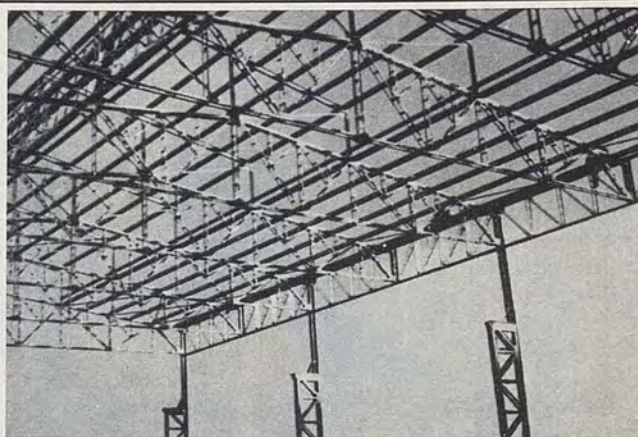
CASSA DI RISPARMIO DI TORINO
LA BANCA CHE CRESCE PER VOI.

EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

CARPENTERIA METALLICA



Torino - c. M. D'Azeglio 78 - tel. 688792



**Sanpaolo:
la banca nata
nel 1563...**

**Quando il Sole
girava ancora
intorno alla terra.**

SANPAOLO

ISTITUTO BANCARIO
SAN PAOLO DI TORINO

FINANZIAMENTI A MEDIO TERMINE

CENTROUNO



All'industria

per il rinnovo, l'ampliamento
o la costruzione
di impianti industriali

All'esportazione

per lo smobilizzo dei crediti
nascenti da esportazioni
di merci e servizi
e/o lavori all'estero

Al commercio

per l'acquisizione, la costruzione
il rinnovo e l'ampliamento
dei locali e delle attrezzature
necessarie all'esercizio
commerciale

Sconto effetti

per la vendita con riserva
di proprietà e con
pagamento rateale differito
di macchinari nuovi



MEDIOCREDITO PIEMONTESE

il filo diretto tra il credito a medio termine

e le piccole-medie imprese

Sede: Piazza Solferino 22 - 10121 Torino
Telefoni: (011) 534.742 - 533.739 - 517.051

SISTEMI TELEFONICI A MISURA D'UTENTE



**per: PICCOLE & MEDIE AZIENDE
INDUSTRIE
VILLE
OSPEDALI
BANCHE
PROFESSIONISTI**

Telefonica Subalpina

DA 35 ANNI È CONSULENZA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE
CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 6 - TORINO - TEL. 535.000



VI NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE . ANNO XXXVI . NUMERO 8 AGOSTO 1982

SOMMARIO

<i>Premessa di E. Lavagno, Direttore della Ricerca</i>	<i>pag. 363</i>
<i>RECE/0 Programmi di ricerca per il risparmio di energia nella climatizzazione degli edifici a cura di M. Filippi</i>	<i>» 369</i>
<i>RECE/1 Contenimento dei consumi energetici negli edifici residenziali esistenti - Il patrimonio degli IACP Piemontesi a cura di E. Tamagno</i>	<i>» 373</i>
<i>RECE/2 Contenimento dei consumi energetici negli edifici scolastici esistenti a cura di L. Mannino e S. Giriodi</i>	<i>» 411</i>
<i>RECE/3 Determinazione del consumo energetico per il riscaldamento negli edifici residenziali esistenti in Piemonte a cura di P. L. Brusasco e G. P. Zuccotti</i>	<i>» 425</i>
<i>RECE/4 Analisi tecnologica e fisico-tecnica degli edifici esistenti a cura di G. Cavaglià e M. Filippi</i>	<i>» 443</i>
<i>RECE/5 Analisi energetica ed economica degli interventi per il risparmio energetico sul parco edilizio esistente a cura di M. Filippi</i>	<i>» 467</i>

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 Mandracci, Francesco Sibilla.

Redattore capo: Elena Tamagno.

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

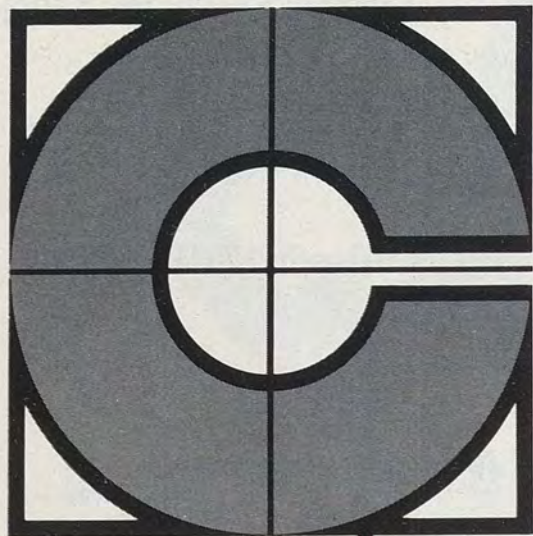
Redazione, segreteria, amministrazione: Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, via Giolitti, 1 - Torino.

ISSN 0004-7287

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

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA VII

candellero



parquets

PAVIMENTI DI LEGNO
IN TUTTI I TIPI
ED ESSENZE

Legnami nazionali ed esteri

CANDELLERO PARQUETS - 10067 VIGONE (To) - Via Cavour, 1 - Tel. 011/9809104
Telex 211019 CANDEL



**Bordunale
& Ellena**

BORDUNALE & ELLENA s.n.c.

Impresa restauri e decorazioni

10064 PINEROLO (Torino) - Piazza Marconi 7 - Tel. 0121/39.92

**SISTEMI DI PRODUZIONE
ED UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA
NELL'AREA PIEMONTESE**

**Convenzione di ricerca fra il Politecnico
di Torino e la Regione Piemonte**

La convenzione di ricerca sui « Sistemi di produzione ed utilizzazione dell'energia nell'area piemontese », stipulata nel febbraio 1980 tra il Politecnico di Torino e la Regione Piemonte, su iniziativa dell'Istituto di Fisica Tecnica e Impianti Nucleari e dell'Assessorato alla Pianificazione del Territorio, e di cui vengono ora presentati i risultati per il primo anno di svolgimento, rappresenta, a nostro avviso, un significativo esempio di come particolari necessità conoscitive ed operative di una fondamentale articolazione del potere locale possano trovare, da parte di una istituzione pubblica di formazione e ricerca, risposte e stimoli su di un tema, quello energetico, che si dimostra sempre più d'importanza strategica per lo sviluppo delle diverse attività sul territorio.

L'attività di ricerca, che ha visto la partecipazione di docenti e ricercatori delle due Facoltà di Ingegneria e Architettura, nonché di ricercatori e di operatori di vari Enti sia pubblici che privati, si è sviluppata, secondo il programma concordato, in tre direzioni distinte anche se complementari: il bilancio energetico regionale, gli studi preliminari di fattibilità, l'informazione scientifica.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, è stata avviata la raccolta e l'analisi critica del materiale informativo e dei dati esistenti necessari alla stesura del bilancio energetico regionale. Parte del materiale analizzato è stata utilizzata per redigere il capitolo « L'energia » della Relazione sulla situazione socio-economica del Piemonte per il 1979 redatta dall'IRES nel dicembre 1980; il materiale che viene ora presentato riguarda un'approfondimento dei contenuti e delle voci del bilancio energetico globale ed una ampia serie di dati sui consumi energetici del settore manifatturiero, articolati per tipo di fonte,

per provincia e per gruppo di attività, premessa per la costruzione del bilancio energetico del settore industriale. È stato inoltre dedicato un particolare contributo al problema della produzione combinata di energia elettrica e calore nel settore manifatturiero e alla situazione delle concessioni per uso idroelettrico e forza motrice. Per il settore agricolo si è proceduto ad una analisi accurata e si è pervenuti alla redazione del bilancio energetico completo ed alla formulazione, sulla base dei risultati ottenuti, di valutazione e proposte in relazione a particolari aspetti del ciclo agro-alimentare.

Il secondo obiettivo programmato consisteva nell'effettuare, in riferimento alla situazione energetica della Regione, alcuni studi preliminari per la formulazione di programmi di ricerca, fattibilità e/o intervento concernenti particolari aspetti del sistema di produzione e utilizzazione dell'energia del territorio.

Questi studi si sono rivolti fondamentalmente ai problemi connessi con la produzione, la distribuzione, l'utilizzazione ed il recupero dell'energia termica, in quanto quest'ultima è l'anello finale di una catena di conversioni che meglio si presta ad interventi di carattere locale e rappresenta una quota cospicua degli usi finali.

Gli studi compiuti hanno avuto come oggetto:

— Una analisi di fattibilità di un intervento di riscaldamento urbano in un'area torinese, i cui risultati costituiscono una esauriente premessa anche per una estensione ad altre parti del territorio. L'area urbana esaminata in dettaglio è la zona sud di Torino con Moncalieri e Nichelino, in riferimento ad un impianto di cogenerazione sito nella centrale AEM di Moncalieri.

— *Una analisi di fattibilità di un intervento di riscaldamento urbano con uso di fluidi geotermici (progetto GEOTORINO), a partire da uno studio sulla geotermia e sulla distribuzione delle temperature nel sottosuolo piemontese e da una interpretazione geologica del settore piemontese della pianura padana.*

— *Una serie coordinata di studi sul problema del contenimento dei consumi energetici nella climatizzazione degli edifici (programma RECE), che comprende la raccolta e l'analisi delle tipologie edilizie e dei relativi consumi energetici in riferimento al patrimonio di edilizia residenziale pubblica di proprietà degli IACP ed agli edifici scolastici, una analisi del problema della determinazione del consumo energetico per usi termici attribuibile a tutto il parco edilizio adibito a residenza ed infine una completa trattazione dei problemi connessi con l'effettuazione della « diagnosi energetica » degli edifici e con l'attuazione dei provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico.*

— *Uno studio sulla fermentazione anaerobica intesa come mezzo di valorizzazione energetica dei rifiuti organici che, in particolare, analizza gli aspetti tecnici ed economici della produzione di biogas da deiezioni animali per la potenzialità da esse rappresentata nel territorio piemontese ed emersa dallo studio sul bilancio energetico del settore agricolo.*

La terza direzione di lavoro programmata ha riguardato la realizzazione di strumenti e di momenti di informazione sui termini, generali e particolari, del problema energetico. Questo terreno di collaborazione ci è sembrato particolarmente importante, sia per la rilevanza del problema che per il ruolo che l'istituzione universitaria deve svolgere nel campo della formazione. L'attività fondamentale sinora

sviluppata ha riguardato la realizzazione, in collaborazione con gli Assessorati alla Pianificazione del Territorio e all'Istruzione e Cultura e con l'Unione Culturale Franco Antonicelli, di una mostra sul tema energetico, articolata in tre sezioni: « Problemi dell'energia nel mondo, in Italia, in Piemonte » e della quale è stato realizzato anche un catalogo completo. La mostra, inaugurata nel maggio 1980, è tuttora utilizzata in varie sedi e, corredata dalle previste integrazioni concernenti le diverse situazioni locali, potrà costituire il supporto per iniziative di diffusione dell'informazione in termini scientifici.

Non mi è qui possibile ringraziare tutti coloro che, pur non facendo parte integrante dei gruppi di ricerca, hanno contribuito con informazioni, suggerimenti e consigli alle attività svolte, ma desidero rivolgere un particolare ringraziamento a tutti i collaboratori che hanno dedicato impegno ed entusiasmo all'iniziativa ed in particolare ai colleghi che hanno coordinato i gruppi di ricerca Giovanni Del Tin, Antonio Di Molfetta, Marco Filippi, Bruno Panella e Piero Ravetto. Un particolare ringraziamento devo rivolgere all'Assessore Luigi Rivalta con il quale è stato avviato il programma di ricerca e all'Assessore Gabriele Salerno con il quale il programma è giunto al termine del primo anno di attività.

EVASIO LAVAGNO (*)
direttore della ricerca

(*) Ingegnere, docente di Trasmissione del calore presso il Politecnico di Torino

Risparmio di energia nella climatizzazione degli edifici esistenti (programma RECE)

Il gruppo di lavoro costituito presso la facoltà di Architettura del Politecnico di Torino era così composto:

Coordinatore

Ing. Marco Filippi, docente di Fisica tecnica e impianti.

Docenti ricercatori

Arch. Pio Luigi Brusasco, assistente di Composizione architettonica.

Arch. Gianfranco Cavaglià, docente di Unificazione edilizia e prefabbricazione.

Arch. Sisto Giriodi, assistente di Composizione architettonica.

Arch. Lorenzo Mamino, assistente di Composizione architettonica.

Arch. Elena Tamagno, docente di Composizione architettonica.

Arch. Gian Pio Zuccotti, docente di Composizione architettonica.

Collaboratori

Arch. Chiara Aghemo

Arch. Francesco Barrera

Arch. Milena Bertotto

Ing. Matteo Bo

Arch. Laura Carpignano

Arch. Donatella Frè

Arch. Emanuela Lavezzo

Arch. Mariella Massa

Arch. Carmela Mastrantuono

**Programmi di ricerca per il risparmio di energia
nella climatizzazione degli edifici esistenti**

Nel testo della convenzione di ricerca fra la Regione Piemonte ed il Politecnico di Torino avente per oggetto « Sistemi integrati di produzione e utilizzazione dell'energia nell'area piemontese » era prevista l'esecuzione di studi preliminari volti alla definizione di programmi di ricerca concernenti la riduzione della domanda di energia per il riscaldamento degli edifici.

Per l'effettuazione di detti studi preliminari fu costituito presso la Facoltà di Architettura dello stesso Politecnico un gruppo di ricercatori che si impegnò ad evidenziare alcuni problemi emergenti ed a tratteggiare alcune proposte di ricerca riguardanti, in particolare, il patrimonio edilizio esistente sul territorio regionale.

Nello spirito della convenzione di ricerca stipulata, con il lavoro compiuto, raccolto sotto la sigla R.E.C.E. (Risparmio di Energia nella Climatizzazione degli Edifici), si sono volute porre le premesse metodologiche per l'effettuazione di interventi specifici di coordinamento e di programmazione a carattere regionale.

I documenti RECE/1, RECE/2 e RECE/3 riguardano la raccolta di materiale informativo e di dati sulle tipologie edilizie e sui relativi consumi energetici, mentre i documenti RECE/4 e RECE/5 affrontano i problemi tecnici ed economici connessi con il risanamento energetico degli edifici esistenti.

Nel documento RECE/1 viene esaminata, con grande ricchezza di dati, la situazione dei consumi energetici per usi termici relativa al patrimonio di edilizia residenziale pubblica di proprietà degli Istituti Autonomi delle Case Popolari aventi sede nella Regione Piemonte (circa tre milioni di metri cubi costruiti).

Detto patrimonio edilizio costituisce un campione di edilizia residenziale significativo sia per una analisi della evoluzione temporale dei consumi e dei costi energetici sia per una eventuale sperimentazione di provvedimenti finalizzati al risparmio energetico.

Un organico programma di ricerca nel settore dovrebbe prevedere da un lato il completamento e l'approfondimento di questa prima ricognizione, dall'altro la definizione di priorità di intervento e di modalità di sperimentazione compatibili con le ipotesi di ristrutturazione e di manutenzione straordinaria già previste nei programmi di intervento degli I.A.C.P.

Inoltre, considerando che una parte rilevante del patrimonio di edilizia residenziale pubblica è in corso di ristrutturazione e costituisce quindi un insieme di edifici sul quale è possibile intervenire a breve termine, si potrebbero introdurre e verificare criteri igienico-edilizi coerenti con le esigenze di risparmio energetico ed applicabili all'edilizia residenziale in genere.

Per quanto riguarda il patrimonio di edifici pubblici direttamente gestiti dagli enti locali, particolare attenzione viene rivolta agli edifici ad uso scolastico, che nell'area piemontese costituiscono un insieme di

quattromila edifici per un totale di circa trentamila aule.

Nel testo del documento RECE/2 vengono forniti dati statistici sugli edifici scolastici esistenti e viene avanzata una ipotesi di classificazione delle varie tipologie edilizie che evidenzia il netto prevalere di edifici di piccole dimensioni.

Con riferimento alle indagini già svolte in sede regionale per il recupero a fini didattici delle aule scolastiche disperse sul territorio, è opportuno sottolineare che ogni specifico programma di ricerca in questo settore dovrebbe trarre origine da una migliore conoscenza del patrimonio edilizio esistente e dovrebbe essere condotto con la duplice finalità del miglioramento delle caratteristiche sia energetiche che didattiche degli edifici.

Se nei documenti RECE/1 e RECE/2 vengono considerati particolari insiemi omogenei di edifici esistenti, nel documento RECE/3 viene invece posto con chiarezza il problema della determinazione del consumo energetico per usi termici attribuibile a tutto il parco edilizio esistente nel territorio piemontese ed adibito a residenza.

La tesi degli Autori del documento è che, per arrivare a determinare con buona approssimazione il consumo energetico degli edifici residenziali esistenti, occorre effettuare un grande numero di analisi energetiche dettagliate su campioni statistici opportunamente scelti e dedurre da dette analisi energetiche i valori indice necessari per estendere i risultati ottenuti all'intero patrimonio edilizio esistente.

Nella logica di coordinamento delle iniziative e di programmazione degli interventi propria dell'organo politico regionale, il programma di ricerca delineato nel documento RECE/3 si pone come uno strumento necessario per la conoscenza di quella situazione di fatto sulla quale deve poi innestarsi qualsiasi provvedimento finalizzato al risparmio energetico.

Nei documenti RECE/4 e RECE/5 è stata ampiamente trattata la problematica connessa con l'effettuazione della « diagnosi energetica » degli edifici esistenti e con l'attuazione dei provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico.

Nel testo vengono presentate delle procedure per l'analisi tecnologica, fisico-tecnica ed energetica degli edifici esistenti. Anche se dette procedure necessitano di una ulteriore messa a punto nell'ambito di un organico programma di ricerca; esse costituiscono attualmente degli strumenti di lavoro che potrebbero essere oggetto di un testo informativo a carattere tecnico indirizzato agli operatori del settore, allo scopo di evitare la messa in opera di provvedimenti non sufficientemente meditati e sostanzialmente errati.

Ai programmi di ricerca illustrati nella convenzione stipulata fra la Regione Piemonte ed il Politecnico di

Torino se ne possono aggiungere altri, non di minore importanza e parimenti utili per lo sviluppo di una politica regionale di intervento finalizzata alla razionalizzazione dell'uso dell'energia nel settore edilizio.

Per quanto riguarda il patrimonio edilizio esistente ad uso residenziale e non (uffici, scuole, centri sportivi, ospedali, ecc.) sarebbe opportuno procedere allo sviluppo di una campagna di informazione e sensibilizzazione dell'utenza, pubblica e privata, attraverso la redazione di guide al risparmio energetico di facile lettura, nelle quali siano contenuti espliciti inviti ad individuare le cause di spreco energetico e siano chiaramente indicate le possibili soluzioni.

Accanto a questa azione diretta sull'utenza occorrerebbe svolgere anche una azione di qualificazione degli operatori di settore al fine di evitare l'adozione su larga scala di provvedimenti tecnicamente non corretti ed economicamente non convenienti. Allo scopo sarebbe opportuno avviare una indagine conoscitiva

sulle unità produttive che operano o intendono operare sul territorio regionale nel settore del risparmio energetico; l'indagine dovrebbe fornire un quadro complessivo delle potenzialità esistenti in sede locale per gestire un programma di sviluppo delle economie di energia.

Per quanto riguarda infine gli edifici di nuova costruzione già esistono disposizioni legislative per il contenimento dei consumi energetici per usi termici (cfr. legge 373/76 e relativi documenti di applicazione); si tratta però di assicurare, sempre attraverso un'azione di sensibilizzazione e qualificazione degli operatori di settore, la corretta applicazione di dette disposizioni legislative. A livello locale sarebbe opportuno costituire un dispositivo « automatico » di controllo dei progetti e delle realizzazioni, nonché un archivio storico, utile per una dettagliata conoscenza del patrimonio edilizio progressivamente costruito, conoscenza della quale attualmente si sente una grande mancanza.

Contenimento dei consumi energetici negli edifici esistenti. Il patrimonio degli IACP Piemontesi

a cura di E. Tamagno con la collaborazione di F. Barrera e D. Frè.

SOMMARIO

1. *Metodologia della ricerca*
2. *Delimitazione del campo di indagine*
3. *Fabbisogno abitativi ed energetici in relazione al modello d'utenza*
 - 3.1. Ricognizione dei fabbisogni di energia nel patrimonio di edilizia residenziale pubblica.
 - 3.2. Fabbisogni abitativi non soddisfatti
4. *Ricognizione del parco edilizio esistente*
 - 4.1. Cenni storici sull'organizzazione dell'edilizia pubblica in Piemonte.
 - 4.2. Individuazione di fasi storiche significative rispetto ai modi e ai tipi costruttivi e di organizzazione dei complessi.
 - 4.3. Analisi di edifici e/o complessi campione volta alla individuazione dei fabbisogni non soddisfatti.
 - 4.4. Analisi di edifici e/o complessi campione volta alla individuazione delle caratteristiche costruttive influenti sul comportamento energetico.
 - 4.4.1. Dati quantitativi complessi articolati in base alla suddivisione, geografica, con riferimento ai fabbisogni abitativi non soddisfatti.
 - 4.4.2. Dati quantitativi per campioni, in base alle tipologie edilizie storiche: analisi delle caratteristiche come base per una lettura degli elementi costruttivi influenti sul comportamento energetico.
5. *Criteri guida per interventi sul parco edilizio esistente*
 - 5.1. Problemi generali di intervento
 - 5.2. Tipi ricorrenti di interventi nella prassi di ristrutturazione
 - 5.3. Criteri per la valutazione degli interventi
6. *Indicazioni per l'effettuazione della ricerca*

1. METODOLOGIA DELLA RICERCA

L'individuazione di modi ottimali, sotto il profilo dell'efficienza e dell'economia, di intervenire sul patrimonio edilizio esistente di edilizia residenziale pubblica non può prescindere da un'accurata analisi delle caratteristiche di tale patrimonio. In questo senso, ne sono qui individuate e descritte le grandi categorie con indicazione delle loro articolazioni. Già da questa prima sommaria ricognizione su tutto il patrimonio degli IACP piemontesi (circa 8 milioni di m³ costruiti) emerge come sia praticamente impossibile individuare a priori interventi tipo, data la varietà delle caratteristiche fisiche e geografiche di un patrimonio costituitosi nell'arco di oltre settant'anni su di un territorio di 24.600 km² che presenta situazioni molto diversificate di clima e di urbanizzazione.

Gli interventi tipo volti a massimizzare i risparmi energetici andranno quindi individuati attraverso lo studio dei risultati di analisi condotte su di una casistica significativa di complessi. A titolo esemplificativo, in questa sede, sono proposti alcuni edifici e/o complessi campione, dei quali sono messe in evidenza le caratteristiche da considerare nella suddetta analisi insieme alle operazioni specifiche da compiere. Tali operazioni sono state individuate in base al criterio guida di considerare gli edifici e/o i complessi non secondo parametri stabiliti in assoluto, ma in base alla loro fisionomia di entità complesse per le quali è più utile individuare i valori economici degli interventi rispetto al complesso di benefici indotti (non esclusivamente riferibili al settore « *Contenimento dei consumi energetici* »). Nella determinazione di possibili tipi di intervento giocano un ruolo sostanziale i requisiti di prestazione dell'abitazione: nella individuazione di quelli che massimizzano il rapporto benefici/costi, è particolarmente delicata la valutazione delle modificazioni accettabili dall'utenza nel *costume abitativo*; cioè considerate le necessità attualmente soddisfatte e riconosciute come da soddisfare nell'ambito della residenza, individuare quali siano i mutamenti accettabili nel modo di soddisfarle. Questa operazione non può essere compiuta una volta tanto in sede di ricerca, ma deve essere verificata su ciascuno dei campi di intervento; la ricerca potrà però individuare i fabbisogni abitativi e una gamma di possibili modi di soddisfarli, in modo da costituire modelli operativi ai quali riferirsi di volta in volta, in base alla situazione socio-economico-culturale specifica, per la scelta dell'intervento. In questa sede sono messi in evidenza alcuni nessi fra fabbisogni abitativi e fabbisogni di energia. L'individuazione degli interventi ottimali dovrà infine tenere conto delle modalità di messa in opera in relazione alle caratteristiche operative e alle reali possibilità di riqualificazione dell'impreditoria edilizia. In questa sede, sono stati individuati tipi ricorrenti di intervento nella prassi di ri-

strutturazione, come base per una loro analisi volta a mettere in evidenza le virtualità di riorganizzazione delle operazioni reali di intervento in relazione alle capacità esecutive dell'impresa.

Infine, viene qui dato un quadro di dati generali (m³ e vani costruiti, m³ riscaldati e da riscaldare, t.e.p. consumati o necessari, ecc.) utili alla valutazione a grandi linee della dimensione del problema, ma soprattutto alla collocazione delle singole soluzioni individuate dalle successive ricerche rispetto al contesto generale.

2. DELIMITAZIONE DEL CAMPO INDAGINE

In base a quanto previsto dalla Legge 22.10.1971 n. 865 ⁽¹⁾, il patrimonio IACP si può assumere come parte maggioritaria dell'edilizia residenziale pubblica (ne sono escluse le proprietà dello Stato e dei Comuni). Pertanto sono state considerate le proprietà degli IACP attivi in Piemonte e precisamente quelli di: Alessandria, Asti, Biella ⁽²⁾, Cuneo, Novara, Torino, Vercelli ⁽³⁾.

L'insieme di queste proprietà comprende edifici costruiti, in linea di massima, dall'inizio del secolo ⁽⁴⁾ ad oggi, pertanto esso non presenta caratteristiche di particolare degrado, salvo casi poco numerosi di recenti acquisizioni di stabili in zone di « 167 » in centro storico ⁽⁵⁾; si rilevano però differenze notevoli fra quanto costruito prima e dopo la seconda guerra mondiale per quanto riguarda la tipologia abitativa e la dotazione di impianti. I patrimoni dei singoli

⁽¹⁾ Titolo I, Art. 8, Legge 22.10.1971, n. 865. *Programmi e coordinamento dell'edilizia residenziale pubblica*; norme sulla espropriazione per pubblica utilità; modifiche ed integrazioni alle Leggi 17 agosto 1942, n. 1156; 18 aprile 1962, n. 167; 29 settembre 1964, n. 847; ed autorizzazione di spesa per interventi straordinari nel settore dell'edilizia residenziale, agevolata e convenzionata (G.U., 276 del 30.10.1971).

⁽²⁾ Unico con giurisdizione comunale anziché provinciale.

⁽³⁾ I dati di base per le elaborazioni qui riportate sono stati reperiti grazie alla collaborazione del *Consorzio fra gli IACP della Regione Piemonte*, nelle persone del Presidente Ing. Costanzo e dell'Arch. Zorzi, dei Presidenti dei singoli IACP e, in particolare, dei funzionari: Arch. Medico e Geom. Romano per l'IACP di Alessandria; Geom. Gonella per l'IACP di Asti; Geom. Boin per l'IACP di Biella; Ing. Reiso e Arch. Ponso per l'IACP di Cuneo; Ing. Leonardi, Geom. Montacchini e Geom. Zeno per l'IACP di Novara; Ing. Alborghetti, Arch. De Fanti e Geom. Bassani per l'IACP di Torino. Al complesso dei dati regionali mancano quelli relativi al patrimonio dell'IACP di Vercelli, che non è stato possibile avere a disposizione.

⁽⁴⁾ Gli Istituti, prima costituiti su base comunale, sono nati dopo l'emanazione della Legge 31.5.1903, n. 254, nota come « *Legge Luzzatti* » che li prevedeva fra gli enti idonei a fruire dei finanziamenti statali per le *case popolari*.

⁽⁵⁾ Tale patrimonio, generalmente in via di acquisizione o di ristrutturazione, non viene qui considerato, in quanto tipologicamente riferibile a quanto trattato in RECE/3.

TABELLA A

ISTITUTO	Fondazione	PATRIMONIO ATTUALE (in locazione al 31.12.1980)					
		CAPOLUOGO			PROVINCIA		
		ALL.	VANI	M ³	ALL.	VANI	TOTALE M ³
Alessandria	29.10.1909	1.875	8.704	371.992	2.164	10.168	819.057
Asti	1.1933	1.036	4.930	213.642	334	1.656	285.512
Biella	25. 9.1909	344	1.548	65.016	—	—	65.016
Cuneo	1947	791	4.153	174.442	1.459	7.590	493.220
Novara	1921	1.617	8.016	318.185	1.348	7.170	599.240
Torino	8.12.1908	17.410	79.987	3.877.198	6.962	34.810	5.408.838
Vercelli	1921	—	—	—	—	—	—
							7.670.883

TABELLA B

ISTITUTO	Con impianto di riscaldamento (m ³)	%	Senza impianto di riscaldamento (m ³)	%
Alessandria	520.918	63,59	298.139	34,31
Asti	226.079	79,18	59.433	20,82
Biella	65.016	100	—	—
Cuneo	314.900	63,84	178.320	36,16
Novara	549.800	91,74	49.440	8,62
Torino	4.733.443	87,51	675.395	12,49
Vercelli	—	—	—	—
	6.410.156	83,57	1.260.000	16,43

Istituti presentano poi età media differente, legata all'epoca di fondazione dell'ente ⁽⁶⁾, sebbene talvolta gli Istituti abbiano ricevuto in patrimonio (per acquisizione, per donazione, ecc.) anche stabili costruiti da altri enti prima della loro fondazione. La localizzazione di edifici e/o complessi è distribuita sul territorio regionale come risulta dalla Tabella A ⁽⁷⁾. La distinzione fra capoluogo e provincia è significativa in quanto, mentre la prima situazione fa riferimento a caratteristiche climatiche costanti per ogni città, la seconda può presentarne di molto differenti.

3. FABBISOGNI ABITATIVI ED ENERGETICI IN RELAZIONE AL MODELLO DI UTENZA

3.1. « Ricognizione dei fabbisogni di energia nel patrimonio di edilizia residenziale pubblica ».

Per valutare i fabbisogni di energia si può partire dalla quantificazione degli attuali consumi. Questi pos-

sono essere suddivisi in: a) consumi per la climatizzazione; b) consumi per produzione di acqua calda; c) consumi per illuminazione; d) consumi per elettrodomestici.

I consumi di cui alla lettera a, sono essenzialmente riferiti al riscaldamento degli ambienti nel periodo invernale e se ne possono individuare due categorie in base ai sistemi in atto: riscaldamento collettivo (mediante impianto centralizzato a servizio di più alloggi), riscaldamento individuale (mediante impianto singolo a servizio di ciascun ambiente o alloggio). Nell'ambito degli impianti centralizzati sono compresi sia gli impianti a servizio di un edificio o di parti di esso (una o più scale), che utilizzano come combustibile nafta, gasolio o gas metano, sia quelli a servizio di un intero complesso ⁽⁸⁾. Nell'ambito degli impianti individuali sono compresi sia gli impianti (generalmente alimentati a gas metano) a servizio di un alloggio, sia quelli costituiti da stufe (a gas, a cherosene, a legna o carbone, elettriche). Qui non consideriamo questi ultimi e i relativi alloggi sono indicati come non riscaldati, pertanto i dati relativi a *impianti singoli* si riferiscono ad alloggi scaldati con impianto particolare, in genere, a gas metano. Secondo questa assunzione, il patrimonio regionale risulta dotato di riscaldamento (singolo o collettivo) per l'84 % (vedi Tab. B).

⁽⁸⁾ Si vedano, ad esempio, il XVI quartiere IACP di Torino e il complesso « Le Vallette » sempre a Torino.

⁽⁶⁾ Il primo è l'IACP di Torino, fondato l'8.12.1908, mentre l'ultimo è quello di Cuneo, fondato nel 1947.

⁽⁷⁾ Questi dati (v. anche 4.4.1.) includono, per i singoli Istituti, solo il patrimonio di proprietà in locazione. Sono escluse, cioè, le unità abitative attualmente in proprietà degli Istituti, ma affittate *con patto di futura vendita* (alloggi a riscatto) e, naturalmente, le proprietà di altri enti (in genere Comuni) in amministrazione da parte degli Istituti.

TABELLA C

	A		B		C		TOTALE	
	Impianti di riscaldamento di cui si conoscono i consumi		Impianti di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi		m ³ non riscaldati		(A + B + C)	
	m ³	tep	m ³	tep	m ³	tep	tep	tep/m ³
Alessandria	435.863	3.066,098	85.055	600,478	298.139	2.304,869	5.978,843	0,00720
Asti	226.079	1.356,474	—	—	59.433	356,598	—	0,00609
Biella	53.760	387,070	11.256	81,040	—	—	468,110	0,00720
Cuneo	77.112	576,407	237.788	1.776,276	913	6,820	2.359,503	0,00747
Novara	468.237	3.269,060	81.563	548,100	49.440	332,230	4.149,390	0,00720
Torino	554.353	2.501,838	4.179.090	19.558,140	675.395	2.908,920	24.968,898	0,00506
Vercelli	—	—	—	—	—	—	—	—

Per quanto concerne i consumi relativi agli impianti individuali ⁽⁹⁾ va notata la difficoltà di reperire in sede di indagine di prima approssimazione dati attendibili. Questi devono essere raccolti con indagini capillari presso le società di erogazione per gli impianti a gas e presso gli utenti per le altre forme di riscaldamento. Una valutazione globale, ma sufficientemente attendibile può essere fatta per analogia, in base ai dati volumetrici, con i consumi degli impianti collettivi.

Per quanto concerne gli impianti centralizzati, bisogna distinguere fra impianti gestiti dall'Istituto e impianti in autogestione da parte degli inquilini. I dati relativi a questi ultimi sono reperibili solo attraverso una indagine diretta, ma sono estrapolabili in base ai dati forniti dagli Istituti per gli impianti da loro gestiti, come risulta dalla tabella C.

Pertanto si può valutare in linea di prima approssimazione, che i consumi globali per riscaldamento di tutto il patrimonio piemontese di edilizia residenziale pubblica si aggirino intorno a circa 42.000 t.e.p. (tonnellate di petrolio equivalenti), con l'avvertenza che questo dato può essere assunto come dato globale, indicativo, di larga massima per un fabbisogno che non tiene conto dei possibili risparmi.

I consumi di cui alle lettere *b*, *c*, *d* sono difficilmente quantificabili in una indagine di prima approssimazione. Infatti in alcuni complessi la produzione di acqua calda avviene mediante l'impianto di riscaldamento, spesso i consumi per le tre voci cumulativamente potrebbero essere desunti dalle fatture dell'ente erogatore l'energia elettrica, in altri sommando questo dato con i consumi desunti dalle fatture dell'ente erogatore del gas, in altri ancora, per le zone non servite da rete urbana di distribuzione, il consumo di gas non può essere valutato se non mediante indagine diretta presso l'utenza. Dati orientativi potrebbero essere ottenuti con indagine campione volte a valutare l'incidenza dei consumi per le voci *b*, *c*, *d*, sul globale dei consumi. In questo senso si potreb-

bero anche individuare gli accorgimenti utili al contenimento dei consumi.

3.2. « Fabbisogni abitativi non soddisfatti ».

L'indagine sul modello d'uso dell'alloggio potrebbe verificare anche le carenze abitative dei complessi in questione. Tali carenze sono in parte legate ai manufatti edilizi ed in parte riferibili al contesto urbano e microurbano in cui i manufatti sono collocati. Infatti alcuni fabbisogni abitativi spesso imputati alla cellula abitativa sono, in altri casi, soddisfatti dalla struttura urbana e microurbana di servizi. Inoltre l'organizzazione fisica dei complessi di edilizia residenziale e del tessuto urbano circostante influiscono spesso in maniera determinante anche sui fabbisogni di energia ⁽¹⁰⁾.

Nel patrimonio esistente di edilizia residenziale pubblica le carenze abitative, oltre che all'inadeguatezza dimensionale dell'alloggio rispetto alla composizione del nucleo familiare, sono ascrivibili all'obsolescenza delle strutture edificate. Tale obsolescenza può essere fisica o funzionale. Dove per obsolescenza fisica si intende la perdita, dovuta all'invecchiamento, della capacità dei singoli componenti ad assolvere la funzione inizialmente svolta in maniera soddisfacente; mentre per obsolescenza funzionale si intende la non rispondenza alle esigenze per le mutate caratteristiche della funzione stessa, legate ad un mutato modello d'uso delle strutture.

In ordine a questa distinzione si possono individuare nel patrimonio in oggetto tre categorie di complessi abitativi:

a) Complessi funzionalmente e fisicamente obsoleti: in genere costruiti prima della seconda guerra mondiale;

b) Complessi fisicamente obsoleti in parte dei loro componenti (in genere soprattutto per quanto riguarda gli impianti tecnici): in genere quelli costruiti prima degli anni '60;

⁽⁹⁾ Va comunque tenuta presente la diminuzione tendenziale di impianti a stufe a favore di impianti collettivi o individuali a gas, connessa con la ristrutturazione dei complessi di più antica costruzione.

⁽¹⁰⁾ Si pensi agli apporti gratuiti di energia termica in una edificazione aperta e ben esposta, rispetto ad una edificazione di tipo intensivo.

c) Complessi non obsoleti se non rispetto alle norme per i contenimenti dei consumi energetici e alle più recenti normative edilizie.

La distinzione in queste tre grandi categorie ha, ovviamente, valore indicativo; infatti spesso si riscontrano in uno stesso complesso caratteristiche per le quali è difficile una sua precisa collocazione in una delle tre categorie. Tuttavia si può dire che:

— i complessi di cui alla lettera a) richiedono interventi di ristrutturazione complessiva che giustifica anche operazioni di una certa importanza volte al contenimento dei consumi energetici (ad es.: sostituzione di serramenti che giustifica l'applicazione dei vetri a camera);

— i complessi di cui alla lettera b) richiedono interventi di manutenzione straordinaria (e talvolta integrativi, come ad esempio l'installazione di impianti di riscaldamento) che giustificano operazioni che non coinvolgano gli spazi dei singoli alloggi (ad es. isolamento di sottotetti e cantinati);

— i complessi di cui alla lettera c) non richiedono generalmente interventi se non di manutenzione ordinaria ed eventualmente di adeguamento degli impianti di riscaldamento alle norme vigenti; operazioni volte al miglioramento delle caratteristiche termiche risultano pertanto molto onerose.

Va notato che gli edifici di più recente realizzazione se non richiedono interventi di adeguamento agli standard abitativi correnti, sono però in genere meno rispondenti alle esigenze di contenimento dei consumi per riscaldamento. La valutazione dell'opportunità degli interventi ipotizzabili per ciascuna categoria di edifici va comunque condotta tenendo conto delle caratteristiche dei singoli edifici e della loro situazione nel contesto urbano.

4. RICOGNIZIONE DEL PARCO EDILIZIO ESISTENTE

4.1. « Cenni storici sull'organizzazione dell'edilizia residenziale pubblica in Piemonte ».

In Piemonte, la costituzione dell'attuale patrimonio IACP inizia, a seguito della Legge Luzzatti, intorno al 1910, come risulta dalla Tabella A. Il problema della casa per i lavoratori si pone, in Italia ⁽¹¹⁾,

⁽¹¹⁾ Come il fenomeno dell'industrializzazione, così il problema della casa popolare si manifesta in Italia con notevole ritardo rispetto ad altri paesi europei (Inghilterra, Belgio, Francia, Germania).

⁽¹²⁾ Alcune di tali realizzazioni sono tutt'ora esistenti e, negli ultimi anni, oggetto non solo di studio, ma anche di riabilitazione per iniziativa pubblica (cfr. ad esempio, l'intervento congiunto Regione-Piemonte/IACP di Torino sul villaggio Leumann). In questa sede tali complessi non sono stati considerati.

⁽¹³⁾ Alcuni di questi complessi edilizi sono stati ceduti agli IACP in epoca successiva e sono pertanto compresi fra quelli qui considerati (cfr. ad esempio il IX Quartiere IACP di Torino e il quartiere « Lina Borgo » ad Asti).

⁽¹⁴⁾ Ad esempio, in Consiglio Comunale di Torino il problema viene discusso fino dal 1850, anche se per le pri-

con l'avvio dell'industrializzazione. Verso la fine del XIX secolo si trovano le prime realizzazioni di villaggi operai, generalmente sorti per iniziativa degli imprenditori ⁽¹²⁾ e alcuni sporadici interventi nell'area urbana per iniziativa di associazioni filantropiche, cooperative, società di mutuo soccorso ⁽¹³⁾, anche se, nelle aree urbane, il problema si poneva fin dalla metà del secolo ⁽¹⁴⁾. I primi Istituti piemontesi (Alessandria, Biella, Torino) iniziano subito la realizzazione di alcuni quartieri. Ci troviamo pertanto di fronte ad una parte di patrimonio, precedente la prima guerra mondiale, generalmente costruito nel capoluogo. Dopo pochi anni di notevole attività costruttiva, a partire dal 1912, si nota un generale rallentamento seguito dalla stasi in periodo bellico, stasi che si potrae fino alla fine del decennio per lo IACP di Torino e fino oltre la metà degli anni '20 per gli altri Istituti.

Nel 1921 vengono fondati gli Istituti di Vercelli e di Novara, mentre l'Istituto di Torino inizia la costruzione di altri quattro quartieri (X, XII, XIII, XIV). Tra la fine degli anni '20 e l'inizio degli anni '30 l'attività costruttiva ha un nuovo impulso con realizzazioni destinate a particolari classi di lavoratori (tramvieri, impiegati pubblici, ecc.) mentre sorgono altre iniziative di edilizia popolare (INCIS, FF.SS., ecc.) ⁽¹⁵⁾. Negli anni '30 viene fondato l'Istituto di Asti (1933) e l'attività costruttiva continua senza grande intensità. Nuovo impulso si nota dalla fine degli anni '30 al 1942, con esempi di « case minime » e « rurali » e localizzazioni anche nei centri non capoluoghi di provincia, con notevole ritardo rispetto alla Legge 6.6.1935 n. 1129 che trasforma gli Istituti esistenti da enti comunali a provinciali.

Dopo la seconda guerra mondiale viene fondato l'IACP di Cuneo (1947), e viene finanziata, a livello nazionale, la ricostruzione ⁽¹⁶⁾. Gli IACP, oltre al costruire in proprio, funzionano come ente appaltante per le istituzioni nazionali e locali che operano nel settore. Da questo momento l'attività si estende in modo consistente anche ai centri minori della provincia e comprende sia interventi di completamento nei centri urbani, sia la costruzione dei primi grandi quartieri autonomi nelle periferie ⁽¹⁷⁾. Con la liquidazione dell'INA-Casa e la costituzione della GESCAL, a livello nazionale, nel 1963 si apre un nuovo periodo di attività costruttiva che vede, tra l'altro, la sperimentazione di tecnologie di prefabbricazione, mentre continua l'attività degli Istituti per le costruzioni in proprio, ma anche come enti appaltanti. Con il

me realizzazioni di qualche entità bisogna aspettare la costituzione dell'ICD nel 1907.

⁽¹⁵⁾ Spesso tali realizzazioni sono cedute in affitto con patto di futura vendita e quindi attualmente non fanno più parte del patrimonio pubblico, le altre realizzazioni sono state invece inglobate nel patrimonio IACP al più tardi nel 1974.

⁽¹⁶⁾ Sono dell'immediato dopoguerra i piani UNRRA-Casas ed INA-Casa.

⁽¹⁷⁾ Cfr., ad esempio, i quartieri « Falchera » e « Le Vallette » a Torino e « Bellavista » ad Ivrea. Nei quartieri di questo periodo confluivano iniziative di enti differenti (Comuni, INA-Casa, INCIS, ecc.). Buona parte di tale patrimonio viene ceduto a riscatto agli assegnatari, la rimanente consistenza edilizia passa in proprietà agli IACP nel 1974.

1971 ⁽¹⁸⁾ gli Istituti rimangono, con i Comuni ⁽¹⁹⁾ e lo Stato, gli unici enti proprietari del patrimonio pubblico di edilizia residenziale.

4.2. Individuazione di fasi storiche significative rispetto ai modi e ai tipi costruttivi e di organizzazione dei complessi.

Il complesso del patrimonio IACP piemontese comprende, come s'è visto, edifici costruiti nell'arco di oltre settant'anni. In questo periodo sono sopravvenute modificazioni sostanziali sia nei tipi edilizi (in rapporto con le modificazioni degli standard abitativi), sia nelle tecniche costruttive (in rapporto con le modificazioni dell'organizzazione del settore edilizio), sia nella collocazione dei complessi nel tessuto urbano (in rapporto con la crescita delle città). Rispetto all'insieme di questi fattori si possono individuare cinque periodi storici, all'interno di ciascuno dei quali il patrimonio costruito presenta alcune costanti di fondo e oggi richiede pertanto interventi nelle grandi linee ricorrenti ed omogenei.

Primo periodo 1908-1919.

In effetti l'attività costruttiva di questo periodo si concentra negli anni precedenti il primo conflitto mondiale, sebbene questa sia stata particolarmente viva, il relativo patrimonio edificato rappresenta oggi circa un decimo di quello dei rispettivi Istituti e una aliquota quasi trascurabile (< del 5 %) del patrimonio regionale complessivo. In termini assoluti ci troviamo di fronte a circa 364.000 m³ costruiti nei capoluoghi, che se da un lato richiedono urgenti e notevoli interventi, sono però costituiti da edifici strutturalmente efficienti per i quali, al di là di altre considerazioni, è pienamente giustificata la ristrutturazione.

Si tratta di complessi ⁽²⁰⁾ di tipo intensivo, a 4 ÷ 5 piani fuori terra, con rapporto di copertura che si aggira intorno al valore di 1 m² costruito / 2 m² di area del lotto. I singoli interventi sono sempre di dimensioni contenute ⁽²¹⁾, occupano in genere un unico isolato urbano e sono costituiti da edifici in linea, più o meno articolati sul perimetro del lotto

e/o nei cortili interni. I corpi di fabbrica hanno quindi esposizioni differenti, si può notare che là dove sono sistemati parallelamente gli uni agli altri è stato scelto come asse principale quello Nord-Sud. Gli edifici sono compatti, con un alto numero di scale ⁽²²⁾, sottotetto aerato e copertura a falde, piano cantinato e, talvolta, piano terreno in tutto o in parte a negozi, murature esterne di notevole spessore, finestrate di non grandi dimensioni ⁽²³⁾.

Le tecniche costruttive adottate sono costanti e fanno riferimento a tipi tradizionali di costruzione ⁽²⁴⁾ con murature perimetrali e muro di spina centrale portanti, orizzontamenti voltati o di ferro e laterizio, struttura del tetto in legno.

Le tipologie di alloggio sono molto semplici, si tratta per lo più di cellule di 1, 2, 3 camere, servite, in genere singolarmente, da un vano w.c. accessibile dall'esterno dell'alloggio e da numerose canne di esalazione per gli elementi scaldanti (camini, stufe, ecc.).

Secondo periodo 1920-1945.

In questo periodo si possono individuare tre momenti significativi nei quali si concentrano gli interventi: l'immediato dopoguerra, gli anni intorno al 1930, la fine degli anni '30 fino alla seconda guerra mondiale. Ci si trova di fronte a complessi con impianto molto vario, prevalentemente di tipo semi-intensivo negli anni '20, di tipo più intensivo successivamente.

Per quanto riguarda la tipologia degli alloggi, per le realizzazioni degli anni '20 si notano poche variazioni rispetto a quelle degli anni 1908-1915 (accesso al vano w.c. dall'interno dell'alloggio, comparsa di vani di disimpegno); nei complessi realizzati intorno agli anni '30 si riscontrano differenti tagli e tipologie di alloggio secondo i destinatari dei quartieri ⁽²⁵⁾: differenze che ritroviamo anche nella maggiore o minore dotazione di servizi ⁽²⁶⁾; nel patrimonio edificato fra la fine degli anni '30 e l'inizio degli anni '40 si nota una prevalenza del tipo di « case minime » con il quale si introduce l'unificazione, su scala nazionale, delle tipologie abitative pubbliche e una riduzione degli standard abitativi (soprattutto di superficie abitabile) fino agli esempi di « case popolarissime ». Casi esemplari sono costituiti dai villaggi ru-

⁽¹⁸⁾ Legge 22.10.1971, n. 865, cit., applicata, in questo senso, con qualche anno di ritardo.

⁽¹⁹⁾ I quali però talvolta affidano agli Istituti la gestione del proprio patrimonio, come ad es. il Comune di Torino.

⁽²⁰⁾ Per una descrizione più analitica dei quartieri di questo periodo, si veda come ad esempio l'analisi del patrimonio dell'IACP di Torino.

⁽²¹⁾ A Torino, per esempio, i primi 8 quartieri variano da un minimo di 310 camere (VI Q.) ad un massimo di 860 (V Q.).

⁽²²⁾ Uno dei concetti fondamentali della prima edificazione IACP è la riduzione allo stretto indispensabile dei vani e dei passaggi comuni a più alloggi. Infatti la tipologia « a ballatoio », frequente nell'edilizia privata di questo periodo per le classi a minor reddito, non è contemplata nelle realizzazioni IACP. Rari esempi di questa tipologia (vedi ad es. il quartiere « Lina Borgo » di Asti) sono stati acquisiti dagli Istituti dopo la loro edificazione. Per il patrimonio dell'IACP di Torino, ad esempio, il rapporto camere/vani scala per piano risulta sei. Il che significa che il 50 % delle camere presenta una parete disperdente verso l'esterno e una verso il vano scala.

⁽²³⁾ Per una analisi più dettagliata del comportamento energetico di queste tipologie, si veda quanto riportato per il patrimonio dello IACP di Torino da: M. Filippi, M. Bo, M. Massa - *Isolamento termico degli edifici esistenti, Analisi energetica ed economica per alcuni quartieri I.A.C.P. di Torino*, in: « Energie alternative HTE », anno 2, numero 7, sett.-ott. 1980, pp. 428-439.

⁽²⁴⁾ Eccezionalmente si riscontra l'impiego del calcestruzzo armato, anche se tale tecnica è regolarmente presente nei quartieri torinesi dove è stata impiegata per la struttura delle logge esterne verso cortile.

⁽²⁵⁾ Mentre fino alla fine degli anni '20 i destinatari degli alloggi IACP erano, senza distinzione, operai, impiegati, piccoli imprenditori, successivamente gli interventi vengono destinati a specifiche categorie socio-economiche (in relazione all'affermarsi del corporativismo nella conduzione dello Stato fascista) secondo tipi e modi costruttivi che li diversificano.

⁽²⁶⁾ Risalgono a questo periodo i primi esperimenti, poi subito abbandonati, di complessi dotati di impianto centralizzato di riscaldamento.

rali e dalle città giardino ⁽²⁷⁾ che ripropongono tipologie di casette ad uno o due alloggi singole o abbinata, proprie delle *case operaie* della fine dell'Ottocento; tali interventi sono però scarsamente rilevanti nel complesso del patrimonio pubblico in Piemonte, anche perché parte delle costruzioni originarie sono ormai state completamente riscattate.

Le tecniche costruttive adottate in questo periodo sono sempre quelle di una struttura continua portante perimetrale e struttura longitudinale centrale, sulle quali sono appoggiati i solai piani e la struttura di legno della copertura. Le murature portanti passano gradatamente da strutture piene a strutture a cassavuta (con pilastri pieni sempre di mattoni) cominciando dal muro di spina, che si riduce ad una serie di fulcri connessi da tramezzi. Per gli orizzontamenti la struttura mista di putrelle e laterizi dei primi complessi viene poi sostituita, generalmente nei tardi anni '30, da solai di latero-cemento.

Terzo periodo 1946-1957.

La prima fase di questo periodo è caratterizzata da interventi di ricostruzione del patrimonio soggetto a danni bellici, da sopraelevazione di stabili già esistenti, da edifici singoli in lotti urbani di completamento. Negli anni '50 ⁽²⁸⁾ l'attività degli IACP si esplica anche nella costruzione, in proprio e come ente appaltante per altri enti, di interventi coordinati che investono vaste aree nelle periferie urbane (quartieri autosufficienti). Si tratta di interventi semi-estensivi con edifici a 3÷5 piani fuori terra, organizzati intorno ad ampi spazi liberi e serviti da una rete di percorsi veicolari e pedonali, spesso realizzati secondo un preordinato piano urbanistico. Le tipologie degli alloggi presentano, rispetto al periodo precedente, l'introduzione generalizzata della stanza da bagno in ogni alloggio e la diffusione dell'impianto centralizzato di riscaldamento.

Le tecniche costruttive adottate si basano su di una struttura portante verticale costituita da fulcri intermedi di calcestruzzo armato e da una struttura perimetrale che, in un primo momento, è ancora generalmente costituita da murature di mattoni a pilastri e cassavuta ⁽²⁹⁾, e poi sostituite da pilastrature in cls. armato e cassavute di tamponamento; come finitura delle murature esterne l'uso del mattone « *paramano* » incomincia a sostituire quello fin'ora generalizzato dell'intonaco. Gli orizzontamenti sono sempre realizzati con solai misti di c.a. e laterizi. Le strutture portanti le coperture, generalmente a falde, sono ancora realizzate prevalentemente con incavallature di legno.

⁽²⁷⁾ Questi erano intesi a realizzare l'ideale fascista di ruralizzazione della popolazione inurbata.

⁽²⁸⁾ In base ai piani per la ricostruzione (UNRRA-Casas, INA-Casa, ecc.) vengono per la prima volta previsti finanziamenti coordinati e di un certo impegno per tutto il territorio nazionale.

⁽²⁹⁾ Occasionalmente, si potrà riscontrare l'impiego di materiali locali (ad es. pietra) o l'impiego sperimentale di altri materiali (ad es. blocchi di calcestruzzo e pomice).

⁽³⁰⁾ In questo periodo va sottolineata la sostituzione, per la programmazione e il finanziamento dell'edilizia popolare a livello nazionale, della GESCAL alla gestione INA-Casa, con Legge n. 60 del 14.2.1963.

Va infine notato che in questo periodo, data anche la mole degli interventi, si generalizza la prassi di affidare a professionisti esterni la progettazione, sia urbanistica sia edilizia, dei complessi, mentre precedentemente tale compito era stato prevalentemente assolto dagli uffici tecnici degli Istituti. Questo fatto, insieme ad una normativa più esigenziale che tipologica, ha permesso la realizzazione di alcuni complessi ancora oggi interessanti per la proposizione di nuovi concetti abitativi.

Quarto periodo 1958-1971 ⁽³⁰⁾.

In questi anni la produzione di edilizia residenziale pubblica denota le maggiori differenziazioni, mentre si espande la localizzazione di interventi in provincia. I complessi sono, in genere, di ampie dimensioni, costituiscono quartieri pianificati secondo schemi semi-intensivi, dotati di attrezzature collettive alla cui realizzazione concorrono enti diversi ⁽³¹⁾. Accanto alle tipologie edilizie già presenti nel periodo precedente (case in linea di 3÷5 piani fuori terra), nei centri urbani maggiori, vengono costruiti edifici in linea e case a torre fino a 10 piani fuori terra. L'adozione di queste tipologie comporta la dotazione degli impianti di ascensore ⁽³²⁾.

Per quanto concerne le tipologie abitative va notato che con la costituzione della GESCAL, la normativa, che nel periodo precedente concedeva ampi spazi alla proposizione da parte dei progettisti di tipologie innovative, codifica in maniera molto rigorosa (e unica per tutto il territorio nazionale) gli spazi dell'alloggio, prefigurando schemi scarsamente suscettibili di variazioni. La rigidità della normativa viene poi ulteriormente accentuata sul piano realizzativo da quella assunta dal settore della produzione edilizia. Questo infatti, spinto da una forte domanda (anche e soprattutto privata) di abitazioni, ha organizzato il lavoro in cantiere su schemi produttivi tesi più ad una produzione massiccia e veloce che alla realizzazione di manufatti qualitativamente validi. È di questo periodo la definitiva scomposizione del lavoro edilizio in fasi autonome di costruzione da affidare a squadre di lavoro differenti. D'altra parte, la complessità assunta dall'abitazione in base alla dotazione di impianti tecnici necessari al soddisfacimento degli standard abitativi; comporta la partecipazione di competenze molto diversificate nel processo produttivo edilizio. Da tutto questo deriva un manufatto molto più complesso di quello prodotto nei periodi precedenti, ma anche meno affidabile dal punto di vista qualitativo e della durata ⁽³³⁾.

⁽³¹⁾ Oltre agli IACP, INA-Casa e poi GESCAL, INCIS, Comuni, Amministrazioni dello Stato, ecc., per i quali gli Istituti svolgono spesso prima la funzione di ente appaltante e poi quella di ente gestore.

⁽³²⁾ Di norma, installati negli edifici con più di quattro piani fuori terra.

⁽³³⁾ Ad esempio l'introduzione generalizzata, iniziata in questo periodo, della separazione fra funzione portante e funzione di tamponamento delle murature perimetrali (pilastri di c.a. e tamponamenti a cassavuta) induce una riduzione, giustificata da ragioni economiche, degli spessori di muratura spesso incompatibili con le esigenze di isolamento degli ambienti, aggravata dall'introduzione dei ponti termici (legati alla disomogeneità dell'organismo murario).

Da notare ancora, in questo periodo, l'introduzione di tecniche di prefabbricazione pesante, caratteristica quasi esclusiva della produzione pubblica. Questo sistema operativo è stato adottato per la realizzazione di complessi di una certa entità nei maggiori centri urbani e ha comportato la prassi contrattuale del « concorso-appalto » ⁽³⁴⁾. I manufatti così realizzati presentano caratteristiche tipologico-distributive di ancora maggior rigidità rispetto a quelle prodotte con tecniche « tradizionali » ⁽³⁵⁾ e caratteristiche di prestazione, soprattutto dal punto di vista del comportamento termico, ancora tutte da verificare per quanto concerne la loro costanza nel medio-lungo termine ⁽³⁶⁾.

Quinto periodo 1972-1980.

Dal 1972 gli Istituti Autonomi per le Case Popolari sono nuovamente riconosciuti, con i Comuni, come gli Enti locali ai quali è demandata la funzione di provvedere, utilizzando i finanziamenti statali, al mantenimento e adeguamento del patrimonio esistente e alla realizzazione del nuovo patrimonio di edilizia residenziale pubblica. Nell'ultimo decennio la carenza di aree edificabili nei territori dei Comuni più importanti, alla quale corrisponde una tendenza alla stazionarietà o al decremento della popolazione residente (senza che peraltro sia venuta meno la domanda di case) sposta il campo di intervento dell'edilizia residenziale pubblica nei territori comunali della provincia più prossimi ai centri principali. Contemporaneamente si pone, in maniera massiccia, il problema del recupero di una funzione abitativa degradata sia nei centri storici, sia nei complessi di edilizia residenziale pubblica costruiti prima della seconda guerra mondiale. Assistiamo infatti da un lato alla nuova edificazione nelle ultime aree ancora libere nei centri urbani maggiori e nelle aree di 167 dei Comuni limitrofi, dall'altro ad interventi di ristrutturazione e riqualificazione del patrimonio pubblico obsoleto o di antichi stabili ⁽³⁷⁾ di recente acquisizione come patrimonio pubblico.

Per il primo problema il settore edilizio, regolato da nuove normative tecniche ⁽³⁸⁾ ed urbanistiche ⁽³⁹⁾, impegnando tecniche industrializzate di produzione ⁽⁴⁰⁾ sembra nuovamente avviarsi verso una produzione

più rispondente ai requisiti sostanziali dell'abitazione. Per il secondo problema (riqualificazione di edifici esistenti), già oggetto di ampie discussioni in sede teorica, si sono finalmente prese iniziative concrete di intervento ⁽⁴¹⁾. I complessi e gli edifici ristrutturati presentano buone caratteristiche abitative, anche se spesso non sono giustificati interventi che li portino a rispondere pienamente ai comportamenti termici richiesti, per le nuove edificazioni, dalla Legge 373/30. A. 1976 ⁽⁴²⁾. Il patrimonio edificato o ristrutturato in questo periodo è quindi interessante non tanto come oggetto di intervento, quanto come base sulla quale svolgere opera di indagine sperimentale.

4.3. « Analisi di edifici e/o complessi campione, volta alla individuazione dei fabbisogni abitativi non soddisfatti ».

Per poter valutare, anche approssimativamente, gli oneri relativi all'adeguamento dei manufatti esistenti ai fabbisogni abitativi, è utile individuare, all'interno di ciascuno dei periodi caratterizzanti il patrimonio costruito, campioni di edifici e/o complessi sui quali ipotizzare interventi di ristrutturazione o manutenzione. In questa ottica è necessario considerare:

- la collocazione del campione nel suo contesto urbano e territoriale, con attenzione sia alle caratteristiche fisiche (clima, microclima, edificazione, ecc.) sia socio-culturali (traffico, servizi, ecc.) di questo ultimo;

- la configurazione del campione a scala microurbana (orientamento, dimensioni, articolazioni, ecc.) degli edifici e del complesso;

- le caratteristiche tipologiche del complesso e dei singoli edifici (distribuzione e dimensione degli alloggi, organizzazione di scale e percorsi, presenza di servizi collettivi e di attività non residenziali, ecc.);

- le caratteristiche tipologiche degli alloggi (superfici dei vani, loro articolazione, dotazione di servizi igienico-sanitari, di balconi, di vani accessori, ecc.);

- le caratteristiche costruttive degli edifici (elementi e materiali impiegati, tipi di strutture portanti e di tamponamento, tipi di impianti tecnici, ecc.).

per i quali è necessaria una struttura di servizi articolata su più livelli.

⁽⁴⁰⁾ Tali tecniche vanno dall'impiego di componenti complessi (serramenti, schemature e blocchi tecnici, ecc.) alla razionalizzazione della struttura principale (uso di elementi portanti e/o di tamponamento prefabbricati, impiego del sistema « tunnel »).

⁽⁴¹⁾ Nel primo biennio di applicazione del « piano decennale », a Torino, ad esempio, sono stati ristrutturati 260.000 m³, pari al 19 % del patrimonio dell'Istituto costruito prima della seconda guerra mondiale.

⁽⁴²⁾ Indicazioni preziose ai fini della valutazione del reale comportamento termico di tali edifici potranno essere desunte dall'analisi dei consumi di carburante per riscaldamento degli anni successivi la ristrutturazione. Questi, opportunamente valutati, potranno dare risultati più attendibili di valutazioni teoriche a priori, che spesso non possono tenere conto di fattori secondari e di difficile quantificazione, ma talvolta di notevole incidenza, dipendenti dalle caratteristiche del manufatto (ad esempio la presenza di ponti termici).

⁽³⁴⁾ Ovvero la progettazione edilizia come fase strettamente connessa e dipendente del processo produttivo.

⁽³⁵⁾ Infatti a quelli derivanti dalle prescrizioni normative si aggiungono i vincoli propri del sistema produttivo.

⁽³⁶⁾ Sulle caratteristiche di prestazione generale di questi manufatti non pare utile soffermarsi in questa sede, in quanto i limiti di strutture così rigide sono stati ampiamente discussi nella letteratura tecnica.

⁽³⁷⁾ Spesso di alto valore storico-architettonico e comunque importanti nell'ottica della conservazione dei tessuti urbani storici.

⁽³⁸⁾ In particolare la legislazione che permette una altezza minima di piano nei locali abitabili di 270 cm e l'impiego diffuso dei bagni ad aerazione forzata e la normativa per il contenimento dei consumi energetici (Legge 373/1976).

⁽³⁹⁾ L'adozione generalizzata di piani particolareggiati d'intervento, iniziata nel periodo precedente, soprattutto nei centri maggiori, colloca l'intervento edilizio in un quadro di riequilibrio urbano che dovrebbe garantire all'utenza non solo il soddisfacimento dei bisogni abitativi più strettamente connessi all'uso dell'alloggio, ma anche di quelli « collettivi »,

TABELLA D

CAPOLUOGO (patrimonio di proprietà in locazione semplice al 31.12.1980)									
Istituto	1908-1920			1921-1945			1946-1957		
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³
Alessandria	151	609	27.820	105	397	17.241	216	939	41.444
Asti	* 70	* 277	* 17.209	210	718	31.171	133	503	21.088
Biella	90	168	7.056	14	52	2.184	—	—	—
Cuneo	—	—	—	—	—	—	14	65	2.730
Novara	—	—	—	458	1.680	65.870	302	985	38.584
Torino	1.533	5.749	311.858	4.681	18.507	902.779	1.919	8.314	327.501
Vercelli	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE			363.943			1.019.245			431.347
			($\cong 4,73\%$)			($\cong 13,25\%$)			($\cong 5,60\%$)

[* ristrutturazione di edifici di questo periodo].

CAPOLUOGO (patrimonio di proprietà in locazione semplice al 31.12.1980)							PROVINCIA		
Istituto	1958-1971			1972-1980			1936-1980		
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³
Alessandria	919	4.180	180.661	484	2.579	104.826	2.164	10.169	447.065
Asti	355	1.934	81.220	288	1.499	62.954	344	1.656	71.870
Biella	37	227	9.534	203	1.101	46.242	—	—	—
Cuneo	273	1.224	51.422	504	2.864	120.290	1.459	7.590	318.778
Novara	249	1.445	56.652	608	3.906	157.079	1.348	7.170	281.055
Torino	2.871	15.301	700.734	6.407	32.116	1.634.326	6.962	34.810	1.531.640
Vercelli	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE			1.080.223			2.125.717			2.650.408
			($\cong 14,04\%$)			($\cong 27,62\%$)			($\cong 34,43\%$)

PATRIMONIO COMPLESSIVO: m³ 7.697.883.

Dalla tabella D risulta la distribuzione del patrimonio esistente in territorio provinciale e in territorio comunale del capoluogo, quest'ultimo articolato nei cinque periodi prima individuati.

Rispetto ai tipi edilizi bisogna notare che i dati relativi al patrimonio edificato « *in provincia* » comprende sia piccoli interventi (edifici singoli di modeste dimensioni in comuni di secondaria importanza) sia interventi in tutto assimilabili a quelli nel capoluogo (quartieri residenziali in centri di una certa importanza come Novi Ligure, Ivrea, ecc.). Si può allora considerare trascurabile, ai fini dell'individuazione di interventi-campione da analizzare, l'aliquota di interventi di tipo « *non urbano* ».

Analizzando la distribuzione cronologica del patrimonio esistente nei capoluoghi si può notare che circa il 18 % risale a prima della seconda guerra mondiale e richiede quindi notevoli interventi di ri-

strutturazione, mentre circa il 28 % risale all'ultimo decennio e si può presumere non necessiti di particolari interventi.

Il patrimonio costruito fra il 1908 e il 1920 (pari, per quanto riguarda i capoluoghi, a quasi il 5 % del totale) in genere richiede interventi relativi a:

- dotazione di servizi igienico-sanitari;
- sostituzione degli impianti tecnici;
- dotazione di impianto di riscaldamento;
- dotazione di impianti di ascensore, con le osservazioni fatte al punto 5.2.;
- redistribuzione degli alloggi all'interno degli edifici;
- riorganizzazione dei vani abitabili all'interno dell'alloggio;
- dotazione di zone di sosta per i veicoli;

— riorganizzazione degli spazi esterni;
— revisione ed eventuale intervento su coperture e seminterrati;

— revisione e ripristino degli elementi di finitura (intonachi, serramenti, opere da lattoniere, ecc.).

Il patrimonio costruito fra il 1920 e il 1945 (pari, per quanto riguarda i capoluoghi, a poco più del 13 %) richiede entità di interventi differenti secondo l'anno di costruzione e le caratteristiche dell'insediamento; fra gli interventi necessari al recupero e all'adeguamento dei suoi requisiti al fabbisogno abitativo, andranno considerati:

— dotazione o ripristino dei servizi igienico-sanitari;

— sostituzione degli impianti tecnici;

— dotazione o revisione dell'impianto di riscaldamento;

— dotazione di impianti di ascensore;

— dotazione di zone di sosta per i veicoli;

— riorganizzazione degli spazi esterni;

— revisione ed eventuale intervento su coperture e seminterrati;

— revisione e ripristino degli elementi di finitura (intonachi, rivestimenti, serramenti, opere da lattoniere, parapetti e ringhiere, ecc.), questi interventi si presentano, in genere, più consistenti negli edifici costruiti negli anni '40, mentre in cattive condizioni di conservazione si trovano le solette di c.a. dei balconi.

Il patrimonio costruito fra il 1946 e il 1957 (pari, per quanto riguarda i capoluoghi, ad una percentuale fra il 5 e il 6 %) richiede essenzialmente interventi di manutenzione straordinaria, volti anche a colmare carenze funzionali originarie di elementi e materiali costruttivi, spesso peggiorate da mancanza di adeguate e tempestive opere di manutenzione. Anche in questo patrimonio si riscontrano situazioni di conservazione alquanto differenziate; per un suo adeguamento ai fabbisogni abitativi sarà opportuno considerare:

— verifica, adeguamento ed eventuale sostituzione degli impianti tecnici (compresi quelli igienico-sanitari);

— dotazione o ripristino dell'impianto di riscaldamento;

— dotazione o organizzazione delle zone di sosta per i veicoli;

— riorganizzazione degli spazi esterni;

— revisione ed eventuale intervento su coperture e seminterrati;

— revisione e ripristino degli elementi di finitura (intonachi, rivestimenti, serramenti, opere da lattoniere, parapetti e ringhiere, ecc.).

Nei quartieri suburbani (o tali al momento dell'edificazione) di grandi dimensioni, bisogna notare che vi sono da pochi anni o sono ancora presenti carenze nella dotazione dei servizi collettivi e soprattutto

nella sistemazione delle aree libere, delle zone sportive, ecc.

Il patrimonio costruito fra il 1958 e il 1971 (pari, per quanto riguarda i capoluoghi, al 14 % del totale) presenta differenze notevoli nella rispondenza ai requisiti abitativi, sia in base all'anno di costruzione, sia in base alle tecniche costruttive adottate. Le carenze di questo patrimonio sono generalmente imputabili o alla mancanza di adeguate opere di manutenzione o a deficienze e limiti delle tecniche costruttive adottate. Gli interventi su questo patrimonio si può presumere che debbano essere essenzialmente di manutenzione, interventi più onerosi andranno verificati volta per volta. In linea di massima si potrebbero prevedere verifiche generalizzate su:

— l'efficienza di impianti di riscaldamento a pannelli radianti annegati nelle solette;

— l'attuale funzionamento delle coibentazioni messe in opera (soprattutto nei pannelli di tamponamento delle realizzazioni prefabbricate in pannelli di c.a.);

— la presenza di fenomeni di condensa, soprattutto nei vani bagno e cucina;

— l'isolamento acustico fra esterno e interno e fra gli alloggi.

Anche per questo patrimonio le carenze dell'assetto urbano circostante — soprattutto nei grandi quartieri periferici — incide sostanzialmente sui requisiti abitativi.

Il patrimonio abitativo costruito dopo il 1971 (che, per quanto riguarda i capoluoghi, rappresenta quasi il 30 % del patrimonio complessivo) si può presumere non necessiti di particolari interventi; sarebbero comunque interessanti le verifiche menzionate per il periodo precedente, anche per valutare come la Legge 373/76 abbia effettivamente influito sulla produzione edilizia. Anche per questo patrimonio gravi inconvenienti per gli abitanti sono imputabili ai ritardi nella realizzazione delle opere necessarie ad un corretto inserimento di questi nuovi insediamenti nel tessuto urbano circostante.

4.4. « *Analisi di edifici e/o complessi campione, volta alla individuazione delle caratteristiche costruttive influenti sul comportamento energetico* ».

4.4.1. « *Dati quantitativi complessivi articolati in base alla suddivisione gestionale, geografica, con riferimento ai fabbisogni abitativi non soddisfatti* ».

Necessaria premessa al discorso illustrativo sui dati numerici è che, del patrimonio degli Istituti, sono stati considerati e conteggiati solo gli *alloggi di proprietà con contratto di locazione*, escludendo sia gli alloggi in proprietà con patto di futura vendita (alloggi a riscatto) sia quelli in semplice amministrazione agli IACP: questo per l'ipotesi di partenza del-

la ricerca, di effettuare le valutazioni sul patrimonio pubblico di cui gli IACP possano a tutti gli effetti disporre e su cui possano operare eventuali interventi con carattere di unitarietà ⁽⁴³⁾.

I dati complessivi, suddivisi per provincia, sono riportati nelle seguenti tabelle:

— Tabella A (anno di fondazione, patrimonio attuale in locazione);

— Tabella B (mc dotati di impianti di riscaldamento/mc privi di impianto di riscaldamento);

— Tabella C (dati noti e presunti sui consumi, espressi in t.e.p.).

Le tabelle allegate al presente capitolo riguardano i dati disaggregati secondo il capoluogo (Tabelle 1), le tabelle riepilogative del patrimonio provinciale (Tabelle 2) e dei consumi energetici (Tabelle 3).

TABELLE 1/A, B, C, ecc. - (Capoluogo)

— *Periodo e anno di costruzione.*

Sono riportati, disaggregati per ogni complesso, i dati relativi al patrimonio IACP del capoluogo, ordinati secondo la data di costruzione e/o affitto, e ripartiti in cinque gruppi: 1908-1919, 1920-1945, 1946-1957, 1958-1971, 1972-1980 ⁽⁴⁴⁾. Questa ripartizione cronologica individua in prima approssimazione le tipologie edilizie storiche di tipo omogeneo, ossia con caratteristiche ripetitive nella conformazione degli edifici e dei complessi. Non per tutte le provincie sono stati forniti dati che consentissero di effettuare questa suddivisione anche per il territorio provinciale, oltre che per il capoluogo: occorrerà effettuare questo lavoro per il completamento della ricerca.

— *Vani.*

Sono indicati i vani convenzionali (superficie locativa degli alloggi/14 m²).

— *Cubatura.*

I dati forniti si riferiscono alla cubatura degli alloggi, con esclusione delle cubature relative ai corpi scala, ai piani seminterrati e alle murature esterne e interne ⁽⁴⁵⁾. Quando detti valori di cubatura non sono stati forniti direttamente, se ne sono ottenuti i valori applicando le seguenti formule:

— numero vani convenzionali x 14 m² x 3,10 m

⁽⁴³⁾ I dati reperiti sulla consistenza del patrimonio di edilizia pubblica IACP piemontese, raggruppati nelle tabelle allegate a questo capitolo, sono stati raccolti presso le singole sedi provinciali (v. punto 2, nota 3) e si riferiscono agli alloggi di proprietà degli Istituti con contratto di locazione, che costituiscono circa il 60 %, in media regionale, dell'intero patrimonio di edilizia residenziale pubblica gestito dagli IACP.

⁽⁴⁴⁾ Si veda il punto 4.2.

⁽⁴⁵⁾ La cubatura v.p.p. supera del 25÷35 % la cubatura interna netta dei soli alloggi.

per i complessi dei primi due periodi (1909-19; 1920-45);

— numero vani convenzionali x 14 m² x 3 m per i complessi degli altri periodi.

— *Dati sul consumo energetico.*

Sono riportati, con la frammentarietà e disparità secondo cui sono pervenuti, i dati relativi al consumo energetico: Lire (di combustibile) /m³, Lire complessive spese per il complesso, quantità di combustibile consumato, ecc.

TABELLA 2 - (Riepilogo)

Riporta i dati, raggruppati per periodo storico e suddivisi fra capoluogo e territorio provinciale, relativi agli alloggi, vani e m³ complessivi, dotati di impianto di riscaldamento e i dati percentuali di questi ultimi rispetto ai complessivi. Per il territorio provinciale, come spiegato in precedenza, sono riportati solo i dati totali. In calce alla tabella sono riportati i dati complessivi di tutta la provincia, ottenuti sommando i parziali del capoluogo e del territorio provinciale.

TABELLA 3 - (Consumi energetici)

Vengono riportati i dati sui consumi energetici forniti dagli IACP per la gestione 1979-80, nonché i calcoli effettuati per la trasformazione delle quantità di combustione in t.e.p. Come prezzo medio del gasolio da riscaldamento si è assunto il valore medio ponderale del periodo compreso tra il 15.10.79 e il 1.4.80, pari a 236,29 L/m³. I dati relativi ai m³ di fabbricati dotati di impianto di riscaldamento centralizzato o autonomo sono stati suddivisi tra quelli di cui si conoscono i consumi (colonna A) e quelli di cui non si conoscono (colonna B); il valore unitario medio del consumo conosciuto, espresso in t.e.p./m³ è stato applicato sia ai m³ di cui non si conoscono i consumi, sia a quelli privi di impianti ⁽⁴⁶⁾. Occorre precisare che questi dati sono puramente indicativi, in quanto esprimono dei valori medi ottenuti dal rapporto tra la quantità di combustibile consumato e la cubatura totale; valori precisi sui consumi possono derivare solo da una attenta analisi dei singoli complessi edilizi e delle variabili che influenzano i dati energetici ⁽⁴⁷⁾. I dati delle colonne A, B, C sono stati riportati nella Tabella C del punto 3.1.

⁽⁴⁶⁾ Occorre ricordare che i dati delle colonne B e C riguardano solo la volumetria degli alloggi, con esclusione dei corpi scala, del volume emergente dei piani seminterrati e delle murature esterne ed interne.

⁽⁴⁷⁾ In questo senso si giustificano le notevoli diversità di costo del m³ riscaldato che compaiono nelle tabelle 1 e che sono attribuiti sia al diverso numero delle ore di accensione sia alla diversità di orientamento, conformazione volumetrica, rapporto S/V, ecc. A questo proposito varrebbe la pena di analizzare il sistema di omogeneizzazione dei prezzi adottato dallo IACP di Alessandria, che stabilisce un prezzo unitario per m³/ora uguale per tutti i complessi il cui riscaldamento è gestito dall'Istituto (0,7936 L/m³/ora) e che ripartisce pertanto su tutti gli utenti del patrimonio vantaggi e svantaggi di ciascun complesso.

ALESSANDRIA

TABELLA 1 A

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo		NOTE
1908-1919	1911-13	Via Piave Via Cordara Via Oberdan	3	3÷5	139*	523,27* (535,71)	24.000	Si*	Metano (impianti singoli)	* Valori della ristrutturazione
	1911-12	Via Costa 32	1	3	12	85,26	3.820	—	—	Casa - asilo
	TOTALE		—	—	151	608,53	27.820	—	—	

ALESSANDRIA

TABELLA 1 B

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo		NOTE
1919-1945	1938-39	Via Rosselli Via Battisti	10	2	—	12	85,26	3.700	No	—	Cassette semi-rurali
	1938-39	Via Maggioli 72	2	4	—	73	250,39	10.867	No	—	
	1940-41	Via Viora 9	1	4	—	20	61,61	2.674	No	—	
	TOTALE		—	—	—	105	397,26	17.241	—	—	

ALESSANDRIA

TABELLA 1 C

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo		NOTE
1946-1957	1947-48	Via Rivolta 5	1	4	—	18	48,19	2.091	No	—	
	1948-51	Via Mensi 8-10-12	1	4	1 neg.	20	77,43	3.360	No	—	
	1949-50	Via Manzoni 17	1	4	—	16	66,08	2.868	No	—	Senzatetto DL. 10/4/47 n. 261
	1951-52	Via Manzoni 4-6	1	4	—	11	42,56	1.847	No	—	
	1950	Via Parnisetti 5/7	1	3	—	2	8,92	387	No	—	Senzatetto D.L. 261
	1951	Via Rivolta 28/30	1	4	—	5	23,05	1.000	No	—	Senzatetto D.L. 261
	1951	Via Santarosa 23	1	4	—	14	66,51	2.887	No	—	Senzatetto D.L. 261
	1953-55	Via Testore 1-5-13	3	4	1 neg.	36	154,61	6.710	No	—	
	1954	Via Pistoia 70/72	2	4	—	21	116,39	5.051	Si	Gasolio (autog.)	Alloggi Ex-INCIS (L. 2/7/49)
	1954	Spalto Gamondio 7	2	4	—	1	6,50	282	Si	Gasolio (autog.)	Alloggi Ex-INCIS (L. 2/7/49)
	1953	Via Cardinal Massaia 27			—	24	128,00	5.555	Si	Gasolio (autog.)	Alloggi Ex-INCIS
	1956	Via Cuttica 1	1	4	—	4	22,76	1.820	Si	Gasolio (IACP)	
	1957-60	Via Inverardi 2-4 C.so C. Marx 111	2	4	—	44	174,79	7.586	—	—	Alloggi Stato (L. 640) 9/8/54
	TOTALE di cui riscaldati					216 50	938,49 273,65	41.444 12.708			

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo		NOTE
1958-1971	1958	Via Gorizia 7	1	5	—	14	75,18	3.242	Si	Gasolio (IACP)	Alloggi Ex-INCIS
	1958-59	Via Rivolta 42-44	3	4	—	43	157,76	6.847	No	—	L. 640
	1958-59	Via Parniseti 31-33	3	4	—	44	162,88	7.069	No	—	
	1959	Via Martiri Benedicta	6	3	—	208	593,50	25.758	No	—	
	1960	Via Parniseti 29	1	5	—	10	43,40	2.200 *	Si	Gasolio (IACP)	* Insieme con V. Palermo 35-37 (1961)
	1961	Via Dossena 15/17-25/20	2	6	6 neg.	44	251,63	11.398	Si	Gasolio (IACP)	
	1961	Via Rivolta 40	1	4	—	3	13,02	565	Si	Gasolio (autog.)	
	1961	Via Palermo 35-37 Via Rivolta 34 Via Parniseti 23	1	4 ÷ 5	3 neg.	30	153,98	6.800 *	Si	Gasolio (IACP)	* Insieme con V. Parniseti 29
	1963	Via Cardinal Massaia 29			—	20	118,75	5.154	Si	Gasolio (autog.)	Ex-INCIS
	1963	Via Costa 34-36	1	4	—	16	69,04	2.904	Si	Gasolio (IACP)	
	1966	Via Santa 6-26 Via Rosa 3-36		4	6 neg.	156	679,08	29.472	No	—	L. 640
	1967	Via Bramante 1-8	4	4	—	64	273,92	11.888	No	—	
	1968	Via D. Stornini Via Pochettini	3	4	—	48	295,68	12.423	Si	Gasolio (IACP)	
	1968	Via Toscanini 10			4 neg.	1	5,22	227	Si	Gasolio (IACP)	Ex-INA
	1968	Via Salvemini 3-7 Via Croce 1-7			—	40	236,88	10.281 *	Si	Gasolio (autog.)	Ex-GESCAL (L. 14.3.63, n. 60) (* IACP solo Via Croce 1/3)
	1970	Via Croce 10 C Via Galimberti 4-6	16		7 neg.	38	195,22	8.473	Si	Gasolio * (autog.)	Ex-GESCAL (IACP solo Via Croce 10 C)
	1971	Via Bensi 3-37	5		—	140	855,05	35.960	Si	Gasolio (IACP)	—
TOTALE						919	4.180,19	180.661			
di cui riscaldati						404	2.313,05	99.627			

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo	NOTE
1972-1980	1974	Via Croce 15-29 Via De Foro 1-14			—	57	357,54	15.509 *	Si Gasolio (autog.)	Ex-GESCAL (* IACP solo V.DeForo 7-9)
	1975	Via Baggiolini 3			—	14	88,62	3.846	Si Gasolio (autog.)	Ex-INCIS
	1976	Via Tonso 97-109	4		—	64	394,48	16.585	Si Gasolio (IACP)	Ex-GESCAL (solo - alloggi IACP)
	1977	Via Vassallo 1/3/5	1	4	—	24	131,64	5.533	Si Metano (IACP)	
	1977-79	Via Gandolfi 3-24	10	4	—	276	1.393,46	54.392	Si Metano (IACP)	
	1980	Via Dongiovane	1	6	—	48	213,36	8.961	Si Metano (IACP)	
TOTALE						484	2.579,10	104.826		

C A P O L U O G O							
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1908-1979	151	608,53	27.820	139	523,27	24.000	92,05
1920-1945	105	397,26	17.241	—	—	—	—
1946-1957	216	938,49	41.444	50	273,65	12.708	23,15
1958-1972	919	4.180,19	180.661	404	2.313,05	99.627	43,96
1972-1980	484	2.579,10	104.826	484	2.579,10	104.826	100
TOTALE	1.875	8.703,57	371.992	1.077	5.689,07	241.161	64,82
T E R R I T O R I O P R O V I N C I A L E							
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1908-1979	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	—	—	—	—	—	—	—
1958-1972	—	—	—	—	—	—	—
1972-1980	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	2.164	10.168,70	447.065	1.150	6.446,01	279.757	62,57

DATI GENERALI PROVINCIA DI ALESSANDRIA				
	Alloggi	Vani	m³	%
Con impianto di riscaldamento	2.227	12.135,08	520.918	63,59
Senza impianto di riscaldamento	1.812	6.737,19	298.139	34,41
TOTALE	4.039	18.872,27	819.057	100

ALESSANDRIA

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi. (vedi calcolo tep/m³)		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi. (tep/m³ = 0,00705)		Alloggi senza impianto di riscaldamento. (tep/m³ = 0,0072)		tep
m³	tep	m³	tep	m³	tep	
435.863	3.066,098	85.055	600,478	298.139	2.304,869	5.978,843

CALCOLO TEP (colonna A)

Con riscaldam. a *gasolio*: m³ 278.782; lt impiegati $2.299.533 \times 0,92 \text{ kg/lt} = 2.115.570 \times \frac{0,95}{1.000} = 2.009,792 \text{ tep}$; tep/m³ = 0,00721.

Con riscaldam. a *metano*: m³ 157.081; m³ impiegati $1.337.097 \times \frac{0,79}{1.000} = 1.056,306 \text{ tep}$; tep/m³ = 0,00672.

TOTALE m³ 435.863
 TOTALE 3.066,098 tep

ASTI

TABELLA 1 A

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	N. alloggi	Vani catast.	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo		NOTE
1908-1919	1850-60~	—	Piazza Roma	—	—	7	24	3.094	Sì	Metano e pann. solari (auton.)	Casa parcheggio - Ristrutturazione
	1870~	—	Via Q. Sella	—	—	11	42	2.090	Sì	Metano (IACP)	Casa parcheggio - Ristrutturazione
	1906-07	—	Lina Borgo	—	—	52	211	12.025	Sì	Metano (individuale)	Ex-case Operaie - Ristrutturazione
TOTALE						70	277	17.209			

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1920-45	1937-50	S. Rocco (1° Quart.)	Via Grassi Via Olivero	—	3	—	50	154,75	6.716	Si Gasolio (centr.)	Impianto nella ristrutturazione del 1973
	1938-47	—	Corso Volta (1° Quartiere)	—	—	—	151	520,97	22.610	No —	—
	1940	—	P.zza Torino 20-21	—	—	—	9	42,52	1.845	No —	—
TOTALE di cui riscaldati							210 50	718,24 154,75	31.171 6.716		
1945-57	1952	—	Via Provenzale 4/5	—	—	—	1	6,35	267	Si Gasolio (auton.)	—
	1952	—	Corso Volta (2° Quartiere)	—	—	—	10	53,36	2.241	Si Gasolio (auton.)	—
	1954	—	Via Amico 10	—	—	—	2	11,00	462	Si Nafta (O.C.) (auton.)	—
	1955	—	Via Fantaguzzi 12	—	—	—	1	5,71	240	Si O.C. (auton.)	—
	1954	—	Via Rotario Via Corridoni	—	—	—	24	126,48	5.312	No —	Ex-INCIS
	1955-57	Quartiere Gancia	B.go Tanaro Via Gancia	8	4	—	64	240,22	10.090	No —	Ex-Demanio (L. 640)
	1955-59	—	Via Musso 16-18	—	—	—	10	54,10	2.272	Si O.C. (auton.)	—
	1956	—	Via Ventura 21	—	—	—	1	4,85	204	Si O.C. (auton.)	—
TOTALE di cui riscaldati							113 24	502,07 130,52	21.088 5.482		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1958-71	1958-62	Quartiere Torretta	Reg. Torretta Via Vergano	—	—	—	110	572,49	24.044	Si Metano (IACP)	Ex-Demanio (L. 640)
	1958-62	Quartiere Torretta	—	8	3	—	77	415,21	17.439	Si O.C. (auton.)	Ex-INA CA- SA/GESCAL
	1962-64	S. Rocco (2° Quart.)	Via Grassi 71-81- 91	—	—	—	84	459,92	19.317	Si O.C. (IACP)	—
	1967-71	Quartiere Torretta	Via Benzi Via Pergolesi	7	3÷6	—	84	486,18	20.420	Si Metano (IACP)	—
TOTALE							355	1.933,80	81.220		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1972-80	1972	S. Lazzaro (lotto 1)	Via Pavese Via Graziano	—	—	—	46	250,88	10.537	Si Gasolio (IACP)	—
	1972	S. Lazzaro (lotto 2)	Via Graziano 1-11	—	—	—	63	324,33	13.622	Si Gasolio (IACP)	—
	1972-76	S. Lazzaro (lotti 3-5)	Via Fenoglio Via Graziano	—	—	—	95	523,40	21.983	Si Gasolio (IACP)	—
	1976-77	S. Lazzaro (lotti 7-8-9)	Via Graziano Via Pavese	—	—	—	84	400,28	16.812	Si Gasolio (IACP)	—
TOTALE							288	1.498,89	62.954		

ASTI

TABELLA 2

CAPOLUOGO							
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1908-1919 *	70	277	17.209	70	277	17.209	100
1920-1945	210	718,24	31.171	50	154,75	6.716	21,54
1946-1957	113	502,07	21.088	24	130,52	5.482	25,99
1958-1971	355	1.933,80	81.220	355	1.933,80	81.220	100
1972-1980	288	1.498,89	62.954	288	1.498,89	62.954	100
TOTALE	1.036	4.930,00	213.642	787	3.994,96	173.581	81,24
TERRITORIO PROVINCIALE							
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1908-1919 *	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	—	—	—	—	—	—	—
1958-1971	—	—	—	—	—	—	—
1972-1980	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	334	1.655,98	71.870	236	1.249,96	52.498	—

* Gli edifici di questo periodo riguardano ristrutturazioni compiute nell'anno 1980-1981 dallo IACP nel centro storico di Asti.

DATI GENERALI PROVINCIA DI ASTI				
	Alloggi	Vani	m ³	%
Con impianto di riscaldamento	1.023	5.244,92	226.079	79,18
Senza impianto di riscaldamento	347	1.341,06	59.433	20,82
TOTALE	1.370	6.585,98	285.512	100

ASTI

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi. (Vedi calcolo tep/m ³)		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi.		Alloggi senza impianto di riscaldamento. (tep/m ³ = 0,0060)		tep
m ³	tep	m ³	tep	m ³	tep	
226.079 *	1.356,474	—	—	59.433	356,598	1.713,072

CALCOLO TEP (colonna A)

Con riscaldamento ad *olio combustibile*: m³ 1.823; lt impiegati $8.752 \times 0,90 \text{ kg/lt} =$
 $7.876.800 \times \frac{0,90}{1.000} = 7,089 \text{ tep};$

Con riscaldamento a *gasolio*: m³ 260.331; lt impiegati $1.819.240 \times 0,92 \text{ kg/lt} =$
 $1.673.800 \times \frac{0,95}{1.000} = 1.590,110 \text{ tep};$

TOTALE m³ 262.154 * TOTALE 1.597,199 tep;
tep/m³ = 0,00609

* La differenza di valori di cubatura dipende dal fatto che i dati forniti riguardano la gestione AGIP 1979/80, la quale include anche alcuni quartieri non più in proprietà IACP.

BIELLA

TABELLA 1 A

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo	NOTE
1907-1919	1910	Via Tripoli	3	4	Abitaz. - Negozi	90	168	7.056	Si Metano	Ristrutturato

BIELLA

TABELLA 1 B

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente tipo	NOTE
1919-1940	1930	Via Tripoli	2	4	Abitaz. - Negozi	14	52	2.184	Si —	Ampliamento intervento precedente - Ristrutturato

BIELLA

TABELLA 1 C

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente	tipo	NOTE
1958-1972	1958	Strada Adorno 42	1	4	Abitaz.	8	48	2.016	Si	Gasolio (centr.)	—
	1970	Via Barazza 40-42	1	5 ÷ 1	4 Negozi	20	130	5.460	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1971	Via Cavaglià	1	3	---	9	49	2.058	Si	Gasolio (centr.)	—
TOTALE						37	227	9.534			

BIELLA

TABELLA 1 D

Periodo	Anno costruz.	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubatura	Riscaldamento esistente	tipo	NOTE
1972-1980	1974	Via Piemonte 18-20-22	3	3	—	24	139	5.838	Si	Gasolio (centr.)	—
	1976	Via Piemonte 24	1	3	—	12	34	1.428	Si	Gasolio (centr.)	—
	1977	Via Lombardia Via Rosmini	4	3	—	33	182	7.644	Si	Gasolio (centr.)	—
	1976	Via Umbria 8	1	5 ÷ 1	—	10	57	2.394	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1976	Via Rosmini 17	1	6 ÷ 1	—	24	126	5.292	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1976	Via Puglie 1	1	5 ÷ 1	—	10	68	2.856	Si	Gasolio (centr.)	—
	1976	Via Puglie 2	1	3 ÷ 1	—	6	44	1.848	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1976	Via Puglie 4	1	3 ÷ 1	—	6	44	1.848	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1976	Via Rosmini 12	1	5 ÷ 1	—	10	62	2.604	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1977	Via Lombardia 18	1	5 ÷ 1	—	20	111	4.662	Si	Gasolio (centr.)	Portico al p. t.
	1977	Via Rosmini 19/21	2	3	—	18	99	4.158	Si	Gasolio (centr.)	—
	1977	Via Mongrando 1/3	2	3	—	18	102	4.284	Si	Gasolio (centr.)	—
	1978	Via Lombardia 24	1	3	—	12	33	1.386	Si	Gasolio (centr.)	—
TOTALE						203	1.548	65.015			

BIELLA

TABELLA 2

CAPOLUOGO						
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento		
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³
1908-1919	90	168	7.056	90	168	7.056
1920-1945	14	52	2.184	14	52	2.184
1946-1957	—	—	—	—	—	—
1958-1972	37	227	9.534	37	227	9.534
1972-1980	203	1.101	46.242	203	1.101	46.242
TOTALE	344	1.548	65.016	344	1.548	65.016

BIELLA

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi. (tep/m³ = 0,0072)		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi. (tep/m³ = 0,0072)		Alloggi senza impianto di riscaldamento.		tep
m³	tep	m³	tep	m³	tep	
53.760	387,07	11.256	81,04	—	—	468,11

CUNEO

TABELLA 1 A

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1946-57	1948	Cuneo A	Via Matteotti 17-19-21	(1)	5	—	7	25	1.050	No —	42 all. iniziali
	1956	Cuneo E	Corso G. Ferraris 14 A-B-C-D	(1)	5	—	7	40	1.680	No —	40 all. iniziali
TOTALE							14	65	2.730		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1958-71	1958	Cuneo A	Via F.lli Bertolino 12	1	4	—	16	47,04	1.976	No —	Legge 640
	1958	Cuneo B	Via F.lli Bertolino 12	—	4	—	16	59,04	2.480	No —	Legge 640
	1958	Cuneo C	Corso Gramsci 26	—	4	—	16	47,04	1.976	No —	Legge 640
	1958	Cuneo D	Via Gobetti 42	—	4	—	16	59,04	2.480	No —	Legge 640
	1958	Cuneo D	Corso G. Ferraris 14 E/F	(1)	5	—	4	23	966	No —	—
	1959	Cuneo E	Via Gobetti Via Gramsci	—	4	—	16	59,04	2.480	No —	Legge 640
	1959	Cuneo F	Via Rostagni 5	—	4	—	16	59,04	2.480	No —	Legge 640
	1960	Cuneo F	Via Meucci	(1)	6	—	36	213	8.946	Sì Gasolio	—
	1960	—	Corso De Gasperi 6-8	—	—	—	2	8	336	No —	Ex-INA-CASA
	1961	Cuneo G	Via Rostagni 7	—	4	—	16	59,04	2.480	No —	Legge 640
	1962	Cuneo G	Via Gobetti 6-8-10	(1)	5	—	30	152	6.384	Sì Gasolio	—
	1964	Cuneo H	Via A. Rossi 18-20	1	4	—	4	20	840	Sì Gasolio	(16 alloggi in origine)
	1967	Cuneo O	Madonna delle Grazie	1	4	—	1	5	210	Sì Gasolio	(8 alloggi in origine)
	1969	Cuneo P	Via Ghedini 8-10-12	1	7	—	42	207	8.694	Sì Gasolio	—
	1970	Cuneo Q	Via D. Rosso 16-18-20	1	7	—	42	207	8.694	Sì Gasolio	—
TOTALE							273	1.224,28	51.422		
di cui riscaldati							155	804,00	33.768		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1972-80	1972	Quart. A/1	Via Riberi 19 A-B	1	4	—	20	114	4.788	Sì Gasolio	—
	1972	Quart. A/2	Via Riberi 19 C-D	1	4	—	20	114	4.788	Sì Gasolio	—
	1973	Quart. A/3	Via Riberi 21 A-B	1	4	—	20	114	4.788	Sì Gasolio	—
	1973	Quart. A/4	Via Riberi 21 C-D	1	4	—	20	114	4.788	Sì Gasolio	—
	1974	—	Via Gobetti 46	—	—	—	6	20,34	854	No —	Ex-ISES
	1974	—	Via Manfroni 13-15	—	—	—	12	40,68	1.709	No —	Ex-ISES
	* 1974	—	C.so Dante 62	—	—	—	1	7,49	314	No —	Ex-INCIS
	1974	—	Via XXVIII Aprile 27	—	—	—	9	56,48	2.372	No —	Ex-INCIS
	1974	—	Via Gobetti 12	—	—	—	8	34,20	1.436	Sì Gasolio	Ex-INCIS
	1974	—	Via Gobetti 14	—	—	—	20	144,05	6.050	Sì Gasolio	Ex-INCIS
	1974	—	Via Don Minzoni 1/AB	—	—	—	16	72,88	3.061	Sì Gasolio	Ex-INCIS
	1974	—	Via Don Minzoni 3/B	—	—	—	12	52,10	2.188	Sì Gasolio	Ex-INCIS
	1978	—	Via Madonna del Colletto 17-19	—	—	—	20	120,35	5.055	Sì Gasolio	Ex-GESCAL
	* 1978	Quart. B/1	Via Madonna del Colletto 21-23	—	—	—	20	114	4.788	Sì Gasolio	—
	1978	Quart. B/1	Via Felici 94-102	—	—	—	36	221	9.282	Sì Gasolio	—
	1979	Quart. B/1	Via Felici 106-110	—	—	—	18	104	4.368	Sì Gasolio	—
	1979	Quart. B/1	Via Felici 112/D-118	—	—	—	24	138	5.796	Sì Gasolio	—
	1979	Quart. B/1	Via Madonna del Colletto 13-15	—	—	—	60	370,65	15.567	Sì Gasolio	Ex-GESCAL
	1979	Cuneo	Via Felici 120-124	—	—	—	18	100	4.200	Sì Gasolio	Ex-INCIS
	1979	Cuneo Legge 492 1° e 2° lot.	Via Aurora 4	—	—	—	60	334	14.030	Sì Gasolio	—
	1979	Legge 166 e 492	—	—	—	—	84	477,82	20.068	Sì Gasolio	Legge 492
TOTALE							504	2.864,04	120.290		
di cui riscaldati							476	2.739,05	115.040		

CAPOLUOGO							
Periodo	Complessivi			Con riscaldamento			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1908-1919	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	14	65	2.730	—	—	—	—
1958-1971	273	1.224,28	51.422	155	804,00	33.768	65,66
1972-1980	504	2.864,04	120.290	476	2.739,05	115.040	95,63
TOTALE	791	4.153,32	174.442	631	5.543,05	148.808	85,30

P R O V I N C I A							
Periodo	C o m p l e s s i v i			C o n r i s c a l d a m e n t o			
	Alloggi	Vani	m ³	Alloggi	Vani	m ³	%
1908-1919	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	—	—	—	—	—	—	—
1958-1971	—	—	—	—	—	—	—
1972-1980	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	1.459	7.590,03	318.778	706	3.954,58	166.092	52,10

DATI GENERALI PROVINCIA DI CUNEO

	Alloggi	Vani	m ³	%
Con impianto di riscaldamento	1.337	7.497,63	314.900	63,84
Senza impianto di riscaldamento	913	4.245,72	178.320	36,16
TOTALI	2.250	11.743,35	493.220	100

CUNEO

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi. (Vedi calcolo tep/m ³)		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi. (tep/m ³ = 0,00747)		Alloggi senza impianto di riscaldamento. (tep/m ³ = 0,00747)		tep
m ³	tep	m ³	tep	m ³	tep	
77.112	576,407	237.788	1.776,276	913	6,820	2.359,503

Calcolo TEP (colonna A)

Con riscaldamento a gasolio: m³ 77.112; lt impiegati $659.505 \times 0,92 \text{ kg/lt} = 606.744 \times \frac{0,95}{1.000} = 576,407$; tep/m³ = 0,00747.

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	Consumo energetico	NOTE
1920-45	1921-77	Vela	—	12	3÷4	—	187	585	22.980	No	—	—
	—	Vela	—	11	3÷4	—	127	397	15.562	Sì	Gas (sing.)	—
	—	Vela	—	8	3÷4	—	144	698	27.328	Sì	Gas (centr.)	L. 2.000/m³
TOTALE di cui riscaldati							458 271	1.680 1.095	65.870 42.890			
1946-57	1956	Villaggio Profughi	—	16	3	—	302	985	38.584	Sì	Gas (sing.)	—
1958-71	1962-74	S. Rocco	—	13	4÷8	—	249	1.445	56.652	Sì	Gas Nafta	L. 1.900/m³ L. 1.600/m³
1972-80	1971-80	Rizzotta- glia	—	10	5÷8	—	480	3.191	129.032	Sì	Gas	L. 1.600/m³
	1979	Novara- Nord	—	3	8	—	128	715	28.047	Sì	Gas Gasolio	L. 1.850/m³
TOTALE							608	3.906	157.079			

CAPOLUOGO							
Periodo	Complessivi			Riscaldati			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1909-1919	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	458	1.680	65.870	271	1.095	42.890	65,11
1946-1957	302	985	38.584	302	985	38.584	100
1958-1971	249	1.445	56.652	249	1.445	56.652	100
1972-1980	608	3.906	157.079	608	3.906	157.079	100
TOTALE	1.617	8.016	318.185	1.430	7.431	295.205	92,77
TERRITORIO PROVINCIALE							
Periodo	Complessivi			Riscaldati			
	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1909-1919	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	—	—	—	—	—	—	—
1958-1971	—	—	—	—	—	—	—
1972-1980	—	—	—	—	—	—	—
TOTALE	1.348	7.170	281.055	1.213	6.495	254.595	90,58

DATI GENERALI PROVINCIA DI NOVARA				
	Alloggi	Vani	m ³	%
Con impianto di riscaldamento	2.643	13.926	549.800	91,74
Senza impianto di riscaldamento	322	1.260	49.440	8,26
TOTALE	2.965	15.186	599.240	100

NOVARA

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi.		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi.		Alloggi senza impianto di riscaldamento.		
Gasolio/metano: 0,0072 tep/m ³		—		—		
Metano: 0,0067 tep/m ³		(tep/m ³ = 0,0067)		(tep/m ³ = 0,0067)		tep
m ³	tep	m ³	tep	m ³	tep	
468.237	3.269,06	81.563	548,10	49.440	332,23	4.149,390

Con riscaldamento a *gasolio/metano*:
 $m^3\ 255.225 \times 0,00720 = 1.837,620\ tep$

Con riscaldamento a *metano*:
 $m^3\ 213.012 \times 0,00672 = 1.431,440\ tep$

TOTALE

 $m^3\ 468.237 = 3.269,060\ tep$

TORINO

TABELLA 1 A

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani catast.	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1908-19	1908	1° Q.	Via Mondovì	7	4	Abitazione Negozi 3	184*	712*	40.637	Sì Metano (sing.)	Ristrutturato nel 1979/80. * Dati di ristrutturazione
	1909	2° Q.	Via Verolengo	3	4	Abitazione Negozi 6	160*	556*	35.953	Sì Metano (sing.)	* Ristrutt. nel 1979/80
	1909	3° Q.	Via Bologna Via Cimarosa	8	5	Abitazione Negozi 3	285*	944	58.365	Sì Metano (sing.)	* Ristrutt. nel 1978/80
	1909	4° Q.	Via Tripoli	2	5	Abitazione Negozi 11	313	1.191	44.204	No —	—
	1910-38	5° Q.	C.so Racconigi	10	5-7	—	351*	1.304*	92.926	Sì Metano (sing.)	* Ristrutt. nel 1978/80
	1910	6° Q.	Via Villar	3	5	Abitazione	162	646	22.222	No —	—
	1910	9° Q.	Via Luserna	2	4	Abitazione	78	396	17.251	Sì Gasolio (centr.)	Acquist. dalla Società Torinese Abitazioni Popolari.
TOTALE							1.533	5.749	311.858		
di cui riscaldati							1.058	3.912	245.132		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani catast.	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1920-45	1920-69	10° Q.	C.so Dante	38	4-5	Abitazione Negozi 3	670	3.153	144.305 15.845	Si No	— — Ampl. e sopraelevato nel 1945
	1920-46	12° Q.	Via Cigna	20	4	Abitazione	259	1.341	65.720 29.430	No Si	— —
	1924	13° Q.	C.so Lecce	26	4	Abitazione	592	2.828	112.396	Si	— Sopraelevato nel 1946
	1925	19° Q.	Via Verolengo	10	3÷4	Abitazione	246	1.048	37.678	Si	— Case Munic.
	1926	11° Q.	C.so Turati	2	4	Abitazione	77	502	29.430	Si	— —
	1927-51	14° Q.	C.so Racconigi	35	4	Abitazione	470	2.224	70.166 110.232	Si No	— A riscatto
	1927	15° Q.	Via Lancia	3	5	Abitazione Negozi	234	909	29.121	Si	— —
	1929	16° Q.	C.so Grosseto	18	5	Abitazione	614	3.099	110.145	Si	— —
	1930	17° Q.	Via Tunisi	4	5	Abitazione Negozi	387	1.526	68.129	Si	— —
	1938	22° Q.	Via Biglieri	2	5	Cantine	160*	—	29.353	Si Metano (sing.)	* Ristrutt. nel 1979-80
	1939-46	23° Q.	Via d'Arborea	14	5	Abitazione Negozi	200	886	42.600	No	— Ampliato nel 1946 - Locaz. e cessione in proprietà
	1940-41	24° Q.	Via Maddalene	5	4÷5	Abitazione	230	890	28.035	Si	— Ampliato nel 1942 - Cess. in proprietà
	1942	25° Q.	Via d'Arborea	8	5	Abitazione	296	1.219	49.360	No	— —
	1942	26° Q.	Via Leoncavallo	4	4	Abitazione	117	477	14.118	Si	— —
	1943-50	27° Q.	Via Lemie	3	5	Abitazione	75	335	11.160	Si	— —
	1945-55	18° Q.	Villaggio Rurale	22	2-3	—	54	294	15.788	No	— —
TOTALE							4.681	18.507	902.779		
di cui riscaldati							3.039	12.017	585.006		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani catast.	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1946-57	1946	S ₁	Via Cravero 33/49	11	5	—	309	1.480	59.865	No —	Ex Case Statali
	1948	S ₂	Via Dina	3	5	—	100	460	17.042	No —	Ex Case Stat.
	1949	S ₃	Via Frattini	5	5	—	149	750	34.000	Si Metano	Ex Case Stat.
	1949	S ₁	Via Dina	3	5	—	89	450	18.846	No —	Ex Case Stat.
	1949	SR ₁	Via Dina	1	4	—	12	75	2.510	Si —	Ex Case Stat.
	1950-56	28°	Via Galluppi	6	5	Negozi Abitazioni	75	348	12.057	Si Gasolio	Ampliato nel 1956
	1954	29°	Via Cravero	3	5	Abitazioni Negozi	33	181	7.416	Si Gasolio	Ampliato nel 1955
	1955	S ₅	Via Taricco	1	5	—	30	150	8.213	No —	—
	1955-56	SB ₁	Via Parenzo C.so Cincinnato	7	4	—	264	1.196	36.433	Si Gasolio	Ex Case Stat.
	1955-56	30°	Borgata Lucento	9	3-5	Abitazione	316	868	60.334	Si Gasolio	Imp. termico centralizz. nel 1959
	1955-58	SP ₁	C.so Cincinnato	13	4-5	—	539	2.345	70.365	Si Gasolio	—
	1956	31° Q.	Pozzo Strada	5	3	Abitazione	2	11	420	Si Gasolio	—
TOTALE di cui riscaldati							1.918 1.390	8.314 5.774	327.501 223.535		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani catast.	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1958-71	1958	20° Q. Case CECA	Via Luini	1	7	—	27	135	6.101	Si —	—
	1958	21° Q. Case CECA	Via Borgomasino	1	6-8	—	55	272	12.707	Si —	—
	1958-63	Vallette	—	21	—	—	379	1.920	68.660	Si —	—
	1961-69	SB ₂	Vallette	12	3-10	—	435	2.196	79.063	Si —	—
	1966	33° Q.	C.so Taranto	16	—	—	651	3.561	166.505	Si —	—
	1966	Mira-Sud 2° Nucleo	Strada del Drosso	4	7-9	—	264	1.500	78.277	Si —	Ex-GESCAL
	1969	34° Q.	C.so Molise	4	8-11	—	259	1.378	66.444	Si —	Ex-GESCAL
	1969	35° Q.	Via Sansovino	5	9	—	319	1.600	82.045	Si —	Ex-GESCAL
	1971	Mira-Sud 3° Nucleo	Via Plava	4	—	—	417	2.411	125.455	Si —	Ex-GESCAL
	1968	Vallette (C. 19447)	Via Pervinche Via Mughetti Via Primule	4	—	—	65	328	15.477	Si —	Ex-GESCAL
TOTALE di cui riscaldati							2.871 2.871	15.301 15.301	700.734 700.734		

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1972-80	—	Q. 37 Lotti 1-2-3-4	C.so Grosseto C.so Cincinnato	18	7-10	—	876	~3.942	214.337	Si Metano	—
		Q. 38	C.so G. Cesare	1	—	—	56	~196	14.440	Si Metano	—
	—	Q. 39	Viale delle Primule	1	—	—	40	~200	~8.400	Si Metano (imp. sing.)	—
1977		Q. 40	Via Pacini Via Petrella	4	—	—	180	~900	47.182	Si Metano	—
1976-77		Q. 41	Via Servais Via Passoni	16	—	—	236	1.138	50.304	Si Metano	—
1977		Q. 42	Vallette Via Pervinche	1	—	—	18	8.550	~3.780	Si Metano (imp. sing.)	—
1977-78		Q. 43	C.so Cincinnato	5	6-10	—	332	1.678	63.984	Si Metano	—
1977		Q. 44	Via Scialosa	2	8	—	150	675	30.387	Si Gasolio	—
1978		Q. 45	C.so Taranto 80	1	—	—	80	432	20.626	Si Gasolio	—
1978		Q. 46	Vallette, via delle Primule 12/bis	2	—	—	102	451	~21.420	— —	—
1978		Q. 47	Vallette, via Verbene-Pervinche	3	—	—	59	240	~12.390	— —	—
1978		Q. 48	Via Postumia Via Ponzio	2	6	—	56	240	11.206	Si Gasolio	—
	—	SR ₂	—	—	—	—	3	12	630	Si —	Ex Case Stat. per reduci
	—	SB ₁₂	—	—	—	—	67	288	~14.070	— —	—
	—	1° Ex-INCIS	Via Vernazza	—	—	—	62	417	17.602	Si Gasolio	Ex-INCIS
	—	2° Ex-INCIS	—	—	—	—	94	~467	~19.740	— —	Ex-INCIS
	—	3° Ex-INCIS	—	—	—	—	20	114	~4.200	— —	Ex-INCIS
	—	4° Ex-INCIS	C.so Pascoli 16	—	—	—	26	153,5	4.338	Si Gasolio	Ex-INCIS
	—	5° Ex-INCIS	—	—	—	—	24	119	~5.040	No —	Ex-INCIS
	—	6° Ex-INCIS	—	—	—	—	24	124	~5.040	No —	Ex-INCIS
	—	7° Ex-INCIS	Corso Montecucco	—	—	—	21	94	4.103	Si Gasolio	Ex-INCIS
	—	8° Ex-INCIS	Via Frattini 12	—	—	—	30	150	5.655	Si Gasolio	Ex-INCIS
	—	2° ISES	Lungo Dora Voghera 110	—	—	—	100	550	25.429	Si Gasolio	Ex-ISES
	—	3° ISES	—	—	—	—	208	1.000,5	45.760	— —	—
	—	4° ISES	—	—	—	—	5	17,50	1.050	— —	Ex-Ciechi
	—	Q. 5202 (C. 3105)	Falchera nuova	—	—	—	667	~3.335	~206.036	Si Metano	—

Periodo	Anno costruz.	Quartiere Località	Ubicazione	N. edifici	P.F.T.	Destinaz. p. terra	N. alloggi	Vani	Cubat.	Riscaldam. esist. tipo	NOTE
1972-80	—	Q. 5203 (C. 3156)	Falchera nuova	—	—	—	706	~3.530	~218.082	Si Metano	—
—	—	Q. 5204 (C. 3292)	Mirafiori	—	—	—	634	~3.170	~139.480	— —	—
—	—	Q. 5205 (C. 3293)	Mirafiori	—	—	—	236	~1.180	~51.920	— —	—
—	—	FL/1	C.so G. Cesare Via Scotellaro	—	—	—	380	2.063	101.976	Si Metano (centr.)	Case IACP/ FIAT in loc. (Zona E/4)
—	—	FL/2	Via Nitti 10-221	—	—	—	330	1.930	96.475	Si Metano (centr.)	Case IACP/ FIAT in loc. (Zona E/11)
—	—	FL/3	—	—	—	—	585	3.224	169.217	Si Metano (centr.)	Case IACP/ FIAT in loc. (Zona E/13)
TOTALE							6.407	32.116	1.634.326		
di cui riscaldati							6.126	30.741	1.573.236		

TORINO

TABELLA 2

C A P O L U O G O							
Complessivi				Con riscaldamento			
Periodo	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1909-1919	1.533	5.749	311.858	1.058	3.912	245.132	81,48
1920-1945	4.681	18.507	902.779	3.039	12.017	585.006	64,80
1946-1957	1.919	8.314	327.501	1.390	5.774	223.535	68,25
1958-1971	2.871	15.301	700.734	2.871	15.301	700.734	100
1972-1980	6.407	32.116	1.634.326	6.126	30.741	1.573.236	96,26
TOTALE	17.410	79.987	3.877.198	14.484	67.745	3.327.634	85,82
P R O V I N C I A							
Complessivi				Con riscaldamento			
Periodo	Alloggi	Vani	m³	Alloggi	Vani	m³	%
1909-1919	—	—	—	—	—	—	—
1920-1945	—	—	—	—	—	—	—
1946-1957	—	—	—	—	—	—	—
1958-1971	—	—	—	—	—	—	—
1972-1980	1.482*	7.994*	460.530*	846*	4.166*	184.476*	40,05*
TOTALE	6.962	34.810~	1.531.640~	6.390	31.950~	1.405.800~	91,78

* Totali parziali al 1972.

DATI GENERALI PROVINCIA DI TORINO

	Alloggi	Vani	m ³	%
Con impianto di riscaldamento	20.874	99.695	4.733.443	87,51
Senza impianto di riscaldamento	3.498	15.102	675.395	12,49
TOTALE	24.372	114.797	5.408.838	100

TORINO

TABELLA 3

A		B		C		TOTALE (A+B+C)
Alloggi con impianto di riscaldamento di cui si conoscono i consumi. (Vedi calcolo tep/m ³)		Alloggi con impianto di riscaldamento di cui non si conoscono i consumi. (tep/m ³ = 0,00468 - Valore medio)		Alloggi senza impianto di riscaldamento. (tep/m ³ = 0,004307)		tep
m ³	tep	m ³	tep	m ³	tep	
554.353	2.501,838	4.179.090	19.558,140	675.395	2.908,920	24.968,898

Calcolo TEP (colonna A)

Con riscaldam. a *gasolio*: m³ 151.267; lt impieg. $875.766 \times 0,92 \text{ kg/lt} = 805.704 \times \frac{0,95}{1.000} = 765,420 \text{ tep}$; tep/m³ = 0,005060;

Con riscaldam. a *metano*: m³ 403.086; m³ impieg. $2.197.998 \times 0,92 \text{ kg/lt} = 805.704 \times \frac{0,79}{1.000} = 1.736,418 \text{ tep}$; tep/m³ = 0,004307;

TOTALE (colonna A) m³ 554.353

TOTALE 2.501,838 tep

4.4.2. « Dati quantitativi per campioni in base alle tipologie edilizie storiche: analisi delle caratteristiche come base per una lettura degli elementi costruttivi influenti sul comportamento energetico ».

Lo sviluppo della ricerca sul contenimento dei consumi energetici all'interno del patrimonio edilizio pubblico richiede l'individuazione di una metodologia operativa volta a determinare campioni dalle caratteristiche emblematiche di un insieme di tipologie. In prima approssimazione sono stati individuati in questa sede i principali periodi storici corrispondenti a

determinate tipologie costruttive e a precise « filosofie » sull'edificazione della casa popolare ⁽⁴⁸⁾. Per la individuazione dei campioni suddetti all'interno di ogni periodo storico è necessario approfondire l'indagine analitica sulle caratteristiche dei singoli complessi, con particolare riferimento:

— alla ubicazione del complesso nel contesto urbano o territoriale ⁽⁴⁹⁾, con l'individuazione dell'articolazione e posizione reciproca degli edifici, della loro volumetria, orientamento e confrontanze ⁽⁵⁰⁾, all'analisi dell'intorno urbano del quartiere ⁽⁵¹⁾, con particolare attenzione al settore dei servizi;

gratuiti di calore) sulle singole facciate, nei vari periodi dell'anno in relazione alle ombre proprie e portate, della loro ventilazione in relazione alla presenza di venti dominanti, ecc.

⁽⁵¹⁾ Volta ad individuare le possibilità di prevedere sistemi di riscaldamento a larga scala secondo sistemi innovativi rispetto ai modelli correnti che inducano effettivi risparmi di energia (impianti di teleriscaldamento, impianti che utilizzano calore « di risulta » da produzioni industriali, ecc.).

⁽⁴⁸⁾ Ad esempio la tipologia a « casermone » del periodo 1909-1919 e del complesso citato con ingresso dai cortili, la tipologia del 1920-40 ad edifici piccoli e numerosi con limitato numero di alloggi per scala, i quartieri ghetto degli anni 1950-60, ecc.). Vedi anche punto 4.2.

⁽⁴⁹⁾ E quindi alle caratteristiche climatiche e microclimatiche di tale contesto (temperature minime e massime, piovosità, insolazione, ventosità, ecc.).

⁽⁵⁰⁾ E quindi della situazione di soleggiamento (apporti

— ai caratteri distributivi interni, alla ubicazione e numero delle scale, al numero e alla composizione degli alloggi;

— ai calcoli di cubatura, particolarmente analitici, con distinzione tra le volumetrie abitative e le volumetrie di servizio, quali scale, negozi, ecc. ⁽⁵²⁾;

— alla destinazione d'uso dei piani terreni, alla presenza di piani cantinati o seminterrati, alle caratteristiche delle coperture e dei vani sottotetto;

— ai componenti della costruzione, con analisi volte alla classificazione dei singoli elementi e delle loro caratteristiche in funzione del risparmio energetico e del loro grado di obsolescenza fisica e funzionale (vedi punto 3.2.);

— all'analisi dell'influenza sui consumi energetici dei fattori di orientamento, conformazione, S/V, ecc.;

— all'analisi dell'utenza, specie in riferimento ai modelli d'uso dell'abitazione, e come elemento base per gli studi di fattibilità relativi ai problemi di ristrutturazione dei fabbricati e degli impianti ⁽⁵³⁾.

I caratteri del complesso o dell'edificio campione, individuato da tali analisi come « tipo » dalle caratteristiche ricorrenti di un certo intorno territoriale e storico, devono costituire per tale intorno un punto di riferimento per la lettura e la classificazione dei componenti dei fabbricati, per una analisi più ricca e approfondita dei dati statistici quantitativi e come base per una metodologia di intervento per la modifica del comportamento energetico.

Rispetto ai fattori detti prima, si può notare che per il patrimonio costruito nel periodo 1908-1920, le caratteristiche morfologiche dei quartieri e di organizzazione e distribuzione degli alloggi sono molto uniformi, così come omogenee sono le caratteristiche costruttive. Estratto ed analizzato un edificio (o una sua parte) come campione non sarà difficile avere dati attendibilmente riferibili a tutta la casistica considerando le variazioni relative alla collocazione geografica del complesso e alla articolazione planivolumetrica degli edifici. La ripetitività di tecniche, elementi e materiali costruttivi e i rilievi fatti in sede di recenti opere di ristrutturazione facilita la costruzione di un abaco degli elementi influenti sul comportamento energetico.

Il patrimonio costruito nel periodo 1921-1945 presenta una maggiore articolazione dei tipi di complessi. In particolare si possono individuare (oltre ai poco ricorrenti tipi di case individuali o di piccole dimensioni dei « villaggi rurali ») tre tipi essenziali: il quartiere a « padiglioni » (1921-25), il quartiere urbano relativamente intensivo (intorno al 1930), le

⁽⁵²⁾ Con l'indicazione, ottenibile da opportune indagini, delle temperature interne necessarie alla esplicazione delle varie funzioni insediate.

⁽⁵³⁾ In questo senso, a breve scadenza potranno essere utilizzati i dati di censimento dell'utenza, in corso per tutti gli Istituti piemontesi e accessibili presso il Consorzio Regionale fra gli IACP. Utile sarà anche l'analisi della domanda di case popolari in via di svolgimento presso alcuni Istituti e da integrare con analisi-campione sui periodi (nell'arco della giornata e durante la stagione invernale) di utilizzo dell'abitazione.

« case minime » (dagli anni '30 al '45). Per quanto riguarda i caratteri costruttivi, mentre le realizzazioni anteriori al 1925 sono riconducibili a quanto individuato per il periodo 1908-1920, per quelle delle due fasi successive, si potrà costruire un abaco comune di elementi costruttivi che tenga presente le innovazioni costruttive via via introdotte con successive e graduali modifiche, pur rimanendo costanti, nelle linee generali, i principali materiali impiegati.

Il patrimonio costruito fra il 1945 e il 1957 si differenzia essenzialmente in edifici di completamento dell'edificazione urbana e complessi periferici. La costruzione di un abaco di elementi costruttivi, che valuti anche il mantenimento della funzionalità nel tempo, sembra particolarmente utile per individuare interventi utili al contenimento dei consumi energetici da operare in occasione della revisione o dell'installazione degli impianti di riscaldamento.

Il patrimonio costruito fra il 1958 e il 1971, richiede un lavoro di campionatura articolato ed attento sia ai tipi edilizi (case a schiera fino a quattro piani, case in linea da cinque a dieci piani, case a torre, ecc.) sia alle tecniche costruttive (edilizia tradizionale, edilizia prefabbricata). Un repertorio degli elementi costruttivi adottati, articolato come s'è detto, può essere utile alla individuazione anche quantitativa degli interventi necessari a rendere tale patrimonio compatibile con le necessità di contenimento dei consumi energetici. Particolare attenzione andrà posta nell'analisi degli impianti di riscaldamento e nell'individuazione degli interventi utili ad aumentarne il rendimento. Data la diversità delle caratteristiche edilizie e l'entità (oltre un milione di vani), e la non troppo lontana edificazione di tale patrimonio, una analisi di questo tipo può dare anche indicazioni utilizzabili nella progettazione di nuovi insediamenti.

Il patrimonio edificato dopo il '71 presenta anch'esso una notevole differenziazione di tipi e di tecniche edilizie, oltre che di organizzazione dei complessi. La sua analisi per campioni può essere finalizzata (soprattutto per quanto edificato nella seconda metà del decennio) più che all'intervento alla individuazione di tipologie ed elementi costruttivi meglio rispondenti al contenimento dei consumi energetici, e in particolare alla verifica dei miglioramenti indotti dalla legislazione in materia.

La costruzione di abachi degli elementi costruttivi, per tutti i periodi, può anche mettere in luce la ricorrenza di alcuni di essi particolarmente influenti sul comportamento energetico degli edifici ed indurre pertanto studi specifici volti ad analizzare possibili interventi specifici in rapporto ai costi di realizzazione, ai risparmi energetici connessi, alle eventuali variazioni da proporre per la normativa vigente ⁽⁵⁴⁾.

⁽⁵⁴⁾ A titolo di esempio, si pensi alle logge. Questo elemento, presente in buona parte del patrimonio residenziale sia pubblico sia privato, è stato ed è diffusamente oggetto di interventi « clandestini » di chiusura da parte degli utenti. Se da uno studio serio che tenga conto degli effetti indotti, e dei risparmi energetici e dei vantaggi abitativi relativi a tale intervento, esso risultasse accettabile, si potrebbe sottoporre agli Enti Pubblici interessanti una proposta, motivata, di emendamento dei regolamenti vigenti.

5. CRITERI GUIDA PER INTERVENTI SUL PARCO EDILIZIO ESISTENTE

5.1. « Problemi generali di intervento ».

Nell'ultimo decennio si è affermata la scelta del recupero dell'edilizia esistente, rispetto a quella della demolizione e ricostruzione più frequente negli anni precedenti. Non è ovviamente questa la sede per riproporre un dibattito durato anni e che ha portato ad una indubbiamente giusta riconsiderazione del valore (non sempre monetizzabile) del patrimonio edilizio esistente. Oggi, sembra però utile analizzare le operazioni di ristrutturazione compiute recentemente sul patrimonio di edilizia residenziale pubblica, valutandone i risultati (costi e benefici) non solo in termini di adeguamento agli standard abitativi correnti e di recupero di funzionalità degradatasi col tempo e con la mancanza delle necessarie opere di manutenzione, ma in termini generali comprendenti anche il mantenimento delle connotazioni tipologiche e costruttive caratteristiche di tali insediamenti. Questo permetterebbe di valutare l'opportunità di interventi, in genere molto onerosi economicamente, che producono un manufatto del tutto estraneo a quello originario ⁽⁵⁵⁾.

A parte questa avvertenza iniziale, ci troviamo 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. Secondo l'età dei complessi, sono necessarie opere più o meno importanti. In linea di massima si possono individuare 3 categorie di interventi:

1) interventi di manutenzione straordinaria, per la sostituzione di elementi degradati (coperture, intonachi, ringhiere, solette di balconi, pavimenti, piastrellature, impianti elettrici ed idrico-sanitari, ecc.);

2) interventi di ristrutturazione degli edifici, per l'adeguamento delle caratteristiche tipologiche e funzionali ai mutati standard abitativi (modifiche al taglio degli alloggi, inserimento di servizi tecnici per funzioni originariamente svolte in strutture estranee all'alloggio o non contemplati ⁽⁵⁶⁾);

⁽⁵⁵⁾ Di fronte al risultato di simili operazioni viene il dubbio che la ristrutturazione possa divenire un « alibi » per una cultura che non sa elaborare modelli propri e autentici di edilizia residenziale e prima ancora di modi di abitare. La valutazione dell'opportunità di un intervento sostitutivo piuttosto che di ristrutturazione si pone soprattutto per il patrimonio di edilizia residenziale pubblica costruito negli anni '40, dove sono presenti tipologie talmente « minime » da richiedere opere di integrazione massicce su elementi costruttivi costituiti da materiali molto degradati perché già originariamente poco affidabili.

⁽⁵⁶⁾ Inserimento di stanze da bagno, di attacchi per gli elettrodomestici (a questo proposito si ricorda che nei primi complessi per l'igiene personale e della biancheria erano previste strutture collettive di bagni e lavatoi pubblici, spesso inserite nello stesso complesso IACP), dotazione di impianti di riscaldamento.

⁽⁵⁷⁾ A questo proposito, va sottolineata la necessità di verificare il mantenimento delle caratteristiche di isolamento nelle pareti realizzate con pannelli prefabbricati di c.a., il cui strato coibente, se degradato, dovrà essere ripristinato.

3) interventi di modifica e/o completamento degli spazi collettivi; come raccordo fra gli alloggi e il tessuto urbano circostante, anche in relazione alle modifiche avvenute dall'impianto del quartiere nei modi di vita urbana.

Gli interventi di manutenzione straordinaria, sono in genere necessari su buona parte del patrimonio anche per la carenza di interventi di manutenzione ordinaria, per il cattivo comportamento in opera di materiali non sufficientemente sperimentati, ecc. In occasione di queste opere è giustificato intervenire anche per migliorare il comportamento termico degli edifici. In linea di massima, si può presumere che questo tipo d'intervento sia necessario su edifici non particolarmente vecchi e non recentissimi (costruiti dopo la guerra e prima dell'entrata in vigore della Legge 373/1976) e quindi rispondenti ai fabbisogni abitativi come tipologia di alloggio, dotazione di servizi, ecc., ma con scarse caratteristiche di isolamento termico. Si può pertanto pensare di intervenire anche in questo senso con operazioni come la coibentazione dei solai estremi (su cantine e porticati, nei sottotetti), delle cassavute delle murature esterne ⁽⁵⁷⁾, la revisione ed eventuale adeguamento dell'impianto di riscaldamento, l'eliminazione delle cause di fenomeni di « condensa » di umidità eventualmente presenti. Si presume che in un futuro non molto lontano si porrà, almeno per le realizzazioni degli anni '50, la necessità di sostituire gli impianti tecnici.

Gli interventi di ristrutturazione, che comprendono in genere anche i precedenti ⁽⁵⁸⁾, sono necessari sul patrimonio edificato, in genere, prima della seconda guerra mondiale ⁽⁵⁹⁾ o in periodo bellico. Si tratta, generalmente, di modificare il taglio degli alloggi ⁽⁶⁰⁾, di inserire le stanze da bagno, di rifare gli impianti tecnici (idro-sanitario, elettrico, gas, telefono), di eseguire l'impianto di riscaldamento e di ascensore. A questi lavori si aggiungono talvolta lavori di rifacimento di altre opere, come solette di balconi, ripristino di parapetti e ringhiere, sostituzione o ripristino

Una ricerca sperimentale in tal senso potrebbe dare indicazioni interessanti sul comportamento, nel tempo, dei materiali impiegati e per lo studio di eventuali tecniche di intervento sostitutivo. L'opportunità di interventi integrali di coibentazione esterna (a « cappotto »), teoricamente necessari su manufatti con scarsa coibentazione esterna (in genere costruiti negli anni '60) è giustificabile quando sia necessaria la sostituzione dei rivestimenti, andrà valutata attentamente, caso per caso, tenendo presente l'alto costo dell'operazione, anche in base ai risultati degli interventi sperimentali in corso.

⁽⁵⁸⁾ In genere i vecchi quartieri IACP presentano un grado dovuto anche a carenza di manutenzione ordinaria e straordinaria, ma talvolta alcune di queste opere sono state effettuate (dotazione di impianto di riscaldamento, rifacimento e/o revisione delle coperture, sostituzione di gronde o pluviali, tinteggiature, sostituzione degli impianti elettrici, ecc.).

⁽⁵⁹⁾ Infatti è su questo patrimonio che sono stati avviati e programmati i lavori di ristrutturazione finanziati con i primi due bienni del « Piano decennale ».

⁽⁶⁰⁾ A Torino, per esempio, vengono eliminate le monocalamere (in genere servite da gabinetto sul pianerottolo delle scale, talvolta comune ad un'altra monocalamera), abbinandole in alloggi di circa 40 ÷ 45 m² di superficie.

degli intonachi, dei manti di copertura, risanamento e pavimentazione dei locali al piano interrato, ecc. Ci si trova quindi di fronte ad opere di notevole entità ⁽⁶¹⁾. Salvo casi particolari, si tratta di manufatti costruttivamente corretti, con buone caratteristiche delle murature esterne ⁽⁶²⁾. Si può prevedere di migliorarne le caratteristiche termiche operando l'isolamento dei sottotetti e delle cantine, riempiendo con materiali isolanti le numerose canne presenti nei muri di testata ⁽⁶³⁾, dotando di vetri a camera i serramenti esterni eventualmente da sostituire, rinforzando lo spessore dei muri sottofinestra. L'utilizzazione di eventuali vani sottotetto ad abitazione andrà accuratamente valutata in base alle possibilità di garantirne un sufficiente isolamento. La dotazione di questi complessi di impianto di ascensore è spesso problematica, sia per l'altezza degli edifici (appena superiore al minimo previsto dalle norme), sia per la difficoltà di inserire nella struttura un elemento con precise esigenze funzionali; la sua collocazione all'esterno degli edifici pare spesso la soluzione migliore ⁽⁶⁴⁾ anche se comporta qualche inconveniente per l'utenza ⁽⁶⁵⁾; la scelta andrà comunque valutata caso per caso anche in considerazione delle specifiche destinazioni. La dotazione di impianto di riscaldamento pone la scelta fra impianto centralizzato e impianti singoli a servizio di ciascun alloggio. Soprattutto nelle zone servite dalla rete urbana di gas metano, per ovviare alle difficoltà di una gestione collettiva, è stato scelto di dotare ciascun alloggio di un proprio impianto di riscaldamento. Tale scelta dovrebbe però basarsi anche su altri dati e considerazioni: gli effettivi costi energetici della soluzione singola rispetto a quella collettiva ⁽⁶⁶⁾, tempi e periodi di accensione effettiva di impianti singoli e quindi di « riscaldamento parassitario » di chi usa poco il servizio nei confronti dei confinanti ⁽⁶⁷⁾, frequenza di incidenti per cattivo funzionamento degli impianti; difficoltà di controllare tempi e modi (se non attraverso il costo del combustibile) di funzionamento degli impianti singoli; difficoltà di riagggregazione, nel tempo, degli alloggi (annessione di camere « di confine » ad alloggi diversi) in presenza di impianti singoli; opportunità di consolidare con scelte dell'ente pubblico la tendenza a considerare l'alloggio « *bene privato* » anziché parte di un patrimonio collettivo in « *uso privato* » e ad

eliminare dalla funzione abitativa quanto più possibile i momenti di socializzazione a favore della privatizzazione. A proposito del servizio di riscaldamento, particolare attenzione andrà posta, nelle aree industrializzate, nei riguardi delle possibilità di aderire a oppure di promuovere iniziative di recupero di energie calorifiche di scarto di impianti industriali o di reti di riscaldamento ad ampio raggio ⁽⁶⁸⁾.

Gli interventi di modifica e/o completamento degli spazi collettivi sono particolarmente legati alla modifica dei modi di vita e di uso della città. Alcune funzioni una volta svolte fuori della cellula abitativa (in particolare igiene personale e della biancheria) vengono oggi generalmente espletate al suo interno; funzioni di socializzazione, svolte nell'alloggio, in strutture esterne al complesso o inesistenti, richiedono oggi spazi appositi; il fenomeno della motorizzazione ha mutato esigenze e condizioni d'uso dei complessi. Tali interventi, generalmente poco considerati nei programmi operativi, sono invece sostanziali per garantire una qualità di vita accettabile. In complessi costituiti da alloggi di superficie minima, gli spazi collettivi (cortili) per il gioco dei bambini, per la sosta di adulti, per il tempo libero degli anziani, sono essenziali e richiedono un minimo di attrezzature (alberature, pavimentazioni, posti a sedere). La funzione di parcheggio delle automobili (non prevista all'impianto dei quartieri) e attualmente assunta dai cortili è evidentemente incompatibile con le destinazioni suddette, ma il problema non può essere risolto con semplici divieti di sosta, bisogna pensare a sistemazioni diverse dei veicoli ⁽⁶⁹⁾. La generalizzazione della motorizzazione privata pone anche problemi « *al contorno* » per i complessi di edilizia residenziale pubblica. Infatti alcuni di questi complessi si affacciano oggi su vie urbane di grande traffico, che rende i piani rialzati poco idonei, per i rumori e l'inquinamento, alla destinazione residenziale. Ovviamente è poco realistico, nel generale panorama di carenza di abitazioni urbane, pensare di sottrarre questi alloggi al patrimonio pubblico. D'altra parte questi complessi e il tessuto urbano circostante, spesso, hanno anche necessità di spazi per servizi ed attività collettive e commerciali, che potrebbero essere localizzati in questi ambienti. Se nei

⁽⁶¹⁾ Per questi interventi, ulteriori difficoltà nascono dalla necessità di dislocare la popolazione e le attività insediate durante i lavori o dalla necessità di operare in presenza degli abitanti. La dislocazione o meno della popolazione insediata durante i lavori di ristrutturazione si pone con sempre maggiore evidenza come parametro fondamentale per le scelte di intervento.

⁽⁶²⁾ Trattandosi di costruzioni a murature esterne portanti, sono ridotte al minimo le dispersioni dovute ai ponti termici.

⁽⁶³⁾ In alcune testate a nord si sono notati inconvenienti (condensa) imputabili a questa situazione.

⁽⁶⁴⁾ Anche da un punto di vista termico: non si inverte fra gli alloggi un « *vano freddo* ».

⁽⁶⁵⁾ Spesso questo comporta di servire, con le fermate, il pianerottolo intermedio delle scale, anziché quello di ingresso agli alloggi. Questa soluzione non è evidentemente accettabile per l'aliquota di patrimonio pubblico da riservare a famiglie di handicappati motori.

⁽⁶⁶⁾ In linea di massima si può osservare che il rendimento di un generatore comune è probabilmente migliore della somma dei rendimenti delle centraline singole, su questo tema sarebbe utile uno studio specifico che preveda anche un'indagine sui consumi effettivi di impianti installati.

⁽⁶⁷⁾ Se si volesse intervenire coerentemente con la scelta del riscaldamento individuale, ciascun alloggio dovrebbe essere attrezzato per un funzionamento autonomo e quindi isolato su tutte le pareti (orizzontali e verticali) comuni ad altri alloggi, tale operazione presenta evidentemente difficoltà tecniche ed oneri economici non indifferenti.

⁽⁶⁸⁾ A questo proposito potrebbe essere utile uno studio di verifica storica dell'efficienza dell'impianto installato negli anni '60 nel quartiere « Le Vallette » di Torino.

⁽⁶⁹⁾ Gli spazi di parcheggio vengono generalmente ignorati nei programmi di ristrutturazione, salvo rare eccezioni di interventi per i quali le imposizioni comunali hanno fatto prevedere autorimesse comuni (si veda ad esempio la ristrutturazione del complesso « Lina Borgo » ad Asti).

complessi di più antica edificazione si presentano con maggior evidenza le inadeguatezze legate al traffico veicolare, in quelli più recenti, interventi sugli spazi collettivi sono particolarmente necessari per « ricucire » un tessuto urbano disaggregato, costituito da edifici e da spazi liberi nati più come « avanzo » rispetto al costruito che come sua parte integrante.

5.2. Tipi ricorrenti di interventi nella prassi di ristrutturazione.

Come s'è detto, gli interventi di ristrutturazione hanno generalmente preso in considerazione il patrimonio edificato prima della seconda guerra mondiale, un patrimonio, quindi, generalmente costruito solidamente, ma per rispondere a esigenze abitative sostanzialmente differenti dalle attuali, e localizzati in un contesto urbano profondamente mutato da quello esistente all'epoca dell'impianto.

Salvo casi particolari ⁽⁷⁰⁾, oltre alle normali opere di ripristino (intonachi, manti di copertura, ecc.), sono stati messi in opera: nuove attrezzature igienico-sanitarie e di cucina, nuovi impianti elettrici, di gas, di telefono, nuovi impianti di riscaldamento, pavimentazione e vespaio aerato nei locali interrati, isolamenti nei solai comprendenti i piani abitati. Spesso sono stati sostituiti gli infissi esterni ed interni, i pavimenti, sono stati controsoffittati gli ambienti.

I primi interventi ⁽⁷¹⁾ hanno avuto carattere radicale, con trasferimento temporaneo della popolazione insediata ⁽⁷²⁾, 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. Questa 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.

Attrezzature igienico-sanitarie e di cucina.

Si è trattato di inserire stanze da bagno complete di tutti gli accessori e pareti attrezzate per l'attacco degli apparecchi di cucina, in sostituzione di locali w.c. dotati del solo vaso o di vaso e lavabo e di attrezzature di cucina consistenti in lavandino e piano di cottura ⁽⁷³⁾ con canna di aspirazione. Le stanze da bagno sono state talvolta ricavate nei preesistenti locali w.c., talvolta, dove questi erano troppo piccoli e accessibili solo dalla loggia o balcone, tramezzan-

do una stanza e ricavando nuovi vani aerati meccanicamente. La costanza tipologica del più vecchio patrimonio ha consentito di operare secondo schemi ripetitivi e di utilizzare elementi prodotti industrialmente.

Impianti elettrici, di gas, di telefono.

Sono stati integralmente rifatti, in sostituzione di quelli esistenti, spesso sovrapposti alla struttura originaria (che non li prevedeva) con cavi e tubi « volanti » messi in opera in epoche diverse e per iniziativa degli inquilini. Le canalizzazioni sono state tutte incassate nelle murature esistenti, con lavori non indifferenti di apertura e sigillatura delle « tracce ».

Per interventi da compiersi con la popolazione insediata, data la necessità di rivedere comunque tali impianti, potrebbe essere opportuno studiare sistemi di « impianti esterni » che utilizzino appositi manufatti in commercio e limitino al minimo gli interventi sulle murature.

Impianti di riscaldamento.

Netta preferenza è stata data agli impianti singoli a gas, mentre sono stati generalmente eliminati i caminetti esistenti in molte stanze. S'è già detto dei dubbi, che si ripropongono per i quartieri attualmente oggetto di proposta di intervento, relativi alla scelta dell'impianto singolo rispetto a quello collettivo ⁽⁷⁴⁾. Nel caso di opzione per l'impianto collettivo si pone la scelta della dimensione migliore (centralizzazione per scala, per edificio, per complesso) e del tipo di rete più efficiente (distribuzione monotubo, oppure di tipo tradizionale a colonne montanti ⁽⁷⁵⁾).

Sistemazione dei piani interrati, isolamento del primo e dell'ultimo solaio.

Spesso i locali al piano interrato o seminterrato, destinati a cantine, presentavano pavimento in terra battuta. Negli interventi di ristrutturazione si è allora provveduto a posare una pavimentazione (in genere grès) su vespaio aerato, mentre si è provveduto a ridistribuire gli spazi di cantina in modo da assegnare un locale ad ogni alloggio. Altri interventi comunemente realizzati, nel corso delle ristrutturazioni, sono stati quelli di isolamento del primo e dell'ultimo solaio abitato. Mentre quello dell'ultimo solaio non pone generalmente grandi problemi, per il primo, nel caso in cui non si preveda il rifacimento

⁽⁷⁰⁾ Ad esempio, il rifacimento totale operato sul 22° quartiere IACP di Torino (case Bulgare) e l'intervento sperimentale di « cappotto » nel complesso di corso Salvemini sempre a Torino.

⁽⁷¹⁾ In genere finanziati nell'ambito del 1° biennio del Piano decennale.

⁽⁷²⁾ Se, da un lato, il trasferimento della popolazione comporta oneri e disagi non indifferenti, dall'altro, oltre ad agevolare il lavoro edilizio, consente di operare una ridistribuzione delle famiglie nei complessi, in modo da far corrispondere la superficie dell'alloggio alla composizione del nucleo familiare.

Corrispondenza spesso inesistente nei vecchi complessi dove, data l'epoca delle assegnazioni, sono avvenute sostanziali modificazioni nei nuclei familiari stessi.

⁽⁷³⁾ In genere gli originari fornelli a carbone erano già stati sostituiti da fornelli e cucine a gas o elettriche.

⁽⁷⁴⁾ Si veda il punto 5.1.

⁽⁷⁵⁾ La prima soluzione consente l'esclusione di ciascun circuito alloggio e l'installazione di un eventuale contatore di calore in corrispondenza di ciascuna diramazione delle colonne principali. La seconda soluzione consente invece di utilizzare un calore minimo (dovuto alle colonne montanti e alla rete, anche quando si escludano tutti gli elementi scaldanti).

del pavimento del primo piano ⁽⁷⁶⁾, si potrà prevedere una controsoffittatura isolante del piano interrato che inglobi anche le varie reti di distribuzione.

Sostituzione di infissi esterni.

Dove è stata realizzata questa sostituzione, generalmente sono stati messi in opera nuovi controtelai, telai fissi e telai mobili dotati di vetri a camera. La sostituzione di serramenti in legno con serramenti metallici dovrebbe anche tenere conto, da un lato, della possibilità di utilizzare i telai fissi esistenti ⁽⁷⁷⁾, dall'altro, delle variazioni che si introducono nell'entità del ponte termico (comunque esistente). In questi complessi, in genere, per l'oscuramento sono previste imposte esterne a persiana ⁽⁷⁸⁾. In caso di loro sostituzione è utile valutare la diminuzione di dispersione che si può ottenere con ante piene, anziché a stecche, nelle ore notturne.

Sostituzione dei pavimenti.

I pavimenti originari, in genere di piastrelle di cemento colorato, non presentano, nella maggior parte dei casi, gravi inconvenienti dovuti all'usura, quanto, se posati su volte, fenomeni di sconnessura ⁽⁷⁹⁾. Questa situazione, in concomitanza con la necessità di sollevarli per la posa in opera delle canalizzazioni orizzontali, ha spesso consigliato, nelle ristrutturazioni, la loro sostituzione. Nei quartieri più recenti, in presenza di solai piani, nell'ottica di una ristrutturazione più « leggera », che preveda impianti esterni, tale operazione può risultare superflua.

Controsoffittatura degli ambienti voltati.

In alcuni interventi di ristrutturazione, in presenza di soffitti voltati con imposta superiore ai 2,70 metri, ma non tale da consentire una soppalcatura, è stata prevista la controsoffittatura totale. Tale operazione, di non indifferente peso economico, è giustificata, non tanto dall'esigenza di contenere i consumi energetici, quanto da quella di eliminare dei vincoli nella ridistribuzione degli spazi interni dell'alloggio e di soddisfare richieste dell'inquilinato più ispirate dal modello corrente di casa che da effettive esigenze abitative ⁽⁸⁰⁾.

5.3. Criteri per la valutazione degli interventi.

Da quanto fin qui detto ed ampiamente esemplificato emerge come la valutazione dei vari interventi non possa essere fatta esclusivamente in base al co-

sto delle operazioni che li compongono e come sia inutile valutare la rispondenza di singole opere, al di fuori del quadro generale di intervento. Dopo aver individuato le possibili alternative di intervento per i singoli problemi particolari, averne calcolato i costi e il relativo ammortamento, aver valutato i costi (positivi o negativi) in energia indotti, è opportuno simularne abbinamenti diversi, quindi individuare diversi sistemi di intervento e diversi « prodotti finiti ». Questi, volta per volta, potranno essere confrontati con la situazione specifica nella quale ci si trova ad operare: coincidenza, per una stessa operazione, di esigenze diverse soddisfatte, di costi provvisori e di impianto necessari, di risparmi energetici indotti sono indicazioni precise per preferirla. Per stabilire valori unitari attendibili in base ai quali *misurare* vantaggi ed oneri, sono necessarie analisi teoriche, osservazioni sperimentali su scala più ampia possibile e confronti dei dati emergenti, secondo iterazioni che conducano a ipotesi e valutazioni sempre più raffinate ed attendibili.

6. INDICAZIONI PER L'EFFETTUAZIONE DELLA RICERCA

Al fine di individuare tipi di intervento ottimali anche sotto il profilo del contenimento dei consumi energetici, nell'ambito dei programmi di ristrutturazione del patrimonio esistente di edilizia residenziale pubblica, è necessario:

1. Il completamento e l'approfondimento di questa prima ricognizione sul patrimonio esistente; questo lavoro presuppone necessariamente per tutto il patrimonio in oggetto l'esistenza di:

a) archivi completi di tutti i documenti di progetto e di successive modifiche di edifici e complessi o di altri elaborati (rilievi di stato attuale) che ne descrivano compiutamente le caratteristiche morfologiche;

b) banche dati complete ed esaurienti sulle caratteristiche dell'utenza effettiva (anagrafe degli inquilini) e potenziale (analisi delle domande);

c) raccolte di rilievi di stato attuale, che comprendono anche la descrizione dello stato di conservazione di manufatti e loro elementi, delle carenze rispetto ai fabbisogni abitativi e alle normative vigenti; tutti questi dati devono essere raccolti e codificati

nore necessità di manutenzione del meccanismo di apertura e chiusura, ma, per contro, un deterioramento molto più rapido.

⁽⁷⁹⁾ Cfr. nota 78.

⁽⁸⁰⁾ Il soffitto voltato, ricercato da altri tipi di utenza come situazione abitativa migliore di quella del soffitto piano, qui rifiutato, è caso sintomatico della nostra scarsa « cultura abitativa » (e non solo nella popolazione a minor reddito) che spesso individua come esigenze abitative le caratteristiche imposte dalla produzione corrente. In questo senso la discussione con l'utenza delle opere di ristrutturazione può costituire momento di verifica dei modelli abitativi.

secondo un programma globale valido per tutto il patrimonio regionale, in modo da poter essere utilizzati, anche con incroci diversi, nell'ambito di differenti studi.

2. Sulla base della periodizzazione presentata al punto 4.2. e delle esemplificazioni delle quali al punto 4.4., l'individuazione, volta all'intervento, di tipi ricorrenti di edifici e degli esempi non riconducibili a tali tipi, quantificandone le entità; in questo senso è utile:

a) una raccolta sistematica degli studi analitici esistenti su edifici residenziali dei vari periodi;

b) una raccolta sistematica e ragionata di sistemi ed elementi costruttivi relativi al patrimonio considerato.

3. Valutazione di massima degli interventi necessari per l'adeguamento di tutto il patrimonio regionale ai fabbisogni abitativi:

a) analisi degli interventi già effettuati sia sotto il profilo dei fabbisogni abitativi soddisfatti, sia in base ai costi di realizzazione, sia in relazione alle modalità operative;

b) individuazione di interventi ricorrenti da effettuare e delle loro possibili articolazioni operative;

c) individuazione di interventi atipici da effettuare e valutazione delle operazioni riconducibili o meno alla casistica di cui al punto b).

4. Individuazione di priorità di intervento e di possibili disaggregazioni delle operazioni di ristrutturazione; in questo senso indicazioni utili possono venire da studi particolari su specifici problemi di intervento (ad esempio: studi sul comportamento termico dei serramenti, analisi delle dispersioni per ponti termici e studi sull'eliminazione di tale inconveniente, studi sui fenomeni di condensa negli ambienti abitati, ecc.).

5. Elaborazione di un piano regionale di recupero, indirizzato anche all'ottenimento di risparmi energetici rilevanti; a tale scopo sarebbe utile disporre:

a) di un abaco dei problemi ricorrenti e di possibili alternative di intervento;

b) di una raccolta di dati sperimentali rilevati sia in corso d'opera, sia in successive fasi di funzionamento su interventi-pilota da innescare a breve termine.

Contenimento dei consumi energetici negli edifici scolastici

a cura di S. Giriodi e L. Mamino (il reperimento dei dati statistici e la stesura dei disegni sono avvenuti con la collaborazione di L. Carpignano ed E. Lavezzo).

SOMMARIO

1. *Finalità e metodologia della ricerca*
2. *Delimitazione del campo di indagine*
3. *Parametri energetici significativi, elenco e discussione*
 - 3.1. Fattori climatici e di locazione
 - 3.2. Fattori dimensionali
 - 3.3. Fattori costruttivi
4. *Dati statistici sugli edifici esistenti*
 - 4.1. Seconda rilevazione nazionale sullo stato dell'edilizia scolastica (ISTAT 1976)
 - 4.2. Conclusioni
5. *Definizioni di insiemi operabili*
6. *Gli interventi di recupero energetico e le indicazioni per la continuazione della ricerca*

1. FINALITÀ E METODOLOGIA DELLA RICERCA

1.1. Si è fatta avanti, in questi ultimi anni, una diffusa convinzione che ai fabbisogni legati al lavoro, alla residenza e al tempo libero si debba rispondere con approccio globale, con servizi tra di loro strutturati, con maggiore partecipazione, con maggiore diffusione all'interno del tessuto urbano, ma anche con minori costi. Ciò presuppone operazioni più sofisticate e l'abbattimento di molte barriere (anzitutto di incomprensione) fra amministratori, operatori sociali e tecnici, sia nella fase di costruzione che nella fase di esercizio delle infrastrutture.

Il fallimento delle strategie tradizionalmente usate (costituzione di « provvidenze » separate dal resto del tessuto urbano e gestite in maniera autonoma) ha portato a cercare una maggiore integrazione e continuità delle varie « funzioni » della scuola e parallelamente una più stretta connessione con le abitudini e i servizi già esistenti.

All'interno di questo quadro si possono collocare anche le leggi, le normative, i finanziamenti e le sperimentazioni tutte, scaturite dai programmi di riutilizzo dell'esistente.

La ricerca che qui si affronta ci pone automaticamente in questo filone, anche se qui si vogliono privilegiare fattori più tecnici, di costruzione, di manutenzione e di costi. Elementi, per così dire, oggettivi. La ricerca dovrebbe mettere in luce i dispositivi di risparmio energetico legati anzitutto a fattori di forma (il sito, l'inserimento nell'isolato, l'involucro dell'edificio), e a fattori dimensionali (spessori, larghezza di manica, altezza); ma anche di uso e di disponibilità dell'edificio (orari, attività, programmi didattici).

Gli edifici che si prenderanno in esame non sono cioè soltanto edifici dispendiosi dal punto di vista energetico; essi sono anche parzialmente decaduti rispetto ai requisiti funzionali che oggi sarebbero ritenuti normali.

1.2 Esiste a Torino e in Piemonte un enorme patrimonio di aule, costruite nell'arco di tempo che va dal 1850 ad oggi.

Gli edifici che ci interessano sono 4.000 circa, le aule 30.000 circa. Di queste, circa 7.000 sono attivate nella sola città di Torino. Questo dato non tiene conto delle scuole materne e delle scuole private. Ma esso rappresenta già così un patrimonio enorme di stabili, tutti bisognosi, oltre che di manutenzione ordinaria, anche di miglioramenti ed adattamenti ai nuovi indirizzi didattici.

La ricerca dovrebbe allora individuare interventi utili sia a determinare risparmi energetici negli anni a venire, con spese contenute, ma anche a determinare ripercussioni sulla « gestione didattica » degli immobili. È quindi di estremo interesse individuare

le « caratteristiche energetiche » di questo corpus di edifici (dimensioni, forma, rapporto S/V, materiali e costi che comportano eventuali modifiche) ma tutto ciò deve essere costantemente indirizzato anche al miglioramento della vita, in generale, all'interno degli edifici.

1.3. Si individuano allora alcune finalità generali per la ricerca:

a) La conoscenza di « insiemi significativi » del parco-edifici esistenti e in uso in Piemonte.

b) La individuazione delle possibili sovrapposizioni fra l'insieme della domanda didattica e l'insieme della « domanda energetica ».

c) Una chiara valutazione delle « ricorrenze operabili » nel patrimonio edilizio in oggetto.

d) La definizione degli « interventi possibili » a breve, medio, lungo termine.

e) Una discussione globale sulle linee possibili di intervento, tentando bilanci tra spesa (precedenze, concentrazione o polverizzazione), fabbisogni arretrati e benefici sociali (della sola istruzione o anche della residenza e del terziario).

Questa discussione sugli obiettivi di intervento dovrebbe recuperare i fattori « finanziamenti probabili », « tempi di esecuzione » « tempi di ammortamento » e metterli in relazione con i Piani Territoriali in formazione e con i programmi della Regione, dei Comprensori e dei Distretti Scolastici.

Si è fin d'ora coscienti che il programma qui tracciato sconfina per molti versi in competenze già attive presso gli Uffici Regionali e i Centri Studi dislocati sul territorio piemontese. Si chiede di poterlo discutere, dopo questa prima esposizione di fattibilità, anche per fissarne limiti e precisarne connessioni con altre ricerche parallele. È comunque evidente fin da adesso il legame che deve esistere tra questa ricerca sulle modalità per il contenimento delle dispersioni energetiche e le caratteristiche fisiche e di degrado degli edifici, che inducono a continue richieste di finanziamenti regionali. Così pure è evidente il nesso tra le decisioni che dovranno scaturire da questo lavoro e le decisioni che spontaneamente emergano dalla mobilità in atto dei residenti, conseguenza di scelte di potenziamento economico di certe aree rispetto ad altre.

Si vuole chiudere con un esempio. Una concentrazione della domanda di scolarità, se consegue addensamenti di aule in edifici compatti, non può che andare nel senso del risparmio energetico. Ma questo risultato non garantisce, di per sé, un aggiornamento della didattica né un migliore livello globale di vita almeno fino al momento in cui non si lega questa concentrazione di utenza (stimata utile per tutti)

con provvedimenti più organici di governo del territorio. La concentrazione o la diffusione di attività le più diverse dell'esistenza (residenza, lavoro, scambi, educazione, assistenza), le situazioni consolidate di usi propri ed impropri, la integrazione e la dissociazione delle realtà urbane, dalla direzione economico-sociale della città all'uso delle tecnologie (legate alle varie epoche storiche), fanno del territorio un deposito in cui ogni società ha cercato, attraverso gli oggetti edilizi, una rappresentazione di se stessa, che altre società sopravvenute aspirano a cambiare. Il cambiamento e la ristrutturazione degli edifici scolastici è perciò una richiesta che si può definire permanente. Occorre inserirsi in questo processo piegando le finalità settoriali alla qualità globale.

2. DELIMITAZIONE DEL CAMPO DI INDAGINE

La ricerca tende alla descrizione del parco-scuole del Piemonte nel suo complesso, raccogliendo informazioni sul « fabbisogno energetico » finale. Per conseguire questo primo obiettivo è necessaria la individuazione, da un lato, dei « parametri significativi » della domanda e dall'altro dei « caratteri specifici » della risposta, in termini di programmi operativi (costi, tempi).

Secondo obiettivo, come già detto, è la ottimizzazione globale del servizio reso dal patrimonio di edifici in esame, puntando ad un miglioramento complessivo del Sistema Scolastico. Questa prima operazione, che si rivolge pertanto ad edifici già esistenti, si potrebbe così descrivere:

- a) conoscenza analitica dei fabbisogni (correlati con le attività e i tempi della didattica);
- b) conoscenza analitica del parco-edifici;
- c) conoscenza e descrizione degli sprechi, rapportati a caratteristiche operabili degli edifici (forma, dimensione, materiali, ecc.);
- d) individuazione delle situazioni di inefficienza o di efficienza ricorrenti;
- e) proposta di criteri guida negli interventi sul parco-scuole, secondo principi di massimo risultato a minor costo.

Si propone quindi come campo di indagine quello che comprende la totalità degli edifici e degli spazi per la scuola in Piemonte, con qualche maggiore specificità per Torino. E non soltanto per conoscere questi edifici, ma per migliorarli globalmente.

Un secondo impegno (quasi una appendice, cui però saranno indirizzati gran parte dei risultati della ricerca) dovrebbe portare qualche precisazione sulle « tendenze in atto » nel processo di fabbricazione di nuove scuole (progettazione e costruzione). L'arco delle « tendenze » ha un punto di riferimento obbligato nella normativa vigente (in particolare nel D.M. 18.12.1975) e un altro, non meno vincolante, negli ordinamenti e nella pratica gestione dei programmi

di insegnamento. Non sempre i due riferimenti collimano ancorché appaia quasi ovvio che uno dovrebbe essere la continuazione dell'altro. In questa difficile corrispondenza le arretratezze progettuali e costruttive introducono altri elementi di scollamento.

Il proposito posto a base di questo studio (contenere i consumi energetici) potrebbe portare altri forti punti di discussione. È utile un accenno a questi fatti, da controllare in seguito. La gestione degli edifici, che richiede continue manutenzioni per danni alle strutture murarie e all'arredo dovute ad agenti esterni e all'uso abituale, ha sin qui imposto edifici solidi, essenziali, con grande inerzia termica. Gli studi sui contenimenti di energia sembrano invece indirizzare verso edifici leggeri, più « sensibili » all'attivazione degli impianti per periodi limitati. D'altro lato le ricerche sugli spazi da usare per una « didattica più libera » richiedono molto arredo, molta flessibilità, molte rotture del confine tra « dentro » e « fuori ». Ciò porterebbe ancora a sfruttare strutture più provvisorie, meno solide, meno definite, meno costose, a motivo del possibile e rapido rinnovamento. Occorre trovare allora qualche punto di composizione di questa divaricazione. Se trovato, si potrà successivamente riportare al campo dell'esistente.

3. PARAMETRI ENERGETICI SIGNIFICATIVI, ELENCO E DISCUSSIONE

3.1. Fattori climatici e di localizzazione.

Sono caratteristiche legate alle condizioni naturali e al microclima proprio del sito in cui l'edificio è stato costruito e cioè:

- soleggiamento (geometria delle radiazioni, intensità, durate stagionali e diurne);
- ombre proprie e portate;
- temperature medie, minime e massime, escursioni, gradi giorno;
- precipitazioni e ventosità stagionali;
- ventilazione naturale;
- condizioni di umidità dovute al terreno e a corsi d'acqua;
- caratteristiche topografiche del terreno: piano quotato, orientamento, ecc.

Queste caratteristiche possono essere variate solo con uno studio sulle condizioni ambientali e con interventi diretti a favorire le condizioni vantaggiose e ad ostacolare quelle dannose alla vita dell'edificio, ricorrendo a sistemi tecnologici attivi e passivi e cioè, in genere, a un sistema integrato di interventi sia sull'edificio che sugli usi abituali delle strutture edilizie.

3.2. Fattori dimensionali.

L'ottimizzazione nella fornitura e nel contenimento di energia ha strette relazioni con le dimensioni dell'ufficio e degli ambienti e cioè con:

- altezza o altezze dei vari corpi di fabbrica;
- volume totale;
- superficie totale, costruita o coperta;
- altezza di piano;
- rapporto S/V (superficie totale dell'edificio/volume totale);
- rapporto di compattezza piana (area dell'edificio/perimetro);
- rapporto di compattezza volumetrica (superficie emisferica/superficie esterna dell'edificio).

Gli elementi descritti concorrono tutti a definire quel « fattore di forma » che è uno dei più importanti quando si parla di contenimenti e di disperdimenti energetici. La forma del contorno, o del « limite » dell'edificio è uno degli elementi decisivi cui indirizzare la progettazione dei cambiamenti da effettuare.

3.3 Fattori costruttivi.

Sono, queste, qualità costitutive dell'edificio come oggetto edilizio, così come risultato da scelte tecnologiche e da disponibilità di materiali. Si elencano perciò:

- materiali che concorrono a formare l'involucro (pareti, copertura, base a terra);
- composizione (forma, struttura, spessori, qualità) delle superfici finestrate;
- qualità e isolamento dell'ossatura portante;
- presenza di ponti termici, disperdimenti per errori di costruzione, condense e umidità di assorbimento;
- qualità degli impianti di correzione termica e ambientale.

Gli interventi sull'esistente (e cioè tendenti a migliorare una o alcune delle caratteristiche elencate) devono tenere conto della rigidità strutturale ed impiantistica proprie di ciascun edificio, direttamente influenzanti i costi di ristrutturazione.

4. DATI STATISTICI SUGLI EDIFICI ESISTENTI

4.1. Seconda rilevazione nazionale sullo stato dell'edilizia scolastica (ISTAT 1976).

I dati del censimento ISTAT '76 (raccolti analiticamente presso tutti i comuni), ora pubblicati in edizione a stampa, sono stati già ampiamente commentati dall'Assessorato alla Pianificazione del Territorio e Parchi Naturali della Regione Piemonte (documenti del gruppo di studio Chiotasso, Damberto, Gallo, Panero). I risultati ISTAT sono divisi in dati provinciali (volume I) e dati comunali (volume II) e ancora, in dati sugli edifici (caratteristiche dei fabbricati, tipi edilizi, ecc.) e dati sulle sedi scolastiche (alunni, classi, ecc.). Le informazioni emergenti dalla

rilevazione ed interessanti la presente ricerca sono riportate nella collezione di tabelle che seguono (*).

Esse considerano i seguenti aspetti:

- a) Edifici, aule ed alunni in Piemonte; usi a rotazione.
- b) Sedi scolastiche ospitate, articolazione degli edifici, coabitazioni, destinazione originaria degli edifici scolastici.
- c) Epoca di costruzione.
- d) Caratteristiche costruttive, proprietà.
- e) Caratteristiche costruttivo - funzionali.
- f) Condizioni ambientali.
- g) Condizioni statiche.
- h) Fabbisogni al 1980.

La stessa Regione Piemonte ha provveduto ad una accurata analisi del fenomeno della polverizzazione della scuola sul territorio, in un documento del maggio 1980, arrivando a conclusioni molto interessanti:

- a) Le scuole elementari al di sotto dei 100 allievi (4-5 aule) rappresentano il 73,7 % del totale e quelle al di sotto dei 50 allievi (2-3 aule) rappresentano il 58,3 %;
- b) Esistono in Piemonte 1775 edifici scolastici con meno di 50 allievi e altri 256 con 51-75 allievi e cioè più di 2.000 edifici scolastici con meno di 75 allievi (66,7 %);
- c) Meno di 1/3 degli edifici scolastici rientrano nella fascia data come normale dal D.M. 18.12.75 (75-625 allievi);
- d) Appena il 3,1 % delle scuole piemontesi supera la soglia massima di 625 allievi.

4.2. Conclusioni.

Per ora si citano i dati salienti dei rilevamenti consultati senza commenti. Appare però subito evidente la mancanza quasi assoluta di informazioni sulla forma degli edifici, sulle caratteristiche costruttive, sui materiali, e cioè su quelle qualità già enunciate come « significative » per lo studio in corso (vedi paragrafo 3). Il dato più utile è forse quello globale sul numero di edifici da considerare (circa 4.500) e quello sulla dimensione delle entità che compongono questo parco-edifici. Circa metà del totale (2.000-2.500) risulta infatti costituita da edifici piccoli e piccolissimi, con meno di 5 aule (circa 1000 m³) e, approssimativamente, non più di 200 si possono invece definire grandi, e cioè con più di 20 aule. Questo dato dice da solo che un'azione di relativo accentramento del servizio-scuola in Piemonte dovrebbe essere dettata non soltanto da preoccupazioni di contenimento energetico ma anche da preoccupazioni di buon funzionamento dell'intera struttura della scuola sul territorio regionale, dell'obbligo e superiore.

(*) La Tabella a) è elaborata da chi scrive; la Tabella h) è tratta da uno studio CENSIS su « Edilizia Scolastica », n. 11/12, dicembre 1979; le altre sono tutte elaborate dalla Regione Piemonte.

Tabella a)

2° RILEVAMENTO ISTAT (1976): EDIFICI, AULE ED ALUNNI

Provincia	TURNO UNICO				PIÙ TURNI				
	Edifici	Aule	Sedi	Alunni	Edifici	Aule	Sedi	Al. in 1° turno	Al. in 2° turno
Alessandria	418	2684	491	51.483	5	101	7	2135	489
Asti	268	1334	290	54.669	1	16	1	316	251
Cuneo	828	3943	934	69.829	7	143	9	3155	399
Novara	473	3223	521	67.385	4	85	8	1962	301
Vercelli	424	2549	493	49.415	3	60	3	1402	440
Torino	1231	11846	1400	267.081	118	2499	158	61115	18368
<i>Totale</i>	3642	25579	4129	529.862	138	2904	185	70085	20248
Comune di Torino	278	5051	323	121.486	61	1606	76	40550	10138

Tabella b)

SEDI OSPITATE

<i>Edifici scolastici</i>	alunni	%
Casi da verificare	2.471	0,4
con 1 sede sc.	491.483	72,8
con 2 sedi sc.	147.659	21,9
con 3 sedi sc.	26.190	3,9
con 4 sedi sc.	6.095	0,9
Tot. Regione	674.766	100,0

DESTINAZIONE ORIGINARIA

<i>Destinazione originaria</i>	n. edif.	%
non indicata	82	8,1
convento	89	8,8
caserma	24	2,4
abitazione	324	32,2
altro	488	48,5
Tot. edif. perman. adattati	1007	100,0

COABITAZIONI

	n. edif.	%
scuola + municipio	217	49,5
scuole + altri uff. pubblici	163	37,2
scuola + abitazioni	204	46,6
scuola + laboratori, officine	16	3,7
scuola + altro uso	397	90,6
Totale edifici scolastici in fabbricati con altri usi indicati	438	277,6 ⁽¹⁾

ARTICOLAZIONE EDILIZIA

	n. edif.	%
<i>Casi da verificare</i>	8	0,2
fabbricato unico	2627	61,4
più fabbricati	151	3,5
parte di un fabbricato	1489	34,8
Tot. edifici scolastici della regione	4276	99,9

(¹) Presenza di più usi extra-scolastici: il totale delle percentuali di incidenza dei singoli casi, notevolmente superiore al numero complessivo degli edifici per i quali è noto l'uso extra scolastico (277,6 %), evidenzia inoltre la presenza non trascurabile di fabbricati con più usi contemporanei, oltre a quello scolastico.

Tabella c)

EPOCA DI COSTRUZIONE

<i>Epoca di costruz. o adattamento</i>	<i>Edif. apposit. costruiti/ costruzione</i>	<i>Edif. permanent. adattati/adattabili</i>	<i>Tot. edif. scolastici</i>
epoca non precisata	20	15	35 (0,29 %)
ante 1900	294	165	459 (12,18 %)
1900 - 1920	309	107	416 (11,04 %)
1921 - 1945	513	196	709 (18,81 %)
1946 - 1960	426	135	561 (14,88 %)
1961 - 1965	348	100	448 (11,89 %)
1966 - 1970	326	95	421 (11,17 %)
post 1970	526	194	720 (19,10 %)
Tot. edifici scolastici	2762	1007	3769 (99,90 %)
epoca non precisata	4063	1452	5515 (0,88 %)
ante 1900	36273	17112	53385 (8,49 %)
1900 - 1920	47119	11380	58499 (9,30 %)
1921 - 1945	75328	17289	92617 (10,73 %)
1946 - 1960	59471	18075	77546 (12,33 %)
1961 - 1965	68120	15210	83330 (13,25 %)
1966 - 1970	81734	14998	96732 (15,38 %)
post 1970	132325	128955	161280 (25,64 %)
Tot. regione	50443	124471	628904 (100,0 %)

(²) Dai dati esposti risulta che oltre un quinto degli edifici scolastici della regione (ai quali corrisponde il 17,8 % degli alunni) è anteriore al 1920 e pertanto da considerarsi, in linea di massima, ormai obsoleto (non da sostituire ma sicuramente da modificare).

Tabella d)

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

<i>Tipo di costruzione</i>	n. edif.	%			
non indicato	35	0,9	prefabbricati	163	4,4
interamente in muratura	2270	60,2	altri tipi di costruzione	14	0,4
con ossatura in c.a.	1283	34,0	Tot. edifici scolastici	3769	100

PROPRIETÀ

<i>Proprietà di:</i>	edifici scolast. apposit. adattati	edifici scolast. precari	Totale	%
Comune	3172	109	3281	77,18
Provincia	58	5	63	1,48
Regione	4	1	5	0,12
Stato	37	3	40	0,94
Altri Enti				
Pubblici	180	42	222	5,22
Privata	307	333	640	15,06
Totale	3758	493	4251 (5)	100,00

Tabella e)

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE - FUNZIONALI DEGLI EDIFICI IN USO ALLA SCUOLA

Dati per Comprensorio - Valori Assoluti

EDIFICI

COMPENSORI	da verificare	appositi	adattati	precari	totale edifici
01 TORINO	6	825	222	134	1187
02 IVREA	—	127	51	9	187
03 PINEROLO	—	105	38	18	161
04 VERCELLI	3	75	20	10	108
05 BIELLA	1	155	56	31	243
06 BORGOSIESA	—	76	34	15	125
07 NOVARA	1	149	55	22	227
08 VERBANIA	—	192	67	41	300
09 CUNEO	—	142	51	23	216
10 SAL.-SAV.-FOSS.	1	159	71	16	247
11 ALBA-BRA	1	161	83	30	275
12 MONDOVI	—	102	69	36	207
13 ASTI	—	191	59	42	292
14 ALESSANDRIA	2	219	90	57	368
15 CASALE M.TO	—	84	41	8	133
REGIONE	15	2762	1007	492	4276

Tabella f)

EDIFICI SCOLASTICI APPOSITI O ADATTATI RIPARTITI SECONDO LE CONDIZIONI

Dati per Comprensorio - Valori Assoluti

EDIFICI IN CONDIZIONI AMBIENTALI

COMPENSORI	non specificate	disagiate	normali	totale
01 TORINO	1	88	958	1047
02 IVREA	—	8	170	178
03 PINEROLO	—	4	139	143
04 VERCELLI	—	4	91	95
05 BIELLA	—	6	205	211
06 BORGOSIESA	1	6	103	110
07 NOVARA	1	15	188	204
08 VERBANIA	—	16	243	259
09 CUNEO	—	7	186	193
10 SAL.-SAV.-FOSS.	—	8	222	230
11 ALBA-BRA	1	11	232	244
12 MONDOVI	1	6	164	171
13 ASTI	—	18	232	250
14 ALESSANDRIA	—	10	299	309
15 CASALE M.TO	—	5	120	125
REGIONE	5	212	3552	3769

Tabella g)

EDIFICI SCOLASTICI RIPARTITI SECONDO LE CONDIZIONI STATICHE

Dati per Comprensorio - Valori Assoluti

EDIFICI

COMPENSORI	casi non indicati	con rilievi statici	senza rilievi statici	totale
01 TORINO	144	98	945	1187
02 IVREA	14	17	156	187
03 PINEROLO	19	10	132	161
04 VERCELLI	12	8	88	108
05 BIELLA	36	11	196	243
06 BORGOSIESA	18	7	100	125
07 NOVARA	22	24	181	227
08 VERBANIA	43	50	207	300
09 CUNEO	34	17	165	216
10 SAL.-SAV.-FOSS.	20	14	213	247
11 ALBA-BRA	38	35	202	275
12 MONDOVI	44	3	160	207
13 ASTI	41	18	233	292
14 ALESSANDRIA	60	40	268	368
15 CASALE M.TO	8	3	122	133
REGIONE	553	355	3368	4276

Tabella h)
FABBISOGNI AL 1980

REGIONE PIEMONTE - Legge 5 agosto 1975, N. 412
PROSPETTO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI FINANZIATI
(ripartizione per provincia)

Province	M a t e r n a				E l e m e n t a r e				Importo compless. milioni	%
	Comuni n.	Sezioni n.	Importo milioni	%	Comuni n.	Classi n.	Importo milioni	%		
TO	9	82	4.010	65,10	18	235	8.080	67,19	(vedere di seguito)	
VC	2	7	350	5,68	2	9	335	2,78		
NO	2	6	300	4,87	6	35	1.380	11,48		
CN	4	14	700	11,36	5	35	1.190	9,90		
AT	1	3	150	2,44	1	5	185	1,54		
AL	3	13	650	10,55	3	23	855	7,11		
TOTALE	21	125	6.160 6.160	100,00 14,67%	35	342	12.025 12.025	100,00 28,63%		

Province	M e d i a i n f e r i o r e				M e d i a s u p e r i o r e				Importo compless. milioni	%
	Comuni n.	Classi n.	Importo milioni	%	Comuni n.	Aule n.	Importo milioni	%		
TO	17	129	6.170	49,63	9	108	6.550	57,53	24.810	59,07
VC	7	45	2.025	16,29	2	7	700	6,15	3.410	8,12
NO	4	30	1.350	10,86	1	10	1.108	9,73	4.138	9,85
CN	4	31	1.095	8,81	3	20	970	8,52	3.955	9,42
AT	1	18	810	6,52	1	5	438	3,84	1.583	3,77
AL	3	24	980,9	7,89	3	36	1.620	14,23	4.105,9	9,77
TOTALE	36	277	12.430,9 12.430,9	100,00 29,60%	19	186	11.386 11.386	100,00 27,10%	42.001,9 100	100,00

ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Province	Classi scientifiche		Tecnica		Professionale		Artistica		Importo complessivo
	Comuni n.	Importo milioni	Comuni n.	Importo milioni	Comuni n.	Importo milioni	Comuni n.	Importo milioni	
TO	—	—	9	6.550	—	—	—	—	6.560
VC	1	200	1	500	—	—	—	—	700
NO	1	1.108	—	—	—	—	—	—	1.108
CN	1	500	2	470	—	—	—	—	970
AT	1	438	—	—	—	—	—	—	438
AL	—	—	1	550	1	550	1	520	1.620
TOTALE	4	2.246 (19,72%)	13	8.070 (70,88%)	1	550 (4,83%)	1	520 (4,57%)	11.396 (100%)

REGIONE PIEMONTE - Legge 5 agosto 1975, N. 417
PROSPETTO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI FINANZIATI
(ripartizione per aree ecologiche)

Aree ecologiche	M a t e r n a				E l e m e n t a r e					
	Comuni n.	Sezioni n.	Importo milioni	%	Comuni n.	Classi n.	Importo milioni	%	Importo compless. milioni	%
01 Torino	5	69	3.450	56,01	14	217	7.500	62,37		
02 Ivrea	3	7	260	4,22	2	10	370	3,08		
03 Pinerolo	1	6	300	4,87	2	8	210	1,75		
04 Vercelli	—	—	—	—	1	4	150	1,25		
05 B. Sesia	—	—	—	—	1	5	185	1,54		
06 Biella	2	7	350	5,68	—	—	—	—		
07 Novara	1	3	150	2,44	2	15	555	4,61		
08 Verbania	1	3	150	2,44	4	20	825	6,85		(vedere di seguito alla pagina seguente)
09 Cuneo	1	4	200	3,24	1	5	185	1,54		
10 Saluzzo	1	4	200	3,24	1	10	370	3,08		
11 Alba	—	—	—	—	2	15	450	3,74		
12 Mondovì	2	6	300	4,87	1	5	185	1,54		
13 Asti	1	1	450	2,44	1	5	185	1,54		
14 Alessandria	2	10	500	8,11	3	23	855	7,11		
15 Casale	1	3	150	2,44	—	—	—	—		
TOTALE	21	125	6.160	100,00	35	342	12.025	100,00		

Aree ecologiche	Media inferiore				Media superiore					
	Comuni n.	Classi n.	Importo milioni	%	Comuni n.	Aule ordin. n.	Importo milioni	%	Importo compless. milioni	%
01 Torino	15	117	5.630	45,29	8	riatt. ampl.	6.050	53,14	22.630	53,88
02 Ivrea	1	6	270	2,17	1	ampl.	500	4,39	1.400	3,33
03 Pinerolo	1	6	270	2,17	—	—	—	—	780	1,86
04 Vercelli	2	15	675	5,43	1	ampl.	200	1,76	1.025	2,44
05 B. Sesia	3	18	810	6,52	1	ampl.	500	4,39	1.495	3,56
06 Biella	2	12	540	4,34	—	—	—	—	890	2,12
07 Novara	3	21	945	7,60	1	1° lotto	1.108	9,73	2.758	6,57
08 Verbania	1	9	405	3,26	—	—	—	—	1.380	3,28
09 Cuneo	1	9	405	3,26	1	ampl.	500	4,39	1.290	3,07
10 Saluzzo	1	6	270	2,17	—	—	—	—	840	2,00
11 Alba	1	6	270	2,17	1	1° lotto	350	3,07	1.070	2,55
12 Mondovì	1	10	150	1,21	1	ampl.	120	1,05	755	1,80
13 Asti	1	18	810	6,52	1	1° lotto	438	3,85	1.583	3,77
14 Alessandria	2	18	710,9	5,72	2	com.	1.070	9,40	3.135,9	7,46
15 Casale	1	6	270	2,17	1	ampl.	550	4,83	970	2,31
TOTALE	36	277	12.430,9	100,00	19	—	11.386	100,00	42.001,9	100,00

5. DEFINIZIONE DI INSIEMI OPERABILI

Per riuscire nell'intento di delineare alcuni obiettivi per il contenimento delle dispersioni (o per il migliore uso delle forniture di energia) in un universo di edifici complesso e multiforme (e così poco noto), occorre procedere ad individuare alcuni insiemi rappresentativi ed operabili.

Potrebbe essere vista, questa, come una lettura provvisoria, che non esclude schemi più sofisticati in seguito e che deve unicamente servire ad impostare un'analisi più approfondita nella seconda fase della ricerca.

È da intendere quindi come ipotesi di lavoro, direttamente legata alle informazioni ora disponibili.

Questa griglia di lettura potrebbe poi, in seguito, subire sovrapposizioni e correzioni, che l'arricchisca-

no e che, progredendo la conoscenza dei caratteri emergenti e peculiari dell'edilizia scolastica piemontese, permettano di delineare gli interventi globalmente meno costosi, più efficaci e più facili da attuare.

Per ora procediamo dunque ad una classificazione un po' grossolana, basata su caratteristiche anche visivamente appariscenti, ma, crediamo, per ciò stesso, facilmente comunicabili. Dei singoli insiemi si dà una descrizione particolareggiata e uno schema grafico esaminandone l'epoca di costruzione, le caratteristiche energetiche e la forma.

Esistono molte analogie tra i gruppi 2 e 4 come pure tra i gruppi 3 e 5, nonostante che gli edifici compresi nei vari gruppi appartengano, di norma, ad epoche storiche molto lontane nel tempo per l'arco di circa un secolo.

Nettamente differenziati, rispetto al problema in esame paiono invece i raggruppamenti 1; 2 e 3; 3 e 5. Quasi certamente su questi tre soli insiemi (edifici piccoli, edifici articolati ed edifici a blocco) si deciderà in seguito di approfondire l'analisi.

Gruppo 1: edifici piccoli e piccolissimi (con meno di 5 aule) (fig. 1).

a) Questi edifici sono presenti in gran numero su tutto il territorio regionale e in numero decisamente prevalente rispetto alla totalità degli edifici scolastici.

b) Sono, salvo rare eccezioni, costruiti « in tradizionale » intendendo con questa dizione: mura-

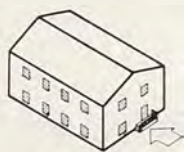


Fig. 1

portanti piene (in mattoni) oppure (ma decisamente meno) con ossatura in C.L.S. armato; fondazioni solide, quasi sempre in calcestruzzo; tetto a falde e manto di copertura in elementi laterizi. Hanno caratteristiche di disperdimento tra loro simili (rapporto tra sup. di contorno e sup. finestrata, qualità dei serramenti, dispersione verso l'alto, rapporto S/V, ecc.). Queste caratteristiche sono largamente conosciute perché usate in tutta l'edilizia tradizionale piemontese.

c) Sono ad un solo piano f.t.; alcune volte a due; non hanno di solito un piano cantinato e non utilizzano il vano sottotetto. Sono molto semplici come disegno, assimilabili tutti a semplici parallelepipedi con, a volte, qualche avancorpo (l'ingresso, il corpo dei cessi, un portico, ecc.).

Gruppo 2: edifici grandi e molto grandi ma compatti (fig. 2).

a) Appartiene a questo gruppo la gran parte degli edifici scolastici costruiti dal Comune di Torino nel periodo 1850-1933 (si tratta di una cinquantina di edifici) ai quali si aggiungono altri edifici del tipo « a

caserma » costruiti in tutto il Piemonte prima e dopo la seconda guerra mondiale.

b) Sono per la gran parte costruiti « in tradizionale », quasi tutti ancora con murature portanti, con caratteristiche di disperdimento molto simili, con al-

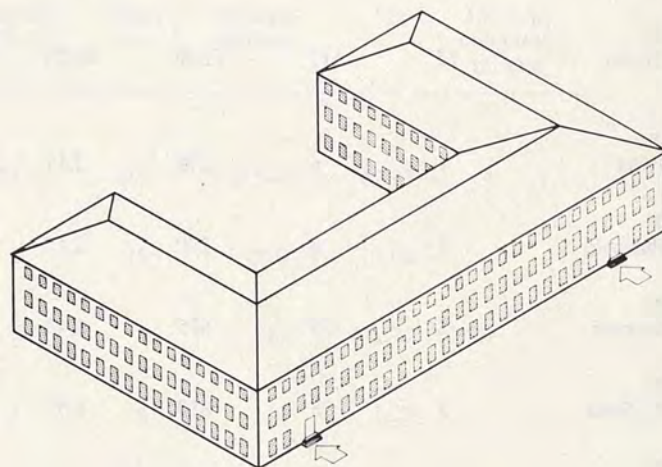


Fig. 2

tezza di piano rilevante a causa della capacità delle aule (previste per classi molto più numerose delle attuali).

c) La tipologia è quella a manica semplice o doppia (corridoio - aule; aule - corridoio - aule) con schema compatto (edifici a C, a L, ad H, a cortile chiuso) sempre a più piani (due o tre piani F.T.). Sono tutti o quasi dotati di un piano cantinato e di ampi sottotetti.

Gruppo 3: edifici molto articolati, ad un solo piano F.T. (fig. 3).

a) Questi edifici sono nati nel periodo in cui l'edilizia scolastica era dominata dagli igienisti, periodo

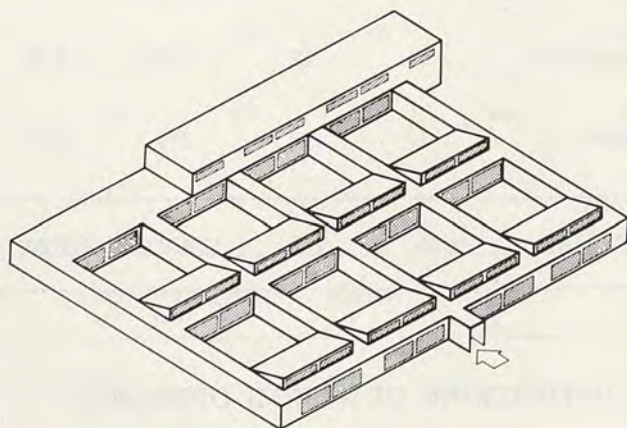


Fig. 3

coincidente pressapoco, in architettura, con l'era funzionalista e razionalista. Non devono essere, in Piemonte, un insieme nutrito, sia per la scarsità delle iniziative razionaliste (la rottura con gli schemi ot-

tocenteschi è venuta molto tardi) e sia per la permanente difficoltà delle Amministrazioni Pubbliche, a reperire aree estese per la costruzione di scuole. Gli esempi, più che negli anni '20 e '30, sono forse da situare negli anni '50 e comprendono, quasi certamente, edifici di modeste dimensioni (scuole materne ed elementari con una decina di aule).

b) Nella maggioranza dei casi sono in tradizionale, ma qualche esempio forse esiste anche in prefabbricato in quanto proprio su edifici ad un solo piano f.t. si sono indirizzate le prime esperienze di fabbricazione fuori cantiere in Piemonte. Le caratteristiche costruttive di questi edifici sono assimilabili a quelle degli edifici già descritti nei gruppi 1 e 2. Possono essere, ma solo in minima parte, cantinati (locali di deposito, locale caldaia).

c) Sono molto articolati, con disegno imprevedibile (a scacchiera, a griglia, ad albero, ad ameba) che può subire, all'occorrenza, estensioni « a macchia d'olio » senza per ciò perdere le peculiarità iniziali.

Gruppo 4: Edifici a piastra, a più piani (fig. 4).

a) L'uso di questi edifici per la scuola è relativamente recente. Essi però sono punto di riferimento di una tendenza che caratterizza in modo marcato le scelte attuali, sia da parte delle amministrazioni che devono costruire edifici per la scuola, che da parte

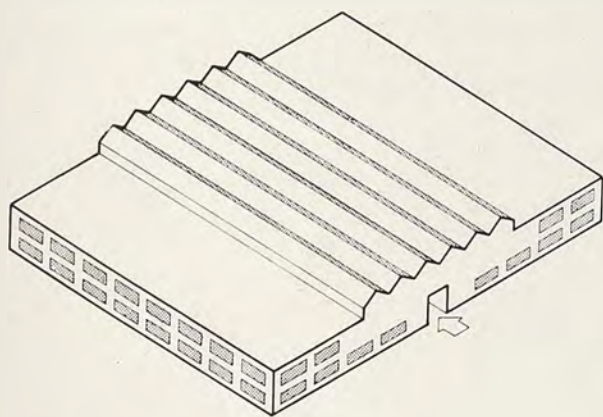


Fig. 4

delle forze sociali che usano gli edifici. Questa tendenza ha però oggi al suo attivo un numero scarso di edifici sulla totalità del patrimonio che si sta esaminando. In Piemonte gli esempi che si possono citare sono, da un lato, i cosiddetti « treni » costruiti dal Comune di Torino negli ultimi anni, con tipologia a blocchi compatti collegati in serie, studiati per circa 1400 allievi (edifici di V. Salvemini, V. Rubino, Str. Castello di Mirafiori); dall'altro alcuni esempi di Scuole Medie Superiori costruiti dalle Amministrazioni Provinciali.

b) Possono essere in tradizionale o in prefabbricato, con tetto a falde ma più spesso piano, con prese di aria e di luce dall'alto.

Le caratteristiche costruttive hanno però poca incidenza a fronte dei contenimenti di energia prodotti dal « fattore forma ».

c) La caratteristica principale è infatti quella della compattezza, sia in pianta che in alzato, tendendo, più per ragioni di costo finale dell'opera che per motivi di risparmio energetico, a rendere massimo il rapporto di forma S/V.

Gruppo 5: Edifici con involucro articolato e molto disperdente (fig. 5).

a) Si tratta di edifici « sbagliati » per le finalità della presente ricerca e di progettazioni che non hanno tenuto in nessun conto le necessità di risparmio energetico.

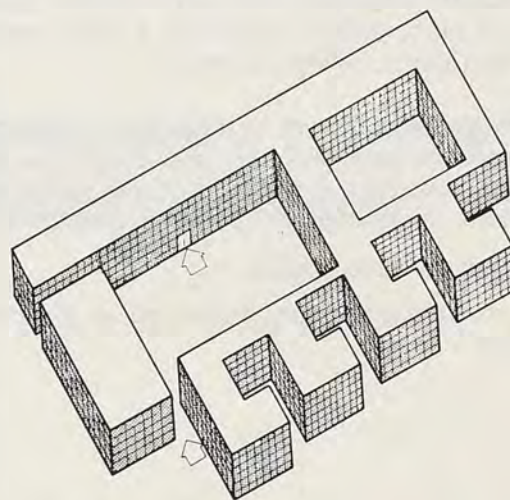


Fig. 5

b) Possono essere eseguiti con i più vari sistemi costruttivi, a uno o più piani f.t., con tetto piano o a falde.

c) Le caratteristiche emergenti sono: un contorno molto frastagliato (in pianta); sporti e riseghe (in alzato); presenza di terrazzi e di logge; muri perimetrali realizzati con molto vetro o con materiali molto disperdenti.

6. GLI INTERVENTI DI RECUPERO ENERGETICO E LE INDICAZIONI PER LA CONTINUAZIONE DELLA RICERCA

Le considerazioni sin qui fatte devono servire per la impostazione del lavoro che dovrà seguire. Dalla loro trascrizione appare chiaro che mancano dati di grande rilevanza per poter ragionevolmente assumere decisioni di intervento seguendo la convinzione che esse debbano servire a soddisfare la duplice finalità del risparmio energetico e del miglioramento delle « caratteristiche didattiche ». È sin troppo chiaro che già ora si potrebbero elencare interventi « di minima » comunque sempre consigliabili per il loro costo ridotto, il tempo d'ammortamento ragionevole e il beneficio sicuro che ne deriverebbe al miglioramento delle condizioni di « protezione » (dal freddo o dal-

l'umidità o dal vento). Si intende parlare essenzialmente di:

— migliore protezione contro la neve e la pioggia con miglioramento degli elementi di copertura;

— aumento della protezione dell'involucro esterno attraverso l'eliminazione dei disperdimenti diretti (eliminazione di spifferi e ponti termici);

— aumento del rendimento degli impianti mediante manutenzione ordinaria (periodica pulitura delle caldaie, miglioramento del tiraggio fumi, equilibrio nella disposizione dei radiatori, ecc.);

— miglioramento del potere isolante dell'involucro mediante interventi sulle parti murarie (rivestimento di muri, soffitti, pavimenti) e sulle parti vetrare (vetri doppi, sigillature, ecc.).

Per procedere invece a rifacimenti, ristrutturazioni, aggiunte (modifiche insomma di forma e di dimensioni) occorrono dati e indirizzi più precisi ed in particolare, desumendo dai paragrafi precedenti:

— accordo sulle finalità;

— coordinamento con i programmi di governo del territorio;

— dati certi sul parco scuole in Piemonte (quantità, tipologie, ricorrenze, qualità significative).

I primi due « chiarimenti » si potranno derivare da una discussione di questo programma di fattibilità con gli organi responsabili della Regione Piemonte.

Il terzo richiede ancora un lavoro di approfondimento che prepari un rilevamento statistico semplice ma appropriato, non desumibile da alcuna delle raccolte di dati già a disposizione.

Infine, per procedere a riorganizzazioni di attività didattiche e di orari e per procedere a innovazioni legate direttamente ad un aggiornamento della didattica occorrerà molto chiaramente concordare su ipotesi precise e graduate e su alcune « sperimentazioni »: sull'uso degli spazi, su loro possibili accorpamenti, su loro trasformazioni, su loro integrazioni con il più vasto tessuto delle città e del territorio.

Qui saranno utili, sia le anticipazioni tipologiche più volte formulate per i vari tipi di scuola (classi aperte, scuola senza muri, scuola integrata, tempo pieno, scuola-città, ecc.) tutte tese a cercare nuovi equilibri e nuove aperture degli organismi esistenti, che le esperienze e i programmi di scuola nuova già maturati a Torino e in Piemonte.

Determinazione del consumo energetico per il riscaldamento negli edifici residenziali esistenti in Piemonte

a cura di P. L. Brusasco e G. P. Zuccotti

SOMMARIO

1. *Finalità della ricerca*
 2. *Metodologia della ricerca*
 3. *Le indagini proposte a medio termine*
 - 3.1. Indagine sulle variazioni dei consumi legate alle caratteristiche edilizie delle abitazioni
 - 3.2. Indagine sulle variazioni dei consumi legati alle caratteristiche impiantistiche delle abitazioni
 - 3.3. Indagine sulle variazioni dei consumi legate alle caratteristiche funzionali delle abitazioni
 - 3.4. Utilizzo dei risultati delle tre indagini proposte
 - 3.5. Indagine sui consumi reali
 - 3.6. Modo di svolgimento delle indagini
 4. *Aggiornamenti*
 5. *Approfondimenti a lungo termine*
 6. *Valutazioni a tempi brevi*
- Appendice

1. FINALITÀ DELLA RICERCA

Scopo specifico di questo settore della ricerca è costituire una raccolta di dati, estesa a tutta la Regione, sul consumo energetico per riscaldamento degli edifici a prevalente uso residenziale.

I dati raccolti dovranno consentire di valutare, in modo attendibile e aggiornabile, le quantità dei diversi tipi di combustibile effettivamente consumate annualmente a partire dal 1982.

Dovranno inoltre permettere di stimare le variazioni di consumo legate alle variazioni di caratteristiche termotecniche degli edifici e dei loro impianti di riscaldamento.

L'acquisizione di tali dati consentirà alla Regione di predisporre in modo più documentato e aderente alle condizioni reali:

- una programmazione e una pianificazione territoriale ai diversi livelli che tenga conto delle caratteristiche termiche degli edifici e degli aggregati urbani;

- normative per il miglioramento delle caratteristiche termiche degli edifici residenziali esistenti, aventi l'obiettivo di raggiungere o migliorare quelle richieste dalla legge 373;

- normative per regolare i modi e i tempi d'uso del riscaldamento nelle abitazioni;

- incentivi di tipo finanziario e fiscale per il miglioramento delle caratteristiche termiche e la regolazione di modi e tempi di riscaldamento;

- incentivi per orientare l'utenza verso i diversi tipi di combustibili;

- programmi articolati sul territorio regionale, per la produzione, la distribuzione e l'utilizzo delle diverse fonti di energia;

- progetti specifici di utilizzo di eccedenze di energia attualmente disperse, di nuovi impianti di produzione e di nuove reti di distribuzione.

2. METODOLOGIA DELLA RICERCA

Al 24.10.1971 esistevano in Piemonte 1.697.436 abitazioni (con 5.899.240 stanze) ⁽¹⁾ di cui 721.158 con impianto di riscaldamento fisso centralizzato, 168.104 con impianto fisso autonomo, 753.117 riscaldate con apparecchi singoli.

L'alto numero delle abitazioni non consente di procedere a rilevamenti diretti dei consumi effettivi e delle caratteristiche termotecniche, né al calcolo teorico dei consumi.

È pertanto necessario utilizzare informazioni omogenee estese a tutto il territorio regionale e a tutte le abitazioni, anche se solo indirettamente correlabili ai consumi, ed insieme ricorrere ad indagini specifiche

sui consumi e sulle caratteristiche termotecniche, su limitati campioni significativi.

Gli unici elementi di conoscenza, omogenei ed estesi a tutto il territorio regionale, che possono essere disponibili in breve tempo, sono quelli desunti dall'elaborazione dei dati dei censimenti generali della popolazione, specificamente del 12° censimento effettuato il 25-26 ottobre 1981.

Sarebbe scorretto estrapolare da tali dati, solo indirettamente correlabili ai consumi, presunte caratteristiche termotecniche delle abitazioni e degli impianti, per una valutazione dei consumi stessi.

Occorre invece procedere ad un rilevamento diretto e ad un calcolo analitico su un numero limitato di abitazioni, scelte in modo tale da rappresentare un campione significativo. A questo scopo si propone di suddividere l'universo in classi, contraddistinte da caratteristiche di natura edilizia, impiantistica e funzionale, individuate nel censimento, correlabili con qualità termotecniche.

Entro tali classi verranno scelti gli elementi in numero sufficiente per costituire campioni significativi e su questi verranno effettuati rilevamenti e calcoli.

I valori medi, ricavati entro ciascuna classe dei coefficienti da usarsi per valutare i consumi, saranno attribuiti a ciascuna abitazione appartenente a quella classe ⁽²⁾.

Pertanto le caratteristiche edilizie, impiantistiche e funzionali desunte dal censimento non vengono utilizzate per inferire qualità termotecniche, ma esclusivamente per ritagliare classi di abitazioni adatte all'uso di un campione stratificato non proporzionale.

I dati raccolti dal 12° censimento ⁽³⁾ che rappresentano caratteristiche edilizie, impiantistiche e funzionali riferibili, anche se indirettamente, ai consumi per riscaldamento delle abitazioni sono i seguenti:

per le caratteristiche edilizie:

1 - La dimensione dell'insediamento cui appartiene l'abitazione.

Il censimento indica il tipo di località in cui si trova l'abitazione (centro abitato, nucleo abitato, case sparse) e la sua denominazione. Elaborando questa informazione è possibile conoscere la dimensione dell'insediamento cui l'abitazione appartiene.

In prima approssimazione si ritiene che, aumentando la dimensione dell'insediamento, aumenti la

⁽²⁾ A questo scopo occorre che i dati relativi a ciascuna abitazione siano memorizzati in modo tale che ogni abitazione possa essere attribuita a classi contraddistinte da qualsiasi gruppo di caratteristiche, sia per essere eventualmente scelta a formare campioni, sia per essere individuata sul territorio, sia per le successive elaborazioni e aggiornamenti.

⁽³⁾ Cfr. il « foglio di famiglia » preparato dall'Istituto Centrale di Statistica per il 12° Censimento generale della popolazione, 25-26 ottobre 1981.

⁽¹⁾ Dall'11° Censimento generale della popolazione.

densità edilizia e, quindi, la compattezza dell'insediamento.

2 - La dimensione del fabbricato in cui è inserita l'abitazione, rappresentata dal numero delle abitazioni comprese nel fabbricato.

3 - Il numero dei piani del fabbricato cui appartiene l'abitazione.

Il censimento individua ciascuna abitazione mediante l'indirizzo (via, numero civico, scala, piano, interno).

Elaborando questa informazione è possibile conoscere il numero dei piani del fabbricato che ha lo stesso numero civico di una determinata abitazione.

4 - Il tipo di aggregazione dei fabbricati, attraverso l'indicazione di fabbricato isolato — cioè separato completamente da altre costruzioni — oppure no.

5 - La superficie complessiva utile dell'abitazione.

6 - Il tipo di tecnica costruttiva della struttura portante del fabbricato: in cemento armato, oppure no.

7 - L'epoca di costruzione dell'abitazione: prima del '19, tra il '19 e il '45, tra il '46 e il '60, tra il '61 e il '71, tra il '72 e il '75, tra il '76 e l'80, dopo l'80. In linea di massima ad epoche diverse corrispondono diverse famiglie tipologiche di distribuzione e di tecnica costruttiva degli edifici;

per le caratteristiche impiantistiche:

8 - Il tipo di impianto installato (fisso centrale o autonomo, apparecchi singoli, nessun impianto).

9 - Il tipo di combustibile o di energia prevalentemente usato per il riscaldamento: combustibili liquidi (olio combustibile, gasolio, kerosene, ecc.), combustibili solidi (carbone, legna, ecc.), combustibili gassosi (gas di città, metano), energia elettrica, ecc.

10 - L'epoca di costruzione dell'abitazione (vedi precedente punto 7). In linea di massima si ritiene che ad epoche di costruzione più remote di edifici con impianto fisso corrisponda una rete di distribuzione interna con rendimento inferiore;

per le caratteristiche funzionali:

11 - I dati sull'uso (abitazioni occupate, non occupate, altro tipo di alloggio) e sulle cause della non occupazione (disponibili per la vendita e l'affitto, utilizzabili per vacanza, per lavoro, per altri motivi).

In prima approssimazione si ritiene che a differente modalità d'uso corrispondano differenti tempi e durate di riscaldamento.

Per ciascuna delle caratteristiche sopra indicate, ogni abitante si trova in una classe già individuata dal censimento in modo discreto (ad es. abitazioni costruite anteriormente al '19, abitazioni con impianto fisso, ecc.), oppure può essere posta in una classe ritagliata in un campo di variazione continua con criteri diversi (ad es. abitazioni con superficie complessiva utile fino a 30 mq., da 30 a 39 mq., ecc.).

Ritenuto che tali classi siano, per le loro caratteristiche, correlabili ai consumi per riscaldamento, è necessario che, nelle analisi campione, ciascuna classe

sia rappresentata da un numero sufficiente di elementi scelti con tecniche opportune.

Il punto di partenza della classificazione è dato dall'ipotesi di relazioni funzionali tra le variabili termotecniche e d'uso indagate e le variabili note attraverso i censimenti. Tale relazione è attesa sulla base di indagini tecnico professionali, ma non è nota da un punto di vista quantitativo. È perciò necessario procedere ad una ricerca campionaria preliminare, intesa a rendere minima la variazione di ciascuna variabile indagata all'interno di ciascuna classe. Ciò comporterà una diversa scelta di ritagli all'interno di campi che nel censimento si presentano continui (ad es. le superfici delle abitazioni, le dimensioni dell'insediamento, ecc.).

È corretto ipotizzare che, in una Regione non troppo estesa e con una lunga unità storica e culturale, esista una notevole concorrenza di caratteristiche tipologiche, urbane, edilizie e tecnico-costruttive. Una maggiore indipendenza esisterà invece tra queste e i tipi di impianti e di combustibili usati.

Ancor meno correlati saranno i modi d'uso delle abitazioni. Inoltre, almeno in una prima fase, la Regione può predisporre politiche differenti ed autonome per diversi scopi: migliorare le prestazioni termiche degli edifici, aumentare il rendimento degli impianti e orientare l'utenza verso alcuni tipi di impianti e di energia, incentivare nuovi modelli abitativi che favoriscano risparmi energetici.

Si propone pertanto, in relazione ai suesposti criteri, di avviare tre distinte ricerche a campione, riferite una alle caratteristiche edilizie, l'altra alle caratteristiche impiantistiche, la terza alle caratteristiche funzionali. Ciò corrisponde alla riduzione del numero delle intersezioni e perciò del numero di classi da prendere in considerazione complessivamente. In più le ricerche possono essere condotte in parallelo e i loro risultati possono essere utilizzati in tempi e modi diversi.

Potrebbe essere opportuna l'introduzione di una ulteriore suddivisione in classi di tipo territoriale.

Le differenze storiche, geografiche e culturali suggeriscono infatti di configurare la regione piemontese come un insieme di ambiti territoriali (ovviamente multipli di comuni) relativamente omogenei al loro interno e differenti tra di loro.

Ciò comporterebbe, però, un ulteriore aumento del numero delle classi, che risulterebbe moltiplicato per il numero degli ambiti territoriali considerati.

I risultati dei rilevamenti saranno elaborati in modo da fornire informazioni su:

— la distribuzione nel patrimonio regionale di determinate caratteristiche termotecniche rilevate;

— le relazioni di concorrenza o esclusione di determinati valori delle caratteristiche;

— la correttezza delle assunzioni poste a base della formazione del campione.

3. LE INDAGINI PROPOSTE A MEDIO TERMINE

Sulla base dello schema metodologico sopra esposto si propone di avviare tre indagini relative alle caratteristiche edilizie, impiantistiche e funzionali delle

abitazioni, nonché un'indagine parallela sui consumi reali.

3.1 Indagine sulle variazioni dei consumi legate alle caratteristiche edilizie delle abitazioni.

Uno degli obiettivi principali da perseguire, per ridurre i consumi energetici, è certamente il miglioramento delle prestazioni termiche degli edifici.

Escludendo in questa fase l'incidenza degli impianti e della loro gestione, si tratta di concentrare l'attenzione sulla dispersione termica globale, e sulle sue variazioni conseguenti alle modificazioni delle caratteristiche edilizie dell'abitazione.

Sulle abitazioni del campione, scelto con le dovute tecniche, si procederà ad un rilevamento di tutti i dati dimensionali e qualitativi, che consentono di calcolare il coefficiente volumico globale di dispersione termica C_g (secondo la norma UNI CTI 7357-74, con le correzioni necessarie per riferire il calcolo a condizioni reali di esercizio, anziché ad ipotesi valide per la progettazione).

Questi dati, analiticamente memorizzati e singolarmente elaborabili, dovrebbero consentire di costruire un modello delle caratteristiche tecniche della classe di abitazioni considerata.

Per questa prima indagine, le caratteristiche censuarie da considerare per formare le classi da cui estrarre il campione sono quelle « edilizie » di cui ai punti 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 del precedente paragrafo 2.

I campi di variabilità potranno essere articolati mediante criteri riferiti sia alle differenze tra le caratteristiche termotecniche, ipotizzabili per ciascuna caratteristica censuaria, sia alla numerosità delle classi da cui estrarre il campione.

Per ciascuna caratteristica si individueranno qui di seguito: una prima ipotesi di suddivisione in classi, accompagnata da considerazioni quantitative elaborate sulla base di indagini tecnico-scientifiche e di informazioni manualistico-professionali già note; una esplorazione sulle quantità di elementi che ciascuna classe ritaglia nell'universo considerato, a partire dai dati statistici raccolti dall'11° censimento generale della popolazione — 1971 — e pubblicati dall'ISTAT negli anni successivi (4).

Per la prima caratteristica — dimensione dell'insediamento — pare opportuno considerare distintamente almeno i seguenti agglomerati: « case sparse » con meno di 5 abitazioni, nuclei abitati e centri abitati con numero di abitazioni tra 5 e 999, centri abitati con numero di abitazioni tra 1.000 e 4.999, centri abitati con numero di abitazioni uguale o superiore a 5.000.

In prima approssimazione si ritiene che, aumentando la dimensione dell'insediamento, aumentino le

(4) Poiché i dati raccolti dal 12° censimento — 1981 — ai quali ci si riferisce per costituire le classi, non sempre sono analoghi a quelli raccolti dall'11° censimento — 1971 —, come risulta evidente confrontando i due diversi « fogli di famiglia », non sempre sarà possibile verificare con i dati dell'11° censimento la numerosità presunta di ciascuna classe. In tal caso si ricorrerà a dati similari, più o meno direttamente correlati con quelli in questione, oppure si denuncerà l'impossibilità dell'operazione.

corrispondenti densità edilizia, territoriale e fondiaria, ed inversamente diminuirà il rapporto S/V degli edifici (5).

In merito alla individuazione del numero degli insediamenti compresi in ciascuna delle classi considerate si osserva che, a tutt'oggi, non si ha notizia di alcuna elaborazione in tal senso dei dati censuari sulle abitazioni. È stato possibile invece elaborare i dati di popolazione residente in Piemonte, al 1971: i risultati, specie i valori percentuali, pur solo indirettamente significativi — il rapporto tra abitazioni e popolazione residente non è certamente costante sul territorio —, riescono comunque a fornire un primo quadro di riferimento circa la dimensione e la proporzione delle classi individuate.

Su un totale di 4.432.313 abitanti residenti al 1971, circa l'8% (337.891) risiedeva in « case sparse » cioè in insediamenti composti da meno di 5 famiglie, circa il 17% (751.656) risiedeva in 8.868 nuclei abitati o centri abitati composti da 5 a 999 famiglie, circa il 17% (756.633) risiedeva in 348 centri abitati composti da 1.000 a 4.999 famiglie, il restante 58% (2.586.133) risiedeva in 72 centri abitati costituiti da 5.000 o più famiglie (6).

Per la seconda caratteristica — dimensione del fabbricato — pare opportuno considerare distintamente le classi di fabbricati con numero di abitazioni pari a 1, a 2, da 3 a 8, da 9 a 15, da 16 a 30, più di 30, utilizzando così tutte le suddivisioni fornite dal « foglio di famiglia » 1981.

Le proprietà termotecniche dei fabbricati così suddivisi risultano chiaramente diversificate. Infatti il rapporto S/V varia da classe a classe in modo significativo (7).

In merito alla numerosità delle classi così definite, è possibile fare alcune considerazioni di massima a partire dagli scarsi dati a disposizione (8), che d'altronde sono riferiti a classi alquanto differenti da quelle prescelte (9).

Al 1973, su di un totale di circa 1.595.000 edifici esistenti nel nord-ovest dell'Italia (Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria, Lombardia) gli edifici monofamiliari erano il 53,6%, i bifamiliari erano 20,7%, quelli a « palazzina » con 3-9 abitazioni erano il 18,9%, quelli a « blocco » con 10 e più abitazioni erano il 6,8%.

(5) Una esemplificazione della variazione di S/V in funzione della densità fondiaria è stata compiuta sul patrimonio edilizio del centro storico di Torino. I risultati dell'operazione sono presentati nell'Appendice allegata al presente scritto.

(6) Per le definizioni complete di « case sparse », « nucleo abitato », « centro abitato », cfr. ISTITUTO CENTRALE DI STATISTICA, 11° censimento generale della popolazione 24 ottobre 1971 - Volume III - Popolazione delle frazioni geografiche e delle località abitate dei comuni - Fascicolo I - Piemonte, Roma 1975.

(7) G. P. ZUCCOTTI, *Le finalità della legge 373, l'edilizia, la progettazione* in: « Atti e rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino », anno 111, n. XXXII - 9 - 10 nuova serie - sett. ott. 1978.

(8) Nessuna informazione in merito è contenuta nelle pubblicazioni dell'Istituto Centrale di Statistica.

(9) I dati qui esposti sono desunti, direttamente o mediante elaborazione, da A. BARP, S. POTENZA, B. SECCHI, M. VITTADINI, *La riqualificazione edilizia*, Giuffrè, Milano 1975.

Una ulteriore suddivisione degli edifici a « blocco » in edifici con 10-30 abitazioni, ed edifici con più di 30 abitazioni si può ottenere ammettendo che le percentuali delle due classi relative alla zona nord-ovest siano proporzionali a quelle estese all'intero territorio nazionale, che sono note: 5,38% la prima, 0,74% la seconda, con un totale del 6,12% ⁽¹⁰⁾. Così operando si otterrebbe che per il nord-ovest gli edifici con 10-30 abitazioni sarebbero, al 1973, circa il 6% e gli edifici con più di 30 abitazioni circa lo 0,8%.

Supponendo ancora, in prima approssimazione, che le percentuali relative alla zona nord-ovest si possano considerare valide anche per la sola regione Piemonte, e che l'indice di abitazioni per edificio, individuato per la zona nord-ovest (circa 5.750.000 abitazioni: circa 1.595.000 edifici = 3,6 circa), sia accettabile anche per la sola regione Piemonte, con alcune semplici elaborazioni dei dati noti si possono ricavare, con una approssimazione che si ritiene sufficiente, le quantità di edifici e di abitazioni presenti in Piemonte al 1973 suddivise per ciascuna classe.

Esse così risultano:

- edifici con 1 abitazione: circa 255.000 per circa 255.000 abitazioni;
 - edifici con 2 abitazioni: circa 94.000 per circa 188.000 abitazioni;
 - edifici con 3-9 abitazioni: circa 99.000 per circa 535.000 abitazioni;
 - edifici con 10-30 abitazioni: circa 29.000 per circa 565.000 abitazioni;
 - edifici con più di 30 abitazioni: circa 4.000 per circa 154.000 abitazioni
- con un totale di circa 472.000 edifici per circa 1 milione e 697.000 abitazioni.

Dall'analisi dei risultati, specie quelli espressi in abitazioni, si può dedurre che le caratteristiche scelte suddividono l'insieme in classi numericamente equilibrate e confrontabili.

Per la terza caratteristica — numero dei piani del fabbricato — pare opportuno considerare distintamente i fabbricati a 1 piano fuori terra, a 2 piani f.t., da 3 a 5 piani f.t., oltre 5 piani f.t.

Per queste tipologie, infatti, il rapporto S/V varia in modo significativo. Per i fabbricati ad 1 piano è superiore a 0,75, indipendentemente dalla loro dimensione ed articolazione; per quelli a 2 piani varia fra 0,5 e 0,7; per quelli da 3 a 5 piani varia tra 0,55 e 0,35; per quelli oltre i 5 piani è sempre inferiore a 0,35 tranne che per i fabbricati isolati, a torre, con 1 o 2 alloggi per piano ⁽¹¹⁾.

In merito alla numerosità delle classi di fabbricati così definite, si ricorda che, al 1973, nel nord-ovest dell'Italia, su un totale di circa 1.595.000 edifici, il 70,0% era ad 1 piano, il 18,5% a 2 piani, l'8,9% a 3-5 piani, il 2,6% a più di 5 piani ⁽¹²⁾.

⁽¹⁰⁾ Cfr. la precedente nota ⁽⁹⁾.

⁽¹¹⁾ M. FILIPPI, *Esempi di applicazione della legge 373 in edilizia*, in: « Atti e rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino », Anno 111, numero XXXII - 9 - 10 nuova serie - sett. ott. 1978.

⁽¹²⁾ Cfr. precedente nota ⁽⁹⁾.

Attribuendo, in media, a ciascun edificio di una data classe un ragionevole e progressivamente più elevato numero di abitazioni, si possono ottenere le dimensioni delle classi considerate, al 1973, per il nord-ovest dell'Italia, espresse in quantità di edifici e di abitazioni. E cioè:

- edifici a 1 piano: circa 1.115.000 per circa 1 milione e 450.000 abitazioni;
 - edifici a 2 piani: circa 300.000 per circa 1.200.000 abitazioni;
 - edifici a 3-5 piani: circa 140.000 per circa 2 milioni e 270.000 abitazioni;
 - edifici a più di 5 piani: circa 40.000 per circa 830.000 abitazioni;
- con un totale di circa 1.595.000 edifici, per circa 5.750.000 abitazioni.

Supponendo, in prima approssimazione, che le percentuali relative alla zona nord-ovest si possano considerare valide anche per la sola regione Piemonte, è possibile ricavare dai dati sopracitati e con approssimazione sufficiente le quantità di edifici e di abitazioni presenti per ciascuna classe in Piemonte al 1973. Esse così risultano:

- edifici a 1 piano: circa 326.000 per circa 427.000 abitazioni;
 - edifici a 2 piani: circa 87.000 per circa 355.000 abitazioni;
 - edifici a 3-5 piani: circa 46.000 per circa 670.000 abitazioni;
 - edifici a più di 5 piani: circa 13.000 per circa 245.000 abitazioni;
- con un totale di circa 472.000 edifici per circa 1 milione e 697.000 abitazioni.

Dall'analisi dei risultati, specie quelli espressi in abitazioni, si può dedurre che le caratteristiche scelte suddividono l'insieme in classi numericamente equilibrate e confrontabili.

Per la quarta caratteristica — tipo di aggregazione dei fabbricati — è possibile organizzare due sole classi:

- fabbricato completamente separato da altre costruzioni;
- fabbricato collegato con altre costruzioni.

Comunque, la distinzione assume particolare rilievo in quanto il rapporto S/V varia in modo significativo.

Per i fabbricati di piccole dimensioni e a un piano, composti di una sola abitazione, il suo valore passa da 1 per case isolate, a 0,9 per case binate, a 0,8 per case a schiera.

Per edifici a 2 piani, il rapporto S/V assume valori variabili tra 0,7 per case unifamiliari isolate, 0,6 per case binate, e 0,5 per case a schiera o a corte. Per edifici a maggior numero di piani, il rapporto S/V assume valori variabili tra 0,5 e 0,4 per case isolate, a torre, a 1 o 2 abitazioni per piano, ed attorno a 0,3 per case a 1 o 2 abitazioni per piano, ma disposte in linea, tra loro contigue ⁽¹³⁾.

⁽¹³⁾ Vedi nota ⁽⁷⁾.

In merito alla numerosità delle due classi così individuate non è possibile, in carenza di dati, tentare alcuna ipotesi. Si può soltanto ricordare alcuni valori di orientamento, che si ritengono, anche se indirettamente, significativi. Già, si è constatato che in Piemonte l'8% delle famiglie risiedeva al 1971 in « case sparse », ed il 17% in aggregati composti da meno di 1.000 famiglie.

Si è anche stimato che in Piemonte, al 1973, esistessero ben 344.000 edifici con 1 o 2 abitazioni per circa 440.000 abitazioni: non è infondato credere che molti di questi edifici siano isolati da altri fabbricati e che, in buon numero, non siano collocati tra le « case sparse », o in aggregati minori.

Queste brevi e sommarie osservazioni consentono di ipotizzare per la prima classe individuata una numerosità certamente non trascurabile.

Per la quinta caratteristica — superficie complessiva utile dell'abitazione — pare opportuno riferire le classi da individuare ad una serie discreta di valori tratti dalla normativa edilizia più diffusa e dalla consuetudine più affermata. Si propone di assumere la seguente serie di superfici complessive utili: meno di 30 mq.; da 30 a 39 mq.; da 40 a 49 mq.; da 50 a 59 mq.; da 60 a 79 mq.; da 80 a 99 mq.; da 100 a 119 mq.; da 120 a 149 mq.; 150 mq. ed oltre: è la serie adottata dall'ISTAT per le elaborazioni statistiche delle caratteristiche strutturali delle abitazioni ⁽¹⁴⁾.

La distribuzione delle abitazioni occupate nelle classi così individuate era, in Piemonte al 1971, la seguente:

- abit. con meno di 30 mq. = n. 62.074 pari al 4%;
- abit. con 30-39 mq. = n. 130.672 pari al 9%;
- abit. con 40-49 mq. = n. 195.370 pari al 13%;
- abit. con 50-59 mq. = n. 177.529 pari al 12%;
- abit. con 60-79 mq. = n. 402.899 pari al 27%;
- abit. con 80-99 mq. = n. 281.177 pari al 19%;
- abit. con 100-119 mq. = n. 110.312 pari al 8%;
- abit. con 120-149 mq. = n. 71.229 pari al 5%;
- abit. con 150 mq. e oltre = n. 48.840 pari al 3%;
- abitazioni in complesso = n. 1.480.102 pari al 100% ⁽¹⁵⁾.

Per la sesta caratteristica — tecnica costruttiva della struttura portante del fabbricato — è possibile organizzare due sole classi:

- struttura in cemento armato;
- struttura in altri materiali.

Si può supporre che, di norma, alla struttura portante in c.a. corrisponda un involucro edilizio portato, e perciò costruito con materiali specifici e tendenzialmente leggeri, quali cassa vuota di mattoni forati, pannelli metallici, muratura in blocchi di pomice, ecc. Viceversa le strutture portanti in muratura di

pietra, di mattoni pieni, di blocchi di calcestruzzo, di calcestruzzo poco armato, ecc., di norma costituiscono anche involucro edilizio, che risulta pertanto più pesante e di maggior spessore.

Le due classi possono contenere quindi, anche se indirettamente, concreti riferimenti alla trasmittanza media ponderale degli involucri dei fabbricati appartenenti alle classi stesse.

A quanto risulta, nessuna informazione estesa al territorio regionale è stata finora raccolta in merito.

Per la settima caratteristica — epoca di costruzione — pare necessario conglobare le sette classi individuate nel « foglio di famiglia » 1981 — prima del 1919, 1919-1945, 1946-1960, 1961-1971, 1972-1975, 1976-1980 — riunendo le ultime quattro in una unica classe — dopo il 1960 — come già era per il precedente censimento del 1971. Questa riduzione, essenziale per semplificare le operazioni, risulta anche giustificata.

In prima approssimazione infatti, si ritiene che alle quattro epoche così individuate, e solo a queste, possano corrispondere abitazioni costruite secondo scelte tipologiche edilizie — costruttive, organizzative, morfologiche — differenti ed individuabili, che hanno diretto riferimento con il rapporto S/V e con i valori della trasmittanza media ponderale propri di ciascun edificio.

Pare infatti corretto ipotizzare che in Piemonte, regione non troppo estesa e ricca di una lunga unità storica e culturale, e per ciascuna epoca individuata, le principali caratteristiche degli edifici — quali, ad esempio, metodi e materiali costruttivi delle pareti esterne o delle coperture, disposizione ed articolazione dei corpi di fabbrica, rapporti dimensionali tra pareti piene e zone finestrate, altezza dei piani, e così via — si presentino come caratteri invarianti e specifici piuttosto che come aspetti genericamente mutevoli.

La distribuzione delle abitazioni occupate nelle quattro classi così individuate risultava, al 1971 per il Piemonte, la seguente:

- abit. costruite prima del 1919: 525.795 - perc. 35,5 ⁽¹⁶⁾;
- abit. costruite tra il 1919-1945: 198.842 - perc. 13,5;
- abit. costruite tra il 1946-1960: 312.832 - perc. 21,1;
- abit. costruite dopo il 1960: 442.633 - perc. 29,9;
- abit. in totale: 1.480.102 - perc. 100.

Risulta evidente che le quattro classi individuate sono numericamente equilibrate e confrontabili.

3.2 Indagine sulle variazioni dei consumi legati alle caratteristiche impiantistiche delle abitazioni.

In questo caso si tratta di concentrare l'attenzione sul rendimento dei diversi tipi d'impianti in relazione

⁽¹⁴⁾ Cfr.: ISTITUTO CENTRALE DI STATISTICA, *11° censimento generale della popolazione - 24 ottobre 1971 - Vol. VIII - Abitazioni - Torino I - Caratteristiche strutturali delle abitazioni occupate e non occupate*, Roma 1975.

⁽¹⁵⁾ Vedi precedente nota ⁽¹⁴⁾.

⁽¹⁶⁾ Nella classe « abitazioni costruite prima del 1919 » sono confluite anche le abitazioni della classe « epoca ignota », e ciò non senza ragionevolezza: la memoria dell'anno di costruzione si perde tanto più, quanto esso è remoto.

ai diversi tipi di combustibili usati e sulle sue variazioni conseguenti alle modificazioni degli impianti di produzione e distribuzione dell'energia termica nelle abitazioni.

Sugli impianti di produzione e distribuzione di calore del campione, si procederà ad un rilevamento di tutti i dati di costruzione, di funzionamento e di manutenzione degli impianti, che consentano di valutare (anche sulla base di valori medi già consolidati) i fattori che determinano il rendimento complessivo, e quindi le quantità dei combustibili teoricamente consumate.

Per questa seconda indagine, le caratteristiche censuarie da considerare sono quelle « impiantistiche » di cui ai punti 8 e 9 sopra citati, trascurando per ora quella di cui al punto 10, da riservare ad una fase di maggior approfondimento.

Per l'ottava caratteristica — tipo di impianto installato — è necessario articolare i campi di variabilità secondo tre classi definite dal censimento — impianto fisso centrale o autonomo, apparecchi singoli, nessun riscaldamento — classi che hanno evidente immediato riferimento alla possibilità di valutare i differenti rendimenti.

A documentazione della numerosità di classi similari a quelle sopra definite, si riportano i dati dell'11° Censimento Generale della popolazione (17).

Al 1971, in Piemonte, su un totale di 1.697.436 abitazioni, quelle fornite di impianto fisso centrale erano 721.158, quelle fornite di impianto fisso autonomo erano 168.104, quelle riscaldate con apparecchi singoli erano 753.117. Infine le abitazioni sprovviste di riscaldamento erano 55.057 (18).

Per la nona caratteristica — tipo di combustibile o di energia prevalentemente usata — pare opportuno assumere le caratteristiche definite dal 12° censimento:

- combustibili liquidi (olio combustibile, gasolio, kerosene, etc.);
- combustibili solidi (carbone, legna, etc.);
- combustibili gassosi (gas di città, metano, etc);
- energia elettrica;
- altro.

Le cinque classi così individuate consentono immediato e completo riferimento ai diversi tipi di combustibili usati.

A documentazione della numerosità di classi similari a quelle sopra definite, si riportano i dati dell'11° Censimento generale della popolazione (19).

Al 1971, in Piemonte su un totale di 1.393.624 abitazioni occupate e riscaldate, 719.029 erano ri-

scaldate con olio combustibile e gasolio; 228.101 con kerosene, 55.658 con gas, 365.680 con carbone o legna, 6.566 con elettricità, 90.590 con altro (20) (21).

3.3. *Indagine sulle variazioni dei consumi legate alle caratteristiche funzionali delle abitazioni.*

In questo caso si tratta di concentrare l'attenzione sui modi, tempi e durate di riscaldamento delle abitazioni, e sull'influenza di questi sulle variazioni dei consumi.

Sulle abitazioni e sulle famiglie che le utilizzano si procederà ad un rilevamento di tutti i dati del modello di uso dell'abitazione che influenzano i consumi di energia per riscaldamento.

In particolare si rileveranno:

- i periodi d'uso dell'abitazione,
- le durate giornaliere e stagionali del riscaldamento,
- la percentuale dello spazio riscaldato dell'abitazione (dove sia possibile parzializzare),
- le temperature interne,
- le abitudini di apertura delle finestre.

Per questa terza indagine le caratteristiche censuarie da considerare sono quelle « funzionali », di cui al punto 8 sopra citato.

I campi di variabilità potrebbero essere articolati secondo lo schema dei quesiti del 12° censimento in: abitazioni occupate, altro tipo di alloggio, abitazioni non occupate in quanto disponibili per la vendita o l'affitto, non occupate in quanto utilizzabili per vacanza, non occupate in quanto utilizzabili per lavoro, non utilizzate per altri motivi.

Risultano immediatamente evidenti i rapporti tra i diversi modelli d'uso dell'abitazione, e quindi anche del suo impianto di riscaldamento, ed i diversi tipi di occupazione o non occupazione dell'abitazione.

I diversi casi spaziano dalla completa assenza di consumo energetico o da un consumo ridotto al minimo consentito dalla conservazione dello stabile (e/o dalle norme condominiali, quando è il caso) per le abitazioni non occupate in quanto disponibili per la vendita o l'affitto, ad un consumo alternato per l'utilizzo temporaneo delle seconde case, per vacanza o per lavoro, ad un consumo diversificato nel modo ma prolungantesi per l'intero periodo di riscaldamento, proprio delle abitazioni occupate.

Al fine di documentare le dimensioni di classi similari a quelle più sopra definite, si riportano i dati estratti dall'11° Censimento generale della popolazione (22).

Al 1971, in Piemonte, su un totale di 1.697.436 abitazioni, 1.480.102 risultavano occupate, mentre 217.334 risultavano non occupate, di cui 11.847 perché in restauro o riparazione, 134.474 perché usate

(17) Nell'11° censimento era prevista un'ulteriore articolazione della prima classe, in: impianto fisso centrale; impianto fisso autonomo. L'analisi della situazione al 1971 seguirà tale articolazione.

(18) Vedi la precedente nota (14).

(19) Nell'11° censimento era prevista una diversa articolazione dei quesiti relativi al combustibile usato. L'analisi della situazione al 1971 segue tale articolazione.

(20) Nella classe « altro » sono comprese anche le abitazioni per le quali non risultava alcuna indicazione al quesito « combustibile usato ».

(21) Vedi la precedente nota (14).

(22) Nell'11° censimento era prevista una diversa articolazione dei quesiti relativi alla specie di alloggio. L'analisi della situazione al 1971 segue tale articolazione.

come seconde case o « abitazioni secondarie », 14.345 per altri motivi ⁽²³⁾.

3.4. Utilizzo dei risultati delle tre indagini proposte.

Utilizzando i risultati delle tre indagini sopra descritte, integrati con dati noti relativi alle temperature esterne (gradi giorno), ed eventualmente alla ventosità e al soleggiamento, è possibile costruire un modello del riscaldamento delle abitazioni in Piemonte.

In particolare è possibile rappresentare i consumi stagionali in modo disaggregato (per caratteristiche e per territorio) e aggregato su tutta la regione.

Tali consumi saranno attendibili nella misura in cui i componenti del modello non direttamente rilevati ma desunti da varie fonti (coefficienti fisico-tecnici, gradi giorno, rendimenti medi) risulteranno ben approssimati. Naturalmente l'attendibilità dipenderà anche dall'ampiezza e dalla corretta individuazione del campione.

3.5 Indagine sui consumi reali.

In parallelo alle tre indagini sopra proposte che tendono a definire un modello del riscaldamento delle abitazioni in Piemonte — comprendente anche le valutazioni dei consumi stagionali —, si propone di avviare una specifica indagine per conoscere i consumi reali dei diversi tipi di combustibile o di energia per il riscaldamento delle abitazioni.

Tale indagine procederà attraverso un campione, scelto con gli stessi criteri della seconda tra le indagini suesposte. Il dato rilevato sarà, in questo caso, il consumo reale per riscaldamento espresso in unità di misura fisica del tipo di combustibile utilizzato.

Laddove l'impianto di riscaldamento risulterà del tipo fisso centrale, si attribuirà all'abitazione rilevata la quota proporzionale attribuita convenzionalmente ad essa nei riparti di costo.

Qualora il riscaldamento risulti prodotto mediante più di un tipo di combustibile, verrà rilevata separatamente la quantità stagionale di ciascun combustibile utilizzato.

Questa indagine potrà essere utilizzata anche quale verifica del livello di approssimazione complessivo dei consumi calcolati sulla base delle tre indagini prima esposte. In particolare potranno essere indicati coefficienti di correzione da applicarsi ai valori ottenuti dalle indagini analitiche di cui ai precedenti paragrafi 3.1., 3.2., 3.3.

Acquisita così la conoscenza dei coefficienti che consentono di correggere lo scarto tra i consumi medi reali e quelli medi calcolati, sarà possibile correggere anche le variazioni dei consumi provocate da modificazioni di caratteristiche edilizie, impiantistiche o funzionali, e calcolate analiticamente.

3.6. Modo di svolgimento delle indagini.

Le indagini sopra descritte possono essere avviate subito dopo l'acquisizione dei dati del 12° cen-

⁽²³⁾ Vedi la precedente nota ⁽¹⁴⁾.

simento, 1981, necessario per l'individuazione dei campioni. Supponendo che le abitazioni da rilevare ammontino ad alcune migliaia e che ogni rilevamento richieda 4 persone circa, e disponendo di 200-300 rilevatori, si prevede che:

- la fase preliminare d'impostazione, messa a punto delle schede, individuazione del campione, e addestramento dei rilevatori può essere effettuata in un paio di mesi;
- il rilevamento richiederà altrettanto, con un impegno di 50-80 ore per ciascun rilevatore;
- la restituzione, il controllo, la codificazione e l'elaborazione meccanografica comporterà quattro-cinque mesi di lavoro da parte di un centro di calcolo.

4. AGGIORNAMENTI

I dati raccolti e memorizzati nelle indagini richiedono aggiornamenti periodici, allo scopo di controllare le modificazioni che intervengono nei manufatti edilizi, negli impianti, nel loro uso e nei consumi conseguenti.

L'aggiornamento delle caratteristiche edilizie e degli impianti può essere effettuato anche con ricerche documentarie presso gli uffici tecnici comunali ⁽²⁴⁾.

L'aggiornamento dei dati di consumo reali (ricerca parallela) dovrebbe avvenire con maggiore frequenza, per valutare l'incidenza dei differenti andamenti stagionali e di eventuali nuove norme sull'esercizio.

5. APPROFONDIMENTI A LUNGO TERMINE

I risultati delle indagini saranno tanto più utili ed attendibili quanto più saranno articolati sul territorio.

A questo scopo può essere utile, in tempi più lunghi, promuovere ricerche che meglio rappresentino le differenze delle caratteristiche termiche e d'uso delle abitazioni nei diversi ambiti territoriali della Regione.

Tali ricerche dovrebbero elaborare gli stessi dati delle indagini sopraesposte, in modo da poterne costituire un'integrazione e un approfondimento.

Parallelamente dovrebbero integrarsi con altre operazioni di raccolta ed elaborazione di dati relativi al territorio regionale.

Per gli edifici costruiti dopo l'applicazione della legge 477/1976, si potrà disporre di quasi tutti i dati necessari con una maggiore attendibilità.

La Regione già dispone ed ha in programma di acquisire un'ampia gamma di dati articolati sul territorio e destinati alla programmazione e alla pianificazione. Alcuni di essi sono utilizzabili per dedurre informazioni sulle caratteristiche termiche degli edifici. Pertanto, sia per ragioni di economia che per ragioni di efficienza, è necessario programmare una raccolta congruente ed una memorizzazione e gestione dei dati integrata in quella più ampia già prevista dalla Regione.

⁽²⁴⁾ Con particolare attenzione ai documenti richiesti dalla legge 373/1976 degli edifici eventualmente sottoposti a ristrutturazione.

Le ricerche più articolate territorialmente dovrebbero costituire integrazione del programma di « formazione della cartografia regionale di base » (L.R. 12.10.77 n. 48). Tale programma ha per scopo la raccolta, la memorizzazione e la gestione dei dati cartografici e di uso del suolo; prevede anche la rappresentazione geometrica in scala 1:2.000 e 1:1.000 dei manufatti, la descrizione analitica dei manufatti e del loro uso, la memorizzazione e la elaborazione automatica dei dati numerici relativi ed il loro aggiornamento continuo.

Poiché il programma di formazione della banca-dati è, per molti aspetti operativi, in corso di definizione e passibile di integrazioni ed aggiustamenti che non ne alterino la sostanza, si propone di chiedere ai suoi responsabili:

- una codificazione dei dati relativi agli edifici residenziali che permetta di ottenere, con elaborazione automatica, le necessarie conoscenze relative all'involucro e al volume di ciascun fabbricato, identificandone la collocazione in modo conforme ai criteri di Censimento;
- la raccolta, qualora non già prevista, di ulteriori dati relativi ai materiali costruttivi degli edifici, alla data di costruzione (con attendibilità maggiore rispetto ai censimenti), ai tipi di impianti di riscaldamento e di fonti d'energia usati (con notizie più articolate rispetto ai censimenti), al degrado dei fabbricati;
- qualora i costi e la complessità di elaborazione non risultassero eccessivi, la possibilità di computare distintamente le diverse superfici a seconda del loro orientamento e del loro soleggiamento in alcuni più significativi momenti del periodo di riscaldamento.

L'integrazione sopra esposta consentirà, per talune caratteristiche edilizie, di sostituire ai dati medi desunti dal campione dati rilevati direttamente o ottenuti con trasformazioni di rilevazioni dirette.

Per altre caratteristiche potranno essere avviate nuove indagini campionarie su ipotesi più attendibili e con stratificazioni più « sottili ».

D'altra parte i dati termotecnici potranno essere usati anche per gli scopi propri della « cartografia regionale », predisposta quale supporto per la pianificazione territoriale e la progettazione urbanistica ai diversi livelli.

I tempi di realizzazione del programma di cui alla L.R. 12.10.77 n. 48, fino alla messa a regime della banca-dati, sono di almeno un quinquennio. Gli approfondimenti qui ipotizzati potranno dare i primi risultati non prima del 1986.

6. VALUTAZIONI A TEMPI BREVI

Nei tempi brevi, mentre i dati del 12° Censimento della popolazione — 1981 — verranno elaborati per costruire il campione su cui eseguire le tre indagini sopra proposte più quella parallela sui consumi reali, è possibile raccogliere conoscenze di varia fonte per valutazioni di prima approssimazione e di uso immediato.

Queste conoscenze, relative alle caratteristiche edilizie, impiantistiche, funzionali nonché ai consumi reali, potranno essere attribuite, in modo complessivo o variamente disaggregato, alle qualità che risulteranno dal censimento 1981.

Le conoscenze dovrebbero indicare valori medi territoriali, ottenuti:

- per le caratteristiche edilizie, impiantistiche e funzionali da ricerche già effettuate alle diverse scale territoriali e dalla manualistica;
- per i consumi reali da informazioni desunte dalle associazioni dei venditori e gestori degli impianti, nonché da ricerche e dati ufficiali.

Le valutazioni saranno, ovviamente, di larga approssimazione. Volendo, un'operazione di questo genere potrebbe già essere eseguita utilizzando i dati dell'11° Censimento della popolazione — 1971 —, secondo le sole disaggregazioni consentite dalle pubblicazioni ISTAT già edite⁽²⁵⁾.

Naturalmente occorrerà distinguere quei dati che, a distanza di dieci anni, possono essere variati in misura modesta (alcune caratteristiche edilizie sono variate in meno del 10% dei casi) da quelli certamente variati in misura rilevante (caratteristiche impiantistiche, funzionali, e tipi di combustibile, anche in applicazione della legge 373/76).

Poiché tali valutazioni possono avvenire nello stesso periodo in cui vengono effettuate le analisi dei campioni preliminari, è chiaro che i primi risultati campionari possono mettere in discussione, ed eventualmente, correggere i valori medi desunti dalla manualistica.

Tra i dati al 1971 disponibili per ciascun comune, alcuni possono essere utilizzati per valutare, in prima approssimazione, le caratteristiche edilizie del patrimonio residenziale ed i consumi energetici.

Essi sono:

- a) numero di abitazioni occupate;
- b) superficie delle abitazioni occupate;
- c) numero di stanze delle abitazioni occupate;
- d) numero di abitazioni non occupate;
- e) numero di abitazioni in complesso fornite di impianto di riscaldamento fisso centrale;
- f) numero di abitazioni in complesso fornite di impianto di riscaldamento fisso autonomo;
- g) numero di abitazioni occupate fornite di impianto di riscaldamento fisso centrale;
- h) numero di abitazioni occupate fornite di impianto di riscaldamento fisso autonomo.

Da questi dati, con semplici elaborazioni e con qualche ipotesi semplificativa, si possono ricavare, per ciascun comune, le seguenti quantità rappresentative dell'intero patrimonio edilizio residenziale disaggregato al grado più alto consentito dai dati di partenza:

⁽²⁵⁾ Sono i fascicoli relativi alle provincie piemontesi che fanno parte del volume II — *Dati per comune sulle caratteristiche strutturali della popolazione e delle abitazioni. 11° Censimento generale della popolazione 24 ottobre 1971* — editi a Roma tra il 1972 e il 1973 dall'Istituto Centrale di Statistica.

i) volume riscaldato complessivo delle abitazioni occupate = $b \times$ altezza media abitazioni (ove l'altezza verrà definita convenzionalmente per ciascun comune in relazione alla sua altitudine s.l.m.);

l) volume medio delle abitazioni occupate = $\frac{i}{a}$ che viene assunto come costante per tutte le abitazioni, sia occupate sia non occupate;

m) volume delle abitazioni occupate con impianto di riscaldamento fisso centrale = $g \times l$;

n) volume delle abitazioni occupate con impianto di riscaldamento fisso autonomo = $h \times l$;

o) volume delle abitazioni occupate con riscaldamento ad apparecchi singoli, o senza riscaldamento = $(a-g-h) \times l$;

p) volume delle abitazioni non occupate con impianto di riscaldamento fisso centrale = $(e-g) \times l$;

q) volume delle abitazioni non occupate con impianto di riscaldamento fisso autonomo = $(f-h) \times l$;

r) volume delle abitazioni non occupate con riscaldamento ad apparecchi singoli, o senza riscaldamento $[d - (e-g) - (f-h)] \times l$.

In tal modo il volume complessivo delle abitazioni di ciascun comune viene disaggregato in 6 classi, secondo il seguente schema:

volume complessivo	{	— volume abitazioni occupate	{	— volume m
			{	— volume n
				— volume o
	{	— volume abitazioni non occupate	{	— volume p
			{	— volume q
			{	— volume r

A ciascuno dei volumi così disaggregati sarà possibile attribuire valori differenziati dei parametri termotecnici che esprimono le caratteristiche edilizie, impiantistiche, funzionali degli edifici, e cioè:

- C_d coefficiente volumico di dispersione termica;
- C_v coefficiente volumico di ventilazione;
- η rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento;
- t durata del riscaldamento.

I valori dei suddetti parametri saranno tratti dalla letteratura scientifica e rapportati alle caratteristiche di ciascun volume disaggregato. Ovviamente, saranno in grado di formare soltanto una stima di larga massima del consumo energetico.

I valori da attribuire al coefficiente volumico di dispersione termica C_d potranno essere quelli consigliati da M. Filippi⁽²⁶⁾, e cioè, per edifici con impianto di riscaldamento fisso centrale pari a 0,84

$W/m^3 \cdot ^\circ C$, per edifici con impianto fisso autonomo pari a $1,24 W/m^2 \cdot ^\circ C$; la notevole differenza è dovuta alla presenza, nel primo caso, di un maggior numero di edifici mono e bifamiliari per i quali, come già abbiamo osservato, il rapporto S/V è più alto, cioè più sfavorevole rispetto alle dispersioni. Per gli edifici con riscaldamento ad apparecchi singoli, o senza riscaldamento, il valore da attribuire a C_d potrebbe essere 0,95, proprio della media di tutti gli edifici, in quanto si riscontra che tale tipo di riscaldamento è utilizzato sia per abitazioni situate in edifici collettivi ad alto numero di alloggi, sia per abitazioni singole o abbinate in edifici di modeste dimensioni.

I diversi valori da attribuire al coefficiente volumetrico di ventilazione C_v , dando per costante in ogni comune il valore delle « infiltrazioni parassitarie » in quanto funzione della velocità media del vento e della differenza di temperatura media⁽²⁷⁾, varieranno in funzione dell'uso dell'alloggio: per le abitazioni non occupate il volume di ventilazione dovrà essere depurato dalle cosiddette « infiltrazioni artificiali », cioè dal ricambio causato dall'apertura dei serramenti da parte degli occupanti⁽²⁸⁾.

Poiché i valori da attribuire a η , rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento, dipendono dai singoli rendimenti — di combustione, di intermittenza, di termoregolazione, di rendimento della rete di distribuzione — sarà opportuno valutare l'esigenza di articolarne i valori secondo ciascuna delle classi individuate.

Si è notato⁽²⁹⁾ che il valore del rendimento di combustione è maggiore per gli impianti centralizzati rispetto a quello degli impianti autonomi, e presumibilmente anche rispetto a quello degli apparecchi singoli.

È presumibile che il valore del rendimento di intermittenza sia maggiore per gli impianti delle abitazioni occupate rispetto a quello degli impianti delle abitazioni non occupate; è presumibile anche che il valore del rendimento di termoregolazioni sia maggiore per impianti centralizzati, mentre il valore del rendimento della rete di distribuzione sarà maggiore per gli apparecchi singoli — ove la distribuzione non esiste —, intermedia per gli impianti autonomi — ove la distribuzione è meno sviluppata ed è interna ai locali riscaldati —, minore per gli impianti centralizzati che non sempre hanno una corretta coibentazione della rete di distribuzione, sempre molto estesa.

Anche la durata del tempo di riscaldamento t assumerà valori differenziati per ogni classe individuata.

Assumendo, convenzionalmente, per le abitazioni occupate con impianto di riscaldamento fisso centrale, come durata del tempo di riscaldamento, la durata massima consentita dalle normative vigenti, è lecito supporre (ed è stato oramai sperimentalmente verificato) che la durata t diminuisca sensibilmente

⁽²⁶⁾ Vedi M. Filippi, *Ipotesi metodologica per il calcolo approssimativo dei consumi energetici su larga scala nel settore residenziale*, in questa stessa pubblicazione.

⁽²⁷⁾ Vedi precedente nota ⁽²⁶⁾.

⁽²⁸⁾ Vedi precedente nota ⁽²⁶⁾.

⁽²⁹⁾ Vedi la precedente nota ⁽²⁶⁾.

(20% almeno) per impianti a conduzione autonoma, e ancor di più per il riscaldamento con apparecchi singoli, specie se si considera la loro non contemporaneità d'uso.

La durata t per le abitazioni non occupate con impianto di riscaldamento fisso sarà certamente inferiore a quella stabilita come massima dalle disposizioni vigenti; ancora minori — e tendenti anche a zero — saranno i valori di durata per le abitazioni non occupate con impianto autonomo o con riscaldamento ad apparecchi singoli.

La durata di riscaldamento per le abitazioni non occupate può subire un notevole aumento, da riferirsi all'intero comune, se le abitazioni non occupate sono in prevalenza « seconde case », cioè se il comune è ritenuto zona turistica invernale.

La variabilità dei singoli parametri termotecnici per ciascuna classe di volume di abitazioni individuata si può così schematicamente rappresentare:

classi	C_d	C_v	η	t	t zone turistiche
vol. di abit. m	C_{d1}	C_{v1}	$\eta_{1.1}$	$t_{1.1}$	
vol. di abit. n	C_{d2}	C_{v1}	$\eta_{1.2}$	$t_{1.2}$	
vol. di abit. o	C_{d3}	C_{v1}	$\eta_{1.3}$	$t_{1.3}$	
vol. di abit. p	C_{d1}	C_{v2}	$\eta_{2.1}$	$t_{2.1}$	$t_{3.1}$
vol. di abit. q	C_{d2}	C_{v2}	$\eta_{2.2}$	$t_{2.2}$	$t_{3.2}$
vol. di abit. r	C_{d3}	C_{v2}	$\eta_{2.3}$	$t_{2.3}$	$t_{3.3}$

ove a ciascun apice corrisponde un differente valore del parametro.

I valori dei parametri sono costanti per tutti i comuni, tranne $t_{2.1}$, $t_{2.2}$, $t_{2.3}$ che possono assumere valori diversi, $t_{3.1}$, $t_{3.2}$, $t_{3.3}$, per comuni « turistici invernali ».

Per completare il quadro dei dati necessari per calcolare i consumi energetici in ciascun comune, si devono inserire ancora le caratteristiche climatiche, differenti per ciascun comune, che possono essere acquisite da diverse fonti ufficiali.

È pertanto necessario raccogliere ed ordinare per tutti i comuni:

- per la temperatura esterna: i « gradi giorno »;
- per il regime dei venti: la velocità media del vento e la differenza di temperatura media ⁽³⁰⁾.

Concludendo: si è dimostrato che, per calcolare in linea di larga massima il consumo energetico per riscaldamento delle abitazioni in Piemonte, e in ciascuno dei suoi comuni, sono necessarie 4 famiglie di dati: dati variabili per ogni comune:

- 8 dati sui volumi delle abitazioni esistenti;
 - 3 dati sulle caratteristiche climatiche;
 - 2 dati sull'altitudine e sullo sviluppo turistico;
- dati costanti per ogni comune:

— 20 dati sulle caratteristiche termotecniche.

È da ricordare anche che i dati necessari sono tutti reperibili o facilmente elaborabili.

APPENDICE

Al punto 2. *Metodologia della ricerca*, è stato ipotizzato di attribuire ciascuna abitazione, individuabile attraverso le rilevazioni censuarie, ad una classe caratterizzata dalla maggior possibile uniformità rispetto alle variabili termotecniche più rilevanti.

Il riconoscimento di tali classi è affidato ad una indagine campionaria preliminare, che, a sua volta, deve essere orientata dall'ipotesi che esistano relazioni funzionali tra le variabili termotecniche e d'uso oggetto d'indagine e le variabili note attraverso il censimento. Queste relazioni funzionali sono attese grazie alla conoscenza tecnica del patrimonio edilizio posseduta dai ricercatori e vengono evidenziate da una piccola ricerca ad hoc, sulla quale si riferisce qui di seguito.

Alla ricerca hanno collaborato l'arch. Giusi Bologna e l'arch. Carmela Mastrantuono, che si ringraziano per il prezioso apporto.

Le ipotesi a base della ricerca sono le seguenti:

- Esiste una relazione diretta tra il coefficiente di forma (S/V) e la dimensione dell'aggregato di edifici.
- Esiste una relazione diretta tra il coefficiente di forma e la densità edilizia.
- Esiste una relazione diretta tra il coefficiente di forma e l'altezza degli edifici.
- Esiste una relazione diretta tra il coefficiente di forma, la densità edilizia e l'età degli edifici, in un determinato ambito culturale.

È chiaro che queste relazioni sono soltanto alcune tra quelle che si possono evidenziare tra dati censuari e variabili termotecniche; ed inoltre che i dati censuari esprimono solo indirettamente, e con notevoli approssimazioni, valori quali la densità edilizia e l'altezza degli edifici.

Per quanto riguarda le altre relazioni (ad esempio tra età degli edifici e caratteristiche termotecniche degli involucri o caratteristiche presunte degli impianti) la relazione, anche se non quantificabile, si può ritenere certa senza indagini apposite.

Il fatto che alcuni dati importanti, considerati nella ricerca, possano essere collegati solo indirettamente ai dati censuari, dimostra la necessità di altre ricerche analoghe su diverse porzioni del patrimonio edilizio regionale, allo scopo di stabilire relazioni attendibili tra caratteristiche termotecniche, dati geometrici e dati censuari.

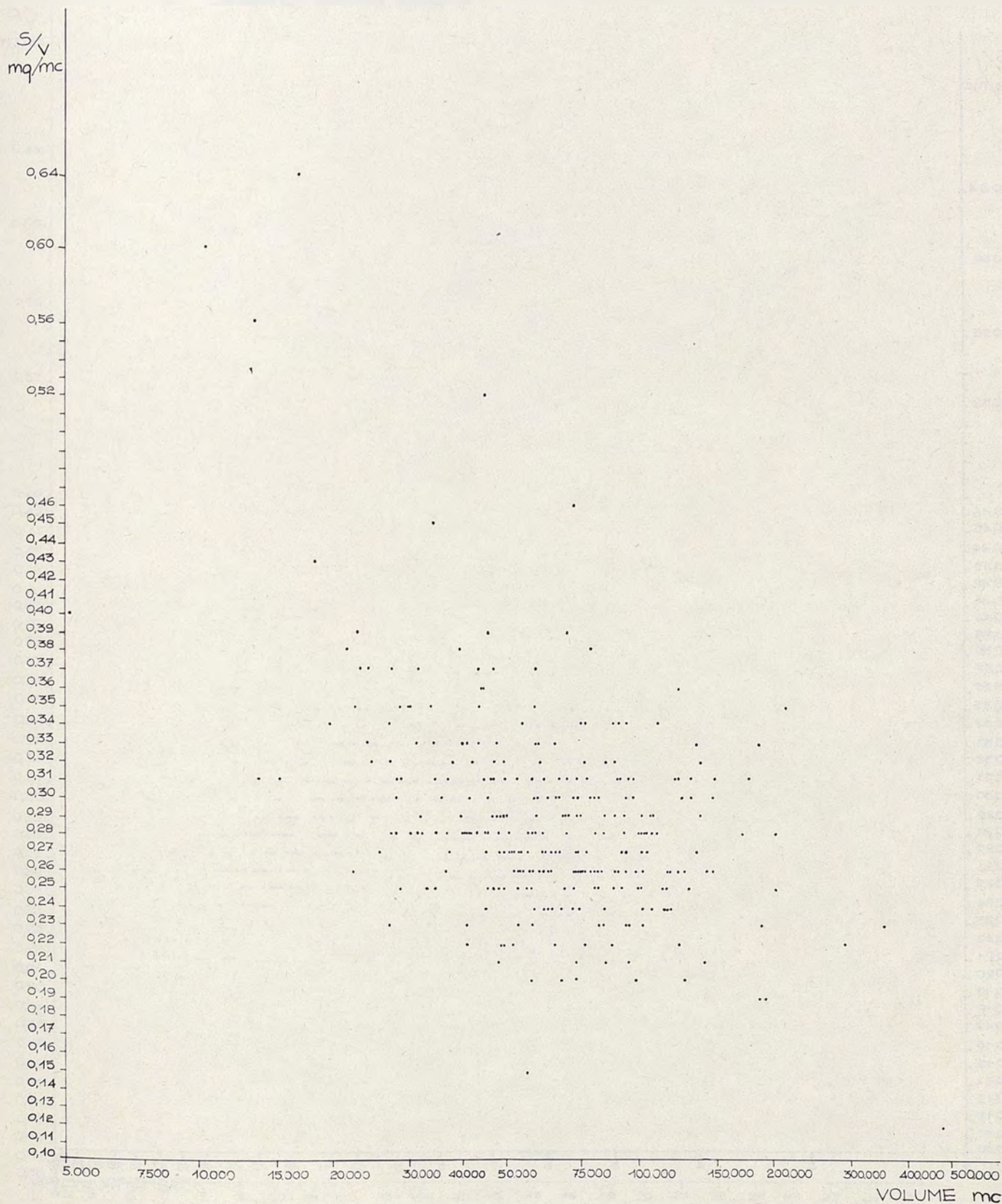
L'oggetto scelto per la ricerca è il centro storico di Torino, essenzialmente per ragioni di opportunità. Si cercava una porzione di patrimonio edilizio il più possibile estesa, per la quale si possedessero, grazie a ricerche precedenti, elementi conoscitivi attendibili

⁽³⁰⁾ Vedi la precedente nota ⁽²⁶⁾.

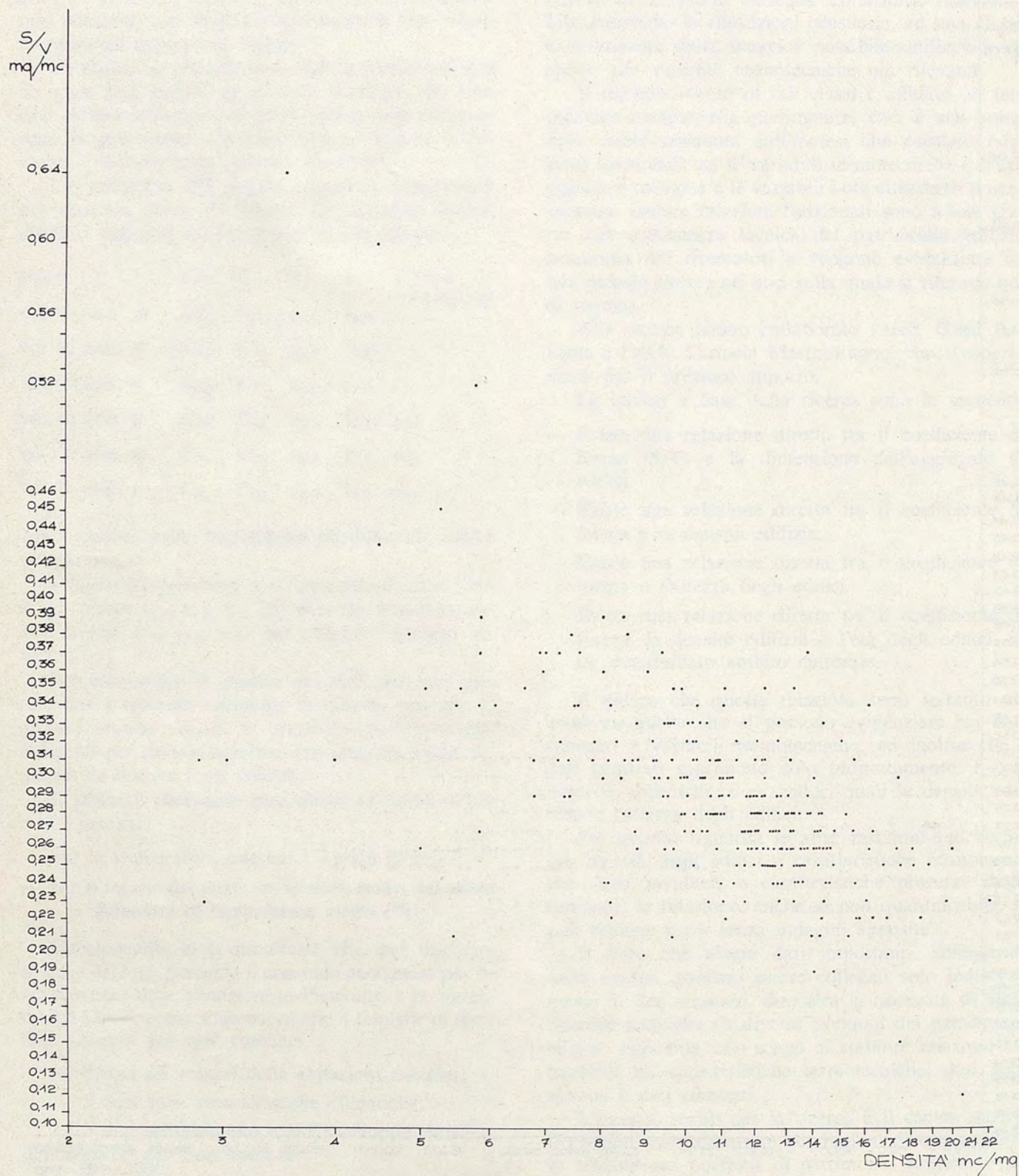
GRAFICO 1

CENTRO STORICO DI TORINO

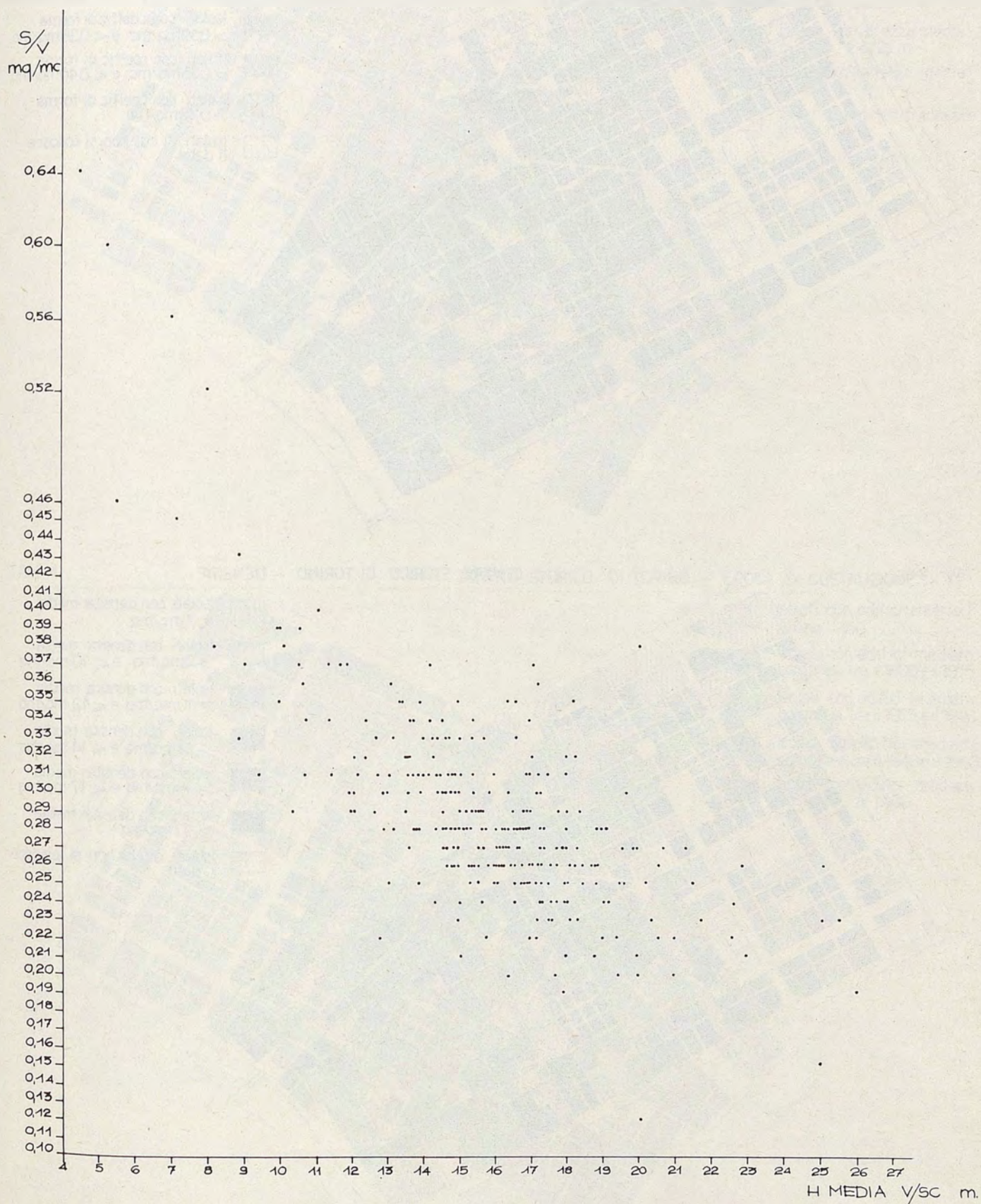
Corrispondenza per ciascun isolato tra i valori del coefficiente di forma e il volume costruito.



Corrispondenza per ciascun isolato tra i valori del coefficiente di forma e della densità fondiaria.



Corrispondenza per ciascun isolato tra i valori del coefficiente di forma e l'altezza media.



TAV. 1

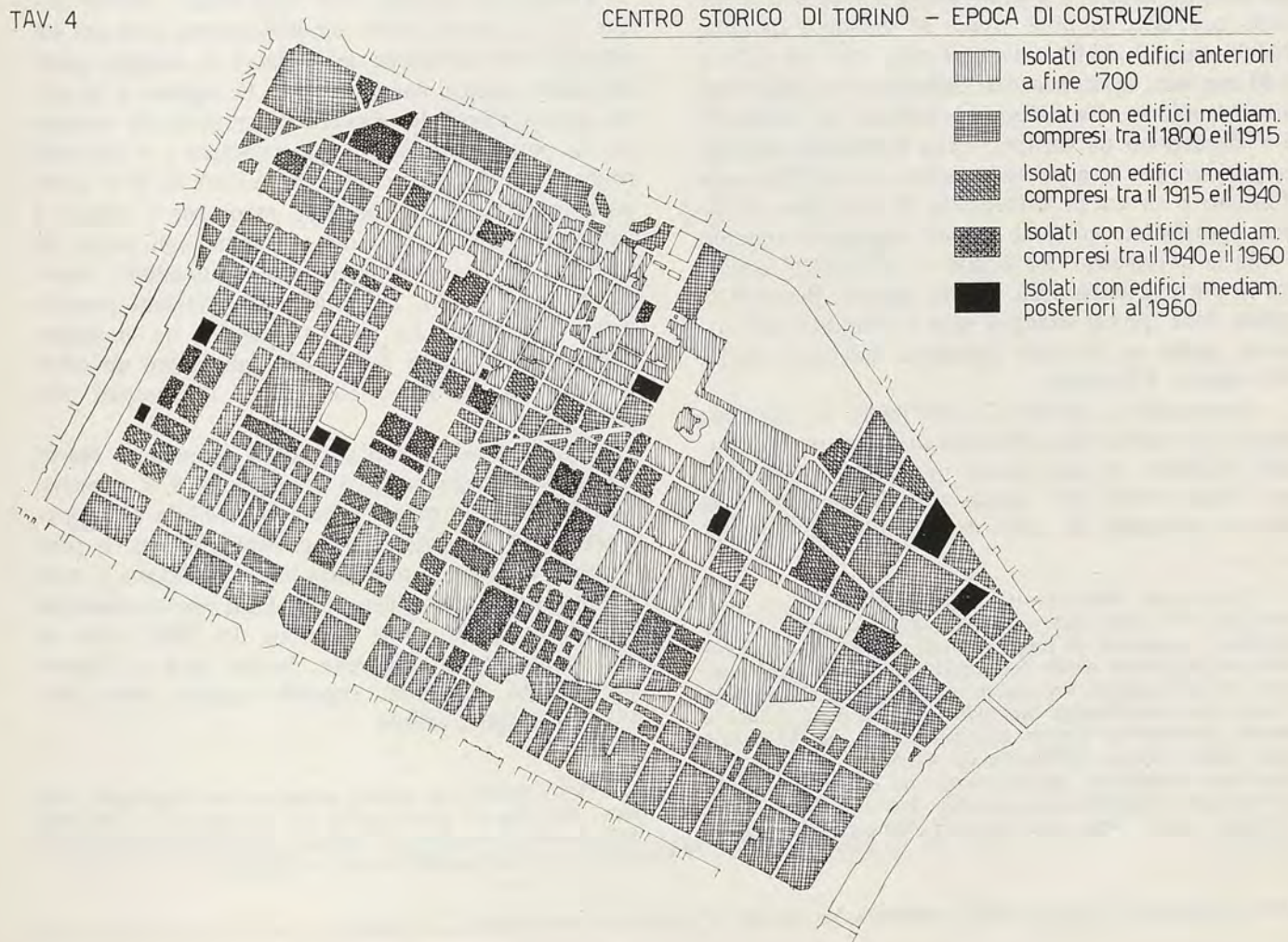
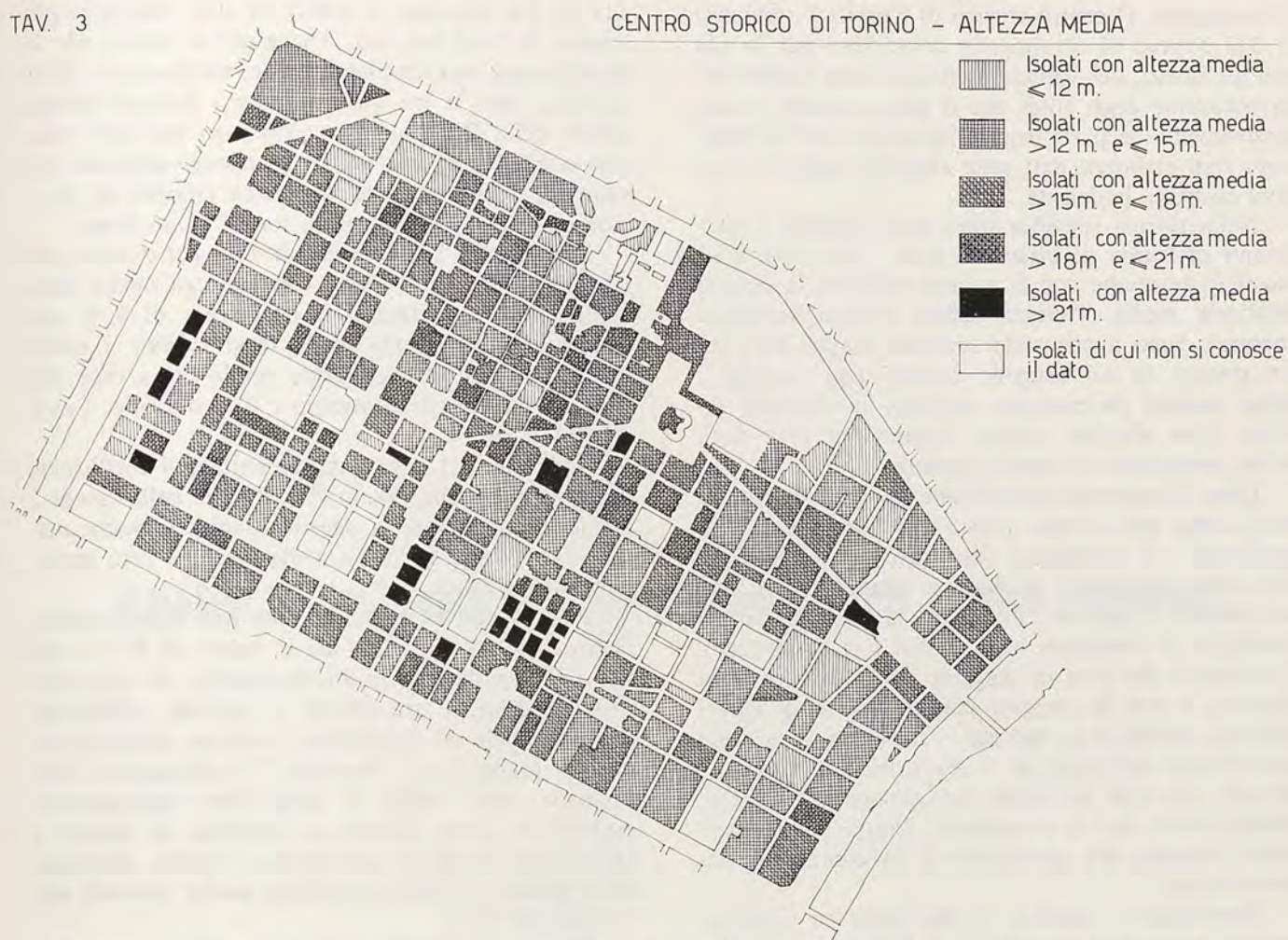
CENTRO STORICO DI TORINO - COEFFICIENTE DI FORMA



TAV. 2

CENTRO STORICO DI TORINO - DENSITA'





ed omogenei. Il centro storico di Torino è suddiviso in 317 sezioni di censimento, coincidenti per lo più con gli isolati, del volume medio di circa 60.000 mc. In occasione degli studi per il piano quadro e successivamente da parte degli uffici tecnici del Comune, sono stati elaborati dati sulle superfici coperte, i volumi costruiti, le densità.

Nella ricerca specifica sono stati calcolati i coefficienti di forma di ciascun isolato (*) e sono stati messi in relazione con il volume relativo, la densità fondiaria media, l'altezza media (volume/superficie coperta). Sono anche state costruite mappe del centro storico, in cui vengono indicati con tratteggi i valori assunti da ciascuna variabile in ciascuna sezione. Una ulteriore mappa rappresenta l'età degli edifici prevalente in ciascun isolato.

Data la notevole commistione di funzioni propria della zona, non è stato possibile considerare il solo patrimonio a prevalente destinazione residenziale. Ciò altera alquanto i risultati, in particolare nei valori minimi e massimi, in quanto la maggior varietà tipologica si concentra negli edifici non residenziali. Trattandosi dell'area di maggior densità media nella Regione e con la maggior concentrazione di edifici antichi a destinazione speciale, i risultati non possono considerarsi indicativi per il resto del patrimonio regionale, ma utili sul piano metodologico, oltre che, naturalmente, per la conoscenza diretta di una porzione rilevante del patrimonio e da considerare separatamente.

Osservando il grafico 1, che mette in relazione per ciascun isolato il coefficiente di forma con il volume costruito, si nota come, al di sopra di circa 20.000 mc., il coefficiente di forma vari tra 0,20 e 0,40 mq./mc., senza sensibili differenze tra isolati con diverso volume. Le differenze notevoli nel valore di S/V dipendono da caratteristiche tipologiche dell'aggregazione, che non possono essere rilevate alla scala d'isolato e su queste dimensioni. Si noti che, per lo più, ogni isolato coincide con un aggregato continuo e che la volumetria dell'isolato è, nel centro storico, tra le più alte della città e della regione. Pertanto la prima delle ipotesi avanzate non è verificata nella ricerca, anche se ciò può dipendere dall'eccezionalità dell'oggetto d'indagine.

Osservando il grafico 2, che mette in relazione per ciascun isolato il coefficiente di forma con la densità fondiaria, si nota invece una forte correlazione tra i due valori: S/V scende con l'aumentare della densità, passando da valori di 0,40 mq./mc. per den-

sità di 5-6 mc./mq. a valori di 0,20 mq./mc. per densità di 15-16 mc./mq. Anche qui va notato che le densità sono eccezionalmente alte, mediamente 12-13 mc./mq., pari a tre quattro volte i normali tessuti urbani della Regione. In questo caso una così marcata relazione, in presenza di un tessuto collocato nei valori di densità più alti, autorizza l'ipotesi di ritrovare una relazione analoga in tessuti meno densi.

Il grafico 3, che mette in relazione per ciascun isolato il coefficiente di forma con l'altezza media degli edifici, mostra parimenti il decrescere di S/V con l'aumentare dell'altezza media degli edifici: i valori di 0,40 mq./mc. appartengono per lo più a case alte 8-10 m., mentre quelli attorno a 0,20 mq./mc. a case alte 20-21 m.,

Nella tavola 1 è stato rappresentato il coefficiente di forma di ciascun isolato (**), mentre nella tavola 2 è stata rappresentata la densità fondiaria media, nella tavola 3 l'altezza media, nella tavola 4 l'età prevalente degli edifici.

Trascurando le punte, si nota una buona coincidenza anche locale tra i bassi valori di S/V e gli alti valori di densità ed altezza media. Le non complete coincidenze tra altezze e densità, dipendenti dalle tipologie di costruzione, trovano riscontro anche nei grafici 2 e 3. Essendo S/V dipendente dalla tipologia degli edifici e della loro aggregazione, espressa in modo parziale ed indiretto da densità e altezza, un valore del coefficiente di forma corrisponde in genere a densità ed altezze medie variabili nell'ordine del 30%.

Per quanto riguarda l'età degli edifici occorre notare che, a seguito della semplificazione adottata (di indicare l'età prevalente nell'isolato), la maggior parte del centro appare datata tra fine Settecento e la prima guerra mondiale, coprendo innumerevoli anomalie. La parte effettivamente ottocentesca e a tipologia residenziale si colloca tutta tra valori di S/V compresi tra 0,25 e 0,35 mq./mc., medi per il centro. I valori più bassi di S/V appartengono agli isolati ricostruiti tra le due guerre o nell'immediato dopoguerra, con densità altissime e destinazioni parzialmente a terziario. La parte più antica ha in genere valori di S/V molto bassi, salvo gli isolati ad edificazione più minuta e con tracce dei tessuti medioevali.

Molte considerazioni più sottili potrebbero essere sviluppate disaggregando i conteggi di S/V, densità, altezza, età degli edifici cellula per cellula e riaggregando i dati secondo tutti i possibili incroci. È però da osservare che, al momento in cui la ricerca è stata avviata non si disponeva della datazione di ciascuna cellula, compiuta per la revisione del PRG anche se con scopi e criteri differenti. Inoltre non si dispone dei conteggi di volumi, superfici coperte, aree, densità, per singole cellule.

(**) L'isolato, in genere, coincide con l'aggregato, nel senso che non c'è discontinuità tra le costruzioni. Nei rari casi in cui ciò avviene il valore è calcolato come segue: $(S_1 + S_2 + \dots + S_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n)$.

(*) Le aree delle fronti verticali degli edifici a contatto con l'aria sono state calcolate graficamente per quanto riguarda i perimetri; le lunghezze ottenute sono state moltiplicate per altezze medie convenzionali, stabilite per il numero di piani esposti. Le altezze medie sono le stesse usate a suo tempo dall'équipe comunale per calcolare volumi e densità. Le superfici coperte, che entrano nel calcolo di S/V sono quelle rilevate dall'équipe del Comune. In taluni casi sono state riscontrate incongruenze, che hanno consigliato di rinunciare all'elaborazione dei dati. Pertanto alcuni isolati risultano bianchi, ma resta garantita l'omogeneità del procedimento.

Analisi tecnologica e fisico-tecnica degli edifici esistenti

a cura di G. Cavaglià e M. Filippi con la collaborazione di M. Bertotto e M. Bo.

SOMMARIO

1. *Metodologia della ricerca*

1.1. Programma di lavoro

2. *Esame dell'esistente*

2.1. Lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle parti

2.1.1. Lista generale relativa alla scomposizione dell'edificio nelle sue parti

2.1.2. Individuazione di parti e di connessioni tra le parti presenti in uno degli edifici del VI quartiere (Borgo Vittoria - Torino)

2.1.3. Documentazione di supporto

2.2. Definizione dei livelli prestazionali fisico-tecnici delle soluzioni tecnologiche (*)

2.2.1. Parametri termofisici caratterizzanti le parti (*)

2.2.2. Caratteri termofisici caratterizzanti l'insieme (*)

2.2.3. Livelli prestazionali (*)

2.3. Stato di conservazione

2.4. Livelli prestazionali fisico-tecnici e stato di conservazione (*)

3. *Individuazione delle carenze*

3.1. Carenze tecnologiche delle parti

3.2. Carenze fisico-tecniche ed energetiche (*)

4. *Possibilità di integrazione dei livelli prestazionali*

4.1. Caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

4.1.1. Criteri di descrizione delle caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

4.1.2. Caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

4.2. Collocazione nella preesistenza

5. *Indicazioni per l'effettuazione della ricerca*

6. *Riferimenti bibliografici*

(*) A cura di M. Filippi con la collaborazione di M. Bo

1. METODOLOGIA DELLA RICERCA

1.1. Programma di lavoro

L'argomento del lavoro di ricerca è la definizione di soluzioni per il rinforzo dell'isolamento termico degli edifici esistenti, evidenziando i problemi energetici e tecnologici.

L'impostazione metodologica di ricerca si articola in più fasi che, per necessità di chiarezza espositiva, vengono svolte con riferimento ad un edificio preso come campione:

L'analisi delle condizioni in cui si trova la preesistenza prima dell'intervento.

Questa prima fase prevede la descrizione dell'edificio nelle sue singole parti, individuando per ognuna il procedimento costruttivo, i materiali costituenti e i rapporti dimensionali con i quali si presenta nell'edificio in esame;

L'individuazione e descrizione dei parametri termofisici interessanti al fine di stabilire i livelli prestazionali (fisico-tecnici) che le singole parti dell'edificio sono in grado di fornire e, parallelamente, l'individuazione delle parti (e connessioni tra le parti) per le quali sia significativa la richiesta di isolamento termico;

L'analisi dello stato di conservazione dell'edificio, inteso sia nel suo insieme sia scomposto nelle singole parti, per verificarne le condizioni di integrità rispetto a quelle presenti all'epoca di costruzione. Qualora vi siano situazioni di degrado, di obsolescenza fisica o siano riscontrabili interventi di riprogettazione posteriori all'epoca di costruzione, occorre stabilirne le cause generatrici, in quanto in grado queste ultime di influenzare la natura e l'esito di successivi interventi di integrazione;

L'individuazione delle variazioni dei livelli prestazionali fisico-tecnici offerti dalle parti dell'edificio a seguito di alterazioni dello stato di conservazione;

L'individuazione delle carenze tecnologiche presenti nell'edificio e delle possibili cause (errori progettuali, particolari « contenuti di progetto » assunti all'epoca di costruzione, ecc.). La natura di tali carenze può fornire indicazioni interessanti per la scelta delle soluzioni di integrazione nell'intervento specifico;

parallelamente, l'individuazione delle carenze energetiche dell'edificio nel suo insieme e nelle singole parti in funzione del loro ruolo nei confronti del tutto;

L'analisi e la scelta delle ipotesi di integrazione dei livelli prestazionali mediante l'uso di prodotti per l'isolamento.

In questa fase si descrivono alcuni prodotti in fun-

zione di loro caratteristiche atte ad individuare poi le possibili alternative di intervento specifico;

in conclusione sono state raccolte le ipotesi di sviluppo che nel corso del lavoro sono apparse come meno documentate, più interessanti oppure più immediatamente operative.

Alcune annotazioni complementari al programma:

— dato il contenuto d'ordine specificatamente metodologico di tale apporto alla ricerca, l'individuazione delle soluzioni tecnologiche sulle quali intervenire non sarà limitata a quelle presenti negli edifici presi a campione, ma dovrà fare riferimento ad un repertorio più vasto, in funzione della considerazione che anche a parità di tipologia costruttiva e di epoca di costruzione, le soluzioni tecnologiche di parti di fabbricato possono variare da edificio a edificio in modo tale da influenzare, conseguentemente, le specifiche proposte di integrazione.

— I livelli prestazionali offerti dalle soluzioni tecnologiche sono da valutare, al di là dei parametri specificatamente relativi all'isolamento termico, anche in funzione, *quantitativamente*, della minore o maggiore possibilità di integrazione consentita da tali soluzioni tecnologiche e, *qualitativamente*, della possibilità di scelta delle proposte di integrazione ottimali, date le loro caratteristiche tipologiche e costruttive.

Al di là dello svolgimento delle parti specificatamente tecnologiche del programma, nel corso del lavoro sono state comunque annotate tutte le osservazioni relative a quegli aspetti che non sono tecnologici, ma che contengono delle implicazioni in tale senso, come:

— il significato dell'intervento in relazione all'uso;

— l'efficacia dell'integrazione in relazione al tipo di utenza cui si riferisce;

— soglie di significatività dell'intervento (in funzione dei primi due punti e di altro).

2. ESAME DELL'ESISTENTE

2.1 Lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle parti

Come esemplificazione delle operazioni relative all'esame dell'esistente tramite la lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle sue parti è stato preso in esame un edificio IACP del VI Quartiere.

Con questa lettura vengono elencate le parti dell'edificio e ne viene data una descrizione tipologica, non ancora sufficiente però per un esame adeguato agli obiettivi.

2.1.1 Lista generale relativa alla scomposizione dell'edificio nelle sue parti

CLASSE DI RUOLO	SUB-SISTEMA
1. INVOLUCRO	
1.1. chiusure verticali	1.1.1.1. opache fisse 1.1.1.2. opache mobili 1.1.2.1. trasparenti fisse 1.1.2.2. trasparenti mobili
1.2. chiusure orizzontali	1.2.1.1. opache fisse 1.2.1.2. opache mobili 1.2.2.1. trasparenti fisse 1.2.2.2. trasparenti mobili
1.3. chiusure oblique	1.3.1.1. opache fisse 1.3.1.2. opache mobili 1.3.2.1. trasparenti fisse 1.3.2.2. trasparenti mobili

2. STRUTTURA

2.1. elementi strutturali verticali	2.1.1. interni 2.1.2. esterni
2.2. elementi strutturali orizzontali	2.2.1. interni 2.2.2. esterni

3. PARTIZIONI

3.1. partizioni interne	3.1.1.1. opache fisse 3.1.1.2. opache mobili 3.1.2.1. trasparenti fisse 3.1.2.2. trasparenti mobili
3.2. partizioni esterne	3.2.1.1. opache fisse 3.2.1.2. opache mobili 3.2.2.1. trasparenti fisse 3.2.2.2. trasparenti mobili

2.1.2. Individuazione di parti e di connessioni tra le parti presenti in uno degli edifici del VI quartiere (Borgo Vittoria Torino) (Epoca di costruzione: 1900-1912)

Le parti e le connessioni hanno riscontro grafico nella sezione ed in una pianta tipo relative ambedue allo stato attuale dell'edificio e riportate rispettivamente in fig. 1 e fig. 2.

Ogni parte e/o connessione è definita da un numero, corrispondente al riferimento in pianta e/o sezione (¹).

Per ogni parte (sia essa intesa come elemento costruttivo singolare o come facente parte di una connessione) vengono indicati:

— la *classe di ruolo* pertinente ;

(¹) Le parti e/o connessioni da prendere in considerazione ai fini della caratterizzazione energetica dell'edificio sono state indicate nel testo con i numeri tra parentesi quadre e nelle figure (pianta e sezione) con il cerchio tratteggiato, per ragioni tipografiche.

— il *sub-sistema* di appartenenza, (cfr. la lista generale relativa alla scomposizione dell'edificio nelle sue parti);

— la *tipologia* con cui si presenta l'elemento costruttivo considerato.

Se tale elemento costruttivo risulta determinato soltanto tramite la sua scomposizione in semi-lavorati, tale scomposizione viene effettuata.

Se tale elemento costruttivo, ancora, risulta significativamente definito tramite l'evidenziazione di una o più delle sue dimensioni, esse vengono indicate.

SEZIONE

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
1	1	1.3.1.1.	falda inclinata in tegole, struttura di sostegno falda di tipo piemontese con spiovente in oggetto rivestito da parte di cornicione con grondaia non incassata.
2	1	1.3.1.1.	falda inclinata in tegole, struttura di sostegno falda di tipo piemontese.
3	1	1.3.1.1.	falda inclinata in tegole, struttura di sostegno falda di tipo piemontese
	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni, (spessore 0,46 mt.). (Da verificare presenza di intonaco sulle due facce).
[4]	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni, (spessore 0,46 mt.), con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt), presentante modanature sulla faccia esterna
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione contigua al vano sottotetto, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt), con intonaco all'intradosso (da verificare spessore di intonaco).
	1	1.3.1.1.	cornicione con elemento di chiusura in pietra (spessore 0,10 mt.)
[5]	2	2.2.1.	volta a padiglione contigua al vano sottotetto, in mattoni pieni, (spessore 0,06 mt.), con intonaco all'intradosso (da verificare spessore di intonaco)
[6]	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni, (spessore 0,46 mt), con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt)
	1	1.1.2.2.	serramento a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
[7]	1	1.1.2.2.	serramento a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
[8]	1	1.1.2.2.	serramento a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni, (spessore 0,15/0,20 mt.) con davanzale
	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt)
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione in mattoni pieni (spessore 0,10 mt.), con sovrastante riempimento (spessore 0,18 mt.) pavimento all'estadosso (spess. da verific.) e intonaco all'intradosso (spessore 0,02 mt.)
9	2	2.2.1.	volta a padiglione in mattoni pieni (spessore 0,06 mt.) con riempimento (spessore da verific.) e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso, e intonaco all'intradosso (spessore 0,02 mt.). (Totale spessore di volta e riempimento in corrispondenza del centro volta 0,10 mt.)
10	3	3.2.2.1.	ringhiera con elementi piegati e sagomati
11	3	3.2.2.1.	ringhiera con elementi piegati e sagomati
	2	2.2.2.	orizzontamento aggettante realizzato con lastra in pietra (spessore 0,10 mt.) su modiglione
[12]	2	2.2.2.	orizzontamento aggettante realizzato con lastra in pietra (spessore 0,10 mt.) su modiglione.
	1	1.1.2.2.	serramento (portafinestra a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni, (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle 2 facce (spessore 0,02 mt.)
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.), con sovrastante riempimento (spessore 0,18 mt.) e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso, e intonaco all'intradosso (spessore 0,02 mt.)
[13]	1	1.1.2.2.	serramento (finestra) a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,25 mt.) con sovrastanti davanzali inter-

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
			no ed esterno; e con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[14]	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,25 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.), con sovrastante riempimento (spessore 0,18 mt.) e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso, e intonaco all'intradosso (spessore 0,02 mt.)

SEZIONE TRASVERSALE - Linea che delimita il volume riscaldato —.—.—.—.

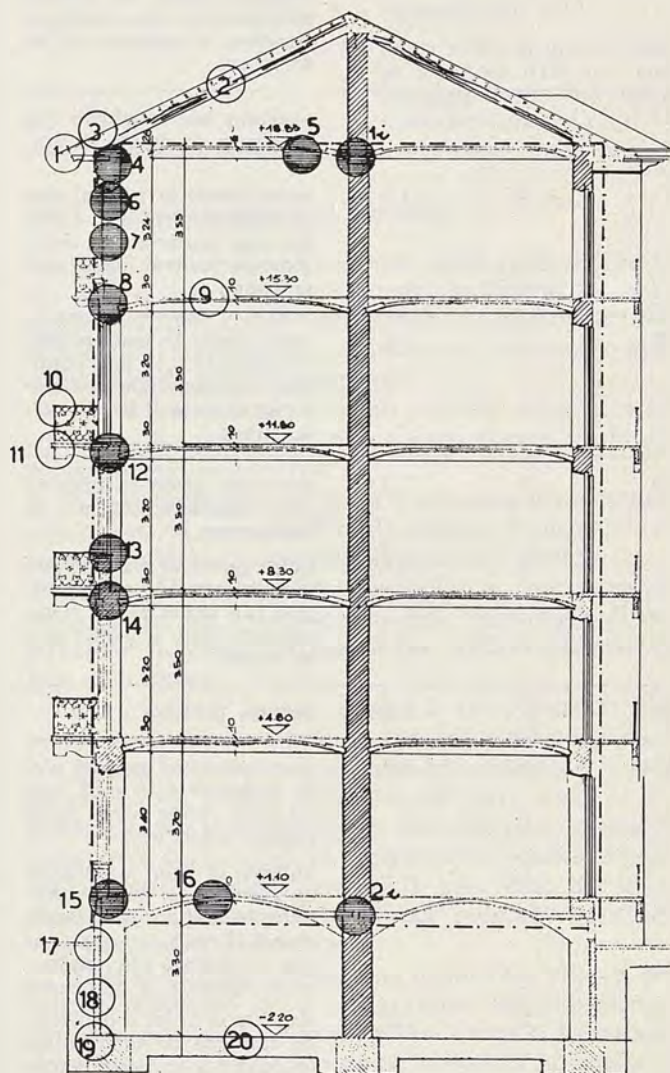


Fig. 1 Esempio di scomposizione di un edificio nelle sue parti e connessioni e di individuazione delle parti interessanti la caratterizzazione energetica (1).

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
[15]	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 (spessore 0,25 mt.) e pavimento allo estradosso, (da verificare presenza e spessore di intonaco all'intradosso)
	1		apertura nell'involucro (da verificare se dotata di grata)
	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,25 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[16]	2	2.2.1.	volta a (da verificarne la tipologia) del locale cantina, in mattoni pieni (spessore 0,08 mt.) con riempimento di spessore decrescente sino a essere nullo nel centro volta e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso, (da verificare presenza di intonaco all'intradosso)
17	1		apertura nell'involucro (da verificare se dotata di grata)
	1	1.1.1.1.	muro pieno in pattoni pieni (spessore 0,15 mt.) contiguo con materiale di riempimento sotto il livello della strada
18	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,15 mt.) contiguo con materiale di riempimento sotto il livello della strada.
19	2	2.2.1.	muratura piena in mattoni pieni (spessore 1,00 mt.) di fondazione
	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,15 mt.) contiguo con materiale di riempimento sotto il livello della strada
20	1	1.2.1.1.	battuto di terra
[11]	3=2	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.), con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione continua al vano sottotetto, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.), con intonaco allo intradosso (da verificare lo spessore di intonaco)
	2	2.2.1.	imposta di volta a padiglione contigua al vano sottotetto, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.), con intonaco allo intradosso (da verificare lo spessore di intonaco)

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
[21]	3=2	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.), con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	3=2	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,56 mt.), con intonaco sulle due facce (spessore 0,02)
	2	2.2.1.	imposta di volta a (verificarne la tipologia) del locale cantina, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt) con sovrastante riempimento (spessore 0,25 mt.) e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso. Da verificare la presenza e spessore di intonaco all'intradosso
	2	2.2.1.	imposta di volta a (verificarne la tipologia) del locale cantina, in mattoni pieni (spessore 0,12 mt.) con sovrastante riempimento (spessore 0,25 mt.) e pavimento (spess. da verific.) all'estradosso. Da verificare presenza e spessore di intonaco.

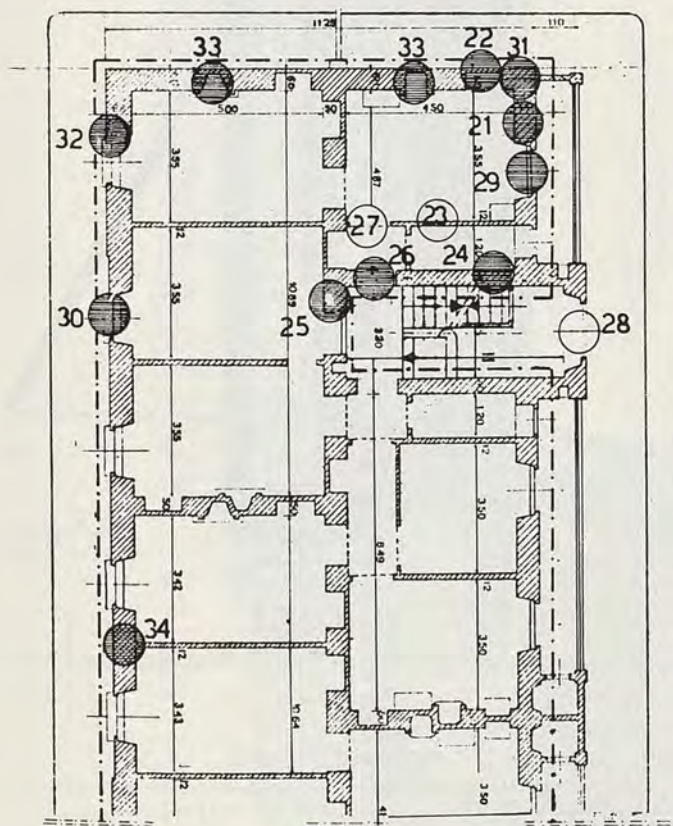
PIANTA (2)

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
[21]	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[22]	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,25 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
23	3	3.1.1.1.	tramezzo in mattoni forati (spessore 0,08 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[24]	3=2	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,36 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[25]	3=2	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
[26]	3	3.1.1.2.	serramento (porta) di accesso alloggio a due ante con pannelli

(2) Relativamente alle connessioni tra muro e serramento indicate nella pianta allegata, data la scala grafica usata, non vengono indicati gli spazi esistenti nella muratura per lo scorrimento interno delle persiane, spazio che comunque è stato descritto tipologicamente.

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
27	3	3.1.1.2.	serramento (porta) a un'anta di comunicazione all'interno dell'alloggio. (Da verificare la presenza di parti trasparenti)
28	1	1.1.1./2.2.	serramento (porta) di accesso edificio a due ante con elementi inferiori opachi ed elementi superiori trasparenti
[29]	1	1.1.2.2.	serramento (portafinestra) a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
[30]	1	1.1.2.2.	serramento (finestra) a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa.
[31]	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,56 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,56 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02)

Riferimento nel disegno	Classe di ruolo	Sub-Sistema	Tipologia
[32]	1=2	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,56 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.) con mazetta in mattoni per battuta del telaio del serramento (spessore 0,12 mt.), larghezza circa 0,08 mt.), e con spazio interno per lo scorrimento delle persiane
	1	1.1.2.2.	serramento (finestra) a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa
[33]	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore da 0,12 a 0,60 mt.), presentante vano tecnico interno per il passaggio della canna fumaria del camino
[34]	1	1.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,46 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)
	3	3.1.1.1.	muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,08 mt.) con intonaco sulle due facce (spessore 0,02 mt.)



SEZIONE ORIZZONTALE - Linea che delimita il volume riscaldato — — — — —

Fig. 2 Esempio di scomposizione di un edificio nelle sue parti e connessioni e di individuazione delle parti interessanti la caratterizzazione energetica ⁽¹⁾.

2.1.3. Documentazione di supporto

Nella precedente elencazione delle parti dell'edificio non ci sono ancora elementi sufficienti da consentire la definizione dei livelli prestazionali delle soluzioni tecnologiche considerate (argomento specifico del paragrafo successivo).

Per avere tutti gli elementi sarebbe necessario un rilievo molto preciso ed una comprensione totale del procedimento costruttivo.

Non sempre però si ha la possibilità di realizzare tale rilievo ed in particolare di stabilire le tecniche costruttive e le caratteristiche di materiali utilizzati.

In questi casi si limita l'indagine a delle supposizioni basate sulla conoscenza delle tecnologie di costruzione in genere utilizzate per edifici realizzati in una data epoca.

Per facilitare questa ricerca è stato iniziato uno studio su manuali e testi di procedimenti costruttivi.

Queste informazioni, raccolte in schede con la rappresentazione grafica delle singole parti, sono da intendere come il supporto per l'analisi delle modalità costruttive degli edifici, in funzione dell'isolamento termico offerto e delle possibilità di intervento per le integrazioni. L'insieme delle schede potrebbe costituire una banca dati di tipo aperto.

Essa sostituisce quanto non fornito dal rilievo, per potere procedere nello svolgimento del programma (in altre parole: quando mancano i dati si formulano delle ipotesi, utilizzando come supporto la banca di schede). Nel seguito vengono riportati alcuni esempi di schede che si riferiscono a tipologie edilizie caratteristiche di edifici dei primi anni del secolo.

C'è da precisare che tali schede non sono specificatamente pertinenti all'edificio assunto come esempio in questa trattazione (VI Quartiere IACP di Torino).

Tale mancanza di specifica rispondenza non è da intendere come un limite al corretto svolgimento delle fasi del programma, ma al contrario si inserisce coerentemente nell'ottica di approccio metodologico caratterizzante questa fase della ricerca.

Inoltre, le schede possono costituire un primo repertorio di soluzioni tecnologiche di elementi costruttivi in relazione al periodo di realizzazione dell'edificio, e alle singole procedure costruttive utilizzate.

Ciascuna scheda riporta i riferimenti della lista generale relativa alla scomposizione dell'edificio nelle sue parti secondo classe di ruolo e subsistemi, e una breve descrizione costruttiva.

Per esigenze di formato, le rappresentazioni grafiche sono state ridotte dimensionalmente rispetto alle originali, per cui le dimensioni presenti non corrispondono più alle scale indicate, e si devono ricavare con riferimento alle nuove scale.

Le due schede riportate ad esempio, estratte da un manuale, si riferiscono a soluzioni costruttive tra loro diverse.

TIPOLOGIA A:

1.1.1.1. muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,30 - 0,36 mt) con intonaco sulle due facce (spessore 0,015 mt) e presentante modanature in pietra sulla facciata esterna, in corrispondenza del voltino superiore e lungo il riquadro dell'apertura.

2.2.1. solaio in legno, con tavolato all'intradosso, materiale di riempimento tra i travetti, e pavimento in legno all'estradosso.

1.1.2.2. serramento (finestra) in legno a doppio battente, con scuri interni e persiana avvolgibile con casonetto al di sotto del voltino, inclinabile.

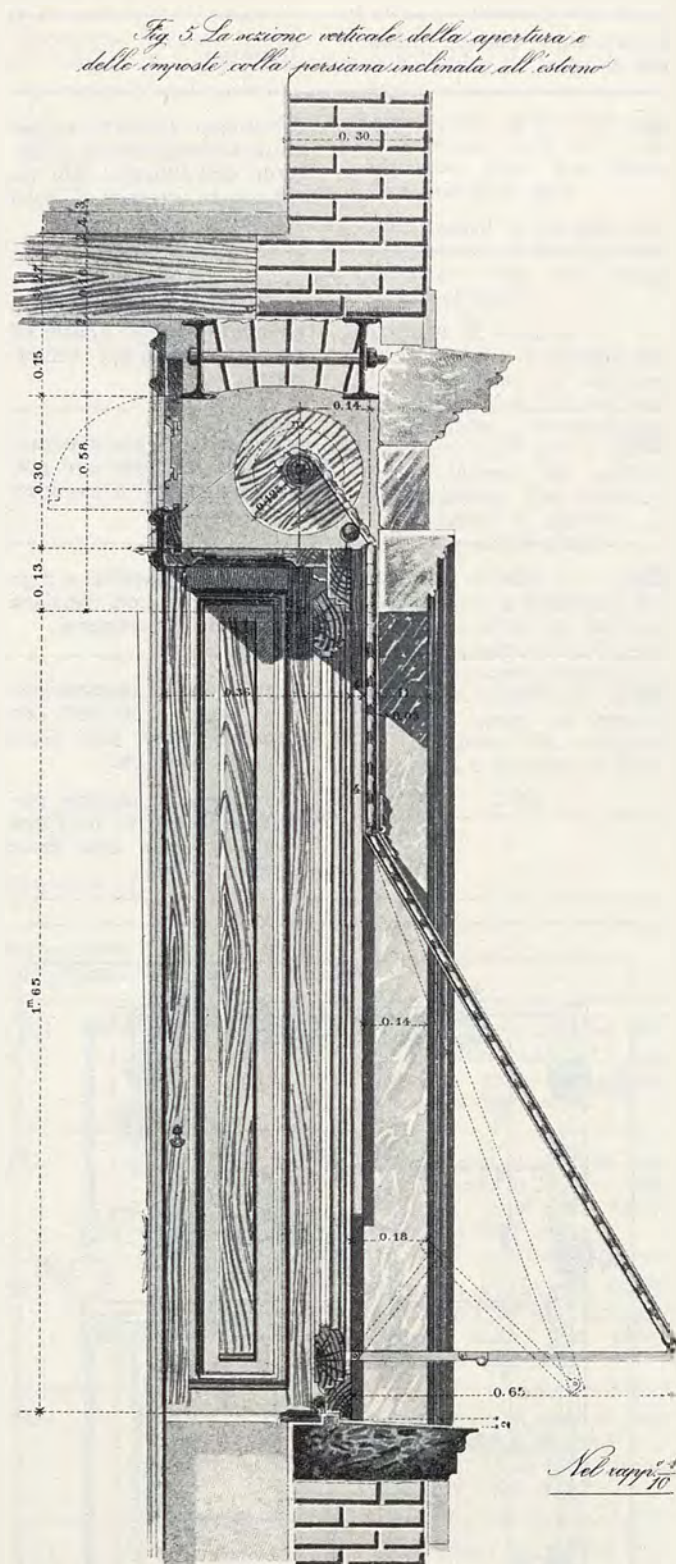
TIPOLOGIA B:

1.1.1.1. muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,30 mt) con intonaco sulle due facce (spessore 0,015 mt) e riquadro in pietra sulla faccia esterna, con sovrastante davanzale in pietra.

1.1.2.2. serramento (finestra) in legno a doppio battente, con scuri interni e persiana avvolgibile con casonetto al di sotto del voltino, inclinabile.

A CONNESSIONE

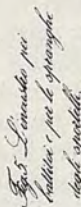
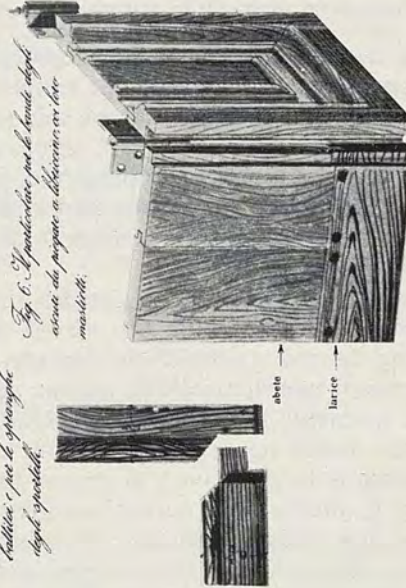
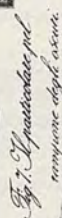
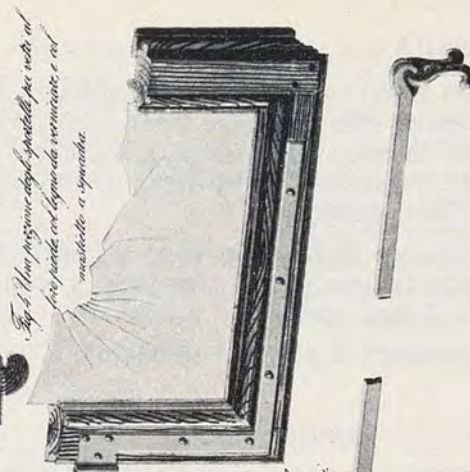
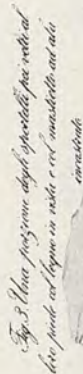
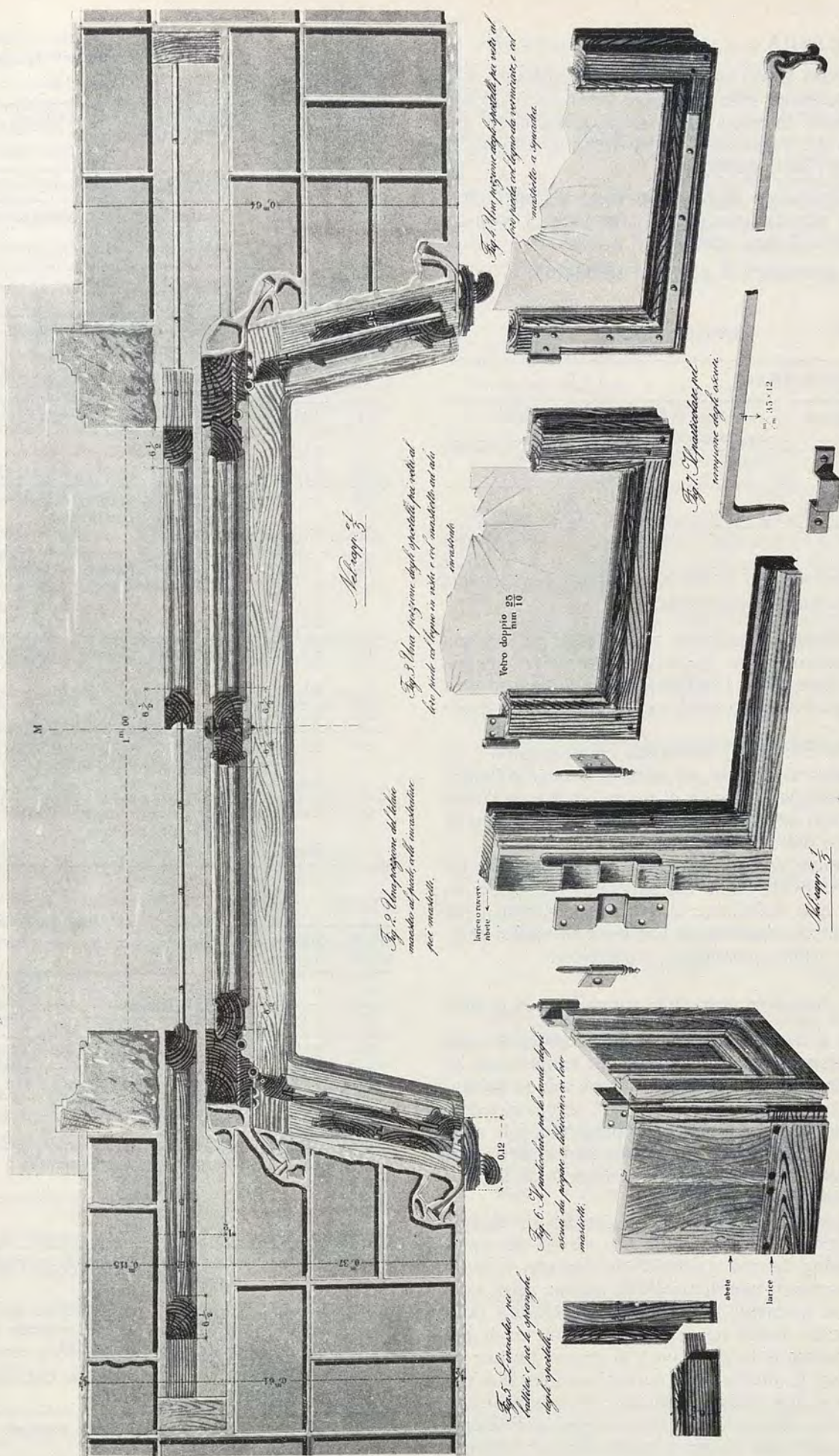
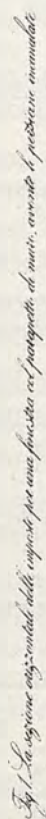
CLASSE DI RUOLO	L=2
SUB-SISTEMA	1.1.1.1.
CLASSE DI RUOLO	2
SUB-SISTEMA	2.2.1.
CLASSE DI RUOLO	1
SUB-SISTEMA	1.1.2.2.



da: « La pratica del fabbricare » di Carlo Formenti, anno 1893.

B CONNESSIONE

CLASSE DI RUOLO	1 (1=2)
SUB-SISTEMA	1.1.1.1.
CLASSE DI RUOLO	1
SUB-SISTEMA	1.1.2.2.



ULRICO HOEPLI, Editore MILANO

C.FORMENTI - LA PRATICA DEL FABBRICARE

da: « *La pratica del fabbricare* » di Carlo Formenti, anno 1893.

(1) TIPOLOGIA:

1.1.1.1. muro pieno in mattoni pieni (spessore 0,61 mt) con intonaco sulle due facce (spessore 0,015 mt) con mazzetta in pietra, presentante modanature, per la battuta del serramento, e con spazio interno per lo scorrimento delle persiane.

1.1.2.2. serramento (finestra) in legno a doppio battente con persiane scorrevoli a scomparsa e scuri interni a tutta altezza, ripieghevoli a libro.

(2-3-4-6) particolari di parti del serramento.

(1) CONNESSIONE

CLASSE DI RUOLO	L=2
SUB-SISTEMA	1.1.1.1.
	L.
SUB-SISTEMA	1.1.2.2.

2.2. Definizione dei livelli prestazionali fisico-tecnici delle soluzioni tecnologiche

Un edificio climatizzato equivale ad un sistema termodinamico aperto in grado di scambiare energia termica e massa con l'ambiente circostante attraverso la sua superficie di controllo costituita dall'involucro edilizio.

Note le condizioni climatiche caratterizzanti i sistemi ambientali interno ed esterno, per controllare il flusso di energia termica e di massa attraverso l'involucro edilizio occorre conoscere il comportamento fisico-tecnico dell'involucro stesso.

La caratterizzazione di detto comportamento, attraverso l'individuazione dei parametri termofisici significativi e la definizione dei livelli prestazionali ad essi attribuibili, conduce ad una corretta analisi energetica del sistema tecnologico « edificio ».

2.2.1. Parametri termofisici caratterizzanti le parti

Poiché il trasferimento di energia termica avviene solo in presenza di una differenza di temperatura ed il trasferimento di massa (aria) avviene solo in presenza di una differenza di pressione, delle soluzioni tecnologiche descritte nel precedente paragrafo 2.1. sono da prendere in considerazione solo quelle che si trovano soggette ad un gradiente termico o ad un gradiente barico.

Per quanto riguarda il trasferimento di energia termica occorre dunque limitare lo studio alle soluzioni tecnologiche che costituiscono superfici di frontiera fra ambienti interni riscaldati ad una certa temperatura ed ambienti a differente temperatura (ambiente esterno, locali non riscaldati, serre, ecc.); per quanto riguarda il trasferimento di massa occorre invece limitare lo studio alle soluzioni tecnologiche che costituiscono superfici di frontiera fra ambienti interni ad una certa pressione ed ambienti a differente pressione (ambiente esterno e locali dotati di impianti di immissione o di estrazione dell'aria).

Sezione

Riferim. nel dis.	Sub-Sistema	Descrizione	Ruolo Energetico
4	1.1.1.1. 2.1.1.	Giunto tra parete verticale e soffitto di sottotetto	ES
5	2.2.1.	Soffitto di sottotetto	SD
6	1.1.1.1. 1.1.2.2.	Giunto tra parete verticale e serramento (veletta)	ES PA
7	1.1.2.2.	Serramento	SD PA
8	1.1.1.1. 1.1.1.1. 2.2.1.	Giunto tra parete verticale e solaio interpiano	ES
12	1.1.1.1. 1.1.2.2. 2.2.1.	Giunto tra parete verticale e solaio interpiano	ES
13	1.1.2.2. 1.1.1.1.	Giunto tra parete verticale e serramento (davanzale)	ES PA
14	1.1.1.1. 1.1.1.1. 2.2.1.	Giunto tra parete verticale e solaio interpiano	ES
15	2.2.1. 1.1.1.1.	Giunto tra parete verticale e solaio primo piano	ES
16	2.2.1.	Solaio primo piano	SD
1i	3.1.1.1. 2.2.1.	Giunto tra tramezzo interno e soffitto di sottotetto	ES
2i	3.1.1.1. 2.1.1.	Giunto tra tramezzo interno e solaio primo piano	ES

Pianta

Riferim. nel dis.	Sub-Sistema	Descrizione	Ruolo Energetico
21	1.1.1.1.	Muratura verticale s = 0,50 m	SD
22	1.1.1.1.	Muratura verticale s = 0,29 m	SD
24	3.1.1.1.	Muratura verticale s = 0,40 m	SD
25	3.1.1.1.	Muratura verticale s = 50 m	SD
26	3.1.1.2.	Serramento (porta)	SD PA
29	1.1.2.2.	Serramento (porta-finestra)	SD PA
30	1.1.2.2.	Serramento (finestra)	SD PA
31	1.1.1.1. 1.1.1.1.	Angolo tra due pareti verticali (sporgente)	ES
32	1.1.1.1. 1.1.2.2.	Giunto tra parete verticale e serramento (mazzetta)	ES PA
33	1.1.1.1.	Muratura verticale	ES
34	1.1.1.1. 3.1.1.1.	Giunto tra parete verticale esterna e tramezzo	ES

In tabella sono riportate, con riferimento alla metodologia di lettura dell'edificio già in precedenza illustrata, le soluzioni tecnologiche interessate dagli scambi termici e di massa. Di dette soluzioni tecnologiche è segnalato il ruolo energetico con la simbologia qui sotto riportata:

- SD superficie piana disperdente
- ES eterogeneità strutturale
- PA elemento permeabile all'aria.

In relazione al ruolo energetico rivestito sono diversi i parametri termofisici significativi.

Da quanto esposto consegue che tutte le classi ed i sub-sistemi individuati nel paragrafo 2.1. (involucro, struttura, partizione) possono essere interessati in sede di analisi energetica dell'edificio, purché giacciono sulle superfici di frontiera che delimitano il volume riscaldato.

Particolare attenzione va posta allo studio delle eterogeneità strutturali quali:

- giunti tra pareti e serramenti (mazzette, velette, davanzali);
- angoli tra due pareti esterne (siano essi sporgenti o rientranti);
- giunti tra pareti e pavimenti su passaggi aperti, su cantine o su box;
- giunti tra pareti e terrazze o soffitti di sottotetto;
- giunti tra pareti e solai interpiano;
- giunti tra pareti e solai o tramezzi interni;
- elementi strutturali ad elevata conduttanza termica inseriti in altri a conduttanza inferiore (pilastri).

Nelle figg. 1 e 2 sono evidenziate, rispettivamente sulla sezione trasversale e sulla sezione orizzontale, le parti interessanti ai fini energetici con riferimento all'edificio preso ad esempio; la linea a tratto e punto individua la superficie di frontiera del volume riscaldato.

Il fenomeno del trasferimento dell'energia termica attraverso le superfici piane disperdenti è il più importante per l'incidenza percentuale che esso ha sulla entità complessiva delle dispersioni termiche dell'edificio. Il flusso termico è con buona approssimazione monodimensionale ed in regime termico stazionario le dispersioni possono essere valutate con la nota relazione (3).

$$Q_0 = K S \Delta t \quad [W]$$

dove K è la trasmittanza termica areica $[W/m^2 \cdot ^\circ C]$

S è la superficie disperdente $[m^2]$

Δt è la differenza di temperatura $[^\circ C]$

Con queste ipotesi il parametro termofisico significativo è soltanto la trasmittanza termica areica K .

(3) Norma UNI-CTI 7357/74, *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici*, e relativo progetto di aggiornamento.

Allo scopo di meglio descrivere il comportamento fisico-tecnico di un componente edilizio interessato da un trasferimento di energia termica alcuni Autori (4) hanno suggerito di suddividere i parametri termofisici caratterizzanti detto comportamento in « primari » e « secondari », definendo « secondari » quelli ottenibili dai « primari » attraverso relazioni matematiche.

Relativamente ai fenomeni di scambio termico, per ognuno degli strati che compongono una superficie piana disperdente si definiscono parametri termofisici « primari » i seguenti:

- spessore s $[m]$
- conduttività termica λ $[W/m \cdot ^\circ C]$
- massa volumica ρ $[kg/m^3]$
- calore massico c $[J/kg \cdot ^\circ C]$
- conduttanza termica unitaria equivalente (solo per le intercapedini d'aria e per i materiali non omogenei) C $[W/m^2 \cdot ^\circ C]$

Mentre si possono definire parametri termofisici « secondari » i seguenti (indicando con « i » il numero d'ordine di ciascun strato componente la superficie piana disperdente):

- conduttanza termica unitaria (areica) dello strato i-esimo

$$C_i = \frac{\lambda_i}{s_i} \quad [W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

- trasmittanza termica unitaria (areica)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{1}{C_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

con α_i e α_e le adduttanze unitarie interna ed esterna

- resistenza termica unitaria (areica)

$$R = 1/K \quad [m^2 \cdot ^\circ C/W]$$

- massa unitaria frontale (cioè massa totale per unità di superficie frontale)

$$M_f = \sum \rho_i s_i \quad [kg/m^2]$$

- capacità termica frontale, (che rappresenta l'energia termica immagazzinata nella parete per ogni grado di aumento della sua temperatura media e riferita alla superficie frontale della parete stessa)

$$C_f = \sum \rho_i s_i c_i \quad [J/m^2 \cdot ^\circ C]$$

- costante di tempo

$$RC = R C_f \quad [s]$$

(4) B. BONI CASTAGNETI, M. CALI, G. VERONESI, *Un campione di componenti tratti dalla banca dati automatica dei componenti edilizi*, in Atti del III Seminario Informativo sul Risparmio di Energia nel Riscaldamento degli Edifici, CNR-PFE, ed. PEG, Milano, 1980.

— costante di tempo termica

$$TTC = \sum \frac{C_{fi}}{K_i^*} \quad [s]$$

in cui

$$C_{fi} = \rho_i S_i c_i \quad [J/m^2 \text{ } ^\circ C]$$

$$\frac{1}{K_i^*} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{S_{i-1}}{\lambda_{i-1}} + \frac{1}{2} \frac{S_i}{\lambda_i} \quad [m^2 \text{ } ^\circ C/W]$$

oppure

$$\frac{1}{K_i^*} = \frac{1}{2} \frac{S_i}{\lambda_i} + \frac{S_{i+1}}{\lambda_{i+1}} + \dots + \frac{S_{n-1}}{\lambda_{n-1}} + \frac{S_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i} \quad [m^2 \text{ } ^\circ C/W]$$

Come si può vedere, al solo parametro K (trasmissione termica areica) possono essere aggregati meno noti parametri termofisici « secondari », come la massa frontale, la capacità termica frontale, la costante di tempo e la costante di tempo termica, tutti parametri che contribuiscono a meglio definire il comportamento termico di una superficie piana disperdente.

Il corretto studio del comportamento di un componente edilizio in regime termico dinamico deve essere condotto considerando sia le temperature che i flussi termici come variabili del tempo e, tralasciando i metodi di calcolo rigorosi, si può fare riferimento a parametri sintetici, come la costante di tempo RC e la costante di tempo termica (Thermal Time Constant) TTC .

Se si moltiplica la capacità termica frontale C_f per la resistenza termica R si ottiene il parametro detto « costante di tempo RC », il quale, mutuando i concetti dall'elettronica, nell'ipotesi che la resistenza e la capacità complessiva della parete siano concentrate e non distribuite come sono in realtà, da un'idea del decremento esponenziale di una perturbazione di temperatura esterna od interna.

Il parametro RC descrive però in maniera imperfetta le proprietà termiche di una parete, soprattutto perché per calcolarlo si suppone che la resistenza termica e la capacità termica siano concentrate e quindi non si tiene conto dell'ordine con cui si succedono gli strati, ordine che è determinante per il comportamento termico effettivo della struttura. Per ovviare a questo inconveniente, ma allo stesso tempo identificare il comportamento termico in regime variabile di un componente edilizio facendo ricorso ad un solo parametro, è stata individuata la « costante di tempo termica TTC », definita come il rapporto fra la quantità di calore accumulata nella parete per unità di incremento di temperatura C_f ed il flusso termico K_i^* trasmesso per una differenza unitaria di temperatura, tutti e due riferiti alla superficie frontale.

Per calcolare il parametro TTC relativo ad una parete composta da più strati si sommano i contributi di ogni strato; la grandezza K_i^* rappresenta il flusso termico che raggiunge la sezione mediana dello strato i -esimo. Se si sceglie come ordine di successione degli

strati quello dall'esterno all'interno si ottiene la costante di tempo termica « esterna », procedendo in senso inverso, dall'interno all'esterno, si ottiene invece la costante di tempo termica « interna »; la prima rappresenta la risposta del componente edilizio alle perturbazioni termiche esterne (variazioni delle condizioni climatiche esterne), la seconda la risposta alle perturbazioni termiche interne (intermittenza di riscaldamento).

Il fenomeno del trasferimento dell'energia termica attraverso le eterogeneità strutturali (ponti termici) è caratterizzato da un flusso termico non monodimensionale. La valutazione delle dispersioni termiche viene correntemente condotta in regime termico stazionario con una relazione del tipo ⁽⁵⁾

$$Q_c = k L \Delta t \quad [W]$$

dove k è la trasmittanza termica lineica $[W/m \text{ } ^\circ C]$

L è la dimensione caratteristica della eterogeneità strutturale $[m]$

Δt è la differenza di temperatura $[^\circ C]$

In questo caso il parametro termofisico significativo è la trasmittanza termica lineica k e non risulta necessario fare riferimento a parametri sintetici di altro tipo in quanto l'influenza del regime termico non stazionario risulta trascurabile.

Il fenomeno del trasferimento della massa (aria) attraverso i componenti edilizi permeabili all'aria è caratterizzato da infiltrazioni « parassite », dovute al vento ed al tiraggio termico, e ad infiltrazioni « artificiali », conseguenti alla periodica apertura dei serramenti. Il fenomeno può anche essere controllato artificialmente con l'installazione di sistemi impiantistici per l'aerazione meccanica degli ambienti.

Sia nel caso della ventilazione naturale che in quello della ventilazione meccanica la valutazione delle dispersioni termiche per ventilazione viene condotta facendo ricorso ad una relazione del tipo ⁽⁵⁾

$$Q_v = \rho c q_v \Delta t \quad [W]$$

dove ρ è la massa volumica dell'aria $[kg/m^3]$

c è il calore massico dell'aria $[J/kg \text{ } ^\circ C]$

q_v è la portata volumica di ventilazione $[m^3/s]$

Δt è la differenza di temperatura $[^\circ C]$

Nel caso di ventilazione naturale la quota di portata volumica di ventilazione dovuta al comportamento fisico-tecnico dell'involucro edilizio è solo quella per infiltrazioni parassite ed è stato dimostrato ⁽⁶⁾,

⁽⁵⁾ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, *Règles Th - règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction*, in Cahier n. 184, novembre 1977.

⁽⁶⁾ U. MONACO, *Ottimizzazione energetica dei serramenti esterni*, in Atti del III Seminario Informativo sul Risparmio di Energia nel Riscaldamento degli Edifici, CNR-PFE, ed. PEG, Milano, 1980.

per via sperimentale, che essa è funzione della lunghezza della giunzione del serramento, della velocità del vento e della differenza di temperatura fra ambiente interno ed ambiente esterno tramite un parametro adimensionale « a », denominato « coefficiente di permeabilità all'aria del serramento » e caratteristico del serramento stesso. Detto parametro è in questo caso il parametro termofisico rappresentativo del comportamento fisico-tecnico del componente edilizio.

A margine di quanto sopra detto sulla caratterizzazione fisico-tecnica dei componenti edilizi, va infine ricordato il fenomeno della diffusione del vapore acqueo attraverso i componenti stessi. Pur non entrando nel merito dell'analisi di questo fenomeno è opportuno richiamare i parametri « primari » che lo caratterizzano e cioè:

- permeabilità al vapore acqueo μ [kg/s m Pa]
- permeanza al vapore acqueo M [kg/s m² Pa]

Detti parametri sono significativi dello svolgersi di un fenomeno che indirettamente, ma sostanzialmente, modifica il fenomeno precedentemente considerato del trasferimento di energia termica.

2.2.2. Parametri termofisici caratterizzanti l'insieme

L'analisi energetica dell'edificio attraverso la caratterizzazione del comportamento fisico-tecnico dei componenti dell'involucro edilizio è condizione necessaria, ma non sufficiente per stabilire il livello prestazionale del sistema tecnologico « edificio » nel suo insieme. A seguito di tale considerazione si rende opportuna l'individuazione di parametri sintetici caratterizzanti il comportamento fisico-tecnico dell'intero edificio.

Per quanto riguarda il trasferimento di energia termica viene definito il coefficiente volumico di dispersione termica

$$C_d = \frac{Q_d}{V \Delta t} \quad [W/m^3 \text{ } ^\circ C]$$

dove Q_d è la dispersione termica attraverso l'involucro (comprese le eterogeneità strutturali) [W]

V è il volume lordo riscaldato [m³]

Δt è la differenza di temperatura in condizioni di progetto [°C]

Definito C_d , risulta poi possibile ricavare la trasmittanza termica areica media ponderale per tutte le parti disperdenti dell'involucro (superfici piane ed eterogeneità strutturali) utilizzando la relazione

$$K_m = \frac{C_d}{S/V} \quad [W/m^2 \text{ } ^\circ C]$$

dove S è la somma di tutte le superfici disperdenti [m²]

Lo studio approssimato del comportamento in regime variabile di un intero edificio si conduce consi-

derando l'analogo elettrico in cui i flussi di calore nell'unità di tempo sono assimilati a correnti elettriche, le temperature sono assimilate a potenziali elettrici ed il complesso delle strutture dell'edificio (pareti perimetrali, orizzontamenti e divisori) e di quanto in esso contenuto sono assimilati ad una capacità termica concentrata connessa con l'ambiente esterno a mezzo di una resistenza termica pari all'inverso della trasmittanza complessiva dell'edificio. La costante di tempo di un circuito così concepito è il prodotto RC già descritto in precedenza per i singoli componenti edilizi.

Per quanto riguarda il trasferimento di massa, per l'intero edificio si è definito il coefficiente volumico di ventilazione

$$C_v = \frac{Q_v}{V \Delta t} \quad [W/m^3 \text{ } ^\circ C]$$

dove Q_v è la potenza termica associata con il riscaldamento della portata d'aria di ventilazione [W]

Numerosi lavori di ricerca intesi ad individuare altri parametri sintetici caratteristici del comportamento fisico-tecnico dell'insieme sono ancora in corso di svolgimento.

2.2.3. Livelli prestazionali

I livelli prestazionali del sistema tecnologico « edificio » sono rappresentati dai valori che assumono i vari parametri termofisici delle parti e dell'insieme descritti in precedenza.

Difficile è stabilire i singoli valori ottimali, anche in considerazione della complessa interazione dei fenomeni di trasferimento dell'energia termica e della massa, in regime stazionario e non.

Nella vigente normativa (7) (8) risultano sottoposti a controllo (ma non per tutte le tipologie edilizie) i seguenti parametri:

- M_f massa unitaria frontale
- K trasmittanza termica areica
- C_d coefficiente volumico di dispersione termica
- C_v coefficiente volumico di ventilazione

ed i valori ammissibili indicati riguardano soltanto edifici di nuova costruzione.

Nel caso del patrimonio edilizio esistente si pongono quindi due problemi distinti:

- la valutazione dei livelli prestazionali dell'esistente in relazione al suo stato di conservazione (cfr. par. 2.4.);
- la determinazione dei livelli prestazionali di riferimento ai fini del riconoscimento delle carenze prestazionali (cfr. par. 3.2.).

(7) Legge 5 agosto 1975, n. 412. *Norme sull'edilizia scolastica e piano finanziario di intervento.*

(8) Legge 30 aprile 1976, n. 373, *Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, e relativi documenti di applicazione.*

2.3. Stato di conservazione

L'analisi di un edificio preesistente, attuata tramite la sua scomposizione in parti, è sempre rivolta a definire e rappresentare situazioni che non corrispondono alla realtà se non viene esaminato lo stato di conservazione delle singole parti e, dei singoli elementi che le compongono.

Nelle fasi di lavoro sin qui indicate metodologicamente i vari passaggi portano alla individuazione, descrizione e rappresentazione delle parti assunte come integre, condizione rappresentata in realtà solo da un edificio in costruzione o recentemente costruito (in funzione comunque anch'essa della qualità della progettazione ed esecuzione).

È necessario quindi, esaminando costruzioni preesistenti, porsi necessariamente nell'ottica di una ulteriore analisi delle singole parti costituenti, al fine di verificare le attuali condizioni di integrità rispetto a quelle presenti all'epoca di costruzione, tenendo conto non solo delle modificazioni subite nel tempo a causa del degrado dovuto a carenze di manutenzione, o agli agenti atmosferici, ma anche di altri possibili interventi dei quali possono essere state oggetto.

Tali variazioni di condizioni devono essere esaminate per eliminare le eventuali cause di danni, se ancora in atto, o comunque per assumere le variazioni verificatesi come dati da analizzare, in quanto in grado di influenzare la natura e le modalità degli interventi di integrazione da effettuare.

La casistica relativa ai diversi aspetti che il degrado può avere assunto su ognuna delle parti tecnologiche di un edificio è tale che risulta estremamente difficile da affiancare a priori ad uno strumento d'indagine rigoroso e predeterminato, per cui è necessaria un'analisi dettagliata specifica e, spesso molto diversa, relativamente ad ogni edificio sul quale si intendono individuare le possibilità di intervento di integrazione.

Relativamente a qualsiasi situazione di preesistenza, pare comunque opportuno individuare in prima analisi se le condizioni con le quali al momento dell'osservazione si presenta sono dovute a fenomeni di variazioni nel tempo o a carenze progettuali già esistenti all'atto della costruzione.

A titolo di esempio è riscontrabile in alcuni casi nelle strutture murarie presenza di umidità ascendente dal sottosuolo, in assenza di opportuni vespai e opere di impermeabilizzazione delle fondazioni, poiché all'epoca della costruzione le consuetudini abitative comportavano di incentrare le attività legate all'abitare ai piani superiori, mentre il piano terreno era adibito ad usi di servizio, od altro. In un'ipotesi di riuso, al contrario, date le mutate esigenze degli utenti e la generale carenza di spazio, può risultare conveniente anche l'uso dei locali a piano terreno, per i quali si impone però un risanamento delle parti e degli elementi costruttivi degradati.

Quanto ora indicato ad esempio, indica la estrema puntualità con cui occorre effettuare le analisi sulla preesistenza poiché ogni informazione e considerazione rilevata risulta comunque in grado di influenzare direttamente le diverse ipotesi di intervento.

Per contro, molte sono le relazioni che legano le condizioni di degrado oggi presenti con eventuali ca-

renze progettuali di partenza che solo ora emergono in quanto tali, e delle quali si porterà qualche accenno più avanti, in un paragrafo specifico.

Tali considerazioni sono necessarie per valutare la convenienza a eseguire opere di intervento e integrazione: la loro verifica implica un'analisi del grado di obsolescenza presente, dal quale dipenderà la possibilità di attuare un intervento di ristrutturazione e di risanamento, e che influenzerà la scelta dei metodi operativi conseguenti.

Le carenze del parco abitativo esistenti possono riguardare sia la tipologia funzionale in cui si articolano e distribuiscono gli spazi, sia lo stato di conservazione fisica degli elementi costruttivi costituenti l'edificio. Parallelamente, diverse sono le possibilità di intervento:

— *ristrutturazione*: intesa come intervento di riorganizzazione funzionale degli spazi. Operando in tal senso si rende possibile la scelta di interventi di integrazione anche molto articolati, come l'isolamento effettuato verso l'interno dell'edificio;

— *risanamento*: inteso come intervento volto a migliorare le prestazioni fornite dall'insieme dei sistemi costituenti l'edificio;

— *demolizione*: laddove sia necessario, inteso come intervento volto ad abbattere e rimuovere elementi il cui grado di obsolescenza non ne permette il ricupero.

Da queste considerazioni deriva la necessità di scindere l'*obsolescenza fisica*, relativa ai sub-sistemi tecnologici dell'edificio, dall'*obsolescenza funzionale/distributiva*, relativa ai problemi di organizzazione degli spazi.

L'analisi di esse permette di individuare un altro fattore in grado di influenzare l'intervento, e direttamente collegato alla scelta di una delle tre ipotesi di trasformazione: il *grado di disponibilità al recupero delle preesistenze*. Quest'ultimo può essere posto in relazione a due diversi parametri: l'agevole fattibilità e l'economicità di ripristino.

Ad essi, ai fini di una corretta valutazione degli interventi da ipotizzare, deve essere affiancato un terzo: la *vocazionalità* di un edificio. (Esistono infatti tipologie presentanti una specifica vocazionalità: un capannone industriale può essere più facilmente trasformato in un asilo nido o scuola, piuttosto che in abitazione e, dati i diversi tempi e modalità di fruizione, diverse potranno essere le ipotesi di integrazione ai fini del contenimento dei consumi energetici).

È quindi all'interno della vocazionalità che si dovrà attuare l'intervento, compatibilmente con la necessità di raggiungere i livelli qualitativi voluti, individuando i parametri da utilizzare per la valutazione dell'*inefficienza* del sistema preesistente (relativa al degrado fisico delle sue parti, tale da non permettergli più il soddisfacimento dei requisiti ambientali, a causa di un abbassamento del livello qualitativo offerto).

Al riguardo dell'obsolescenza fisica, una certa parte dell'edificio può presentarsi con un grado di conservazione compromesso. A seconda delle caratteristiche specifiche della parte in esame, del suo stato di degrado e del ruolo funzionale che essa gioca nei confronti

del sistema-edificio inteso nel suo complesso, pare opportuno indicare alcune ipotesi di valutazione che presumibilmente si pongono qualora ci si trovi ad analizzare una specifica realtà costruttiva.

Esse, nei riguardi dell'attuale ricerca volta ad individuare un approccio metodologico per lo studio sulla preesistenza ai fini del contenimento dei consumi energetici, possono costituire un corretto supporto alle analisi da effettuare poi su esempi reali e specifici, ma in tale fase non pretendono di fornire strumenti esauritivi e predeterminati, quanto piuttosto una traccia di lavoro che sarà da verificare, modificare ed ampliare qualora si potrà approfondire l'analisi in un contesto reale e specifico.

Presumibilmente, quindi, l'analisi dello stato di conservazione di una parte dell'edificio compromessa comporterà la verifica e valutazione di alcune condizioni:

1 - la parte, o alcuni elementi che la compongono, permette di essere ripristinata, e tale ripristino, necessario per riportarla alle condizioni di progetto, è già di per se stesso sufficiente per consentire a questa di offrire livelli prestazionali soddisfacenti rispetto agli obiettivi. In tale caso, un intervento di integrazione per migliorare l'isolamento termico offerto dalla parte, risulta non più necessario;

2 - La parte, o alcuni degli elementi che la compongono, permette di essere ripristinata, ma tale operazione non risulta sufficiente al raggiungimento dei livelli prestazionali richiesti nei termini dell'isolamento termico, per cui si impone la necessità di affiancare alle operazioni di ripristino anche quelle di un intervento di integrazione.

In tal caso è evidente che l'esigenza di attuare integrazioni influenzerà direttamente la natura dell'intervento di ripristino sulla parte. Potrebbe così risultare più conveniente operare modificazioni su di essa tali da non consentire di riportarla più alle condizioni di progetto. Quest'ultima considerazione permette di evidenziare la necessità, precedentemente esposta, di effettuare in prima analisi una verifica volta ad individuare se le condizioni, rilevate al momento dell'osservazione, sono dovute a degrado nel tempo o a carenze progettuali di partenza. Come già detto, per quest'ultima ipotesi saranno fatti più avanti accenni specifici;

3 - la parte, o alcuni degli elementi che la compongono, permette di essere ripristinata, ma tale operazione può comportare costi e difficoltà tali da risultare più conveniente la sua sostituzione. Anche in tale senso valgono le considerazioni svolte a riguardo della ipotesi precedente e, per contro, si evidenzia la necessità di conoscere e poter disporre dei termini in cui si pongono le ipotesi di sub-ottimizzazione relativamente agli obiettivi, al costo, ai livelli prestazionali che si intendono raggiungere e al ruolo che l'utenza può svolgere nell'intervento. Se tali obiettivi e ipotesi si pongono correttamente come informazioni di base all'approccio operativo, la loro conoscenza e valutazione permette di operare le scelte specifiche relative alla sostituzione, ripristino, e integrazione delle parti costituenti l'edificio in esame.

(Ad esempio, un solaio in legno obsoleto, dati particolari obiettivi e situazioni contestuali, può risultare convenientemente oggetto di operazioni di restauro, volti alla sua sostituzione parziale o totale nel mantenimento però delle caratteristiche formali e delle prestazioni da esso fornite all'epoca della costruzione.

Oppure l'intervento può assumere un connotato diverso: la reinterpretazione progettuale del solaio che determina la scelta di un procedimento costruttivo e di una tecnologia diversa dalla preesistente. Tale reinterpretazione può risultare necessaria qualora insostituibile sia la funzione che il solaio svolge all'interno del sistema, ma si vogliano aumentare e/o modificare i livelli prestazionali offerti, per il raggiungimento degli obiettivi posti al programma di intervento).

4 - la parte, o alcuni degli elementi che la compongono, data la sua specifica natura o il livello di obsolescenza fisica raggiunta, non permette di essere ripristinata e deve necessariamente essere sostituita. A riguardo delle ipotesi di integrazione, anche qui valgono le considerazioni svolte al punto 2 e 3.

5 - la parte, o alcuni degli elementi che la compongono, data la sua specifica natura o il livello di obsolescenza fisica raggiunta, non permette di essere ripristinata e non permette di essere sostituita. In questo caso, se il numero delle parti interessate da tali condizioni è molto elevato, tanto da costituire un evento generalizzato all'intero edificio, sarà da porre in termini di oggettiva convenienza l'ipotesi di attuare interventi di integrazione. Se, al contrario, le parti interessate costituiscono un insieme specifico e, spesso, localizzato nei confronti dell'intero sistema, può risultare comunque conveniente ipotizzare interventi di integrazione, ma almeno due saranno gli ordini di problematiche cui bisognerà fare riferimento:

occorrerà verificare se i fenomeni di obsolescenza fisica permanenti nella parte comportano un abbassamento quantitativo dei livelli prestazionali offerti e quindi conseguentemente un corrispondente aumento quantitativo dei livelli prestazionali da demandare ai dispositivi di integrazione. Ciò ovviamente influenza la scelta degli interventi necessari per il miglioramento dell'isolamento termico (vedi successivo paragrafo 2.4.) e inevitabilmente restringe tale scelta nell'ambito degli interventi in grado di fornire livelli prestazionali più elevati e che, parallelamente abbiano natura e caratteristiche compatibili con la parte preesistente;

l'intervento di integrazione dovrà costituire argomento di intervento specifico: ciò per quanto già detto al punto precedente e per la maggior complessità che presumibilmente esso comporterà, poiché dovrà avvenire in condizioni particolari tali da modificarlo sostanzialmente e formalmente. Ad esempio, se la parte interessata è un muro portante d'involucro esterno compromesso dalla presenza di umidità ineliminabile, e se risulta necessario, compatibilmente con gli obiettivi, intervenire con un'integrazione, essa molto probabilmente dovrà essere di natura tale da permettere di superare il vincolo dell'impossibilità di diretti ancoraggi a superfici umide, affinché si evitino fenomeni di passaggio di umidità ai dispositivi di integrazione, sicuramente nocivi a buona parte dei materiali generalmente usati per l'isolamento termico.

2.4. *Livelli prestazionali fisico-tecnici e stato di conservazione*

Poiché il sistema tecnologico « edificio » subisce nel tempo un progressivo degrado sia per l'azione degli agenti atmosferici che per carenze di manutenzione, tale degrado provoca un peggioramento dei livelli prestazionali fisico-tecnici che caratterizzavano i singoli componenti dell'involucro edilizio all'atto della costruzione.

In altre parole ciò significa che si modificano nel tempo i valori numerici attribuibili ai parametri termofisici interessati, allontanandosi dai valori ottimali di progetto in termini sia di qualità ambientale che di qualità energetica.

In linea di principio occorrerebbe definire coefficienti o indici di degrado, funzioni dello stato di conservazione dell'edificio, e correlarli al valore numerico assunto da ciascun parametro termofisico esaminato; ma una correlazione di questo tipo è difficilmente ottenibile, se non a valle di una estesa indagine sistematica sul patrimonio edilizio esistente, indagine a carattere essenzialmente sperimentale.

Considerando che i valori numerici dei parametri termofisici, quali la conduttività termica, la conduttanza termica o la permeabilità all'aria, sono noti solamente in termini indicativi anche per i materiali nuovi (in quanto non è possibile identificare tutte le tecnologie di produzione e tutti i tipi di materiale esistenti sul mercato) è facile comprendere come notevoli siano le difficoltà di valutazione se si vanno a considerare le varie condizioni di esercizio in cui possono essersi trovati i materiali in opera e le conseguenti modifiche di comportamento fisico-tecnico.

Si può comunque affermare che, per definire i livelli prestazionali degli involucri edilizi esistenti, una regola generale da seguire è quella di utilizzare i valori dei parametri termofisici caratteristici dei materiali originali, allo stato integro, ed attribuire ad essi dei coefficienti correttivi ottenuti sulla scorta dei dati di letteratura eventualmente reperibili al riguardo e tali da tenere in conto le effettive condizioni di degrado riscontrabili.

A titolo di esempio, per quanto riguarda la conduttività termica dei materiali, alcuni elementi di giudizio da utilizzare in tale analisi possono essere la presenza di umidità, il costipamento subito, la cattiva messa in opera e, per certi tipi di materiali, il vero e proprio processo di invecchiamento fisico-chimico.

3. INDIVIDUAZIONE DELLE CARENZE

3.1. *Carenze tecnologiche delle parti*

Ci paiono evidenti i legami già individuati tra stato di conservazione e carenze tecnologiche delle parti. In questa fase si vogliono perciò soltanto sottolineare alcune considerazioni a riguardo della natura, spesso diversa, delle carenze.

Alcune carenze tecnologiche oggi riscontrabili in edifici esistenti o in certe loro parti, sono da ricondurre più che a errori di progetto, a particolari consue-

tudini del periodo di costruzione, che oggi non sono più accettabili. In tale caso, anche qui come per lo stato di conservazione, ci sembra fondamentale appurare nelle fasi di analisi la natura di tali consuetudini e verificarla con le esigenze attuali degli utenti e gli obiettivi dell'intervento. Saranno così chiari i termini tra i quali scegliere e valutare le successive ipotesi di integrazione, in ordine alle diverse possibilità già prospettate per il ripristino delle parti sulle quali intervenire.

Altre carenze tecnologiche sono conseguenza di un diverso contesto presente all'epoca di costruzione, a cui la progettazione ha fatto inevitabile riferimento. La diminuzione di tenuta all'aria dei serramenti, la maggiore percentuale di superfici vetrate rispetto a quella che oggi, nel contesto di contenimento dei consumi energetici, viene individuata come corretta in termini progettuali riferiti agli obiettivi, è da confrontare con la considerazione che all'epoca di costruzione tali obiettivi non esistevano o, quanto meno, si credeva potessero essere trascurati.

In taluni casi è invece riscontrabile un'indifferenza delle scelte tecnologiche di progetto rispetto al contesto, sia per la presenza di un minor numero di vincoli dati da esso (come sopra indicato), che per la preminenza data a certi « valori d'immagine » e di connotazione dell'edificio, tali da figurare come pregiudiziali al progetto nel suo complesso. Esempi palesi di tale atteggiamento progettuale sono spesso ravvisabili nelle catene di alberghi localizzati su aree territoriali molto ampie e presentanti diversi connotati climatici e sociali. Il progetto di ogni edificio fa riferimento vincolante al rispetto di un'immagine che per problemi di prestigio e pubblicitari deve risultare tale e immutata pur se collocata in ambiti diversi.

In questi casi il « valore d'immagine », la non considerazione del contesto nella definizione del sistema costruttivo scelto, o l'adeguamento al contesto in funzione dei livelli prestazionali da raggiungere con l'aiuto di dispositivi attivi, rendono più facile il realizzarsi dalla condizione di carenza: sono in questi casi carenze che non dipendono né dal progetto, né dallo stato di conservazione ma dalla mancanza di manutenzione che, in particolari situazioni con forti divari tecnologici, possono assumere anche un peso significativo.

Sono carenze che derivano dalla mancanza di funzionamento di un sistema attivo. Alla progettazione si potrebbe imputare non un errore, ma il non aver considerato un criterio: quello di fare in modo di garantire almeno un livello accettabile minimo senza doverlo raggiungere in modo attivo. In questo caso dobbiamo, forse, parlare di carenze che si riscontrano nel processo, più che nel progetto: considerando il processo, come il periodo di « vita » dell'edificio.

Oltre a queste considerazioni di massima, che non pretendono comunque di fornire un repertorio definito di alternative riscontrabili poi nella realtà, occorre comunque annotare la presumibile presenza, in alcuni casi, di carenze della preesistenza dovute ad effettivi errori progettuali, causati da scorretta impostazione metaprogettuale o da scorrette esecuzioni tecnologiche con le conseguenze che entrambi possono provocare nei confronti delle ipotesi di intervento per il ripri-

stino e/o l'integrazione. In molti casi, infatti, in una ipotesi di isolamento realizzato all'esterno dell'edificio (il « cappotto ») supponendo che essa sia stata valutata come energeticamente corretta, possono sorgere problemi concernenti la difficoltà di messa in opera e l'alto costo dell'intervento proprio a causa di scelte progettuali sulla facciata, effettuate all'epoca di costruzione, scarsamente motivate.

3.2. Carenze fisico-tecniche ed energetiche

Nei paragrafi del capitolo precedente, relativo all'esame del manufatto edilizio esistente, sono stati illustrati i principali parametri caratterizzanti il comportamento fisico-tecnico, e quindi energetico, del sistema tecnologico « edificio », distinguendo le parti dall'insieme.

Individuare le carenze energetiche dell'edificio (insieme) attraverso l'individuazione delle carenze prestazionali dei singoli componenti edilizi (parti) non è possibile, in quanto ciascun componente incide sul fabbisogno energetico dell'edificio in funzione non solo delle sue caratteristiche fisico-tecniche, ma anche delle sue dimensioni e della sua collocazione.

È quindi opportuno distinguere le carenze fisico-tecniche delle parti dalle carenze energetiche dell'insieme e condurre due analisi distinte.

Le carenze fisico-tecniche delle parti, cioè delle varie soluzioni tecnologiche, devono essere esaminate facendo ricorso ai parametri termofisici in precedenza indicati; devono essere soddisfatti livelli prestazionali minimi connessi più con la qualità ambientale che con la qualità energetica, affinché non si registrino fenomeni degenerativi della struttura edilizia, come ad esempio la condensazione superficiale o la condensazione nella massa.

Le carenze energetiche dell'insieme devono anche essere esaminate facendo ricorso ai parametri sintetici già descritti, come i coefficienti C_d e C_v o la trasmittanza media K_m , ma la definizione dei livelli prestazionali di riferimento risulta in questo caso alquanto complessa poiché condizionata da vincoli di carattere non solo tecnico, ma anche economico.

In altre parole si può dire che, mentre per le singole parti si può fare riferimento ad una normativa relativamente « statica », basata cioè sul raggiungimento di livelli minimi di qualità del manufatto edilizio, per l'insieme si deve fare riferimento ad una normativa « dinamica » in grado di aggiornare continuamente i livelli prestazionali di riferimento in relazione alla variazione dei costi delle fonti energetiche: quella che attualmente appare una carenza energetica dell'insieme in futuro può non apparire tale oppure può risultare ancora più rilevante.

La carenza energetica di un edificio può essere espressa, per esempio, con il valore assunto di un parametro come la « dispersione termica relativa » ⁽⁹⁾ espressa come

$$RCD = \frac{C_d}{C_d^*}$$

⁽⁹⁾ M. FILIPPI, M. MASSA, *Significato degli interventi di isolamento termico sul patrimonio edilizio esistente*, in *Condizionamento dell'aria*, luglio 1981.

dove C_d è il coefficiente volumico di dispersione termica proprio dell'edificio esistente esaminato
 C_d^* è il coefficiente volumico di dispersione termica di riferimento.

In tal senso il valore di RCD è pari all'unità ogniqualvolta si raggiunge la situazione energetica di riferimento.

Con analogo significato si può introdurre un parametro RCV relativo ai coefficienti volumici di ventilazione.

4. POSSIBILITÀ DI INTEGRAZIONE DEI LIVELLI PRESTAZIONALI

4.1. Caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

4.1.1. Criteri di descrizione delle caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

Sono stati elencati alcuni prodotti (materiali, semilavorati) per l'analisi e la conseguente scelta delle soluzioni di intervento ad integrazione dei livelli prestazionali della preesistenza relativamente all'isolamento termico ⁽²⁾.

L'elenco, con la descrizione delle caratteristiche fisiche e delle modalità di impiego e di messa in opera, è da considerare come informazione per definire criteri di scelta in relazione alle possibili collocazioni nelle varie soluzioni tecnologiche della preesistenza per le quali è stata individuata la necessità di intervento di integrazione.

Le caratteristiche considerate per i prodotti sono quelle che meglio risultano in grado di consentire prestazioni in termini di isolamento termico e di messa in opera nelle preesistenze. Tale considerazione denuncia un limite di approfondimento, in quanto forse si sono omesse alcune caratteristiche dei prodotti in esame, se non riferentesi all'isolamento o in grado di influenzare le modalità di messa in opera, e ciò appare ancor più evidente dalla assunzione del termine « prodotto per l'isolamento », intendendo per esso a seconda dei casi sia il materiale di base costituente il prodotto, sia la risultante di diversi materiali che intervengono come « materie prime » e che portano al prodotto finito.

Questa grossolana approssimazione, pur costituendo limite al lavoro, ci permette però in tale fase di impostazione metodologica di porre in termini tra loro affini diversi prodotti, per l'attuazione delle scelte progettuali.

⁽¹⁾ Quanto indicato nelle pagine seguenti non vuole essere un repertorio determinato ed esaustivo, (dato l'indirizzo metodologico della ricerca) quanto piuttosto un primo esempio di elenco di materiali, incompleto e mancante della definizione di destinazione per la collocazione dei prodotti considerati. Qualora sarà possibile giungere ad una definizione completa del repertorio di materiali per l'isolamento, ad essa seguirà la loro scelta per la collocazione nella preesistenza, ed essi saranno esaminati in funzione delle specifiche caratteristiche relative alle modalità di messa in opera, e alle prestazioni offerte in tale senso.

⁽²⁾ L'argomento di questo capitolo è stato trattato attraverso l'esame dei materiali con caratteristiche di isolamento e non attraverso proposte di soluzioni.

4.1.2. Caratteristiche dei prodotti per l'isolamento termico

- 1 - Configurazione geometrica, stato.
- 2 - Dimensione del prodotto.

A seconda dello stato (liquido, solido, ecc.) e della forma con cui ciascun prodotto si presenta sul mercato, e ricordando che uno stesso prodotto (con gli stessi materiali costituenti) può presentarsi sotto diverse forme, il numero delle dimensioni significative cui fare riferimento può variare. Esse però sono in grado di influenzare le scelte progettuali d'integrazione e costituiscono perciò materia di indagine e approfondimento critico in termini di confronto tra i diversi prodotti. Più precisamente, a riguardo delle dimensioni complanari, per esempio lunghezza e larghezza di uno strato isolante, la scelta di un prodotto da esse implicata è in relazione alla possibilità e modalità di collocazione nella preesistenza, mentre la dimensione ad esse perpendicolare, lo spessore, influenza direttamente il livello di prestazione. Infatti la possibilità di variare lo spessore di un prodotto, qualora sia attuabile, permette analogamente di variare il livello prestazionale in termini quantitativi. Rispetto alla fattibilità, anche qui le dimensioni sono prioritarie rispetto al livello prestazionale.

- | | | |
|--|-----------|-----------------------|
| 3 - Massa volumica | ρ | [kg/m ³] |
| 4 - Conduttività termica | λ | [W/m °C] |
| 5 - Calore specifico | c | [kJ/kg °C] |
| 6 - Conduttanza termica unitaria equivalente | C | [W/m ² °C] |
| 7 - Permeabilità al vapore acqueo | μ | [kg/sm Pa] |
| 8 - Modalità di messa in opera. | | |

Sono necessarie perché permettono di subottimizzare le scelte progettuali sia rispetto agli obiettivi che ci si è prefissi, sia rispetto al contesto sia rispetto all'utenza.

Abbiamo qui considerato i materiali con caratteristiche specifiche rispetto all'isolamento termico; non dimentichiamo e desideriamo porre con sufficiente rilievo alcune situazioni nelle quali si realizzano condizioni di isolamento senza usare materiali con caratteristiche a tale fine specifiche. Sono soluzioni presenti in vari modi anche nella tradizione, e possono offrire vari spunti di lavoro, forse, soprattutto in proposte che tendano ad esser polifunzionali.

Alcuni esempi:

- cassavuota, intercapedine
- doppio serramento
- doppio vetro su stesso serramento (senza che vi sia il vetro-camera)

Riteniamo che la scelta tra queste e le altre proposte di integrazione sarà comunque da verificare sulla base dell'analisi delle condizioni di ogni specifico contesto dell'intervento.

I criteri di intervento in relazione allo stato di conservazione, al costo e agli obiettivi posti, potranno essere almeno due:

concentrare l'intervento su una parte dell'edificio (intervento concentrato);

diluire l'intervento su diverse parti dell'edificio (intervento diffuso).

Riportiamo l'elenco dei prodotti che sono stati considerati e per alcuni, ad esemplificazione, la scheda descrittiva:

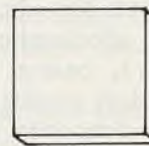
Fibra di vetro, lana di roccia
PVC espanso (cloruro di polivinile)
Agglomerati granulari sfusi (vermiculite, vetro espanso, argilla espansa, perlite espansa)
Polistirolo espanso
Poliuretano espanso (vedi scheda allegata)
Urea formaldeide (miscela), urea formaldeide e poliuretano (miscela)
Resine fenoliche espanse
Vetro camera
Fibrocemento
Fibre di legno
Sughero (vedi scheda allegata)
Cementi leggeri
Mattoni isolanti
Intonaci isolanti
Materiali riflettenti
Kapok, cotone e simili
Lana animale
Fieno essiccato
Pannelli composti (in polistirolo, in lana minerale, in PVC e truciolato di legno, ecc.).

POLIURETANO ESPANSO

Il poliuretano espanso si ottiene dalla miscelazione di due componenti che allo stato iniziale si presentano in forma liquida (polialcoli con isocianati).

Massa volumica e conduttività termica:

La densità media è di 35 Kg/m³, e a tale densità corrisponde un coefficiente di conduttività medio pari a 0,022 W/m °C.



Forma e dimensioni:

Il poliuretano si trova in commercio in blocchi e lastre, di dimensioni variabili.

Problemi di messa in opera:

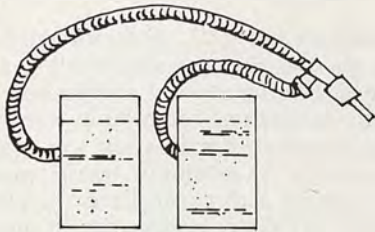
Anche se il materiale si presenta con cellule chiuse al 90%, esso non può essere considerato impermeabile al vapore e pertanto devono essere previste adeguate viti a coclea con limiti di carico ridotti.

Caratteristiche particolari:

Le lastre di poliuretano sono anisotrope e hanno dilatazione diversa nella direzione dell'espansione e in quella ortogonale: la dilatazione termica è cospi-

cua e deve essere tenuta presente in caso di vincoli dimensionali precisi.

Le temperature massime di impiego sono intorno a 90 °C: a queste temperature le lastre si deformano per effetto della forte dilatazione asimmetrica e tale deformazione può dare luogo ad inconvenienti, quando non prevista in sede progettuale.



Forma:

Il poliuretano si trova anche in commercio in componenti liquidi per schiumature in sito. Lo spruzzo contemporaneo dei due componenti avviene con pistole dosatrici e la reazione è immediata. Questa soluzione fornisce un manufatto completamente stagno e senza alcuna giuntura, dotato di un buon isolamento termico, e non richiede costose demolizioni.

Problemi di messa in opera:

Generalmente vengono realizzati tre strati di circa 12 mm ciascuno che, una volta solidificati, vengono riparati con la vernice protettiva dai raggi ultravioletti.

Se rimane a vista, occorre proteggere il materiale con successive operazioni di finitura.

Caratteristiche particolari:

Richiede sempre un'impresa specializzata per la messa in opera. La schiuma può essere applicata sia su superfici nuove sia su superfici vecchie di qualsiasi tipo. Purtroppo, dato l'alto costo (di applicazione del materiale stesso), non è consigliabile per piccole superfici. Il limite di spessore, 35 mm, può costituire un ulteriore inconveniente.

SUGHERO

Le cortecce irregolari della *Quercus suber* vengono depurate, disidratate e ridotte in granuli. Questi granuli vengono fatti espandere a caldo e quindi agglomerati con processi particolari per ottenere pannelli o feltri di sughero naturale agglomerato espanso,



Per una massa volumica di 100-150 Kg/m³ la conduttività termica è di 0,034 W/m °C.

È un materiale che assorbe e trattiene l'umidità ed è permeabile al vapore di acqua, però entro valori medi.

4.2. Collocazione nella preesistenza

Al repertorio di soluzioni tecnologiche preesistenti e necessitanti di intervento ai fini di migliorare l'isolamento termico offerto, si affianca l'elenco di prodotti in grado di porsi come mezzi per l'integrazione. Ogni intervento possibile sulle diverse parti dell'edificio deve essere analizzato, valutato e scelto in funzione della reciproca affinità tra soluzioni tecnologiche preesistenti e prodotto, e ciò comporta presumibilmente una operazione di scarto di ipotesi di integrazione non sufficientemente competitive in termini di miglioramento dell'isolamento, o impossibili da realizzare date le intrinseche caratteristiche del prodotto, della soluzione o di entrambi.

Le ipotesi di integrazione considerate fattibili devono essere confrontate tra loro in funzione del loro inquadramento nell'edificio inteso globalmente, cioè relativamente al sistema oltretutto ai sub-sistemi derivanti dalla sua scomposizione, per verificare la reciproca compatibilità d'insieme, da valutarsi in termini di convenienza. Questa operazione potrà comportare ancora lo scarto di alcuni interventi in favore di altri, se verrà giudicata utile la tendenza a uniformare o omogeneizzare quanto più gli specifici interventi nei confronti dell'intero edificio.

Gli interventi, specificatamente e nel loro complesso, devono poi essere valutati in funzione della subottimizzazione rispetto all'utenza, si dovrà cioè quantificare la loro rispondenza a requisiti dipendenti sia dalle caratteristiche insite nei prodotti utilizzati, sia dalle modalità e tempi di messa in opera.

ALCUNI REQUISITI RELATIVI ALL'UTENZA

- 1 - Necessità di finiture.
- 2 - Possibilità di mantenere (totalmente o parzialmente) l'utenza nei locali interessati dagli interventi.
- 3 - Possibilità di mantenere (totalmente o parzialmente) le attrezzature e gli arredi nei locali interessati dagli interventi.
- 4 - Possibilità di messa in opera (totalmente o parzialmente) effettuata da parte dell'utenza stessa.
- 5 - Possibilità che gli interventi siano graduabili nel tempo, cioè che alcune operazioni di messa in opera (per es. finiture) possano essere realizzate in tempi successivi.

Da ciò potrà comunque risultare che rispetto alla globalità degli interventi, risulti più conveniente nei termini di subottimizzazione sopra descritti e di miglioramento dell'isolamento, scegliere alcuni interventi specifici relativi a specifiche parti dell'edificio non demandabili all'utenza, grazie al notevole innalzamento del livello prestazionale offerto, o alle oggettive difficoltà di accesso da parte dell'utenza ad una particolare soluzione tecnologica preesistente, da attuarsi quindi tramite l'impiego di manodopera specializzata, mentre gli altri interventi potranno essere scelti in funzione della loro gestibilità rispetto all'utenza.

Come ulteriore criterio di scelta assumeremmo quello del rendimento in relazione agli obiettivi.

Ed in particolare nel senso di considerare il rendimento come il rapporto tra il livello prestazionale raggiungibile e il costo necessario per ottenerlo, con riferimento comunque sempre a ciò che l'intervento si pone come obiettivo.

5. INDICAZIONI PER L'EFFETTUAZIONE DELLA RICERCA

(Alcune indicazioni di carattere operativo)

Relativamente a quanto esposto nei capitoli precedenti, si vogliono ora dare alcune indicazioni di possibili approfondimenti, che riteniamo necessari qualora il lavoro assuma connotati operativi. Ognuna di tali vie di approfondimento si riferisce in particolare ad un argomento specifico trattato, nei confronti del quale si pone a volte come specificazione, o come dilatazione o, ancora, come evidenziazione, senza comunque avere la pretesa di risultare esaustiva e rimanendo in termini ancora generalizzati.

Ciascuna di esse conserva quindi connotati di traccia metodologica, da verificare in funzione di uno specifico contesto e, in tali termini, i diversi punti che seguiranno potranno non costituire una sequenza legata di problematiche, in quanto ognuno di essi sarà da riferire più al capitolo pertinente che ai punti ad esso successivi o precedenti.

Relativamente alla « Lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle parti », riportiamo un esempio tratto dal corso serale di « Unificazione Edilizia e Prefabbricazione », del prof. G. Cavaglià, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, anno accademico 1980-1981.

Tali argomenti sono stati raggruppati sotto il titolo: « *Repertorio di soluzioni tecnologiche di chiusure verticali opache partendo dalla produzione* ».

La motivazione di questo lavoro è:

esaminare minutamente l'involucro nelle sue parti: peso unitario delle singole parti, numero delle parti, loro descrizione, numero degli elementi, dimensioni, (aspetto tecnologico);

a seguito di quanto appena detto, studiare e definire i livelli prestazionali dell'involucro (parametri primari per ciascun elemento presente) (aspetto fisico-tecnico).

In tale modo dovremmo avere a disposizione gli elementi necessari per una definizione dei livelli prestazionali molto più precisa e circostanziata di quelle a cui possiamo fare riferimento consultando i manuali.

Considerati un certo numero di « mattoni », « blocchi », si sono esemplificate le possibili realizzazioni e infatti, dal punto di vista tecnologico, a parità di dimensioni del prodotto finito ci possono essere soluzioni molto diverse, con diversi gradi di qualità, sia al momento della costruzione, sia nel tempo. La diversità delle soluzioni pare presentare un margine di casualità legato anche alla distribuzione dei prodotti, alle consuetudini delle località, oltretutto alle scelte progettuali o all'esecuzione.

Se alle differenze tecnologiche si dovessero affiancare quelle fisico-tecniche, e queste fossero significative, si evidenzerebbe l'importanza di tale indagine conoscitiva. (Peraltro queste attenzioni si stanno evidenziando sempre più, già nella produzione).

La motivazione di fondo nei confronti dell'aspetto tecnologico è quella di studiare dettagliatamente soluzioni per le quali non abbiamo informazioni sufficienti.

È un lavoro di indagine, di conoscenza e di razionalizzazione di soluzioni « tradizionali », alle quali si è sempre fatto riferimento nel tempo con il generico controllo della esecuzione secondo la « regola d'arte ».

Il cambiamento sostanziale per cui oggi, considerando la muratura, ci poniamo questi problemi è la necessità di definire e di controllare i livelli prestazionali: controllo divenuto necessario in una impostazione esigenziale-prestazionale, che tende ad operare in termini di qualità dei prodotti.

Queste attenzioni, peraltro, non trovano solo radice nell'ambito della ricerca nell'Università ma ci vengono ormai richieste attraverso le leggi, che tendono al contenimento dei consumi energetici.

Con riferimento, ancora, alla: « Lettura dell'edificio secondo l'individuazione delle parti », qui di seguito proponiamo una serie di appunti di lavoro che mettono in relazione una parte specifica dell'edificio con i corrispondenti livelli prestazionali.

Alcune considerazioni a riguardo delle chiusure verticali trasparenti mobili: L'esame di alcune tipologie di finestre.

Presenza all'esterno	In posizione intermedia	Presenza all'interno
1. persiane	serramento con vetro normale	scuri e tenda
2. tapparella	serramento con vetro normale	scuri e tenda
3. tapparella	serramento con vetro normale	scuri e tenda
4.	serramento con vetro doppio	scuri e tenda
5. veneziana	serramento con vetro normale	scuri e tenda
6.	serramento con vetro normale	veneziana
7.	o doppio	
8. tenda	serramento con vetro normale	veneziana
9.	serramento a due vetri aventi	veneziana
10.	nel mezzo tenda oscurante e veneziana	

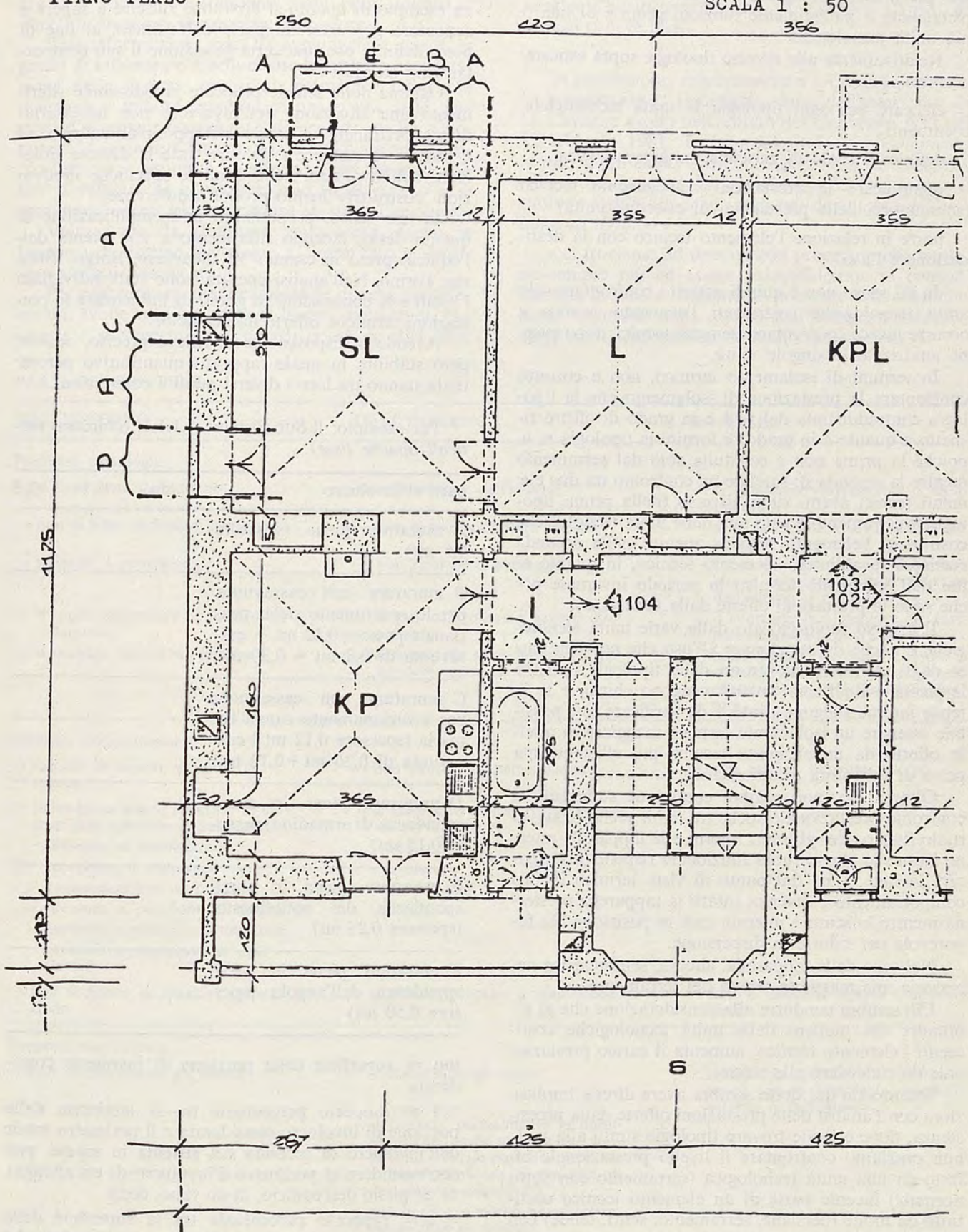
Assumendo le definizioni date dalla norma UNI 7867 parte IV per:

Unità Tecnologica

Unità che si identifica con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni ambientali.

PIANO TERZO

SCALA 1 : 50



Elemento Tecnico

Elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche.

Relativamente alle diverse tipologie sopra esposte, occorre:

elencare per ogni tipologia le unità tecnologiche costituenti

definire il ruolo di ciascuna unità tecnologica

quantificare le prestazioni dell'elemento tecnico (sommatoria delle prestazioni di ciascuna unità)

porre in relazione l'elemento tecnico con la destinazione e l'uso.

In tal senso non è quindi corretto confrontare solo unità tecnologiche costituenti l'elemento tecnico e occorre invece confrontare elementi tecnici, dopo averne analizzate le singole unità.

In termini di isolamento termico, non è corretto confrontare la prestazione di isolamento che la tipologia contraddistinta dal n. 1 è in grado di offrire rispetto a quanto è in grado di fornire la tipologia n. 6, poiché la prima non è costituita solo dal serramento mentre la seconda sì: sarebbe un confronto tra due elementi tecnici aventi ruolo diverso (nella prima tipologia il serramento è solo una delle unità tecnologiche costituenti l'elemento tecnico, mentre nella seconda corrisponde all'intero elemento tecnico, in quanto ai fini dell'isolamento termico in periodo invernale poche sono le prestazioni offerte dalla veneziana).

Il diverso ruolo giocato dalle varie unità tecnologiche è anche da relazionare all'uso che ne viene fatto dagli utenti: nei confronti della tipologia n. 1, se le persiane e gli scuri interni vengono chiusi, e se le tende interne vengono tirate, è da verificare se è possibile ottenere un isolamento termico maggiore di quello offerto da un elemento tecnico più efficiente ma privo di tali unità tecnologiche.

Oltre a ciò, non sembra comunque sufficiente il confronto prestazionale anche tra unità aventi lo stesso ruolo funzionale: gli scuri interni e le tapparelle esterne hanno lo stesso ruolo funzionale rispetto il « riparare la luce », ma dal punto di vista termico il loro comportamento è diverso; infatti la tapparella è esterna mentre lo scuro è interno: cioè in posizione più favorevole per ridurre la dispersione.

Nel caso della tapparella, ancora, sembrerebbe necessaria una maggiore tenuta del serramento.

Ciò sembra condurre alla considerazione che al diminuire del numero delle unità tecnologiche costituenti l'elemento tecnico, aumenta il carico prestazionale da richiedere alle stesse.

Quanto sin qui detto sembra avere dirette implicazioni con l'analisi delle prestazioni offerte dalla preesistenza, dove è facile trovare tipologie simili alla n. 1: non possiamo confrontare il livello prestazionale offerto da una unità tecnologica (serramento con vetro normale) facente parte di un elemento tecnico costituito da molte (persiane, serramento, scuri, tende) con il livello prestazionale offerto da una unità tecnologica (serramento con vetro-camera) che da sola costituisce l'intero elemento tecnico.

Alcune considerazioni a riguardo delle chiusure verticali opache fisse:

Le schede proposte nel capitolo 2, costituiscono un esempio di quanto si dovrebbe riuscire a sapere e conoscere per ciascuna parte dell'edificio, al fine di poter definire con una certa precisione il suo comportamento termico.

Ognuna delle schede proposte prende come riferimento una situazione dell'involucro non necessariamente pertinente al totale sviluppo planimetrico ed è necessario studiare e definire tutte le diverse situazioni dell'involucro, nelle quali le specifiche motivazioni costruttive hanno prodotto differenze.

In tale senso, proponiamo un'esemplificazione di quanto detto, facendo riferimento a una pianta dell'edificio preso in esame: VI Quartiere, Borgo Vittoria, Torino. Nell'analisi operata, sono stati individuati i punti e le connessioni in grado di influenzare le prestazioni termiche offerte dall'edificio.

Avendo a disposizione un rilievo preciso, occorre però stabilire in quale rapporto quantitativo percentuale stanno tra loro i diversi punti e connessioni.

Per esempio: il Sub-Sistema 1.1.1.1. (*chiusure verticali opache fisse*)

parti di involucro	mp	%1	%2
A muratura piena (spessore 0,5 mt)			
B muratura con cassavuota per lo scorrimento della persiana (spessore 0,12 mt + cassavuota di 0,8 mt + 0,30 mt)			
C muratura con cassavuota per posizionamento canna fumaria (spessore 0,12 mt + cassavuota di 0,26 mt + 0,12 mt)			
D muratura piena in corrispondenza di armadio (spessore 0,15 mt)			
E muratura piena in corrispondenza del sottofinestra (spessore 0,25 mt)			
F muratura piena in corrispondenza dell'angolo (spessore 0,50 mt)			

mq = superficie della porzione di involucro considerata

%1 = rapporto percentuale tra la larghezza della porzione di involucro considerata e il perimetro totale dell'involucro (a seconda del sistema in esame, può corrispondere al perimetro d'involucro di un alloggio, di un piano dell'edificio, di un vano, ecc.)

%2 = rapporto percentuale tra la superficie della porzione di involucro considerata e la superficie del sistema in esame (vano, alloggio, piano dell'edificio, ecc.).

Il tipo di analisi proposto ci sembra interessante relativamente agli obiettivi della ricerca, in quanto riguarda (e permette di quantificare) porzioni d'involucro che, spesso, costituiscono gravi ponti termici o punti di maggiore dispersione del calore.

Tali informazioni sono da aggiungere a quelle in grado di influenzare direttamente la scelta e la valutazione delle diverse ipotesi di intervento. Infatti, la maggiore o minore presenza di una o più delle porzioni d'involucro considerate, diverse da quella denominata A (e di altre ancora, non individuate nell'esempio fornito), costituisce un'informazione che può aiutare a valutare se intervenire solo su di esse, o se è comunque necessario intervenire su tutto l'involucro.

Valutazione da effettuare ovviamente, anche in funzione di diverse tecnologie di intervento a di diversi costi di interventi.

Per raggruppare sinteticamente le diverse considerazioni svolte negli appunti di lavoro, riguardanti entrambi i sub-sistemi considerati, possiamo dire che:

l'edificio è un insieme di elementi tecnici (a loro volta formati da una o più unità tecnologiche) che complessivamente deve essere in grado di fornire determinati livelli prestazionali, in relazione all'uso che di esso si deve fare.

In conclusione, relativamente a « Collocazione nella preesistenza », riportiamo parti dell'intervento di G. Cavaglià svolto nell'ambito del Convegno ATI del 12 febbraio 1981, Torino, dal titolo: « *L'isolamento termico degli edifici esistenti. Aspetti tecnici ed economici in relazione al disegno di legge 655* » e avente il titolo: « *Fattibilità degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico* »:

« ci troviamo ad operare con procedure che tendono sempre più ad essere industrializzate in contesti che non lo sono e l'argomento potrebbe essere definito come "controllo della qualità dell'isolamento termico negli edifici esistenti ed eventuali integrazioni" ».

PARTI OPACHE FISSE

DALL'ESTERNO	DALL'INTERNO	IN MEZZO
Problemi tecnologici		
— si interviene dall'esterno	— si interviene dall'interno	— si interviene dall'esterno e dallo interno
— non ci sono esclusioni assolute	— non ci sono esclusioni assolute	— ci sono esclusioni assolute: in assenza di cassa-vuota
— richiede il ponteggio	— non richiede il ponteggio	— richiede o non richiede il ponteggio in relazione all'intervento (se dall'esterno o dall'interno)
— si può controllare il lavoro direttamente	— si può controllare il lavoro direttamente	— il controllo (nel migliore dei casi) può essere fatto per punti spia
— si realizza una nuova finitura	— si interviene sulla finitura, e questa deve essere ripristinata	— non cambia l'aspetto esterno e neppure quell'interno, ma occorre effettuare un ripristino della finitura
Problemi architettonici		
— cambio di aspetto della parte esterna	— non cambia l'aspetto esterno	— non cambia l'aspetto esterno
— richiede un esame accurato di ciascun caso specifico in relazione a:	— si deve intervenire su quanto esiste per adeguare:	
- presenza di modanature	- impianti	
- sporgenza di davanzali	- battiscopa	
- connessioni con serramenti	- modanature	
- presenza e posizione di gronde	- cornici	
- presenza e posizione di tubazioni		
- presenza e posizione di cavi elettrici		
— non si riduce lo spazio a disposizione	— si riduce lo spazio a disposizione	— non si riduce lo spazio a disposizione
Rapporti con l'utenza		
— non si disturbano gli utenti	— si disturbano gli utenti	— il disturbo agli utenti è in relazione al tipo di intervento, se dallo esterno o dall'interno
	— si rifanno, parzialmente le finiture interne (anche se fosse una scelta condominiale potrebbe però comunque implicare diversi tipi di disturbo sui singoli) (*)	
	— può implicare modifiche ad attrezzature fisse su misura	

(*) Questi aspetti non devono essere considerati nel caso di interventi di ristrutturazione, quando la situazione della preesistenza è tale da implicare lavori che non prevedono mai né la presenza dell'utenza, né il mantenimento delle sue attrezzature ed arredi.

Agli argomenti per la definizione del controllo della qualità di una qualsiasi produzione dobbiamo aggiungere le difficoltà che derivano dall'essere oggetto di queste indagini edifici che non si conoscono bene, con caratteristiche costruttive anche molto diverse, di diversi periodi, e che — in molti casi —, presentano anche condizioni di degrado.

Certamente non più facile è l'intervento di integrazione, che vede aggiungersi alle solite difficoltà della costruzione — non sempre così scontate nella soluzione — tutte quelle derivanti dai vincoli posti dalle caratteristiche della preesistenza.

Prima di esaminare le possibili integrazioni, qualche considerazione a proposito della qualità:
La qualità:

- come risposta appropriata a richieste necessarie
- come modo di concepire e gestire un processo
- come metodo per strumentare i vari stadi del processo.

Ciò che vien richiesto è una qualità non solo relativa alle modalità costruttive ma anche alla definizione dei livelli prestazionali delle parti dell'edificio.

Evidenziata la differenza tra la condizione della nuova costruzione, condizione nella quale sono possibili indagini anche molto disaggregate, e quella dell'esistente, condizione nella quale quest'ultimo lo si deve assumere come insieme, c'è ancora da precisare una differenza:

- esistente obsoleto che richiede intervento di ristrutturazione
- esistente che richiede solo la manutenzione ordinaria.

Nel primo caso le possibilità di intervento sono maggiori, nel secondo molto più vincolate.

Al riguardo elenchiamo una serie di problemi che si possono incontrare nella realizzazione di un tale intervento per dare alcuni criteri di scelta per la progettazione del caso specifico.

Gli interventi di rinforzo dell'isolamento termico interessano sostanzialmente l'involucro dell'edificio:

INVOLUCRO	INTERVENTO
— parti fisse opache (le murature)	— dall'esterno
	— dall'interno
	— in mezzo
— parti mobili trasparenti (i serramenti)	— sost. dei serramenti
	— sost. dei vetri

Ovviamente, trattandosi di « esistente », non consideriamo quelle soluzioni da realizzare durante la costruzione, e si vede come nella definizione delle scelte del tipo di integrazioni intervengono criteri che derivano da aspetti: tecnologici, architettonici, costruttivi, e dalla presenza o meno dell'utenza (per quanto l'intervento possa indurre su questa in fatto di disagio).

A proposito delle parti mobili trasparenti (serramenti), anche per esse si verifica quanto già accennato:

- Preesistenza obsoleto che richiede intervento di ristrutturazione e nel caso specifico la sostituzione dei serramenti.

In tale caso sarà sufficiente effettuare la sostituzione con serramenti adeguati e forniti dei vetri con caratteristiche opportune.

- Preesistenza non obsoleto, che non richiede intervento di sostituzione.

In tale caso si tratta di effettuare una integrazione sul serramento esistente, scegliendo, tra le possibili soluzioni, la più opportuna rispetto alla preesistenza:

applicazione di un altro vetro:

- fisso sull'interno del battente (con intercapedine di aria disidratata)

- intelaiato e apribile sull'interno del battente un secondo serramento ad ante scorrevoli, applicato esternamente a filo muro

sostituzione del vetro semplice della finestra preesistente con un doppio vetro isolante:

- modificando opportunamente il serramento (se lo consente)

- inserendo un elemento per rendere possibile la messa in opera (se non è possibile modificare il serramento)

sostituzione del battente in legno con serramento completo munito di vetro isolante, fissato nel riquadro della finestra preesistente.

Anche in questo caso come già avvenuto per le parti murarie, intervengono per la definizione del tipo di integrazione criteri che derivano da: aspetti tecnologici (possibilità di effettuare l'intervento), aspetti architettonici (mantenimento o cambiamento dell'aspetto), aspetti costruttivi (modalità di messa in opera) e dalla presenza o meno dell'utenza (tempi di esecuzione).

Non sono state trattate due parti dell'edificio che devono essere oggetto di rinforzo dell'isolamento termico: il solaio inferiore contiguo agli scantinati ed il solaio superiore contiguo al sottotetto.

Due parti non meno importanti per l'aspetto termico, ma con minori vincoli, data la destinazione dei locali interessati.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Manualistica

- G. FORMENTI: *La pratica del fabbricare*, 1893
G. CHEVALLEY: *Elementi di tecnica dell'architettura*, 1924
G. MUSSO: *Il muratore*, 1915
L. CATTANEO: *L'arte muratoria*, 1889

Riuso della preesistenza

- G. P. ZUCCOTTI e altri: *Problemi del riuso della città*, 1978

Isolamento termico

- MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DIRECTION DE LA CONSTRUCTION: *Guide Pratique pour l'amélioration des logements existants*, 1977.

- AGENCE NATIONALE POUR L'AMELIORATION DE L'HABITAT: *L'isolation thermique*, 1980.

- M. FRENOT/N. SAWAYA: *L'isolamento termico*, 1980.

- SAINT GOBAIN: *Manuale tecnico del vetro*, 1977

- L. MATTEOLI e altri: *L'isolamento termico nel parco edilizio esistente*, 1980.

- UNI CEN/TC 88: *Classificazione dei materiali da costruzione in funzione delle proprietà di isolamento termico*, Documentazione delle proposte di lavoro dal 1975 al 1978.

Analisi energetica ed economica degli interventi per il risparmio energetico sul parco edilizio esistente

a cura di M. Filippi con la collaborazione di C. Aghemo e M. Massa.

SOMMARIO

1. Metodologia di analisi

2. Schede per il rilievo e l'elaborazione dei dati

Riferimenti bibliografici

1. METODOLOGIA DI ANALISI

La scelta del tipo di intervento di rinforzo dell'isolamento termico più idoneo per ciascuna costruzione esistente, data l'estrema variabilità della qualità energetica del parco edilizio esistente, deve passare attraverso una approfondita analisi di carattere non solo tecnico, ma anche energetico ed economico.

Da un lato infatti può verificarsi che una scelta sbagliata del materiale coibente e/o una sua messa in opera non corretta, con la conseguente possibilità di formazione di condensa superficiale o nella massa, siano all'origine del rapido degrado dell'opera di isolamento termico con una conseguente perdita di efficacia del potere isolante. Dall'altro lato, se è naturale attendersi che fra tutti gli interventi di coibentazione che risultano tecnicamente realizzabili alcuni presentino un rapporto costi-benefici più favorevole di altri, è pur vero che non è in generale possibile individuare a priori quali essi siano, in quanto ciò è strettamente connesso con le originarie caratteristiche di involucro e morfologiche dell'edificio esaminato.

È quindi necessario mettere a punto una metodologia utile per condurre lo studio di fattibilità di operazioni di isolamento termico di strutture esistenti sotto gli aspetti tecnico, energetico ed economico su citati; da alcuni Autori detto studio di fattibilità è denominato « diagnosi energetica » dell'edificio.

Per analisi tecnica si intende l'esame comparato delle tecnologie disponibili per la coibentazione delle varie strutture componenti l'edificio in esame e la valutazione dell'affidabilità delle varie soluzioni tecnologiche alla luce di una analisi teorica sul prevedibile comportamento in opera del materiale isolante nelle diverse situazioni di esercizio.

Per analisi energetica ed economica si intende invece la valutazione del rapporto costi-benefici, cioè del rapporto fra l'investimento necessario per le opere di coibentazione e l'economia annuale sulle spese di riscaldamento.

In passato è stato messo a punto presso il Politecnico di Torino un programma di calcolo automatico che consente di esaminare e confrontare un numero grande a piacere di soluzioni alternative preventivamente scelte. Tutte le opere di coibentazione vengono valutate sia singolarmente sia come loro mutua combinazione e per ogni intervento così inteso, ordinato in base alla percentuale di risparmio energetico ottenibile, viene calcolato il numero di anni necessario per assorbire, con il risparmio sulle spese di riscaldamento, il capitale investito. Tale valore del numero di anni al punto di pareggio viene poi assunto come fattore discriminante nella scelta dell'intervento più conveniente.

Il lavoro di ricerca già svolto si è finora articolato secondo le seguenti fasi:

a) Rilievo, per ogni edificio, dei dati ambientali e dei parametri dimensionali interessanti il consumo energetico (volume riscaldato, superficie disperdente, fattore di forma);

b) « Lettura » dell'edificio, al fine dell'individuazione dei componenti attivi per l'isolamento termico. Esecuzione in particolare della stratigrafia di ogni singolo elemento di involucro con determinazione dei valori dei parametri termofisici ad esso relativi (trasmissione, permeabilità al vapore acqueo, massa frontale, ecc.);

c) Esame dello stato di conservazione e definizione dei livelli prestazionali dell'esistente, nella situazione in cui si trova;

d) Individuazione delle carenze rispetto a livelli prestazionali prefissati. In particolare, in questa fase si mettono in evidenza le parti dell'edificio su cui occorre sicuramente intervenire per ovviare a situazioni di esercizio anomale, a prescindere dai problemi connessi con il risparmio energetico (per esempio eliminazione delle zone in cui si verificano fenomeni di condensa superficiale);

e) Proposizione di soluzioni per il rinforzo dello isolamento termico dei componenti edilizi con riferimento alle tecniche di coibentazione realizzabili nel nostro Paese. Una analisi a carattere fisico-tecnico (come quella che si basa sul diagramma di Glaser) oppure a carattere tecnologico delle possibili soluzioni comporta che, nella pratica, il numero delle soluzioni proponibili risulta ragionevolmente ridotto;

f) Analisi dei costi relativi alle possibili soluzioni di isolamento termico, valutati nel quadro generale delle operazioni che si intendono condurre (isolamento termico fine a se stesso, isolamento termico inserito all'interno di operazioni di ristrutturazione edilizia, ecc.);

g) Determinazione della caratteristica di isolamento termico prima dell'intervento;

h) Determinazione della caratteristica di isolamento termico a seguito della esecuzione di una o più di una delle possibili opere di coibentazione preordinate;

i) Tabellazione del costo di investimento, del risparmio annuo di combustibile e degli anni al punto di pareggio, con differenti ipotesi di incremento del costo annuo del combustibile e di tasso di interesse del capitale investito;

l) Organizzazione dei risultati dell'analisi energetica ed economica per classi di efficacia delle opere di coibentazione termica ai fini del contenimento dei consumi energetici;

m) Scelta dell'intervento ottimale.

Per abbreviare le operazioni di reperimento ed elaborazione dei dati di input del programma di calcolo automatico può essere impiegato un insieme di schede per la « lettura » degli edifici, con il quale vengono razionalmente raccolti tutti i dati necessari per effettuare lo studio di fattibilità degli interventi di rinforzo dell'isolamento termico.

Sulla base dei risultati teorici e sperimentali desunti dall'attività in analogo settore da parte di enti di ricerca stranieri, come ad esempio lo C.N.E.M.E. (Centre Nationale d'Etudes, Mesure et Expertise) in Francia, si può affermare che pare opportuno verificare con la sperimentazione le effettive percentuali di risparmio energetico ottenibili operando interventi di questo tipo. Infatti molte volte i risultati teorici presentano un valore del rapporto costi-benefici più favorevole rispetto a quello verificato sperimentalmente.

Ciò comporta la necessità di impostare per il futuro un programma di ricerca a più ampio respiro che non si isterilisca nella logica del calcolo teorico,

ma bensì possa trovare conferma nella sperimentazione su un significativo numero di edifici esistenti.

2. SCHEDE PER IL RILIEVO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Qui di seguito vengono presentate le schede già preparate nell'ambito del II corso di « Fisica tecnica e impianti » presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino al fine di semplificare e razionalizzare la « diagnosi energetica » di un edificio.

Un primo gruppo di « schede di rilievo » dell'edificio consente di raccogliere tutti quei dati di input che risultano necessari per una corretta individuazione delle caratteristiche energetiche degli edifici esistenti.

L'impostazione delle schede costituenti questo primo gruppo è del tutto originale; fa eccezione soltanto la scheda 4 che è stata impostata, con qualche lieve modifica e aggiunta, secondo il modello proposto da Boni e altri (6).

Un secondo gruppo di « schede di elaborazione » consente poi di effettuare tutte quelle calcolazioni che conducono alla valutazione energetica ed economica dei possibili interventi di isolamento termico ed alla scelta della combinazione di interventi ottimale.

INDICE		
SCHEDE DI RILIEVO		
SCHEDA 1	- Informazioni generali	☐ n°
SCHEDA 2	- Dati ambientali	☐ n°
SCHEDA 3	- Dati dell'edificio	☐ n°
SCHEDA 4	- Componenti edilizi	☐ n°
SCHEDA 5	- Superficie vetrata	☐ n°
SCHEDA 6	- Eterogeneità	☐ n°
SCHEDA 7	- Rifornimenti combustibile e costi di gestione	☐ n°
ALLEGATI	- Planimetria	☐ n°
	- Piante schematiche	☐ n°
	- Sezioni schematiche	☐ n°
	- Piante piani tipo	☐ n°
	- Prospetti	☐ n°
	- Sezioni	☐ n°
- Sezioni serramento		☐ n°
ALTRE SCHEDE		
ALTRI ALLEGATI		

INDICE		
SCHEDE DI ELABORAZIONE		
SCHEDA 1	- Informazioni generali	☐ n°
SCHEDA 8	- Calcolo delle dispersioni termiche relative all'involucro	☐ n°
SCHEDA 9	- Calcolo delle dispersioni termiche relative alle eterogeneità	☐ n°
SCHEDA 10	- Calcolo del calore di ventilazione	☐ n°
SCHEDA 11	- Fabbisogno termico per riscaldamento	☐ n°
SCHEDA 12	- Intervento di isolamento termico	☐ n°
SCHEDA 13	- Analisi energetico-economica di un singolo intervento	☐ n°
SCHEDA 14	- Analisi energetico-economica di un insieme di interventi	☐ n°
ALTRE SCHEDE		
ALLEGATI		

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	INFORMAZIONI GENERALI	SCHEDA 1
Operatori		
Data		
Località		
Ubicazione		
Destinazione dell'edificio (cfr. legge 373/76)		

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	DATI AMBIENTALI	SCHEDA 2
Zona climatica (1)		
Gradi giorno	/°C giorni /	
Temperatura esterna di progetto	/°C /	
Umidità relativa esterna di progetto	/ % /	
Orientamento dell'edificio		
Esposizione dell'edificio (2)	riparo dai venti ☐ esposto ai venti ☐ molto esposto ai venti ☐	
Soleggiamento (3)		
ALLEGATI:	planimetria scala 1 : n° piante (schematiche) scala 1 : n° sezioni (schematiche) scala 1 : n°	
(1) cfr. legge 373/76 (2) Riparto: se è inserito nel contesto urbano o se beneficia di una protezione equivalente dovuta, ad esempio, a rilievi Esposto: se non è inserito in un tessuto urbano, se non è protetto o se è inserito in un luogo ventoso Molto esposto: se si trova in un luogo particolarmente ventoso (3) Descrivere la situazione con l'aiuto di piante e sezioni con edifici adiacenti, redatti in forma schematica. cfr. C.S.T.B. (Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) n. 203 ottobre 1979 "L'incidence des caractéristiques solaires d'un logement sur ses besoins de chauffage"		

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	DATI DELL'EDIFICIO	SCHEDA 3
Anno di costruzione		
Numero delle unità abitative		
Superficie in pianta	/m² /	
Numero dei piani		
Altezza di piano	/m /	
Volume lordo	/m³ /	
Volume riscaldato (1) V	/m³ /	
Superficie disperdente (1) S	/m² /	
Rapporto di forma (1) S/V	/m⁻¹ /	
Dimensioni: altezza	/m /	
larghezza	/m /	
lunghezza	/m /	
Tipologia planivolumetrica dell'edificio(2)		
Tipo di impianto di riscaldamento :	centralizzato ☐ autonomo ☐ tipo di fluido termovettore tipo di corpo scaldante tipo di combustibile	
Tipo di ventilazione:	naturale ☐ meccanica ☐	
ALLEGATI:	piante piani tipo scala 1 : n° prospetti scala 1 : n° sezioni scala 1 : n°	
(1) cfr. legge 373/76 (2) Indicare se l'edificio è a torre, a schiera, a manica semplice,		

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	DATI DELL'EDIFICIO	SCHEDA 3
Tipologia costruttiva dell'edificio (2)		
(3) In particolare interessano i componenti di involucro dell'edificio. Per i serramenti si richiede la specificazione del tipo di oscuramento e l'indicazione della presenza o meno di guarnizioni (plastiche - metalliche - al silicone)		

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	CALCOLO DEL CALORE DI VENTILAZIONE	SCHEDA 10/.....
--	---	------------------------

VENTILAZIONE NATURALE

INFILTRAZIONI PARASSITE

azione del vento (1):

$$q_v = 0,012 \cdot A \cdot v^{1,3} = \text{.....} \text{ m}^3/\text{h}$$

azione del tiraggio termico (2):

$$q_T = 0,001 \cdot A \cdot (H \cdot \Delta t)^{0,65} = \text{.....} \text{ m}^3/\text{h}$$

azione combinata del vento e del tiraggio termico (3):

$$q_p = q_{\text{vmax}} \left[1 + 0,24 \left(\frac{q_{\text{min}}}{q_{\text{vmax}}} \right)^{1,3} \right]$$

INFILTRAZIONI ARTIFICIALI

numero di ricambi orari $n = \text{.....} \text{ h}^{-1}$

$$q_A = V^* \cdot n \cdot H = \text{.....} \text{ m}^3/\text{h}$$

VENTILAZIONE ARTIFICIALE

numero di ricambi orari $n = \text{.....} \text{ h}^{-1}$

$$q_A = V^* \cdot n = \text{.....} \text{ m}^3/\text{h}$$

CALORE DI VENTILAZIONE

VENTILAZIONE NATURALE $QV = 0,35 (q_p + q_T) \cdot \Delta t = \text{.....} \text{ W}$

VENTILAZIONE ARTIFICIALE $QV = 0,35 q_A \cdot \Delta t = \text{.....} \text{ W}$

$\Sigma QV = \text{.....} \text{ W}$

cfr. Quaderno di Fisica Tecnica e Impianti "Il fabbisogno termico per ventilazione nel riscaldamento degli edifici".

(1) a coefficiente del serramento /adimensionato/

A superficie apribile totale del serramento /m²/

v velocità del vento /m/s/

(2) H altezza massima rispetto alla zona neutra /m/

Δt differenza di temperatura tra ambiente interno ed esterno /°C/

(3) q_{min} valore minore fra q_v e q_T

q_{vmax} valore maggiore fra q_v e q_T

(4) V^* volume netto dell'ambiente riscaldato /m³/

n numero di ricambi orari

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO	SCHEDA 11/.....
--	---	------------------------

Dispersioni involucro $\Sigma QD = \text{.....} \text{ W}$

Dispersioni eterogeneità $\Sigma QE = \text{.....} \text{ W}$

Calore di ventilazione $\Sigma QV = \text{.....} \text{ W}$

Fabbisogno termico $Q = \Sigma QD + \Sigma QE + \Sigma QV = \text{.....} \text{ W}$

Coefficiente volumico di dispersione termica $Cd = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{V \cdot \Delta t} = \text{.....} \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficiente volumico di ventilazione $Cv = \frac{\Sigma QV}{V \cdot \Delta t} = \text{.....} \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficiente volumico globale $Cg = Cd + Cv = \text{.....} \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

Trasmittanza termica unitaria media $Km = \frac{\Sigma QD + \Sigma QE}{S \cdot \Delta t} = \text{.....} \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficiente volumico di dispersione termica ammissibile (1): $Cd^* = \text{.....} \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

Dispersione termica relativa $\%CD = \frac{Cd}{Cd^*} = \text{.....}$

DETTAGLIO DEL FABBISOGNO TERMICO PER DISPERSIONI

ELEMENTO DI INVOLUCRO	S_i (m ²)	S_j (%)	QD (W)	QD (%)
Pareti perimetrali				
Pareti sotto finestra				
Cassonetti				
Superfici vetrate				
Pareti verso vani non riscaldati				
Coperture				
Solai di sottotetto				
Solai verso locali non riscaldati				
Solai verso esterno				
Totale		100%		100%

(1) cfr. legge 373/76

FISICA TECNICA E IMPIANTI FACOLTA' DI ARCHITETTURA TORINO	INTERVENTO DI ISOLAMENTO TERMICO	SCHEDA 12/.....
--	---	------------------------

Elemento di involucro interessato

Tipo di intervento

Materiali e spessori /mm/

Modalità di messa in opera

Costi specifici /Lit./m²/

ALLEGATI:

Scheda componente edilizio 4/ ☐

Scheda superficie vetrata 5/ ☐

Scheda eterogeneità 6/ ☐

6/ ☐

Le suddette calcolazioni possono essere effettuate manualmente oppure mediante programma di calcolo automatico.

Naturalmente con le schede qui presentate non si intende dare una risposta definitiva alla problematica proposta, si intende piuttosto iniziare una sperimentazione su larga scala della metodologia di ricerca messa a punto, al fine di determinare la effettiva validità della stessa.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

(1) M. FILIPPI, M. BO, « *Isolamento termico degli edifici esistenti: un programma di calcolo per l'analisi energetica ed economica* », in Atti del Congresso dell'Associazione Termotecnica Italiana, Palermo, ottobre 1979.

(2) M. FILIPPI, M. BO, « *Isolamento termico degli edifici esistenti: un esempio di analisi energetica ed economica* »,

in Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, luglio-agosto 1979.

(3) M. FILIPPI, « *Interventi per il risparmio energetico nel recupero del patrimonio edilizio esistente* », in Catalogo dell'esposizione « Patrimonio edilizio esistente: un passato e un futuro », Collegno (Torino), aprile 1980.

(4) M. FILIPPI, M. BO, M. MASSA, « *Isolamento termico degli edifici esistenti: analisi energetica ed economica di alcuni quartieri IACP in Torino* », in Energie Alternative HTE, settembre-ottobre 1980.

(5) V. FERRO, M. FILIPPI, L. LASTELLA, « *L'analisi degli investimenti nel settore del risparmio energetico* », in Energie Alternative HTE, gennaio-febbraio 1981.

(6) B. BONI-CASTAGNETI, M. CALÌ, G. VERONESI, « *Un campione di componenti tratti dalla banca dati automatica dei componenti edilizi* », in Atti del III Seminario informativo sul Risparmio di energia nel riscaldamento degli edifici, CNR-PFE, ed. PEG, Milano, 1980.

(7) M. FILIPPI, M. MASSA, « *Significato degli interventi di isolamento termico sul patrimonio edilizio esistente* », in Condizionamento dell'aria, luglio 1981.

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