

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE . ANNO XXXI . N. 11-12 . NOVEMBRE - DICEMBRE 1977

SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

- C. SERTORIO LOMBARDI - *Aspetti della pianificazione territoriale e della valorizzazione dei beni culturali in Ungheria* pag. 189
- G. CERAGIOLI, G. PISTONE - *Sfratti e ristrutturazioni. (Problemi sociali e tecnici emergenti da alcune esperienze a Torino)* » 202
- D. FOIS - *Sugli stati tensionali nelle travi a grande curvatura in legno lamellare incollato* » 212

Direttore: Roberto Gabetti.

Comitato d'onore: Gaudenzio Bono, Mario Catella, Cesare Codegone, Federico Filippi, Rolando Rigamonti, Rinaldo Sartori, Paolo Verzone, Vittorio Zignoli.

Comitato di redazione: Giuseppe Boffa, Paolo Bondi, Guido Bonicelli, Aldo Brizio, Vincenzo Ferro, Oreste Gentile, Mario Oreglia, Ugo Rossetti.

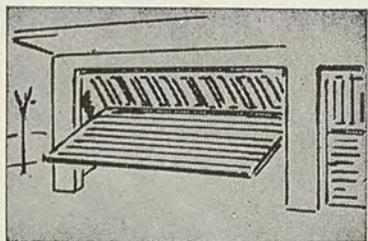
Segretario di redazione: Dante Buelli.

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

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

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III/70

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA

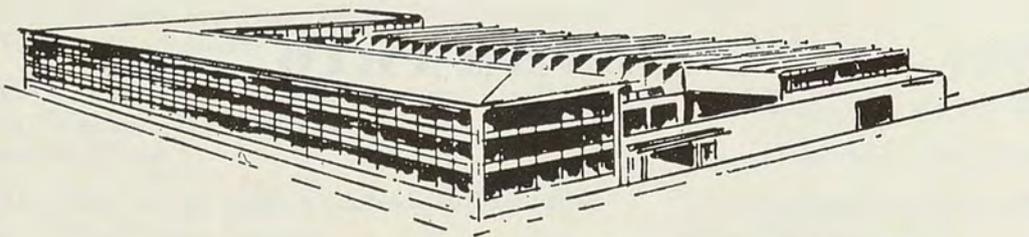


BENEDETTO PASTORE

S. P. A.

ESPORTAZIONE *TUTTI I TIPI DI CHIUSURE DI SICUREZZA, AVVOLGIBILI "CORAZZATA" RIDUCIBILI, RIPIEGABILI, SCORREVOLI A BILICO PER ABITAZIONI, NEGOZI, GARAGES, STABILIMENTI*

SERRANDE DI SICUREZZA



SEDE E STABIL.: 10152 TORINO - C. NOVARA, 112 - TEL. 233.933 (5 linee)

San Paolo

Istituto Bancario San Paolo di Torino
 Mezzi amministrati oltre 8000 miliardi

sanpaolo LP

RASSEGNA TECNICA

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.

Aspetti della pianificazione territoriale e della valorizzazione dei beni culturali in Ungheria

CRISTIANA SERTORIO LOMBARDI () riassume gli aspetti salienti del sistema di pianificazione territoriale vigente in Ungheria e formula considerazioni sui principi e sui metodi della tutela dei beni ambientali e monumentali. Le notizie e le osservazioni raccolte sono frutto di un survey condotto col metodo della ricerca in campo e fanno parte di uno studio comparativo sui metodi della pianificazione territoriale esteso a paesi europei caratterizzati da diverse situazioni socio-politiche.*

1. Obiettivi e limiti delle presenti note.

La pianificazione territoriale non può oggi essere studiata né applicata correttamente prescindendo dal più generale campo relativo alle forme ed ai metodi della pianificazione rivolta alla globalità dei problemi socio-economici, tuttavia essa presenta un suo ambito, suoi propri strumenti e sistemi che sono suscettibili di analisi e comparazione in quanto formano un vero e proprio apparato scientifico e tecnico.

Il presente lavoro si propone anzitutto di dare avvio ad una indagine comparativa tendente a cogliere, in paesi europei caratterizzati da diverse situazioni socio-politiche, le linee principali dei sistemi di pianificazione territoriale al fine di sottolineare da un canto le caratteristiche che li distinguono, dall'altro quegli aspetti che sono suscettibili di costituire indicazioni preziose da innestare sulla nostra situazione ai livelli statale e regionale.

Le note che seguono si limitano peraltro a tratteggiare per sommi capi uno schema del metodo della pianificazione attualmente vigente in Ungheria, con particolare riferimento agli istituti che operano nel campo, allo sviluppo dell'attività degli stessi ed alle interrelazioni correnti fra essi ed il quadro amministrativo e politico esistente.

Una particolare attenzione, inoltre, è posta nei confronti della tutela dei beni culturali, ambientali e storici, in quanto questa problematica appare rivestire una specifica e notevole importanza sia nell'impianto teorico e scientifico del sistema della pianificazione, sia nelle realizzazioni compiute o in corso di esecuzione.

2. Fonti e metodo dell'indagine.

Queste prime osservazioni sono frutto di uno studio condotto su fonti bibliografiche e, inoltre,

(*) Soprintendente ai Beni Monumentali ed Ambientali, in servizio con funzioni dirigenziali presso il Dipartimento del Territorio della Regione Piemonte.

di un'indagine sviluppata attraverso numerosi contatti e colloqui avuti sul posto con i responsabili di istituti scientifici (fra questi: Magyar Tudományos Akademia: Accademia delle Scienze Ungherese), di istituti addetti alla pianificazione territoriale (Városépítési Tudományos és Tervező Intézet e sue articolazioni), di istituzioni responsabili della tutela dei monumenti e dei centri storici (Országos Műemléki Felügyelőség: Soprintendenze per la protezione dei monumenti storici).

L'osservazione diretta, sul campo, degli aspetti concreti dei problemi toccati, delle soluzioni adottate, delle iniziative in corso di realizzazione ha infine permesso di verificare ed arricchire con notazioni ed esperienze vive i dati raccolti.

3. Lineamenti del sistema di pianificazione territoriale ungherese.

La pianificazione territoriale è argomento riconosciuto di particolare importanza nel sistema socio-politico del paese anche in quanto, attraverso i provvedimenti ed i piani che dagli studi sulla materia derivano, si definiscono e raggiungono obiettivi di primaria importanza sia sul piano economico sia su quello sociale.

Tramite i piani di sviluppo pluriennali e a lungo termine, il Governo fissa determinati obiettivi da perseguire; i diversi Ministeri, anche attraverso Istituti specializzati, operano concretamente per l'attuazione delle linee programmatiche tracciate.

Per quanto riguarda l'assetto del territorio ed i problemi connessi, il Városépítési Tudományos és Tervező Intézet, V.A.T.I. (Istituto Ungherese per l'urbanistica e la pianificazione territoriale) - nato nel 1949 come Istituto del Ministero dell'edilizia e dello sviluppo urbano e successivamente ampliato — è oggi l'istituto scientifico di base per i problemi della pianificazione territoriale, cui fanno riferimento non solo il citato Ministero dell'edilizia, ma pure l'Ufficio Nazionale del Piano, la Commis-

sione dello Sviluppo Tecnico Nazionale e molte altre istituzioni di livello nazionale.

Il sistema attuale della pianificazione territoriale si articola secondo le seguenti linee essenziali:

a) presso il V.A.T.I. vengono studiati e redatti i piani di assetto territoriale e di organizzazione delle infrastrutture estesi all'intera nazione, in armonia con gli obiettivi generali fissati dal Governo nei piani di sviluppo;

b) negli uffici « regionali » di pianificazione (articolarzioni del V.A.T.I. stesso) con sede nei cinque centri capoluoghi: Miskolc, Szeged, Győr, Pecs, Debrecen, vengono sviluppate su scala regionale le previsioni formulate dai piani territoriali generali; in questi stessi uffici, inoltre, avviene la verifica di congruità dei piani di livello locale;

c) le comunità locali sono riunite, amministrativamente, in 19 « dipartimenti »: in queste sedi vengono raccolti e/o formulati i piani di livello locale che, già coordinati fra loro, sono poi trasmessi agli uffici « regionali » per l'esame e l'approvazione tecnica.

Le previsioni dei piani coprono un arco temporale medio di 5 anni, trascorsi i quali vengono aggiornati in continuo « aggiustamento » con le indicazioni di livello generale fornite dal V.A.T.I. e con i piani specifici di aree e attrezzature speciali da esso progettati (aree industriali, grandi comunicazioni, zone protette, zone di confine, zone attrezzate per il tempo libero, lo sport, ecc.).

È interessante notare che, al fine di suddividere con esattezza il grado di dettaglio delle previsioni dei piani rientranti nelle competenze dei diversi livelli istituzionali, viene fatto esplicito riferimento alla scala della cartografia sulla quale viene delineato il progetto. In tal modo si precisano, concretamente, i campi di competenza dei diversi livelli di pianificazione e si salvaguardano sia le linee e le indicazioni di rilievo ed interesse generale, sia le autonomie e le iniziative locali.

Il disegno del metodo della pianificazione si presenta pertanto, pur nelle linee essenziali appena tracciate, particolarmente organico e coerente, la visione globale dei problemi del territorio è sempre nitida e chiara in quanto la sistematica ripartizione dei livelli di pianificazione garantisce un'armonizzazione continua fra prospettive, programmi da un canto e momenti e provvedimenti attuativi dall'altro.

4. Il problema della capitale.

La capitale, Budapest, e la « regione » che la circonda costituiscono l'oggetto di studio di pianificazione da parte di un ufficio speciale (BUVARTI): il problema dell'area metropolitana è, infatti, un nodo di enorme importanza nella vita del paese. Il fenomeno dell'inurbamento in Budapest ha raggiunto livelli critici: su due milioni di abitanti, più

di 500.000 persone sono in attesa dell'assegnazione di un alloggio, la mancanza di case e l'inadeguatezza di molte abitazioni esistenti determinano conseguenze gravissime sulle condizioni di vita della popolazione. Ad esempio, alcuni provvedimenti, tendenti a contenere il fenomeno dell'inurbamento, generano innumerevoli casi di speculazione da parte degli assegnatari di alloggi i quali affittano a prezzi di ricatto una delle due camere di cui sono composti gli alloggi ad altra famiglia giacché, per poter aspirare a sua volta all'assegnazione di una casa, il lavoratore deve dimostrare di avere da più di 5 anni un posto di lavoro fisso in Budapest.

Notevole rilievo, inoltre, assumono nell'intorno della capitale i problemi delle localizzazioni industriali e delle grandi infrastrutture dato che, complessivamente, tutto il paese gravita intorno a Budapest non esistendo, nel resto della nazione, nuclei metropolitani di paragonabile importanza.

L'orientamento attuale è indirizzato alla costituzione di veri e propri poli di sviluppo produttivo alternativi rispetto alla capitale, dislocati nell'intorno della metropoli, suscettibili di recepire, insieme agli insediamenti industriali, consistenti insediamenti residenziali per i lavoratori. Il decentramento così perseguito, mentre dovrebbe permettere ristrutturazioni di notevole entità in Budapest, determinerà anche la necessità di organizzare estese aree attrezzate per il tempo libero e lo svago valorizzando, a questo scopo, siti dotati di particolari caratteristiche ambientali tali da prestarsi ad una fruizione sociale e culturale con funzioni di promozione e stimolo.

5. Il Városépítési Tudományos és Tervező Intézet.

5.1. Struttura.

Il Városépítési Tudományos és Tervező Intézet, V.A.T.I. (Istituto Ungherese per l'urbanistica e la pianificazione territoriale), con sede in Budapest, è attualmente composto di numerose « unità organizzative » che corrispondono ai diversi campi di studio cui si rivolge l'attività dell'Istituto stesso:

a) Ricerche di urbanistica e sistemazione del territorio (Dipartimento studi urbanistici);

b) Controllo e sviluppo tecnico della pianificazione, metodi, principi, indicatori, predisposizione di mezzi ausiliari della pianificazione (Dipartimento tecnico);

c) Studi ed elaborazione dei piani di sistemazione del territorio nazionale e regionale (Dipartimento pianificazione nazionale e regionale);

d) Elaborazione di piani urbanistici generali e di dettaglio per città e nuclei (Dipartimento pianificazione urbana);

e) Protezione e ripristino di monumenti, principalmente di centri storici urbani protetti dal pun-

to di vista monumentale (Dipartimento protezione monumenti e progettazione architettonica);

f) Progettazione sperimentale di nuclei ed edifici per i grandi centri residenziali e territori da attrezzare per il tempo libero (Dipartimento progettazione edilizia);

g) Pianificazione delle reti di circolazione, servizi pubblici e sanitari, sistemi di spazi verdi, ricerche sulla meccanica dei suoli a scala urbana (Dipartimento ingegneria civile);

h) Coordinamento della pianificazione territoriale con la pianificazione economica nazionale, ricerche sulla localizzazione di investimenti, particolarmente per impianti produttivi industriali (Dipartimento sviluppo regionale);

i) Centro di studi e di coordinamento del Programma di sviluppo del Lago Balaton (Segretariato tecnico della Commissione Interministeriale per lo sviluppo del Balaton);

l) Informazione e documentazione professionale sull'urbanistica e la pianificazione territoriale (Sezione Urbinform del Dipartimento tecnico).

L'Istituto ha competenza esclusiva in materia di pianificazione generale, mentre effettua studi e ricerche aventi carattere prevalentemente sperimentale per quanto riguarda i livelli di pianificazione intermedio e locale, prestando nel contempo consulenze scientifiche qualificate su temi specifici connessi all'uso del territorio.

L'Istituto conta attualmente più di 600 funzionari, la maggior parte dei quali laureati, numerosi altri diplomati in scuole superiori: la sua attività si sviluppa mantenendo un elevato livello scientifico ed una notevole autonomia anche nei confronti del potere politico del paese. I funzionari dei massimi livelli direttivi si qualificano come « ricercatori » e studiosi, nessun problema di carattere amministrativo grava sull'attività di studio condotta.

Uno degli aspetti più interessanti dell'Istituto — che qui si vuole sottolineare in modo particolare — è quello della sua articolazione in dipartimenti cui corrispondono specifici problemi, relativi approssi e competenze. Se da un canto ogni dipartimento comprende un'area fornita di specificità ed autonomia disciplinare (con le connesse implicazioni sul piano metodologico e professionale), dall'altro tutti i dipartimenti sono coordinati. Il disegno potrebbe sintetizzarsi con l'espressione *settorialità tesa alla globalità*.

5.2. Studi e ricerche.

Il Dipartimento studi urbanistici del V.A.T.I. ha condotto, e conduce, ricerche di notevole interesse teorico e scientifico che hanno portato alla formulazione di vere e proprie metodologie di approccio, con carattere anche interdisciplinare, ai problemi che convergono o influiscono sulla pianificazione territoriale.

Si citano fra gli altri, ad esempio, i seguenti temi che appaiono di particolare rilievo:

— interazione fra costruzione industrializzata di abitazioni e sviluppo urbano;

— effetto causato dal flusso di popolazione rurale verso la città sulle tendenze di trasformazione della costruzione residenziale;

— efficacia economica dei diversi tipi di servizi comuni nei nuclei e nelle campagne;

— dimensioni e localizzazioni ottimali di attrezzature collettive e di servizi comuni;

— elaborazione di metodi matematici come strumenti di pianificazione delle comunicazioni e dei trasporti nel quadro delle ristrutturazioni urbane;

— analisi sociologica sulle condizioni abitative della popolazione di Budapest, Szeged, Pecs e della popolazione delle fattorie isolate nella « grande pianura ».

Ulteriori programmi di ricerca prevedono l'approfondimento anche delle seguenti problematiche:

— indagine sulle linee generali di tendenza e sulle leggi dello sviluppo del tessuto urbano e dell'assetto del territorio, elaborazione scientifica di modelli di previsione;

— la « domanda di dotazioni » della popolazione urbana in funzione del tipo di agglomerato urbano e del livello di sviluppo del terziario;

— ricerche sull'utilizzazione ottimale dei territori di diversa natura;

— ricerche per porre le basi di un sistema d'informazione relativo all'assetto del territorio, compresa l'elaborazione di un *medium* d'informazione territoriale;

— ricerche tendenti al miglioramento dell'*environment* tecnico e naturale dell'uomo;

— ricerche comparative a livello internazionale sui metodi e le esperienze della pianificazione in paesi stranieri al fine di utilizzarli in Ungheria.

5.3. Pianificazione territoriale nazionale e « regionale ».

Come si è già ricordato sopra, il V.A.T.I. partecipa attivamente allo studio dei piani nazionali ed al trasferimento su scala « regionale » delle previsioni di questi.

L'attività di pianificazione, sia dello sviluppo economico e sociale sia del territorio, condotta dai Consigli dei 19 « dipartimenti » si basa integralmente sulla indicazione delle linee generali che sono state tracciate, a livello nazionale, dal V.A.T.I. in funzione degli obiettivi fissati dal Governo sulla base dei principi di sviluppo pianificato del territorio.

5.4. Zone industriali e produttive.

Una particolare attenzione è posta allo studio dei piani di sviluppo e delle infrastrutture per i comprensori con prevalente destinazione ad impianti industriali di notevole consistenza: fra altri il medio-corso del Danubio (compreso fra due tratti

del Danubio che hanno, invece, specifica destinazione quali zone turistiche e per le attività del tempo libero), l'agglomerazione di Borsod, il distretto Kisterenye - Nagybatony, Dunaujváros e dintorni.

Le zone con attività di estrazione mineraria o petrolifera, le coltivazioni di cava, sono studiate e pianificate a livello nazionale dal V.A.T.I.; alcune zone agricole (Hortobágy, Nagykörös-Kocsér, Szekkutas) sono state oggetto di particolare pianificazione specifica, anche in connessione con lo sviluppo notevolissimo raggiunto dal sistema delle cooperative agricole di produzione, che ha, negli ultimi decenni, integralmente trasformato la connotazione dell'attività agricola e degli insediamenti rurali.

5.5. *Zone di confine.*

Un'attività particolarmente delicata dell'Istituto, inoltre, è quella della pianificazione delle zone di confine, condotta in contatto e collaborazione con gli istituti di pianificazione della Cecoslovacchia (per la sponda dell'Ipoly e per la zona danubiana interessata dalle dighe che permettono l'uso del Canale Reno-Danubio), dell'Austria e della Jugoslavia, per coordinare le iniziative e gli investimenti, per valutare gli effetti vicendevoli prodotti dai poli d'attrazione esistenti in prossimità dei confini comuni.

5.6. *Coordinamento fra pianificazione territoriale e pianificazione economica.*

A seguito dei decreti governativi del marzo '71, nel 1972 il V.A.T.I. ha intrapreso lo studio del piano per lo sviluppo pianificato del territorio a lungo termine, costituente parte integrante del piano economico nazionale (1971-1985).

I lavori preparatori si sono sviluppati in due stadi.

Il primo ha comportato, in ciascuna delle sei regioni, un'indagine sui seguenti temi:

a) effetti e conseguenze previste dallo sviluppo socio-economico a lungo termine sulle strutture spaziali della regione, sulla ripartizione territoriale delle risorse produttive, sulle condizioni abitative della popolazione, sulla formazione del livello di vita tenendo conto delle tendenze in atto;

b) problemi relativi al quesito: se le tendenze in atto rimanessero inalterate, quale situazione può venire a crearsi in avvenire; se nessun intervento avesse luogo, quali indirizzi, quali squilibri si verrebbero a creare in ogni regione e, di qui, su piano nazionale?

Dopo questa prima indagine, che ha permesso anche verifiche delle stesse previsioni, si è proceduto a suddividere per settori economici e di attività lo studio dei problemi derivanti dall'attuazione delle previsioni del piano di sviluppo a lungo

termine nei confronti dei piani di assetto del territorio.

Pertanto, il piano relativo allo sviluppo a lungo termine del territorio costituisce una parte del piano a lungo termine dell'economia nazionale e definirà, regione per regione, i due temi fondamentali:

— la struttura territoriale dell'economia nazionale per un periodo a lungo termine (1985);

— il livello e le condizioni di vita della popolazione.

5.7. *Localizzazione degli investimenti e rapporti con il mercato delle localizzazioni industriali.*

Nel 1971 il Governo ha emanato un Decreto, concernente il mercato delle localizzazioni industriali, mediante il quale si intende favorire il sistema di mercato per l'impianto di fabbriche ed industrie pur mantenendo una direzione ed un controllo centrali.

In attuazione del Decreto, presso il V.A.T.I. è stato costituito il « Centro nazionale del mercato delle localizzazioni industriali » il quale provvede, mediante l'elaborazione di un vero e proprio sistema d'informazione, a raccogliere sia le indicazioni relative alle possibilità ed offerte di localizzazioni, sia le richieste e domande da parte di imprese ed industrie che intendono insediarsi.

La conoscenza, da parte dell'Istituto, dei piani regionali e subregionali di assetto territoriale permette di favorire soluzioni d'insediamento ottimali sia nei confronti delle situazioni e caratteristiche ambientali, sia nei confronti delle esigenze produttive.

5.8. *La progettazione di piani urbanistici generali e di dettaglio.*

La progettazione di piani urbanistici regolatori è stata, inizialmente, la materia di specifica competenza del V.A.T.I. che, fin dagli anni cinquanta, realizzava i piani di numerose città ed elaborava una metodologia che ha costituito la traccia su cui ancor oggi operano i 5 uffici « regionali » ed i 19 uffici « dipartimentali » di pianificazione successivamente istituiti.

Attualmente, quindi, il V.A.T.I. redige solo alcuni piani regolatori generali di nuclei ed abitati che presentano un particolare interesse o per la complessità dei problemi o per l'importanza dei valori ambientali e culturali presenti (ad es. Tihany sul Balaton).

Un argomento a parte è costituito dalla redazione dei piani di dettaglio (particolareggiati) la cui esistenza è, a norma di legge, presupposto indispensabile per poter realizzare qualsiasi opera nell'interno dei centri abitati. Anche in questo

campo il V.A.T.I. ha prodotto direttamente una vasta serie di progetti che costituisce ora la guida per gli altri uffici di pianificazione (demolizioni e sostituzioni di interi quartieri, reperimento di spazi ad uso pubblico e localizzazioni di attrezzature d'interesse collettivo, restauro e risanamento di centri storici e di nuclei di valore ambientale).

Con il potenziamento degli uffici « regionali » e « dipartimentali », il contributo fornito ora dal V.A.T.I. nella materia si riduce ad alcuni piani con caratteri di eccezionalità o di innovazione. Fra questi si ricordano: nuovi quartieri residenziali ad alta densità abitativa, utilizzazione di sistemi di prefabbricazione, creazione di nuclei turistici e di « città di vacanze », complessi e quartieri monumentali.

5.9. Segretariato della Commissione Interministeriale per lo sviluppo del Balaton.

La pianificazione complessa del comprensorio in cui è incluso il Lago Balaton — il mare dell'Ungheria, orgoglio dell'intera nazione — è sentita come uno dei compiti più affascinanti ed impegnativi attribuiti al V.A.T.I. dal Governo a seguito della costituzione, avvenuta nel 1969, della Commissione Interministeriale per lo sviluppo del Balaton.

Il V.A.T.I., infatti, dopo avere redatto il piano generale di sviluppo ed assetto del territorio del Balaton, ha creato un ufficio apposito (denominato Segretariato tecnico della Commissione Interministeriale) che funziona quale organo operativo nell'organizzazione dell'Istituto.

Tale Segretariato ha il compito specifico di elaborare i piani tecnici ed economici, sia annuali sia a medio termine, relativi a tutti gli interventi ed investimenti da realizzare gradualmente nel comprensorio per favorire ed incentivare un equilibrato e coerente sviluppo di tutte le attività presenti o insediabili.

Ad una prima serie di interventi tendenti ad allontanare le circostanze ed attività riconosciute lesive delle caratteristiche ambientali (ad es. chiusura di cave ed attività estrattive con ripristino delle pendici e loro rimboschimento), ha fatto seguito un'opera di valorizzazione delle risorse presenti sul territorio che, basata su di un'indagine attentissima ed interdisciplinare, ha portato alla redazione di piani di dettaglio specifici e per ogni località e per ogni tipo di preesistenza. Si è così giunti all'imposizione di vincoli, all'indicazione delle destinazioni da mantenere od attribuire ad aree precisamente individuate, al censimento ed alla tutela dei valori scientifici naturalistici e botanici, al restauro dei nuclei antichi e tipici oltre che dei singoli monumenti, alla valorizzazione delle forme e delle testimonianze dell'artigianato locale, alla istituzione di numerosi musei locali (anche di ridotte dimensioni) spesso insediati in fabbricati monumentali restaurati. Nel contempo si

sono individuate le zone suscettibili di accogliere insediamenti turistici (residenze ed attrezzature anche di notevolissime dimensioni) e si è proceduto alla realizzazione delle infrastrutture utili a favorire e stimolare al massimo grado la fruibilità, pubblica e privata, del comprensorio.

La promozione delle iniziative pubbliche di ogni natura e specie e la verifica ed il controllo delle iniziative private trovano nel Segretariato il luogo e la sede di un coordinamento sistematico.



Architettura tradizionale tipica nel nucleo abitato principale della penisola di Tihany sul Lago Balaton.

Lo stile delle caratteristiche basse costruzioni dei villaggi di pescatori è definito dalla muratura in blocchi di Java spesso lasciati grezzi, altre volte intonacati bianchissimi, dai tetti di paglia, dal portichetto d'ingresso a colonne, mentre il basalto grigio scuro delle stradine evidenzia i tracciati che disegnano il tessuto del nucleo.

Nel villaggio alcuni edifici, frammisti a quelli di normale residenza, sono destinati a piccoli musei (antico artigianato locale e di cottura delle ceramiche, vecchie cantine di vini, arredo tipico): la loro visita rende partecipi della vita locale, della storia e delle tradizioni con una vivacità ed immediatezza ben più efficaci di una sistematica trattazione.

5.10. Piani e progetti per monumenti e centri storici.

Il V.A.T.I. è, a fianco della Soprintendenza nazionale ai Monumenti, l'organo di pianificazione più qualificato del paese anche in materia di centri storici. Un ufficio apposito, inoltre, provvede pure a redigere progetti per il restauro e/o la ristrutturazione di edifici monumentali e per la costruzione di nuovi fabbricati nell'ambito dei nuclei antichi tutelati per legge.

La redazione dei piani particolareggiati di alcuni fra i più rilevanti nuclei storici del paese: Sopron, Győr, Eger, Pécs, Veszprém, è interamente affidata al V.A.T.I.

L'obiettivo principale di questo campo di attività è espressamente enunciato nell'intento di valorizzare gli ambienti e la composizione degli antichi tessuti urbani, determinarne le funzioni attuali per inserirli e mantenerli nel « flusso vitale » della città. La ricerca è tesa a cogliere e conservare le « linee » individuali, tipiche, di ciascun agglomerato mettendone in rilievo le forme in voluto contrasto con le caratteristiche globalmente uniformi e indistinte delle espressioni architettoniche moderne.



La penisola di Tihany è una delle zone più interessanti del Lago Balaton: formata da un compatto gruppo di colline di origine vulcanica, essa si insinua profondamente nel lungo specchio d'acqua ed il suo rilevato costituisce punto di riferimento per tutte le visuali dell'intorno. L'ambiente naturale presenta caratteristiche di particolare interesse scientifico e geologico (tracce di fossili, il piccolo Lago Belső circondato da rocce vulcaniche bianche con fenditure opalescenti di antichi geysir, coni di vulcani spenti), mentre la vegetazione sottolinea la singolarità della natura dei terreni: i boschi si alternano a zone acquitrinose fitte di giunchi e canneti, le distese di lavanda diffondono nell'aria un intenso profumo, le zone coltivate, i vigneti sono pause operose testimoni della presenza umana.

La penisola conserva le tracce del succedersi di insediamenti da epoche remote: mura celtiche, resti romani, costruzioni medioevali, un'abbazia benedettina poi grande Chiesa barocca ora museo, si mescolano fra le piccole case caratteristiche dei villaggi di pescatori e con esse costituiscono un vero e proprio museo all'aperto il cui discorso si snoda in un paesaggio di rara suggestione.

La planimetria rappresenta lo schema programmatico dell'assetto territoriale e paesistico della penisola, predisposto per guidare gli interventi di trasformazione e modifica delle connotazioni ambientali.

Si nota la limitata estensione dell'unico percorso stradale aperto a mezzi motorizzati in contrapposizione con l'articolato sistema dei sentieri pedonali che sono tracciati in modo da stimolare e guidare all'apprezzamento dei diversi ambienti naturali determinati dalla varietà delle colture. L'alternarsi di boschi e radure, di zone a vigneto e coltivate, studiato in base alla natura del suolo, all'esposizione dei terreni ed al regime dei venti, raggiunge un notevole equilibrio funzionale oltre a creare una successione di ambienti ed un quadro globale di rara armonia formale ed estetica.

Un impegno particolare, inoltre, è posto nello studio dei progetti di singoli fabbricati da ricostruire integralmente nei centri storici: in questo campo sono stati realizzati coraggiosi e riusciti interventi architettonici che, utilizzando forme e materiali attualissimi, sono perfettamente integrati nel tessuto e nell'ambiente antico a causa dell'intelligente sensibilità che ha guidato la progettazione delle proporzioni, dei volumi, dei contrasti tra vuoti e pieni, degli effetti cromatici.

5.11. *Il progetto termale.*

In Ungheria, a causa delle favorevoli condizioni geologiche e geotermiche, esiste un'enorme quantità di sorgenti termali utilizzate già dai romani, nell'antica Pannonia, e poi valorizzate particolarmente sotto la dominazione turca.

Il Governo, al fine di valorizzare questa potenzialità, sia a fini sociali sia a fini turistici, ha incaricato un apposito ufficio del V.A.T.I. della pianificazione e del coordinamento delle iniziative in questo settore, anche in quanto esso, localizzando importanti investimenti, viene ad incidere su aspetti significativi della pianificazione territoriale ed economica del paese.

Dal 1972 sono stati intrapresi gli studi che hanno portato alla redazione prima di un piano nazionale, poi di piani di assetto a livello regionale, infine alla realizzazione di piani pilota specifici per singole aree ed iniziative.

5.12. *Lavori di pianificazione all'estero.*

L'Istituto desidera porre a disposizione di altri paesi, e particolarmente di quelli in via di sviluppo, il patrimonio di studi ed esperienze formatosi sia sul piano del metodo e della ricerca scientifica, sia sul piano concreto delle realizzazioni compiute.

A tal fine, nel quadro della cooperazione internazionale, sono stati organizzati gruppi di esperti che prestano la loro opera direttamente in paesi stranieri, mentre altri lavori specifici di pianificazione territoriale per nazioni estere vengono elaborati pure dagli uffici centrali del V.A.T.I. in Budapest.

Questa importante attività presuppone una particolare preparazione specifica degli esperti e degli studiosi: vengono quindi promossi, presso i funzionari, gli studi delle lingue e favorite tutte quelle forme di approfondimento culturale ed allargamento di conoscenze interdisciplinari che formano la base necessaria per lo sviluppo di un lavoro di pianificazione serio ed efficace.

5.13. *Il Dipartimento tecnico e le pubblicazioni.*

Il Dipartimento tecnico ha funzioni di organizzazione e coordinamento degli aspetti « tecnici » del lavoro svolto dalle singole e diverse unità organizzative dell'Istituto.

I contatti con istituti di pianificazione esteri e nazionali, l'elaborazione dei dati e delle metodologie, la raccolta e sistematizzazione delle ricerche compiute, fanno capo a questo ufficio che provvede pure a redigere ogni anno dei « rapporti » informativi sulle attività ed a mettere a disposizione degli ambienti professionali interessati i risultati degli studi.

Nell'ambito del Dipartimento, inoltre, opera la Sezione Urbinform che si occupa della diffusione delle notizie e ricerche relative alla pianificazione a livello nazionale ed internazionale.

In questo quadro, la Sezione Urbinform cura anche la preparazione della rivista « Területrendezés » (con traduzione in quattro lingue) che esce quattro volte all'anno in forma di numeri monografici su temi e realizzazioni di attualità nel campo della pianificazione territoriale; il bollettino « Referátumgyűstemény Ertesítő » che raccoglie articoli stranieri sulla materia e comunicazioni sui lavori e ricerche; il bollettino « Szakirodalmi Tájékoztató » che riguarda la bibliografia specializzata di riviste nazionali ed estere ed esce sei volte nell'anno.

Particolare cura, ancora, è posta nell'organizzazione e nell'aggiornamento continuo della ricchissima Biblioteca specializzata dell'Istituto, aperta a tutti i ricercatori, operatori e studiosi, che sta diventando a poco a poco la biblioteca nazionale di riferimento per tutti i problemi relativi all'assetto del territorio.

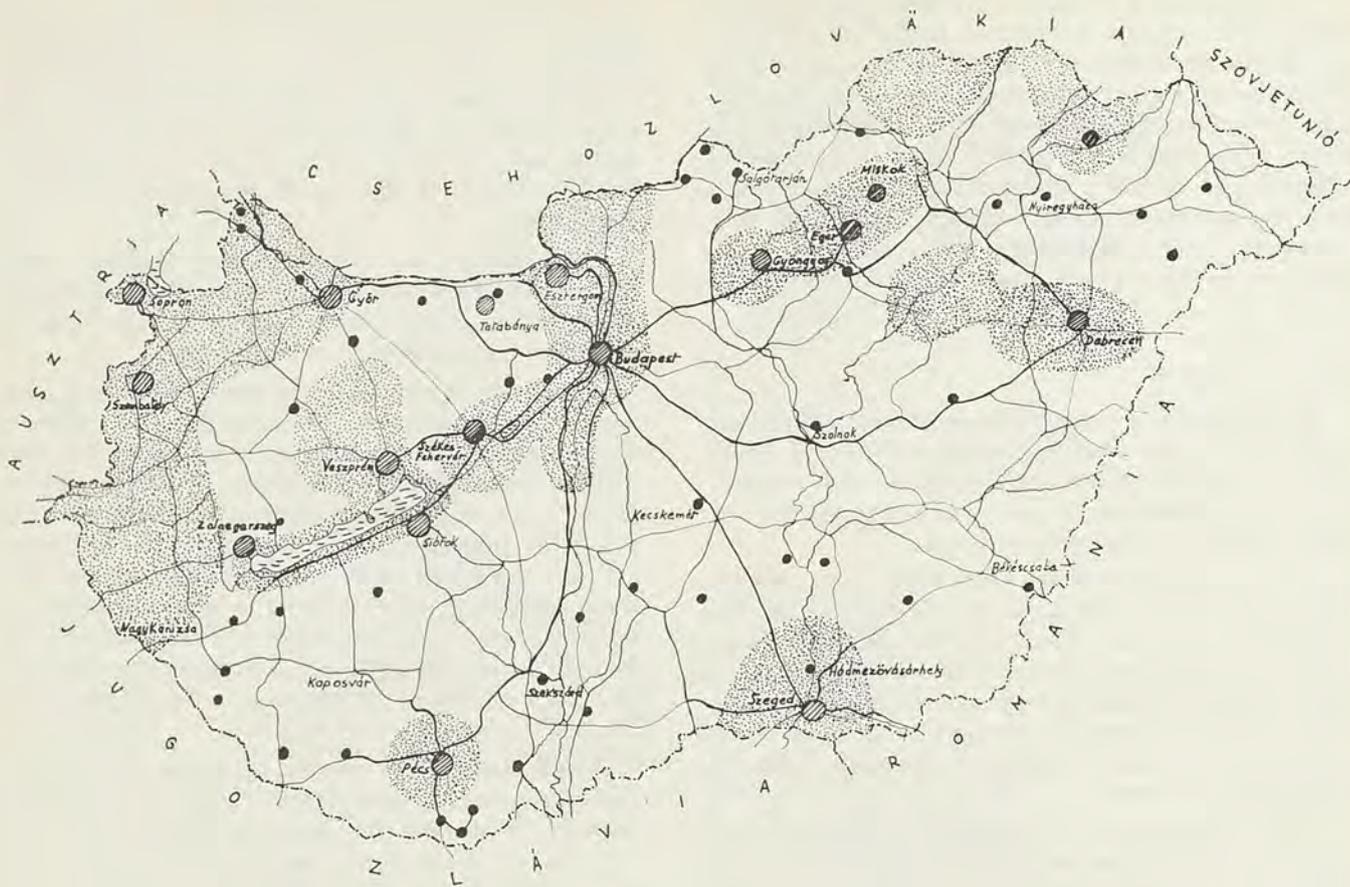
6. *I beni ambientali e culturali nella pianificazione.*

Nel discorso sviluppato sull'uso e l'assetto del territorio prendono particolare evidenza, per l'importanza che ad essi viene esplicitamente attribuita, gli aspetti connessi alla valorizzazione e fruizione dei beni ambientali e culturali.

Nei piani di livello nazionale, l'indicazione delle zone da salvaguardare in modo assoluto per la presenza di particolari caratteristiche di interesse scientifico e naturalistico è argomento di primaria importanza; alla conservazione dell'integrità di esse sono indirizzati concreti provvedimenti di varia natura che, indicati dagli organi della pianificazione territoriale, investono le competenze anche di altri organismi.

Inoltre interi comprensori di vasta estensione (Lago Velence, Lago Balaton, Monti Mátra-Bükk, ansa del Danubio, ecc.) sono individuati quali aree cui dare una preminente destinazione per l'uso del tempo libero, lo svago e lo sport. In essi, attraverso una pianificazione di dettaglio, vengono successivamente localizzate le zone da tutelare in modo assoluto (riserve naturali), le zone da salvaguardare per l'interesse paesistico o storico, le zone in cui potenziare l'attività agricola o boschiva, le zone, infine, da attrezzare con servizi ed insediamenti ricettivi anche di notevolissima entità.

I piani di assetto di questi comprensori sono esempi dell'elaborazione di ricerche condotte su



La planimetria, estesa a tutto il territorio ungherese, presenta l'indicazione delle principali aree che raccolgono i centri e le zone di interesse turistico e ricreativo individuate sia in base alla presenza di particolari caratteristiche ambientali e bellezze naturali, sia in base alla esistenza di nuclei antichi, centri storici, insediamenti rurali sparsi, riconosciuti degni di specifica valorizzazione e tutela. Sono posti in evidenza i centri abitati di maggiore attrazione turistica e, fra i tracciati stradali, quelli che costituiscono l'ossatura del sistema viario nazionale, tutti convergenti alla capitale.

base interdisciplinare, attente ad ogni aspetto e/o testimonianza presente sul territorio e suscettibile di valorizzazione. Dalle connotazioni paesistiche e cromatiche sul piano estetico, alla consistenza del patrimonio forestale ed agricolo, alla singolarità dei tessuti e delle architetture tipiche dei nuclei abitati, alla emergenza di singoli fabbricati d'interesse storico e/o monumentale, all'esistenza di tradizioni popolari, forme d'artigianato e di produzione, ogni elemento viene evidenziato, studiato, valutato nel contesto globale per poi riconoscere e restituire ad esso, attraverso gli strumenti della pianificazione, una precisa posizione di maggiore o minore rilievo in base alle scelte di fondo che caratterizzano l'intervento.

Si può dire che, in tal modo, viene suscitata e resa viva una ricca e vasta gamma di stimoli e suggestioni che continuamente raggiungono il fruitore fornendogli una quantità di « informazioni » che tendono a farlo penetrare nella realtà sia dei luoghi sia della comunità che vi è insediata.

Ovviamente, nell'attuazione dei piani si riconoscono diverse fasi: in primo luogo si individuano, per eliminarle, le cause di compromissione del territorio da parte di attività non compatibili con i criteri di salvaguardia (ad es. nell'intorno del Lago Balaton sono state chiuse le cave in esercizio e si

è provveduto al ripristino delle pendici con adeguati movimenti di terreno e piantumazioni); successivamente si organizzano gradualmente le principali infrastrutture, sempre in concomitanza con la proporzionata edificazione degli insediamenti ricettivi — od il ripristino di unità abitative esistenti — più o meno intensi a seconda della suscettività dell'ambiente a recepire la presenza umana.

Enorme importanza viene attribuita ai modi ed alle forme della fruizione e del godimento dei beni ambientali: spesso la rete delle vie di comunicazione è progettata, o modificata, in funzione — oltre che, ovviamente, dei criteri di funzionalità ed economicità — delle mete da rendere raggiungibili mediante una graduale possibilità di apprezzamento degli ambienti paesistici e naturalistici tipici delle diverse zone. Gli insediamenti ricettivi sono localizzati in comprensori attrezzati appositamente, spesso con il criterio di accorparvi una notevole densità anche per evitare proliferazioni ed estensioni coinvolgenti vaste porzioni di territorio.

Sul Lago Balaton, ad esempio, mentre la costa a Nord è tutelata per i suoi valori estetici e storici con estremo rigore, la costa Sud è praticamente destinata agli insediamenti per vacanze e sport e vi sono stati realizzati complessi edilizi di notevolissima intensità e capienza di tipo balneare.

7. Il tessuto dei nuclei abitati tradizionali.

I nuclei abitati tipici, inclusi o meno nei comprensori oggetto di particolare tutela, sono individuati e riqualificati con estrema cura sulla base di studi ed indagini specifici per ogni caso; la leggibilità dei valori tradizionali e storici, oltre che dalla evidenziazione del tessuto compositivo dell'agglomerato ottenuta mediante l'attuazione di piani di dettaglio, è facilitata dalla notevolissima frequenza di musei locali, anche di ridotte dimensioni, organizzati con semplicità di apparato e rilevante efficacia « didattica », gestiti dalle amministrazioni locali.

Nelle città di provincia, come nella capitale, i singoli monumenti architettonici o storici sono oggetto di una attenta e continua manutenzione da parte di squadre di maestranze specializzate, appositamente preparate ed incaricate per questo specifico lavoro.

La frequente presenza di parchi urbani e giardini attrezzati, la diffusa rete di piccoli musei e monumenti aperti al pubblico studiata con cura ed intelligenza, tracciano, negli abitati, percorsi di estremo interesse in cui appare evidente la ricerca — coronata da pieno successo — di rendere la vita quotidiana degli abitanti partecipe di un discorso globalmente culturale e tendente ad una armonica qualità di vita.

Il valore della tradizione, della storia, è sottolineato concretamente come presenza viva della memoria e delle radici della comunità.

8. I nuclei storici.

I nuclei storici, spesso racchiusi in cinte murarie d'origine medioevale di cui è stato evidenziato il tracciato e mantenuto il perimetro, sono oggetto di un continuo restauro d'ambiente che ha dato e dà risultati veramente eccezionali ed ammirabili.

Il restauro, oltre che impeccabile sotto il profilo tecnico, è condotto con sensibilità agli aspetti sociologici in modo tale da garantire nei nuclei stessi una continuità di vita da parte degli abitanti, sì che i centri antichi conservano in pieno la loro funzione e fisionomia di vero e proprio « cuore » dell'abitato, senza rischi di « imbalsamazione » o congelamento.

Sulla base di approfondite ricerche di carattere propriamente storico (documenti d'archivio, iconografie, ecc.), gli studi dei piani di dettaglio dei nuclei sono tesi a cogliere il significato del tessuto antico e le sue peculiarità. Le specifiche testimonianze della vita passata della comunità insediata, stratificatesi nelle diverse epoche, sono individuate nel concreto ed evidenziate con il preciso intento di valorizzare quei caratteri che nella località si presentano con singolarità ed unicità, che cioè determinano la « fisionomia » irripetibile, sia formale sia culturale e storica, di quell'insediamento.



Sopron. La torre della città (Várostorony) da una via del nucleo storico.

La cittadina di Sopron si trova nella regione transdanubiana, fra la catena montuosa di Sopron ed il Lago Fertő, in prossimità del confine austriaco. D'origine romana (Scarabantia), è l'unica città ungherese rimasta indenne dalle distruzioni causate dalla dominazione turca e conserva un centro storico, a forma ovoidale racchiuso fra le antiche mura, ove l'accostamento di testimonianze architettoniche di diverse epoche compone un tessuto di eccezionale interesse ora valorizzato da una sistematica opera di restauro. La Várostorony (dalla quale il guardiano, col suono del corno, avvertiva la popolazione dell'avvicinamento di truppe o comitive in arrivo dalla campagna circostante) è il frutto di interventi successivi, sovrapposti nei tempi di maggior splendore della città: la parte inferiore quadrangolare risale al secolo XIV e sormonta l'ingresso della cinta fortificata, la loggia ad archi è rinascimentale, la cuspidate terminale fu aggiunta in epoca barocca.

Il suo tessuto connettivo viene reso leggibile e restituito così alla quotidianità della vita cittadina.

Alla luce di queste osservazioni si coglie anche lo spirito con cui vengono coraggiosamente inseriti nei tessuti antichi episodi architettonici modernissimi — e nelle forme e nei materiali — che a certi portatori « ufficiali » della nostra cultura apparirebbero forse eccessivamente spregiudicati. Il risultato conseguito invece — proprio perché scaturisce da una ricerca seria che ha saputo cogliere il senso della storia e delle vicende umane e nel flusso di esse si immette con rispetto e con forza — realizza insieme di piena armonia sul piano estetico e di eccezionale interesse sul piano culturale e sociale. Ad esempio, nel « quartiere del Castello » di Buda, orgoglio della capitale e quasi simbolo della nazione, ove si ritrovano ed evidenziano con grande amore e rispetto le tracce e le testimonianze architettoniche lasciate dalle vicende delle diverse

epoche, sono stati realizzati alcuni edifici modernissimi (tra i quali un albergo di consistente entità) che, mentre determinano la continuità del profilo e completano la compattezza dell'edificato, connotano con inequivocabile affermazione d'attualità il discorso cromatico e formale dell'antico insediamento.

9. *I musei locali.*

Si è accennato all'importanza che assume, nel tessuto dei centri abitati anche di ridotte dimensioni, la presenza dei musei locali. Questi sono realizzati in base al criterio della sistematica valorizzazione della storia e delle tradizioni locali e non hanno la pretesa di costituire la « mostra » esauriente e completa delle testimonianze recuperabili intorno ad un dato tema: si tratta, spesso, di piccoli ambienti (sempre sistemati con grande attenzione all'aspetto estetico, ma senza profusione di mezzi) in cui vengono raccolti alcuni oggetti presentati con didascalie brevi e chiare, tali da evidenziare il significato dell'iniziativa.

La casa natale del poeta o dello scrittore, la vecchia farmacia con arredo del sec. XVIII, la piccola casa rurale con l'arredo tipico e le suppellettili quotidiane, il laboratorio di cottura delle ceramiche coi vecchi forni spesso ancora in funzione, i reperti archeologici di un piccolo scavo, gli attrezzi di una produzione agricola tipica della zona, le fotografie di momenti ed aspetti naturali in un parco, sono altrettanti spunti intorno ai quali si articola un nucleo espositivo di ridotte dimensioni, ma sufficiente a costituire il punto di aggregazione e di riferimento intorno al quale si svolge la vita di una comunità.

La sua presenza dà luogo a visite turistiche, stimola studi locali e non, rapporti e contatti; contribuisce a caratterizzare, in un certo senso, la fisionomia del nucleo.

Sistemati spesso nel castello o in edifici di interesse architettonico e storico perfettamente restaurati, gestiti dalle amministrazioni locali, i musei sono spesso anche sedi di piccole mostre temporanee di interesse più limitato: disegni di bimbi della scuola, celebrazioni di ricorrenze storiche, esposizioni fotografiche o di documenti, animano continuamente l'istituzione stimolandone la fruizione nella quotidianità di vita dei cittadini.

Appare ancora interessante sottolineare che, pur essendo il maggior numero di musei locali e di collezioni di proprietà pubblica, esistono pure forme di fruizione pubblica di beni e raccolte di proprietà privata. Fra queste ricordo, in particolare, la « Casa Storno » in Sopron: in un edificio del centro storico, restaurato con gusto ed opportunamente attrezzato, ha sede l'esposizione degli arredi, oggetti d'arte, suppellettili raccolti da parecchie generazioni della famiglia Storno (originariamente spazzacamini italiani provenienti dal Canton Tici-

no); gli ambienti della casa signorile sono arredati per lo svolgimento della vita familiare: il quadro vivo che è proposto al visitatore dagli attuali discendenti del ceppo familiare, mentre presenta singole testimonianze artistiche di estremo interesse, fornisce un'immagine concreta dell'evolversi delle consuetudini e dei modi di vita.

In connessione con il particolare ruolo che l'agricoltura occupa nella struttura socio-economica del paese, in molti centri urbani della provincia sono organizzati musei che documentano la storia, le tradizioni della vita rurale locale e le tecniche, anche attuali, dell'attività produttiva agricola caratteristica della zona. Alcuni di essi hanno sede in villaggi tipici all'aperto ristrutturati (ad es. Tihany, Veszprém) o ricostruiti integralmente (come a Szombathely), altri sono inseriti in edifici di interesse monumentale (così a Turkeve, Tokay, Tata): la funzione didattica svolta attraverso le collezioni esposte, oltre a sviluppare un discorso culturale di natura storica e documentaria, contribuisce a stimolare nei lavoratori agricoli la ricerca di una sempre più qualificata condizione di vita.

10. *I grandi musei nazionali.*

I grandi musei nazionali hanno prevalentemente sede in Budapest e si configurano come « insiemi » di iniziative culturali che solo apparentemente presentano le caratteristiche dei « musei » nostrani.

Tali istituti, infatti, non sono esclusivamente destinati alla esposizione di raccolte, ma costituiscono il nucleo intorno al quale si articolano centri di studio, laboratori specialistici di restauro ed analisi, redazioni di riviste specializzate, incontri scambi e congressi di livello internazionale, consulenze scientifiche, corsi per restauratori e operatori specializzati.

Il contatto continuo con gli aspetti operativi garantisce una reale vitalità dell'istituto e stimola la fruizione del patrimonio culturale da parte di larghi e vari strati della popolazione.

Per inciso si nota che tutte le campagne di scavo archeologico condotte nel paese rientrano nelle competenze dei musei nazionali; inoltre, i laboratori specializzati esistenti presso i musei sono continuamente utilizzati per consulenze e per la realizzazione dei restauri intrapresi dalle Soprintendenze, particolarmente per quanto riguarda il trattamento delle pietre, dei marmi, degli affreschi, delle decorazioni in stucco e a doratura, dei ferri battuti, ecc.

Un impegno particolare, ancora, è posto nell'organizzazione di corsi per la formazione di tecnici e maestranze specializzate nelle diverse tecniche del restauro. Organizzate in apposite squadre, queste maestranze, dirette dalle Soprintendenze, hanno poi l'incarico di provvedere alla conduzione dei cantieri di restauro dei monumenti ed alla sistematica ciclica manutenzione degli edifici monumentali di proprietà pubblica.

Tra gli altri grandi musei, si vuole qui ricordare il Mezögardasági Muzeum (Museo Nazionale dell'Agricoltura) che è forse il più importante del mondo nella materia. Sistemato nel castello di Vajdahunyad, nel cuore di uno dei più estesi parchi di Budapest, è organizzato in modo da offrire una vasta raccolta di documenti, oggetti, dati, notizie sui diversi sistemi di produzione, sulle tecniche specifiche delle attività rurali svolte nelle regioni del paese, sia nella prospettiva storica delle tradizioni popolari e dei modi di vita e di produzione antichi, sia nell'ottica della promozione e diffusione delle tecniche e dei mezzi più aggiornati. Nel museo opera un fitto gruppo di ricercatori e studiosi che conduce indagini scientifiche di alto livello, edita mensilmente una rivista nota in tutto il mondo, organizza corsi di aggiornamento, promuove congressi, conferenze, incontri.

11. La tutela dei monumenti storici nella legislazione.

Non appare opportuno, in questa sede, procedere ad elencare e citare i singoli provvedimenti legislativi vigenti in Ungheria in materia di tutela dei monumenti e degli ambienti storici, sembra invece utile sottolineare quegli aspetti dei principi di base e del sistema normativo che offrono spunto per specifiche considerazioni in quanto diversi o più avanzati rispetto alla parallela situazione italiana in materia.

La tutela dei monumenti e degli ambienti storici costituisce un preciso scopo della politica culturale impostata dal Governo: viene esplicitamente affermato, infatti, che la conoscenza e la valorizzazione dei beni culturali architettonici ed ambientali, perseguite anche attraverso i mezzi di propaganda e la didattica scolare e non, sono fattori rilevanti nella formazione della coscienza sociale ed hanno la funzione di diffondere i valori estetici e storici.

Oggetto della tutela sono i monumenti e gli ambienti suddivisi in cinque categorie:

a) i monumenti singoli;

b) gli edifici di importanza simile a quelli monumentali;

c) le costruzioni che contribuiscono a formare l'immagine della città;

d) le zone di importanza storica;

e) i fabbricati e gli immobili che circondano il monumento.

Mi pare necessario sottolineare che già il riconoscimento del diverso interesse di questi cinque distinti tipi di preesistenze (cui corrispondono « vincoli » di portata diversa ed interventi di graduata incisività) testimonia un'elaborazione culturale, teorica e scientifica, particolarmente sensibile ed aperta alla problematica ambientale. Inoltre sono così predisposti gli strumenti ed i mezzi per lo sviluppo di una tutela operativa correttamente intesa ad esprimersi attraverso provvedimenti il cui rigore viene calibrato in funzione del rilievo che al singolo fatto architettonico si riconosce nel discorso del contesto ambientale globale in cui esso si trova inserito.

Al Ministero dell'Educazione, tramite i musei nazionali, compete la tutela e la gestione dei beni archeologici e degli scavi.

Al Ministero dell'Edilizia, tramite le Országos Műemléki Felügyelőség (Soprintendenze per la protezione dei monumenti storici), compete la tutela e la gestione dei beni storici, architettonici, ambientali che si trovano fuori terra.

Tutta la popolazione è chiamata ad una partecipazione attiva per la realizzazione degli scopi indicati nelle leggi di tutela: con mente alla situazione locale — dicono le disposizioni di legge — tutta la popolazione deve partecipare attivamente all'elaborazione dei piani connessi alla valorizzazione dei monumenti, deve contribuire alla preparazione dei progetti con funzione di proposizione e controllo.

Le indagini propriamente scientifiche, le indicazioni tecniche sulla base delle quali redigere i piani ed i progetti sono compito delle Soprintendenze, ma sul lavoro predisposto da queste deve innestarsi un momento propositivo vivamente partecipato dalla comunità.



KŐSZEG. Il nucleo storico racchiuso nella cinta bastionata.

La città di Kőszeg, nel Transdanubio, è la più alta d'Ungheria trovandosi a m. 250 sul livello del mare. Al centro storico, completamente recinto da mura bastionate, si accede dalla Porta degli Eroi (Hősök Kapu) le cui campane suonano ogni giorno alle 11 del mattino per commemorare l'eroica difesa dei cittadini che, a quell'ora, costrinse gli assalitori turchi alla ritirata. Nel castello medioevale, perfettamente restaurato fra il 1958 e il 1962, ha sede il Museo Jurisich Miklós, mentre nei granai e nelle stalle del secolo XVII ad esso antistanti è stato ricavato un albergo turistico.

Numerose norme disciplinano le modalità dell'imposizione dei vincoli di tutela, promossa dalle Soprintendenze anche in base a segnalazioni di privati. Pare opportuno sottolineare che viene attribuita estrema importanza alla diffusione della conoscenza dei vincoli imposti: per legge, devono venirne informati numerosissimi enti, istituti, organismi che operano sul territorio in forza delle più diverse competenze al fine di garantire che ciascuno di essi, nell'esercizio delle proprie attività, tenga nel debito conto e provveda a rispettare nel modo più completo la presenza del bene di cui è stata riconosciuta l'importanza.

Esistono, inoltre, diverse disposizioni in merito alla destinazione ed all'uso da attribuire agli immobili tutelati: in primo luogo sono favorite e stimolate tutte le destinazioni, prevalentemente pubbliche, tendenti a scopi culturali e turistici. Viene sottolineata la connessione fra i beni architettonici, storici ed ambientali, e la loro fruizione a fini turistici intesi come momenti qualificanti, sul piano culturale, le attività del tempo libero.

Con notevole livello di dettaglio sono poi normati i diversi problemi della manutenzione degli edifici: ad essa è tenuto il proprietario, ente pubblico o privato che sia. In caso di mancanza di mezzi, i proprietari privati possono ottenere mutui fino al 90% delle spese di restauro e possono richiedere contributi annuali, o *una tantum*, per opere di ripristino e restauro.

Ogni tre anni viene disposto dalle Soprintendenze il controllo sistematico di tutti gli edifici monumentali al fine di verificare le condizioni in cui essi sono conservati; in caso di abbandono al deperimento, o di manutenzione non dignitosa, la Soprintendenza competente può promuovere l'esproprio dell'immobile a favore dello Stato.

12. *Le Soprintendenze per la protezione dei monumenti storici.*

In Ungheria esistono due Országos Műemléki Felügyelőség, entrambe con sede in Budapest. L'una ha competenza estesa al territorio della sola capitale ed è, operativamente, collegata in modo specifico con gli uffici di pianificazione urbana di Budapest; l'altra ha competenza su tutto il restante territorio nazionale.

Le Soprintendenze operano, sul piano scientifico, in stretta connessione con una Commissione dell'Accademia delle Scienze (Commissione « Teoria e storia dei monumenti architettonici »), formata dai più eminenti studiosi di varie discipline attinenti la materia, con la quale vengono annualmente predisposti dei piani di ricerca e di studio su specifici temi. Questi piani si sviluppano poi, operativamente, in programmi sistematici di concreti interventi, da parte delle Soprintendenze e dei Musei, attuativi delle risultanze emerse dagli studi condotti. Ad esempio, sono di recente stati sviluppati i temi concernenti la conservazione e

valorizzazione delle rovine romane nel contesto urbanistico dei nuclei e nelle campagne. Attualmente è in corso lo studio dei problemi connessi alla progettazione dei restauri negli edifici monumentali, particolarmente per quanto riguarda la qualità della progettazione, in quanto la scarsità dei compensi (che sono proporzionati all'entità delle opere realizzate e non alla loro qualità) allontana i professionisti più preparati da questo difficile campo di attività che richiede una preparazione specifica. È all'esame, inoltre, la sistemazione dei magazzini di reperti archeologici esistenti presso i musei al fine di organizzarne la fruibilità a scopi didattici e di studio.

Le Soprintendenze hanno il compito di proporre i vincoli di tutela sui beni immobili, di esaminare ed approvare i progetti proposti sia dagli enti pubblici che dai privati per restauri o modifiche negli edifici tutelati e di dettare, fino al dettaglio, le modalità e le tecniche d'intervento. Alle Soprintendenze compete, ancora, di condurre e dirigere cantieri di restauro sugli edifici di proprietà statale, di procedere al controllo sistematico triennale delle condizioni in cui si trovano gli edifici monumentali, di dirigere i lavori delle squadre di maestranze specializzate addette alla manutenzione degli edifici pubblici vincolati, di collaborare alla realizzazione dei corsi per restauratori organizzati dall'Accademia di Belle Arti e dai Musei.

Ancora, le Soprintendenze sono chiamate a formulare il loro parere e l'approvazione di competenza su tutti gli strumenti urbanistici (in particolare su quelli attuativi) riguardanti centri storici, ambienti tutelati o comprendenti singoli immobili vincolati. Rilevante, inoltre, è il giudizio che le Soprintendenze sono tenute a formulare sui progetti di edifici moderni da inserire in ambienti e centri storici.

Nell'esercizio delle attività rientranti nelle loro competenze istituzionali, le Soprintendenze sviluppano una continua collaborazione ed un coordinamento costante sia con gli uffici di studio e pianificazione del V.A.T.I. che con i Musei e le Accademie scientifiche.

13. *La fruizione dei beni culturali, architettonici e storici, nel contesto dell'organizzazione territoriale.*

« È mediante la salvaguardia dei nostri monumenti storici che noi rendiamo omaggio al passato, valorizziamo il presente ed esprimiamo la nostra fiducia in un avvenire di pace »: in questa frase del dott. Pál Pongrácz, architetto capo di Budapest, è riassunto l'atteggiamento degli ungheresi nei confronti dei beni culturali. E questo atteggiamento non si limita a delle espressioni di buona volontà, ma è divenuto impegno nell'operare concreto sì che si può affermare che non appaiono esistere in Ungheria monumenti abbandonati, inutilizzati o lasciati al deperimento.

L'ente pubblico, dopo aver condotto una sistematica opera di ricognizione su tutto il territorio per giungere alla conoscenza dei beni culturali presenti, ha un poco per volta provveduto ad individuare le possibili destinazioni e sistemazioni, ad esempio degli edifici monumentali, e realizzato il loro restauro e la loro valorizzazione. Prima mediante espropri, ora prevalentemente attraverso convenzioni con i proprietari e consistenti contributi, ha ottenuto di garantire la tutela degli immobili e, nella maggior parte dei casi, di organizzarne la fruibilità per scopi sociali.

Pressoché tutti i castelli e le fortezze sono sedi di musei di storia e tradizioni locali e costituiscono il nucleo intorno al quale si articola la vita culturale cittadina: così a Kőszeg, a Körmenl ove il Palazzo Battyany, circondato da uno splendido parco, ospita un piccolo museo di storia e fauna locale, a Sopron, a Győr, ecc.

Le grandi residenze nobiliari sparse nella campagna sono divenute, a volta a volta, sedi di istituti di ricerca scientifica (a Martonvásár, nel Transdanubio, il Castello Brunswick ove soggiornò a lungo Beethoven ospita cimeli del grande musicista e concerti all'aperto nel parco secolare, mentre nelle ali dell'edificio ha sede l'Istituto di ricerche agrarie che dispone anche dell'estesa tenuta circostante per sperimentazioni di estrema importanza scientifica), sedi di manifestazioni culturali (a Fertőd, nel Palazzo Eszterházy viene organizzato ogni anno un festival musicale in ricordo di Joseph Haydn che qui compose molte delle sue opere), sedi di biblioteche e Case della Cultura (a Keszthely, il Castello Festetics ospita più di 80.000 volumi, collezioni e raccolte di porcellane, medaglie, pitture ed acqueforti), mentre antichi conventi sono ristrutturati come case per studenti (Sopron), alberghi della gioventù, residenze per artisti, ecc.

L'elenco degli esempi potrebbe continuare troppo a lungo; il recupero alla pubblica fruizione degli episodi architettonici storici non si limita ai grandi monumenti, ma diviene un gusto che porta a valorizzare con originalità anche testimonianze di semplice rilievo locale. Mi piace ricordare, vicino al Palazzo Széchenyi nella campagna di Nagycenk, l'antica stazioncina ferroviaria che, rimasta inutilizzata su di un tronco ferroviario morto, è stata trasformata in ristorante completamente arredato con panche in legno e attrezzature di vecchi treni, mentre sul tratto di massicciata antistante troneggia, cimelio storico, l'antica locomotiva di servizio sulla linea ora eliminata.

14. *Considerazioni conclusive e prospettive.*

A conclusione di questi sintetici cenni descrittivi di alcuni aspetti del sistema di pianificazione

territoriale in Ungheria, è necessario fermare l'attenzione su quello che appare essere il lineamento fondamentale che caratterizza e coinvolge i singoli fattori componenti il sistema stesso.

Una notevole organicità rende conseguenti e coerenti i diversi momenti del processo di formazione degli studi e dei piani a tutti i livelli: l'articolazione complessa dei vari organismi trova sempre sedi istituzionali per il coordinamento e la verifica, l'apporto di studio e di lavoro fornito dalle singole unità confluisce organicamente in un discorso globale che diviene ricco dell'analitico approfondimento scientifico e nel contempo sintetico ad evidenziare le linee essenziali e principali di ogni programma settoriale.

Le disposizioni normative, l'organizzazione delle istituzioni e delle relative articolazioni indirizzano positivamente ad un notevole livello di integrazione nella predisposizione dei progetti, mentre il concreto costante riferimento alla realtà del territorio — scandagliato e diffusamente conosciuto in tutte le sue peculiari caratteristiche — determina una sistematica coerenza ed interrelazione fra gli interventi progettati.

Per contrasto con la situazione italiana, profondamente disaggregata e incoerente sia nei metodi sia nelle realizzazioni, si evidenzia in modo chiaro il positivo aspetto di « armonicità » ottenuto con il sistema accennato che, inoltre, definisce le premesse per piani di investimento e d'azione efficaci anche sotto il profilo economico e sociale.

Dalle considerazioni esposte nasce la riflessione sull'opportunità che, almeno nell'ambito regionale, si giunga ad una revisione e ristrutturazione del metodo di programmazione degli interventi sul territorio che permetta una maggiore globalità di visione, una più sistematica interrelazione fra i piani di settore al fine di poter formulare piani di intervento, non solo non contrastanti negli effetti tra loro, ma positivamente indirizzati a realizzare con incisività gli obiettivi posti a base dell'operato dell'ente pubblico. Per raggiungere questa « armonizzazione » può forse essere proponibile, piuttosto che l'istituzione di nuovi organismi, il potenziamento e l'integrazione di quelli già esistenti che si pongono come sedi di possibile momento di sintesi nei confronti dei piani di assetto del territorio, portandoli ad essere punto di riferimento e d'incontro interdisciplinare per le ricerche e gli studi attinenti le diverse materie che nel territorio trovano il loro soggetto, sede di proposizione e coagulo delle scelte fondamentali, oltre che organismi dotati di un reale potere di sintesi e di coordinamento intersettoriale.

Cristiana Sertorio Lombardi

Sfratti e ristrutturazioni

Problemi sociali e tecnici emergenti da alcune esperienze a Torino

GIORGIO CERAGIOLI (*) e GIUSEPPE PISTONE (**), presentano una serie di problemi tecnici e sociali emergenti da alcune esperienze avute in Torino come periti in vertenze di sfratto. Mentre individuano le realtà ed i nodi da affrontare, gli autori affiancano ipotesi e possibilità di intervento.

Quattro perizie di parte, per assistere gruppi di inquilini in procedimenti di sfratto per pericolosità immediata di edifici situati nella zona centrale di Torino, non bastano, certamente, per avviare un discorso di tipo statistico, ma sono forse sufficienti per raccogliere e comunicare un gruppo di esperienze della più diversa natura: tecnica, sociale, giuridica, storica, propositiva.

Ci pare, cioè, che i fatti — al di là dei loro momenti ed usi propriamente politici — permettano ed, anzi, impongano una serie di riflessioni di un certo interesse.

Il problema sociale.

Innanzitutto ci pare significativo il ripetersi delle situazioni: il centro storico e gli antichi quartieri sono disseminati di case largamente fatiscenti, a basso grado di conservazione, con parecchi alloggi vuoti, dalle scarsissime qualità abitative: case, però, attorno alle quali si accendono lotte anche drammatiche.

Il perito che ne è coinvolto si chiede spesso come facciano gli inquilini a voler difendere, anche con non poche difficoltà personali, il diritto di abitare in alloggi così insoddisfacenti.

E non c'è da credere che in essi abitino solo famiglie di recente immigrazione: a queste, infatti, si accostano anziani, artigiani e piccoli negozianti, impiegati di piccola borghesia, attaccati ai luoghi in cui hanno abitato da sempre.

Il problema è, quindi, socialmente importantissimo: ci pare di poter affermare che se, per un lato, il centro storico è occupato in modo disomogeneo, per l'altro, la contingenza attuale tenda a mantenere questa situazione, piuttosto che a sbloccarla: la ristrutturazione per uffici o residenze di alta qualità è rifiutata dagli attuali inquilini; la manutenzione ordinaria e la piccola ristrutturazione non sono considerate convenienti dalla proprietà; e le case continuano ad essere in parte disabitate e in parte sovraffollate.

D'altronde anche una ristrutturazione per abitazioni sociali va incontro a difficoltà e a costi tutt'altro che indifferenti con risultati che possono essere fortemente aleatori; si pensi alle esigenze di illuminazione, soleggiamento, privacy ben diffi-

cilmente soddisfacenti da molti degli edifici in questione, anche con interventi economicamente molto onerosi.

L'ipotesi della partecipazione.

Un primo miglioramento, forse già significativo, potrebbe essere introdotto attraverso la partecipazione diretta degli inquilini: ad essi potrebbe essere affidata l'esecuzione delle opere di manutenzione ordinaria e straordinaria, e gli importi relativi potrebbero essere scalati dagli affitti equamente esigibili. Bisognerebbe che quest'utenza fosse assistita sul piano tecnico e potesse, per lo meno in parte, eseguire direttamente le opere, sì da permettere un insediamento con qualità abitative minime ma igienicamente accettabili, anche nel caso di utenze economicamente molto deboli. L'assistenza tecnica potrebbe giungere fino a fornire componenti industrializzati, oltreché istruzioni per il montaggio, collaudi e verifiche parziali, ecc.

Si è parlato di un primo modo di affrontare il problema dal lato finanziario: uso diretto degli affitti per i miglioramenti indispensabili. Procedendo in questa direzione si potrebbe giungere alla vendita frazionata, non di carattere speculativo ma



Fig. 1 - Lo stato di abbandono di un cavedio, fotografato dall'alto.

di significato sociale, oppure all'acquisto in cooperativa, divisa o indivisa, acquisto che si dovrebbe sostenere mediante interventi pubblici, ridotti, nella loro onerosità, al minimo necessario, proprio a motivo dell'intervento diretto degli utenti.

Le difficoltà dell'attuale situazione sono, d'altronde, così ampie da chiedere qualche proposta nuova.

(*) Docente di Unificazione Edilizia e Prefabbricazione alla Facoltà di Architettura di Torino, ingegnere.

(**) Assistente di ruolo presso l'Istituto di Scienza delle Costruzioni della Facoltà di Architettura di Torino, ingegnere.

Perché la richiesta di sfratto.

In tutte e quattro le perizie lo sfratto immediato generalizzato è stato bloccato per inesistenza delle motivazioni addotte. La situazione, a tutt'oggi, però, non è sbloccata (eccettuato un caso recente), e il danno ricade sia sugli inquilini che sulla proprietà. Per anni si ferma ogni forma di manutenzione; spesso gli affitti non vengono più pagati, le condizioni continuano a peggiorare. Sovente si ha uno stillicidio di rinunce, favorite da buone uscite più o meno forti, ma decine di vani per ogni casa continuano ad essere usati in condizioni pietose.

La richiesta di sfratto generalizzato è, d'altronde, quasi solo un'illusione, o uno strumento di intimidazione, un tentativo di prendere di sorpresa gli inquilini: non siamo a conoscenza che si siano verificati crolli staticamente importanti e anche quelli di un certo peso (come uno abbastanza recente in via Magenta) non interessavano, in genere, le strutture portanti principali ma piuttosto parti di solaio, balconi e scale.

Le ragioni a volte addotte per chiedere lo sfratto risalgono a parecchi anni fa: un caso di via Po invocava una crepa dovuta ai bombardamenti di guerra; uno in via San Donato assestamenti verificatisi 5-10 anni prima, all'atto della demolizione e ricostruzione di un edificio confinante.

Ci pare d'altronde che le tecniche attuali rendano quasi improponibile la richiesta di sfratto generalizzata perché si è quasi sempre in grado di intervenire localmente e con costi nemmeno eccessivi. La controprova di questa affermazione è costituita da molti interventi effettuati a utenza presente o allontanata per periodi brevissimi o brevi (e certo nettamente inferiori ai sei mesi richiesti dalla legge per giustificare la richiesta di sfratto): si ricordi lo svuotamento parziale di parecchi edifici, quale quello, tecnicamente interessantissimo, di un noto negozio di via Garibaldi.

Quali le utenze interessate.

Prima di procedere a qualche indicazione più specifica ci pare importante ritornare sul problema sociale degli inquilini coinvolti. Riteniamo, infatti, che le persone più interessate siano, sostanzialmente, gli anziani e una fascia di piccola borghesia più che le famiglie immigrate o il sotto-proletariato. Questi ultimi gruppi non hanno, in genere, motivi speciali per rimanere negli alloggi, salvo quelli economici, ed anzi, potrebbero trovare sistemazioni più adeguate, sia sul piano abitativo che su quello delle relazioni sociali, in altri contesti urbani o semi-urbani. Per gli anziani si tratta, invece, di un tessuto di vita largamente stabilizzatosi; della condizione indispensabile per poter utilizzare i servizi del centro città; della possibilità di essere facilmente raggiunti da figli e amici che abitano in parti diverse della città.

Ci pare, perciò, che eventuali ristrutturazioni debbano tener conto soprattutto di queste persone pur cercando di non farne un ghetto di anziani: accanto a questi ultimi si potrebbero, ad esempio,



Fig. 2 - Strutture portanti nel cantinato

creare residenze per studenti, o monolocali per famiglie a residenza temporanea (in città per motivi di lavoro non continuativi), ecc., cercando, infine, di collocare negli edifici ad esse più adatti anche famiglie complete, con bambini e giovanissimi.

Brevemente possiamo ricordare che, negli edifici in questione, la distribuzione più frequente è a ballatoio e che questa sembra accettabile, senza grandi trasformazioni tecniche e tenendo conto dei vincoli presenti (ballatoio a piano molto stretto, necessità di nuovi servizi, ecc.), soprattutto in pre-



Fig. 3 - Particolare di innesto di una volta nel cantinato.



Fig. 4 - Tessitura dei mattoni in una volta del cantinato.

senza di alloggi piccoli che possano avere la fascia dei servizi verso il ballatoio, e le stanze verso la via.

La sicurezza statica.

Passando ora a problemi più tecnici, ci pare che una prima importante serie di considerazioni debba essere fatta sul tema della sicurezza statica.

Si è già accennato che ben difficilmente il problema investe la sicurezza dell'edificio nel suo complesso e nemmeno nelle sue strutture portanti verti-



Fig. 5 - Lo stato di faticenza esterna e una lesione con chiave.

cali principali: gli edifici in questione sono quasi sempre di antica costruzione con muri pieni a grande spessore e con tassi di lavoro largamente stabilizzati nel corso di decenni e secoli.

D'altronde anche la mancanza più o meno assoluta di manutenzione ordinaria e straordinaria negli ultimi decenni non pare possa veramente avere alterato le condizioni statiche generali.

Innanzitutto essa non ha esposto l'edificio nella sua interezza agli agenti atmosferici; un tetto disastato lascia penetrare acqua piovana in alcune zone sottostanti, mai su tutta la superficie dell'edificio. In tal modo si possono certamente avere parti di muratura portante in cui l'infiltrazione continua e prolungata di acqua piovana ha deteriorato il tessuto connettivo e le malte dei giunti, accanto, però, a parti la cui esposizione si è limitata all'umidità atmosferica o diffusa per capillarità, con conseguenze di più modesto rilievo.

Un caso di particolare gravità si potrebbe avere in corrispondenza di perdite dovute a colonne di scarico di fognatura nera, per la reazione tra acido urico e carbonato di calcio in grado di annullare completamente la coesione della malta, caso che, pur verificandosi sovente, fortunatamente riguarda, nuovamente, solo parti ben circoscritte di struttura muraria, e non è in grado di compromettere la stabilità generale della costruzione.

Si potrebbe, a questo punto, avanzare un'osservazione a carattere generale sul comportamento delle strutture in muratura. Mentre per le strutture in acciaio e in c.a. lo schema statico ha una configurazione ben precisa che determina, per i singoli elementi strutturali, un ruolo per lo più non scambiabile con quello di altri elementi, senza che venga compromessa la stabilità delle strutture (pensiamo al ruolo fisso che giocano elementi strutturali quali il pilastro, la trave, l'elemento di controvento per l'edificio in acciaio, ecc., ciò soprattutto nelle strutture a schema isostatico), per la struttura in muratura l'assetto statico può modificarsi parzialmente senza che venga per ciò compromessa la stabilità complessiva della costruzione: una apertura in una parete devia semplicemente il flusso delle linee di forza sulle sezioni contigue che si adeguano alle nuove sollecitazioni senza che si abbiano, usualmente, dissesti di nessun genere. Allo stesso modo gli edifici presi in esame, ed edifici simili, non vedono compromessa la propria stabilità da indebolimenti locali verificatisi su parti di murature portanti, indebolimenti ai quali corrispondono, in generale, variazioni di flusso degli sforzi, non necessariamente condizioni di collasso. Indebolimenti gravi, veramente preoccupanti, dovrebbero comunque essere denunciati dalla comparsa di lesioni e dissesti: questi ultimi non si sono verificati, almeno nelle costruzioni da noi esaminate.

Qualche considerazione più generale.

A questo punto può essere utile cercare di esaminare i quattro casi in questione alla luce di con-

siderazioni più generali riguardanti il comportamento delle murature.

Potrebbe risultare assai interessante un'attento studio sulle conseguenze che l'esposizione agli agenti atmosferici produce nell'assetto statico delle murature, dato che finora il problema è stato poco indagato e un quadro generale non esiste.

Un ruolo determinante, per quanto concerne la conservazione di una muratura, è indubbiamente giocato dai materiali di cui è costituita e dal modo con cui essi vennero usati per realizzare il « tessuto strutturale », più che dagli agenti esterni in se stessi: basti pensare all'esempio offerto qui in Torino dalle rovine della Porta Palatina che, esposta da secoli ad acqua e gelo, è strutturalmente tuttora solidissima; o all'altro, in Firenze, della chiesa di San Lorenzo, da sempre senza la finitura, pur prevista inizialmente; mentre basta uscire nella campagna circostante per trovare catapecchie di mattoni e malta, abbandonate da pochi anni e in completa rovina.

L'umidità atmosferica ed il dilavamento dell'acqua piovana non sono in grado di provocare il degradamento di una malta di calce idraulica, e neppure di calce aerea, se non in misura trascurabile; tanto meno sono in grado di provocare la degenerazione di mattoni di argilla ben cotti, come quelli, ad esempio, romani e medioevali; esse però penetrano facilmente in mattoni semicotti o crudi, come quelli, ad es., costruiti talvolta in epoca barocca, e li imbibiscono completamente.

D'altro lato quest'ultimo tipo di mattone è usato in genere con giunti alquanto grossolani e spessi e malte piuttosto povere: la muratura che ne risulta è quindi porosa ed estremamente sensibile all'azione del gelo (oltre che dell'acqua che asporta dai giunti le particelle non ben legate) che la sfalda e ne riduce notevolmente le caratteristiche resistenti.

Del tutto diversamente si potrebbe parlare di una buona muratura medioevale realizzata con ottimi elementi laterizi, con giunti assai stretti, regolari per disposizione e spessore e di malta ricca: essa è, per sua natura, scarsamente assorbente e, quindi, resistente al gelo.

Accanto a questi vi sono certamente altri aspetti che occorrerebbe conoscere più a fondo come il comportamento di fronte ad agenti chimici, quali quelli propri dell'atmosfera della città, ecc.

Una parola ancora sull'utilità o meno degli intonaci: non pensiamo che possa avere sostanziale importanza, ai fini della protezione, la presenza degli intonaci sulle facciate esterne degli edifici (se le murature sono state eseguite a « regola d'arte »), in quanto essi vengono a costituire una protezione solamente superficiale tanto per l'umidità quanto per il gelo o lo smog: basta rianalizzare agli esempi già citati precedentemente per trovare conforto a questa affermazione.

I casi esaminati ci paiono rientrare in una fascia intermedia: si tratta, in maggioranza, di murature di epoca barocca di discreta fattura. Gli elementi laterizi sono ben cotti, i giunti regolari seppure di consistenza non elevata, parzialmente porosi e abbastanza spessi (sull'ordine del centimetro).

Abbiamo notato, talvolta, la presenza di zone di muratura irregolare con sassi di varia misura e riempimento di malta, anche all'altezza del secondo piano, ma non tali da individuare una *facies* ricorrente.

Occorre, d'altro lato, tenere presente che nessuno di questi edifici è stato completamente costruito, di solito, in un'unica epoca storica, ma si è formato mediante sovrapposizioni o parziali rifacimenti in un ampio arco di tempo; e la descrizione che riportiamo si riferisce alla parte più consistente della struttura, risalente all'epoca barocca.



Fig. 6 - Puntellatura modiglioni ballatoio.

Ciò detto crediamo di poter affermare che un simile tipo di muratura si comporta bene di fronte agli agenti atmosferici; ricordiamo, ad eccezione, il caso di malte disfatte in prossimità di un cornicione, per aver subito un'incessante infiltrazione di acqua dalla grondaia o quello di poche altre zone di modesta estensione e intaccate soltanto per la parte più superficiale; in nessun caso si sono notati mattoni in via di disfacimento.

Le parti inferiori dell'edificio.

Un discorso a parte si dovrebbe fare per quanto concerne le parti inferiori dell'edificio, soprattutto la parte interrata e le fondazioni. Mentre negli

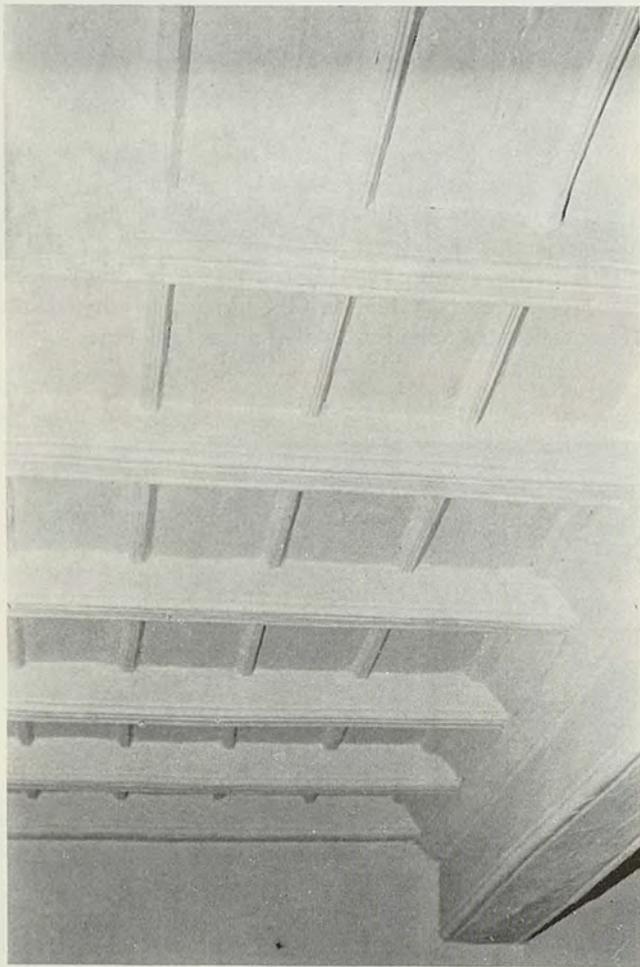


Fig. 7 - Tessitura di un solaio in legno in ottimo stato di conservazione (3° piano).

edifici dei borghi rurali della cintura torinese è assai frequente riscontrare lesioni, anche gravi, dovute a cedimenti delle fondazioni, nei casi esami-

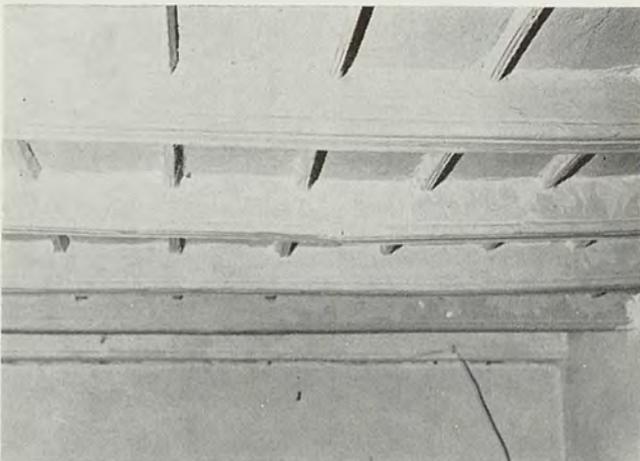


Fig. 8 - Altro solaio in legno (4° piano).

nati e, pensiamo, più in generale nel vecchio centro di Torino, tali dissesti sono praticamente inesistenti. Ciò è dovuto certamente al fatto che, essendo possibile ricavare un piano interrato senza incontrare la falda d'acqua, le fondazioni delle vecchie case vennero spinte ad una profondità di alcuni metri su un terreno ghiaioso di elevate caratteristiche resistenti.

I muri verticali, poi, sia perimetrali sia interni, oltre che con sezione rimarchevole (fino ai due metri ed oltre) vennero costruiti con pietre di grosse dimensioni accuratamente giustapposte e ben legate: le malte risultano, talvolta, imbibite d'acqua ma ancora consistenti, soprattutto all'interno; oltre a ciò, queste parti della costruzione non risultano esposte al gelo.

Il legno nei solai e nei tetti.

Veniamo ora a parlare delle strutture orizzontali che è bene distinguere tra strutture in legno e strutture in mattone.

Per quanto riguarda queste ultime potremmo ripetere parte del discorso testé terminato; diverso è il caso delle strutture in legno.

Il legno ha notoriamente, fra i suoi limiti, quello della putrescibilità, e, proprio per questo, i danni maggiori si riscontrano nelle orditure dei tetti soggetti ad infiltrazioni causate da scarsa manutenzione. Anche qui tuttavia sembra improponibile il dissesto generalizzato e l'intervento necessario può essere, a volte, anche estremamente ridotto. Altro caso frequente è rappresentato dalle diminuzioni di resistenza che si verificano spesso in corrispondenza dell'appoggio delle travi sui muri, dove, peraltro, data l'ipotesi di appoggio presumibile (molto vi-

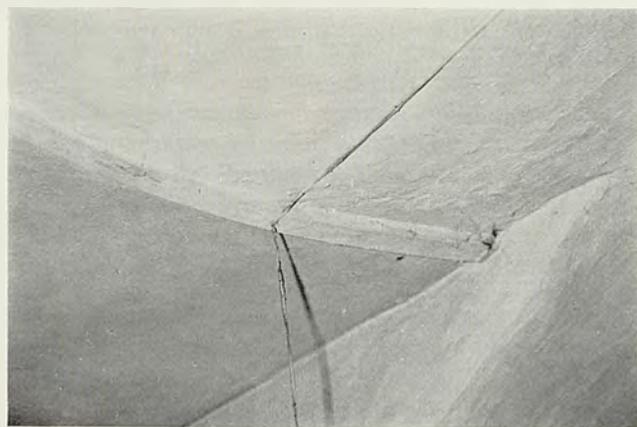


Fig. 9 - Cedimento di una plafonatura di soffitto (4° piano).

cina a quello semplice), la struttura è pressoché sempre sovrabbondante e può quindi aver subito qualche deterioramento senza che ciò comporti inconvenienti o pericoli gravi.

Significativa, spesso, la diminuzione di resistenza per tarlatura: in alcuni casi si sono notate riduzioni gravi della sezione e, talvolta, si può dire,

il suo quasi completo annullamento proprio in corrispondenza dell'appoggio; ma si tratta pur sempre di elementi singoli e la soluzione tecnica, come si dirà più avanti, può consistere in un intervento localizzato.

Più diffuso ma, ovviamente, meno pericoloso è il deterioramento della piccola orditura, e diffuso è pure quello di faldali, gronde, ecc., le cui conseguenze si risentono anche ai piani inferiori.

Si può notare come molte di queste difficoltà non siano tecnicamente gravi né riferibili ad eventi nuovi, caratteristici dei nostri giorni, e come in altri tempi ad esse si poneva rimedio senza affatto prevedere sfratti o lavori di grande impegno.

Di fronte alle sue naturali limitazioni, il legno ha il vantaggio indubitabile della sua adattabilità: avvallamenti di solai di 5-10, o anche di 20 cm, assolutamente inaccettabili con altre tecnologie, sono, nella tecnologia del legno, spesso ancora accettabili.

Proprio in quest'ottica, ed anche in relazione al discorso sugli standard abitativi, che riprenderemo più avanti, pensiamo che si dovrebbe attentamente considerare tutta una serie di interventi con carattere di manutenzione straordinaria, ma tali da assicurare la stabilità, interventi che è possibile effettuare su strutture in legno senza che venga alterata l'orditura esistente.

Ad esempio, il problema dei solai che presentano gravi diminuzioni di sezione nella zona di appoggio, potrebbe essere affrontato, qualora il muro presenti un adeguato spessore, incastrando mensole nella zona di imposta delle travi in modo da diminuire, per un lato, la luce delle stesse, e, per l'altro, da eliminare la possibilità di rottura nell'unica zona lesionata; oppure adottando travi adiacenti alla parete, con direzione perpendicolare all'orditura principale, aventi la funzione dei modiglioni di cui sopra.

Tali interventi, facili in sé, potrebbero assicurare la stabilità dei solai per tempi certamente lunghi specie se si ha la cura di scegliere materiali resistenti alla corrosione (acciaio o elementi in legno lamellare); sarebbe inoltre possibile adattarli all'ambiente senza deturparlo, o addirittura, mascherarli; avrebbero infine il pregio di mantenere i costi in limiti ridotti, e comunque assai inferiori a quelli di una sostituzione integrale con solai di c.a., i quali, peraltro, hanno il difetto di aumentare assai il carico sulle pareti portanti.

Allo stesso modo le vecchie « regole dell'arte » potrebbero essere utilmente reintegrate nella ripassatura dei tetti: adozione di falsi puntoni, fasciatura di travi lesionate, raddoppio di travi in cattivo stato, e così via.

Il problema del collaudo.

L'inconveniente più grave, nel caso delle strutture orizzontali in legno, è, però, dato dalla possibilità di collaudo dei singoli elementi. In effetti la difficoltà è sostanzialmente teorica perché i se-

gni esteriori sono molto spesso sufficienti per definire lo stato di conservazione del materiale e le possibilità d'uso del solaio, specie se lo si è potuto ispezionare anche dal basso.

Importante a questo punto, è il problema del carico accidentale da prevedere. Noi crediamo che un'interpretazione restrittiva richiederebbe di mettere fuori uso quasi tutte le case con solai in legno (e cioè una parte cospicua del patrimonio edilizio nazionale, se si considerano anche gli edifici agricoli) e che interpretazioni del genere possano es-



Fig. 10 - L'unico balcone in legno: condizioni precarie.

sere, in molti casi, sostanzialmente artificiose e usate deliberatamente per operazioni speculative e non per veri motivi di sicurezza.

Normativa e sprechi.

Si pone qui un problema generale di normativa che spesso rischia di essere utopica o favorente lo spreco, nell'illusione di garantire un prodotto di qualità maggiore stabilendo, ad esempio, carichi di sicurezza più cautelativi. Questa tendenza finisce di sfavorire proprio gli strati economicamente più emarginati della popolazione, strati che hanno bisogno di qualità corrispondente alle loro reali esi-

genze e non di « sprechi di qualità ». Questa tentazione è forte per gli « statici » che coprendosi più o meno coscientemente con motivi di sicurezza, finiscono di proporre sprechi socialmente inaccettabili e sostanzialmente a favore degli utenti più ricchi.

Allo stesso modo questo breve cenno sulla normativa, partito dal campo statico, può essere facil-



Fig. 11 - Efflorescenze e sfaldatura superficiale delle mensole in pietra.

mente allargato anche al campo più generale dell'abitabilità.

È infatti estremamente difficile individuare il corretto rapporto fra qualità da richiedere e reali esigenze e possibilità dell'utenza. Un eccesso di richiesta normativa rischia di mettere la ristrutturazione e l'utilizzazione delle vecchie case al di fuori delle reali possibilità della gente più povera, costringendo a soluzioni più onerose e favorendo, fra l'altro, anche gli sfratti.

Non è pensabile, a nostro parere, di potere utilizzare gli standard di abitabilità richiesti per costruzioni nuove, sia pure per case popolari, come parametri validi in assoluto, e, in particolare, nel caso di interventi di ristrutturazione di vecchi edifici situati in aree di centri storici.

La vecchia struttura abitativa era concepita in un'ottica molto differente da quella del moderno quartiere dormitorio e rispondeva ad un ruolo di vita certamente umano, anche se alieno da sprechi di tipo consumistico: non si troverà l'alloggetto con atrio e camerette piastrellate di ceramica lavabile e fornito di impianto di riscaldamento centralizzato; sarà probabile invece trovare l'alloggio con accesso dal ballatoio, con camere grandi, pavimento di mattonelle di laterizio, e riscaldamento con stufa a kerosene. Tutto questo, se in buono stato, ha pur sempre una sua funzionalità, almeno quanto l'alloggio « popolare » di costruzione corrente: c'è veramente da chiedersi, a questo punto, se la scelta della « casa nuova » sia veramente spontanea da parte dell'utenza o sia uno dei tanti pro-

dotti di consumo, venduti con la pubblicità e l'educazione del gusto.

Se così fosse, un'utenza abituata a scegliere beni d'uso invece che beni di consumo non disdegnerebbe un'abitazione perché mancante di impianto di riscaldamento centrale, ma dotata di capacità termica altissima, senza una stanza a persona ma con ambienti più ampi e riposanti, anche se, magari, con le pareti un po' rugose.

Ed è questa anche la scelta di parte degli inquilini di queste case che vogliono rimanervi non solo per problemi di costo, ma anche perché, abituati a questo tipo di vita e a questa struttura abitativa, non hanno ancora imparato a disdegnarla e a respingerla.

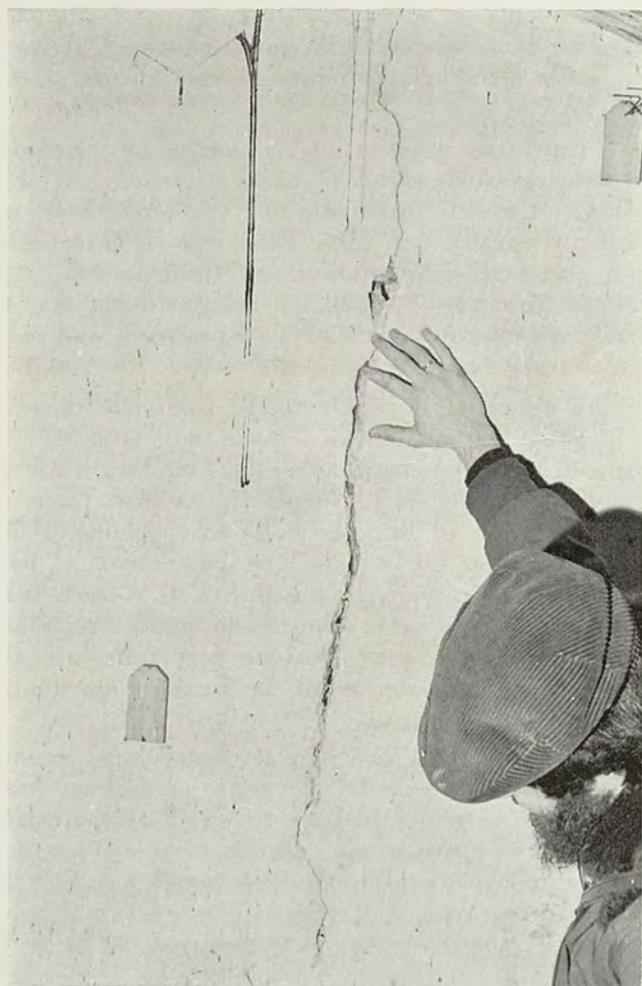


Fig. 12 - Lesione verticale in corrispondenza di una canna fumaria: la « crepa » più grossa è staticamente meno pericolosa.

La realtà non permette balzi in avanti; impone di tener conto del contesto in cui ci si trova ad operare e di rispettare le diverse scelte culturali, pur nell'impegno di eliminare tuguri, abitazioni improprie, case malsane o insufficienti come dimensione o come qualità.

Sicurezza e richiesta effettiva.

Questo discorso, per quanto difficile possa essere, per quanto pesanti siano le responsabilità in

gioco, va affrontato anche da un punto di vista statico.

Una scala fessurata è pericolosa? Un solaio in legno con un'avvallamento è agibile? Un ballatoio con pietre superficialmente sfaldate è ancora in condizioni di accettabilità? Sono i problemi tecnici che si presentano in ogni causa di sfratto per pericolosità e che chiedono un giudizio immediato; e questo giudizio deriva da tutta una impostazione sui carichi di sicurezza che è giustificabile, ma comunque non scevra da connotazioni e motivazioni di carattere sociale, economico, politico.

Basti pensare a quanto pochi sono i progettisti che, anche nel nuovo, eseguono ed applicano una corretta analisi dei carichi e in particolare del carico di esercizio per abitazioni civili. Né possiamo dimenticare quell'innegabile collaudo, dato dal tempo, sulle strutture orizzontali dei solai in legno: il problema sarà il verificare se la struttura è ancora valida, più che il sapere se è in grado di portare 200 kg/mq.

Con ciò non intendiamo sostenere la relatività generale dei giudizi, ma, anzi, la necessità di una precisa identificazione dei parametri rispetto ai



Fig. 13 - Stato di una trave portante il tetto.

quali essi devono essere dati e delle conseguenze che da essi ne derivano: sulla base di questi parametri anche il giudizio tecnico sarà più facile.

D'altronde la pratica è già orientata in questa direzione: i consulenti di parte individuano, fra le possibili soluzioni al problema, quella più favorevole alla parte da essi difesa. Più delicata invece è la situazione del consulente del Tribunale: in base a che cosa determinerà la propria risposta ai quesiti postigli dal Tribunale stesso? Si baserà sul contesto di riferimento. Ma questo varia a seconda dell'ottica con cui lo si guarda. Si prenda l'esempio, ricorrente, di dover revisionare un tetto: l'impresa e la proprietà interessate sosterranno che deve essere smontato e rifatto in una volta sola, se vogliono ristrutturare ampiamente l'edificio, per fare più in fretta e per contenere i costi. Gli inquilini diranno che non ve ne è alcuna necessità, per-

ché tecnicamente basta intervenire solo in pochi punti, per garantire la sicurezza, e, in questi punti, si può intervenire isolatamente. A noi pare che la posizione degli inquilini sia inattaccabile sia sul piano tecnico che su quello economico, ma sottostà ad essa la convinzione del diritto dell'inquilino a restare nell'edificio, diritto assunto come elemento prioritario. Ed è questo elemento che il Tribunale dovrebbe sottolineare nel porre i quesiti, riducendo il grado di incertezza per il C.T.U. e dandogli un preciso parametro di giudizio: giudizio che potrebbe essere ben diverso se il parametro prioritario fosse il favorire, ad ogni costo, la ristrutturazione completa dell'edificio, ovviamente facilitata se l'inquilino non fosse presente.

Ballatoi in pietra.

Si è portato l'esempio del tetto: molti altri possono essere avanzati. Si pensi ai balconi-ballatoio in cui una lastra in pietra sia da sostituire. È chiaro come, tecnicamente, basti predisporre una passerella in legno per assicurare l'agibilità contemporaneamente alla possibilità di sostituzione, il tutto a costi relativamente contenuti. Tuttavia, se scopo della proprietà non è assicurare l'agibilità della casa, nelle condizioni di sufficienza, ma è piuttosto il riqualificarla, sarà il ballatoio che dovrà essere sostituito e lo sarà più facilmente se lo si sostituirà in una volta sola, con l'allontanamento degli inquilini. Tecnicamente il caso si complica per l'incertezza sull'importanza del « cancro della pietra » e per la valutazione del significato statico dei rinforzi in sbarre o poutrelles di ferro, specie di quelli posti diagonalmente, negli angoli.



Fig. 14 - Lo stato di abbandono di un alloggio.

È nostro avviso che l'insistere sul cancro della pietra e sulla sua pericolosità sia, sostanzialmente, definire pericolosa ogni costruzione che usi lastre di pietra sollecitate a flessione, perché si insiste su un'incertezza statica che è insita nel materiale piuttosto che in una sua degenerazione parziale, prossoché sempre presente e spesso superficiale. Ci si trova, forse, anche quando la denuncia di peri-

colosità è in buona fede, di fronte a una scarsa esperienza e conoscenza del materiale in esame, la pietra, ormai poco comune per la maggioranza dei tecnici: scarsa conoscenza che porta, ovviamente, a maggiori cautele che significano, a loro volta, maggiori costi e sprechi, favoriti anche dalla diffusa mentalità consumistica del buttar via piuttosto che aggiustare.

I rinforzi angolari.

Ancora sul tema « ballatoi » ci pare utile avanzare la convinzione che ci si è fatta sui rinforzi angolari. Questi non ci pare possono essere consi-



Fig. 15 - Imbarcamento della struttura secondaria del tetto.

derati quali elementi che testimoniano precedenti situazioni di dissesto, tamponate frettolosamente con una sbarra di ferro, e quindi elementi di giudizio negativo.

Essi, data la costanza quasi assoluta della loro presenza, ci pare debbano essere considerati, piuttosto, quali parti costituenti la struttura portante già all'atto della progettazione iniziale, a volte sostituiti nel tempo, in occasione di manutenzioni straordinarie.

Come inciso possiamo notare che una delle obiezioni che si fanno talvolta a quest'ipotesi è che

ci si trova di fronte, ogni tanto, a profilati metallici di produzione industriale, risalenti, quindi, all'inizio del XIX secolo o al massimo alla fine del XVIII secolo, posti in opera, dunque, in epoca successiva alla costruzione delle parti di edificio disimpegnate dai ballatoi. Se è vera, per lo meno in taluni casi, l'ipotesi che i ballatoi sono un elemento distributivo intervenuto solo molto tardi nelle case torinesi e precisamente verso la fine del '700, mentre prima si usufruiva di un passaggio interno agli alloggi che via via si susseguivano, cadrebbe anche tale obiezione perché la costruzione dei ballatoi risulterebbe coeva all'epoca di produzione dei profilati usati come supporti (sempre restando la possibilità di sostituzione degli elementi originari per motivi di normale manutenzione straordinaria degli elementi in ferro).

La conoscenza dell'antico.

Anche l'indicazione precedente ci pare dimostri come l'attuale minore conoscenza delle strutture in questione sia elemento che favorisce ingiustificate paure di crollo. Sarebbe forse necessario, se si vuole dare risposte tecnicamente più esatte, ed anche se si vuole attuare una politica del risparmio (nell'ottica di abbandonare il « consumismo edilizio » o di recuperare i sistemi tecnologici e costruttivi presenti nei nostri vecchi quartieri), procedere ad un « revival » delle conoscenze di questi sistemi, con indagini, sperimentazioni, verifiche, pubblicazioni che ridiano sicurezza su questi argomenti.

Si pensi, d'altronde, a tutto il settore delle volte già accennato in precedenza. Abituati a considerare quasi sempre pericolosa una crepa in una struttura in c.a., si riporta, spesso, la stessa convinzione anche nella struttura laterizia dove ben diverse sono le implicazioni e le possibilità di intervento.

Ripetiamo che, se venissero accettati i criteri spesso avanzati per chiedere gli sfratti generalizzati, è quasi tutto il centro storico che dovrebbe essere demolito, mentre studi completi potrebbero dare le necessarie garanzie sulla sicurezza di moltissime costruzioni oggi viste con sospetto.

Una politica per l'utenza.

È, forse, tutta una nuova politica che viene suggerita da questi casi dove inquilini poveri pretendono il loro diritto di avere una casa economica: la politica non della massimizzazione della qualità ma della sua precisa ottimizzazione in rapporto al contesto reale; e questo contesto, oggi, anche nelle sue linee generali, non può essere orientato — come poteva esserlo 10 o 20 anni fa — al mito del sempre meglio (derivante dell'utopia della tecnica co-

me panacea e cornucopia senza fine), ma deve essere visto in un'ottica di minor consumo di risorse, di eliminazione degli sprechi, di valutazione più « spartana » della qualità, da ricercare non più solo nelle case ma nel modo di usarle.

Ritorna, a nostro parere, il problema centrale dell'utenza e la possibilità che essa gestisca direttamente le tecniche di miglioramento (anche solo, per cominciare, con tinteggiature, pulizie e scrostature), di tutte le abitazioni e, specialmente, di quelle oggetto di vertenze di sfratto.



Fig. 16 - Incastro di una trave portante quasi completamente erosa.

Tecniche che, oltre tutto, ridurrebbero immediatamente le cause di innesco di effettivi processi di degrado nonché l'impressione che questo degrado sia importante, mentre spesso è puramente superficiale. D'altronde in tutti i quattro casi di nostra conoscenza si può dire che siano passati anni e a volte lustri, per quasi tutte le opere interessate, prima che fosse fatta una completa opera di risistemazione delle diverse parti di cui si denunciava la pericolosità, senza che nulla di effettivamente pericoloso fosse capitato. Si ricorda, cioè, come le denunce di pericolo grave e immediato, denunce che chiedono l'allontanamento in pochi giorni di tutti gli inquilini, siano seguite spesso da mesi e anni di vertenze, mesi e anni in cui nulla vien fatto, nemmeno di manutenzione ordinaria, senza che nulla succeda.

Qualche altra nota tecnica.

Un ultimo cenno su alcuni fatti spesso frequenti. Innanzitutto la caduta parziale di cannicciati di contro-soffitto, a volte centenari: fatto che desta una certa impressione anche negli inquilini, pur essendo, di solito, di scarsissimo rilievo.

Crepe frequenti si hanno, poi, in prossimità dell'attacco delle rampe inclinate alle volte di pianerottoli, per fenomeni di torsione che sembrano essere originari.

Dissesti spesso pericolosi si hanno, invece, nell'attacco delle ringhiere sia di scale che di ballatoi e negli impianti di scarico: questi ultimi pericolo-

si per motivi igienici ancor prima che statici e largamente imputabili a mancanza di manutenzione ordinaria.

La realtà che innesca gli sfratti.

È questa la piaga più grossa: i padroni non ritengono remunerativi gli affitti e fanno, spesso, quasi nulla in fatto di manutenzione.

D'altronde s'innesca anche un fenomeno d'uso trasandato che porta a situazioni igienicamente e abitativamente insostenibili e non poche volte si intuisce, infine, che una parte dei locali, abitati o no, di questi edifici, attirano gruppi di sbandati che ne fanno i loro covi, con ulteriore degrado prima sociale e poi fisico degli edifici.

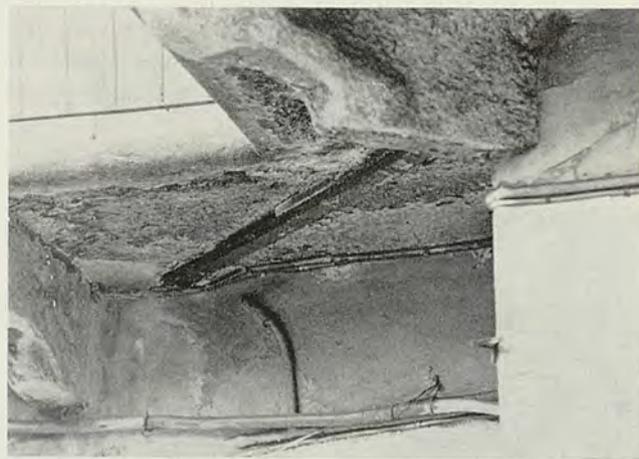


Fig. 17 - Rinforzo angolare di un balcone.

L'utenza, non coinvolta nella proprietà, assiste quasi sempre indifferente, malgrado curi, a volte in modo quasi commovente, l'interno del suo alloggio di una o due stanze: tipica, per famiglie immigrate recentemente, la cura della stanza matrimoniale, quasi sempre lustra e in ordine completo col mobilio lucido e il letto completamente rassettato con la bambola grande seduta sui cuscini.

Sovente nascono ripicchi, questioni, e, in definitiva, fatiscenza e sporcizia che finiscono di coinvolgere tutte le parti comuni degli edifici.

È in questa realtà che si generano le vertenze di sfratto; vertenze che, al di là delle motivazioni tecniche, pure indispensabili per trovare le soluzioni corrette, sono innanzitutto un problema sociale, con dimensioni politiche e culturali, e che, ancor prima, sono il problema umano e personale degli abitanti che ne sono coinvolti; vertenze, infine, in cui è necessario equilibrare i diversi diritti compresenti ricordando, tuttavia, che sono i più deboli che devono trovare il maggior sostegno dalla struttura e dalle leggi della società.

Giorgio Ceragioli e Giuseppe Pistone

Le fotografie sono state realizzate in collaborazione cogli studenti: B. Chiariello, A. Cirina, M. Cipolla, D. Guazzo, F. Lenzi, E. Nicolosi, C. Nicosia, F. Parisi.

Sugli stati tensionali nelle travi a grande curvatura in legno lamellare incollato

DELIO FOIS (*), avvalendosi dell'apporto della teoria rigorosa delle travi curve, analizza i parametri caratteristici che influenzano gli stati tensionali e le loro distribuzioni nelle sezioni tipo di travi in legno lamellare. Attraverso questo studio, discusso, vagliato ed interpretato applicandone i risultati a numerosi casi, gli è stato possibile proporre espressioni semplificate per il calcolo delle tensioni, nelle quali la perdita di alcuni termini si risolve in un innegabile vantaggio pratico.

1. PREMESSA

La realizzazione tecnologica delle travi in legno lamellare a grande curvatura (fig. 1) non presenta particolari difficoltà esecutive, pur richiedendo alcuni accorgimenti specifici; uno dei quali riguarda il raggio di curvatura che non può essere reso troppo piccolo per evitare tensioni troppo elevate in fase di curvatura e anche per ridurre il parziale « ritorno elastico » dell'elemento allorché viene liberato dalla morsa delle presse.

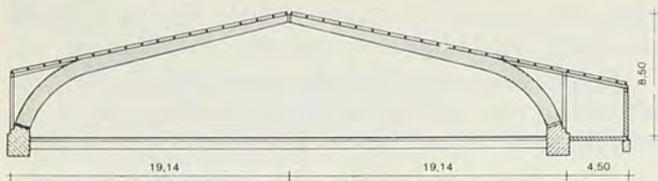


Fig. 1.

Una trave a grande curvatura è tale quando il raggio R del proprio asse geometrico è relativamente piccolo in valore assoluto ed anche in rapporto all'altezza h della sezione retta. Tenuto anche conto delle limitazioni tecnologiche sopra esposte il rapporto R/h dovrà risultare compreso tra 2 e 5.

Come è noto dalla Scienza delle Costruzioni, la curvatura di piccolo raggio influisce sulla distribuzione delle tensioni normali dovute al momento flettente e genera anche tensioni trasversali, cioè

(*) Professore incaricato di Statica presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

nel senso radiale, di trazione o di compressione a seconda del segno del momento flettente (da non confondere con quelle dovute al coefficiente di Poisson). Queste ultime tensioni sono attribuite alla tendenza che hanno le fibre più distanti dall'asse neutro ad allontanarsi o ad avvicinarsi a quest'ultimo (fig. 2). In generale le tensioni trasver-

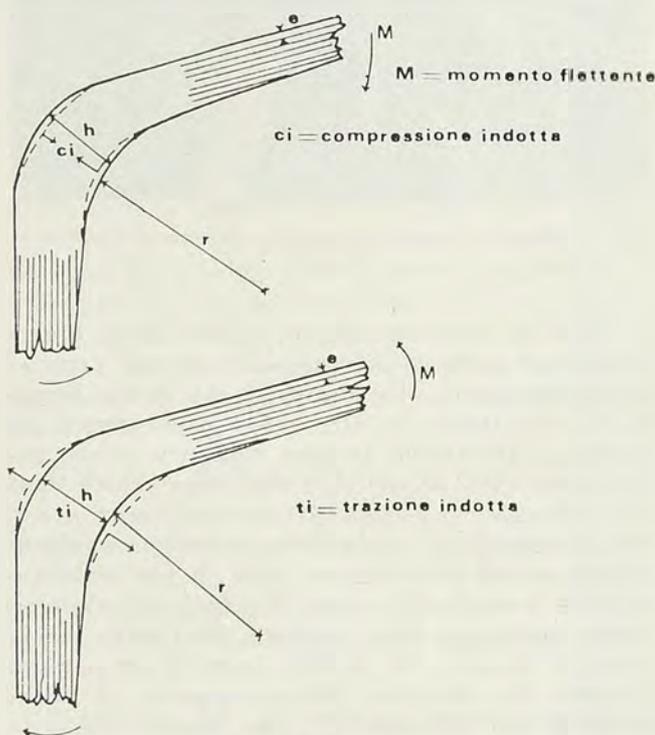


Fig. 2.

sali di compressione difficilmente raggiungono valori critici, mentre per quelle di trazione occorre quasi sempre verificare che non superino i valori ammissibili data l'anisotropia del materiale.

Lo studio di una trave a grande curvatura comporta differenze sostanziali nei confronti di una trave rettilinea; in particolare risulta più complessa la ricerca e la distribuzione delle tensioni normali σ_z . Infatti, in un tronco elementare delimitato da due sezioni giacenti in piani radiali, le variazioni di lunghezza Δds delle fibre sono proporzionali alle rispettive distanze y che esse hanno dall'asse neutro, ma tali non risultano le dilatazioni $\epsilon = \Delta ds/ds$ a causa delle diverse lunghezze ds delle fibre stesse. Pertanto anche le tensioni σ_z non risultano proporzionali a y .

Le prime ricerche sulla distribuzione delle tensioni normali σ_z nelle travi curve risalgono a Winkler (1858) ed a Résal (1862). Un po' più tardi Grashof (1878) pervenne al calcolo ed alla distribuzione delle tensioni tangenziali τ .

Le ricerche condotte da C. Pfeideree fin dal 1907 portarono al riconoscimento di stati tensionali sostanzialmente diversi da quelli delle travi rettilinee. In particolare Pfeideree individuò tensioni trasversali σ_r , disposte nel senso radiale dovute al momento flettente, la cui importanza non è trascurabile nel dimensionamento delle travi curve in legno lamellare. Infatti, per l'anisotropia del materiale, la resistenza soprattutto a trazione è assai minore nel senso trasversale alle fibre che in quello longitudinale.

Nel 1959 Pfefferkorn pervenne ad una più completa espressione della tensione trasversale σ_r , la quale è influenzata oltre che dal momento flettente anche dalla sollecitazione di sforzo normale.

Ulteriori elaborazioni (Kayser nel 1938, Berg nel 1954 e Faber nel 1964) permisero di accertare meglio la distribuzione delle tensioni anche mediante controlli con prove sperimentali.

Il presente studio porta al calcolo delle tensioni e delle rispettive distribuzioni mediante la proposta di semplici equazioni facilmente interpretabili nel significato fisico e quindi di indubbia utilità pratica per rapide verifiche progettuali.

2. GLI STATI TENSIONALI NELLE TRAVI A GRANDE CURVATURA

2.1. Tensioni normali σ_z dovute a M e a N .

In fig. 3 è rappresentato un tronco di trave curva e le possibili tipologie di sezioni in legno lamellare a uno o due assi di simmetria, sollecitate da momento flettente, sforzo di taglio e sforzo normale.

Si considera dapprima un tronco elementare di detta trave con sezione a T , dunque ad un solo asse di simmetria (fig. 4).

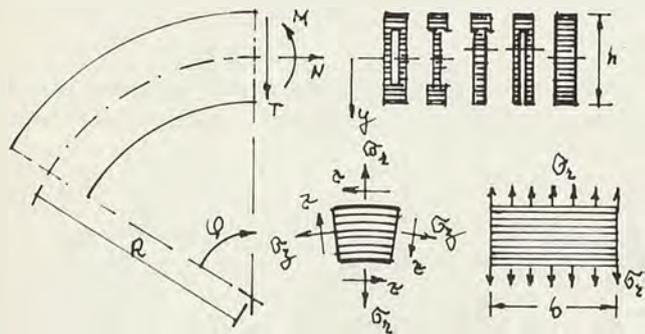


Fig. 3.

R è il raggio di curvatura dell'asse baricentrico della trave, mentre y è la distanza da detto asse di una generica fibra. La lunghezza di una fibra nello stato indeformato è

$$ds = (R - y) \cdot d\varphi \quad (1)$$

essendo $d\varphi$ l'angolo al centro dei piani delle due sezioni che delimitano il tronco di trave elementare.

Nello stato deformato la stessa fibra ha lunghezza

$$ds + \Delta ds \quad (2)$$

Se si trascura, come al solito nei casi di travi curve, l'influenza di una modifica di forma e di dimensioni della sezione trasversale, ovvero, se è valida l'ipotesi di Bernoulli sulla conservazione delle sezioni piane, Δds è una funzione lineare di y e cioè

$$\Delta ds = C_1 + C_2 \frac{y}{R} \quad (3)$$

Inoltre per la legge di Hooke di elasticità lineare si ha

$$\varepsilon = \frac{\Delta ds}{ds} = \frac{\sigma_z}{E} \quad (4)$$

Nell'equazione (3) C_1 e C_2 sono due costanti arbitrarie; nell'equazione (4) E è il modulo di elasticità nella direzione longitudinale delle fibre.

Inserendo la (3) nella (4) rimane dimostrato che le tensioni normali variano iperbolicamente secondo l'equazione.

$$\sigma_z = C'_1 + C'_2 \frac{y}{R - y} \quad (5)$$

dove le costanti C'_1 e C'_2 si ottengono dalle note relazioni che definiscono le sollecitazioni interne alla sezione

$$N = \int_A \sigma_z \cdot dA = \int_{h_1}^{h_2} \sigma_z \cdot b \cdot dy \quad (6)$$

$$M = \int_A \sigma_z \cdot y \cdot dA = \int_{h_1}^{h_2} \sigma_z \cdot y \cdot b \cdot dy \quad (7)$$

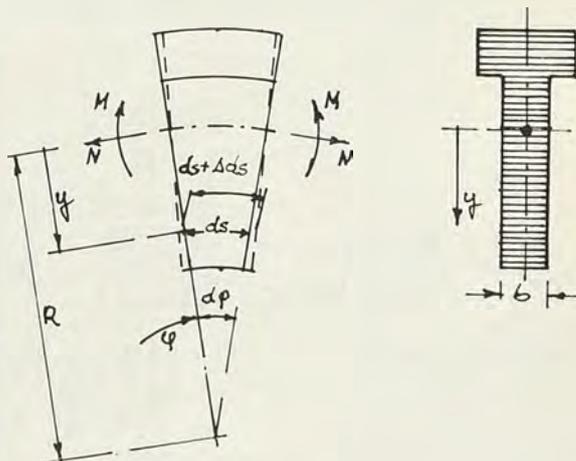


Fig. 4.

Dopo un breve passaggio intermedio si perviene alla formula che definisce la tensione normale σ_z

$$\sigma_z = \frac{M}{J_c} \frac{y}{1 - \frac{y}{R}} - \frac{M}{A \cdot R} + \frac{N}{A} \quad (8)$$

dove J_c è il momento d'inerzia della sezione trasformata fornito dalla teoria elementare delle travi a grande curvatura

$$J_c = \int_A \frac{y^2}{1 - \frac{y}{R}} dA = \int_{h_s}^{h_i} \frac{y^2}{1 - \frac{y}{R}} \cdot b \cdot dy \quad (9)$$

Se non si tenesse conto dell'ipotesi della conservazione della forma della sezione trasversale, le tensioni normali varierebbero anche secondo la larghezza della sezione.

2.2. Tensione tangenziale τ .

Si considera, del tronco di trave curva avente per angolo al centro $d\varphi$, un elemento di altezza dy e larghezza b (fig. 5). Per il calcolo della tensione tangenziale τ si assume delle due condizioni di equilibrio alla traslazione dell'elemento quella che annulla la somma delle forze applicate all'elemento stesso ed agenti nel senso tangenziale alle facce che lo delimitano.

Con riferimento alle notazioni in figura 5, dove è indicato al completo il panorama delle tensioni normali, trasversali e tangenziali e dei rispettivi incrementi, la condizione di equilibrio alle azioni tangenziali porta alla seguente equazione:

$$\begin{aligned} -\tau \cdot b \cdot dy \cdot d\varphi + \frac{\partial \tau}{\partial y} dy \cdot b \cdot (R - y - \underline{dy}) \cdot d\varphi + \\ + \frac{\partial \sigma_z}{\partial \varphi} d\varphi \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy - \\ - 2\tau \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy - \\ - \frac{\partial \tau}{\partial \varphi} d\varphi \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Al limite $d\varphi \rightarrow 0$ e $dy \rightarrow 0$ per cui i termini sotto-lineati nella 10), essendo di ordine superiore, diventano trascurabili; dividendo la (10) per $dy \cdot d\varphi$ si ottiene

$$\frac{\partial \tau}{\partial y} - \frac{2\tau}{R - y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial \varphi} \cdot \frac{1}{R - y} = 0 \quad (11)$$

Ora si applichino alle sezioni che delimitano il tronco di trave elementare avente per angolo al centro $d\varphi$ le sollecitazioni di momento flettente M , sforzo di taglio T e sforzo normale N ed i rispettivi incrementi dovuti all'angolo $d\varphi$, (fig. 6), nonché la componente del carico ripartito q_n agente sulla trave nella direzione normale all'asse e la componente dello stesso carico nella direzione tangenziale q_t all'asse geometrico.

Per l'equilibrio alle azioni verticali si ha l'equazione

$$\begin{aligned} N \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} + N_1 \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} - T \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} + \\ + T_1 \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} + q_n \cdot ds = 0 \end{aligned} \quad (12a)$$

L'equilibrio alle azioni orizzontali porta all'equazione

$$\begin{aligned} -N \cos \frac{d\varphi}{2} + N_1 \cos \frac{d\varphi}{2} - T \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} - \\ - T_1 \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} + q_t \cdot ds = 0 \end{aligned} \quad (12b)$$

Per l'equilibrio ai momenti si ha

$$T \cdot \frac{ds}{2} + T_1 \cdot \frac{ds}{2} + M - M_1 = 0 \quad (12c)$$

Trascurando gli infinitesimi di secondo ordine e ponendo

$$\sin \frac{d\varphi}{2} = \frac{d\varphi}{2} \quad \cos \frac{d\varphi}{2} = 1$$

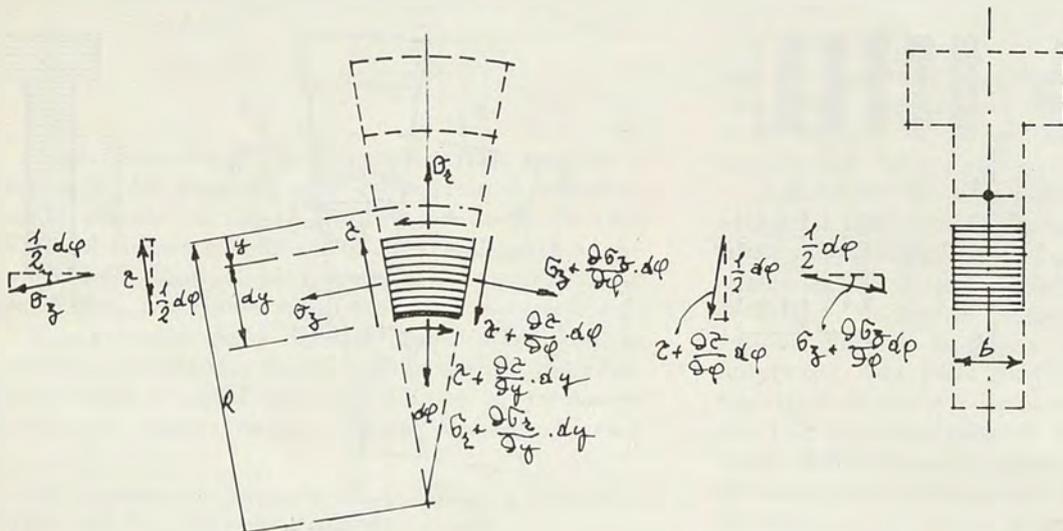


Fig. 5.

si ottiene rispettivamente per le tre equazioni

$$N \cdot d\varphi + dT + q_n \cdot ds = 0 \quad (13a)$$

$$dN - T \cdot d\varphi + q_t \cdot ds = 0 \quad (13b)$$

$$T \cdot ds - dM = 0 \quad (13c)$$

e poiché $ds = R \cdot d\varphi$ si ha anche

$$N + \frac{dT}{d\varphi} = -R \cdot q_n \quad (13a)'$$

$$T - \frac{dN}{d\varphi} = R \cdot q_t \text{ e se } q_t = 0 \quad \frac{dN}{d\varphi} = T \quad (13b)'$$

$$T \cdot R = \frac{dM}{d\varphi} \quad (13c)'$$

Derivando la (8) rispetto a $d\varphi$ si ottiene

$$\frac{d\sigma_z}{d\varphi} = \frac{dM}{d\varphi} \frac{y}{J_c} \frac{1}{1 - \frac{y}{R}} - \frac{dM}{d\varphi} \frac{1}{A \cdot R} + \frac{dN}{d\varphi} \frac{1}{A} \quad (14)$$

e inserendo i valori dati dalle (13b)' e (13c)' si ottiene

$$\frac{d\sigma_z}{d\varphi} = \frac{T \cdot R}{J_c} \frac{y}{1 - \frac{y}{R}} - \frac{T \cdot R}{A \cdot R} + \frac{T}{A}$$

ovvero

$$\frac{d\sigma_z}{d\varphi} = \frac{T \cdot R}{J_c} \frac{y}{1 - \frac{y}{R}} \quad (15)$$

Inserendo la (15) nella (11) si ricava

$$\frac{\partial \tau}{\partial y} - \frac{2\tau}{R-y} + \frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y}{(R-y)^2} = 0 \quad (16)$$

che è un'equazione differenziale lineare di primo ordine in τ . Si risolve l'omogenea associata

$$\frac{d\tau}{dy} = \frac{2}{R-y} \cdot \tau$$

$$\frac{d\tau}{\tau} = -2 \frac{(-1)}{R-y} dy$$

$$\log |\tau| = -2 \cdot \log |R-y| + \log C$$

$$\tau = \frac{C}{(R-y)^2} \quad (17)$$

dove la costante C è funzione di y , cioè $C = C(y)$; quindi si determina C in modo che soddisfi la (16)

$$\tau = \frac{C(y)}{(R-y)^2}$$

$$\frac{d\tau}{dy} = \frac{C'(y)}{(R-y)^2} + 2 \frac{C(y)}{(R-y)^3}$$

Sostituendo nella (16) si ha

$$\frac{C'(y)}{(R-y)^2} + 2 \frac{C(y)}{(R-y)^3} - 2 \frac{1}{(R-y)}$$

$$\frac{C(y)}{(R-y)^2} + \frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y}{(R-y)^2} = 0$$

e riducendo si ottiene

$$C'(y) = -\frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y}{1}$$

Ovvero $\frac{dC}{dy} = -\frac{T \cdot R^2}{J_c} \cdot y$ e integrando

$$C = -\frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y^2}{2} + C_1 \quad (18)$$

Inserendo la (18) nella (17) si ottiene la soluzione

$$\tau = -\frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y^2}{2(R-y)^2} + \frac{C_1}{(R-y)^2} \quad (19)$$

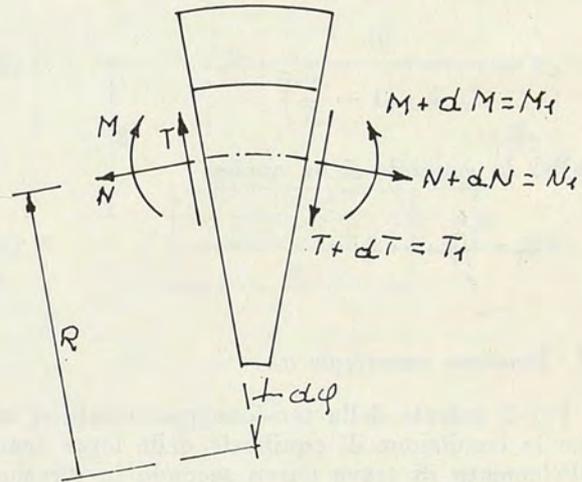


Fig. 6

Per determinare la costante d'integrazione C_1 basta considerare che la tensione tangenziale è nulla in corrispondenza dei lembi superiore ed inferiore della trave; cioè

$$\tau = 0 \text{ per } y = h_s \text{ oppure } y = h_i$$

Per esempio ponendo $y = h_i$ nella (19) si ricava

$$-\frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{h_i^2}{2(R-h_i)^2} + \frac{C_1}{(R-h_i)^2} = 0$$

da cui

$$C_1 = \frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{h_i^2}{2}$$

Quindi la (19) diviene

$$\tau = -\frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{y^2}{2(R-y)^2} + \frac{T \cdot R^2}{J_c} \frac{h_i^2}{2(R-y)^2}$$

Raccogliendo opportunamente a fattor comune si ricava in forma più esplicita

$$\tau = \frac{T \cdot R^2}{2 \cdot J_c \cdot R^2} \left(1 - \frac{y}{R}\right)^2 \cdot (h^2 - y^2)$$

Moltiplicando e dividendo il secondo membro per b (larghezza della sezione) e sviluppando il prodotto notevole si ha

$$\tau = \frac{T}{J_c \left(1 - \frac{y}{R}\right)^2} \cdot \frac{(h_i - y)(h_i + y)}{2} \cdot \frac{b}{b}$$

dove la quantità

$$\frac{(h_i - y)(h_i + y)}{2} \cdot b \text{ è il momento statico } S_y$$

rispetto all'asse baricentrico dell'area della sezione compresa tra y ed h_i .

Sostituendo si ottiene infine l'espressione finale della tensione τ

$$\tau = \frac{T}{J_c \cdot b \cdot \left(1 - \frac{y}{R}\right)^2} \cdot S_y \quad (20)$$

Più in generale si ha anche

$$S_y = \int_y^{h_i} y \cdot b \cdot dy \quad (21)$$

2.3. Tensione trasversale σ_r .

Per il calcolo della tensione trasversale si utilizza la condizione di equilibrio delle forze agenti sull'elemento di trave curva secondo la direzione trasversale.

Con le notazioni in figura 5 tale condizione porta alla seguente equazione di equilibrio

$$\begin{aligned} -\sigma_r \cdot b \cdot dy \cdot d\varphi + \frac{\partial \sigma_r}{\partial y} \cdot dy \cdot b \cdot (R - y - dy) \cdot d\varphi + \\ + \frac{\partial \tau}{\partial \varphi} \cdot d\varphi \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy + \\ + 2\sigma_z \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy + \\ + \frac{\partial \sigma_z}{\partial \varphi} \cdot d\varphi \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \cdot b \cdot dy = 0 \end{aligned} \quad (22)$$

Anche in questo caso, nella condizione limite $d\varphi \rightarrow 0$ e $dy \rightarrow 0$ i termini sottolineati, essendo di infinitesimo di secondo ordine, divengono tanto piccoli da poter essere trascurati.

Dividendo per $d\varphi \cdot dy$ si perviene all'equazione differenziale

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial y} - \frac{\sigma_r}{R - y} + \frac{\partial \tau}{\partial \varphi} \frac{1}{R - y} + \sigma_z \frac{1}{R - y} = 0 \quad (23)$$

Osservando che per una trave curva vale la (14a) nella quale generalmente si può porre $q_n = 0$, per cui

$$\frac{dT}{d\varphi} = -N \quad (24)$$

Derivando la (20) ed inserendo la (24) si ottiene

$$\frac{\partial \tau}{\partial \varphi} = \frac{N}{J_c \cdot b} \frac{1}{\left(1 - \frac{y}{R}\right)^2} \cdot S_y \quad (25)$$

Inserendo questa espressione e quella della tensione normale fornita dalla (8) nella (23), si ottiene la seguente equazione differenziale lineare di primo ordine la cui incognita è la tensione trasversale σ_r ,

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial y} - \frac{\sigma_r}{R - y} + \frac{M \cdot R}{J_c} \frac{y}{(R - y)^2} - \frac{M}{A \cdot R} \frac{1}{R - y} - \\ - \frac{N \cdot R^2}{J_c \cdot b} \frac{1}{(R - y)^3} \cdot S_y + \frac{N}{A} \frac{1}{R - y} = 0 \end{aligned}$$

Per determinare la costante d'integrazione che figura nella risoluzione di questa equazione si osserva che la tensione trasversale nei lembi superiore ed inferiore della sezione è nulla, ovvero

$$\sigma_r = 0 \text{ per } y = h_s \text{ e per } y = h_i$$

Con opportuni passaggi si ottiene la tensione trasversale

$$\begin{aligned} \sigma_r = \frac{M}{R^2 \cdot b} \frac{1}{1 - \frac{y}{R}} \left[\frac{J_{cy}}{J_c} + \frac{R}{J_c} \cdot S_y - \frac{A_y}{A} \right] - \\ - \frac{N}{R \cdot b} \frac{1}{1 - \frac{y}{R}} \left[\frac{J_{cy}}{J_c} - \frac{R}{J_c} \frac{y/R}{1 - \frac{y}{R}} - \frac{A_y}{A} \right] \end{aligned} \quad (26)$$

dove J_{cy} è il momento d'inerzia della sezione compresa tra y ed h_i , ovvero

$$J_{cy} = \int_y^{h_i} \frac{y^2}{1 - \frac{y}{R}} b \cdot dy \quad (27)$$

Questa caratteristica geometrica di superficie non appare come è noto nei calcoli delle tensioni nelle travi rettilinee.

Inoltre A_y è la superficie compresa tra y ed h_i ; è data dall'espressione generale

$$A_y = \int_y^{h_i} b \cdot dy \quad (28)$$

3. DISCUSSIONE SUGLI STATI TENSIONALI

Per seguire utilmente i termini della discussione sono stati rappresentati nella tabella 1 i diagrammi delle tensioni normali, trasversali e tangenziali per una curvatura relativamente grande, $R/h = 2$, e per una curvatura relativamente piccola, $R/h = 10$. I diagrammi caratteristici sono inoltre riferiti ad una sezione chiusa, a cassone rettangolare, e ad una sezione rettangolare piena.

Le tensioni normali σ_z dovute al momento flettente seguono una variazione iperbolica: il valore massimo si verifica nel lembo interno della trave curva, verso il quale risulta spostato l'asse neutro.

La tensione trasversale σ_r dovuta ad M presenta il valore massimo in prossimità dell'asse neutro.

La tensione normale σ_z dovuta allo sforzo normale N è distribuita uniformemente sull'intera sezione della trave.

Sollec.	Tensioni	Distribuzione delle tensioni			
		per $R/h = 10$		per $R/h = 2$	
M	σ_z				
	σ_r				
N	σ_z				
	τ				

Tabella 1 - Diagrammi delle tensioni in una trave curva. I valori percentuali sono comparativi rispetto alle tensioni corrispondenti ad una trave rettilinea, calcolate cioè con le note formule:

$$\sigma_z(M) = \frac{M}{W}$$

$$\sigma_z(N) = \frac{N}{A} \quad \tau = \frac{T \cdot S}{J \cdot b}$$

La tensione trasversale σ_r dovuta a N presenta due valori massimi di segno contrario ed un valore nullo compreso fra la linea baricentrica ed il lembo inferiore della trave. Il massimo in valore assoluto si verifica tra il valore nullo interno alla sezione ed il lembo esterno.

Il diagramma di distribuzione delle tensioni tangenziali τ ha molta somiglianza con quello relativo ad una trave rettilinea, varia solo perché presenta il valore massimo spostato verso il lembo interno della sezione.

4. CALCOLO DEI MOMENTI D'INERZIA J_c E J_y

Il calcolo delle tensioni mediante le equazioni (8), (20) e (26) non presenta particolari difficoltà. Tuttavia è opportuno fornire alcuni chiarimenti per il calcolo pratico dei momenti d'inerzia J_c e J_y , i quali, derivando dalla formula (9), richiederebbero di volta in volta sviluppi analitici laboriosi, mentre sono possibili le semplificazioni che vengono proposte qui appresso.

La sezione retta della trave curva viene opportunamente suddivisa in rettangoli, per ciascuno dei quali, utilizzando la formula (9), si calcola il momento d'inerzia j_c che tiene conto della curvatura della trave. I momenti d'inerzia totali J_c e J_y risultano dalla somma dei rispettivi momenti j_c .

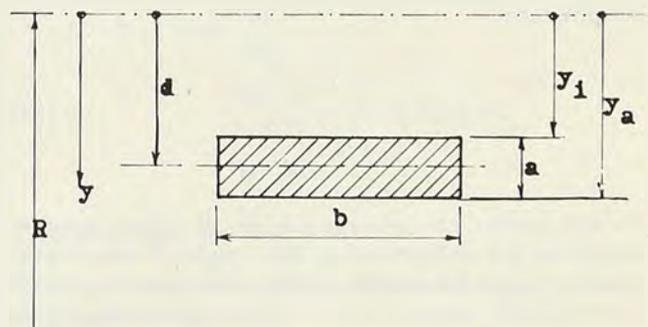


Fig. 7.

Per esempio si assuma una qualsiasi di queste sezioni rettangolari, di altezza a e base b il cui asse baricentrico dista della quantità d dall'asse baricentrico dell'intera sezione (fig. 7), con le notazioni in figura, l'equazione (9) diviene:

$$j_c = b \cdot \int_{d-a/2}^{d+a/2} \frac{y^2}{1 - y/R} dy \quad (29)$$

Integrando si ottiene

$$j_c = b \cdot R^2 \left[\log \frac{1 - \frac{2d-a}{2R}}{1 - \frac{2d+a}{2R}} - \frac{a}{R} - \frac{2ad}{R^2} \right] \quad (30)$$

Lo svolgimento di questa equazione presenta difficoltà numeriche soprattutto nel caso di travi poco curve, anche se si considerasse uno sviluppo lineare.

Per i calcoli pratici è opportuno esprimere il momento d'inerzia j_c nella forma

$$j_c = \frac{j_0}{1 - \beta \frac{d}{R}} \quad (31)$$

dove j_0 è il momento d'inerzia del rettangolo considerato rispetto all'asse baricentrico della sezione globale della trave

$$j_0 = \frac{b \cdot a^3}{12} + b \cdot a \cdot d^2 \quad (32)$$

β è un valore adimensionale espresso in funzione della distanza d , della altezza a del rettangolo e del raggio di curvatura R , cioè

$$\beta = \frac{R}{d} \left[1 - \frac{\int_{y_s}^{y_i} y^2 \cdot dy}{\int_y \frac{y^2}{1 - \frac{y}{R}} dy} \right] \quad (33)$$

Il valore β può essere desunto direttamente anche dal diagramma riportato in figura 8 oppure anche dalla pratica tabella 2.

Lo sviluppo lineare della (33) porge β in forma semplificata

$$\beta = \sim \frac{1 + \frac{a^2}{4 \cdot d^2}}{1 + \frac{a^2}{12 \cdot d^2}} \quad (34)$$

Da cui risulta che per un calcolo di prima approssimazione β è indipendente dal raggio di curvatura; e ancora, per rettangoli sottili, cioè quando « a » è molto piccolo rispetto a « d », si può porre $\beta = \sim 1$.

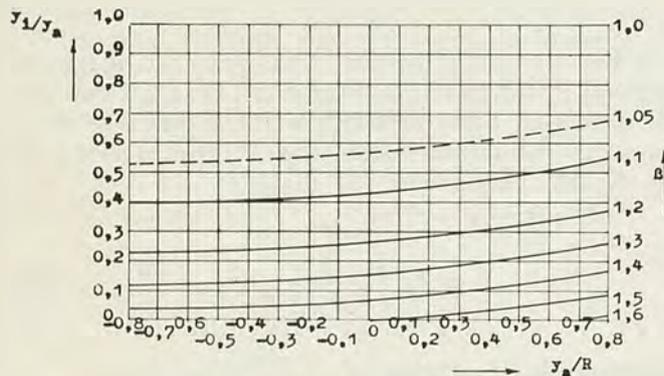


Fig. 8 - Diagrammi dei coefficienti β in funzione dei rapporti y_i/y_a e y_a/R

Il momento d'inerzia J_c della sezione di trave curva, costituita da n rettangoli, è quindi dato da

$$J_c = \sum_n j_c \quad (35)$$

Allo stesso modo si ricava il momento d'inerzia J_{cy} . Per l'applicazione pratica di queste formule si vedano gli esempi trattati nel seguente capitolo.

5. ESEMPI

Le formule (8), (20) e (26) vengono applicate qui di seguito a tre tipi di sezioni più comunemente impiegate, e cioè:

- sezione rettangolare cava;
- sezione rettangolare piena;
- sezione aperta a U.

$\frac{y_i}{y_a}$	$\frac{y_a}{R}$										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
-0,8	1,46	1,33	1,23	1,15	1,10	1,06	1,03	1,02	1,01	1,00	1,00
-0,6	1,47	1,34	1,23	1,16	1,10	1,06	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00
-0,4	1,48	1,34	1,24	1,16	1,10	1,06	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00
-0,2	1,49	1,35	1,25	1,17	1,11	1,07	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00
0	1,50	1,37	1,23	1,18	1,12	1,07	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00
+0,2	1,52	1,38	1,27	1,19	1,12	1,08	1,05	1,02	1,01	1,00	1,00
+0,4	1,54	1,40	1,29	1,20	1,14	1,09	1,05	1,03	1,01	1,00	1,00
+0,6	1,57	1,43	1,32	1,22	1,15	1,10	1,06	1,03	1,01	1,00	1,00
+0,8	1,63	1,48	1,36	1,26	1,19	1,12	1,08	1,04	1,02	1,01	1,00

Tabella 2 - Valori dei coefficienti β per il calcolo del momento d'inerzia J_c della trave curva.

Nei tre casi i calcoli sono svolti al completo, non tanto allo scopo di dimostrare il meccanismo applicativo delle formule, che sarebbe esaurito con un solo esempio), quanto per evidenziare numericamente i termini che compongono le formule e quindi l'incidenza che essi hanno nella determinazione del valore finale delle tensioni.

L'analisi di questi dati porterà ad utili confronti con quelli relativi alla trave rettilinea e in definitiva permetterà di giungere proprio a quelle semplificazioni di calcolo che sono state poste tra gli obiettivi della ricerca.

Esempio 1.

Sezione rettangolare cava con doppio asse di simmetria, fig. 9.

Momento flettente $M = + 45000 \text{ Kgm}$
 Sforzo normale $N = - 10000 \text{ Kg}$
 Sforzo di taglio $T = + 15000 \text{ Kg}$
 Raggio di curvatura $R = 8,00 \text{ m}$

Area della sezione retta

$$A = 2 \cdot 10 \cdot 160 + 2 \cdot 10 \cdot 30 = 3800 \text{ cm}^2$$

Momento d'inerzia baricentrico

$$J_0 = 2 \frac{10 \cdot 80^3}{3} = + 3.413.300 \text{ cm}^4$$

$$+ 3.413.300 \text{ cm}^4$$

$$+ \frac{10 \cdot 30^3}{12} = 222.500 \text{ cm}^4$$

$$+ 300 \cdot 65^2 = 1.267.500 \text{ cm}^4$$

$$+ 1.290.000 \text{ cm}^4$$

$$J_0 = 9.406.600 \text{ cm}^4$$

Mediante la formula (31) e (35) si calcolano i momenti d'inerzia dei singoli rettangoli componenti la sezione della trave curva, la somma dei quali fornisce il momento d'inerzia totale della sezione di trave curvata J_c . Per i valori dei coefficienti β vedasi la tabella 1, o il diagramma in fig. 8.

$$\begin{aligned}
 J_c &= \frac{3.413.300}{1 + 1,49 \frac{40}{800}} = 3.180.000 \text{ cm}^4 \\
 &+ \frac{1.290.000}{1 + 0,04 \frac{65}{800}} = 1.190.000 \text{ cm}^4 \\
 &+ \frac{3.413.300}{1 - 1,51 \frac{40}{800}} = 3.690.000 \text{ cm}^4 \\
 &+ \frac{1.290.000}{1 - 1,04 \frac{65}{800}} = 1.410.000 \text{ cm}^4 \\
 \hline
 J_c &= 9.470.000 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

La sezione di trave sottostante a $y = 5$ cm dall'asse baricentrico ha i seguenti valori statici (ovvero calcolati rispetto all'asse baricentrico spostato della trave curva).

Area della sezione

$$\begin{aligned}
 A_y &= 2 \cdot 10 \cdot 75 = 1500 \text{ cm}^2 \\
 &+ 10 \cdot 30 = 300 \text{ cm}^2 \\
 \hline
 A_y &= 1800 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Momento statico

$$\begin{aligned}
 S_y &= + 1500 \cdot 42,5 = 63.800 \text{ cm}^3 \\
 &+ 300 \cdot 65 = 19.500 \text{ cm}^3 \\
 \hline
 S_y &= 83.300 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

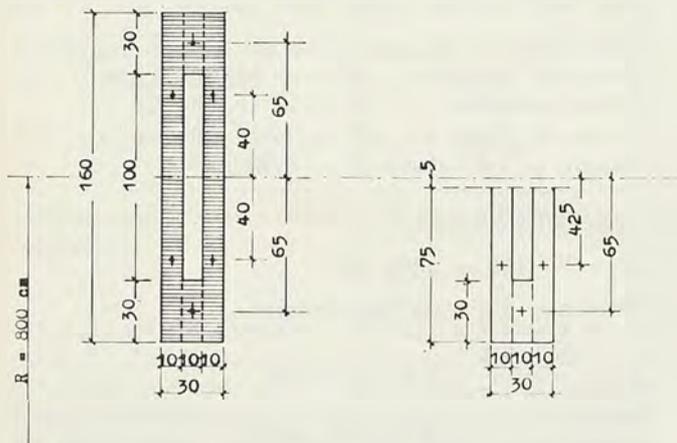


Fig. 9.

Momento d'inerzia rispetto all'asse baricentrico della trave rettilinea

$$\begin{aligned}
 J_{0y} &= 2 \frac{10 \cdot 75^3}{12} + 1500 \cdot 42,5^2 = 3.412.500 \text{ cm}^4 \\
 &+ \frac{10 \cdot 30^3}{12} + 300 \cdot 65^2 = 1.290.000 \text{ cm}^4 \\
 \hline
 J_{0y} &= 4.702.500 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

Momento d'inerzia della trave curva (formula 31)

$$\begin{aligned}
 J_{cy} &= \frac{3.412.500}{1 - 1,42 \frac{42,5}{800}} = 3.690.000 \text{ cm}^4 \\
 &+ \frac{1.290.000}{1 - 1,04 \frac{65}{800}} = 1.410.000 \text{ cm}^4 \\
 \hline
 J_{cy} &= 5.100.000 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

Tensione normale (fig. 10a)

Massima tensione normale al lembo interno ($y = 80$ cm) formula (8)

$$\begin{aligned}
 \bar{\sigma}_z &= \frac{4.500.000}{9.470.000} \cdot \frac{80}{1 - \frac{80}{800}} = 42,2 \text{ Kg/cm}^2 \\
 &- \frac{4.500.000}{3800 \cdot 800} = - 1,5 \text{ Kg/cm}^2 \\
 &- \frac{10.000}{3.800} = - 2,6 \text{ Kg/cm}^2 \\
 \hline
 \bar{\sigma}_z &= 38,10 \text{ Kg/cm}^2 < 110 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Per confronto, la tensione massima normale corrispondente alla trave rettilinea sarebbe

$$\begin{aligned}
 \bar{\sigma}_z &= \frac{4.500.000}{9.406.600} \cdot 80 = 38,3 \text{ Kg/cm}^2 \\
 &- \frac{10.000}{3.800} = - 2,6 \text{ Kg/cm}^2 \\
 \hline
 \bar{\sigma}_z &= 35,7 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Da cui risulta che la tensione normale nella sezione di trave curva è del 5,56% maggiore di quella della trave rettilinea.

Tensione trasversale. (fig. 10b)

La massima tensione trasversale, sulla distanza $y = 5$ cm dall'asse baricentrico, vale secondo la formula (26)

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \frac{5.100.000}{9.470.000} = + 0,539 \\ + \frac{R \cdot S_y}{J_c} = \frac{800 \cdot 83.300}{9.470.000} = + 7,04 \\ - \frac{A_y}{A} = - \frac{1.800}{3.800} = - 0,474 \\ \hline 7,10 \end{array} \right]$$

Prima parentesi quadra

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \dots\dots\dots + 0,539 = + 0,539 \\ - \frac{R \cdot S_y}{J_c} \cdot \frac{y/R}{1 - y/R} = - 7,04 \cdot \frac{5/800}{1 - 5/800} = - 0,044 \\ - \frac{A_y}{A} = \dots\dots\dots = - 0,474 \\ \hline 0,021 \end{array} \right]$$

Seconda parentesi quadra

$$\sigma_r = \frac{4.500.000}{800^2 \cdot 2 \cdot 10} \cdot 7,10 \cdot \frac{1}{1 - 5/800} = 2,51 \text{ Kg/cm}^2$$

$$+ \frac{10.000}{800 \cdot 2 \cdot 10} \cdot 0,021 \cdot \frac{1}{1 - 5/800} = 0,01 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = 2,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensione tangenziale. (fig. 10c)

La massima tensione tangenziale alla distanza $y = 5 \text{ cm}$ dall'asse baricentrico, vale, secondo la formula (20)

$$\hat{\tau} = \frac{15.000}{9.470.000 \cdot 2 \cdot 10} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{5}{800}\right)^2} \cdot 83.300 = 6,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Se la trave fosse rettilinea, per confronto, si avrebbe una tensione tangenziale

$$\bar{\tau} = \frac{T \cdot S}{J_0 \cdot b}$$

Essendo

S il momento statico della sezione sottostante l'asse baricentrico

$$S = 2 \cdot (10 \cdot 80^2/2) + 10 \cdot 30 \cdot 65 = 83.500 \text{ cm}^3$$

J_0 è il momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse baricentrico; dai calcoli precedenti risulta

$$J_0 = 9.406.600 \text{ cm}^4$$

« b » è la larghezza della sezione resistente al taglio, ovvero

$$b = 2 \cdot 10 = 20 \text{ cm}$$

Quindi si ricava

$$\bar{\tau} = \frac{15.000 \cdot 83.500}{9.406.600 \cdot 20} = 6,7 \text{ Kg/cm}^2$$

Si ottiene una tensione tangenziale praticamente uguale a quella della trave curva.

I diagrammi delle tensioni normali, trasversali e tangenziali sono rappresentati in figura 10.a.b.c.

Esempio 2.

Sezione rettangolare piena soggetta alle stesse sollecitazioni di quella contemplata nell'esempio 1, avente la stessa altezza $h = 160 \text{ cm}$ e larghezza pari alla somma delle due costole $b = 20 \text{ cm}$ (fig. 11).

Momento flettente	$M = + 45.000 \text{ Kgm}$
Sforzo normale	$N = - 10.000 \text{ Kg}$
Sforzo di taglio	$T = + 15.000 \text{ Kg}$
Raggio di curvatura	$R = 8,00 \text{ m}$

Area della sezione

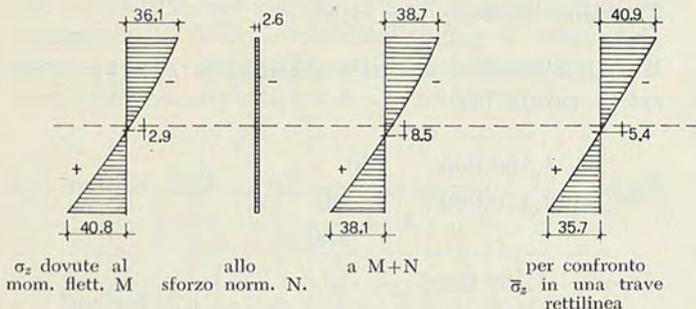
$$A = 20 \cdot 160 = 3200 \text{ cm}^2$$

Momento d'inerzia baricentrico

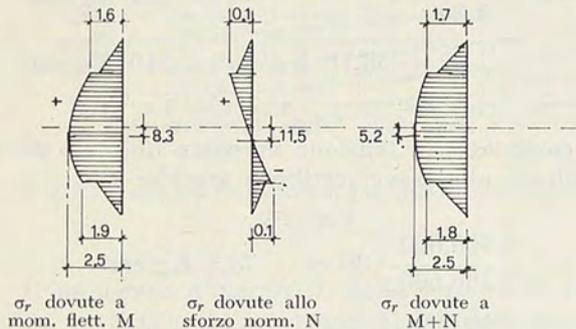
$$J_0 = \frac{20 \cdot 80^3}{3} = 3.413.300 \text{ cm}^4$$

$$+ 3.413.300 \text{ cm}^4$$

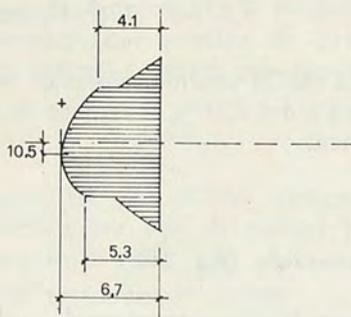
$$J_0 = 6.826.600 \text{ cm}^4$$



a) Diagrammi delle tensioni normali.



b) Diagrammi delle tensioni trasversali.



c) Diagramma delle tensioni tangenziali τ dovute a T.

Fig. 10 - Diagrammi delle tensioni.

Momento d'inerzia della sezione di trave curvata, (formula 31 e 35).

$$J_c = \frac{3.413.300}{1 + 1,49 \cdot \frac{40}{800}} = 3.176.640 \text{ cm}^4$$

$$\frac{3.413.300}{1 - 1,514 \cdot \frac{40}{800}} = 3.692.848 \text{ cm}^4$$

$$J_c = 6.869.489 \text{ cm}^4$$

Valori statici della sezione sottostante a $y = 5 \text{ cm}$ dall'asse baricentrico.

Area della sezione

$$A_y = 20 \cdot 75 = 1500 \text{ cm}^2$$

Momento statico

$$S_y = 1500 \cdot 42,5 = 63.750 \text{ cm}^3$$

Momento d'inerzia rispetto all'asse baricentrico

$$J_{0y} = \frac{20 \cdot 75^3}{12} + 1500 \cdot 42,5^2 = 3.412.500 \text{ cm}^4$$

Momento d'inerzia della sezione di trave curva

$$J_{cy} = \frac{3.412.500}{1 - 1,44 \cdot \frac{42,5}{800}} = 3.695.181 \text{ cm}^4$$

Tensione normale (formula 8)

$$\bar{\sigma}_z = \frac{4.500.000}{6.869.489} \cdot \frac{80}{1 - \frac{80}{800}} = 58,23 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- \frac{4.500.000}{3200 \cdot 800} = - 1,76 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- \frac{10.000}{3200} = - 3,13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_z = 53,35 \text{ Kg/cm}^2 < 110 \text{ Kg/cm}^2$$

Confronto con la tensione normale corrispondente alla trave rettilinea

$$\bar{\sigma}_z = \frac{4.500.000}{6.826.600} \cdot 80 = 52,73 \text{ Kg/cm}^2$$

Rispetto alla trave curva si ha una differenza percentuale

$$\Delta\% = - 1,16\%$$

Dal confronto con la sezione cava dell'esempio 1, dove la differenza percentuale era del 5,26%, si conclude che nel caso della sezione rettangolare piena tale differenza si riduce di circa 1/5 e quindi gli effetti della curvatura sono assai meno sentiti a livello di tensione normale.

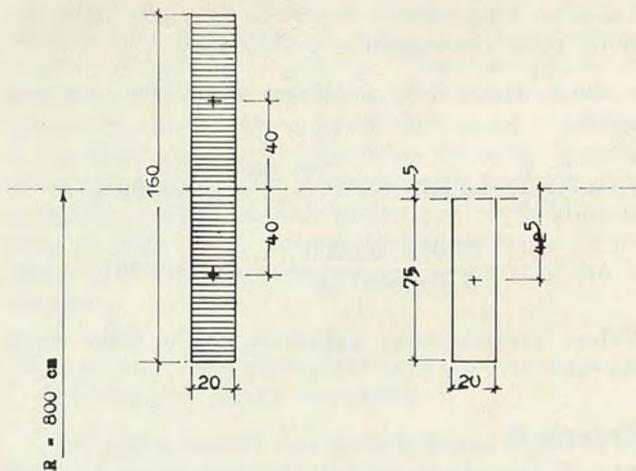


Fig. 11.

Tensione trasversale (formula 26). ($y = 5 \text{ cm}$)

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \frac{3.412.500}{6.869.489} = + 0,50 \\ + \frac{R \cdot S_y}{J_c} = \frac{800 \cdot 63.750}{6.869.489} = + 7,42 \\ - \frac{A_y}{A} = - \frac{1500}{3200} = - 0,47 \\ \hline + 6,96 \end{array} \right]$$

Prima parentesi quadra

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \dots \dots \dots = + 0,50 \\ - \frac{R \cdot S_y}{J_c} \cdot \frac{y/R}{1 - y/R} = - 7,42 \cdot \frac{5/800}{1 - 5/800} = - 0,05 \\ - \frac{A_y}{A} = \dots \dots \dots = - 0,47 \\ \hline = - 0,02 \end{array} \right]$$

Seconda parentesi quadra

$$\sigma_r = \frac{4.500.000}{800^2 \cdot 20} \cdot \frac{1}{1 - 5/800} [6,96] + \frac{10.000}{800 \cdot 30} \cdot \frac{1}{1 - \frac{5}{800}} [- 0,02]$$

$$\sigma_r = 2,45 \text{ Kg/cm}^2$$

A confronto con l'esempio precedente, dove la tensione trasversale valeva 2,5 Kg/cm², la sezione rettangolare piena è soggetta ad una tensione pressoché uguale.

Tensione tangenziale max (per $y = 5 \text{ cm}$).

$$\bar{\tau} = \frac{15.000}{6.869.489 \cdot 20} \cdot \frac{63.750}{\left(1 - \frac{5}{800}\right)^2} = 7,00 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensione leggermente superiore a quella della sezione cava contemplata nell'esempio 1.

Se la trave fosse rettilinea si avrebbe una tensione

$$\bar{\tau} = \frac{T \cdot S}{J_0 \cdot b} \text{ essendo } S = \frac{20 \cdot 80^2}{2} = 64.000 \text{ cm}^3$$

$$\bar{\tau} = \frac{15.000 \cdot 64.000}{6.826.600 \cdot 20} = 7,03 \text{ Kg/cm}^2$$

Valore praticamente uguale a quello della trave curva.

Esempio 3.

Sezione trasversale aperta a U con un solo asse di simmetria verticale. Dimensioni e sollecitazioni come quelle dell'esempio 1 (fig. 12).

Momento flettente $M = + 45000 \text{ Kg m}$

Sforzo normale $N = - 10000 \text{ Kg}$

Sforzo di taglio $T = + 15000 \text{ Kg}$

Raggio di curvatura $R = 8,00 \text{ mm}$

Area della sezione

$$A = 2 \cdot 10 \cdot 160 + 10 \cdot 30 = 3500 \text{ cm}^2$$

Distanza dell'asse baricentrico dal lembo inferiore

$$y_0 = \frac{2 \cdot 1600 \cdot 80 + 300 \cdot 145}{3500} = 85,60 \text{ cm}$$

Momento d'inerzia baricentrico

$$J_0 = 2 \frac{10 \cdot 85,6^3}{3} = 4.181.480 \text{ cm}^4$$

$$+ 2 \frac{10 \cdot 74,4^3}{3} = 2.745.538 \text{ cm}^4$$

$$+ \frac{10 \cdot 30^3}{12} + 300 \cdot 59,4^2 = 1.081.008 \text{ cm}^4$$

$$J_0 = 8.008.027 \text{ cm}^4$$

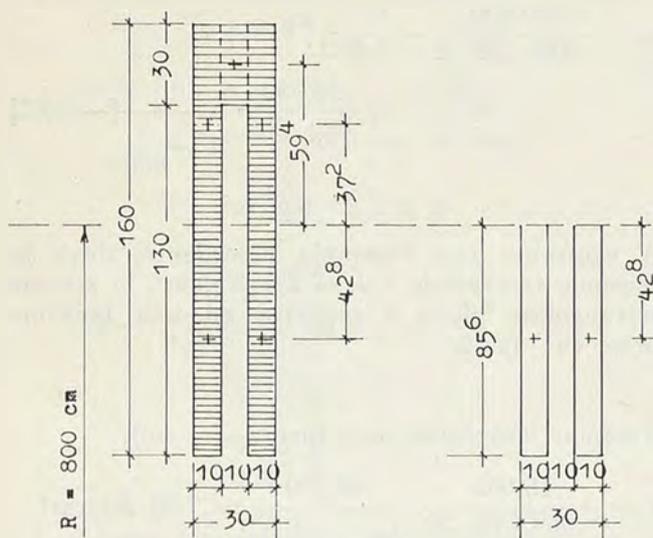


Fig. 12.

Momento d'inerzia della trave curva (formula 31)

$$J_c = \frac{4.181.480}{1 - 1,5 \frac{42,8}{800}} = 4.546.322 \text{ cm}^4$$

$$+ \frac{2.745.538}{1 + 1,5 \frac{37,2}{800}} = + 2.566.523 \text{ cm}^4$$

$$+ \frac{1.081.008}{1 + 1,0 \frac{59,4}{800}} = + 1.006.291 \text{ cm}^4$$

$$J_c = 8.119.137 \text{ cm}^4$$

Valori statici della sezione sottostante all'asse baricentrico.

Area $A_y = 2 \cdot 10 \cdot 85,6 = 1712 \text{ cm}^2$

Momento statico

$$S_y = 1712 \cdot 42,80 = 73.274 \text{ cm}^3$$

Momento d'inerzia

$$J_{0y} = 2 \cdot \frac{10 \cdot 85,6^3}{3} = 4.181.480 \text{ cm}^4$$

Momento d'inerzia della trave curva

$$J_{cy} = 4.546.322 \text{ cm}^4$$

Massima tensione normale al lembo inferiore ($y = 85,60 \text{ cm}$)

$$\bar{\sigma}_z = \frac{4.500.000}{8.119.137} \cdot \frac{85,6}{1 - \frac{85,6}{800}} = 53,13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- \frac{4.500.000}{3500 \cdot 800} = - 1,61 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- \frac{10000}{3500} = - 2,86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_z = 48,66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$< 110 \text{ Kg/cm}^2$$

Per confronto, se la trave fosse rettilinea si avrebbe una tensione normale

$$\bar{\sigma}_z = \frac{4.500.000}{8.008.027} \cdot 85,60 = 48,10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$- \frac{10.000}{3500} = - 2,86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_z = 45,24 \text{ Kg/cm}^2$$

Rispetto alla trave curva si ha una differenza percentuale di tensione

$$\Delta\% = - 7,03\%$$

Dal confronto con la sezione cava dell'esempio 1, dove la differenza percentuale era del 5,26%, risulta una differenza percentuale assai più marcata. Generalizzando, si può quindi concludere che le sezioni aperte a U sono le meno vantaggiose per costituire travi ad asse curvo.

Massima tensione trasversale in corrispondenza dell'asse baricentrico ($y = 0$), formula (26)

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \frac{4.546.322}{8.119.137} = + 0,56 \\ + \frac{R \cdot S_y}{J} = + \frac{800 \cdot 73.274}{8.119.137} = + 7,22 \\ - \frac{A_y}{A} = - \frac{1712}{3500} = - 0,49 \\ \hline \text{Prima parentesi quadra} = 7,29 \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \frac{J_{cy}}{J_c} = \dots \dots \dots = + 0,56 \\ - \frac{R \cdot S_y}{J_c} \cdot \frac{y/R}{1 - y/R} = - 7,22 \cdot 0,00 = 0,00 \\ - \frac{A_y}{A} = \dots \dots \dots = - 0,49 \\ \hline \text{Seconda parentesi quadra} = 0,07 \end{array} \right]$$

$$\sigma_r = \frac{4.500.000}{800^2 \cdot 2 \cdot 10} \cdot 7,29 = 2,56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$+ \frac{10.000}{800 \cdot 2 \cdot 10} \cdot 0,07 = 0,04 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = 2,61 \text{ Kg/cm}^2$$

Dal confronto con la sezione chiusa dell'esempio 1 risulta una tensione leggermente superiore. Massima tensione tangenziale in corrispondenza dell'asse baricentrico ($y = 0$), formula (20)

$$\hat{\tau} = \frac{15.000}{8.119.137 \cdot 2 \cdot 10} \cdot 73.274 = 6,77 \text{ Kg/cm}^2$$

Per confronto, se la trave fosse rettilinea si avrebbe una tensione tangenziale

$$\bar{\tau} = \frac{T \cdot S}{J_n \cdot b} = \frac{15.000 \cdot 73.2734}{8.008.027 \cdot 2 \cdot 10} = 6,86 \text{ Kg/cm}^2$$

Risulta una tensione tangenziale leggermente superiore a quella della trave curva ($\Delta\% = 1,35\%$), mentre negli esempi 1 e 2 a sezione chiusa e piena rispettivamente tale differenza era praticamente nulla.

Si trae quindi la conclusione che la sezione aperta a U è la meno indicata nell'impiego per

travi ad asse curvilineo, a fronte delle sezioni a doppio asse di simmetria, come la sezione rettangolare piena, e a cassone. Ancora, poiché in questi ultimi casi si sono riscontrate tensioni pressoché equivalenti a quelle delle travi rettilinee, è possibile ridurre le complesse formule derivate dalla teoria rigorosa a espressioni più semplici e più pratiche, comunque validissime per un più rapido calcolo delle travi curve che tenga conto di un buon grado di approssimazione, come si vedrà in seguito.

6. FORMULE SEMPLIFICATIVE PER IL CALCOLO APPROSSIMATO DELLE TENSIONI

Gli esempi svolti con procedimento rigoroso nel capitolo precedente si basano tutti su un rapporto $R/h = 5$.

Utilizzando ancora le formule (8), (20) e (26) e i dati dell'esempio 1 si sono calcolate le tensioni corrispondenti a diversi rapporti R/h compresi tra 2 e 10 ed esse sono state confrontate con quelle della trave rettilinea mediante l'indicazione dello scarto percentuale.

I risultati di questa operazione sono raccolti nella tabella 3, dove, per ciascuna tensione normale, trasversale e tangenziale e per i singoli valori R/h , la prima riga esprime i valori delle tensioni calcolate rigorosamente secondo le citate formule della trave curva; la seconda riga indica le variazioni percentuali di queste tensioni rispetto a quelle della trave rettilinea.

Dall'osservazione dei risultati in tabella emerge chiaramente che col variare di R/h da 2 a 5 variano sensibilmente le tensioni normali e trasversali, così come sono sensibili gli scarti percentuali rispetto alle tensioni della trave rettilinea.

Col variare di R/h da 5 a 10 le tensioni normali si riducono di poco, mentre le tensioni trasversali subiscono riduzioni fino a circa il 50%.

Per qualsiasi valore di R/h le tensioni tangenziali si conservano praticamente costanti; osservando gli scarti percentuali, esse risultano pressoché uguali a quelle della trave rettilinea.

Mediante esperienze condotte su altri tipi di sezioni, dimensionalmente diverse da quella utilizzata per compilare la tabella 3, si sono riscontrati scarti percentuali quasi uguali a quelli indicati in tabella. Pertanto si può pervenire rapidamente alle tensioni della trave curva calcolando dap-

TABELLA 3. - Tensioni normali, trasversali e tangenziali (in Kg/cm^2) calcolate secondo le formule (8), (20) e (26) delle travi curve e secondo i dati dell'esempio 1. Raffronto in percentuale con le corrispondenti tensioni della trave rettilinea, ($\bar{\sigma}_z = 35,70 \text{ Kg/cm}^2$; $\bar{\tau} = 6,7 \text{ kg/cm}^2$).

R/h	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tens. in Kg/cm^2									
$\hat{\sigma}_z$ risp. a $\bar{\sigma}_z$	42,74 119,72%	40,04 112,16%	38,86 108,85%	38,10 106,72%	37,73 105,69%	37,41 104,79%	37,19 104,17%	37,02 103,70%	36,88 103,31%
σ_r risp. a $\bar{\sigma}_z$	6,48 18,15%	4,26 11,93%	3,17 8,88%	2,52 7,06%	2,10 5,88%	1,80 5,04%	1,57 4,40%	1,39 3,89%	1,25 3,50%
$\hat{\tau}$ risp. a $\bar{\tau}$	6,59 98,36%	6,66 99,42%	6,68 99,70%	6,70 100,00%	6,68 99,70%	6,68 99,70%	6,68 99,70%	6,66 99,48%	6,66 99,48%

prima le tensioni della trave rettilinea, utilizzando le usuali formule e applicando poi a queste le percentuali indicate in tabella corrispondenti al rapporto R/h del caso in esame. Per esempio per $R/h = 5$ si ottiene:

$$\hat{\sigma}_z = 106,72\% \cdot \bar{\sigma}_z = 106,72\% \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) \quad (36)$$

$$\sigma_r = 7,06\% \cdot \bar{\sigma}_z = 7,06\% \left(\frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) \quad (37)$$

$$\hat{\tau} = 100,00\% \cdot \bar{\tau} = \frac{T \cdot S}{J \cdot b} \quad (38)$$

La confortante verifica del procedimento ha reso possibile la ricerca di formule approssimate di più pratica applicazione e nel contempo più generali.

Per il calcolo delle tensioni normali l'analisi delle variazioni percentuali indicate in tabella ha portato alla seguente formulazione delle stesse in funzione del rapporto R/h

$$\Delta\% = \sim \left(1 + \frac{h}{3 \cdot R} \right)$$

In sostituzione della (8) si propone quindi la formula semplificata ed approssimata

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \left(1 + \frac{h}{3 \cdot R} \right) \quad (39)$$

valida allorché la tensione normale dovuta allo sforzo normale è al massimo il 10% circa di quella dovuta al momento flettente.

La (39) è risultata verificata anche per sezioni con un solo asse di simmetria.

Per il calcolo delle tensioni trasversali, in sostituzione della (26), si propone la seguente formula semplificata

$$\sigma_r = \frac{M \cdot S}{R \cdot J \cdot b} \quad (40)$$

dove:

S è il momento statico della sezione sottostante all'asse baricentrico;

b è la larghezza della sezione resistente in corrispondenza all'asse baricentrico;

J è il momento d'inerzia baricentrico della sezione.

A questa formula si è pervenuti attraverso l'osservazione, negli esempi 1, 2 e 3, dell'incidenza sul valore finale dei termini che compongono la (26). Così si sono potute apportare le seguenti semplificazioni:

— il contributo dello sforzo normale ed in particolare il valore compreso nella seconda parentesi quadra, può essere trascurato essendo molto prossimo a zero;

— la differenza $\frac{J_{cy}}{J_c} - \frac{A_y}{A}$, compresa nella prima

parentesi quadra, può essere trascurata a fronte della quantità $\frac{R \cdot S_y}{J_c}$;

— la piccola quantità y/R può essere trascurata a fronte dell'unità;

— il momento d'inerzia J_c della trave curva può essere sostituito dal momento d'inerzia J baricentrico della trave retta.

Per il calcolo delle tensioni tangenziali si propone, conformemente alla (38) la seguente formula

$$\tau = \frac{T \cdot S}{J \cdot b} \quad (41)$$

la quale deriva anche dalla (20) apportandovi le due ultime semplificazioni del caso precedente.

7. CONCLUSIONI

A conclusione, riescono spontanee e necessarie alcune considerazioni. Il processo analitico utilizzato nella presente nota è quello che si fonda sulla teoria rigorosa delle travi curve, la quale, proprio perché inizialmente poco concede a ipotesi largamente semplificative, sfocia in espressioni, precisamente le già note (8), (20), (26), piuttosto laboriose e nelle quali il significato fisico risulta poco leggibile dato il grande numero dei termini che vi compaiono.

L'apporto insostituibile della teoria è servito, d'altra parte, a evidenziare i parametri caratteristici che influenzano gli stati tensionali e le loro distribuzioni. Infatti, solo attraverso questo studio, discusso, vagliato ed interpretato applicandone i risultati a numerosi casi, è stato possibile formulare le proposte delle espressioni semplificate (39), (40) e (41), nelle quali la perdita di alcuni termini si risolve in un innegabile vantaggio pratico. Ciò permette al tecnico di compiere rapide indagini dimensionali nelle impostazioni di proposte statiche e progettuali.

Delio Fois

BIBLIOGRAFIA

- [1] BELLUZZI O., *Scienza delle costruzioni*, II vol. Editore Zanichelli, Bologna.
- [2] HEIMESHOF B., *Praktische Spannungberechnung für den gekrümmten Träger mit Rechteckquerschnitt*. Die Bautechnik 44 (1967).
- [3] HEIMESHOF B., *Spannungsberechnung für den gekrümmten Träger mit einfach-symmetrischem Querschnitt*. Holz als Roh- und Werkstoff 31 (1973).
- [4] HEMPEL G., *Freigespannte Holzbinder*. 9. Aufl. Bruderverlag Karlsruhe 1971.
- [5] MÖHLER K., *Konstruktionsfragen im Holzbau in Bezug auf die Holzbaubestimmungen der DIN 1052*. Detail, Zeitschrift für Architektur und Baudetail 1966.

