

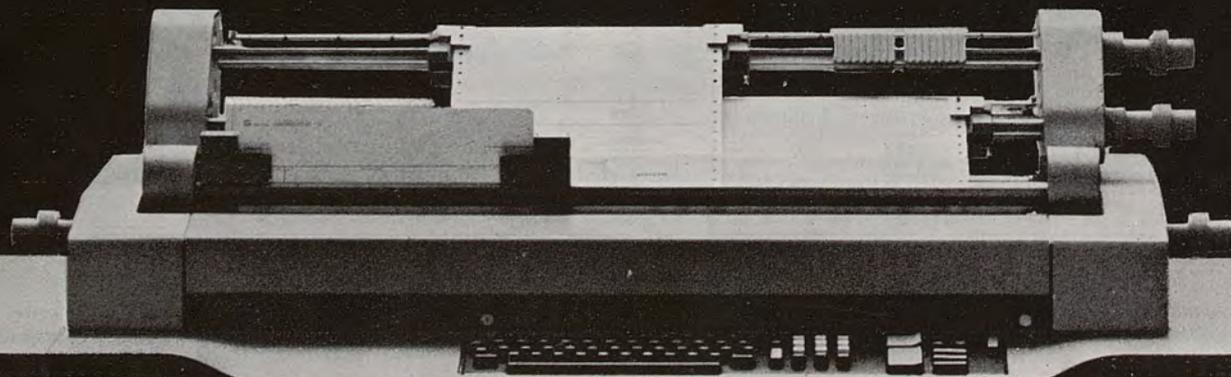
olivetti



AUDITRONIC 730

Sistema multiservizi per il trattamento dei dati contabili

PER GESTIONE IVA, FATTURAZIONE, PAGHE, MAGAZZINO, CONTABILITÀ AZIENDALE E DI ENTI PUBBLICI



Memoria centrale a nuclei magnetici: 31 registri della capacità di 14 cifre ciascuno più segno - Programmi registrati su cartucce intercambiabili di nastro magnetico con capacità di 1280 istruzioni - Governi carta: rullo diviso in due sezioni indipendenti, doppia introduzione frontale di moduli discreti, due gruppi di trascinamento per moduli in continuo - Stampa seriale con gruppo mobile di scrittura: velocità 15 caratteri al secondo, posizioni di stampa 260 - Software e assistenza della Organizzazione Olivetti - Versione Auditronic 730/I con perforatore di nastro incorporato

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

FIAT
TORINO

**SOCIETÀ
PER AZIONI
UNIONE
CEMENTERIE**

**MARCHINO
EMILIANE**

E DI

AUGUSTA

UNI CEM

Direzione Generale :
**Via C. Marengo 25
10126 TORINO**

NUOVA SERIE . ANNO XXVII . N. 7-8 . LUGLIO-AGOSTO 1973

SOMMARIO

ATTI DELLA SOCIETÀ

O. GENTILE - *Corso di aggiornamento sull'urbanistica a Torino* pag. 103

RASSEGNA TECNICA

R. NELVA - *Il disegno esploso e il disegno spaccato come mezzi di verifica degli aspetti distributivi negli organismi edilizi complessi* » 107

G. BRICARELLO - *Esperienze francesi sull'assetto territoriale. Premesse per una politica organica. Normative tecniche di attuazione. Risultati* » 116

Dagli Atti del Convegno A.I.D.A.A. del giugno 1972:

C. CERCIGNANI, M. LAMPIS - *Influenza dell'interazione gas-parete sul comportamento aerodinamico dei corpi convessi in correnti di molecole libere* » 123

N. BELLOMO, M. G. CHIADÒ PIAT - *Studio teorico sull'evaporazione di gocce liquide in ambiente rarefatto* » 126

R. RICAUTI - *L'influenza della legge di riemissione superficiale sul calcolo dei coefficienti aerodinamici nel regime transitorio di « Near free molecular flow »* » 130

A. MANGIACVACCHI, L. OGNIBENE - *Risoluzione di sistemi di equazioni differenziali non lineari col metodo di Newton-Raphson* » 132

M. LOPOPOLO - *Applicazione del metodo degli elementi finiti allo studio dei problemi termici* » 135

Direttore: Guido Bonicelli.

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

Comitato di redazione: Anna E. Amour, Giuseppe Boffa, Dante Buelli, Francesco Dolza, Loris Garda, Carlo Mortarino, Mario Federico Roggero, Ugo Piero Rossetti.

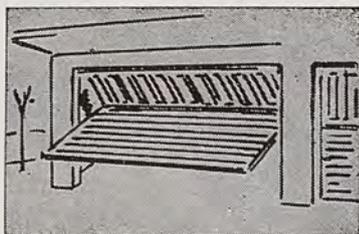
Segretario di redazione: Oreste Gentile.

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

Publicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 6.000. - Estero L. 9.000. Prezzo del presente fascicolo L. 1500.

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

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III/70



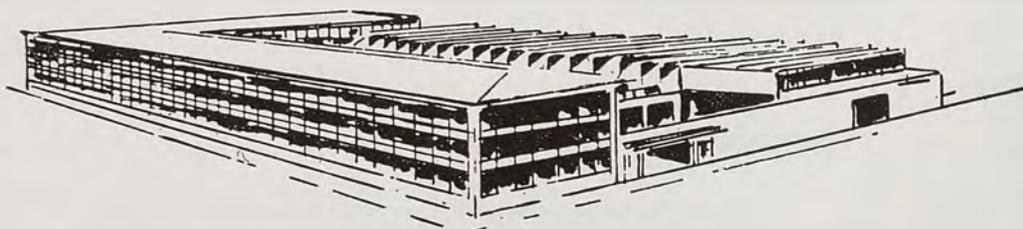
SERRANDE DI SICUREZZA

BENEDETTO PASTORE

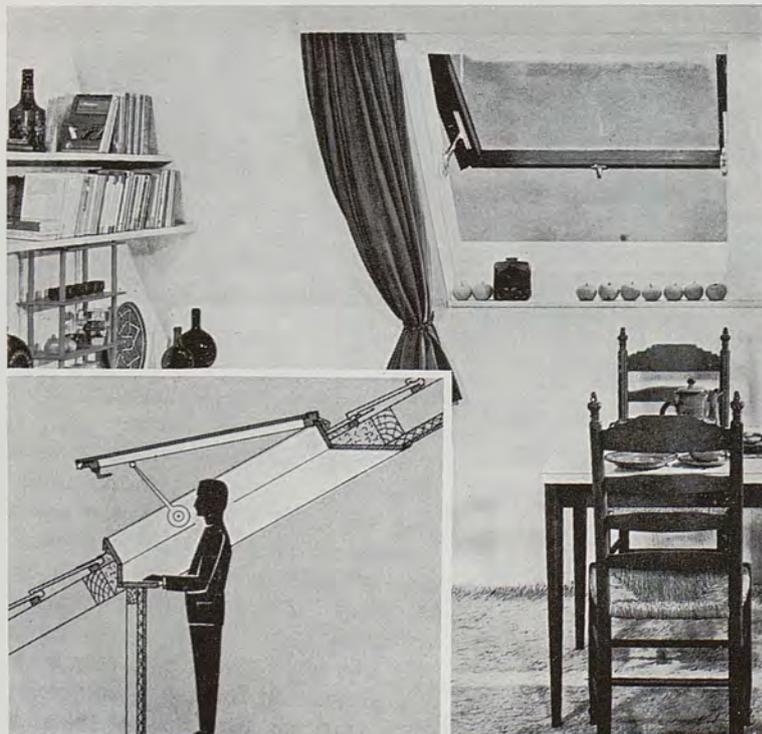
S.p.A.

Capitale Sociale L. 425.000.000

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



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



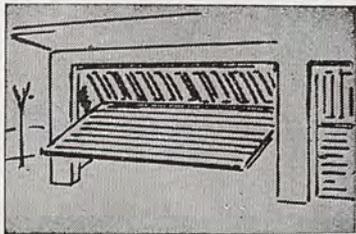
ABBAINO ROTO

*per la valorizzazione
del sottotetto*

- *Libero accesso e veduta*
- *Grande luminosità*
- *Perfetta tenuta*
- *Facile posa in opera*
- *Sei misure diverse*
- *Faldali perimetrali in acciaio zincato o in rame*
- *Doppio vetro isolante*
- *A richiesta con tenda alla veneziana*

Ditta FRANCESCO GOFFI

di Ing. A. Goffi & C. s.a.s. - 10123 TORINO
Via Maria Vittoria, 43 - Telefono 83.13.20



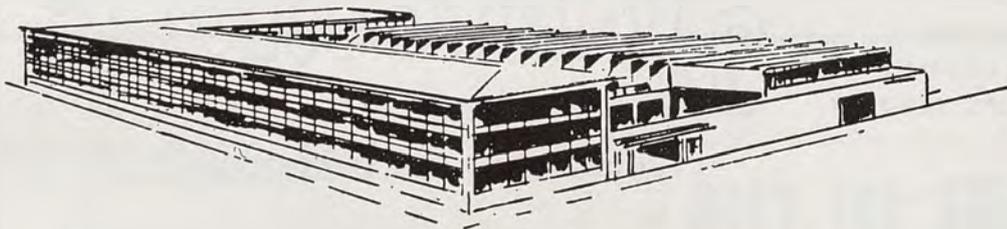
BENEDETTO PASTORE

S.p.A.
Capitale Sociale L. 425.000.000

SERRANDE DI SICUREZZA

ESPORTAZIONE

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



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



FONDATA NEL 1827

SEDE CENTRALE:
TORINO - VIA XX SETTEMBRE, 31

194 SPORTELLI IN PIEMONTE E VALLE D'AOSTA

PATRIMONIO E RISERVE 50,9 MILIARDI

DEPOSITI OLTRE 1300 MILIARDI

CASSA DI RISPARMIO DI TORINO

TUTTE LE OPERAZIONI ED I SERVIZI DI BANCA ALLE MIGLIORI CONDIZIONI



UFFICI E SEDE: VIA TIRRENO N. 45
TEL. 502.102 (ric. aut.) - 10134 TORINO

INDUSTRIA DEL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

CENTRALI DI BETONAGGIO N. 9

TORINO - Via Nallino, ang. C. Orbassano - tel. 393.996
Via Sandro Botticelli - tel. 267.010
Via Pietro Cossa - tel. 737.070
MONCALIERI - Corso Trieste, 140 - tel. 667.786
- Regione Bauducchi - Corso Savona, 76 - tel. 645.859
LA LOGGIA - Str. Statale n. 20 - Ponte Chisola - tel. 645.983
VENARIA - Strada Caselle - tel. 592.800
RIVOLI - C.so IV Novembre - tel. 950.416
ORBASSANO - Str. Beinasco



CALCESTRUZZI A DOSAGGIO, A RESISTENZA GARANTITA E SPECIALI - GETTI CON POMPA

IMPIANTI TERMICI
RADIAZIONE
CONDIZIONAMENTO
VENTILAZIONE
IDRAULICI SANITARI



g. SARTORIO e f.

DI ING. LORENZO SARTORIO & C. S.A.S.

10139 - TORINO - VIA BARDONECCHIA, 5

TELEF. 37.78.37
(3 linee con ric. autom.)

BANCO DI NAPOLI

ISTITUTO DI CREDITO DI DIRITTO PUBBLICO
FONDATO NEL 1539

Fondi patrimoniali e riserve L. 97.784.232.315

DIREZIONE GENERALE - NAPOLI

Tutte le operazioni ed i servizi di banca
Credito Agrario - Credito Fondiario -
Credito Industriale e all'Artigianato -
Monte di Credito su Pegno

498 FILIALI IN ITALIA

ORGANIZZAZIONE ALL'ESTERO

Filiali: Buenos Aires - New York

Rappresentanze: - Bruxelles - Buenos Aires -
Francoforte s/m - Londra - New York - Parigi -
Zurigo

Banca affiliata:

Banco di Napoli (Ethiopia) - Share Co. - Asmara

Ufficio cambio permanente: a bordo T/N
"Raffaello"

Corrispondenti: in tutto il mondo



asfalt - c. c. p.

TORINO

S. p. A.

Strada di Settimo 6 - Tel. 20.11.00 - 20.10.86

COPERTURE IMPERMEABILI - MARCIAPIEDI - STRADE

ASFALTI COLATI E TAPPETI STRADALI **COLORATI**

LAVORI GARANTITI

PRODUZIONE, APPLICAZIONE E VENDITA DI ASFALTI
A FREDDO **GELBIT** E **GELBIPLAST**

CATELLA

MARMI • GRANITI • PIETRE

Cave proprie - Stabilimenti - Segherie

Torino - Via Montevecchio 27 - Tel. 545.720-537.720

COPERTURE IMPERMEABILI

GAY

di Dott. Ing. V. BLASI

Impermeabilizzazioni e manti
per tetti piani o curvi, cornicioni,
terrazzi, sottotetti, fondazioni.

VIA MAROCHETTI 6. TORINO. TEL. 690.568

DOTT. ING. VENANZIO LAUDI

S. N. C.

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI

E IDRICO SANITARI

TORINO - VIA MADAMA CRISTINA 62

TELEF. DIREZIONE: 683.226 • TELEF. UFFICI: 682.210

Coperture impermeabili di durata
e a larghi margini di sicurezza

Ditta

PALMO & GIACOSA

Coperture tipo Americano brevettata "ALBI-
TEX" alluminio - bitume amianto - tessuto di
vetro

Coperture in RUBEROID originale con cementi
plastici a freddo ed a caldo. Asfalti naturali di miniera

PAVIMENTAZIONI STRADALI

Via Saluzzo 40 - **TORINO** - Tel. 652.768 - 682.158 - 700.304

s.p.a. f.lli ciastellardo

*forniture per l'arte del legno e dell'acustica
pannelli nobilitati per l'arredamento
compensati in tutte le essenze*

*torino - corso regina margherita, 156
tel. 27 33 67 - 28 43 26*

Corso di aggiornamento sull'urbanistica a Torino

Il grado di invivibilità, sul piano sociologico, delle nostre città e delle nostre aree metropolitane, la crescente concentrazione della popolazione nelle aree urbane (da 300 milioni all'inizio del secolo a oltre 1 miliardo oggi), la crescita dissennata delle strutture urbane con il processo di metropolizzazione, il cosiddetto « sviluppo secondo il filone della spontaneità » che poi, a ben vedere, si scopre essere tutt'altro che spontaneo, i massicci interventi di speculazione, il problema dello sviluppo-destino delle città future, i limiti dello sviluppo, impongono, dal 2° dopoguerra, che la problematica fondamentale che occupa le più belle intelligenze dell'urbanistica, dell'architettura, dell'economia urbana, della sociologia, della psicologia, ecc., sia la città.

Così è stato, e altrimenti non poteva essere, anche per il Corso di aggiornamento sull'urbanistica promosso dalla Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, con il coordinamento del Prof. Arch. Mario F. Roggero, Preside della Facoltà di Architettura e Vicepresidente della Società.

La tematica, come si sa, è enorme; da quanto tempo infatti si parla e si sostiene che proprio e soprattutto a proposito della disciplina urbanistica l'approccio interdisciplinare sia indispensabile?

Chi realmente lo pratica?

Per la vastità del tema, che avrebbe potuto benissimo far cadere il livello del corso a un eccessivo grado di genericità, chi si è occupato della sua impostazione e del suo svolgersi ha giustamente voluto inquadrare il complesso argomento in tre « momenti » principali: la descrizione degli ambiti entro cui ci si può muovere quando si opera in materia urbanistica, l'individuazione delle ricerche e delle metodologie di base che consentano di agire entro un quadro di riferimento sistematizzato, l'ideazione di sistemi alternativi.

Il programma che segue illustra meglio lo svolgersi dei lavori e la successione dei temi affrontati.

CORSO DI AGGIORNAMENTO SULL'URBANISTICA

(Torino, 2 febbraio - 23 marzo 1973)

Calendario e argomenti delle relazioni

1) Venerdì 2 febbraio: *Analisi della normativa, della legislazione e delle procedure*, Dott. Ing. G. Boffa.

2) Martedì 6 febbraio: *Analisi delle tecniche operative tradizionali*, Dott. Arch. M. Scatti.

3) Venerdì 9 febbraio: *Analisi critica dei quadri di riferimento economico-sociali e urbanistici*, Dott. Avv. L. Bellini.

4) Martedì 13 febbraio: *Determinazione delle aree programma e indicazione delle ricerche di base*, Prof. Dott. A. Detragiache.

5) Venerdì 16 febbraio: *Previsioni di sviluppo globale e verifica della coerenza tra obiettivi e vincoli, sulla base della « modellistica »*, Prof. Dott. C. S. Bertuglia.

6) Martedì 20 febbraio: *Ideazione di sistemi alternativi delle variabili urbanistiche - a) residenza*, Prof. Arch. C. Bairati.

7) Venerdì 23 febbraio: *Ideazione di sistemi alternativi delle variabili urbanistiche - b) servizi sociali*, Dott. Ing. A. Bastianini.

8) Martedì 27 febbraio: *Ideazione di sistemi alternativi delle variabili urbanistiche - c) industria*, Prof. Dott. E. Silva.

9) Venerdì 2 marzo: *Ideazione di sistemi alternativi delle variabili urbanistiche - d) comunicazioni e trasporti*, Prof. Ing. A. Clerici.

10) Venerdì 9 marzo: *Definizione di sistemi alternativi*, Prof. Arch. L. Mazza.

11) Venerdì 16 marzo: *Dibattito e analisi critica delle metodologie prospettate; scelta del sistema definitivo*, Tavola rotonda con i relatori di 1, 2, 3, 4, 5, 11.

12) Martedì 20 marzo: *Progettazione come processo operativo del piano*, Tavola rotonda con i relatori di 6, 7, 8, 9, 10.

13) Venerdì 23 marzo: *Risposte alle interrogazioni e conclusioni da parte dei relatori*, Tavola rotonda finale.

* * *

La partecipazione al corso è stata numerosa e vivace se si considera che circa il 70 % degli iscritti era costituito da professionisti, che bene o male,

quotidianamente dedicano il tempo della loro attività lavorativa a questi problemi. I presenti, mediamente per ogni conferenza, assommavano ad oltre un centinaio.

Sembrerebbe che dalla rivoluzione industriale in poi chi ha legiferato in materia urbanistica non soltanto non abbia mai tenuto conto che il requisito della consapevolezza storica, almeno per quanto riguarda il significato e la trasformazione della città, è uno dei connotati fondamentali che consentono quanto meno di operare bene al presente e di formulare legittime previsioni per un futuro non troppo lontano, ma addirittura non sia mai stato capace di comprendere almeno una volta, non per caso, la complessa dimensione del fenomeno « città » e, in senso più generale, del fenomeno « territorio ». Anzi sembrerebbe che i nostri legislatori non vivano il territorio anche proprio nel senso di non vivere *nel* territorio.

È ben vero che l'atteggiamento di distacco elimina il rischio di lasciarsi fuorviare dalle umane passioni, ma è pur vero che la tragedia delle nostre città è la tragedia di tanti uomini che, da un lato, vivono il dramma di condizioni di lavoro non umane, dall'altro, non riconoscono più nella città una loro autentica espressione di vita. E così il contenitore-città racchiude in sé le più insane contraddizioni anche se, come ben si sa, *in teoria*, la metropoli offre, con i suoi requisiti, con le sue attrezzature, il migliore standard di vita. E su queste cose di poco conto, molto rapidamente espresse e genericamente abbozzate il legislatore ci ha offerto una costellazione di leggi, decreti, circolari che hanno costretto, per essere citati, il primo conferenziere G. Boffa, Vice-ingegnere capo del Comune di Torino, a una ginnastica mentale non indifferente.

Il contributo dell'ing. Boffa è stato indubbiamente notevole, in quanto la sua relazione ha costituito un quadro di riferimento della normativa, della legislazione e delle procedure estremamente dettagliato e documentato.

Soprattutto ci ha stupito come sia stato capace di risparmiarci di descrivere la sua personale situazione di alto responsabile di un'amministrazione pubblica quotidianamente costretto a vivere la doppia contraddizione, la prima interna ad ogni singolo provvedimento, la seconda relativa ai diversi provvedimenti fra loro, di una normativa che sostanzialmente, quando consente di operare, ci fa operare male, avendo come caratteristica quella di rendere stupidamente lunghi i tempi burocratici di presa di visione, di analisi, di approvazione di documenti che, in definitiva, anche se cadono dall'alto, senza un'attenta analisi delle reali aspirazioni, dei bisogni, degli interessi, delle aspettative della popolazione, costituiscono la proposta di una proiezione fisica della vita associata, e, talvolta, la tutela di beni comunitari o la risoluzione di gravi squilibri.

Forse avremmo voluto ascoltare questa personale condizione, probabilmente perché in essa, o in parte di essa, ci saremmo ritrovati. Soprattutto perché avremmo concordemente dibattuto la necessità di annullare gli orpelli di passate condizioni storiche e di inventare *ex novo* nuove leggi e nuove procedure, perché le attuali, per quanto aggiornate ed efficaci possano essere, ma in realtà non lo sono, se si presentano come aggiunte, postille, emendamenti, saranno sempre e comunque viziate da una origine che non vogliamo più ricordare e soprattutto rivivere.

Per questo la problematica di inventare, di progettare, anche con un po' di fantasia e di spregiudicatezza, un nuovo *management* pubblico che non abbia solo il requisito di essere efficiente, ma che soprattutto gestisca e controlli realmente il processo di trasformazione del territorio, come ci ha suggerito l'arch. Mario Scatti, nella seconda conferenza, è stata sottolineata da un dibattito abbastanza vivace.

L'analisi che l'arch. Scatti ci ha proposto della città, che, come ci dice la Genesi, era stata pensata e realizzata come giardino e fu poi ripensata da Caino come « città », è un'analisi vera: la città come luogo in cui sono maggiormente evidenti le molteplici forme di contraddizione sociale. Come progettarla quindi la città, anzi come riprogettarla?

Leonardo Benevolo, nell'introduzione del libro « Les villes nouvelles » di Pierre Merlin, afferma che il problema delle città nuove ha insito in sé il problema della « città nuova » e cioè la necessità di pensare alla struttura urbana con concezioni nuove, con metodologie nuove, con risultati diversi. Scatti, che opera presso l'ufficio del Piano Regolatore Intercomunale, sostiene che le tecniche operative tradizionali hanno ancora un senso e possono essere applicate se l'urbanistica viene definita e concepita « come la scienza che studia la convivenza umana al fine di ricercarne le migliori organizzazioni sociali — e come tali tecniche ed economiche, umanistiche ed ambientali, in definitiva sociologiche — » e, in quanto tale, operi contemporaneamente su basi storiche e su basi scientifiche,

L'analisi dei sistemi urbani e lo studio delle interdipendenze funzionali socioeconomiche e spaziali come elemento fondamentale per una corretta conoscenza del territorio diviene quindi la struttura portante per qualsiasi azione di carattere propositivo, non vincolistico, sul territorio stesso. Questa la tesi dell'avv. Luigi Bellini, direttore del CEPRO (Centro Lombardo di studi urbanistici e programmi economici) e assessore al Comune di Milano.

Ma come operare in questo senso in assenza di quadri economici di riferimento attendibili e, soprattutto praticabili?

Quale credibilità assegnare a progetti e proposte i cui contenuti sono sempre stati, per la maggior

parte, disattesi e sconfessati? Cosa pensare di un Progetto '80 le cui proiezioni territoriali, se sovrapposte semplicemente ad una carta geologica del territorio nazionale (per le poche parti che ne sono state studiate) prevedono insediamenti particolari su territori geologicamente inadatti?

Il mestiere di programmatore e di pianificatore come professione di indovino è inaccettabile scientificamente, profondamente antisociale e — aggiungiamo noi — fortemente immorale. Il professore C. S. Bertuglia dell'IRES, sostiene che « è utile prevedere nel senso che è utile stabilire quali sono le conseguenze di un nostro intervento su un meccanismo socio-economico e territoriale »; gli aspetti di questo non sono noti a tutti e soprattutto non li conosciamo bene. Lo strumento fondamentale per questa comprensione è il « modello » in quanto, in primo luogo, il sistema socio-economico e territoriale « è troppo complesso e ricco di particolarità ».

Nelle società industriali o, meglio, industrializzate, la crescita avviene nello squilibrio. Per questo l'atteggiamento di chi opera nel campo dell'economia e della organizzazione territoriale, una volta individuate le grandi scelte economiche e urbanistiche, deve essere quello di un attento esaminatore dei vari e complessi meccanismi che vengono via via ingenerandosi e quello di « aggiustare » continuamente quelle forme di crescita che tendono a « scartare » dallo schema previsto. Il prof. Angelo Detragiache, direttore dell'IRES, ha sostenuto la necessità di determinare le aree programma (o aree gravitazionali, o ecologiche) e di indicare le ricerche di base.

I processi di polarizzazione in atto, o già consolidatisi, aumentano le relazioni e gli scambi, una volta limitati, fra diverse entità territoriali e determinano un aumento di specializzazione fra gli elementi del sistema e un infittirsi delle relazioni fra gli stessi.

In quanto è lo sviluppo socio-economico che determina, sconvolgendoli, gli assetti territoriali, è su questo che bisogna agire tendendo soprattutto a una sempre più spinta diversificazione dei settori produttivi. Lo squilibrio fra « aree di congestione » e « aree di rarefazione » può essere superato attraverso l'individuazione di zone omogenee mono o multipolari, da altri definite « regioni congruenti », in cui il livello di vita tenda progressivamente ad avvicinarsi a quello urbano. Una volta definito questo quadro comprensoriale regionale, saranno utili degli studi di base (avamprogetti) per l'approfondimento specifico di ogni singola porzione del territorio, analizzandone le diverse funzioni come fattori interdipendenti e non a se stanti. Il superamento del settorialismo degli studi è la massima garanzia per un intervento sul territorio corretto e attendibile.

I problemi della residenza, dei servizi sociali, dell'industria, delle comunicazioni e dei trasporti,

come spunto per l'ideazione di sistemi alternativi hanno occupato rispettivamente le relazioni del Prof. C. Bairati, docente di Urbanistica alla Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, dell'Ing. A. Bastianini, Consigliere comunale di Torino, del Prof. E. Silva, docente di Urbanistica alla Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano, del Prof. A. Clerici, docente di Analisi dei sistemi urbani presso la Facoltà di Architettura di Torino e Segretario generale della Metropolitana Milanese.

Relativamente al primo argomento, la residenza, il tema del Conferenziere si è incentrato sul problema della casa, del diritto alla casa inteso come più generale « diritto alla città ». E, a questo proposito, non poteva, ovviamente, essere trascurato il problema più generale dell'*habitat*. Mentre, da una parte, i processi di pianificazione, ai diversi livelli, vengono imposti dall'alto, dall'altra parte, la richiesta di abitazioni ha costituito, e costituisce, una delle lotte dal basso più accanite e, sovente, violente, che le classi a reddito meno elevato hanno portato avanti dal famoso cosiddetto « autunno caldo », per non stare a citare quelle meno recenti, certamente più episodiche e meno organizzate.

Ma, anche in questo caso, il problema non si risolve mirando unicamente alla quantità della produzione — che costituisce già un grosso punto interrogativo se si pensa alla politica condotta dalla GESCAL e dagli I.A.C.P. e se si considera che, in materia di industrializzazione edilizia, è impossibile redigere un piano nazionale in quanto — tanto per citare un esempio minimo — le luci nette dei vani variano in altezza, a causa dei diversi e contraddittori regolamenti degli enti locali, di cm 40 — bensì alla qualità, che non concerne unicamente l'alloggio in sé o il fabbricato in sé, ma piuttosto il modo e le possibilità di vita all'interno degli edifici e in ambiti più vasti che devono opportunamente essere attrezzati con infrastrutture anche sofisticate per rendere l'*habitat* più vivibile. Il processo di industrializzazione ha sconvolto il tradizionale modo di vivere degli uomini.

I cosiddetti « spazi di relazione », quando vengono concepiti e progettati, che senso hanno se il modo di vivere, così come oggi lo concepiamo, tende sempre di più a segregare l'uomo? Questi, moderna « monade », come diceva Leibniz, in che modo riesce a rompere la crisalide in cui è prigioniero, perché così ha stabilito, consciamente o no, il moderno « macchinismo industriale »?

Non mancano tuttavia, come ci ha illustrato l'Ing. Bastianini, esempi recenti e meno recenti di pianificazione territoriale ed urbanistica in cui la struttura portante di tutto l'impianto, oltre, naturalmente, ai requisiti minimi fondamentali, si è fondata proprio sulle infrastrutture per la colletti-

vità, cioè sui servizi sociali. Il Regno Unito, con l'esperienza più che ventennale delle *new towns*, anche se solo parzialmente positiva, come riconoscono gli stessi pianificatori inglesi, e la Francia con la creazione delle *villes nouvelles* — ideazione troppo recente per poter esprimere un qualsivoglia giudizio — offrono una serie di modelli, di cui non si conosce ancora il grado di applicabilità alla situazione italiana, che fondano la loro ragione di essere non solo sulla risoluzione della iperconcentrazione urbana delle loro rispettive capitali, Londra e Parigi, ma anche sulla possibilità di liberazione e di evasione — non di annullamento — dell'uomo attraverso una creazione di attrezzature di alto rango, ivi comprese quelle per il *loisir*, organicamente ed armonicamente concepite, tali da riscattare l'individuo da una situazione sempre più alientante e disumanizzante. Da noi, recentemente, proprio a Torino, il problema dei servizi sociali, anzi, meglio della mancanza dei servizi sociali, della definizione concettuale di strutture per la collettività, della loro creazione, del loro uso e della loro gestione, è stato affrontato in un convegno promosso dalla Fondazione « Adriano Olivetti » e dal Consiglio della Regione Piemonte. Nei tre giorni di relazioni e di dibattiti, sono scaturite problematiche molto interessanti, ma certamente non si è potuto — d'altra parte non era la sede opportuna — concretizzare alcunché. Meno recentemente, la protesta studentesca ha sottolineato con estrema vivacità ed acutezza questa serie di problemi: non possiamo certamente dimenticare l'azione promossa da alcuni studenti, oggi nostri colleghi, a proposito degli ospedali psichiatrici, della scuola ai diversi livelli, dei riflessi frustranti dovuti alla moderna organizzazione del lavoro.

Il tema dell'industria, affrontato dal Prof. Silva, ha messo in luce come gran parte dei problemi non risolti della nostra situazione dipendono da essa, cioè, da un lato, da un'errata localizzazione, dall'altro, dai problemi che essa crea quando e se l'ottica fondamentale della sua sopravvivenza rimane soltanto quella della minimizzazione dei costi e della massimizzazione dei profitti. Non è questa la sede per dissertare sui problemi della condizione di lavoro; tuttavia oggi — e auguriamoci che non sia troppo tardi — l'industria, a livello mondiale, si pone come problema di fondo, per una sua legittimazione, il mutamento dei sistemi di produzione, per riconsegnare all'individuo la propria dimensione umana, e i problemi dello sviluppo. Se il notissimo Rapporto Meadows del M.I.T., pubblicato in Italia con il titolo significativo « I limiti dello sviluppo », è attendibile — e finora nessuno è stato in grado di smentirlo — ci resta ben poco tempo per porre rimedio ai guasti che sono stati prodotti. Certamente non è sufficiente che i partecipanti alla Conferenza di Stoccolma sull'Eco-

logia abbiano deciso di usare, come mezzo per i loro spostamenti, la bicicletta, quando tutti, o quasi tutti erano giunti in jet; e credo tutti sappiano quanto è elevato il potere inquinante dei gas di scarico degli aviogetti.

Non abbiamo molto capito — e nessuno si è preoccupato di chiarire — le ragioni per cui il Mezzogiorno dovrebbe essere privato del suo autonomo processo di industrializzazione, quasi che fosse possibile, nel nostro tipo di economia, « saltare » direttamente dal settore primario a quello terziario e terziario superiore, senza ipotizzare un potenziamento del processo di industrializzazione nel Sud italiano, evitando però che si inneschino ulteriori processi di « neocolonialismo ».

L'esperienza tedesca e giapponese, in materia di trasporti, e i tentativi di razionalizzazione delle tradizionali tecnologie dei trasporti (in particolare su ferro) all'esame della Regione lombarda, hanno costituito i temi salienti trattati dal Prof. Clerici. Questi ha chiaramente messo in luce come non sia affatto esatta la concezione secondo la quale ad un potenziamento della mobilità fisica sul territorio corrisponda una maggior mobilità sociale. Certamente quello è uno strumento incentivante questa, ma il problema, come sempre, è « a monte »: che tipo di mobilità sociale vogliamo? Con quali scelte politiche attuarla?

Tutti questi temi sono stati ripresi, generalizzandoli, nell'ultima relazione, dal Prof. L. Mazza, docente di Elementi Tecnici dell'Urbanistica alla Facoltà di Architettura di Torino e direttore del Centro di documentazione di Milano.

L'esperienza inglese in materia urbanistica, che certamente non si conchiude con quella della *new towns*, solo parzialmente positive, ma che prosegue con l'individuazione di uno schema generale di assetto del territorio da cui dovrebbero scaturire i piani urbanistici specifici e la problematica della partecipazione non delegata della popolazione alle scelte anche in campo urbanistico hanno chiuso il ciclo delle conferenze. Le due tavole rotonde successive, hanno costituito ulteriore argomento di chiarimento, di dibattito e di approfondimento. La tematica del governo metropolitano e sull'area da governare (già perchè esistono, per quanto riguarda Torino, quattro diverse realtà metropolitane più o meno ufficialmente riconosciute) e l'intervento dell'Arch. Giovanni Picco, assessore all'Urbanistica, sono stati i due momenti salienti delle tavole rotonde. In autunno, secondo la comunicazione del Coordinatore del Corso, si terrà la tavola rotonda conclusiva.

Auguriamoci che l'aggiornamento debba anche avvenire su qualcosa di nuovo, che nel frattempo potrebbe, anzi dovrebbe, capitare.

Oreste Gentile

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 di 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.

Il disegno esploso e il disegno spaccato come mezzi di verifica degli aspetti distributivi negli organismi edilizi complessi

RICCARDO NELVA espone la funzione del disegno spaccato e del disegno esploso quali concreti strumenti che possono essere usati nella progettazione degli organismi edilizi, con particolare riferimento allo studio delle strutture distributive, e quali mezzi di indagine tecnica al servizio di studiosi e di didatti. Analizza altresì brevemente vantaggi e limiti di alcune tra le più note tecniche di rappresentazione in tema di caratteristiche distributive.

La progettazione degli organismi edilizi richiede spesso un processo complesso e articolato di ipotesi di lavoro e di verifiche. Le ipotesi di lavoro vengono formulate per mezzo dell'analisi sintetica delle molteplici strutture che questi organismi comportano e costituiscono un iter analogico-intuitivo, iter che necessita di verifiche con metodo logico-deduttivo e che presenta una dinamica interna retroattiva e iterativa: si tratta quindi di un processo continuo di formulazioni e di verifiche. In tale procedimento logico di analisi critica delle diverse strutture assume particolare importanza la possibilità di disporre di adeguati mezzi grafici di rappresentazione che permettano una schematizzazione rapida ed esauriente.

La buona riuscita di particolari organismi edilizi complessi è sovente condizionata dal loro più o meno soddisfacente comportamento funzionale distributivo, si può comprendere quindi quanto sia importante in fase di progettazione curare lo studio della struttura distributiva e come sia necessario avvalersi di mezzi di rappresentazione che permettano un'analisi e una verifica continua. In fase metaprogettuale si può talora ricorrere all'ausilio del metodo dei grafi ⁽¹⁾. Tuttavia se tale me-

todo è di estremo aiuto ed efficacia in questa prima fase di progettazione, fase che si sviluppa su di un piano più astratto che concreto e che porta a schematizzare il problema distributivo evidenziando determinate funzioni e determinati nessi logici ⁽²⁾, esso mostra i suoi limiti qualora occorra effettivamente tradurre dette considerazioni in un volume edilizio che completamente soddisfi tutto l'insieme di istanze esigenziali che l'organismo deve soddisfare. Se ne deduce quindi che complesso è il passaggio dalla prima fase metaprogettuale, con l'elaborazione conseguente dello schema funzionale distributivo, alla fase successiva di progettazione: definizione dell'effettivo volume edilizio comprendente tutti i diversi spazi fruibili e le diverse comunicazioni orizzontali e verticali. In tale passaggio evidentemente si richiede una capacità « di intuizione e di rappresentazione », per adottare una nota espressione di Benedetto Croce, che il progettista si è sviluppata con lo studio e l'esperienza.

In questo delicato processo ci si può avvalere di un mezzo grafico: il disegno esploso e il disegno spaccato che, sebbene semplifichino solo in parte l'operato di chi progetta, dato che questo operato è in pratica una sintesi logica e nello stesso tempo un fatto artistico, certamente lo aiutano ad indagare e a verificare la bontà del suo progetto. Si badi bene però che in questo modo non si vuol separare o suddividere forma e contenuto del processo di autoforattività dell'opera d'arte, essendo questo processo un'unica fase dell'operare artistico, ma semplicemente si vuol suggerire una nuova possibilità di schematizzazione che tanto può aiutare nell'opera di sintesi logica. Infatti la

⁽¹⁾ Teoria matematica che può essere tradotta in rappresentazioni diagrammatiche e in modelli logici.

⁽²⁾ Fase che consiste nella redazione degli schemi funzionali distributivi, cioè della rappresentazione convenzionale e compendiosa di fatti di interesse architettonico in ideogrammi rappresentanti funzioni correlate secondo certe ipotesi da nessi distributivi. Cfr. O. ORE, *I grafi e le loro applicazioni*, Zanichelli, Bologna, 1965; cfr. V. BORASI, *Contributo alla razionalizzazione dei diagrammi della distribuzione architettonica*, in « Atti e Rassegna Tecnica », vol. 8, anno 22, Torino, agosto 1968.

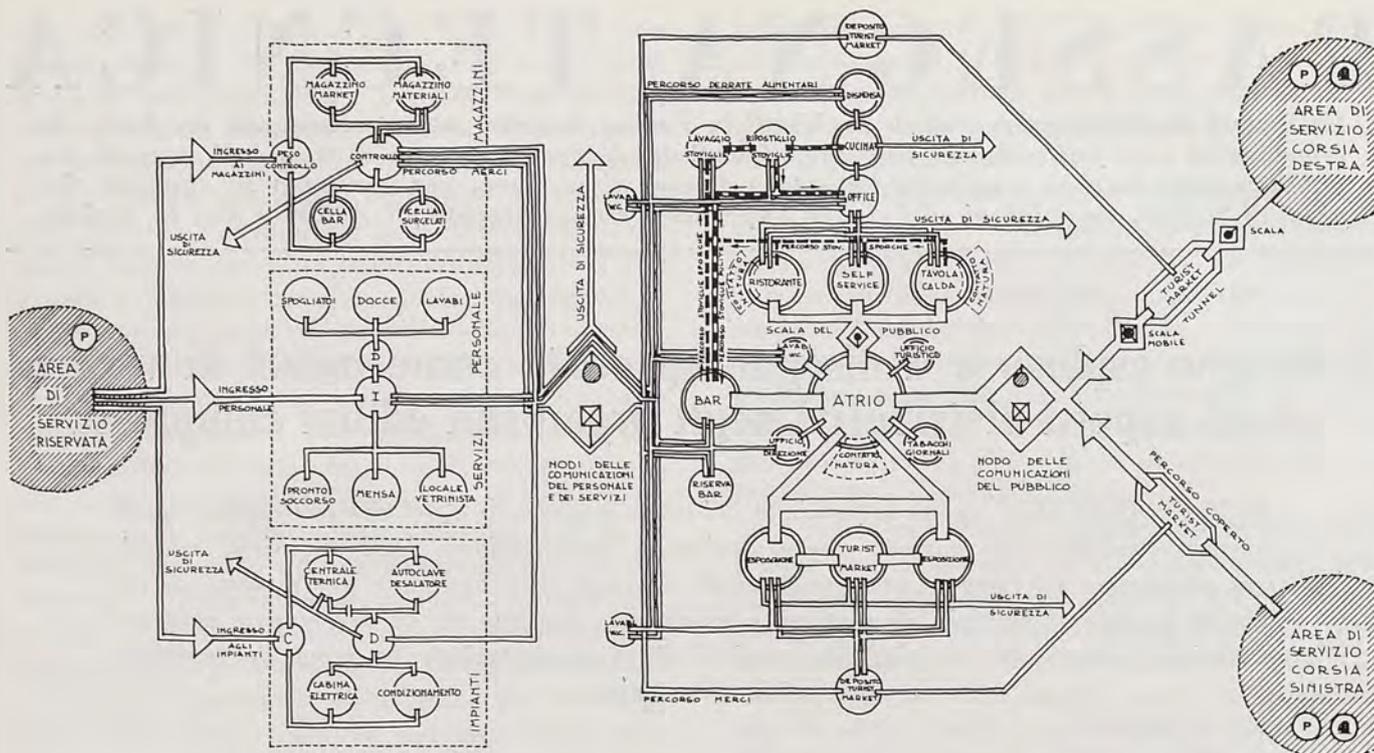


Fig. 1 - Schema funzionale distributivo di un autogrill disposto lateralmente all'autostrada e con il collegamento delle aree di servizio mediante un tunnel e un percorso coperto attrezzati a turist-market.

possibilità di rappresentare in modo il più oggettivo possibile le caratteristiche della idea formale ⁽³⁾, che il progettista si è creata, permette di giungere ad una seconda immagine più concreta ed effettiva, che rappresenta ciò che in pratica egli è riuscito a materializzare in un disegno sia come forma che come contenuto ⁽⁴⁾. Proprio da questo continuo paragone, se così possiamo chiamarlo, tra «idea conformativa» oppure «idea formale» e «immagine effettiva» si può ottenere un progressivo miglioramento dell'opera, miglioramento tanto più

⁽³⁾ A. CAVALLARI MURAT, *Problemi scientifici del disegno descrittivo*, in «I licei e i loro problemi», VIII, n. 3, Padova, 1962. Si tratta di un intervento in un Congresso Nazionale riguardante in via diretta le scuole medie e in via indiretta la cultura universitaria. L'Autore esamina tre concetti base del disegno: «Qui, oggi, a me sembra utile l'esame di tre concetti che ho più frequentemente incontrato nell'esercizio della mia professione di didatta, di ingegnere, di artista: il disegno come copia oggettiva di un elaborato grafico ideato da altri (lucidare, pantografare, ed anche in senso lato fotografare, riprodurre fotostaticamente, ecc.); il disegno come traduzione di un'idea formale, cioè riduzione su di un piano o in un plastico della strutturazione schematica vitale di un qualche oggetto dello scibile (rilevare nel settore dei monumenti, disegnare nel settore delle macchine, illustrare un trattato di fisica o di scienza naturale, ecc.); il disegno come invenzione di una forma, cioè la «Gestaltung» dei tedeschi, che abbraccia l'astratta forma e l'architettura di un utensile, l'«industrial design» degli anglosassoni, dal quale quantunque indirizzato a fini pratici non è possibile sottrarre una intuizione ed una rappresentazione astratta (la pittura, la scultura, l'architettura, il progetto di macchine, ecc.).

sensibile quanto più il progettista non si fermi per semplicità alle prime soluzioni da lui trovate. È da notare inoltre che il disegno esploso e il disegno spaccato permettono di individuare e di risolvere più facilmente i vari problemi e nello stesso tempo consentono di approdare a molteplici soluzioni che potrebbero sfuggire con immaginabili conseguenze passando direttamente dallo schema funzionale distributivo al disegno in proiezione ortogonale. Mi riferisco per esempio al complesso studio delle vie di flusso orizzontali e verticali che, se per un edificio per civile abitazione non presentano grossi problemi, in organismi particolari (ad esempio edifici pubblici, stazioni, teatri, ospedali, edifici industriali, ecc.) per le molteplici esigenze che presentano (differenziazione dei percorsi, nodi di confluenza, ecc.) richiedono specifici accorgimenti distributivi particolarmente complessi qualora siano presenti anche vie di comunicazione meccanizzate (scale mobili, ascensori, montacarichi, nastri trasportatori, ecc.).

In fig. 1 è riportato lo schema funzionale distributivo di un autogrill. Esso riassume tutte le istanze esigenziali prese come base per il pro-

⁽⁴⁾ Convegno Internazionale sui problemi grafici nell'Ingegneria e nell'Architettura, in «Atti e Rassegna Tecnica», n. 11, Torino, novembre 1963. Trattasi di un convegno organizzato nel settembre 1963 dalla Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino nel quale si è parlato dei diversi problemi del linguaggio grafico che studiosi e professionisti adoperano per oggettivare un'idea.

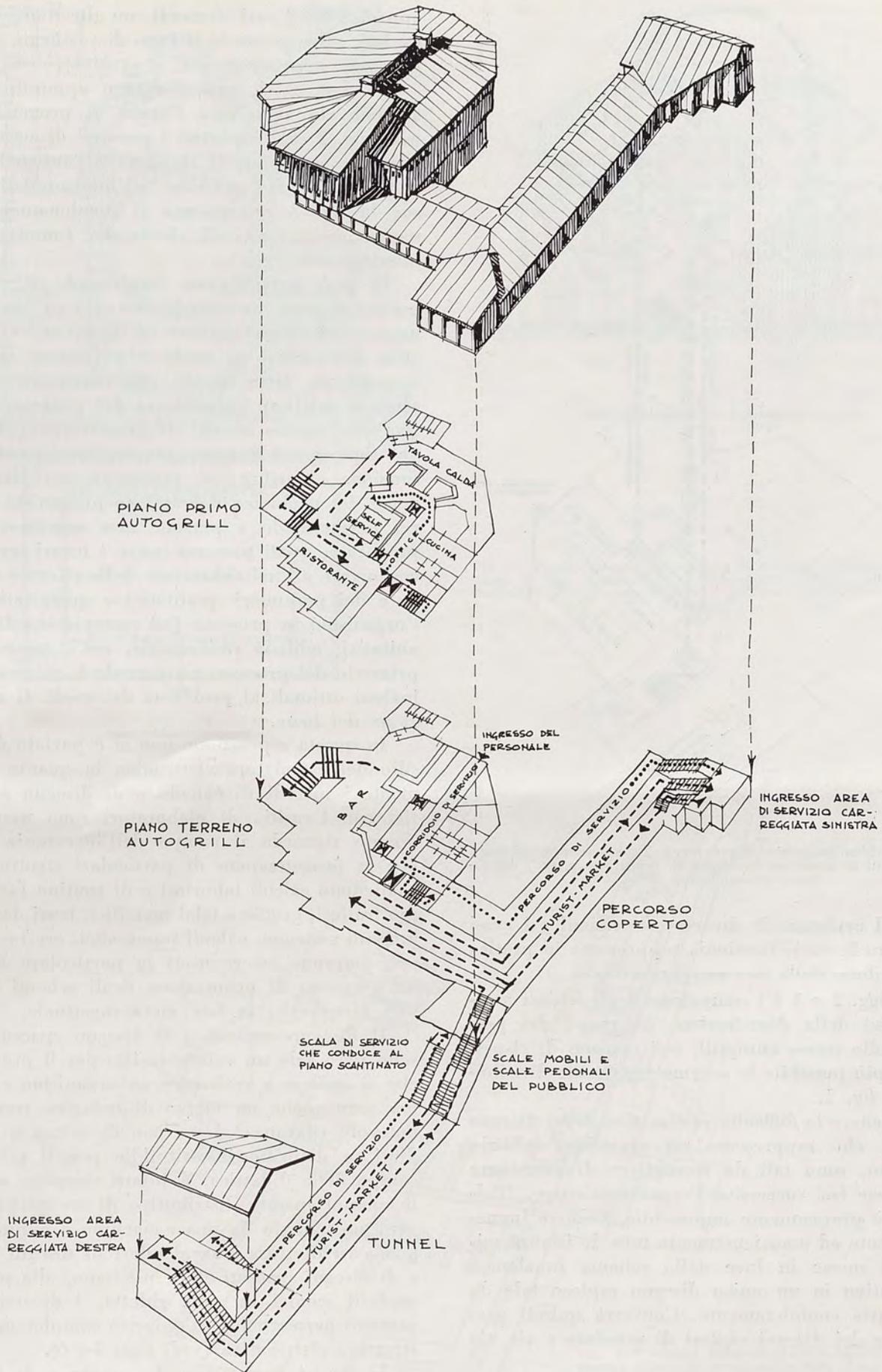


Fig. 2 - Schizzo prospettico esploso dell'autogrill progettato in base allo schema funzionale distributivo di fig. 1. Nel disegno sono evidenziati i percorsi di accesso del pubblico dai piazzali di sosta all'interno dell'organismo mediante il tunnel e il percorso coperto attrezzati a turist-market

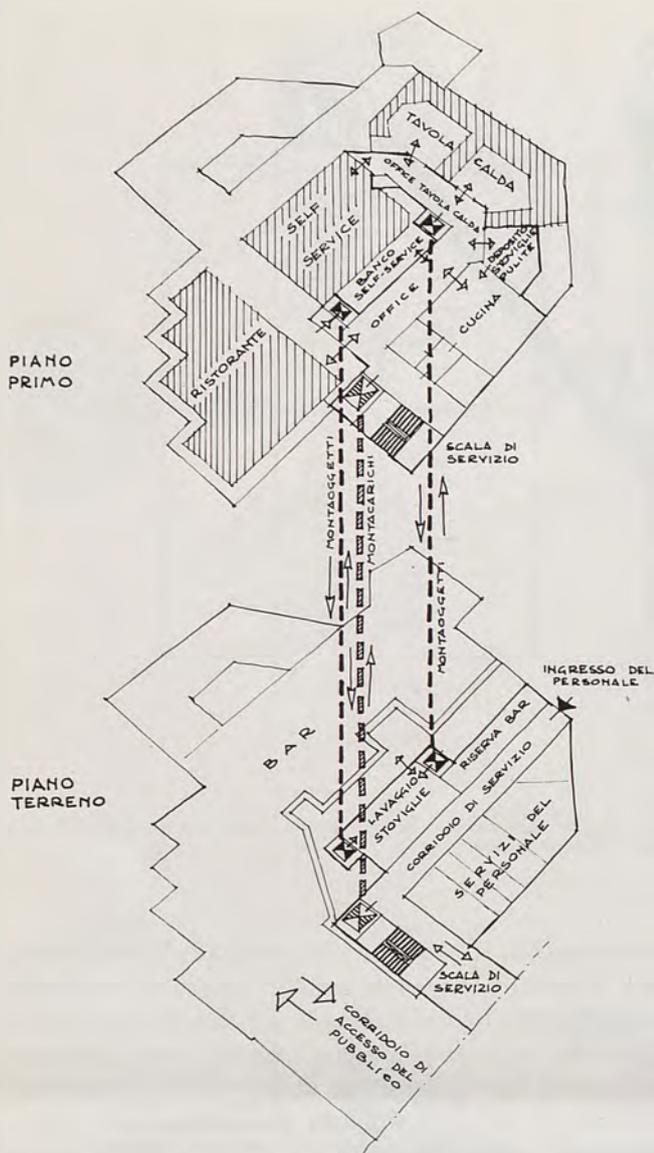


Fig. 3 - Schizzo prospettico rappresentante il funzionamento dei mezzi meccanizzati di elevazione (montacarichi, montavivande, ecc.) dell'autogrill già considerato in fig. 2

getto ed evidenzia le diverse connessioni e i nessi logici tra le varie funzioni: rappresenta in pratica il contributo della fase metaprogettuale.

In figg. 2 e 3 ⁽⁵⁾ compaiono degli schizzi assonometrici della distribuzione interna e dei percorsi dello stesso autogrill, essi cercano di rispettare il più possibile lo schema funzionale distributivo di fig. 1.

In genere le difficoltà realizzative di un disegno esploso, che rappresenta un organismo edilizio completo, sono tali da consigliare di esaminare in diverse fasi successive l'organismo stesso. D'altronde è praticamente impossibile tradurre immediatamente ed esaurientemente tutte le istanze esigenti messe in luce dallo schema funzionale distributivo in un unico disegno esploso tale da soddisfarle completamente. Converterà quindi predisporre dei disegni esplosi di massima e via via

⁽⁵⁾ Al solo scopo di esemplificazione si è usato per le figure 1, 2, 3, un progetto non realizzato di autogrill che è stato oggetto della Tesi di Laurea dell'Autore.

approfondire i vari elementi con altrettanti disegni esplosi, salvo restando il fatto di verificare la congruenza reciproca di essi.

Le figg. 2, 3, rappresentano appunto questo artificio che semplifica l'opera di progettazione; nella fig. 2 sono riportati i percorsi di accesso del pubblico dai piazzali di sosta all'autogrill e la distribuzione del pubblico all'interno dello stesso; la fig. 3 rappresenta il funzionamento dei mezzi meccanizzati di elevazione (montacarichi, montavivande, ecc.).

Si può notare come usufruendo di disegni esplosi si possa passare da uno schema funzionale apparentemente complesso ad un progetto di massima dell'edificio in modo relativamente semplice e continuo, fatto questo che garantisce se non altro la migliore rispondenza del progetto definitivo alle istanze iniziali di progettazione. Il disegno esploso e il disegno spaccato inoltre nella loro funzione chiarificatrice contribuiscono alla soluzione del problema del dialogo progettista fruitore, permettendo a persone non specificatamente preparate, quali possono essere i futuri utenti, di concorrere all'individuazione delle effettive esigenze e dei parametri qualitativi e quantitativi dell'organismo in progetto (ad esempio insediamenti abitativi, edilizia residenziale, ecc.), essendo fine primario del processo progettuale la ricerca di soluzioni ottimali al problema dei modi di acquisizione del bene.

In questa esposizione non si è parlato dell'ausilio del calcolatore elettronico in quanto attualmente i metodi di calcolo e di disegno automatici con l'ausilio di elaboratori sono usati, per quanto riguarda il campo dell'ingegneria civile, per la progettazione di particolari strutture che richiedono calcoli laboriosi e di routine (ad esempio tralicci, griglie e telai metallici, travi da ponte, muri di sostegno, calcoli topografici, ecc.) e quindi essi potranno essere usati in particolare soltanto nel processo di ottimizzazione degli schemi funzionali distributivi in fase metaprogettuale.

Il disegno esploso e il disegno spaccato non sono però solo un valido ausilio per il progettista che si accinge a realizzare un organismo edilizio, ma sono anche un mezzo di indagine tecnica di notevole rilevanza al servizio di critici e di studiosi, e d'ausilio insostituibile per il più vasto campo della didattica. È infatti semplice studiare il comportamento distributivo di un qualsiasi organismo edilizio da una « machine à habiter » ad una « architettura » avvalendosi di disegni esplosi e di disegni spaccati che esplicitano, alla pari dei modelli iconici in scala ridotta, i diversi collegamenti permettendo di scoprire completamente la struttura distributiva (vedi figg. 5 e 6).

In fig. 4 è riportata la pianta e la sezione della chiesa di S. Sofia di Costantinopoli, mentre in fig. 5 compare uno schizzo prospettico che ne

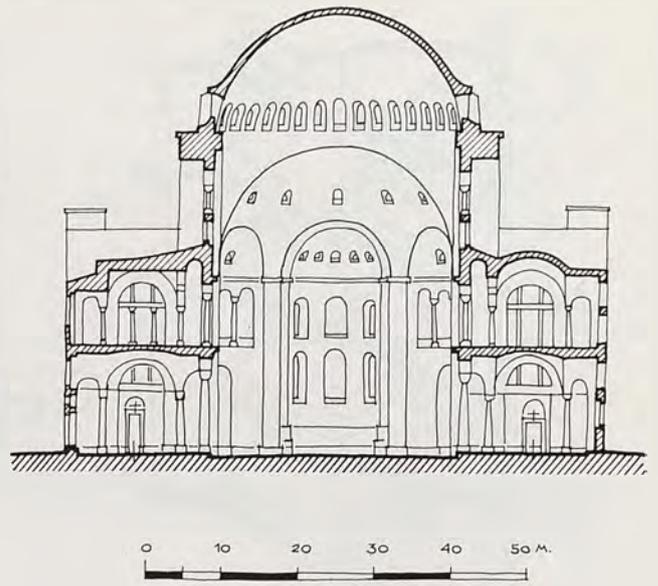
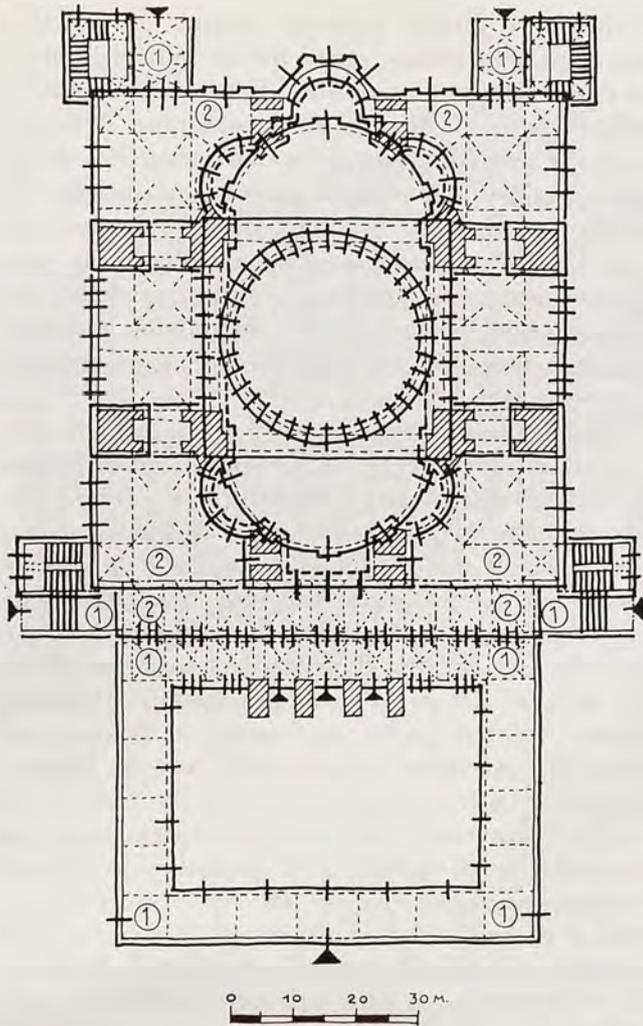


Fig. 4 - Pianta e sezione della chiesa di S. Sofia in Costantinopoli; la pianta è stata disegnata secondo la grafia adottata dall'istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino per il rilievo dei rioni storici.

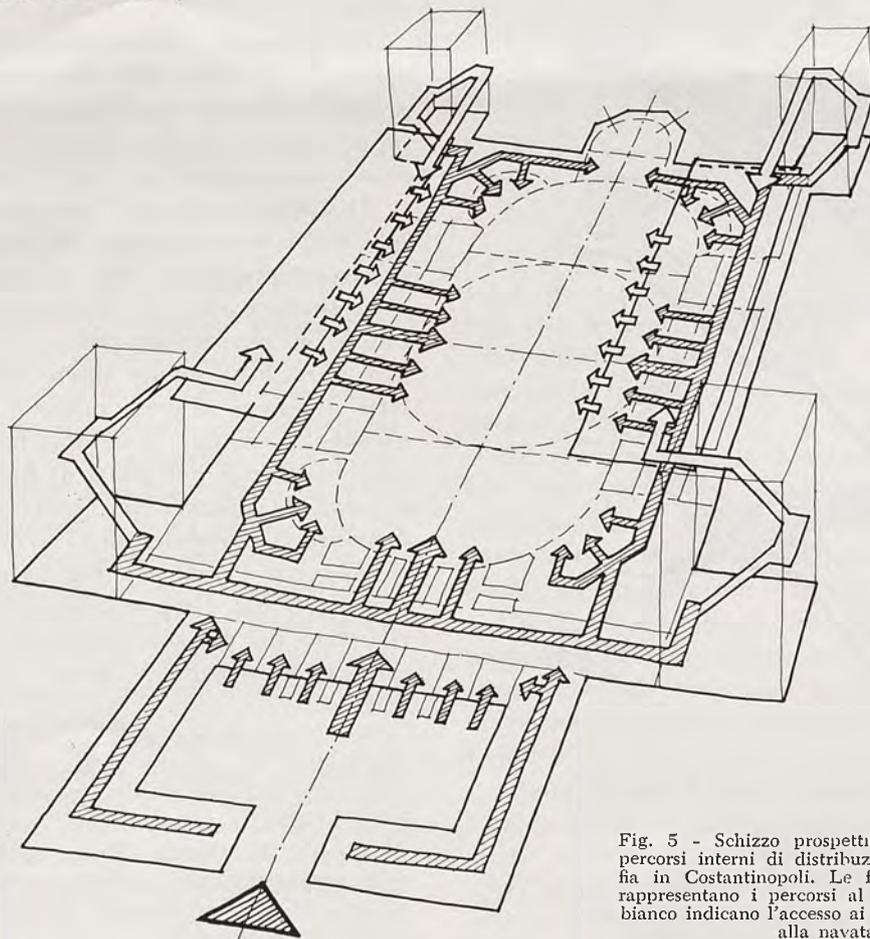


Fig. 5 - Schizzo prospettico che evidenzia i diversi percorsi interni di distribuzione della chiesa di S. Sofia in Costantinopoli. Le frecce campite a tratteggio rappresentano i percorsi al piano terreno, le frecce in bianco indicano l'accesso ai matronei e l'affaccio da essi alla navata centrale.

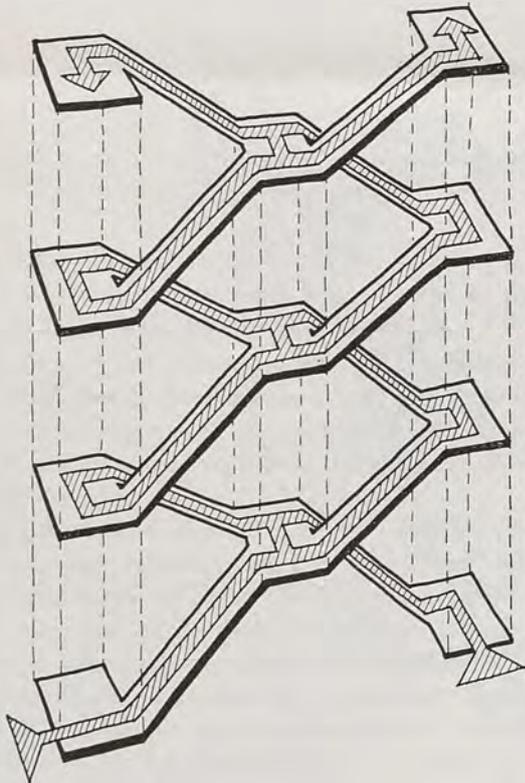
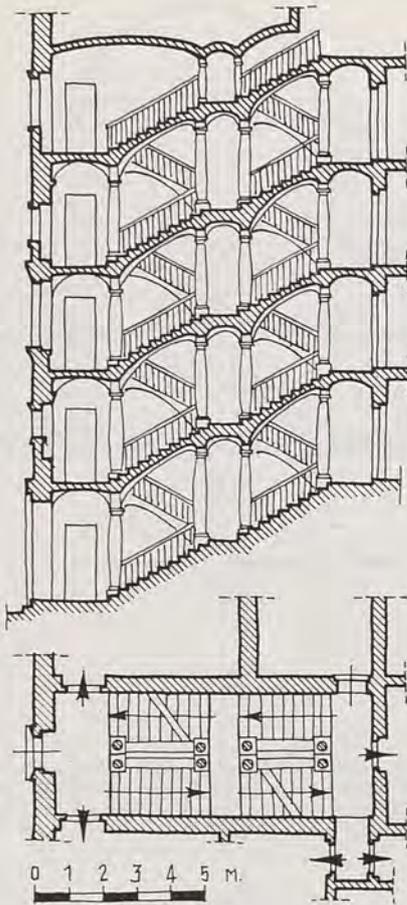


Fig. 6 - Pianta, sezione e schizzo prospettico della scala del palazzo settecentesco Saluzzo Paesana in Torino, opera dell'arch. Plantery. Lo schizzo evidenzia la curiosa struttura della scala a tre serie di pianerottoli collegati da doppie rampe.

evidenzia i diversi percorsi interni di distribuzione. Si può notare come questo solleciti l'interesse del lettore e come sia didatticamente più valido rispetto al disegno della pianta e della sezione ai quali è bene sia spesso affiancato. Il disegno esploso e il disegno spaccato permettono di meglio capire tutto l'insieme di informazioni che sono implicitamente contenute nel disegno in proiezione ortogonale (pianche, prospetti, sezioni), ma non possono evidentemente sostituirlo, è logico quindi pensare che essi debbano coesistere contemporaneamente.

Il disegno esploso e il disegno spaccato inoltre esplicitano facilmente la relazione intercorrente tra i fatti distributivi e la struttura edilizia che li racchiude, permettendo in fase di analisi di capire e in un certo senso di ricostruire le diverse fasi in cui si è evoluto il progetto. Sono quindi da considerarsi una possibilità di schematizzazione che viene in ausilio al progettista durante le fasi più delicate del processo autoformativo di progettazione (sintesi logica di molteplici istanze esigenti) alla stessa stregua dello schema funzionale distributivo, e occorre quindi che esso sia di rapida esecuzione e di facile interpretazione. Lo scopo di questi disegni è di trasferire in visione tridimensionale le diverse vie di flusso (di persone e di cose), che costituiscono la struttura distributiva di un certo organismo edilizio, e quindi di evidenziarle e schematizzarle nel modo migliore.

Le tecniche disegnative che possono essere usate più di frequente sono, come da quanto detto prima, il disegno spaccato e il disegno esploso (in rappresentazione assonometrica e in rappresentazione prospettica).

Il disegno esploso ⁽⁶⁾ permette di staccare e di spostare i vari elementi che formano l'oggetto da rappresentare portandoli in primo piano con tutti i particolari che si desiderano evidenziare. Se esso è in rappresentazione prospettica i particolari portati in primo piano godranno anche del fatto di essere in scala maggiore del disegno complessivo (vedi fig. 7) sfruttando la proprietà delle rette confluenti nei punti di fuga. In questo modo è possibile mettere in risalto i diversi elementi distributivi permettendo di vederli in modo particolareggiato (parte esplosa) e contemporaneamente di vederli nel disegno complessivo. Nella fig. 7 è riportato un disegno prospettico esploso in senso orizzontale usando le rette confluenti nei punti di fuga.

Se l'esplosione dell'oggetto avviene in senso verticale è possibile evidenziare i diversi piani

⁽⁶⁾ Cfr. M. OREGIA, *Nuove applicazioni nella tecnica delle rappresentazioni grafiche: prospettive esplose nella edilizia*, in «Atti e Rassegna Tecnica», vol. 11, anno 23, Torino, novembre 1969.

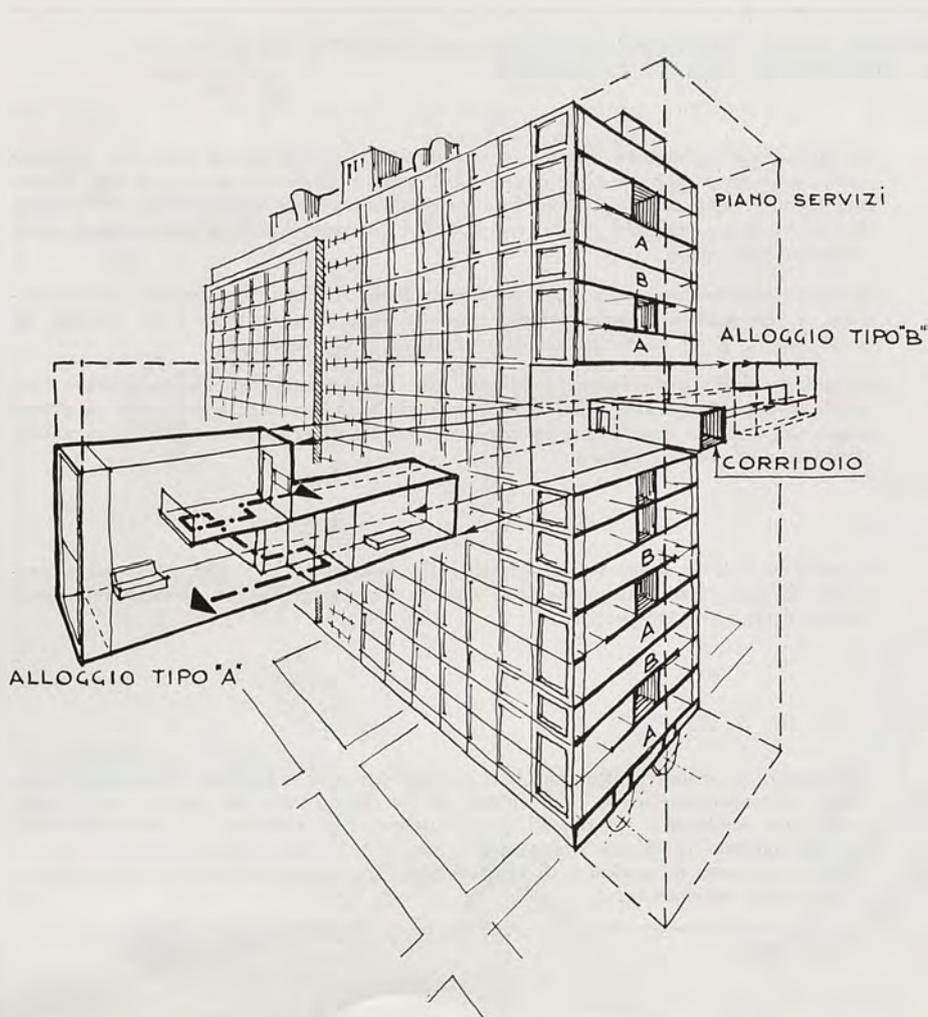


Fig. 7 - Disegno prospettico esploso dell'Unité d'Habitation in Marsiglia, opera dell'arch. Le Corbusier. Oggetto dell'esplosione in orizzontale sono due alloggi tipo.

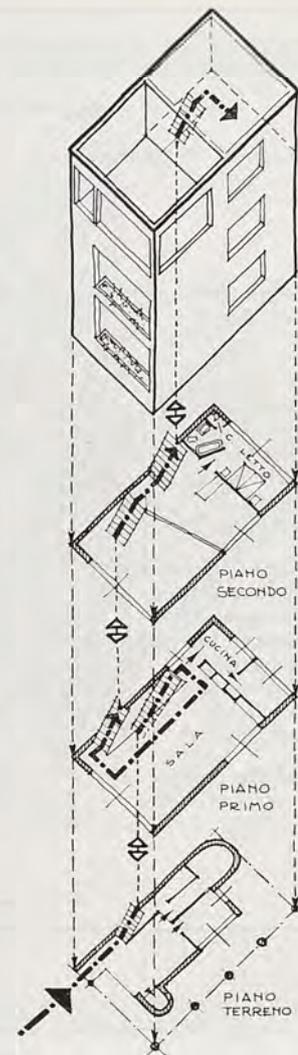


Fig. 8 - Disegno esploso in assonometria a pianta indeformata della casa di abitazione Colonia Weissenhof in Stoccarda, opera dell'arch. Le Corbusier e Pierre Jeanneret. L'esplosione avviene in senso verticale e con linea spessa a tratto e punto è evidenziato il percorso di accesso ai vari piani.

dell'organismo edilizio rappresentato mettendo in evidenza le caratteristiche della distribuzione interna. Occorrerà ricordare però che in questo tipo di esplosione la rappresentazione, se prospettica, non sempre è la migliore in quanto, se i piani dell'edificio da rappresentare sono molti, si avrà una notevole deformazione di essi (specialmente di quelli troppo vicini o troppo lontani dalla linea di orizzonte) dovuta alle caratteristiche proprie della prospettiva. In questi casi converrà usare il disegno assonometrico che non presenta distorsioni e che adottando la rappresentazione a pianta indeformata è di facile esecuzione.

In figg. 8 e 9 sono riportati dei disegni assonometrici esplosi in senso verticale di organismi edilizi con evidenziazione delle caratteristiche distributive dei diversi piani.

L'esplosione dell'oggetto evidentemente può avvenire contemporaneamente sia in senso orizzon-

tale che in senso verticale; in questo caso è possibile evidenziare sia le vie di flusso orizzontali che quelle verticali, esemplificando anche i particolari.

Il disegno spaccato consente invece di asportare una parte dell'organismo da rappresentare permettendo di indagare all'interno di esso e di evidenziare così, alla pari del disegno esploso, quelle strutture interne che più sono interessanti.

In fig. 10 è riportato un disegno spaccato assonometrico ottenuto sezionando il soggetto da rappresentare con un piano verticale; in esso sono evidenziati i percorsi interni di distribuzione dell'edificio.

Nella tavola I sono riportate brevemente le caratteristiche di alcune note tecniche rappresentative in tema di problemi funzionali distributivi onde poter raffrontare facilmente il disegno spaccato e il disegno esploso con gli altri mezzi più

I. - TAVOLA DI RAFFRONTO DI ALCUNE NOTE TECNICHE DI RAPPRESENTAZIONE IN TEMA DI CARATTERISTICHE DISTRIBUTIVE DI ORGANISMI EDILIZI COMPLESSI

1. Proiezione di Monge	Le proiezioni ortogonali hanno la caratteristica di contenere tutte le informazioni necessarie per la definizione dell'oggetto rappresentato, tuttavia spesso non riconducono alla sua immediata comprensione e nelle fasi di progettazione, che richiedono verifiche della validità del progetto, non possono essere convenientemente usate.
2. Schema funzionale distributivo (vedi fig. 1)	Rappresentazione convenzionale e compendiosa di fatti di interesse architettonico in ideogrammi rappresentanti funzioni correlate, secondo certe ipotesi, da nessi logici. È di aiuto nelle prime fasi di progettazione.
3. Disegno esploso: Assonometrico Prospettico Esplosione in: Orizzontale Verticale (vedi figg. 2, 3, 7, 8, 9)	Il metodo dell'« esplosione » applicato alle assonometrie e alle prospettive permette di asportare varie parti dell'oggetto da rappresentare portandole in primo piano del disegno con tutti i particolari che si desidera evidenziare. È un valido strumento di analisi critica.
4. Disegno spaccato: Assonometrico Prospettico Spaccato ottenuto con un piano sezionante: Orizzontale Verticale (vedi fig. 10)	Il metodo dello « spaccato » applicato alle assonometrie e alle prospettive permette di asportare una parte dell'oggetto da rappresentare evidenziando così alcune delle strutture interne.
5. Modello iconico in scala ridotta	Il plastico in scala ridotta non è rigorosamente una « tecnica rappresentativa » come normalmente inteso, può infatti essere considerato un oggetto in sé compiuto alla medesima stregua di una scultura. Pur tuttavia, quando interviene nella progettazione di un organismo, è un utile mezzo rappresentativo. Esso è valido strumento di analisi e di verifica con l'inconveniente però di essere spesso di laboriosa esecuzione.

II - TAVOLA RIASSUNTIVA DELLE POSSIBILITÀ RAPPRESENTATIVE DEL DISEGNO ESPLOSO E DEL DISEGNO SPACCATO IN TEMA DI CARATTERISTICHE DISTRIBUTIVE DI ORGANISMI EDILIZI COMPLESSI

	<i>In rappresentazione assonometrica</i>	<i>In rappresentazione prospettica</i>
Disegno esploso in senso orizzontale (vedi fig. 7)	Evidenzia i particolari esplosi portandoli in primo piano e conserva per essi la scala del disegno complessivo. È di facile e di rapida esecuzione.	Evidenzia i particolari esplosi portandoli in primo piano, permette inoltre di ingrandire la scala rispetto al disegno complessivo sfruttando la proprietà delle rette confluenti nei punti di fuga. È di esecuzione piuttosto laboriosa.
Disegno esploso in senso verticale (vedi figg. 2, 3, 8, 9)	Permette di rappresentare le caratteristiche distributive di ognuno dei piani che compongono l'organismo edilizio da rappresentare. Le vie di comunicazione verticali è bene vengano rappresentate con grafie convenzionali affinché il disegno acquisti una maggiore immediatezza di comprensione. È di facile e rapida esecuzione.	Permette di rappresentare le caratteristiche distributive di ognuno dei piani che compongono l'organismo edilizio da rappresentare con la limitazione però del numero di essi, in quanto nascono deformazioni evidenti specialmente per quei piani che sono o troppo vicini o troppo lontani dalla linea di orizzonte.
Disegno spaccato ottenuto con un piano sezionante orizzontale	Evidenzia i percorsi interni orizzontali riportando contemporaneamente la pianta dell'organismo. È di facile e rapida esecuzione, specialmente se si adotta la rappresentazione a pianta indeformata.	Evidenzia i percorsi interni orizzontali riportando contemporaneamente la pianta dell'organismo. Occorre evitare però la possibilità di evidenti deformazioni dovute ad una posizione inadatta del piano di sezione (troppo vicino o troppo lontano dalla linea di orizzonte).
Disegno spaccato ottenuto con un piano sezionante verticale (vedi fig. 10)	Evidenzia i percorsi interni riportando contemporaneamente la sezione verticale dell'edificio è di facile e rapida esecuzione.	Evidenzia i percorsi interni riportando contemporaneamente la sezione verticale dell'edificio. È di esecuzione piuttosto laboriosa.

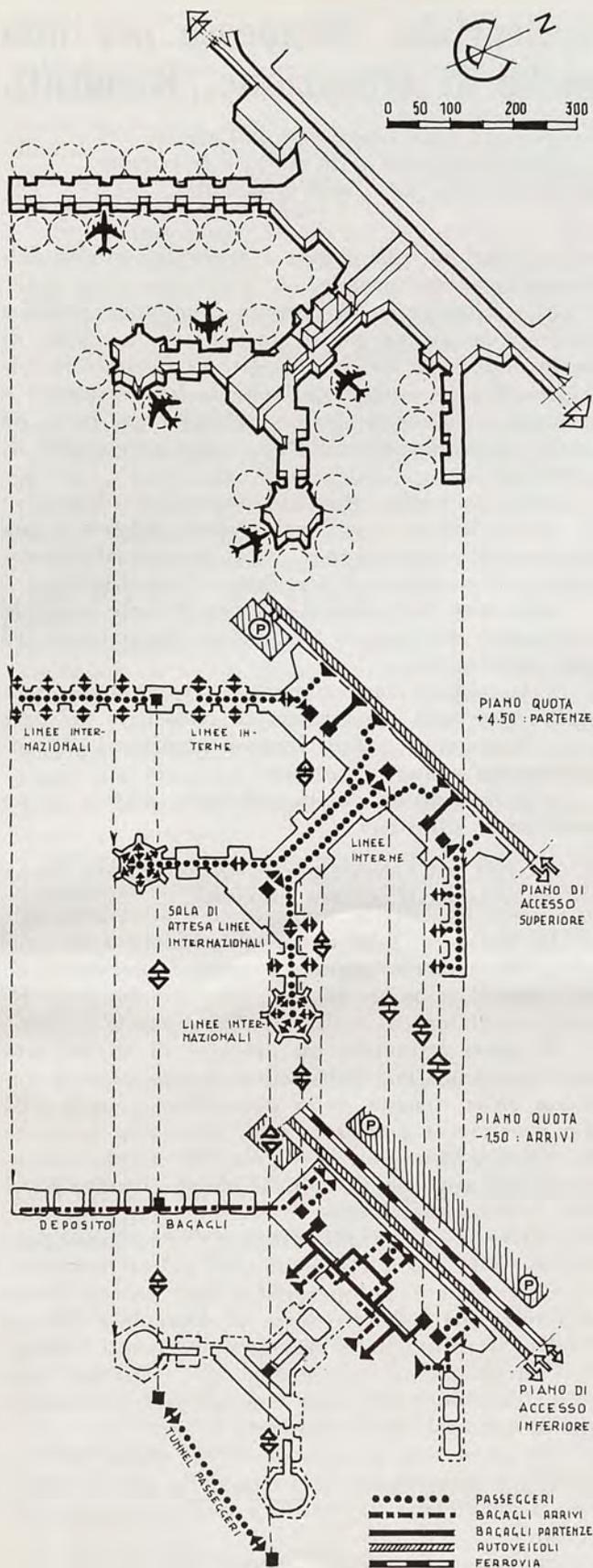


Fig. 9 - Disegno esploso in assonometria a pianta indeformata dell'aerostazione Rhein-Main di Francoforte con evidenziazione dei principali percorsi e dei nodi di distribuzione orizzontali e verticali.

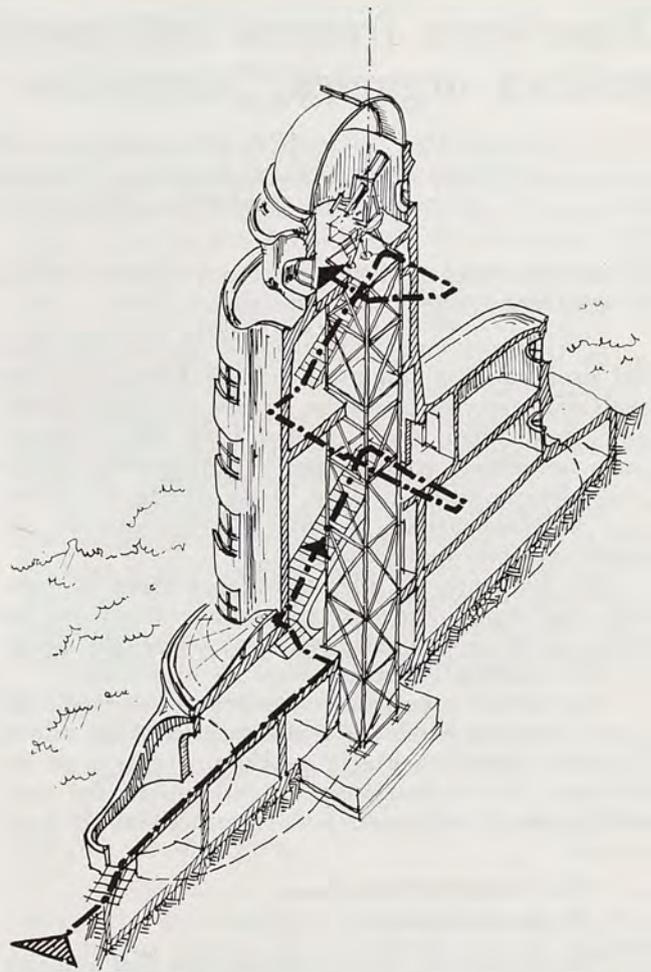


Fig. 10 - Disegno assonometrico spaccato della torre Einstein in Potsdam opera dell'arch. Eric Mendelsohn. Lo spaccato è stato ottenuto sezionando l'organismo edilizio con un piano verticale. Con linea spessa a tratto e punto è evidenziato il percorso di accesso ai vari piani dell'osservatorio.

attualmente usati e cioè lo schema funzionale distributivo, le proiezioni di Monge (piante, prospetti, sezioni) e i modelli in scala ridotta.

Nella tavola II vengono riassunte le possibilità e le caratteristiche del disegno esploso e del disegno spaccato sia rispetto al modo di esplosione o di spaccato (orizzontale, verticale, multiplo) sia rispetto al tipo di rappresentazione adottato (prospettiva, assonometria). In questa tavola vengono brevemente riassunti anche i pregi e i difetti dei diversi tipi di esplosione e di spaccato.

Con questa breve esposizione si è potuto stabilire che il disegno spaccato e il disegno esploso sono dei concreti strumenti che possono essere usati nella progettazione degli organismi edilizi quale supporto al ragionamento del progettista aiutandolo a trovare via via nuove soluzioni ai diversi problemi, nello stesso tempo sono un mezzo di indagine tecnica al servizio di critici e di studiosi. Si può concludere che essi sono dei validi sistemi di schematizzazione, di sintesi, di analisi, che vengono in ausilio ai discenti, ai didatti ed ai professionisti.

Riccardo Nelva

Esperienze francesi sull'assetto territoriale. Premesse per una politica organica. Normative tecniche di attuazione. Risultati.

GERMANA BRICARELLO analizza la situazione ad oggi delle esperienze sull'assetto del territorio in Francia, indicando le linee per una politica organica dello stesso e la normativa che può condurre a risultati accettabili nella regia dei tessuti urbanistici.

1. ANALISI DELLA PROBLEMATIC A MONTE DELLA ORGANIZZAZIONE TERRITORIALE.

L'organizzazione territoriale è al presente uno dei problemi fondamentali della Francia, e la sua realizzazione costituisce un grosso impegno nazionale, ingigantito dalle constatazioni che è necessario un efficace coordinamento per operare con le politiche regionali interne, e da quella di pervenire all'elaborazione di una politica europea di organizzazione territoriale.

Per giungere ad affrontare operazioni di portata così ampia, è necessario passare attraverso un filtro capillare che selezioni ogni differente aspetto delle molteplici componenti in questione.

Per questo è necessario un primo approccio di larga massima tendente a differenziare due filoni distinti e complementari: quello giuridico e quello politico, che evidenziano i diversi aspetti dei concetti generali utilizzati per caratterizzare il problema:

- 1) deconcentrazione;
- 2) decentramento.

Essi implicano un trasferimento dell'autorità centrale per avvicinarla spazialmente agli organi periferici, luogo di esercizio concreto di questa politica, attraverso una organizzazione amministrativa che salvaguardi gli interessi locali.



regioni
metropoli d'equilibrio

Questa si caratterizza attraverso organismi incaricati dell'interesse dei «gruppi locali», e la attribuzione ad essi di una certa autonomia. In questo modo l'organizzazione territoriale acquista

un'angolazione più ampia e generale: quella dell'organizzazione sociale.

Si è visto come la crescita economica iniziò a partire da alcuni punti particolari, o «poli di espansione»; di qui la necessità di favorire lo sviluppo di altri «poli» tali che la loro struttura e potenza economica fossero abbastanza forti da potere contrapporsi a Parigi, come «metropoli di equilibrio».

Chiarito anche come sia impossibile dissociare le interrelazioni tra l'agglomerato urbano e sua regione di appartenenza, si è passati alla notazione più completa di «regione di equilibrio».

Alla luce dell'analisi eseguita si vede come le condizioni dell'assetto territoriale siano legate ad una politica che:

- 1) traduca concretamente le formulazioni teoriche, cioè isoli e visualizzi gli obbiettivi politici;
- 2) sormonti taluni ostacoli strutturali di impedimento a questa politica;
- 3) concepisca la metodologia adatta e ne analizzi le direttrici.

2. ANALISI DEI FENOMENI CHE INTERVENGONO NELLA POLITICA DELL'ASSETTO TERRITORIALE.

La presa di coscienza degli obbiettivi da raggiungere avviene attraverso una differenziazione tra macro- e micro-analisi, che determinerà alcune condizioni di scelta.

Si passa attraverso un processo di analisi atto ad identificare una valutazione demografica dettagliata sulla densità della popolazione, un'analisi dei movimenti migratori ecc., in modo da avere un quadro generale. A seguito di questa operazione un processo di coordinamento condurrà ad una «armonizzazione» di tutti i dati ottenuti, alle diverse scale. Ogni processo di coordinamento verrà svolto sotto l'autorità del primo ministro.

Chiaramente un'operazione del genere dovrà superare una notevole serie di ostacoli a diversi livelli; il primo lo si riscontra sul *piano umano*, nell'atteggiamento psicologico di resistenza opposta da coloro che sono contrari a trasferimenti sia di autorità che puramente fisici.

Un altro tipo di ostacolo è sul *piano politico* poichè è notoria la tendenza delle classi politiche a mantenere la stabilità delle strutture esistenti.

Sul *piano tecnico* si riscontra che, essendo l'economia francese basata sul principio del liberalismo formulato nel XIX secolo, la classe dirigente industriale e commerciale sia reticente di fronte ad un movimento di riorganizzazione delle strutture. Sul *piano giuridico* si ha un conflitto tra la legislazione esistente ed una mobilità richiesta dall'evoluzione in corso. Il diritto di pro-

prietà fondiaria (1789 - diritti dell'uomo) in molti casi è paralizzante per una politica di assetto, e l'esproprio non è che un palliativo a volte inadeguato, o addirittura troppo violento. A questo riguardo è stata varata una legge di orientamento fondiario — 30 dicembre 1967 — che prevede la creazione di vari organismi atti a risolvere il problema [Z.U.P. (1); Z.A.D. (2); S.A.F.E.R. (3)].

Sul piano amministrativo è importante la definizione delle strutture qualificate a servire la politica in questione; si deve inoltre distinguere tra:

- 1) organizzazione delle strutture esistenti;
- 2) creazione di nuove strutture.

Tutta l'operazione politica può essere suddivisa in vari periodi: il primo, preparatorio al VI Piano, si apre nel 1950 con la comunicazione del Ministero della Ricostruzione, Claudius Petit, per un « piano nazionale di assetto territoriale » che si stenderà fino al 1960.

Nel 1955 e negli anni seguenti uscirono una serie di testi e decreti che istituivano vari piani relativi alle bonifiche di interesse in materia di decentramento industriale, sviluppo regionale e creazione di fondi di sviluppo; seguì una legge sulle costruzioni che operò un coordinamento tra urbanistica ed assetto territoriale. Nel 1963 la formazione del D.A.T.A.R. (4) segna una fase importante per l'assetto e l'azione regionale che vengono a prendere posto tra i problemi urgenti di carattere nazionale.

Il 1968-69 porta una nuova dimensione al problema, a seguito delle contestazioni che misero in crisi tutti i meccanismi relativi ad essa, e determinarono il referendum del 17 aprile 1969, che, se apparentemente può sembrare una tappa negativa, sostanzialmente segna una presa di coscienza dell'opinione pubblica.

3. DEFINIZIONE DI UNA POLITICA DI ASSETTO TERRITORIALE.

La definizione di una politica e degli obiettivi concreti da raggiungere costituisce il primo scalino di una operazione che coinvolge una vasta gamma di fattori, e determina la creazione di due organismi che operano rispettivamente sul piano nazionale e su quello locale.

Poichè il D.A.T.A.R. non è più sufficiente a risolvere i molteplici quesiti che via via vengono formulati, si crea la necessità di coordinare la sua azione con quella di altre autorità amministrative. La coordinazione interministeriale si realizza attraverso due canali:

1) autorità esecutiva, che opera attraverso tre direzioni:

- a) giuridico,
- b) amministrativo,
- c) finanziario;

(1) Zone ad urbanizzazione prioritaria.

(2) Zone di assetto differenziato.

(3) Società di assetto fondiario ed attrezzature rurali.

(4) Delegazione per l'assetto territoriale e l'azione regionale.

2) organismi deliberanti, che sono suddivisi in organi:

- a) potere centrale,
- b) potere settoriale.

I due canali svolgono la loro opera in favore della regionalizzazione del V Piano, soprattutto in funzione dell'evoluzione dello spazio naturale, della salvaguardia dei siti naturali ed urbani, l'influenza delle opere di urbanizzazione sul territorio, il problema delle acque e dell'urbanistica, con l'esame dei casi di Rouen, Le Havre, Rennes ed altre città che pongono problemi specifici sia per le dimensioni che per la situazione obiettiva.

Inoltre sono occupati del problema delle modifiche alle leggi richieste dal carattere eccezionale di grandi operazioni industriali.

Gli organismi incaricati della politica dell'assetto vengono inoltre affiancati da altri la cui competenza è più specializzata, e che si possono suddividere in organismi a competenza generale e organismi a competenza specializzata, che opera principalmente nei settori relativi ai problemi:

- 1) dell'acqua;
- 2) della pianificazione urbana;
- 3) del settore rurale.

Al livello regionale l'elaborazione dei piani si articola in due tempi:

1° Stesura di una bozza di piano, attraverso una serie di informazioni generali e sua rielaborazione a seguito dei suggerimenti di modifica proposti dal comitato regionale.

2° Interscambio di informazioni e notizie a livello regionale e nazionale per una elaborazione organica del piano.

A questo punto dell'operazione scatta la fase prospettica che articola le operazioni in:

- a) lungo termine;
- b) medio termine;
- c) breve termine.

La prima fase prevede un piano nazionale detto « piano verde », che definisce alla scala di 20 anni le strutture generali dell'organizzazione territoriale; definisce inoltre:

— piano regionale, che deve isolare le prospettive della politica d'assetto tanto a medio quanto a lungo termine;

— programmi di ammodernamento ed attrezzature delle città, che si inseriscono nella politica di pianificazione, sostenuti da schemi direttori di assetto delle aree metropolitane.

La seconda fase definisce la politica di assetto lungo un arco di 5 anni rivolto soprattutto al piano di sviluppo economico e sociale a scala nazionale.

Essa prevede: l'evoluzione demografica, la prospettiva d'evoluzione spontanea regionale nel campo dell'impiego e della mano d'opera; da queste analisi deriveranno le indicazioni del programma di attrezzatura per il periodo considerato, che è suddiviso in 10 settori corrispondenti ai principali

campi di investimento pubblico. Gli investimenti possono essere:

- a livello regionale,
- a livello nazionale,

ed investimenti da iscrivere in una branca particolare che non è possibile individuare a scala regionale.

La terza fase riguarda il *budget* regionalizzato dello stato e si occupa degli investimenti relativi ad interventi controllati dallo stato come costruzioni stradali, opere di adduzione delle acque, costruzioni scolastiche, ecc.

4. MESSA IN OPERA DELLA POLITICA DI ASSETTO TERRITORIALE.

Gli organismi incaricati della messa in opera di questa politica si distinguono in organi di amministrazione generale che possiedono autorità ed autonomia proprie, e istituzioni create al servizio di questi organismi.

Essi lavorano sia a scala nazionale:

- 1) autorità amministrative
 - a) gruppo interministeriale fondiario (G.I.F.)

- 2) organi di coordinamento
 - b) comitato di decentralizzazione

che a scala locale:

- 1) caso generale,
- 2) caso della regione parigine,

e si possono considerare suddivisi in due gruppi fondamentali suddivisi in sottogruppi.

Si tratta di:

I) *Organismi a carattere strettamente finanziario:*

A) Sotto forma di fondi budgetari:

- 1) Fondi di sviluppo economico e sociale (F.D.E.S.);
- 2) Fondi di intervento per l'assetto territoriale (F.I.A.T.);
- 3) Fondo nazionale d'assetto fondiario ed urbanistico (F.N.A.F.U.).

B) Sotto forma di pubblica istituzione:

- 1) Cassa di deposito e consegna;
- 2) Cassa d'aiuto alla attrezzatura delle collettività locali (C.A.E.C.L.).

II) *Altri organismi pubblici.*

La maggior parte utilizza il quadro giuridico dell'istituzione pubblica; una formula completamente nuova è però stata creata: le missioni interministeriali:

A) Il quadro giuridico classico: l'istituzione pubblica:

- 1) Organismi propri della regione parigina;
- 2) Altri organismi pubblici che si suddividono in:
 - a) agenzie finanziarie di bacini (marini, carboniferi);

- b) istituzioni pubbliche per la bassa Senna;
- c) comunità urbane;
- d) altre istituzioni pubbliche.

B) La formula nuova:

Le missioni interministeriali; la loro struttura è estremamente elastica, si trova a livello dell'amministrazione centrale accanto al delegato dell'assetto territoriale.

I poteri. - Le missioni sono responsabili dell'assetto del litorale, dei programmi di attrezzature, generale, del piano generale, e del piano particolare delle unità turistiche. Allo stesso modo ha la responsabilità del coordinamento e del controllo esecutivo.

I mezzi. - L'unità di responsabilità va di pari passo con una unità di mezzi di finanziamento; la missione dispone di crediti assai importanti di cui il normale responsabile è il Primo Ministro.

Organismi ad economia mista.

Esiste un gran numero di imprese create particolarmente per la realizzazione della politica d'assetto e la cui costituzione ed il cui funzionamento si richiamano ai metodi dell'economia mista.

A) Società a carattere nazionale:

- 1) Società centrale di attrezzatura del territorio (S.C.E.T.);
- 2) Società centrale immobiliare della Cassa dei depositi (S.C.I.C.);
- 3) Società di studi per lo sviluppo economico e sociale (S.E.D.E.S.).

B) Società a carattere locale:

- 1) Società miste di attrezzature;
- 2) Società di sviluppo nazionale (S.D.R.);
- 3) Società di assetto fondiario e attrezzature rurali (S.A.F.E.R.).

Metodi di esecuzione.

I processi cui si ricorre per la realizzazione dell'assetto saranno evidentemente diversi in ragione della varietà e molteplicità dei fini perseguiti. Nell'insieme essi saranno gli stessi di quelli che le autorità pubbliche responsabili dell'economia nazionale usano per orientare, dirigere o regolare questa.

I processi di esecuzione possono essere diretti o indiretti: si tratta delle operazioni che sono proposte e decise da una autorità amministrativa centrale.

I processi fondati sul potere di comando sono essenzialmente disposizioni a carattere imperativo o proibitivo, improntati al potere legislativo. Si distinguono in essi: regole di portata generale e regole di portata speciale.

Regole generali.

I) *Permesso di costruzione.*

a) Per sua natura costituisce lo strumento essenziale e vitale di tutta la politica tendente ad

organizzare e disciplinare le locazioni, le forme di insediamenti umani, industriali, urbani, turistici, ecc.

b) Dopo una legge del 3 gennaio 1969 il permesso di costruire tende tuttavia a perdere la sua importanza. Non viene abolito, ma si ha una sostituzione parziale di un regime di dichiarazione ad uno di autorizzazione. Il campo di applicazione è ridotto a tre canali:

1) per quanto concerne taluni lavori il permesso non è più richiesto, generalmente per le chiusure esterne, che non ne erano dispensate, là dove esse non circondavano il suolo pubblico e non raggiungevano m 1,50 di altezza.

Nei comuni con meno di 2000 abitanti, nei cascinali e per le costruzioni isolate il permesso non è più richiesto che per l'organizzazione delle costruzioni esistenti, aventi per scopo la modifica dei volumi esterni e la destinazione;

2) l'esecuzione del permesso interessa certe categorie di costruttori (esempio organismi H.L.M., pubblici o società);

3) l'esecuzione concerne certe parti di territorio a seconda del tipo di urbanistica approvato per essa.

c) Questa riforma appare criticabile nella misura in cui i vantaggi che procura sembrano problematici.

II) Previsioni e regole urbanistiche.

La legge di orientamento fondiario del 30 dicembre 1967 ha largamente rinnovato la materia introducendo due strumenti nuovi nella pianificazione urbana: gli schemi direttori di assetto e di urbanistica, ed i piani di occupazione del suolo, che rimpiazzano i piani urbanistici generali, particolarizzati e sommari ed i piani di interesse regionale.

A) Contenuti degli schemi direttori d'assetto ed urbanistica e dei piani di occupazione del suolo.

1) Schemi direttori di assetto e urbanistica.

Essi tendono a determinare gli orientamenti fondamentali dell'assetto territoriale e ciò che concerne l'estensione degli agglomerati. Per fare ciò si fissano la destinazione generale dei suoli, il tracciato delle grandi attrezzature di infrastrutture, localizzazione dei servizi e attività principali, zone preferenziali d'estensione e rinnovamento.

2) Piani di occupazione del suolo.

Si situano nel quadro di orientamento di schemi direttori e fissano regole generali e le servitù di utilizzazione del suolo. Delimitano le zone di urbanizzazione, le zone di destinazione del suolo a seconda dell'uso cui è destinato.

B) Procedure di elaborazione e di approvazione.

1) Elaborazione.

Gli schemi e i piani sono elaborati congiuntamente dai servizi statali e dalle comunità interes-

sate aventi competenza in materia urbanistica; le attrezzature pubbliche sono organizzate dai suddetti comuni.

2) Approvazione.

Il potere decisionale appartiene allo stato che dà notizia dell'approvazione dello schema o piano attraverso un intermediario:

a) per i piani di occupazione del suolo, se uno o più comuni o un consorzio pubblico rendono nota la loro opposizione, l'approvazione non può risultare che da un decreto congiunto del Ministro dell'Equipement e del Logement e dal Ministro dell'Interno. Nel caso che l'opposizione sia emanata da uno o più comuni raggruppanti più di 50.000 abitanti l'approvazione non può risultare che da un decreto del Consiglio di Stato;

b) per gli schemi direttivi la loro approvazione esigerà un decreto nelle stesse forme di cui essi hanno provocato una opposizione, attuata da un organismo composto da un quarto almeno della popolazione del territorio interessato, o dal Consiglio municipale.

III) Mezzi di informazione.

La diffusione degli schemi e piani è prevista in due forme differenti:

a) Gli schemi — strumenti di previsione a lungo termine — espressione di scelte effettuate da coloro che hanno ufficialmente in carica l'interesse generale. Essi non sono teoricamente offerti alla conoscenza pubblica che quando sono definitivi.

b) Per quanto concerne i piani di occupazione del suolo l'informazione del pubblico viene curata maggiormente: i piani sono resi pubblici dopo la prima deliberazione dei consigli municipali e prima dell'inchiesta pubblica di cui saranno oggetto.

c) Portata dell'applicazione.

La portata del testo deve essere considerata distintamente nello spazio, nel tempo, e riguardo agli effetti, nell'ordine giuridico.

1) La legge di applicazione fondiaria non ha definito il suo dominio di applicazione nello spazio; essa dispone che schemi e piani possono interessare delle comunità, o parti o insiemi di comunità.

2) La portata dell'applicazione nel tempo della legge 30 dicembre 1967 è stata misurata con grande prudenza. Le disposizioni transitorie danno un margine utile di tre anni al decreto del 31 dicembre 1958 ed ai piani urbanistici elaborati alla luce di esso. Quelli che sono attualmente in preparazione saranno resi noti nel giro di due anni.

3) Gli effetti dell'ordine giuridico degli schemi e piani sono variabili e si dovrà analizzare da una parte le regole della loro possibilità di apposizione degli interessati, e d'altra parte gli effetti provvisori che essi possono provocare prima d'essere diventati opponibili.

d) Regolamentazione delle deroghe.

La legge del 30 dicembre 1967 ha cercato di regolamentare le deroghe alle regole generali urbanistiche; da una parte prevedono le procedure attraverso le quali si devono esprimere, d'altra parte prescrivendo una contropartita finanziaria alla concessione di queste deroghe.

Utilizzazione dell'arma fiscale.

La fiscalità della politica urbanistica è delicata da scegliere per due serie di ragioni: *a livello di principi*, è suscettibile di perseguire obiettivi diversi; *a livello pratico*, la complessità delle imposizioni che si sono succedute ne rende l'esame particolarmente difficile.

A) Obbiettivi teorici.

Un primo tipo di imposizione risponde alla preoccupazione di far partecipare alle cariche dell'urbanizzazione i proprietari dei terreni, che iniziando a costruire contribuiscono ad obbligare le collettività pubbliche a sviluppare le attrezzature. Questo recupero-partecipazione, si realizza correntemente in pratica, sotto la forma delle partecipazioni finanziarie che le comunità possono esigere dai beneficiari dei permessi di costruzioni. Un altro tipo di imposizione corrisponde ad una sanzione di plus-valore abusivo, più o meno speculativo. Il terzo obiettivo possibile è quello al quale si dà il nome di «sterilizzazione del suolo».

B) Le applicazioni pratiche.

Il merito della legge d'orientamento fondiario è di aver posto il principio dell'istituzione di una imposta-arma di prevenzione.

— Regole di portata speciale.

Ve ne sono di vari tipi. In primo luogo quelle che si ispirano direttamente al problema della decentralizzazione industriale e che tendono a decongestionare innanzi tutto la regione parigina. In secondo luogo quelle che corrispondono ad un problema più generale di assetto e che sorpassano l'ambito ristretto della decentralizzazione.

1) Misure di decongestione.

La volontà di rimediare allo squilibrio Parigi-province, fu una delle prime idee-forza della politica d'assetto. Essa si è concretizzata con l'intervento delle misure di decongestione, che se all'inizio erano ristrette alla regione parigina, dopo la fine del 1966 si sono estese parzialmente alla regione lionese.

a) Misure interessanti la regione parigina.

Esse sono di ordine sia amministrativo che finanziario; le prime hanno per oggetto la limitazione della creazione o dell'estensione delle attività secondarie e terziarie.

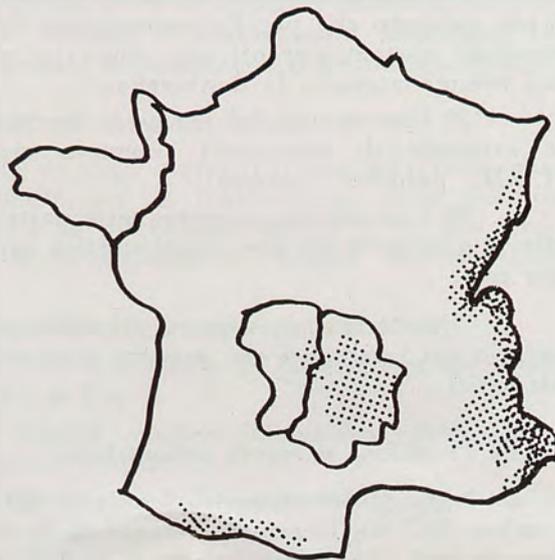
b) Misure interessanti la regione lionese.

Il decreto del 9 dicembre 1966 ha sottoposto all'approvazione dell'autorità amministrativa tutte le operazioni tendenti alla costruzione o ricostruzione di locali o installazioni ad uso industriale,

o utilizzazione per questo uso di locali o installazioni già esistenti. Se tali operazioni agiscono su una superficie superiore a 1000 mq, o se tali operazioni devono condurre ad utilizzare una superficie totale superiore a 1000 mq, il benessere è rifiutato o concesso dopo parere di una commissione specializzata.

2) La ricerca di un assetto ordinato.

È apparsa la necessità, per rendere coerente ed efficace l'assetto della regione, di isolare zone che saranno sottoposte ad una regolamentazione speciale ed omogenea; si possono classificare in due categorie a seconda che hanno per fine d'assicurare una crescita urbana regolare, o di salvaguardia del paesaggio e del sito naturale.



■ zone di rinnovamento rurale

● zone ad economia montana

a) Politica di assetto urbano.

Essa persegue obiettivi situati a due livelli differenti: *a livello di territorio* essa si traduce nella volontà di assicurare una espansione equilibrata di tutte le regioni; *a livello di città* si suppone da una parte la matrice di sviluppo periferico, al centro di zone da urbanizzare con priorità (Z.U.P.) ⁽⁵⁾, di zone d'assetto concertato (Z.A.C.) ⁽⁶⁾, e d'altra parte la ristrutturazione dei centri nel quadro delle operazioni di rinnovamento urbano.

b) Politica di salvaguardia.

Si possono distinguere due aspetti: la protezione degli insiemi di immobili presentanti un carattere storico od estetico e la protezione del patrimonio naturale: essa è oggetto di disposizioni che interessano rispettivamente: gli spazi verdi, le periferie in accrescimento, i parchi naturali.

⁽⁵⁾ Zone ad urbanizzazione prioritaria.

⁽⁶⁾ Zone ad assetto concertato.

1) Gli spazi verdi.

È questo un problema dei più difficili nella regolamentazione urbanistica. La necessità di conservare zone verdi nelle cinture urbane è stata riconosciuta tardivamente. Sono state adottate due formule: la prima autorizza le comunità a trattare con proprietari privati, boschi e prati, mediante convenzioni tendenti all'apertura al pubblico di dette zone, e permettere a queste comunità di assegnare delle sovvenzioni di mantenimento al proprietario, o di assicurare delle prestazioni in natura, quali lavori di manutenzione o giardinaggio. La seconda formula per salvaguardare spazi verdi nelle vicinanze degli agglomerati, presuppone, che lo Stato o le collettività potranno offrire a titolo di compenso un terreno edificabile al proprietario che acconsenta a cedere gratuitamente un terreno classificato come « spazio verde ».

2) Le periferie in espansione.

Il piano regionale di sviluppo e d'assetto « Provence-Côte d'Azur » - 1959-60, consacrava un paragrafo alla salvaguardia dei siti della regione: la regolamentazione si appoggia essenzialmente su misure di ordine preventivo.

3) I parchi naturali.

Essi sono di due tipi: nazionali, e regionali.

a) Nazionali.

In virtù della legge 22 giugno 1960, « quando la conservazione della fauna, flora, suolo, sottosuolo, atmosfera, acqua ed in generale di un luogo naturale presenta un interesse », un decreto del Consiglio di Stato può classificare il territorio come parco nazionale.

Sono allora suscettibili di regolamentazione o divieto, caccia e pesca, attività industriale, pubblicitarie e commerciali, l'esecuzione dei lavori pubblici e privati, estrazioni di materiali, utilizzazioni delle acque, ogni attività che possa nuocere allo sviluppo naturale della fauna, della flora e più generalmente alterare il carattere del parco. In queste zone, dette « riserve integrali » una protezione ancora maggiore può essere effettuata per decreto. Attorno ai parchi sono istituite delle « zone periferiche » dove le diverse amministrazioni possono prendere misure considerate efficaci alla protezione della natura. Finora sono stati creati tre parchi:

- quello della Vanoise;
- quello di Port-Cros;
- quello dei Pirenei Occidentali.

È previsto un 4° parco, quello delle Cèvennes.

b) Regionali.

La loro istituzione risale al 1° marzo 1967.

La denominazione « parco naturale regionale » è suscettibile di essere applicata ad ogni parte del territorio di una o più comunità quando presenti un interesse particolare, per la qualità del suo patrimonio naturale e culturale, per la distensione, che importi proteggere e conservare. L'iniziativa di domanda di classificare un territorio in parco naturale regionale appartiene ai Comuni, raggrup-

pamento di comuni o dipartimenti. La classificazione è pronunciata attraverso un decreto dopo parere di una Commissione Interministeriale. Attualmente vi sono numerosi progetti: una ventina circa, per una superficie di 1.500.000 ettari.

I processi di incentivazione.

Un altro tipo di disposizioni tende a suscitare l'adesione degli interessati al perseguimento dei fini definiti: sono tutte quelle misure di « suggerimento », senza valore imperativo, che cercano di provocare determinate decisioni attraverso la concessione di determinati vantaggi, o inversamente, attraverso la penalizzazione dei progetti non conformi alle regole generali. Si tratta essenzialmente di disposizioni fiscali in senso stretto: esoneri dei diritti di registrazione, di mutazione, di tasse, di cui la decisione spetta al Ministro delle Finanze, e misure finanziarie, sovvenzioni, prestiti, garanzie di prestiti, bonifiche di interessi, per la delibera delle quali il Ministro delle Finanze gioca un ruolo assai importante. Queste misure si attuano attraverso diversi tipi di aiuto: alcuni sono emanati da autorità locali, e possono rivestire la forma di prestiti o sovvenzioni, che consistono sia in un incitamento finanziario diretto — A —, che in una messa a punto di strutture di accoglimento — B —.



premio di sviluppo industriale

al 25%

al 15%

al 12%

zone ad esonero fiscale

zone ad esonero fiscale nel caso di decentralizzazione

zona senza esonero fiscale

zona di concessione

A) Si può avere un aiuto diretto che tiene conto del campo di applicazione geografico degli « aiuti », delle differenze tra gli aiuti stessi che sono stati suddivisi in 5 tipi:

- 1) premio di sviluppo industriale;
- 2) premio di adattamento industriale;
- 3) indennità di centralizzazione;

- 4) premio per la soppressione di locali;
- 5) premio di decentralizzazione di certune attività terziarie.

B) La messa in opera delle strutture di accoglimento si articola secondo una casistica che comprende:

- 1) Le zone di assetto concertate (Z.A.C.):
 - a) condizione della messa in opera;
 - b) conseguenze giuridiche che si collegano alla creazione dei Z.A.C.
- 2) Le città nuove.
- 3) Le zone industriali:
 - a) problema di impianti delle zone industriali;
 - b) problema del finanziamento delle zone industriali.

Esoneri fiscali al servizio dell'assetto territoriale.

L'utilizzazione della fiscalità al servizio della politica d'azione regionale è suscettibile di rivestire forme diverse. Può risolvere i problemi fondiari dell'assetto del territorio; può favorire lo sviluppo del risparmio regionale; può servire alla realizzazione delle politiche di localizzazione, delle attività economiche, sia sulla base di un aiuto per la costituzione di strutture di accoglimento, sia per la concessione di esonero in caso di decentralizzazione.

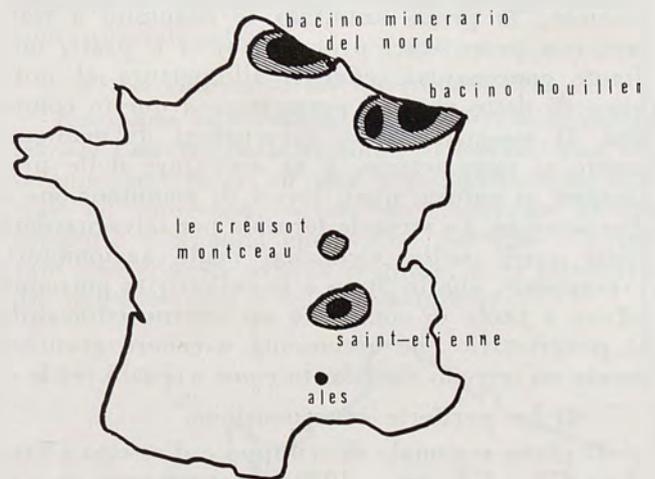
5. REALIZZAZIONI.

Possiamo distinguere due periodi:

1. *Periodo anteriore alla messa in opera delle nuove strutture amministrative.*
 - a) Decentralizzazione dell'industria aeronautica.
 - b) Decentralizzazione sistematica.
 - c) Grandi assetti regionali:
 - 1) Compagnia nazionale del Rodano;
 - 2) Canale di Provenza;
 - 3) Compagnia nazionale del Basso Rodano - Linguadoca.
2. *Periodo attuale.*
 - a) Proseguimento delle azioni precedenti:
 - 1) decentralizzazione;
 - 2) grandi assetti regionali.
 - b) Lancio di nuove operazioni:
 - 1) Campo turistico:
 - a) assetto del litorale Linguadoca-Rousillon;
 - b) assetto della Costa Aquitaine;
 - c) assetto della Corsica.
 - 2) Campo industriale:
 - a) operazione del Golfo di Fos;
 - b) complesso aerospaziale di Tolosa.

3. Campo delle azioni pilota.

Esse sono tecniche nuove suscettibili, una volta generalizzate, di modificare sensibilmente i dati della politica territoriale.



Le miniere di ferro e carbone hanno attirato complessi industriali e mano d'opera

la riconversione tende a modernizzare gli impianti liberando la mano d'opera per altre attività

Queste tecniche molto diverse si intersecano in un punto: interessano tutti i mezzi di comunicazione. Si ricorda:

- aerei a decollo verticale;
- terraplano DC 8;
- il naviplano;
- la « Pente » d'acqua: processo che permette di sopprimere le chiuse;
- motori a induzione lineare suscettibili di essere applicati all'aereotreno e all'Urba 30.

Le notazioni fin qui esposte raccolgono molto succintamente quella che è stata e quelli che sono gli intendimenti per il futuro per una organica politica di assetto a livello sia regionale che nazionale, di cui in parte si possono già vedere i risultati.

Le obiezioni alla metodologia, al tipo di intervento che si potrebbero avanzare sono diverse, ma non è questa la sede per opporre critiche: penso sia più produttivo cercare di trarre insegnamento là dove esso ci viene offerto, per una migliore utilizzazione socio-economica del nostro territorio.

Germana Bricarello

BIBLIOGRAFIA

- CORONT-DUCHIZEAU, *La formation de l'espace économique rationnel*, Etudes appliquées des économies régionales en France, 1964.
- DELMAS, *L'aménagement du territoire*.
- J. DE LANNERSIN, *L'aménagement du territoire et la régionalisation*, 1970.
- FRAPPART, *Le rôle de la délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale*, in « Mon. Trav. Publ. », novembre 1963.
- MONTEUX, *La région parisienne. Plan d'aménagement et réforme administrative: économie et politique*, juillet 1964.

Con queste memorie ha termine la pubblicazione delle principali relazioni presentate al Congresso dell'Associazione Italiana di Aeronautica ed Astronautica (AIDAA) tenutosi a Torino e del quale si è già parlato in alcuni numeri precedenti.

Influenza dell'interazione gas-parete sul comportamento aerodinamico dei corpi convessi in correnti di molecole libere (*)

C. CERCIGNANI, del Politecnico di Milano e M. LAMPIS della A.R.S. S.p.A. Milano, illustrano un modello originale di riemissione di gas da parete. I coefficienti di resistenza e di portanza di un ellissoide in condizioni di « free molecular flow », vengono calcolati assumendo tale modello come condizione al contorno per l'equazione di Knudsen.

INTRODUZIONE

L'interazione gas-solido svolge un ruolo di notevole importanza nei problemi relativi al volo spaziale; essa infatti influenza fortemente i valori del flusso di calore e delle forze aerodinamiche agenti sui veicoli moventisi in un mezzo gassoso rarefatto, soprattutto se ad alte velocità. Infatti quanto più la densità del gas è bassa, tanto più il numero di collisioni tra molecole del gas è trascurabile in confronto al numero di collisioni tra molecole del gas e molecole della parete.

In termini matematici adatti alla risoluzione dei problemi di gas-dinamica tale interazione si rappresenta mediante condizioni al contorno da associare all'equazione di trasporto del gas, tipicamente l'equazione di Boltzmann. Fino a poco tempo fa l'unica condizione al contorno usata era quella proposta da Maxwell (1879), secondo la quale il gas riemesso è dato dalla sovrapposizione di una parte diffusa in equilibrio con la parete e di una parte riflessa specularmente [1].

Negli ultimi anni le nuove tecniche dei fasci molecolari (« molecular beams ») hanno fornito molti dati sperimentali sulla riemissione di gas da parete [2], in contrasto con l'ipotesi marwelliana. È sorta quindi la necessità di elaborare nuovi modelli teorici [3] di interazione gas-parete, atti sia ad interpretare i dati di laboratorio, che a fornire condizioni al contorno realistiche per i problemi di gas-dinamica.

È particolarmente utile usare tali modelli per la previsione dei coefficienti di resistenza e di portanza in regime di molecole libere (« free molecular flow »), quando cioè il gas è molto rarefatto e si può trascurare l'effetto delle collisioni intermolecolari sull'evoluzione della funzione di distribuzione, usando quindi l'equazione di Knudsen al posto di quella di Boltzmann. Infatti le condizioni di volo orbitale sono difficilmente riproducibili in laboratorio e, in ogni caso, tali esperienze sono molto costose. Esempi di calcolo di coefficienti aerodinamici si possono trovare nella recente letteratura [4-6].

(*) Ricerca finanziata dall'Air Force Office of Scientific Research sotto il contratto F44620-71-C-0121, attraverso l'European Office of Aerospace Research, U.S. Air Force.

CONDIZIONI AL CONTERNO PER L'EQUAZIONE DI BOLTZMANN

In questa memoria gli autori presentano un modello di riemissione di gas da parete da essi recentemente proposto [7] e ne illustrano l'applicazione al calcolo dei coefficienti di resistenza e di portanza dei corpi convessi in condizioni di flusso di molecole libere [8, 9, 10].

Il modello in questione si inquadra nella teoria degli « scattering kernels » per interazione gas-superficie [3, 7], secondo la quale si correla la funzione di distribuzione del gas incidente su una parete con quella del gas riemesso mediante una relazione che, sotto alcune ipotesi [7], si può scrivere nel modo seguente:

$$|\xi \cdot n| f(\xi) = \int_{\xi' \cdot n < 0} |\xi' \cdot n| R(\xi' \rightarrow \xi) f(\xi') d\xi' \quad (\xi \cdot n > 0) \quad (1)$$

dove n indica la normale alla parete rivolta dalla parte del gas, ξ è la velocità molecolare in unità $(2kT_w/m)^{1/2}$, k è la costante di Boltzmann, m la massa della molecola del gas, T_w la temperatura della parete, f la funzione di distribuzione del gas; $R(\xi' \rightarrow \xi)$ è il « nucleo di scattering » che rappresenta la probabilità che una molecola incidente sulla parete con velocità ξ' sia riemessa con velocità ξ .

Le principali ipotesi alla base di questa teoria consistono nel supporre che le molecole gassose non interagiscano tra di loro durante l'interazione con la parete e che il tempo di residenza della molecola nella parete e la distanza tra il punto di incidenza e quello di riemissione siano trascurabili.

Il nucleo $R(\xi' \rightarrow \xi)$ soddisfa alcune proprietà fondamentali [7]:

1) positività:

$$R(\xi' \rightarrow \xi) \geq 0 \quad (2)$$

2) normalizzazione (per pareti non porose):

$$\int_{\xi \cdot n > 0} R(\xi' \rightarrow \xi) d\xi = 1 \quad (3)$$

3) reciprocità o dettagliato bilancio [7, 11]:

$$R(\xi' \rightarrow \xi) f_0(\xi') |\xi' \cdot n| = R(-\xi \rightarrow -\xi') f_0(\xi) |\xi \cdot n| \quad (4)$$

Il modello specifico da noi proposto consiste nell'assumere [7]:

$$R(\xi' \rightarrow \xi) = \frac{2\xi_n e^{-\xi_n}}{\pi \alpha_n \alpha_t (2 - \alpha_t)} \exp \left[-\frac{1 - \alpha_n}{\alpha_n} (\xi_n^2 + \xi_t'^2) \right] \cdot I_0 \left(2 \frac{\sqrt{1 - \alpha_n}}{\alpha_n} \xi_n \xi_t' \right) \exp \left[-\frac{\{\xi_t - (1 - \alpha_t) \xi_t'\}^2}{\alpha_t (2 - \alpha_t)} \right] \quad (5)$$

dove I_0 denota la funzione di Bessel modificata di primo tipo e ordine zero, ξ_n e ξ_t sono le componenti di ξ lungo la normale n e sul piano tangente la superficie del corpo. α_n e α_t sono due parametri costanti rispetto a ξ e ξ' , che dipendono dalla natura fisica del gas e del solido e da T_w ; essi hanno il significato di coefficienti di accomodamento, α_t per il momento tangenziale e α_n per quella parte di energia cinetica che è dovuta alla velocità normale ($1/2 \xi_n^2$).

Si ottengono i risultati classici di riemissione completamente diffusa e di riflessione speculare rispettivamente per $\alpha_n = \alpha_t = 1$ e per $\alpha_n \rightarrow 0, \alpha_t \rightarrow 0$.

Il nucleo (5) è collegato a un modello di interazione gas-parete [12, 13], per cui α_n e α_t sono in relazione con alcuni parametri fisici che appaiono in tale modello.

RESISTENZA E PORTANZA DI UN ELLISSOIDE

Consideriamo un flusso stazionario di gas, in regime di molecole libere, che investe un qualsiasi corpo convesso; ρ, V, T siano rispettivamente densità, velocità media e temperatura del gas imperturbato (a distanza infinita dal corpo), la cui funzione di distribuzione in forma adimensionale è:

$$f_\infty(\xi) = \rho (\pi\tau)^{-3/2} \exp \left\{ -(\xi - U)^2/\tau \right\} \quad (6)$$

dove: $\tau = T/T_w$ $U = V(m/2kT_w)^{1/2}$

Nell'ipotesi di « free-molecular flow » si assume che la funzione di distribuzione del gas incidente sia quella del flusso all'infinito, data dall'Eq. (6). Allora, in base al nostro modello, la funzione di distribuzione f_r del gas riemesso è data da:

$$f_r(\xi) = \int_{\xi' \cdot n < 0} \frac{|\xi' \cdot n|}{|\xi \cdot n|} R(\xi' \rightarrow \xi) f_\infty(\xi) \quad (7)$$

dove $R(\xi' \rightarrow \xi)$ è dato dall'Eq. (5).

Abbiamo quindi calcolato la forza p_D per unità di superficie che si esercita nella direzione media del flusso su di un elemento infinitesimo di superficie di corpo convesso e la analoga forza p_L in direzione perpendicolare al flusso. Le espressioni di p_D e p_L sono date in precedenti lavori [8, 9].

La resistenza D e la portanza L di un qualsiasi corpo convesso si ottengono integrando le forze p_D e p_L sulla superficie del corpo stesso. Si definiscono i coefficienti di resistenza C_D e di portanza C_L nel modo seguente [14]:

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \quad C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \quad (8)$$

dove A è un'area di riferimento.

Abbiamo considerato il caso di un ellissoide di rotazione; come area di riferimento nelle Eq. (8) si è assunto $A = \pi ab$, dove a e b sono i semiassi principali dell'ellissoide (b è quello maggiore).

L'integrazione di p_D e p_L è stata effettuata in parte analiticamente e in parte con metodi numerici; a questo scopo è stato preparato un programma di calcolo che fornisce $C_D, C_L, C_L/C_D$ per qualsiasi valore dei seguenti parametri: α_n, α_t ($0 \leq \alpha_n, \alpha_t \leq 1$), il rapporto di temperatura τ , il rapporto tra gli assi principali λ e il rapporto di velocità S definiti da:

$$\lambda = b/a \quad S = \frac{V}{(2RT)^{1/2}} = \frac{U}{\tau^{1/2}} \quad (9)$$

e l'angolo γ compreso tra l'asse maggiore dell'ellissoide e la direzione del flusso incidente.

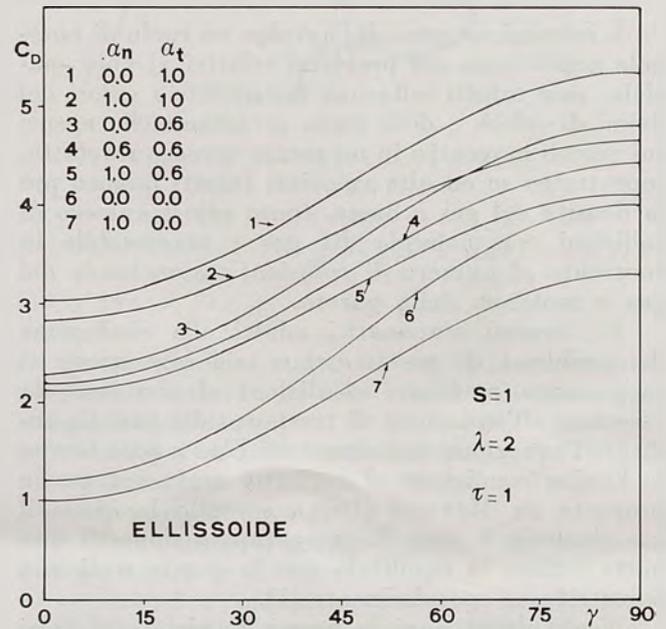


Fig. 1

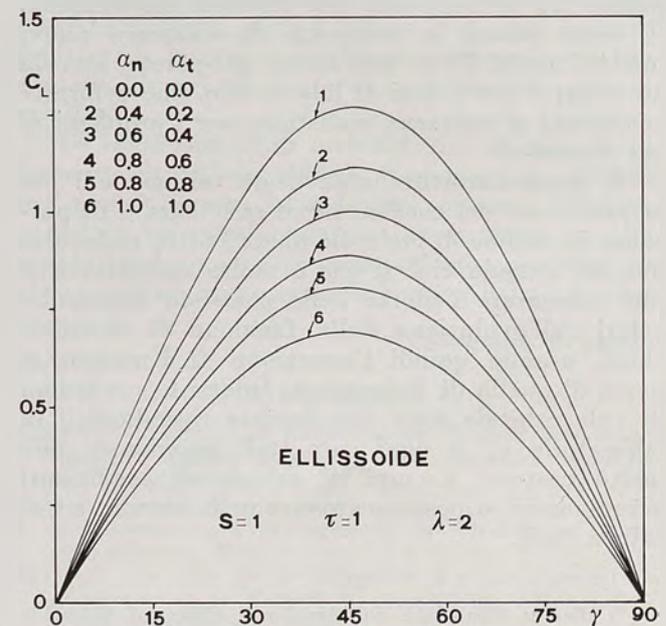


Fig. 2

I risultati rappresentati nelle figure 1-6 si riferiscono al caso particolarmente interessante $\tau = 1$.

Le figure 1 e 2 mostrano rispettivamente C_D e C_L in funzione di γ per $S = 1$ e $\lambda = 2$, un caso cioè in cui la forma dell'ellissoide si discosta nettamente sia da quella della sfera che da quella del cilindro e quindi i coefficienti aerodinamici non possono essere approssimati con quelli relativi a questi due corpi.

Dall'esame della figura 1 si vede che C_D cresce all'aumentare di α_t e al diminuire di α_n ; si vede che per piccoli valori di γ l'influenza di α_t predomina su quella di α_n e le curve risultano raggruppate a seconda del valore di α_t .

I valori massimo e minimo di C_L (fig. 2) corrispondono rispettivamente alla riflessione speculare ($\alpha_n = \alpha_t = 0$) e alla diffusione completa ($\alpha_n = \alpha_t = 1$); non si osservano raggruppamenti di curve.

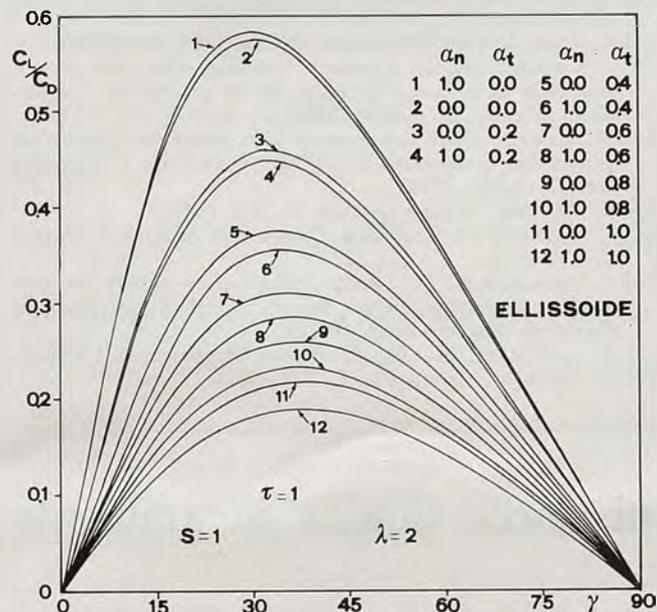


Fig. 3

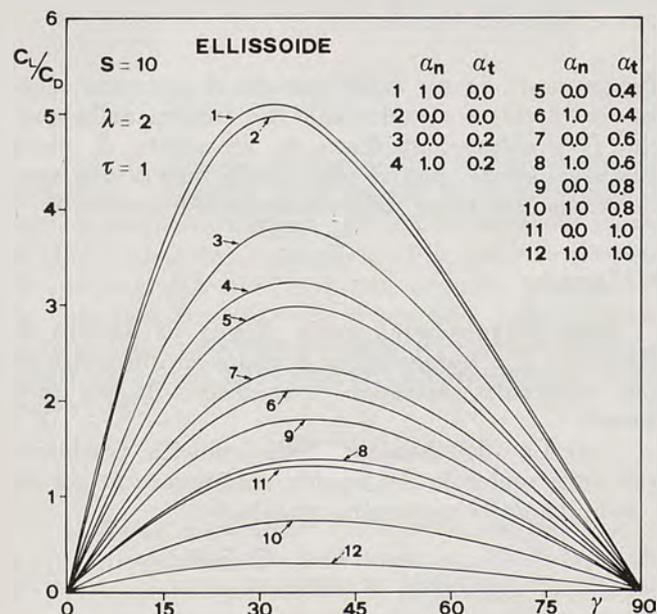


Fig. 4

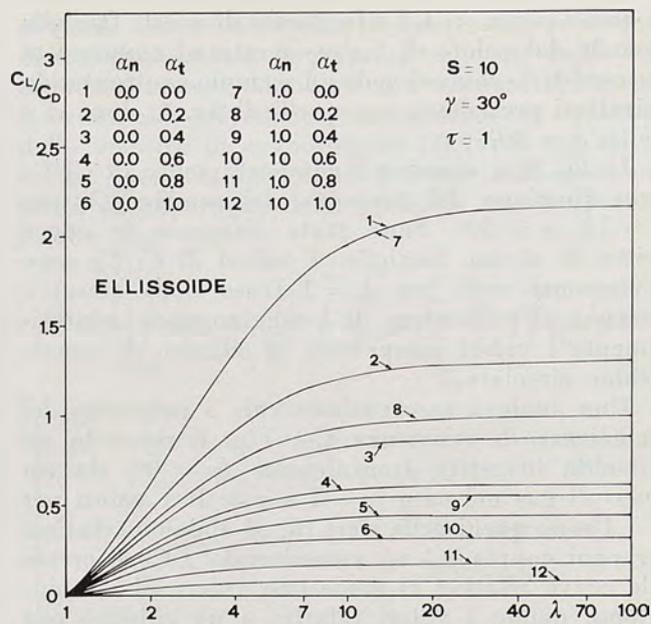


Fig. 5

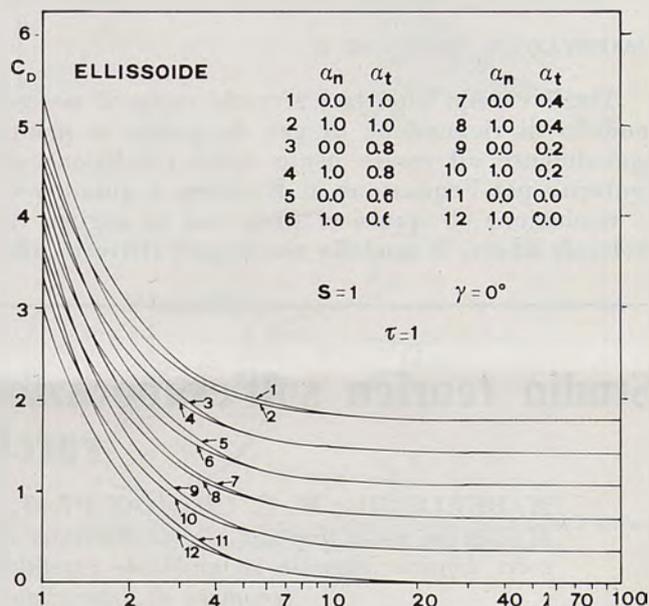


Fig. 6

Esaminiamo ora il comportamento del rapporto C_L/C_D in funzione di γ (figg. 3 e 4). Esso merita particolare considerazione in quanto ne è stata dimostrata l'importanza per il rientro dei razzi nell'atmosfera terrestre. Infatti la presenza di una portanza permette di allargare l'ampiezza del « corridoio di rientro » pur mantenendo l'accelerazione entro i limiti richiesti da due problemi fondamentali: quello di garantire la « cattura » del razzo da parte della terra e quello di non sottoporre l'organismo degli uomini d'equipaggio ad accelerazioni troppo forti. L'ampiezza del corridoio di rientro dipende dal rapporto C_L/C_D [15].

In fig. 3 si vede come C_L/C_D vari più fortemente con α_t che con α_n ; infatti per un valore fisso di α_t le curve corrispondenti a tutti i possibili valori di α_n cadono in una sottile striscia limitata superiormente dalla curva corrispondente a $\alpha_n = 0$ e inferiormente

da quella per $\alpha_n = 1$. La larghezza di queste famiglie dipende dal valore di S considerato ed aumenta al crescere di S , come si vede ad esempio confrontando i risultati precedenti con quelli di fig. 4, dove si è scelto $S = 10$.

In fig. 5 si esamina il comportamento di C_L/C_D come funzione del rapporto dei semiassi λ , per $S = 10$, $\gamma = 30^\circ$. Sono state disegnate le curve limite di alcune famiglie. I valori di C_L/C_D sono ovviamente nulli per $\lambda = 1$ (caso della sfera) e crescono all'aumentare di λ raggiungendo asintoticamente i valori competenti al cilindro di uguale sezione circolare.

Una analoga osservazione vale a proposito del coefficiente di resistenza C_D . Fig. 6 riguarda un ellissoide investito frontalmente ($\gamma = 0^\circ$) da un flusso di gas nel caso $S = 1$ e $\tau = 1$. I valori per $\lambda = 1$ sono quelli della sfera [8] ed appaiono distinti per ogni coppia α_n, α_i ; aumentando λ C_D decresce e le curve relative al medesimo valore di α_i coincidono, dando i valori relativi a un cilindro con incidenza radente che, come da noi calcolato precedentemente, dipendono solo da α_i .

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Dagli esempi riportati si vede come il nostro modello di riemissione di gas da parete si presti agevolmente ad essere usato come condizione al contorno per l'equazione di Knudsen e quindi per la risoluzione di qualsiasi problema in regime di molecole libere. Il modello non è però ristretto alle

basse densità e può essere associato all'equazione di Boltzmann completa.

C. Cercignani - M. Lampis

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. C. MAXWELL, « Phil. Trans. Royal Soc. I », Appendix (1879); reprinted in « The Scientific Papers » of J. C. Maxwell, Dover Publications (1965).
- [2] J. N. SMITH, JR., *Gas-surface interactions: A review of recent experimental results*, VIIIth International Symposium on Rarefied Gas-Dynamics (Stanford 1972).
- [3] E. R. WENAAS, *Gas-Surface Interactions: A review of recent theoretical results*, VIIIth International Symposium on Rarefied Gas-Dynamics (Stanford 1972).
- [4] R. SCHAMBERG, in *Proceedings of 1959 Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute*, p. 1, Stanford University Press (1959).
- [5] F. C. HURLBUT, F. S. SHERMAN, « Phys. Fluids », II, 486 (1968).
- [6] R. RIGANTI, M. G. CHIADO PIAT, *Meccanica*, 6, 132 (1971).
- [7] C. CERCIGNANI, M. LAMPIS, *Transport Theory and Statistical Physics*, 1, 101 (1971).
- [8] C. CERCIGNANI, M. LAMPIS, *Entropie* 44, 40 (1972).
- [9] C. CERCIGNANI, M. LAMPIS, *Free molecular flow past a flat plate in presence of a non trivial gas-surface interaction*, in corso di pubblicazione su ZAMP, 23 (1972).
- [10] M. LAMPIS, *Some applications of a model for gas-surface interaction*, presentato al VIIIth Symposium on Rarefied Gas-Dynamics (1972).
- [11] I. KUSCER, *Surface Science* 25, 225 (1971).
- [12] C. CERCIGNANI, *Transport Theory and Statistical Physics* 2, 27 (1972).
- [13] C. CERCIGNANI, M. LAMPIS, *Half space models for gas-surface interaction*, presentato al VIIIth Symposium on Rarefied Gas-Dynamics (1972).
- [14] S. A. SCHAAF, in « Handbuch der Physik », Bd. VIII/2.
- [15] C. FERRARI, *Meccanica*, 6, 23 (1971).

Studio teorico sull'evaporazione di gocce liquide in ambiente rarefatto (*)

N. BELLOMO e M. G. CHIADO' PIAT, dell'Istituto di Meccanica Razionale - Politecnico di Torino, nella presente ricerca studiano il fenomeno non stazionario della evaporazione di gocce liquide immerse in ambiente rarefatto. Lo studio va inteso come premessa teorica dei fenomeni di interazione fra gas e superfici liquide.

1. INTRODUZIONE

Il problema dell'evaporazione di superficie liquide in ambiente di gas molto rarefatto trova la sua applicazione, ad esempio, come studio preliminare dei metodi di soppressione del « black out » nelle comunicazioni radio durante il rientro dei veicoli spaziali.

Infatti si è sperimentato [1] che l'iniezione di goccioline liquide nel plasma rarefatto che circonda il veicolo, allevia tale fenomeno in dipendenza della velocità di evaporazione delle goccioline stesse.

Nella presente ricerca ci siamo proposti di calcolare la velocità di riduzione del diametro e la corrispondente variazione di temperatura in funzione del tempo di una goccia liquida, avente un diametro iniziale D_0 ed una temperatura iniziale

T_0 , immersa in un ambiente che si presenta altamente rarefatto rispetto alle dimensioni della goccia. Il problema, studiato da un punto di vista non stazionario, non ci pare, dalla letteratura specializzata, sia stato affrontato precedentemente.

2. IPOTESI

Consideriamo una goccia sferica di liquido di diametro D e temperatura T posta in ambiente di gas altamente rarefatto. Formuliamo le seguenti ipotesi:

a) La distribuzione delle velocità traslazionali delle molecole del liquido costituente la goccia è definita dalla seguente equazione:

$$\frac{d\nu(u, v, w)}{\nu} = \frac{1}{\pi^{3/2}} \exp\left(-\frac{V^2}{C^2}\right) \frac{du dv dw}{C^3} \quad [2-1]$$

$$\text{ove:} \quad V^2 = u^2 + v^2 + w^2$$

(*) Ricerca effettuata nell'ambito del Centro Studi sulla Dinamica dei Fluidi del CNR.

u, v, w componenti della velocità di una molecola secondo tre assi x, y, z di un riferimento cartesiano.

c velocità termica più probabile;

ν densità numerica delle molecole nella goccia.

b) l'energia media traslazionale delle molecole della goccia, in accordo con i vari autori [7], [8], [9] è ponibile, al pari che nei gas, nella seguente forma:

$$\frac{1}{2} m \bar{C}^2 = \frac{3}{2} KT \quad [2-2]$$

c) Le molecole del liquido la cui energia cinetica traslazionale è maggiore dell'energia di legame $\bar{\varepsilon}$ cui è soggetta una molecola di superficie, evaporano. In altre parole evaporano quelle molecole la cui velocità V è maggiore o eguale alla velocità V^* soddisfacente alla seguente condizione:

$$\frac{1}{2} m v^* = \bar{\varepsilon} \quad [2-3]$$

da cui:

$$V^* = \sqrt{\frac{2\bar{\varepsilon}}{m}} \quad [2-4]$$

In accordo con Frenkel e Langmuir [3] porremo:

$$\bar{\varepsilon} = \sigma \cdot q \quad [2-5]$$

q area elementare che compete ad una molecola di superficie;

σ energia totale superficiale riferita all'unità di superficie;

σ può ritenersi indipendente dalla temperatura per temperature lontane da quella critica, e dal raggio della goccia se questo non risulta dello stesso ordine di grandezza delle distanze intermolecolari.

Sostituendo la 2-5 nella 2-4 si ottiene:

$$V^* = \sqrt{\frac{2q\sigma}{m}} \quad [2-6]$$

d) Il numero di Knudsen Kn delle molecole evaporate, rispetto al diametro D della goccia è sufficientemente elevato per cui le molecole stesse si allontanano dalla superficie. (Più specificatamente si suppone $Kn > 10$ per cui, essendo trascurabili le collisioni fra molecole evaporate, tali molecole non si riaccomodano secondo una maxwelliana e mantengono la loro velocità allontanandosi dalla superficie).

3. METODOLOGIA

Al flusso molecolare delle molecole che evaporano corrisponde un valore istantaneo della velocità di evaporazione misurabile in termini di variazione del diametro D della goccia nell'unità di tempo. In base alle ipotesi formulate il fenomeno non è sta-

zionario, infatti a seguito di questo flusso uscente di molecole veloci, le restanti molecole della fase liquida si riaccomodano ad una temperatura media inferiore alla precedente con conseguente riduzione della velocità di evaporazione [2] (vedi fig. 1).

In base alla ipotesi c) il flusso numerico, per unità di superficie, delle molecole che evaporano risulta (fig. 1):

$$N = \iiint_{v \geq 0} w dv = \frac{\nu C}{\pi^{3/2}} \int_{V^*}^{\infty} \frac{V^3}{C^3} e^{-\frac{V^2}{C^2}} \frac{dV}{C} \iint_{\Omega_+} \cos \vartheta d\Omega \quad [3-1]$$

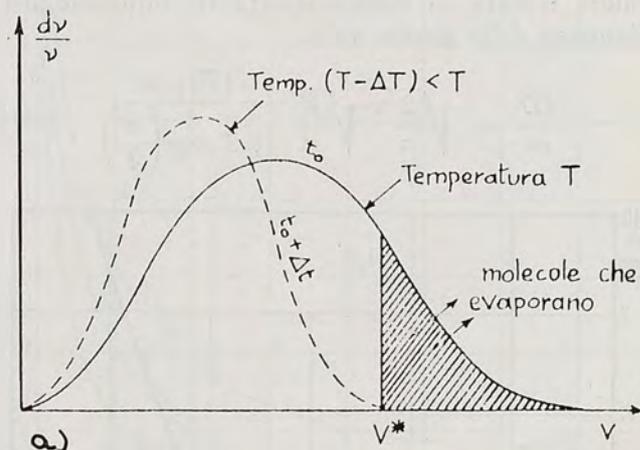


Fig. 1 - a) distribuzione velocità traslazionali nella fase liquida e schema di evaporazione; b) geometria del sistema.

$$V^* \leq V \leq \infty, \quad 0 \leq \Omega \leq \Omega +, \quad 0 \leq \vartheta \leq \frac{\pi}{2}$$

Posto:

$$\frac{V^*}{C} = \frac{\frac{2q\sigma}{m}}{2 \frac{K}{m} T} = \frac{a}{T}; \quad [3-2]$$

$$\text{con } a = \frac{\sigma q}{K} \text{ (costante di un liquido),}$$

otteniamo per integrazione:

$$N = \frac{\nu}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\frac{K}{m}} \cdot \frac{(T+a)}{\sqrt{T} \exp\left(\frac{a}{T}\right)} \quad [3-3]$$

Considerando la simmetria sferica della goccia, il flusso numerico emesso da tutta la superficie risulta:

$$\Phi_n = \pi D^2 N \quad [3-4]$$

Tale flusso numerico Φ_n dà luogo ad una diminuzione del diametro D della goccia secondo la legge seguente:

$$\frac{\Phi_n}{v} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\pi}{6} D^3 \right) \quad [3-5]$$

ossia, tenendo conto della [3-4],

$$\frac{N}{v} \pi D^2 = - \frac{d}{dt} \left(\frac{\pi}{6} D^3 \right) \quad [3-6]$$

E pertanto, tenendo conto anche della [3-3], il valore istantaneo della velocità di riduzione del diametro della goccia vale:

$$\frac{dD}{dt} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} \frac{(T+a)}{\sqrt{T} \exp\left(\frac{a}{T}\right)} \quad [3-7]$$

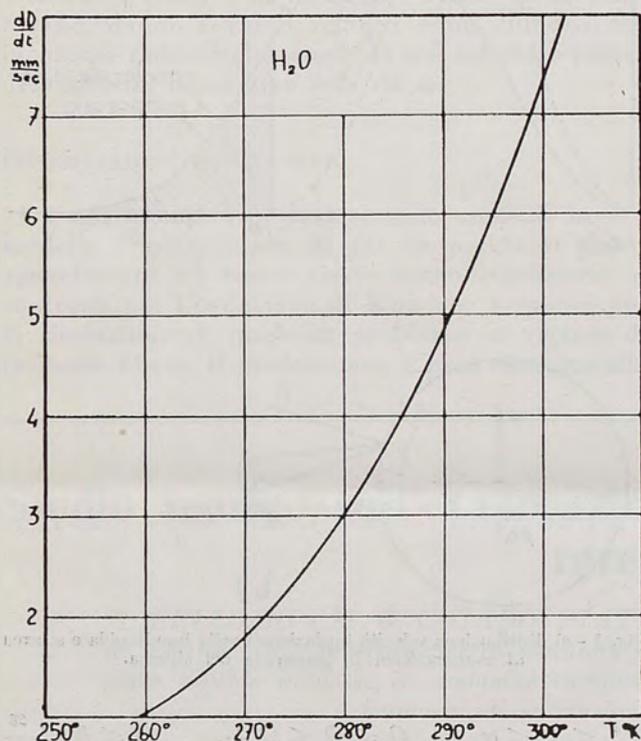


Fig. 2 - Velocità di riduzione del diametro della goccia liquida in funzione della temperatura.

Osserviamo che la velocità di evaporazione dD/dt non è costante in quanto varia con la temperatura della goccia che a sua volta varia con il tempo. Mentre invece, come abbiamo già detto, il termine (a) può ritenersi una costante del liquido indipendente dalla temperatura.

Al flusso numerico N definito dalla eq. [3-3] corrisponde un flusso uscente di energia traslazionale:

$$E = \iiint_{w \geq 0} \frac{1}{2} m V^2 w dv = \frac{\rho}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{K}{m} \right)^{3/2} \frac{2 T^2 + 2 a T + a^2}{\sqrt{T} \exp\left(\frac{a}{T}\right)} \quad [3-8]$$

E quindi il flusso Φ_E di energia traslazionale uscente da tutta la goccia risulta:

$$\Phi_E = \pi D^2 E \quad [3-9]$$

Proponiamoci ora di calcolare, in base alle ipotesi fatte, la variazione della temperatura della goccia conseguente a questi flussi numerici e di energia. Detto $n_i(t) = \frac{\pi}{\sigma} D^3 v$ il numero di molecole contenute, all'istante generico t , in una goccia, l'energia traslazionale E_c corrispondente al loro moto termico risulta:

$$E_c = \frac{1}{2} m \bar{c}^2 \cdot n_i = \frac{3}{2} K T \cdot n_i \quad [3-10]$$

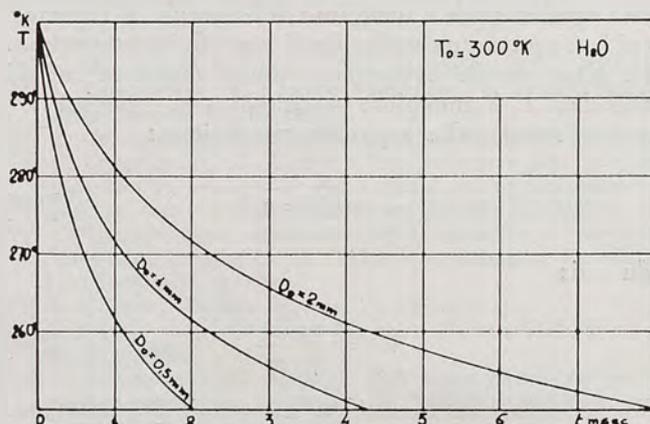


Fig. 3 - Variazione della temperatura media della goccia in funzione del tempo.

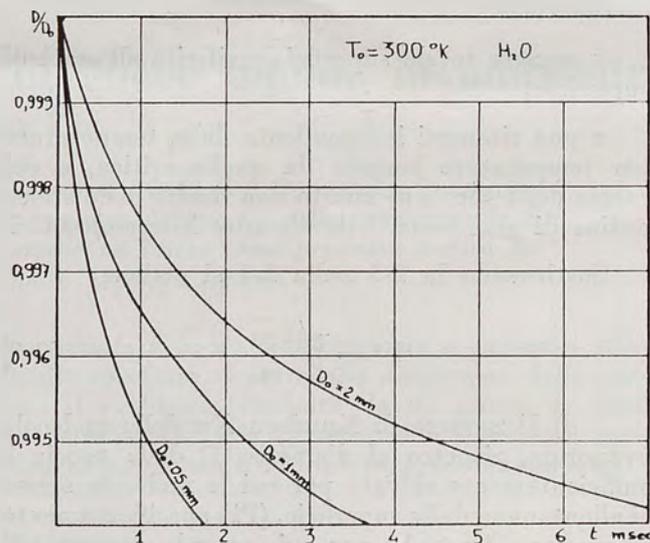


Fig. 4 - Variazione del rapporto D/D_0 in funzione del tempo.

Derivando la [3-10] rispetto al tempo, tenendo conto che sia T che n_i variano col tempo, si ha la velocità di variazione di E_c :

$$\frac{dE_c}{dt} = \frac{3}{2} K \left[n_i \frac{dT}{dt} + T \frac{dn_i}{dt} \right] \quad [3-11]$$

Uguagliando ora $\frac{dn_i}{dt}$ e $\frac{dE_c}{dt}$ rispettivamente al flusso numerico Φ_N fornito dalla [3-4] ed al flusso di

energia Φ_E emessi da tutta la goccia, cambiati di segno, si ottiene:

$$-\Phi_E = \frac{3}{2} K \left[n_1(t) \frac{dT}{dt} - T \cdot \pi D^2 N \right] \quad [3-12]$$

da cui, tenendo conto delle [3-4] e [3-9]:

$$dt = - \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} \cdot \frac{D \sqrt{T} \exp(a/T)}{(T^2 + aT + 2a^2)} dT \quad [3-13]$$

Per mezzo della [3-13] è possibile eliminare il tempo dalla [3-7] ed ottenere una espressione che fornisca la variazione del diametro della goccia con la temperatura:

$$\frac{D}{D_0} = \exp \left[\int_{T_0}^T \frac{T+a}{T^2 + aT + 2a^2} dT \right] \quad [3-14]$$

eseguendo l'integrazione entro parentesi si ottiene:

$$\frac{D}{D_0} = \exp [p(T) - p(T_0)] \quad [3-15]$$

ove:

$$p(T) = \frac{1}{2} \ln(T^2 + aT + 2a^2) + \frac{1}{\sqrt{7}} \operatorname{tg}^{-1} \frac{2T+a}{a\sqrt{7}} \quad [3-16]$$

Sostituendo la [3-15] nella [3-13] ed integrando fra i limiti (T_0, t_0) e (T, t) si ottiene la seguente espressione, [3-17] che permette di valutare la variazione della temperatura della goccia con il tempo. L'integrale che compare nella [3-17] può essere facilmente risolto numericamente. Possiamo notare, in conclusione, che è ora possibile calcolare la variazione del diametro D (mediante la [3-17] e la [3-14]) e della velocità di evaporazione dD/dt (mediante la [3-17] e la [3-7]) in funzione del tempo.

$$t - t_0 = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} D_0 \int_{T_0}^T \frac{\sqrt{T} \exp \left[\frac{a}{T} + p(T) - p(T_0) \right]}{(T^2 + aT + 2a^2)} dT \quad [3-17]$$

4. CALCOLI NUMERICI E CONCLUSIONI

Sono stati effettuati calcoli numerici relativi alla evaporazione di gocce di acqua, immerse in atmosfera di gas rarefatto, aventi un diametro iniziale D_0 di mm 0,5; 1 e 2 ed una temperatura iniziale di 300 °K.

Per l'acqua [3] risulta $\sigma = 118 \text{ erg/cm}^2$ ed essendo $q \approx 5 \cdot \frac{a}{r}$ si ottiene:

$$a = 4130 \text{ °K}$$

In particolare il diagramma di fig. 2 mostra la variazione di dD/dt in funzione della temperatura, calcolata mediante la [3-7].

Il diagramma di fig. 3 mostra, per i vari D_0 , la variazione della temperatura con il tempo, calcolata mediante la [3-17].

I diagrammi di fig. 4 e fig. 5 mostrano le variazioni con il tempo rispettivamente di D/D_0 , calcolata mediante le [3-14] e [3-17] e di dD/dt , calcolata mediante le [3-7] e [3-17].

Si può notare in conclusione che le variazioni di diametro e di temperatura sono piuttosto vio-

lente nei primi millisecondi di vita della goccia e questo risulta essere in accordo con le ipotesi di studio e cioè che non si abbia ricondensazione delle particelle riemesse o apporto di energia dall'esterno alla goccia.

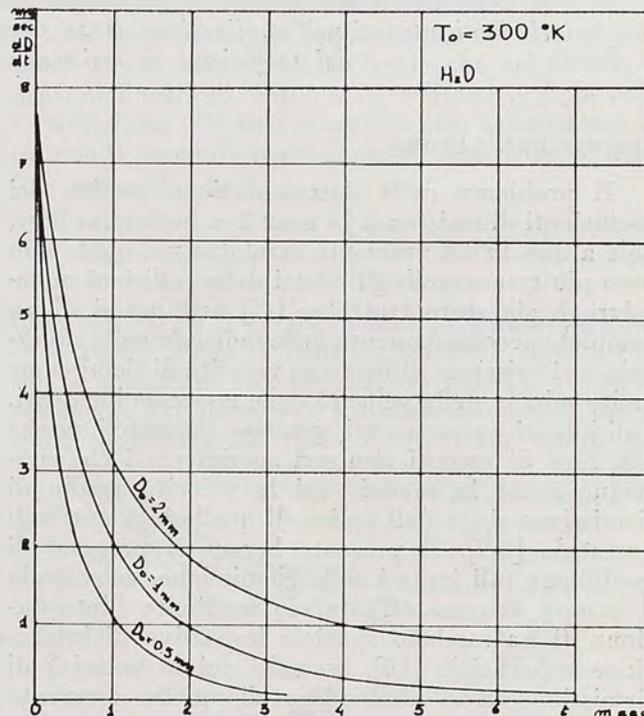


Fig. 5 - Velocità di riduzione del diametro in funzione del tempo.

In particolare un apporto di energia tenderebbe ad attenuare la diminuzione di temperatura della goccia mantenendo sufficientemente alto il valore della velocità dD/dt e quindi riducendo il tempo di

vita della goccia. Questo aspetto del problema si presenta quale interessante argomento di studi ulteriori.

N. Bellomo - M. G. Chiadò Piat

BIBLIOGRAFIA

- [1] KURZIUS C. S., RAAB F. H., *Vaporization and decomposition Kinetics of candidate re-entry black out suppressants in low-pressure flames*, « Nasa CR-1330 » (August 1969).
- [2] REID R. C., SHERWOOD T. K., *The properties of gases and liquids*, Mc. Graw Hill, 1966.
- [3] FRENKEL J., *Kinetic theory of liquids*, Dover publications Inc., New York, 1955.
- [4] BROCK J. R., *Evaporation and condensation of spherical bodies in non continuum regimes*, « J. Phys. Chem. », 68, pp. 2857-2862 (1964).
- [5] KENNARD H., *Kinetic theory of gases*, Mc Graw Hill, 1938.
- [6] HIRSHFELDER J. O., CURTISS C. F., BIRD R. B., *Molecular theory of gases and liquids*, Wiley, New York (1954).
- [7] EGELSTAFF P. A., *An introduction to the liquid state*, Ac. Press (1967).
- [8] DAVIES J. T., RIDEAL E. K., *Interfacial phenomena*, Ac. Press (1963).
- [9] HENDERSON D., *The theory of liquids and dense gases*, « Phys. Chem. Review », vol. 5, pp. 31-61 (1964).

L'influenza della legge di riemissione superficiale sul calcolo dei coefficienti aerodinamici nel regime transitorio di "Near free molecular flow" (*)

R. RIGANTI, dell'Istituto di Meccanica Razionale del Politecnico di Torino, riporta i primi risultati ottenuti nell'applicazione di un recente modello di interazione gas-superficie al calcolo dei coefficienti di resistenza in « near free molecular flow ».

SINTESI DEL LAVORO

Il problema della determinazione teorica dei coefficienti di resistenza in near free molecular flow, vale a dire in un ambiente rarefatto nel quale non sono più trascurabili gli effetti delle collisioni molecolari, è già stato trattato [1-7] nell'ipotesi di un completo accomodamento delle molecole sulla superficie, e riemissione diffusa con velocità di riemissione molto minore della velocità delle molecole incidenti. Tali ipotesi possono oggi apparire discutibili, anche alla luce di recenti risultati sperimentali che mostrano come in alcuni casi le velocità medie di riemissione siano dell'ordine di quelle incidenti sull'ostacolo [8-9]. Il presente lavoro si propone di modificare tali ipotesi sulla riemissione, calcolando il campo attorno all'ostacolo mediante l'introduzione di un modello spaziale impulsivo di interazione superficiale [10], secondo cui le velocità di riemissione sono dell'ordine di quelle osservate nelle citate ricerche sperimentali. Data la complessità dei calcoli, il presente studio riguarda il caso di un disco circolare normale al vento.

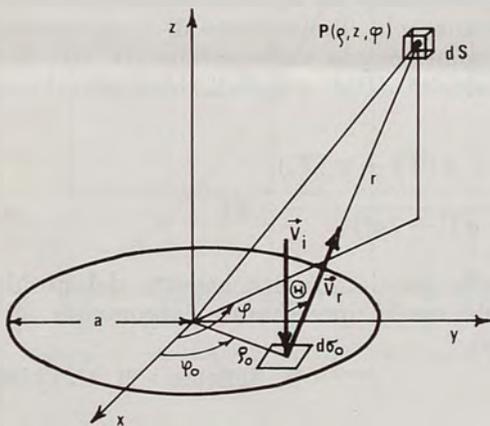


Fig. 1 - Geometria del problema.

Il modello adottato fornisce, per la densità numerica delle molecole riemesse dal disco nel generico punto P dello spazio (v. fig. 1), l'espressione:

$$v(R, Z) = v_0 V_i \int_0^{2\pi} d\varphi_0 \int_0^1 \frac{1}{V_r(\Theta)} \frac{A^*(\alpha)}{J(\Theta, \phi)} \frac{R_0}{(r/a)^2} dR_0 \quad (1)$$

dove $R = \rho/a$, $R_0 = \rho_0/a$ e $Z = z/a$ sono coordinate adimensionali riferite al raggio del disco; $v_0 V_i = N$ è il flusso numerico unitario delle molecole incidenti

* Lavoro effettuato nell'ambito del « Centro Studi Dinamica dei Fluidi » del C.N.R.

con velocità ipertermica V_i , e $V_r(\Theta)$, $A^*(\alpha)$ e $J(\Theta, \phi)$, fornite dal modello, sono funzioni note delle coordinate ρ , z , ρ_0 , φ_0 . Nell'espressione di $A^*(\alpha)$ compare anche il parametro di rugosità ϵ_w che tiene conto della rugosità della superficie. I valori del rapporto v/v_0 ottenuti dalla (1) assumendo $V_r(\Theta) = V_i$ sono riportati in fig. 2 nel caso di una superficie di alluminio con rugosità media.

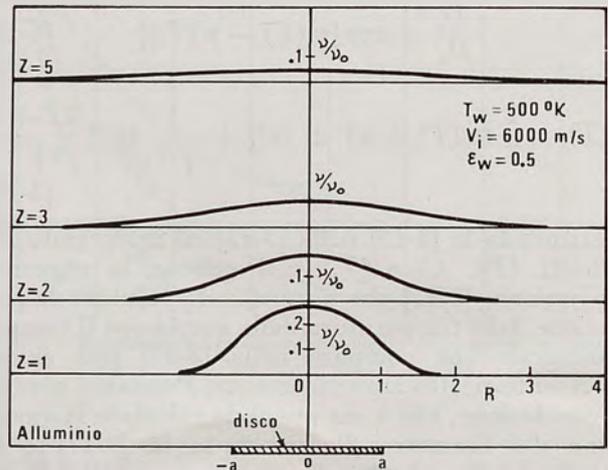


Fig. 2 - Distribuzione spaziale delle densità delle molecole riemesse.

Calcoli simili effettuati per Ni, W e Pt mostrano che per $V_i \geq 6000$ m/s i valori della densità delle molecole riemesse sono sostanzialmente indipendenti dalla natura e dalla temperatura della superficie; al contrario, si riscontra una sensibile variazione della distribuzione di densità col variare della rugosità superficiale (v. fig. 3).

Lo studio delle collisioni che avvengono nello spazio circostante l'ostacolo è effettuato nell'ambito della « first collision theory » secondo cui si assume che le molecole riemesse subiscano una sola

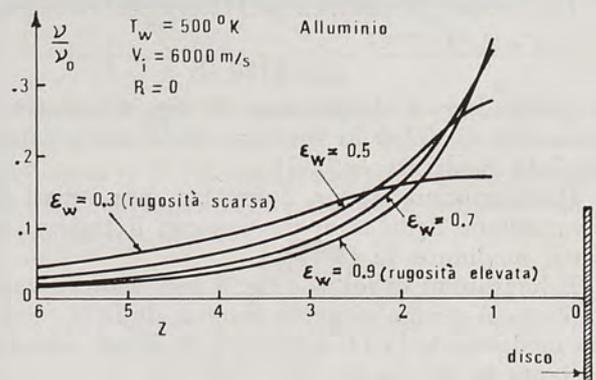


Fig. 3 - Effetto della rugosità superficiale sulla distribuzione di densità delle molecole riemesse.

collisione con le molecole incidenti. Per effetto di queste collisioni, una parte di molecole incidenti non raggiunge la superficie, mentre un certo numero di molecole può essere deviato su di essa dopo aver subito la collisione. La valutazione di queste due quantità porta rispettivamente a un contributo negativo e positivo per il coefficiente di resistenza rispetto al suo valore nel regime di molecole libere. Il numero f_c di molecole incidenti che subiscono una collisione nell'unità di tempo risulta, dalla teoria cinetica dei gas [11]:

$$f_c = 4 N v_0 \pi^2 a^3 \sigma^2 \cdot I(Kn_\infty) \quad (2)$$

dove σ è il diametro delle molecole, che si suppongono sfere rigide, e $I(Kn_\infty)$, funzione del numero di Knudsen asintotico, è il seguente integrale quadruplo:

$$I(Kn_\infty) = \int_{Z_0(Kn_\infty)}^{Z_v} dZ \int_0^1 dR \int_0^{2\pi} d\varphi_0 \int_0^1 \frac{R R_0 \cos \theta/2}{(r/a)^2} \exp \left[-\frac{\sqrt{2} \cos \theta/2 (r/a)}{Kn_\infty} \right] \cdot \frac{A^*(\alpha)}{J(\theta, \phi)} dR_0 \quad (3)$$

dove $Z_0(Kn_\infty)$ è la distanza adimensionale percorsa dalle molecole rimesse prima di subire la collisione, e $Z_v = V_i/a$. I valori della frequenza di collisione ricavati dalla Eq. (2) sono riportati in fig. 4 in funzione del numero di Knudsen asintotico. La determinazione del numero di molecole che vengono deviate sulla superficie dalle collisioni può essere effettuata richiamando il classico teorema di Maxwell secondo cui nella collisione tra due molecole le direzioni delle velocità dopo l'urto sono equiprobabili nel moto relativo al baricentro [11]. Ne segue che la loro velocità assoluta più probabile dopo l'urto è eguale alla velocità del baricentro. Ora, assumiamo, seguendo Liu [2] e Shidlovskij [12], che tali velocità siano esattamente eguali alla loro velocità più probabile.

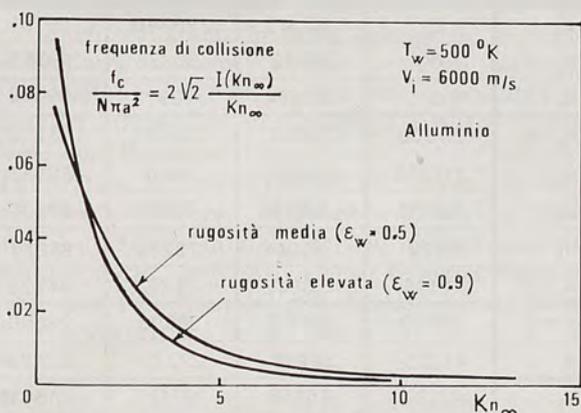


Fig. 4 - Frequenza di collisione (normalizzata) in funzione di Kn_∞ .

Un facile calcolo, effettuato tenendo conto di questa assunzione e del modello di interazione adottato, mostra che le molecole possono essere deviate sul disco solo se le collisioni avvengono a una distanza inferiore di circa la metà del raggio del disco. Ma a tali distanze non avvengono collisioni, perchè il libero cammino medio delle molecole rimesse è superiore a tali valori. Ne segue che il numero di

molecole deviate sul disco è trascurabile. Se ne conclude che, in base alle assunzioni fatte, il contributo positivo alla resistenza è da ritenersi nullo, e quindi, in analogia con le ipotesi di Kinslow e Potter [5], l'effetto di « schermatura » delle molecole rimesse è l'unico effetto sensibile nella approssimazione della « first collision theory ».

Nell'ambito di tale approssimazione risulta pertanto che il numero di molecole che colpiscono il disco nell'unità di tempo è $N_i = N\pi a^2 - f_c$, dove f_c è dato dalla (2). Introducendo tale espressione, si ottiene il seguente coefficiente di resistenza in near free molecular flow:

$$C_D = C_{D(F.M.)} \left[1 - \frac{4\sqrt{2}}{Kn_\infty} \cdot I(Kn_\infty) \right] \quad (4)$$

dove $C_{D(F.M.)}$ è il corrispondente valore nel regime di molecole libere. I risultati ottenuti, riportati in fig. 5, mostrano una dipendenza non lineare della resistenza dal numero di Knudsen asintotico, introdotta dall'integrale $I(Kn_\infty)$ che tiene conto del

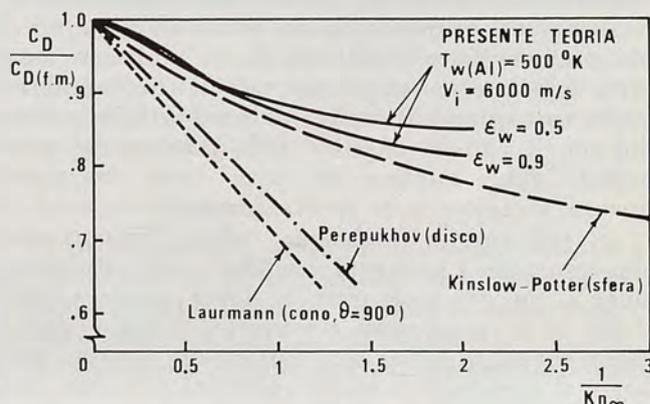


Fig. 5 - Coefficiente di resistenza dedotto dalla (4) e confronti con i risultati delle ref. [4], [5], [7].

modello di interazione. Un sensibile effetto del modello adottato è inoltre rappresentato dagli alti valori ottenuti per il coefficiente di resistenza, rispetto ai precedenti risultati teorici ottenuti da Perepukhov [4], Laurmann [7] e Kinslow-Potter [5].

R. Riganti

BIBLIOGRAFIA

- [1] WILLIS D. R., *II Simposio R.G.D.* (Ed. Talbot), New York (1961).
- [2] LIU V. C., *Journ. of fluid mech.*, 5, 3, 481 (1959).
- [3] BAKER R. M. L., CHARWAT A. F., *Phys. of Fluids* 1, 2 (1958).
- [4] PEREPUKHOV V. A., *Zh. Vychisl. Mat. i Mat. Fiz.* 1, 4 (1961).
- [5] KINSLOW M., POTTER J. L., *AIAA Journ.* 1, 11 (1963).
- [6] BIRD G. A., *AIAA Journ.* 4, 1, 55 (1966).
- [7] LAURMANN S. A., *Astronautica Acta* 13, 4, 401 (1967).
- [8] MORAN J. P., « MIT Fluid Dynam. Res. », *Lab. Report T68-1* (1968).
- [9] YAMAMOTO S., STICKNEY R. E., *J. of Chem. Phys.* 53, 4 (1970).
- [10] CHIADO PIAT M. G., RIGANTI R., « Ist. di Mecc. Appl., Aerodin. e Gasdinam. », Politecnico di Torino, T. N. 77 (1971).
- [11] JEANS J. H., *The dynamical theory of gases*, Cambridge Univ. (1921).
- [12] SHIDLOVSKIY V. P., *Introduction to dynamics of rarefied gases*, Elsevier Ed., New York, 54 (1967).

Risoluzione di sistemi di equazioni differenziali non lineari col metodo di Newton - Raphson

A. MANGIAVACCHI e L. OGNIBENE, dell'Istituto di Tecnologia Aerospaziale della Scuola di Ingegneria Aerospaziale di Roma, presentano un metodo di calcolo, basato sull'applicazione dell'operatore generalizzato di Newton-Raphson, per la risoluzione numerica di problemi di ottimizzazione.

1. Introduzione.

Come nella maggior parte dei problemi ingegneristici, così anche nel campo della ricerca aerospaziale bisogna molto spesso risolvere dei problemi che presentano aspetti ed esigenze molto contrastanti fra di loro, che devono essere opportunamente conciliati. In campo aerospaziale, per esempio, una struttura deve essere contemporaneamente resistente e leggera: ciò implica uno studio parametrico per trovare la soluzione di compromesso « ottima ».

Analogamente, prendendo in esame i problemi relativi alle orbite di un satellite artificiale, ai trasferimenti di questo da un'orbita all'altra, ecc., bisogna conciliare il fatto di dover realizzare una certa missione in tempo minimo (il che comporta anche una quantità minima di combustibile a bordo) con il vincolo imposto dalla potenza dei propulsori (che implica un peso tanto maggiore quanto maggiore è la spinta fornita).

Si può quindi facilmente vedere l'importanza che assumono i problemi cosiddetti « di ottimizzazione », in cui cioè oltre a dover essere soddisfatte certe condizioni necessarie, devono anche essere tenuti in conto altri fattori che possono imporre al problema in esame soluzioni tutt'altro che ovvie.

2. Impostazione analitica.

La formulazione di un problema di ottimizzazione può essere ricondotta alla estremalizzazione di un certo funzionale, al quale sono imposti una serie di vincoli, che in forma analitica possono essere rappresentati da relazioni sia differenziali che in termini finiti tra le variabili indipendenti del problema.

Si procede poi (vedi Bibl. 1, 2) esprimendo una certa grandezza H (Hamiltoniana), in funzione delle variabili indipendenti (variabili di stato) e di altre grandezze sulle quali si può agire dall'esterno (variabili di controllo).

Indicando con S il vettore delle variabili di stato, e con C quello delle variabili di controllo, la Hamiltoniana H si esprime come segue:

$$H = F + \lambda \Psi + \mu \Omega \quad (I)$$

dove λ e μ sono i vettori contenenti i cosiddetti « moltiplicatori di Lagrange », F è la funzione che compare sotto il segno di integrale del funzionale da minimizzare, mentre Ψ ed Ω rappresentano, sempre vettorialmente, i vincoli, rispettivamente differenziali ed in termini finiti, imposti al sistema:

$$\Psi(S, S', C, t) = 0 \quad (II)$$

$$\Omega(S, C, t) = 0 \quad (III)$$

A questo punto si scrivono le ben note equazioni di Eulero-Lagrange, che aggiunte a quelle prece-

denti rendono il numero delle equazioni pari a quello delle incognite:

$$\frac{\sigma H}{\sigma S} = \frac{d}{dt} \frac{\sigma H}{\sigma S'} \quad (IV)$$

$$\frac{\sigma H}{\sigma C} = 0 \quad (V)$$

(da notare che qui abbiamo supposto che non vi siano limitazioni sul vettore C , altrimenti l'equazione vettoriale (V) andrebbe sostituita dalla formulazione del principio di minimo di Pontryagin). Ciò posto, in linea generale, dalle equazioni (V) è possibile ricavare le espressioni delle variabili di controllo in funzione di quelle di stato. Sosti-

	0	.8	1.4	2.
x_0	1.0760	.64560	.32280	0
x_1	1.0760	.84505	.47385	0
x_2	1.0760	.90082	.50803	0
x_3	1.0760	.90260	.50923	0
$x_4 = x^*$	1.0760	.90263	.50927	0
y_0	0	.23040	.40320	.57600
y_1	0	.32421	.49798	.57600
y_2	0	.34835	.52104	.57600
y_3	0	.34919	.52178	.57601
$y_4 = y^*$	0	.34921	.52180	.57602
z_0	0	.39906	.69836	.99766
z_1	0	.56154	.86252	.99766
z_2	0	.60335	.90246	.99766
z_3	0	.60482	.90376	.99767
$z_4 = z^*$	0	.60484	.90378	.99770
$u_0 = \dot{x}_0$	-.53800	-.53800	-.53800	-.53800
u_1	.015200	-.51845	-.71956	-.82533
u_2	.099113	-.50118	-.78061	-.88031
u_3	.10172	-.50044	-.78259	-.88227
$u_4 = u^*$	.10175	-.50042	-.78258	-.88226
$v_0 = \dot{y}_0$	.28800	.28800	.28800	.28800
v_1	.44233	.34216	.22777	.021250
v_2	.47121	.36865	.19711	-.018436
v_3	.47231	.36941	.19607	-.019694
$v_4 = v^*$	.47232	.36941	.19608	-.019685
$w_0 = \dot{z}_0$	.49883	.49883	.49883	.49883
w_1	.76614	.59265	.39452	.036807
w_2	.81616	.63852	.34140	-.031932
w_3	.81806	.63983	.33961	-.034110
$w_4 = w^*$	.81804	.63980	.33961	-.034108

TABELLA DELLE COORDINATE E VELOCITÀ IN FUNZIONE DEL TEMPO

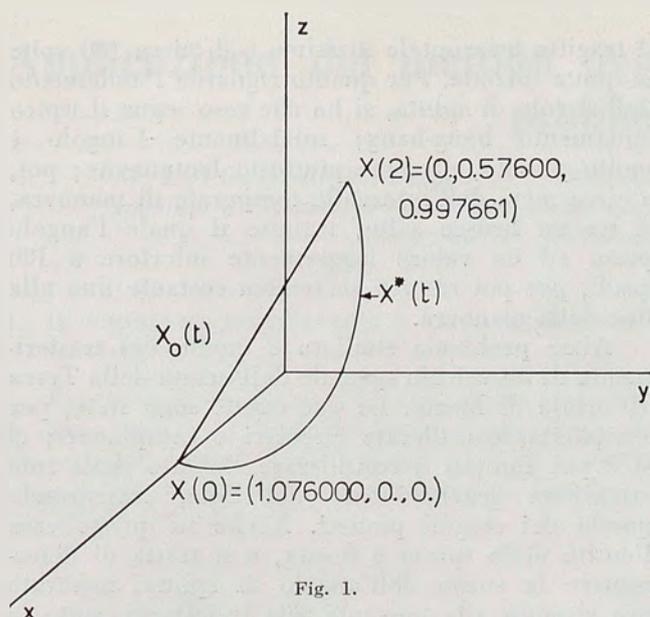


Fig. 1.

tuendo queste espressioni nelle (II), (III) e (IV), e scrivendo le (III) in forma differenziale, si avrà un sistema di equazioni differenziali non lineari di ordine pari al doppio del numero delle variabili di stato.

Le condizioni di trasversalità permettono poi di ricavare le eventuali condizioni iniziali e finali necessarie perchè il problema sia determinato.

Tutta questa serie di sviluppi preliminari, derivati dalla teoria del calcolo variazionale, si traducono quindi in pratica nella scrittura di un sistema di equazioni differenziali ordinarie, con condizioni iniziali e finali. Questo è il ben noto problema dei due punti, che nel caso più generale non può essere risolto direttamente in via analitica o numerica. Sono stati allora proposti vari metodi numerici indiretti, come ad esempio il metodo del gradiente, della seconda variazione, ecc. (vedi Bibl. 3).

Il metodo numerico preso in considerazione nel presente lavoro è un'estensione del procedimento di Newton per la ricerca delle radici di un'equazione algebrica (metodo delle tangenti); esso consiste fondamentalmente in una serie di successive linearizzazioni della curva che rappresenta la più generica funzione di cui bisogna trovare l'intersezione con l'asse x .

In pratica si tratta quindi di cercare la soluzione vera per mezzo di successivi miglioramenti di una soluzione iniziale scelta arbitrariamente. Come già detto, nel nostro caso bisogna risolvere un sistema differenziale non lineare, che, scritto in forma vettoriale, è del tipo:

$$X' = F(X, t) \quad (1)$$

dove X ed F sono vettori ad n dimensioni. Saranno poi note in totale n condizioni agli estremi, alcune iniziali ed altre finali.

Scegliamo allora un vettore di prima approssimazione $X_0(t)$; cerchiamo poi di ottenere un vettore di miglior approssimazione $X_1(t)$, nella forma:

$$X_1 = X_0 + \Delta_0 \quad (2)$$

Sostituendo nella (1) si ha:

$$X'_1 = X'_0 + \Delta'_0 = F(X_0 + \Delta_0, t) \quad (3)$$

Nell'ipotesi che Δ_0 sia piccolo, si può sviluppare

il secondo membro della (3) in serie di Taylor. Si ha:

$$\Delta'_0 = J_{x=x_0} X \Delta_0 + F(X_0, t) - X'_0 \quad (4)$$

J è lo Jacobiano del sistema, ed è una matrice ($n \times n$) che contiene le derivate parziali di F rispetto ad X .

A questo punto il sistema (4) è un sistema lineare, per il quale il problema dei due punti può essere risolto con i metodi noti dall'Analisi matematica.

Si può quindi ottenere il vettore Δ_0 , che sommato a X_0 dà X_1 . Dopo p iterazioni si avrà:

$$X_{p+1} = X_p + \Delta_p \quad (5)$$

$$\Delta'_p = J_{x=x_p} \Delta_p + F(X'_p, t) - X'_p$$

Il procedimento prosegue finchè la differenza tra i valori di X relativi a due iterazioni successive non diviene abbastanza piccola.

L'inconveniente principale di questo metodo è costituito dal fatto che non è detto che per una qualunque scelta del vettore di innesco X_0 si possa raggiungere una buona convergenza.

I vantaggi invece sono quelli di alta velocità di convergenza (se il metodo converge) ed accuratezza variabile a piacere. Inoltre l'algoritmo su cui il metodo stesso è basato consente, date le sue caratteristiche iterative, una facile programmazione su un calcolatore digitale.

3. Esempi numerici.

Il primo esempio preso in considerazione non è un problema di ottimizzazione, ma presenta comunque qualche interesse in quanto serve a dare un'idea sulle possibilità dell'algoritmo.

Si considera il moto nel campo gravitazionale terrestre di un veicolo spaziale inizialmente nel punto $X(0)$ (vedi fig. 1) e che raggiunge il punto $X(2)$ dopo un certo tempo. La terra è posta nell'origine. Vogliamo conoscere le velocità istante per istante. I dati forniti in fig. 1 sono adimensionalizzati. Le equazioni differenziali sono facilmente deducibili dalla meccanica razionale, e nei calcoli è stato poi incluso anche l'effetto perturbante lunare.

L'intervallo di tempo adimensionale è pari a 2.

Come vettore di innesco è stata considerata una traiettoria rettilinea tra le due posizioni, e si è poi proceduto all'applicazione del metodo.

In tutto, per ottenere un'accuratezza fino alla quarta cifra decimale, sono state necessarie quattro iterazioni. Nella tabella sono riportati i valori delle coordinate e delle velocità ad alcuni istanti, in funzione delle varie iterazioni (l'indice 0 indica i valori di innesco, 1 quelli di prima iterazione, e così via).

La fig. 2 mostra invece l'andamento nel tempo di r , distanza del veicolo dalla terra, per ogni iterazione. Si vede chiaramente che, data la scala del disegno, r_3 coincide con r_4 e quindi con la soluzione accettata come vera, che è poi stata controllata con la soluzione, già nota in forma chiusa, del problema; nei limiti di approssimazione dei calcoli, i valori sono stati trovati uguali.

Si sono poi presi in considerazione, sempre per lo stesso problema, diverse posizioni di partenza

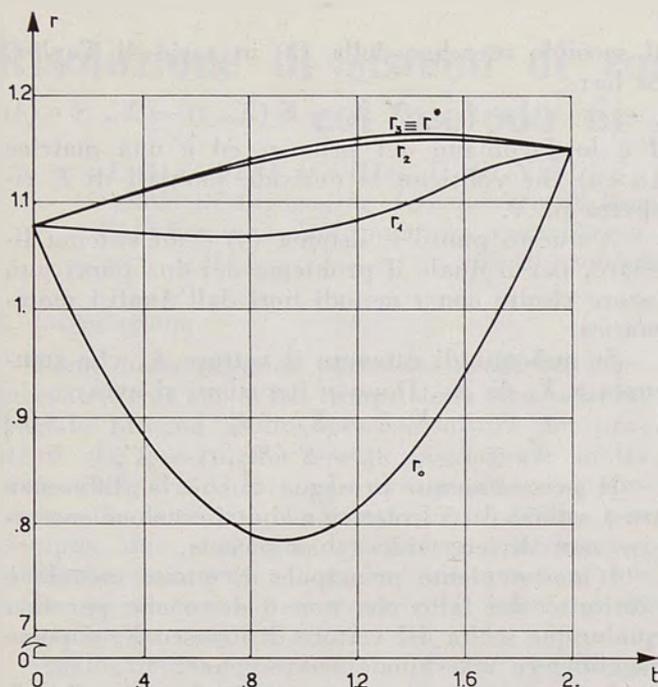


Fig. 2.

e di arrivo per il veicolo, e si è sempre arrivati con poche iterazioni alla convergenza voluta, anche con vettori di innesco che non rendevano soddisfatte le condizioni al contorno.

Nel caso in cui si sono considerati come posizione iniziale e finale due punti diametralmente opposti rispetto alla terra, non è stato possibile scegliere come vettore d'innesco la traiettoria rettilinea, perché il centro della terra costituisce un punto singolare per il potenziale del campo gravitazionale. Usando però una traiettoria iniziale di tipo triangolare, anche in questo caso si è ottenuta una rapida convergenza.

In generale, in procedimenti di questo tipo si osserva un comportamento peculiare della norma dello scarto tra due iterazioni successive. Nelle prime iterazioni la convergenza è piuttosto lenta, con la norma che diminuisce solo sulla seconda o terza cifra significativa; una volta superato questo « plateau », la norma diminuisce di circa un ordine di grandezza ad ogni iterazione.

Si è poi passati a prendere in esame dei problemi tipici di ottimizzazione, anche se piuttosto semplificati rispetto ai casi reali.

Il primo problema è quello di un veicolo spaziale che si trova inizialmente ad una certa quota, con velocità nulla rispetto al riferimento locale, e che deve realizzare un atterraggio morbido, giungere cioè a terra con velocità nulla; il tutto è soggetto anche alla condizione che il veicolo percorra il massimo tragitto orizzontale in un tempo di manovra prefissato.

Essendo stato preso in esame il caso in cui l'entità della spinta del veicolo è costante nel tempo, l'unica variabile di controllo, della quale bisogna determinare l'andamento in funzione del tempo, è l'angolo di spinta, misurato, per esempio, rispetto all'orizzontale locale.

Il risultato ottenuto usando dati adimensionizzati rispetto alla quota iniziale del veicolo, alla massa del veicolo, ed al tempo di manovra, è che

il tragitto orizzontale massimo è di circa 100 volte la quota iniziale. Per quanto riguarda l'andamento dell'angolo di spinta, si ha che esso segue il tipico andamento bang-bang; inizialmente l'angolo è molto piccolo, e cresce piuttosto lentamente; poi, a circa metà dell'intervallo temporale di manovra, si ha un brusco salto, tramite il quale l'angolo passa ad un valore leggermente inferiore a 180 gradi, per poi restare all'incirca costante fino alla fine della manovra.

Altro problema studiato è quello del trasferimento di un veicolo spaziale dall'orbita della Terra all'orbita di Marte. Le due orbite sono state, per semplicità, considerate circolari e complanari; ci si è poi limitati a considerare l'effetto della sola attrazione gravitazionale del Sole, trascurando quella dei singoli pianeti. Anche in questo caso l'entità della spinta è fissata, e si tratta di determinare la storia dell'angolo di spinta, misurato ora rispetto alla tangente alla traiettoria, sotto la condizione che il tempo di trasferimento risulti minimo. Sono inoltre assegnate le velocità iniziali e finali.

La difficoltà, rispetto ai casi precedenti, è costituita dal fatto che il tempo finale non è noto; è comunque sufficiente un semplice cambiamento di variabile perché il problema diventi analogo, a parte la diversa formulazione, a quelli affrontati in precedenza.

A conti fatti, si è ottenuto un tempo minimo di 193 giorni, mentre l'angolo di spinta ha un andamento qualitativamente analogo a quello del problema precedente.

Questi ultimi problemi hanno dato luogo ad alcune complicazioni, essenzialmente sul piano numerico, a causa dell'estrema sensibilità del sistema a variazioni, anche piccole, dell'angolo di spinta. Si è trovato infatti che se l'andamento iniziale dell'angolo non è abbastanza vicino a quello vero, il metodo non converge.

Si è reso perciò necessario apportare alcune modifiche al programma di calcolo; in questo modo si sono ottenuti i risultati descritti precedentemente, con un numero di iterazioni relativamente poco elevato, e con tempi di calcolo abbastanza contenuti (al massimo 4 minuti con l'elaboratore UNIVAC 1108 del Centro di Calcolo Interfacoltà dell'Università di Roma).

A. Mangiavacchi - L. Ognibene

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. SANTINI, *Matematica applicata all'ingegneria*, Etas/Kompass, Roma.
- [2] I. M. GELFAND, S. V. FOMIN, *Calculus of variations*, Prentice Hall, N. J.
- [3] A. V. BALAKRISHNAN, L. W. NEUSTADT, *Computing methods in optimization problems*, Academic Press, New York.
- [4] G. J. LASTMAN, *A modified Newton's method for solving trajectory optimization problems*, AIAA Jour., vol. 6, No. 5, May 1968.
- [5] L. S. PONTRYAGIN, V. G. BOLTANSKII, et al., *The mathematical Theory of optimal processes*, Pergamon Press, Oxford, 1964.
- [6] R. S. LONG, *Newton-Raphson operator; problems with undetermined end points*, AIAA Jour., vol. 7, pag. 1351, July 1965.

Applicazione del metodo degli elementi finiti allo studio dei problemi termici

M. LOPOPOLO, dell'Istituto di Tecnologia Aerospaziale, della Scuola di Ingegneria Aerospaziale di Roma, presenta uno studio del metodo degli elementi finiti, trattando la soluzione numerica del problema della conduzione del calore.

1. IL PROBLEMA MATEMATICO E LE CONDIZIONI AL CONTORNO

Per esemplificare il metodo delle differenze finite è stata presa in considerazione l'equazione di Poisson per sistemi stazionari nei quali c'è generazione di calore interno q e la conducibilità termica k del sistema è costante.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{q}{k} = 0 \quad (1)$$

Naturalmente questa equazione dovrà soddisfare le condizioni al contorno imposte dal particolare problema che si prende in considerazione; queste possono essere sia temperature assegnate, sia può esserci uno scambio di calore con l'esterno. Risolvere l'equazione di Poisson si può dimostrare che è equivalente, matematicamente, a minimizzare il funzionale:

$$F(T) = \iint_{\Omega} \left[\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right\} - \frac{q}{k} T \right] d\Omega + \int_S \frac{h}{2} T^2 dS - \int_S h T_e dS \quad (2)$$

dove il primo integrale è esteso all'intero dominio Ω , sul quale si vuole ricavare la soluzione e i rimanenti integrali, lineari, sono estesi al contorno S del sistema. h è il coefficiente di scambio termico tra il contorno del solido e l'esterno, T_e la temperatura esterna.

2. IL METODO DEGLI ELEMENTI FINITI

Il metodo degli elementi finiti richiede, innanzitutto la decomposizione del dominio Ω , in arbitrari elementi di area (nel presente caso triangoli, v. fig. 1).

All'interno di ciascun triangolo la temperatura è definita come una combinazione lineare dei valori nodali della temperatura con coefficienti detti modi unitari, e che prendono il loro nome dal fatto che valgono 1 nel proprio nodo e 0 negli altri.

$$T = N_i T_i + N_j T_j + N_m T_m \quad (3)$$

$$N_h = a_h + b_h x + c_h y \quad h = i, j, m \quad (4)$$

Il funzionale $F(T)$ è poi derivato rispetto a ciascuno di tali valori nodali:

$$\frac{\partial F(T)}{\partial T_i} = \iint_{\Omega} \left\{ \frac{\partial T}{\partial x} \left[\frac{\partial}{\partial T_i} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial T}{\partial y} \left[\frac{\partial}{\partial T_i} \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right) \right] - \frac{q}{k} \frac{\partial T}{\partial T_i} \right\} d\Omega \quad (5)$$

Dalla (3) ricaviamo inoltre:

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial N_i}{\partial x} T_i + \frac{\partial N_j}{\partial x} T_j + \frac{\partial N_m}{\partial x} T_m$$

$$\frac{\partial}{\partial T_i} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) = \frac{\partial N_i}{\partial x} \quad \frac{\partial T}{\partial T_i} = N_i$$

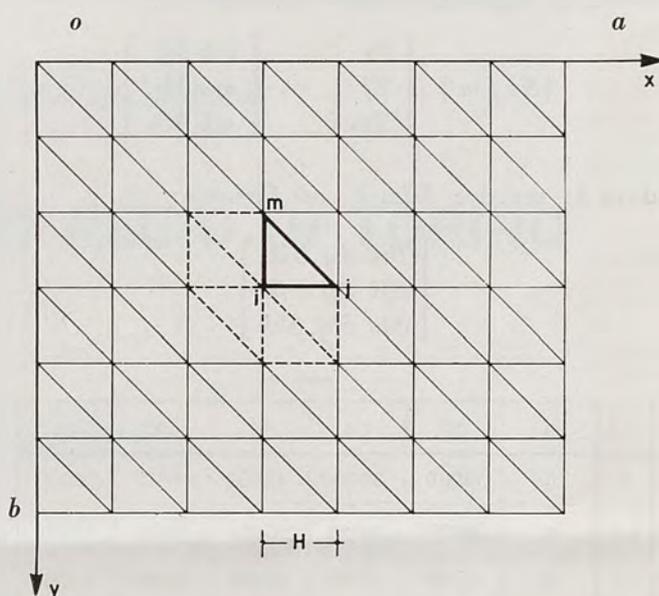


Fig. 1

Sostituendo queste espressioni nel funzionale da minimizzare otteniamo l'espressione:

$$\frac{\partial F(T)}{\partial T_i} = \sum_k T_k S_{ik} - \frac{q}{k} M_i$$

$$\text{con } S_{ik} = \iint_{\Omega} \left(\frac{\partial N_i}{\partial x} \cdot \frac{\partial N_k}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \cdot \frac{\partial N_k}{\partial y} \right) d\Omega \quad k = i, j, m$$

$$M_i = \iint_{\Omega} N_i d\Omega \quad (6)$$

Dalla (3) ricaviamo:

$$\frac{\partial N_k}{\partial x} = b_k \quad \frac{\partial N_k}{\partial y} = c_k$$

per cui si ottiene:

$$S_{ik} = (b_i b_k + c_i c_k) \cdot \Delta \quad (\Delta = \text{Area dell'elemento } \Omega)$$

e inoltre:

$$M_i = \frac{\Delta}{3}$$

con

$$a_i = (x_j x_m - x_m y_j) \cdot \frac{1}{2\Delta}$$

$$b_i = (y_j - y_m) \cdot \frac{1}{2\Delta}$$

$$c_i = (x_j - x_m) \cdot \frac{1}{2\Delta}$$

e similmente per gli altri nodi j, m per notazione antioraria degli indici.

Eseguendo la derivazione, come già delineato, e considerando q/k costante in ciascun elemento, si arriva al seguente sistema lineare:

$$[S_{ijm}] \begin{bmatrix} T_i \\ T_j \\ T_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q/k M_i \\ q/k M_j \\ q/k M_k \end{bmatrix}$$

dove la matrice S_{ijm} è così formata:

$$\begin{bmatrix} S_{ii} & S_{ij} & S_{ik} \\ S_{ji} & S_{jj} & S_{jk} \\ S_{ki} & S_{kj} & S_{kk} \end{bmatrix}$$

$\begin{matrix} x \\ y \end{matrix}$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0	0	.18000	.32000	.42000	.48000	.50000
0.2	0	.16177	.30126	.40667	.47197	.49407
0.4	0	.16798	.31743	.43386	.50749	.53266
0.6	0	.19353	.36740	.50454	.59211	.62220
0.8	0	.23923	.45481	.62561	.73510	.77280
1.0	0	.30902	.58779	.80902	.95106	1.0000

Fig. 2 - Soluzione numerica - $H = 0.2$

Il sistema ottenuto considerando un solo elemento triangolare si può generalizzare, nel caso di più elementi tra loro connessi, considerando che il funzionale deve essere derivato rispetto a tutte le temperature nodali incognite della decomposizione, cioè, considerando il generico nodo i , l'equazione del sistema lineare per quel nodo si ottiene come somma delle equazioni che si sono ottenute minimizzando il funzionale rispetto al nodo i in tutti gli elementi triangolari in cui il nodo compare.

Gli elementi che concorrono a formare una singola equazione del sistema vengono messi in rilievo in figura 1 dall'elemento in neretto e dagli elementi adiacenti tratteggiati, per tutti gli altri nodi i

coefficienti di quella riga della matrice S_{ijm} sono zero.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, nel caso di temperature assegnate non si pongono particolari problemi in quanto basterà porre nelle equazioni di sistema lineare, relative ai nodi con temperatura assegnata, 1 come coefficiente di quel nodo e zero a tutti gli altri, mentre la temperatura assegnata viene posta nel rispettivo termine noto.

$\begin{matrix} x \\ y \end{matrix}$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0	0	.18000	.32000	.42000	.48000	.50000
0.2	0	.16289	.30244	.40781	.47311	.49521
0.4	0	.16911	.31906	.43569	.50941	.53461
0.6	0	.19449	.36899	.50649	.59425	.62439
0.8	0	.23986	.45591	.62703	.73669	.77444
1.0	0	.30902	.58779	.80902	.95106	1.0000

Fig. 3 - Soluzione analitica nel caso omogeneo

Nel caso di scambio di colore con l'esterno bisognerà prendere in considerazione anche i due integrali lineari nel funzionale da minimizzare.

CONCLUSIONI

Per quanto riguarda il sistema lineare da risolvere si ha che in ogni equazione, qualunque sia il numero di nodi considerato, i coefficienti diversi da zero sono al massimo sette e che gli elementi della diagonale principale sono preponderanti rispetto agli elementi non diagonali, ed è quindi ottimamente risolvibile con l'elaboratore sia con il metodo tradizionale di inversione di matrice sia con i nuovi metodi applicati a matrici con molti elementi nulli.

Nelle figure 2 e 3 sono riportati alcuni risultati ottenuti considerando temperature assegnate al contorno, nulle lungo l'asse y sia per $x = 0$ sia per $x = a$, mentre lungo l'asse x per $y = 0$,

$$T = x \left(1 - \frac{a}{x} \right) \text{ e per } y = b \quad T = \text{sen} \left(\frac{\pi x}{b} \right).$$

Nelle figure sono riportate solo metà delle temperature essendo queste simmetriche, il passo usato è abbastanza grande per mettere in evidenza la buona approssimazione ottenibile con questo metodo.

Mauro Lopopolo

BIBLIOGRAFIA

- [1] ZIENKIEWICZ, *The Finite Element Method in Engineering Sciences*, Mc Graw-Hill, London, 1971.
- [2] COLLATZ, *The Numerical Treatment of Differential Equations*, Springer, Berlin 1960.

Direttore responsabile: **GUIDO BONICELLI**

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

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO