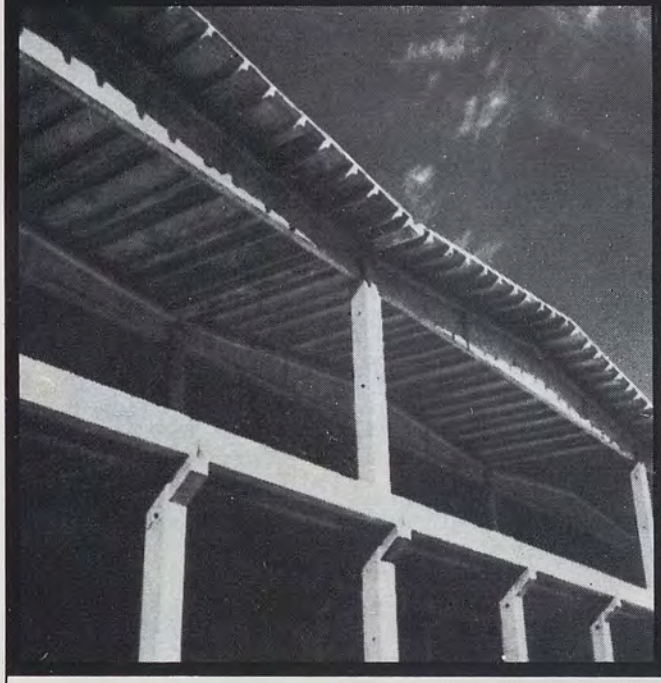
Prefabbricare.
Tradurre in economia lo spazio e il tempo.



Unire la conoscenza della realtà e i suoi problemi operativi con la capacità di produrre soluzioni idonee al progettista e al costruttore.
La prefabbricazione può essere considerata la sintesi di questi due punti.

La ING. PRUNOTTO S.p.A. realizza e progetta tutto questo,traducendo in realtà pratica e razionale la scelta delle tecnologie più adatte alle esigenze del momento determinate fondamentalmente dall'esperienza.
Ed è sempre l'esperienza, solitamente, la dote che mette in grado un'impresa di fronteggiare rapidamente ed efficacemente i problemi più difficili ed imprevisti.

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

PREFABBRICATI PRECOMPRESSI VIBRATI IN C.A.
ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

IMPRESA COSTRUZIONI
ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

CANDELA

TIBAS

SISTEMI DI GRIGLIATI
ATTREZZATI ARIA/LUCE
CASSONETTI COORDINATI
LUCE/INFORMAZIONE

50126 Firenze
via Cimitero del Pino 12
telefono (055) 686726

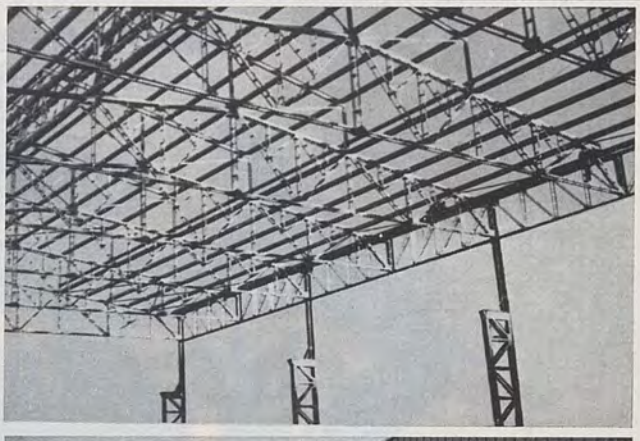
PRINCIPALI REALIZZAZIONI IN PIEMONTE - Opera Universitaria dell'Università di Torino - Centro Polifunzionale - Centro Ricerche Fiat - Sala Prototipi Lancia Svat - Banco di Roma - American Club - Silhouette Athletic Club (Torino) - Istituto Bancario San Paolo di Torino (Avigliana, Cuneo, Aosta 1 e 2).

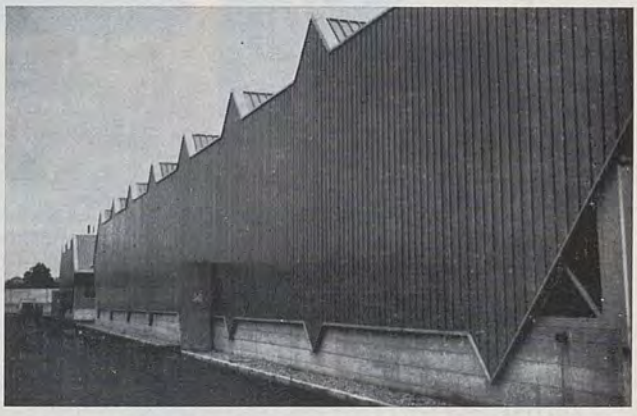
EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

CARPENTERIA METALLICA





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

NERIO SCHIAVINA

ISOLANTI TERMOACUSTICI

Ufficio Tecnico
per l'isolamento edilizia e industria.

Isolamento Polistirolo intonaco
sistema **"ALPEFIX".**

Lana di roccia basaltica:
in materassini, pannelli rigidi,
in fiocchi ed in coppelle.

Poliuretano espanso a cellule chiuse e aperte.

Corso Matteotti, 53 - 10121 TORINO - Tel. 545150/543527/547811
Telex 220098

dal 1938

asfalt - c. c. p. S. p. A.

- COPERTURE IMPERMEABILI
- ASFALTI COMUNI E A FREDDO
- ASFALTI COLORATI
- COSTRUZIONE E PAVIMENTAZIONI: STRADE - CAMPI SPORTIVI MARCIAPIEDI E CORTILI
- FORNITURA DI PRODOTTI BITUMINOSI

10154 TORINO - STRADA DI SETTIMO 6 - TEL. (011) 20.11.00 - 20.10.86

CANALI DI GRONDA IN P. V. C.
LATTONERIA IN PLASTICA
RECINZIONI IN P. V. C.

GROND PLAST

CASELLE (To) Via Nazario Sauro 12 - Tel. 011/992898

PER SAPERNE DI PIÙ SUL VETRO

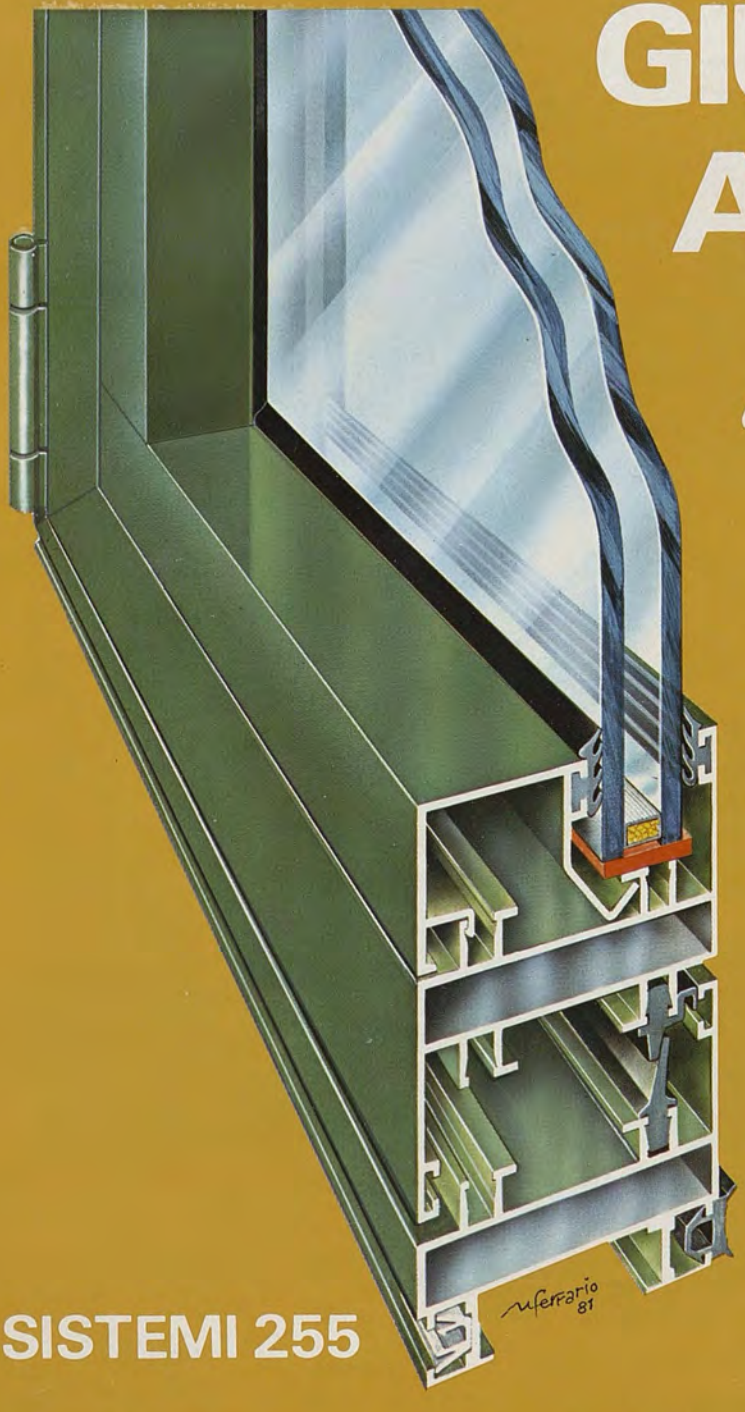
PICCO & MARTINI

CRISTALLI BIANCHI E COLORATI PER EDILIZIA
CRISTALLI ANTIPROIETTILE E ANTISFONDAMENTO
VETRATE ISOLANTI A CAMERA D'ARIA
CRISTALLI RIFLETTENTI ANTISOLARI
PORTE IN CRISTALLO TEMPERATO
SPECCHI PER ARREDAMENTO
CRISTALLI ANTIFUOCO

10152 TORINO - VIA PESARO 50 - TEL. 85.05.53 - 85.17.32 (011)

PER UNA PERFETTA TENUTA DELL'ACQUA E DELL'ARIA

PER RISPETTARE LEGGE 373 SCEGLIETE



SISTEMI 255

GIUNTO APERTO ALPI-IA®

Questo sistema, che adotta la collaudata tecnica del **"giunto aperto"**, diffusa nelle serie per serramenti di elevate prestazioni, si distingue per l'impiego di due guarnizioni interne in posizione arretrata.
In tal modo l'aria, penetrando in pressione dinamica nella camera e trasformandosi qui in pressione statica grazie all'elevato volume della camera stessa, comprime fra loro le guarnizioni, aumentandone notevolmente l'adesione. In questo processo l'acqua trasportata dall'aria precipita e fuoriesce da appositi fori di scarico.

SERIE PIANA SIA ALL'INTERNO CHE ALL'ESTERNO DELL'INFISSO A PROFILI SIMMETRICI.

ABBIAMO ELIMINATO IL RUMORE METALLICO CON LE GUARNIZIONI DEL GIUNTO APERTO, CHE OPERANO DA AMMORTIZZATORI DI BATTUTA.

FEFRESIA®
VIA SOSPELLO, 199 - 10147 TORINO

CONCESSIONARIO SISTEMA ALPI-IA®

FRESIA® alluminio s.r.l.

VIA SOSPELLO, 199 - 10147 TORINO - 297.107 · 299.895

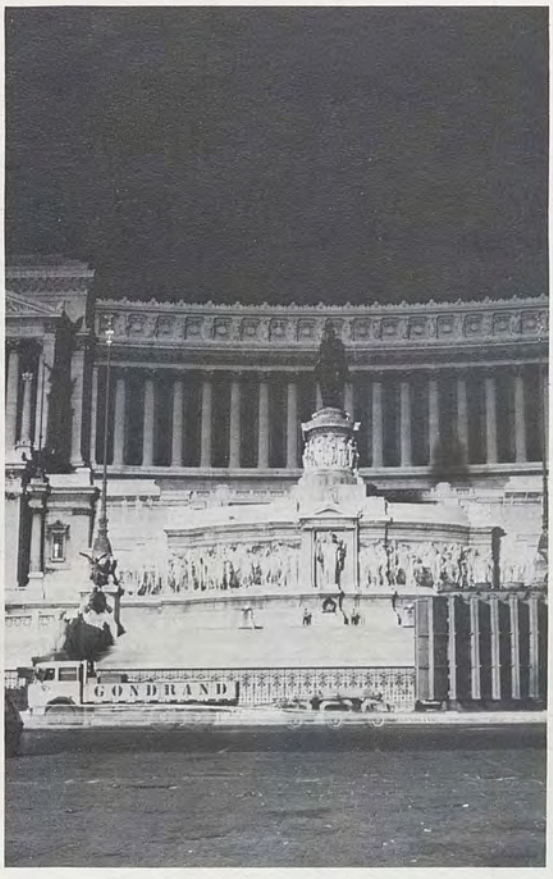
Rollita

l'avvolgibile in alluminio resistente, robusto, leggero, scorrevole ed inalterabile nel tempo grazie al perfetto assemblaggio di profili in alluminio disponibili in ben cinque tipi di cui tre normali e due speciali "imbottiti" extrarigidi con proprietà fonoassorbenti e termofiltranti per la chiusura di luci anche oltre i tre metri di larghezza, senza la minima deformazione.

È UNA ESCLUSIVITÀ FRESIA®

Se siete interessati alle tapparelle in alluminio Rollita richiedeteci il catalogo particolareggiato

REALIZZAZIONE e STAMPA AGP TORINO



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

Gondrand, naturalmente.

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

GONDRAND

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

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

copri con Onduline®
scopri che risparmi

IN VENDITA NEI PRINCIPALI MAGAZZINI

Onduline ITALIA SPA

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

1 . 1982

SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

10

ATTI E RASSEGNA TECNICA

Anno 115

XXXVI - 2

NUOVA SERIE

FEBBRAIO 1982

SOMMARIO:

RASSEGNA TECNICA

P. E. SEIRA - *Carlo Mollino: Progetti/Scritti* con introduzione di G. VARALDO — B. BIANCO - *Cartografia storica tra storia e urbanistica* — G. BALDINI - *Analisi di impianti per il recupero di energia naturale mediante compressione idraulica di aria* — G. BALDINI - *Analisi di casi di applicazione del sollevamento di acqua con aria* — F. PENNELLA, V. ALVARES, I. SIGNORETTI - *Riciclaggio di conglomerati bituminosi provenienti da vecchie pavimentazioni stradali ammalorate*.

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

SILEC
SETTORE ECOLOGIA

agente generale per l'Italia
del procedimento :
AERO·SURF
BIO·SURF
SURFACT
dell'Autotrol Corporation

il piú moderno sistema
di trattamento biologico
dei liquami domestici
ed industriali.

Riduce
il consumo
di energia del 80%
Abbassa
i costi di manutenzione
Applicabile
senza limitazione
di portata.

la SILEC s.p.a.
progetta,
realizza,
gestisce
impianti secondari
e terziari
per la depurazione
di acque reflue.

SILEC s.p.a. Via P. Clotilde,1 10144 Torino
Tel. 4730073·4·5 — Telex 220595 SILEC

per fare tutto ciò che vi salta in testa

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

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

FE FRESIA®

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

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

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

- ☐ Finestre e controfinestre
- ☐ Anta ribanta
- ☐ Verande
- ☐ Tapparelle in alluminio anodizzato afone - atermiche
- ☐ Balconi
- ☐ Scorrevoli
- ☐ Bilici
- ☐ Pareti mobili
- ☐ Portoncini

Il mio numero telefonico è_____

Cognome_____

Nome_____

Via_____ N._____

CAP._____ CITTÀ_____

PROFILI FRESIA®

Profilati in alluminio anodizzato

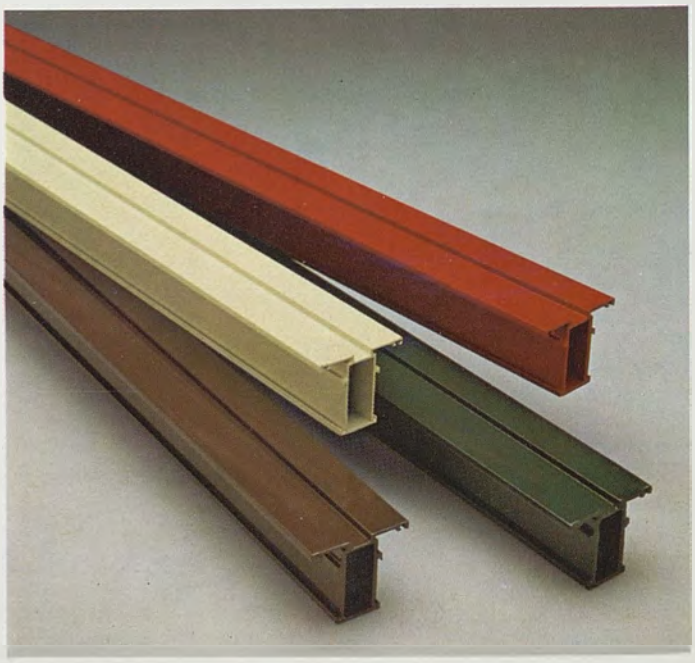
VIA SOSPELLO, 199 - 10147 TORINO - 297.107 · 299.895

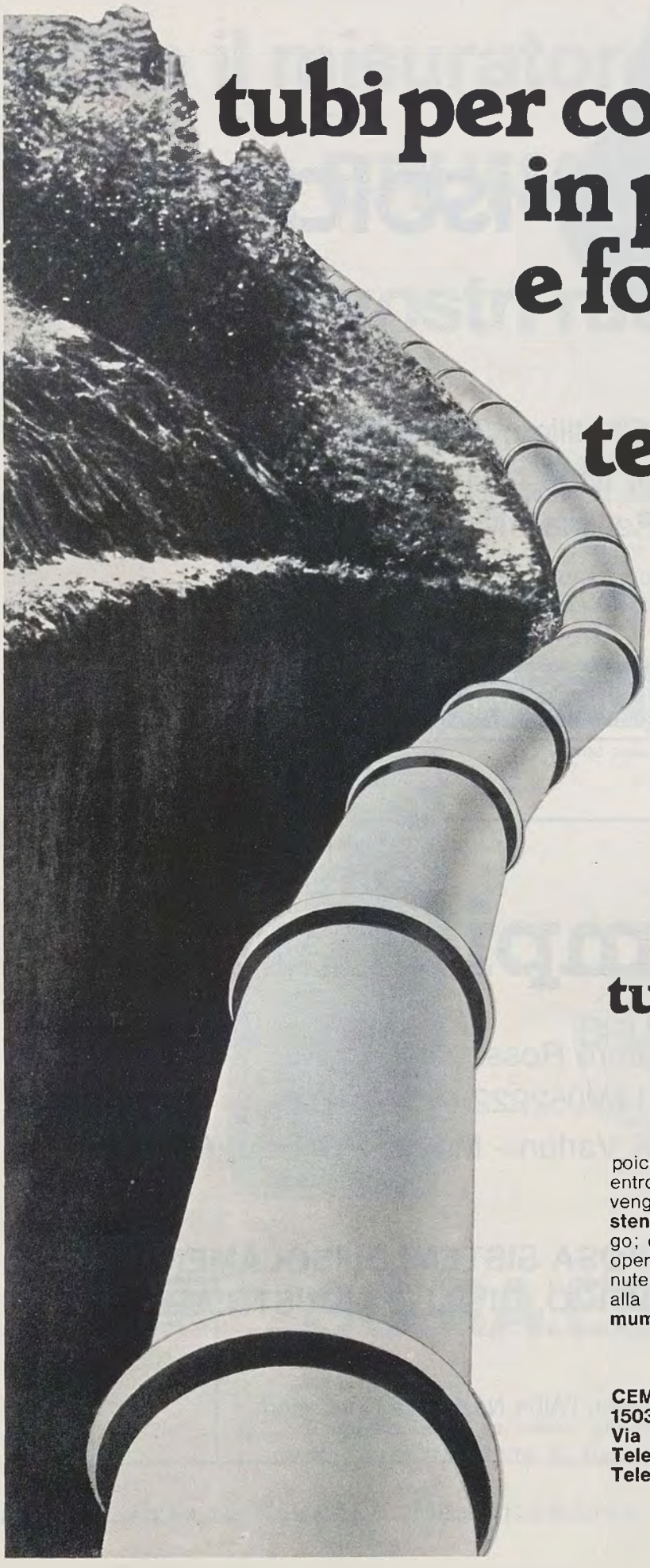
Specializzato in

BALCONI e RINGHIERE

NOVITA' ASSOLUTA

Profilati in alluminio per serramenti verniciati a piu' colori





tubi per condutture in pressione e fognature: tecnologia FIBRONIT

tutte le soluzioni per condutture in pressione

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

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

rekord·torino

isolanti s.p.a.

Via Chatillon, 36 - Torino
Tel. 011/2052222 (4 linee r.a.) - Telex 220227 ITETOI
Deposito: V. Reisina - Mappano - Leinì (TO)

FORNITURE ISOLANTI TERMOACUSTICI

ISOVER®
SAINT-GOBAIN

---

iteimpianti srl

Via Lauro Rossi, 34 - Torino
Tel. 011/2052222 (4 linee r.a.)
Officina: V. F.lli Varian - Mappano - Leinì (TO)

FORNITURA E POSA SISTEMI DI ISOLAMENTO TERMOACUSTICO, CIVILI E INDUSTRIALI

Iscritta presso l'Albo Nazionale Costruttori

Ecco il misuratore di calore BRUNATA per i vostri radiatori

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

EUROPA
BRUNATA
ORGANISATION

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

Rappresentante esclusivo per l'Italia
20129 MILANO VIA P. CALVI 20 TEL. 5466044 - 5466637

CRISTAL ART di G. DONNA & C. sas

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

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

Saint Gobain
POSATORE AUTORIZZATO

da sempre è

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

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE . ANNO XXXVI . NUMERO 2 . FEBBRAIO 1982

SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

P. E. Seira - *Carlo Mollino: Progetti/Scritti* con introduzione di G. Varaldo ..... pag. 53

B. Bianco - *Cartografia storica tra storia e urbanistica* » 67

G. Baldini - *Analisi di impianti per il recupero di energia naturale mediante compressione idraulica di aria* .. » 89

G. Baldini - *Analisi di casi di applicazione del sollevamento di acqua con aria* ..... » 95

F. Pennella, V. Alvares, I. Signoretti - *Riciclaggio di conglomerati bituminosi provenienti da vecchie pavimentazioni stradali ammalorate* ..... » 101

Direttore: Mario Federico Roggero.

Vice Direttore: Roberto Gabetti.

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

Redattore capo: Elena Tamagno.

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

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

ISSN 0004-7287

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

BILANCIO 1981

Totale provviste	7137 Miliardi
Raccolta clienti	6286 Miliardi
Totale attivo	8838 Miliardi
Impieghi economici e finanziari	6903 Miliardi
Fondi patrimoniali	406 Miliardi
Utile netto	9061 Milioni
di cui a Beneficenza	4070 Milioni

CRT

CASSA DI RISPARMIO DI TORINO

LA BANCA CHE CRESCE PER VOI.

GBM ITALIA

RASSEGNA TECNICA

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

CARLO MOLLINO PROGETTI/SCRITTI

Nelle pagine che seguono PIER ENRICO SEIRA (*) presenta i risultati di un lavoro archivistico e bibliografico che costituisce lo sviluppo e l'approfondimento della ricerca che egli aveva pubblicato con il titolo Ipotesi su Carlo Mollino *in "Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino", n. 9-10 settembre-ottobre 1977. Esso è stato possibile anche per la conoscenza più diretta dei documenti raggiunta attraverso la collaborazione, alla quale Giovanni Brino aveva interessato Seira ad avvenuta pubblicazione di "Ipotesi...", prestata nell'ordinamento dell'archivio Mollino acquisito, nel 1973 dopo la morte dell'architetto, dalla Biblioteca centrale della Facoltà di Architettura di Torino nella quale Mollino aveva professato l'insegnamento, prima di "Decorazione" poi di "Composizione architettonica", nel corso di circa venticinque anni.*

Di alcuni limiti di quel suo primo lavoro, accettati consapevolmente fin dall'inizio per ragioni più che plausibili, non tali però da infirmarne la dignità, avevo fatto cenno nella presentazione di esso, pensato e redatto d'altronde in termini di "note epistolari" con atteggiamento di disinvoltura e modestia tali da escludere ogni pretesa di risultati definitivi. Al superamento di alcuni di essi l'autore ha lavorato in questi anni con assiduità e metodo; e le sue note ora date alle stampe si presentano con tutte le prerogative di uno studio controllato e sistematico; in specie, questo scritto costituisce la ripresa dell'ultima pagina di "Ipotesi..." nella quale erano stati riportati primi "Appunti per una scheda biobibliografica".

Si tratta in primo luogo della raccolta, in ordine cronologico, dei dati relativi ai documenti dell'attività di Mollino, in particolare quella progettistica e pubblicistica quasi sempre legata a temi di architettura, distinti in due sezioni: la prima per i progetti, i brevetti, ecc.; la seconda per gli scritti, le conferenze, ecc. Tutti elementi fondamentali di un eventuale futuro regesto; o, se si preferisce, una sorta di regesto provvisorio limitato però ai soli documenti del suo lavoro, privo ancora di ampi riferimenti alle altre vicende contestuali della sua vita.

Si tratta in secondo luogo della raccolta degli scritti di Altri riguardanti Carlo Mollino e la sua opera, contenuti in una terza sezione comprendente a sua volta due parti.

Nella prima sono segnalati i libri e le opere di consultazione generale; non sempre il riferimento a Carlo Mollino che si ritrova in singoli titoli ivi citati è tuttavia semplicemente una citazione della sua personalopera: nel caso di "Discescismo" di L. Gasperl, p. es., le fotografie e i disegni di Mollino, e la nota bibliografica su Gasperl da lui redatta in calce al volume, sembrano presentarsi con caratteristiche di qualcosa di più che una semplice citazione; cosicché sarebbe stato forse più pertinente riportare l'indicazione nella sezione precedente riservata a suoi scritti. In questa parte colpisce la scarsità di presenza delle fonti classiche della cosiddetta architettura moderna: con riferimento alle sedici fonti considerate in G. Varaldo, G. Bellezza, L. Sasso, "Architettura moderna; una cronologia - repertorio di immagini" (Bottega d'Erasmo, Torino 1980-81) le sole fonti che vi compaiono sono la "Enciclopedia dell'architettura moderna" (Garzanti, Milano 1967; si noti in proposito che il "Dictionnaire de l'architecture moderne", Hazan, Paris 1964, costituisce l'edizione francese, precedente di qualche anno, della stessa enciclopedia Garzanti) e il "Dizionario enciclopedico di architettura e urbanistica" (Istituto Editoriale Romano, Roma 1968-69); in particolare sorprende il fatto che le storie di Zevi e di Benevolo — per non citare che due riferimenti tra i più scontati in proposito — non riportino neppure nell'indice un esponente "Mollino".

Nella seconda parte sono segnalati invece i periodici: citati, codesti, in ordine rigorosamente alfabetico con l'indicazione successiva, in ordine cronologico per ogni testata, degli scritti relativi a ciascuna; ma ciò ha comportato qualche inconveniente, come nel caso di "Casa bella (La)", "Casabella", "Casabella-Continuità", "Costruzioni-Casabella", che in realtà non sono titoli di periodici diversi ma titoli leggermente differenziati che caratterizzano epoche successive della storia di un unico grande periodico italiano. L'opportunità di fornire a gruppi separati le segnalazioni relative a ogni

(*) Architetto; insegnante di Disegno Tecnico negli Istituti Tecnici; già laureato incaricato di esercitazioni nella Facoltà di Architettura di Torino.

differente testata ha limitato d'altronde la possibilità di inquadrare a sufficienza in un disegno unitario complessivo i segni rivelatori del succedersi dei diversi momenti di favore critico per l'architetto, dell'alternarsi cioè nel tempo dell'interesse per Mollino nei diversi organi di informazione; si avverte però a prima vista quanto, nettamente più di altre, sia stata importante per la conoscenza di Mollino l'ospitalità offertagli dalla rivista "Domus".

Nell'insieme, ci troviamo di fronte ad un elaborato che offre materiali abbondanti per ricerche, di accertamento dei fatti (e delle loro ragioni) e di formulazione di giudizi, sul personaggio e sulla sua opera, più puntualmente correlati ai diversi contesti nei quali egli ha successivamente operato. A tal fine non sembra fuori luogo sottolineare l'opportunità dell'ordine cronologico seguito, per principio generale, nella citazione dei diversi riferimenti raccolti: segnatamente in vista della esigenza di cogliere insieme, nel suo progressivo manifestarsi, la vicenda dei fatti e quella della coscienza interpretativa di essi; anche se non sempre, nella loro collocazione temporale, i fatti sono chiariti dalla semplice citazione della data; pare strano, p. es., o per lo meno bisognoso di precisazioni sulla relazione tra i due eventi citati, che si parli già nel 1945 di "Concorso per la sistemazione di Piazza S. Carlo - via XX Settembre, Torino" mentre il concorso pubblico, nel quale Mollino in gruppo con Campo/Graffi risultò primo ex-aequo con il gruppo Varaldo/Zuccotti, si celebrò nel '53 e nella cronologia è riportato, appunto in tale data, come "Concorso Istituto Bancario S. Paolo di Torino".

Bisogna d'altronde avvertire il lettore della difficoltà di ricavare immediatamente dalla consultazione delle note di Seira tutte le informazioni a cui esse possono condurre. In particolare la semplice lettura dei titoli citati nella sezione "Libri e opere di consultazione generale" difficilmente fornirà indicazioni illuminanti in merito alla natura dei diversi contributi ivi contenuti.

La documentazione ora presentata è anche assolutamente priva di illustrazioni; essa si presenta quindi come un invito ad approfondire la conoscenza di Mollino al di là dell'immagine (convenzionale o meno) che ce ne siamo fatta.

A considerare attentamente le indicazioni contenute nelle note di Seira, in particolare le indicazioni relative alla avvenuta pubblicazione di progetti, opere, ecc., sembra invero di dover constatare che Mollino abbia ottenuto la (o provveduto alla) pubblicazione di una parte abbastanza ridotta del prodotto del suo lavoro: secondo le note non risulterebbero pubblicati neppure contributi importanti come il progetto di concorso per il palazzo della Regione di Trento e quello, già menzionato, di Piazza S. Carlo, Istituto S. Paolo di Torino; citato peraltro certamente, il secondo, magari solo come fatto di cronaca cittadina, sulla stampa locale.

Occorre quindi accingersi ora ad una nuova avventura, per il recupero di una nuova immagine, più integrale, attraverso una ulteriore consultazione diretta di documenti; per facilitare la quale da parte di molti forse non sarebbero inutili intanto iniziative come una mostra, un catalogo illustrato, ecc., dei documenti già archiviati nella bilioteca della Facoltà.

In questo senso già un rapido sguardo al materiale segnalato nel presente scritto di Seira non può fare a meno di suggerire un nutrito elenco di piste interessanti di riflessione.

Se ne citano alcune:

a) quale fu l'atteggiamento con cui Mollino lavorò (nell'architettura e non; e lavorò veramente molto; tanti scritti, ma soprattutto tanti disegni, moltissimi di sua mano anche nell'avanzata maturità, non si possono produrre senza ore giorni settimane di lavoro) ed esercitò la professione "abituale" accanto a quella "di eccezione"? Brino ha scritto "Architettura a tempo perso, hobby a tempo pieno"; ma, se è vero che Mollino mai volle presentarsi nell'atteggiamento paludato del professionista monovalente sopraffatto dal lavoro, è pur vero che gli incarichi professionali li assolse, i disegni li produsse, i capitolati e i computi metrici li predispose, la direzione lavori la attuò...;

b) quale parte ebbe l'architettura (il disegno più propriamente, la ricerca determinante della forma degli oggetti — anche perciò all'urbanistica si dedicò poco e con contributi abbastanza marginali) nel suo lavoro in genere?; quale parte del suo tempo, del suo animo, del suo interesse egli riservò effettivamente alla fotografia/cinema, allo sci, alla pittura, all'automobile, all'aeronautica (turismo e acrobazia)? quali denominatori comuni si ritrovano nei diversi aspetti del suo pensare e del suo agire?

c) l'evidenza apparente di relazioni tra alcuni incarichi professionali e alcuni aspetti del suo inserimento nella società (gli incarichi a Cervinia — negozio "Casa degli sport", del '37; piano regolatore, del '39 — sembrano semplicemente ricollegabili alla sua partecipazione alla vita del mondo dello sci; gli incarichi in ambienti ecclesiastico/religiosi — apparentemente anche troppo numerosi per una

persona che faceva abitualmente professione quasi di agnostico e indifferente — sembrano ricollegabili alla sua estrazione ideologico-culturale dal Collegio S. Giuseppe in Torino, della quale egli faceva volentieri memoria specialmente con riferimento all'azione di fr. Giocondino) non fornisce una spiegazione troppo superficiale di eventi che forse traggono ragioni più complesse da strutture della sua personalità o dei suoi rapporti con gli ambienti nei quali si è trovato?;
d) la frequenza, tutto sommato superiore alle aspettative di chi ne conobbe i tratti individualistici, di operazioni in collaborazione (con il padre, con Morbelli — ma nel caso della RAI forse più che di collaborazione si dovrebbe parlare di giustapposizione di contributi —, con Campo e Graffi, con Bairati, Bordogna, Pellegrini, Roggero, Cremona, Mastroianni, Alloatti, Vadacchino, Levi-Montalcini, Pifferi, Seghi,..., e l'elenco, e la figura, dei suoi collaboratori quale significato effettivo hanno avuto?

Si ravvisa a questo punto l'interesse per un lavoro ancora da compiere.

In effetti, mentre le presenti note di Seira hanno soddisfatto l'esigenza del completamento degli appunti per una scheda bibliografica, forse essi non hanno ancora dato soddisfazione, se non mediante segnalazione dei dati relativi ad aspetti prevalentemente esteriori della vita di Mollino documentati appunto nell'elenco dei suoi progetti e dei suoi scritti, alla esigenza del completamento degli appunti biografici. Perché biografia non è soltanto elenco arido di quelle date che si possono trovare in un curriculum universitario, e che fanno riferimento all'opera (specialmente professionale) del personaggio in questione; biografia è presentazione dell'uomo e descrizione del rapporto uomo/opera, anche attraverso la considerazione degli eventi, dei contesti, dei compagni, ecc. A titolo di primo riferimento per la definizione di piste di lavoro da affrontare in tal senso si citano pertanto alcuni esempi di impostazione biografica, tratti da lavori di storiografia architettonica: le trattazioni dedicate agli architetti maggiori nel menzionato "Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica", ciascuna svolta attraverso una nota d'insieme che precede un elenco delle opere, un elenco degli scritti, una storia della critica; le selezioni e referenze opera/autore contenute nel documento n. 6 di G. Varaldo (Gruppo di studio diretto da), "Tra storiografia e metodologia — documenti di ricerca sulla progettazione architettonica negli ultimi due secoli", Bottega d'Erasmo, Torino 1974; la "Nota Biografica" inserita da R. Pane, subito dopo il "Regesto", all'inizio del suo libro "Gaudì", Ed. di Comunità, Milano 1964; "La vita descritta dal figlio e allievo" in "Muthesius", Electa Editrice, Milano 1981; R. Nivolo, "Biografia" in M. G. Cerri, D. Biancolini Fea, L. Pittarello (a cura di), "Alfredo D'Andrade - Tutela e restauro", Vallecchi editore, Firenze 1981; gli appunti, cenni e regesti biografici, le vite, ecc. inserite nei diversi lavori dedicati in questi ultimi anni dall'Electa Editrice ai grandi architetti, tra cui in particolare: "Brunelleschi e il suo tempo/appunti per una biografia" in E. Battisti, "Filippo Brunelleschi"; "La vita" e i "Cenni biografici" in A. Bellini, "Benedetto Alfieri"; "I temi della vita" in F. Borsi, "Leon Battista Alberti"; il "Regesto biografico essenziale" in L. Puppi, "Andrea Palladio".

Anche perciò è maturo in alcuni il desiderio di cominciare a raccogliere un epistolario (con note sugli interlocutori, sugli eventi, sulle cose), come nuovo documento originale per lo studio di Mollino e del suo tempo. Qualche primo modestissimo elemento è già disponibile; qualche altro potrebbe essere reso tale dalla gentilezza di amici collaboratori clienti, ecc.; sembra opportuno pertanto concludere questa presentazione con l'invito a tutti coloro che hanno avuto rapporti con Mollino (il pensiero corre spontaneamente a Mario Federico Roggero e a Guido Barba Navaretti rispettivamente presidente e vice presidente attuali della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino; e poi a Salvestrini, a Graffi, ecc.) a voler dare il loro personale contributo all'arricchimento dell'archivio Mollino nella Biblioteca della Facoltà di Architettura mediante invio di copia delle lettere che loro sembrassero significative e passabili fin d'ora di una certa (pur discreta e ristretta) pubblicazione al direttore della biblioteca (Roberto Gabetti, che è anche vice direttore del periodico che ospita questo scritto) o allo scrivente o a Pier Enrico Seira.

Giuseppe Varaldo (**)

(**) Architetto; ordinario di Composizione architettonica e direttore dell'Istituto di Metodologia dell'Architettura e Progettazione nella Facoltà di Architettura di Torino.

La ricerca bibliografica sulle opere di Carlo Mollino inizia nel febbraio 1976 per la pubblicazione di *Ipotesi su Carlo Mollino*(1), continua quando l'archivio di Mollino padre e figlio viene trasferito presso la Biblioteca della Facoltà di Architettura di Torino, il che comporta il riordinamento e la catalogazione dell'archivio stesso: operazione condotta sotto la direzione del prof. Giovanni Brino.

La consistenza dell'archivio è stata illustrata nell'*Architettura a tempo perso. Hobby a tempo pieno*(2); una bibliografia, relativa alle opere principali, è stata pubblicata per il catalogo della mostra *28/78 Architettura-Cinquant'anni di architettura italiana dal 1928 al 1978*(3).

La presente ricerca bibliografica comprende: *progetti e realizzazioni di Carlo Mollino; saggi e articoli scritti da Carlo Mollino; bibliografia generale relativa all'opera di Carlo Mollino.*

La prima sezione contiene l'elenco degli elaborati tratti dai disegni d'archivio: inizia con le esercitazioni scolastiche di Carlo Mollino del 1928 e si conclude con l'anno della sua morte; la seconda l'elenco dei saggi e degli articoli tratti dalle sue pubblicazioni, dalle sue monografie, dai suoi testi registrati. Questi due elenchi illustrano la ricerca di Carlo Mollino nel corso della sua vita e documentano come egli abbia inciso, con le sue proposte, al lavoro critico e progettuale in ambito architettonico e non soltanto in questo. Il materiale è ordinato cronologicamente, anche per consentire i necessari richiami in uno studio comparato di storia dell'architettura moderna.

L'ultima sezione comprende le citazioni e gli articoli delle pubblicazioni che trattano dell'operare di Carlo Mollino; costituisce una rassegna di quella sua fortuna critica iniziata nel 1931, anno di laurea, e durata fino al 1980, anno di redazione del presente aritcolo. Per le notizie desunte da libri ed opere di consultazione generale, il riferimento bibliografico segue il sistema autore-data(4) che permette di mantenere l'ordine cronologico delle citazioni. Per le notizie desunte da articoli di riviste o di periodici, ho elencato gli articoli in ordine cronologico, mentre ho elencato le riviste ed i giornali che li contengono in ordine alfabetico, al fine di agevolarne il reperimento.

Frontespizi dei sei capitoli del volume *Architettura, Arte e Tecnica,* (ogni pagina è illustrata nel margine da numerosi schizzi, simili a quelli qui riprodotti).

(1) Seira Pier-Enrico, *Ipotesi su Carlo Mollino* (con presentazione di G. Varaldo), "Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino", n. 9/10, settembre/ottobre, 1977, p 151-188

(2) Brino Giovanni, *Architettura a tempo perso. Hobby a tempo pieno,* "Modo", n. 4, novembre, p 43-52

(3) *28/78 Architettura-cinquanta anni di architettura italiana dal 1928 al 1978* (catalogo della mostra organizzata dalla rivista "Domus" con il Comune di Milano) Milano, editoriale Domus, p 125-127

(4) Eco Umberto, *Come si fa una tesi di laurea,* Milano, Bompiani, 1977, p 188-194

Elenco dei progetti e delle realizzazioni di Carlo Mollino

Le opere segnate con un asterisco (*) e in *corsivo* sono state realizzate e pubblicate; le opere segnate con un asterisco (*) sono state realizzate; le opere in *corsivo* sono state solamente pubblicate; delle restanti esistono i disegni in archivio.

1928
Apparecchi radio Magnadyne (studi)

1930
Esercitazioni scolastiche varie (mercato coperto, casa comunale, tempio crematorio, villa al mare, persiana scorrevole)
Rilievi di architetture rurali valdostane

1931
Edificio per negozi e uffici (Tesi di laurea)

1931/36
Collaborazione a opere pubbliche e private con il padre ing. Eugenio. Si annoverano:
Ospedale San Giovanni (padiglione), Torino *
Chiesa dell'Ospedale S. Luigi, Torino *
Asilo, Venaria Reale *
Foresteria e asilo delle suore, Borgaro *
Casa di abitazione Gualco, Torino *
Ricostruzione del Teatro Alfieri, Torino *
Stabilimento industriale della Televel, applicazioni aeronautiche, Torino *
Sede della Casa delle Missioni di S. Vincenzo in Val Salice, Torino *
Casa di abitazione Quaglino, Torino *
Casa di abitazione in Piazza Barcellona, Torino *
Isolato "S. Pietro" in via Roma, Torino *

1932
Concorso per aziende agricole in alta montagna (con A. Morbelli)

1933
Biblioteca per grande città (Rio de Janeiro?)
"Case in legno" per "Casabella"
Sede della Federazione Agricoltori, Cuneo (con V. Baudi di Selve) *

1934
Chiesa, Passignano sul Trasimeno
Concorso per la Casa del Fascio, Voghera (con E. Mollino) *

1935
Stand "L'ora della merenda", Torino (con I. Cremona) *

1937
Sede della Società Ippica Torinese, Torino *
Negozio "Casa degli Sport", Cervinia *
Arredo Casa D'Errico, Torino *

1938
Arredo Casa Miller, Torino *
Allestimento Mostra dell'autarchia, Torino *

1939
Arredo Casa Devalle, Torino *
Mobili per ufficio Ghelia, Torino *
Lampadari per la chiesa delle Molinette, Torino *
Piano Regolatore di Cervinia (con C. Celeghin)
Casa in Via Alpi, Torino *

1940
Cappella a Plan Maison, Cervinia
Casa Malaga
Cappella a Plateau Rosa, Cervinia
Casa da pigione (studio)
Arredo alloggio Albano, Torino *
"Casa dell'ultimo dei Moicani"
Arredo alloggio Fazzari, Torino *
Tavolo "Cremona", Torino *
Padiglione estivo Foglia (con E. Pifferi e C. Celeghin)
Albergo in montagna (con C. Celeghin)

1941
Arredo Casa E. Caretta, Torino *
Arredo negozio "l'Elettrica", Torino *
Piano urbanistico di Moncalieri (con D. Quaglia)
Arredo Casa Rivelli, Torino *
Mobile-radio Deaglio, Torino *
Fattoria Donnini-Lora, Rivarolo Mantovano
Studi per giunti a chiusura rapida *
Sistemazione e arredamento del Collegio S. Giuseppe, Torino *

1942
Tomba Mastrojanni *
Tomba Tocci *
Allestimento della mostra dello scultore U. Mastrojanni, Torino *
Villa Damonte, Capri

1943
Casa collettiva per operai, Aosta *
"Camera e mobili tipo" per "lo Stile"
Progetto "Graffer" per il ricovero di aerei con rampa di lancio e alloggio del personale
Casa Maccari, Cinquale
"Camera da letto in risaia" e *"La casa in collina"* per "Domus"

1944
Arredamento alloggi Albonico, Torino
Marchio valigeria Varda
Arredamento Casa G. Minola, Torino *
Arredamento Casa Rossini, San Remo *
"Casa al mare" per "Domus"
Allogi per piccoli borghesi, Torino
"Casa sull'altura"

1945
Arredamento uffici per la ditta Apelli & C., Torino *
Arredamento alloggio C. Minola, Torino *
Casa di soggiorno estivo alpino per gli impiegati della Banca Anonima di Credito, Clôtes
Casa montana Sartirana
Casa Castello
Arredo negozio Casa Editrice Einaudi, Torino *
Villa, Biella

Scenografie per i film: "Pietro Micca" *; *"Femmes d'éscales";*
"Au lever du soleil" (con C. Levi e I. Cremona, Federcine, Parigi)
Concorso per la sistemazione di Piazza S. Carlo - via XX Settembre, Torino

1946
Monumento al Partigiano, Torino (con U. Mastrojanni) *
Allestimento dello Stand "Mostra delle fibre tessili" *
Stazione della slittovia al Lago Nero, Sauze d'Oulx *
Villa Dusio, Sauze d'Oulx
Capanna mautino, Cesana
Arredo farmacia Damonte, Torino *
Stele funeraria per i "Caduti per la Libertà", Chivasso *
Cappella al Plateau Rosà (II soluzione), Cervinia
Lampada polare Franci, Milano *
Albergo-ristorante Schenone, Sauze d'Oulx

1947
Arredo negozio Pavia & C., Torino *
Arredo libreria "L'Unità", Torino *
Villa Carando, Sauze d'Oulx
"Casa del Sole" Cervinia *
"Villaggio 2600", Cervinia
Mobili per la CADMA, Torino *
Lampada a contrappeso per P. Foà, Torino *
Albergo rifugio "Monte Bianco", Courmayeur
Galleria "La Bussola", Torino
Casa Gastini, Torino
Villa Talamone, Capri
Villa Damonte (II soluzione) Capri
Albergo-rifugio "Capanna Kind", Sauze d'Oulx

1948
Arredo negozio Cavanna, Torino *
Arredo della sede "Assicurazioni Reali", Torino *
Stand per la Meccanica RIMI, Torino Esposizioni *
Mobili per la Galleria "Vigna Nuova", Firenze *
Tavolo Damonte, Torino *
Albergo "Passero Pellegrino", Clavière
Mobili per la sede della "Reale Mutua Assicurazioni", Torino
Condominio sulla riviera ligure, Sanremo (con M. F. Roggero)
Casa Caretta, Giaveno

1949
Arredo alloggio Rivetti, Torino *
Arredo alloggio Orengo, Torino *
Casa Drive, Clavière

1950
Villa Rama, Lerici
Mostra Musei USA
Agenzia auto Fedrigoni, Novara *
Arredo tipografia Bona, Torino *
Arredo negozio "Singer", Torino *
Autostazione pullmans "Sicilia"
Progetto di edificio scolastico, Aosta
Scuola invernale-colonia estiva
Edificio ad appartamenti, Aosta *
Progetto per la nuova Facoltà di Architettura, Torino (con F. Campo e c. Graffi)

1951
Concorso Vetroflex-Domus (con G. Luisoni)
Padiglione dell'Asia alla Fiera d'Oltremare, Napoli (con F. Campo e C. Graffi) *
Auditorium RAI, Torino (con A. Morbelli) *
Stazione di arrivo della funivia al Fürggen, Cervinia *
Casa Linot, Bardonecchia
Arredamento per la libreria Lattes, Torino
Casa-albergo per la FISI, Madonna di Campiglio
Albergo, Ivrea
Vano per radio-Orologio (arredo per Licita-Ponti), Milano *
Concorso Galleria d'Arte Moderna, Torino (con F. Campo e C. Graffi)
Concorso per il centro residenziale Saint-Gobain, Pisa (con F. Campo e C. Graffi)
Esternato delle suore di S. Giuseppe, Aosta (con M. F. Roggero)
Casa a due alloggi, Bardonecchia *

1952
Mostra del ritratto romano a Palazzo Madama, Torino (con A. Morbelli) *
Royal Hotel, Courmayeur (con C. Bairati) *
Arredamento Pavia, Cervinia *
Progetto per la ricostruzione del Teatro Balbo, Torino (con E. Pellegrini)
Progetto di casa sulla strada del Gran S. Bernardo, Aosta
Casa sulla collina, Cinzano
Albergo sulla via Aurelia, Sanremo?

1953
Abergo Navillod, Antey St. André
Ristrutturazione e arredamento farmacia Damonte-Boniscontro, Torino *
Casa Cattaneo, Agra *
Condominio per artisti, Torino
Stabilimento Bosio, Castiglione Torinese *
Albergo Stazione, Rizzardi, Aosta
Stand AGIP-Supercortemaggiore, Salone dell'Automobile, Torino *
Concorso Palazzo della Regione, Trento (con F. Campo, C. Graffi)
Concorso Istituto Bancario San Paolo di Torino (con F. Campo, C. Graffi)
Dopolavoro nautico, Torino

1954
Casa "Antico porto saraceno"
Villa Stravinsky
Villa Vienna
Patinoire, Sestriere (con C. Graffi)
Stand Fedecheti, X Triennale, Milano *
Casa "capriata", X Triennale, Milano
Ampliamento dell'Ospedale di Rivoli, Rivoli
Caminetto Barba, Torino *
Arredo bar Strola, Torino *
Carrozzeria Auto Osca 1100 *
Carrozzeria ed interno pullmans "Nube d'argento", AGIPGAS, Roma (con F. Campo, C. Graffi) *
Allestimento stand ENI-SNAM, Fiera Milano (con F. Campo, C. Graffi)
Pensilina per villa Borghi *

1955
Progetto per l'autodromo di Torino
Arredamento bar Soc. Lombarda Petroli, Torino *
Casa Ferreri, Torino
Carrozzeria auto "Bisiluro" (con S. Damonte, C. Nardi) *

1956
Calzaturificio Gatto, Pomezia
Stand SIAU, Milano *
Stand VIS, Milano *
Monumento ai Caduti, Fossano (con F. Alloatti) *
Condominio "Cristallo", Sauze d'Oulx
Arredo Casa Valenzano *
Officina Ricaldone
Cloche aereo "Jodel" *
Colorazione aereo "De Havilland-Heron (Gemini Miles)
Monumento a C. Olivetti, Ivrea
Arredo Provera, Torino *
Arredo Costanzo, Torino *

1957
Mobili per la XI Triennale, Milano *
Tomba Giaccone *
Cappella per l'aeroporto di Caselle, Caselle
Tomba Carosso
Arredo E. Caretta
Arredo Fiorini, Torino
Casa Acquafredda, Novalesa
Sistemazione del rustico di casa Lanzo

1958
Palazzina Aeroclub, Torino
Arredo Banca Cavour, Torino
Quartiere popolare IACP di Corso Sebastopoli, Torino (con C. Bordogna, F. Campo, F. Dolza, C. Graffi, C. Rosani) *
Schema di Bimotore a 4/5 posti (con I. Faraggiana)
Arredo Costanzo, Torino *

1959
Sala da ballo Lutrario, Torino *
Mostra dello Sport-ENAL, Torino *
Sedie per la Facoltà di Architettura di Torino, Torino *
Uffici Scalero, Torino *
Concorso per il Palazzo del Lavoro ad Italia '61, Torino (con C. Bordogna, S. Musmeci)
Decorazione aereo "45 Leone" *
Decorazione aereo "I. DIAN" *

1960
Decorazione aereo "ZLIN 226" *
Decorazione aereo "Morava" *
Arredo alloggio Mollino, Torino *
Concorso per posate da tavolo "Reed & Burton", Londra *
Caminetto Codecà, Torino *
Progetto Casa Gabrielli
Arredo ristorante Pavia, Torino *

1961
Arredo De Sanctis, Torino *
Arredo Deaglio, Torino *
Progetto Villa Serena, Torino

1962
Albergo, Madonna di Campiglio
Arredo Rapetti, Revigliasco
Progetto stabilimento Marzotto, Valdagno
Arredo in via Napione n. 2, Torino *
Casa Aimone Romagnano Sesia
Casa Olivero, La Thuile *
Arredo negozio di fotografia Montanaro, Torino *
Disegno di aereo acrobatico
Arredo tipografia Bona, Torino
Casa montana Monateri, Champoluc
Schema di aereo acrobatico monoposto da 240/250 HP
Caminetto Nardi

1963
Ristrutturazione rascard Garelli, Champoluc *
Casa Castelli, San Maurizio Canavese

1964
Casa Olivero, Torino
Tomba Garelli, Champoluc *
Concorso Palazzo degli Affari e Camera di Commercio, Torino (con A. Galardi, C. Graffi) *
Casa Montanaro, Torino
Piano Regolatore Generale di Sauze d'Oulx, Sauze d'Oulx (con C. Graffi) *
Stele Angelo Mosso *

1965
Progetto per il Teatro Regio di Torino, Torino (con C. Graffi, M. e A. Zavelani-Rossi) *
Concorso per il Teatro Comunale di Cagliari (con C. Graffi, E. Stefani-Garau, M. Vitale)

1966
Scrittoio Minola, Torino *
Casa Pistoia, Torino
Concorso per un centro parrocchiale, Torino (con C. Graffi)
Progetto per la Casa della Scuola Maestri di Sci, Sestrière (con C. Graffi)

1968
Albergo Motter
Casa Vaglio, Pettinengo
Casa Mollino, Liscia di Vacca
Garage Branca, Torino *
Caminetto Bertinetti, Torino *
Caminetto Monateri, Torino *
Progetto per il Santuario dell'Opera Pia Colle Bianco, Torino (con C. Graffi)
Progetto per una Cappella dell'Opera Pia Colle Bianco, Giaveno (con C. Graffi)
Progetto per una residenza collettiva sulla collina, Rivoli (con C. Graffi)

1969
Arredo Camera di Commercio, Torino *

1970
Condominio del Kunstflug-Reüsch, Porrentruy
Arredo Teatro Regio di Torino, Torino (con C. Graffi) *

1972
Casa Mollino, Porrentruy
Sopraelevazione Casa Montanaro, Torino
Tomba Olivero, Bra *
Uffici Monte dei Paschi di Siena, Torino

1973
Uffici ATM, Torino
Concorso Centro Direzionale Fiat, Candiolo
Concorso Club Mediterranée, Sestrière

Saggi e articoli scritti da Carlo Mollino

1933
Vita di Oberon, "Casabella", n. 67, luglio, p. 10-12
Vita di Oberon, II: prodromi mediterranei, "Casabella", n. 68/69, agosto/settembre, p. 44-45
Vita di Oberon, III: lo studio di Oberon, "Casabella", n. 70, ottobre, p. 44-45
Vita di Oberon, IV: il mito, "Casabella", n. 71, novembre, p. 44-45

1934
L'amante del duca, "Il Selvaggio", 15 agosto, 31 ottobre, 31 dicembre

1935
Mille case (con G. Levi-Montalcini, E. Pifferi), "Domus", n. 85, gennaio, p. 3-4
L'amante del duca, "Il Selvaggio", 31 marzo
Film città (con G. Levi-Montalcini, E. Pifferi), "Domus", n. 88, aprile, p. 3
Film città 1935 n. 2 (con G. Levi-Montalcini, E. Pifferi), "Domus", n. 92, agosto, p. 3

1936
Per un'architettura urbanistica (con G. Levi-Montalcini, E. Pifferi), "Domus", n. 101, maggio, p. 1
L'amante del duca, "Il Selvaggio", 15 maggio

1941
Incanto e volontà di Antonelli, "Rassegna Torino", *n. 5, maggio, p. 1-15*

1943
La casa in collina, "Domus" n. 182 febbraio, p. 50-54
Le rose di Grosz, in AA. VV, "26 disegni di Grosz", Torino, Orma
Urbanismo e condizione umana, "lo Stile", n. 31, luglio, p. 9-13;
Proposizioni sui mobili tipo che i costruttori di mobili sono invitati a leggere, ivi, p. 33-37

1945
Completa y veridica historia de Picasso y el cubismo, Torino, Chiantore
Il messaggio della camera oscura, Torino, Chiantore, p. 1-444

1946
36 disegni di George Grosz, "Emporium", n. 104, ottobre, p. 188
Testimonianza della casa, "Tracciati", n. 5, maggio, p. 112-123
Vedere l'architettura, "Agorà", n. 8, agosto, p. 13-19; n. 9/10, settembre/ottobre, p. 19 -25; n. 11, novembre, p. 18-25

1947
A proposito di vedere l'architettura, "Agorà", n. 4, aprile, p. 24
Architettura, arte e tecnica (con F. Vadacchino), Torino, Chiantore, p. 1-118

1948
La stazione della slittovia del Lago Nero, "Movimento-Continuità", n. 2, dicembre

1949
Dalla funzionalità all'utopia nell'ambientazione, "Atti e Rassegna Tecnica", n. 1, gennaio, p. 59-70
Skyt Ikke Pa Pianisten, "Bonytt", n. 9, settembre, p. 162-64
Drøm Og Virkelighet I Vår Tids Hjeminnredning, "Bonytt", n. 10, ottobre, p. 170-73
Utopia e ambientazione, "Domus", n. 237, vol. VI, p. 14-19; n. 238, vol. VIII, p. 20-25
Il linguaggio dell'architettura - Il volto della città, Torino, Chiantore, p. 1-159

1950
Architettura alpine, strutture tipiche, Torino, Chiantore (non pubblicato)
Tutto è permesso sempre salva la fantasia, "Domus", n. 245, aprile, p. 20-27

1951
Introduzione al discesismo, Roma, Mediterranea

1952
Retoriche e poetiche della proporzione, "Domus", n. 269, aprile, p. 33-34
Fedeltà o evasione dalla funzionalità o dalla razionalità, "Atti e Rassegna Tecnica" n. 7, luglio, p. 193-203

1953
Schemi linguistici nell'architettura, "Galleria di arti e di lettere, n. 2, marzo-aprile, p. 13-15; n. 3, maggio-giugno, p. 17-19
La stazione della Funivia del Fürgenn, "Atti e Rassegna Tecnica" n. 3, marzo, p. 89-90
Un libro su E. Mendelsohn (1887-1952), "Atti e Rassegna Tecnica", n. 11, novembre, p. 461-62
Istruzioni ad uso dei candidati ed aspiranti alla qualifica di maestro scelto (con G. Seghi), Milano, a cura della Coscuma

1954
Tabù e tradizioni nella costruzione montana, "Atti e Rassegna Tecnica", n. 4, aprile, p. 151-54
Classicismo e romanticismo nell'architettura attuale, "Metron", n. 53-54, settembre-dicembre, p. 4-11 e anche "Atti e Rassegna Tecnica", n. 12, dicembre, p. 453-59

1957
Intervento alla Triennale di Milano (testo registrato)

1958
Dalla Palafitta al grattacielo (La casa dell'uomo), testo per la Rai, 14 marzo

L'architettura è uno specchio, testo per la RAI trasmesso il 28 ottobre per la rubrica *Università Internazionale "G. Marconi"*

1959

La nostra casa si trasforma: I-Dalle origini al Rinascimento, II-Dal Barocco al Neoclassico, III-Età moderna, testo registrato per la RAI, 23 gennaio

1965

Prefazioni ai libri di R. Berton, *Les cheminées de Val d'Aoste e Les constantes de l'architecture valdôtaine,* Genova, Ist. Grafico Basile

1973

Criteri distributivi architettonici, "Atti e Rassegna Tecnica" n. 10, ottobre, p. 17-55

Bibliografia generale relativa all'opera di Carlo Mollino

Libri e opere di consultazione generale

AA.VV.
1931 *Veglia di architetti,* Torino, Fedetto, p. 29

AA.VV.
1939 *II Mostra nazionale USIAF* (catalogo), Milano

AA.VV.
1941 *IV Mostra nazionale USIAF* (catalogo), Prato, foto n. 197, 198

AA.VV.
1941 *Ausstellung Italiennische Photografische Kunst* (catalogo), Berlin

Pica, Agnoldomenico
1941 *Architettura moderna in Italia,* Milano, Hoepli, p. 8, 72, 116, 328, 332

AA.VV.
1944 voce "Italie", *Dictionnaire de l'architecture moderne,* Paris, F. Hazon, p. 160

Scopinich, Ermanno
1945 *Ritratti ambientati di Carlo Mollino,* Milano, Esperia

Rava, Carlo Enrico
1946 *Arredamento contemporaneo,* Milano, Görlich, ill. 5, 25, 30, 37-38 108-109, 118, 142, 236

Bargellini, Piero/Freyrie, Enrico
1947 *Nascita e vita dell'architettura moderna,* Firenze, Arnaud, p. 270

Aloi, Roberto
1948 *Architettura funeraria moderna,* Milano, Hoepli, p. 5

Pica, Agnoldomenico
1948 voce "Arredamento" in AA.VV., *Enciclopedia Italiana Treccani,* Roma, Istit. Enciclop. Ital., supplemento vol. I, p. 256-65

Sartoris, Alberto
1948 *Enciclopédie de l'architecture nouvelle-ordre et climat méditerranéens,* Milano, Hoepli, p. 38

Aloi, Roberto
1949 *L'arredamento moderno,* Milano, Hoepli, ill. 285-288, 303-304, 356-357, 376, 393, 398, 449, 511, 553, 598, 601, 606, 674, 696

Sartoris, Alberto
1949 *Introduzione all'architettura moderna,* Milano, Hoepli, p. 103, 122, 166-167, 171, 348, 355

Ulrich, Guglielmo
1949 voce "Carlo Mollino", *Arredatori contemporanei,* Milano, Görlich

Cereghini, Mario
1950 *Costruire in montagna,* Milano, Ed. del Milione, p. 271-273

Raben, Hans
1950 *Det moderna hemmet,* Stockolm, Lagerström, p. 131

Dorfles, Gillo
1951 *Barocco dell'architettura moderna,* Milano, Tamburini, p. 70, ill. 48, 64

Gasperl, Leo
1951 *Discesismo,* Milano, Hoepli, 17 foto e disegni di C. Mollino

Pagani, Carlo/Borachia, Vittorio
1951 *I letti,* Quaderni di "Domus", Milano, editoriale Domus, p. 67

Ponti Licitra, Lisa/Ritter, Enrichetta
1952 *Mobili e interni-selezione della rivista "Domus",* Milano, editoriale Domus, p. 14, 22-23, 36-39, 41, 59, 68-69, 91, 99, 110, 118

Aloi, Roberto
1953 *Esempi di arredamento moderno di tutto il mondo-sedie, poltrone, divani,* Milano, Hoepli, ill. 13, 41-42, 48-52, 91, 95, 157-159

Aloi, Robert
1953 *Esempi di arredamento moderno di tutto il mondo-sale da pranzo,* Milano, Hoepli, ill. 1, 75, 163

Aloi, Roberto
1953 *Esempi di arredamento moderno di tutto il mondo-studi, librerie, scrivanie,* Milano , Hoepli, ill. 199, 201-204

Aloi, Roberto
1953 *Esempi di arredamento moderno di tutto il mondo-camere da letto,* Milano, Hoepli, ill. 18, 84-86

Aloi, Roberto
1953 *Esempi di arredamento moderno di tutto il mondo-tavoli, tavolini, carrelli,* Milano, Hoepli, ill. 104-106, 117, 127, 141-142

Dal Fabbro, Mario
1954 *Furniture for Modern Interiors,* New York, Reinhold, p. 13, 70-71, 98, 104, 111, 140, 173, 194, 206

Nestler, Paolo
1954 *Neue Bauten in Italien,* München, Callwey, p. 7

Baldessari, Luciano
1955 *L'architettura contemporanea in Italia,* Milano, Arti Grafiche, p. 6

Pagani, Carlo
1955 *Architettura italiana d'oggi,* Milano, Hoepli, p. 214-217, 286

Dorfles, Gillo
1956 *L'architettura moderna,* Milano, Garzanti, p. 81, 82, 83, 85; tav. XXVII, I/XXX, 4

Gabetti, Roberto
1958 voce "Mollino, Carlo" in AA.VV., *Grande Dizionario Enciclopedico* vol. VIII, Torino Utet, p. 855-856

Ragon, Michel
1958 *Le livre de l'architecture moderne,* Paris, R. Laffont, p. 308

Vagnetti, Luigi
1958 *Disegno e Architettura,* Genova, Vitali & Ghianda, tav. L

Pica, Agnoldomenico
1959 *Architettura italiana ultima,* Milano, Ed. del Milione, p. 62-64

AA.VV.
1960 *III Mostra artigiana piemontese del mobile classico e moderno* (catalogo), Torino-Esposizioni, 21 maggio/5 giugno, p. 3; Dragone Angelo, *Il mobile in Piemonte: tradizione e forme nuove,* ivi, p. 19-27

Bassi/Berlanda/Boschetti
1960 *Scale,* "Documenti di architettura", Milano, Vallardi, p. 756-76, 842-843

Maltese, Corrado
1960 *Storia dell'arte italiana (1785-1943),* Torino, Einaudi, p. 409 ill. 269, 270, 271

Santini, Pier Carlo
1960 "Carlo Mollino" in AA.VV., *XII Triennale di Milano* (catalogo) Milano, Arti Grafiche, p. 48-49

Kidder-Smith, G. E.
1961 *New Architecture of Europe,* New York, Meridian Editions (traduzione italiana, a cura di De Carlo Giuliana, 1963, *Guida dell'Architettura contemporanea in Europa,* Milano, Ed. Comunità, p. 203-204)

AA.VV.
1962 *L'Auditorium di Torino,* Torino, ERI, p. 28-42

AA.VV.
1965 *Progetto di massima del Teatro Regio di Torino,* Torino, Città di Torino, p. 1-22

AA.VV.
1965 voce "Mollino, Carlo", *Catalogo Bolaffi dell'architettura italiana 1963-66,* Torino, Giulio Bolaffi, p. 368-371

AA.VV.
1966 voce "Mollino, Carlo", *Minerva-Nuova Enciclopedia Universale,* vol. VI, Milano, Confalonieri-Marotta, p. 227

Varaldo, Giuseppe
1967 voce "Mollino, Carlo" in AA.VV., *Enciclopedia dell'Architettura moderna,* Milano, Garzanti, p. 227-229

Fagiolo, Marcello
1969 voce "Mollino, Carlo" in AA.VV., *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica,* vol. IV, Roma, Istituto Editoriale Romano, p. 517-518

Scalo, Carlo
1974 *Il movimento moderno torinese nella critica attuale e in quella coeva* (tesi di laurea), Torino, Facoltà di Architettura

Hillier, Bevis
1975 *Austerity Binge,* London, Casels & Collins, p. 178-179

Mascali, Concetta
1975 *La situazione teatrale a Torino,* (tesi di laurea), Torino, Facoltà di Architettura, cap. 2.6

AA.VV.
1977 *Il design italiano negli anni '60* (catalogo della mostra organizzata dal Centrokappa col patrocinio della Regione Lombarda), Milano, 26 settembre/30 ottobre

Massobrio, Giovanna/Portoghesi, Paolo
1977 *Album degli anni cinquanta,* Bari, Laterza, ill. 460, 463-465, 467-469, 470-473, 475-479

Pozzetto, Marco
1977 *Vita e opere dell'architetto udinese Ottorino Aloisio,* Torino, p. 14, 18, 26

Maenz, Paul
1978 *Die 50er Jahre,* Stuttgard, Gert Hatje, p. 171, 204-205; ill. 11, 63-64, 113, 122

Pansera, Anty
1978 *Storia e cronaca della Triennale,* Milano, Longanesi, p. 80, 81, 102-103, 390, 424, 461, 472

Brino, Giovanni
1979 "Carlo Mollino" in AA.VV., *28/78 ARCHITETTURA-cinquanta anni di architettura italiana dal 1928 al 1978,* (catalogo della mostra organizzata dalla rivista "Domus" con il Comune di Milano) Milano, editoriale Domus, p. 124-125; ill. p. 128-135

Borngräber, Christian
1979 "Carlo Mollino, 'bizzarro'", *Stil novo, Design in den 50er Jahren,* Frankfurt, Fricke, p. 7-8, 14-16, 22, 32-33; ill. XIV-XVIII, 3.56-60, 4.1-7, 4.27-28, 4.35-40, 4.57-59

Periodici

"Architect (The)"
1974 *Theater in Turin,* n. 9, settembre, p. 57

"Architectural Design"
1979 *Italian Fascism,* n. 8-9, agosto-settembre, p. 26

"Architectural Forum"
1960 Blake Peter, *...Second Prize: a Concrete Catamaran,* n. 160, maggio, p. 126-127

"Architecture d'Aujourd'hui (L')"
1948 *Station de ski au Lac Noir,* n. 21, dicembre, p. 69-72
1952 *Sièges et table pliante à usages multiples,* n. 39, gennaio, p. 85-87
Immeuble en bordure de mer à Sanremo, n. 41, giugno, p. 57
1956 *Formes pour le mouvement,* n. 64, febbraio, p. 54-55

"Architetti"
1950 *Arredamento,* n. 1, gennaio-febbraio, p. 7; *Esiste un'architettura moderna?,* ivi, p. 44

"Architettura"
1937 *Nuova sede della Federazione Agricoltori di Cuneo,* vol. XV, ottobre, p. 595-597

"Architettura (L')-Cronache e storia"
1956 *Circolo della Soc. Ippica Torinese,* n. 8, p. 100-101
1960 *Un cumulo di rovine, n. 56, maggio, p. 4-5*
Le personali di architettura, n. 61, novembre, p. 460-461
1965 *Concorso per il Palazzo degli Affari e Camera di Commercio,* n. 112, febbraio, p. 658-665
1966 *Concorso per il Lirico di Cagliari,* n. 123, gennaio, p. 588-589
1973 *Carlo Mollino (1905-73),* n. 217, novembre, p. 357
1974 *Controriflessi dell'Ippica Torinese,* n. 228, ottobre, p. 352-353;
Nuovo Teatro Regio di Torino, ivi, 356-375

"Architettura Italiana (L')"
1933 *Concorso per la nuova sede della Federazione Provinciale Fascista Agricoltori di Cuneo,* n. 7, aprile, p. 150-152
1934 *Concorso per la Casa del Fascio di Voghera,* n. 1, giugno, p. 264-266
1935 *The numero 2,* n. 6, giugno, p. 258-260
1936 *Sede della Federazione Agricoltori di Cuneo,* vol. XII, p. 279
1939 *Progetto per la nuova Sede Provinciale Fascista degli Agricoltori a Cuneo,* vol. XXVII, p. 150-156
1941 Melis Armando, *La sede della Società Ippica a Torino,* marzo, p. 45-62

"Arti (Le)"
1941 Bertini Aldo, *Nuove tendenze nell'architettura moderna,* n. 1, gennaio, p. 117-118

"Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino"
1948 Melis Armando, *Critica dell'Architettura,* n. 9, settembre, p. 176-178
1948 Morbelli Aldo, *Il Monumento ai Caduti di Torino,* n. 5/6, maggio/giugno, p. 95-96
1952 AA.VV., *Fedeltà o evasione dalla funzionalità o dalla razionalità?,* n. 7, luglio, p. 193-203
1972 *Visita al cantiere per la costruzione del Nuovo Teatro Regio,* n. 5/6, maggio/giugno, p. 75-78
1973 *Il Nuovo Teatro Regio di Torino,* n. 10, ottobre, p. XX-165
1977 Seira Pier-Enrico, *Ipotesi su Carlo Mollino* (con introduzione di G. Varaldo) n. 9/10, settembre/ottobre, p. 151-188

"Automobile (L')"
1955 *Des (rares) innovations téchniques présentaient de l'intérêt au Le Mans,* n. 7, luglio, p. 30-35

"Avanti (L')"
1950 *Il messaggio della camera oscura,* 19 gennaio

"Bonytt"
1949 Remlov Arne, *Redsel for a Fly,* n. 7/8, giugno/agosto, p. 117
Remlov Arne, *Mollino Tegner stoller,* n. 10, ottobre, p. 173-174

"Buhnenteschnisch Rundschau"
1975 *The Nuovo Teatro Regio,* n. 4, agosto, p. 22-24

"Casa bella (La)"
1932 Pagano Giuseppe, *Professori 1932, laureandi 1932,* n. 50, febbraio, p. 16-19
Levi-Montalcini Gino, *Progetto di villa in montagna,* n. 52, aprile, p. 21-23

"Casabella"
1934 *III Mostra della moda a Torino,* n. 77, maggio, p. 10-11
1972 Gregotti Vittorio, *Italian design 1945-71,* n. 370, ottobre, p. 46

"Casabella-Continuità"
1960 *I progetti vincitori del concorso per il Palazzo del lavoro a Torino,* n. 235, gennaio, p. 32-42
La sede della Società Ippica Torinese, n. 237, marzo, p. 54

"Comunità"
1960 Mosso Leonardo, *Un'opera perduta: l'Ippica di Mollino,* n. 80, giugno, p. 70-81

"Corriere della Sera"
1973 Sala Andrea, *Inghiottirà il pubblico come un supermarket il 'Regio' di Torino che fu Teatro di Corte,* 25 marzo

"Costruzioni-Casabella"
1941 Pagano Giuseppe, *La nuova sede della Società Ippica Torinese,* n. 157, Gennaio, p. 14-17

"Cronache Economiche"
1954 Rossi Vasco, *Il condominio per soggiorno stagionale,* n. 10 ottobre, p. 1-7
1964 Dragone Angelo, *Il progetto del Palazzo degli Affari di Torino,* n. 264, dicembre, p. 13

"Dansk Kunsthaandwaerk"
1952 Kjoer Jacob, *Fremmede og danske Stole,* n. 4, aprile, p. 56

"Decoration"
1954 *Escritorio con tapa,* n. 14, febbraio, p. 33

"Design"
1949 Sartoris Alberto, *Italy's architect-designers,* n. 10, ottobre, p. 25

"Domus"
1936 *Architettura e natura di una casa nella pineta del Forte,* n. 107, novembre, p. 5-6
1938 Levi Carlo, *Casa Miller,* n. 129, settembre, p. 1-11
1940 *Arredamenti: la casa di uno scrittore tipografo,* n. 145, gennaio, p. 36-46
1943 *Camera da letto per una cascina in risaia,* n. 181, gennaio, p. 12-16
La casa e l'ideale: la casa in collina, n. 182, febbraio, p. 50-54
1946 *Mobili da Torino,* n. 216, dicembre, p. 10-13
1948 *Villaggio in verticale a Cervinia, Centro sportivo in verticale 'Quota 2600', Stazione della slittovia al Lago Nero,* n. 266, vol. I, p. 9-21, 57
Esperienze formali nell'arredamento, n. 227, vol. XI, p. 12-21; *Architettura, arte e tecnica,* ivi, p. 52-53
Turinese baroque, n. 229, vol. IV, p. 23-27
Casa per sciatori, casa al mare, n. 230, vol. V, p. 2-5
1949 *Forme di mobili,* n. 238, vol. VII, p. 10-12
1950 *Tutto è permesso sempre salva la fantasia,* n. 245, aprile, p. 20-27
Ambiente per soggiorno e pranzo, n. 252/253, novembre/dicembre, p. 26-28; *Nuovi mobili alla MUSA,* ivi, p. 46-49
1951 *Concorso Vetroflex-Domus,* n. 256, marzo, p. 7-10
Casa verso la collina, n. 264-265, dicembre, p. 16-22
1952 *Modern by Singer,* n. 267, febbraio, p. 51
Mobili semplici per ufficio, n. 269, aprile, p. 52
Nuovi mobili, n. 270, maggio, p. 50-53
1953 *Due progetti di Mollino: albergo-ristorante-club in Piemonte, casa per riposo sull'altopiano di Agra,* n. 278, gennaio, p. 2-7
1955 *Forme per la pubblicità,* n. 310, settembre, p. 51-55
1965 *Progetto per il Palazzo degli Affari, a Torino,* n. 427, giugno, p. 10-13
1971 *1935-40, 1945-50, 1960-65,* n. 501, agosto, ill. nel foglio pieghevole
1973 *Progetto per il Palazzo degli Affari, a Torino,* n. 525, agosto, p. 31

"Edilizia"
1961 *Il progetto 'Mollino' per il Palazzo del Lavoro,* n. 17, 15 settembre, p. 8-10
1973 Marini Luigi Giuseppe, *La lunga vicenda del Regio,* n. 7, 15 aprile, p. 8-10

"Esperienza artigiana (L')"
1949 Santi Danilo, *Galleria Vigna Nuova,* n. I, febbraio p. 49-50

"Espresso (L')"/"Cronache di architettura"
1959 Zevi Bruno, *Concorso per il Palazzo del Lavoro,* 15 novembre/*Degni Seguaci di Guarini e Antonelli,* vol. III, Bari, Laterza, 1971, n. 288
1965 Zevi Bruno, *Concorso per il Lirico di Cagliari,* 17 ottobre/*Vince il pompiere con sei voti a cinque,* vol. VI, Bari, Laterza, 1970, n. 598
1973 Zevi Bruno, *L'antiaccademico a trecento all'ora,* 9 settembre/*Scrutava Le Corbusier con gli occhi di Guarini,* vol. IX, Bari, Laterza, 1975, n. 988

"Fantasia"
1963 Canella Guido, *L'arredamento dinamico e inaspettato come una magnifica carrozzeria,* anno IV, agosto, p. 64-73

"Form"
1950 Bernt Heibert, *Om Vinteren,* n. 2, febbraio, p. 28

"Gala international"
1978 Brino Giovanni, *Carlo Mollino: aeronautica e architettura,* n. 90, dicembre, p. 39-40

"Gazzetta del Popolo"
1947 Bernardi Marziano, *Ai caduti per la libertà,* 25 aprile
1950 Bernardi Marziano, *Per i seguaci di Daguerre,* 3 gennaio
1967 Carluccio Luigi, *Si spera che il Nuovo Teatro Regio possa aprire i battenti fra due anni,* 11 febbraio
1972 Tedesco Dino, *Collaudata l'acustica del Teatro Lirico torinese,* 16 gennaio
1978 Brino Giovanni *Perché Torino odia il suo migliore architetto,* 15 marzo

"Gazzetta d'Italia"
1946 Bernardi Marziano, *All'insegna del mobile moderno,* 16/17 ottobre

"Giorno (Il)"
1973 *Una grande carezza di cemento nel cuore di Torino,* 16 maggio

"Grand Bazaar"
1979 Brino Giovanni, *La triplice condizione: veicolo, viaggiatore, spazio,* n. 2, maggio/giugno, p. 187

"House & Garden"
1950 *Italian furniture without clichés,* dicembre, p. 131-133

"Incontri"
1954 *Mostra di architettura piemontese 1944-1954,* n. 4, 10 giugno, p. 24

"Industria delle costruzioni (L')"
1973 Nannerini Giuseppe, *Il nuovo Teatro Regio di Torino,* n. 36, luglio/agosto, p. 4-18

"Interiors"
1948 *Turinese baroque,* n. 12, luglio, p. 93-95
1949 *...modern painting and sculpture,* n. 21, luglio, p. 104
1951 *Across the seas collaboration for the new Singer collection; furniture design,* n. 111, dicembre, p. 120-129

1952 *The baroque spirit in a modern house,* n. 112, dicembre, p. 88-91
1953 *Mollino's flexible fantasies,* 112, aprile, p. 88-89

"Lotus international"
1977 Brino Giovanni, *Carlo Mollino,* n. 16, settembre, p. 122-128

"Magazine of Art"
1951 Kaufmann Edger Jr., *Contemporary Italian Design: a Commedia dell'Arte,* n. 44, gennaio, p. 16-20

"Mesi (I)"
1974 Dragone Angelo, Genio e Arte di Carlo Mollino, n. 12, dicembre, p. 42-43

"Messaggero (Il)"
1950 *Notiziario letterario: recensione a 'Il messaggio della camera oscura',* 24 gennaio
1978 Di Puolo Maurizio, *Progetti in magazzino,* 6 luglio

"Metron"
1947 BBZ., *recensione a "Vedere l'architettura",* n. 15, p. 70-75

"Modo"
1977 Brino Giovanni, *Architettura a tempo perso. Hobby a tempo pieno.* n. 4, novembre, p. 43-52

"Mondo europeo (Il)"
1947 *Cronache torinesi: architettura di Mollino* anno III, 15 settembre

"Movimento-Comunità"
1848 *La stazione della slittovia del Lago Nero,* n. 2, 15 novembre, p. 24-25

"Nuestra arquitectura"
1948 *Experiencias formales en el amueblamiento,* n. 12 dicembre, p. 416-421

"Omnibus"
1950 Bargis Pietro, *Il messaggio della camera oscura,* n. 6/7, maggio/giugno, p. 13-15

"Ottagono"
1975 Gregotti Vittorio, *1918-1940: Novecento, Razionalismo e produzione industriale,* n. 36, marzo, p. 33

"Progresso d'Italia (Il)"
1950 *I migliori non vanno alle mostre,* 26 gennaio

"Prospettive"
1953 *Padiglione Asia alla Mostra d'Oltremare e del Lavoro italiano nel Mondo: Napoli,* n. 5, maggio, p. 33-36
Il concorso per la Galleria d'arte moderna di Torino, n. 6, giugno, p. 36-37

"Pubblicità Stampa"
1964 *In un Palazzo degli Affari la nuova sede della Camera di Commercio,* n. 11, novembre, p. 5-7

"45° Parallelo"
1972 Candito Mimmo, *Com'è stato ricostruito,* n. 53, novembre/dicembre, p. 46-49

"Repubblica (La)"
1978 Branzi Andrea, *Carlo Mollino: architettura e grandi follie,* 9 gennaio

"Revista nacional de arquitectura"
1952 *Albergue de montaña, Lago Nero,* n. 127, luglio, p. 26-30

"Sapere"
1952 Gasperl Leo, *Psicologia dello sci d'oggi,* n. 409/410 gennaio, p. 6-7

"Spazio"
1950 Pagani Carlo, *Documentario dell'architettura italiana dal 1946 al '49,* n. 1, giugno, p. 45; Villa Sisto, *Scenografia domestica di Carlo Mollino,* ivi, p. 60-62
Casa sulla spiaggia di Lerici, n. 2, agosto, p. 50-52

"Stampa (La)"
1948 Rossi Alberto *Architetture,* 13 marzo
1949 Rossi Alberto, *Il messaggio della camera oscura,* 31 dicembre
1965 *Il nuovo progetto del Teatro Regio approvato dal Consiglio comunale,* 1 giugno
Poli Gabriella, *Tutto di vetro il Nuovo Regio,* 5 giugno
1966 *Presentato al sindaco Grosso il progetto del Nuovo Regio,* 8 luglio
Bernardi Marziano, *Entro due anni il Nuovo Regio,* 16 luglio
1968 Bernardi Marziano, *Nel dicembre 1970 i torinesi andranno a teatro al 'Regio',* 7 marzo
1971 Bernardi Marziano, *Ecco il 'Regio' finalmente,* 2 ottobre
1972 A.S., *Il Nuovo Regio,* 26 gennaio
1973 Bernardi Marziano, *Ecco il 'Regio' compiuto,* 4 aprile
Dragone Angelo, *Mollino, l'architetto del Regio, trovato cadavere nel suo studio,* 28 agosto

"Stampa Sera"
1965 Dragone Angelo, *Il Nuovo Teatro Regio,* 10-11 novembre

"Stile"
1944 *Disegno di una casa sull'altura,* n. 40, aprile, p. 2-11
Proposizioni architettoniche di Mollino, n. 43, luglio, p. 10-11

"Stile (lo)"
1941 *Rinnovare,* n. speciale, gennaio, p. 70-73
Il vetro e l'architettura dello sport, n. 5/6, maggio/giugno, p. 26-29; Galvano Albino, *Un arredamento di Carlo Mollino,* ivi, p. 31-43; Mobili in vetro, ivi, p. 44
1943 *Equivoci sull'architettura moderna,* n. 32 agosto, p. 11

"Stile-industria"
1954 *Padiglione gruppo ENI (SNAM, AGIP),* n. 1, gennaio, p. 28-29

"Torino"
1966 *Il nuovo 'Regio',* n. 1, maggio/giugno, p. 36-44

1970 Bernardi Marziano, *Il Nuovo Regio di Torino,* n. 5/6, settembre/dicembre, p. 89-95

"Unità (L')"

1950 *L'arte dell'obiettivo,* 3 gennaio

1965 *Imminente la sospensione dei lavori per il 'Regio',* 19 marzo

1971 *Dovrà essere ridotto il numero dei posti del Nuovo Teatro Regio,* 29 dicembre

Polemiche e precisazioni sui posti del Nuovo Regio, 30 dicembre

1972 *Due miliardi e mezzo di deficit del Teatro Regio per il 1973",* 7 settembre

L'Ente Lirico gestirà il Nuovo Teatro Regio, 22 novembre

1973 *Il 'viola' del boccascena mette in crisi il 'Regio',* 16 marzo

Tedeschi Rubens, *Il Nuovo Teatro Regio alla vigilia dell'inaugurazione - un salotto da otto miliardi,* 7 aprile

"Vita sociale"

1973 Fratel Goffredo, *Carlo Mollino o del costruire moderno,* n. 4, luglio/agosto, p. 189-194"

1973 Roggero Mario Federico, *Mollino o del costruttore moderno,* n. 93, ottobre, p. 39-42

"Werk, Bauen + Wohnen"

1980 Brino Giovanni, *Auto und Architektur: Carlo Mollino,* n. 11, novembre, p. 38-39

Cartografia storica tra storia ed urbanistica

BRUNO BIANCO (*) presenta due recenti acquisizioni della Sezione Cartografica della Biblioteca della Facoltà di Architettura: la levata d'impianto dell'Istituto Geografico Militare relativa all'intero territorio piemontese (1878-1884), e le mappe d'impianto del catasto statale relative al territorio del Comune di Torino (1892-1896). Prendendo spunto dalla ricostruzione degli avvenimenti che condussero alla nascita della cartografia ufficiale dello Stato Italiano, l'autore analizza i limiti, in generale, delle fonti cartografiche ed il ruolo che esse possono assolvere nel campo dell'indagine storica ed in quello della progettazione urbanistica ed edilizia

Premessa

La cartografia storica sta vivendo in questi ultimi anni un periodo di particolare fortuna, nella scia del crescente interesse, dimostrato da parte non solo degli storici, ma di un più vasto pubblico, verso gli studi di storia urbana e territoriale, verso le storie locali di comunità più o meno illustri, rivolte non più soltanto alla ricostruzione delle vicende politico-istituzionali, ma anche all'analisi delle concrete forme con cui si sono venuti organizzando gli insediamenti, oltre che dei rapporti sociali, della struttura demografica, delle basi economiche, della cultura dominante stessa della popolazione (1).

È appena il caso di ricordare, nell'ambito editoriale, la recente nascita di due riviste specificatamente dedicate agli studi urbani («Storia Urbana», ed. Franco Angeli; «Storia della città», ed. Electa), di numerose collane attinenti al settore (ancora di Franco Angeli la collana «Storia Urbana» e, più esplicitamente orientata alla riconsiderazione delle fonti cartografiche ed iconografiche, la collana di Laterza «Le città nella storia d'Italia»), nell'ambito delle manifestazioni culturali, le innumerevoli mostre organizzate da comuni grandi e piccoli su periodi significativi del proprio passato (si vedano le mostre organizzate negli ultimi anni a Torino, Milano, Brescia, Firenze, Asti, Cuneo, Carpi, Arona, ecc....), nell'ambito universitario, l'organizzazione di sezioni di cartografia storica e contemporanea presso le Biblioteche di alcune sedi della Facoltà di Architettura (dal 1975 a Torino; dal 1977 a Venezia); nell'ambito della stessa tutela istituzionale dei cosiddetti «beni culturali ambientali», l'avvio di ambiziosi programmi di schedatura e riproduzione delle fonti cartografiche (si veda, ad esempio, l'iniziativa dell'Assessorato alla Pianificazione e Gestione Urbanistica della Regione Piemonte per la formazione di un Archivio Cartografico Regionale) (2).

Certo, ai fini di una puntuale ricostruzione dei processi di trasformazione urbani e territoriali, la documentazione cartografica costituisce uno strumento indispensabile, o, quanto meno, difficilmente surrogabile. Ed è pure evidente come la stessa cartografia storica risulti di somma utilità nel campo della pianificazione territoriale e della progettazione a scala microurbanistica, nella redazione di cartografie tematiche relative all'individuazione dell'impianto insediativo storico, sia esso urbano o rurale, nella restituzione delle sedimentazioni edilizie nei tessuti storici. Ma al di là di queste ovvie constatazioni, vale la pena svolgere alcune considerazioni su che cosa in concreto rappresenti la fonte cartografica, quali limiti essa presenti ad una utilizzazione dei suoi contenuti non banale, parziale o fuorviante, quali risultati possano essere raggiunti attraverso l'elaborazione di questa fonte sia ai fini degli studi sull'evoluzione della città e del territorio, sia ai fini della gestione urbanistica.

Significati e limiti della fonte cartografica

Innanzitutto occorre ricordare che la raffigurazione cartografica è, al di là del suo aspetto di pura e semplice rappresentazione neutrale ed oggettiva della realtà, (immagine cui una lunga consuetudine ci ha abituati), un prodotto culturale, e come tale va letto, interpretato, decodificato. Infatti la rappresentazione cartografica, in quanto semplificazione della morfologia complessa del territorio è sempre simbolica, e quindi intenzionale, ed è appunto il filtro ideologico che opera tale semplificazione che va individuato ed analizzato, o comunque tenuto presente nell'utilizzarne i contenuti. Le osservazioni svolte, ad esempio da Lucio Gambi (3) sul valore sotteso da raffigurazioni apparentemente nulla più che realistiche ed oggettive, con l'enfatizzazione di alcuni elementi ri-

---

(*) Architetto, contrattista presso l'Istituto di Critica dell'Architettura e Progettazioni della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

(1) Per una descrizione molto chiara e didattica dei diversi approcci, pur in un ottica di ricerca interdisciplinare, con cui può essere affrontato il problema della storia delle città industriali si rimanda a P. BURCKE, *Gli studi sulle città britanniche nei secoli XVIII e XIX*, in: *Dalla città preindustriale alla città del capitalismo*, Bologna, 1975.

(2) Si veda in particolare la Legge regionale n. 48, del 12.10.1977, sulla cartografia regionale di base che, all'art. 1, individua tra le finalità, quella di «costituire l'archivio storico carto-fotografico regionale per rilevare le principali trasformazioni intervenute a partire dall'inizio del secolo, ai fini della conoscenza scientifica del territorio e degli insediamenti», e, all'art. 6, affida ai comuni e alle Provincie il compito di predisporre un completo inventario del materiale cartografico contenuto negli archivi. Come era prevedibile, di fronte ad un programma così ambizioso e così vasto, affidato peraltro ad Enti notoriamente oberati di altre incombenze, i risultati concreti di un tale provvedimento legislativo sono stati piuttosto scarsi. Lodevole, anche, l'iniziativa di procedere, ad una sistematica riproduzione delle mappe dei catasti «napoleonico» e «Rabbini» conservati presso l'Archivio di Stato, di cui alla Delibera della Giunta Regionale n. 75/25836 del 21.12.1979, per l'avviamento dell'Archivio Storico Cartografico, finalizzato alla gestione urbanistica: cfr. nota 10.

(3) L. GAMBI, introduzione a *La città da immagine simbolica a proiezione urbanistica*, in *Storia d'Italia*, vol. VI, *Atlante*, Torino, 1976.

spetto ad altri, con la scelta di un particolare ritaglio del territorio rappresentato, o con un particolare orientamento o punto di vista della rappresentazione paiono corrette nel disvelare il valore sempre ideologico del documento cartografico. Così pure le puntualizzazioni condotte da Massimo Quaini (4) sulle diverse origini della cartografia (scienza descrittiva a fini militari-strategici ovvero strumento ideologico di giustificazione del possesso o del domimio — da un lato — e scienza di invenzione per la liberazione dell'uomo da problemi di natura contingente — dall'altro) e sulle conseguenti diverse caratterizzazioni delle fonti cartografiche chiariscono il significato culturale della cartografia nelle sue diverse fasi evolutive, nelle sue connessioni con le diverse fasi dell'organizzazione sociale e con l'avanzamento del sapere scientifico. In sostanza anche la cartografia, come ogni altro prodotto culturale, esprime una determinata interpretazione della realtà, in relazione a determinate esigenze: essa è linguaggio che cerca di ridurre il territorio, che è (sempre o quasi sempre) espressione dell'intervento umano sulla natura, in forma fisica, essendo in ciò condizionato dallo specifico interesse che di tale riduzione è all'origine (il territorio come merce misurabile — i catasti; il territorio come ambito di potere — le carte geo-politiche; il territorio come insieme di risorse — le carte geo-botaniche, pedologiche, ecc.; il territorio come supporto o come ostacolo degli itinerari e delle comunicazioni — le carte stradali e le carte nautiche).

La cartografia storica e la storia

Fatte queste premesse è evidente che la documentazione cartografica storica, per il suo stesso carattere di fonte descrittiva, presenti certi limiti e certi contenuti specifici di informazione. A parte il problema della maggiore o minore attendibilità della carta (certo importante ma, almeno per la cartografia di cui ci si occupa, circoscrivibile e tecnicamente risolubile) la cartografia consente una ricostruzione cronologica delle trasformazioni subite dall'oggetto di studio. Si è detto al proposito che, proprio in quanto documentazione della fisionomia della città e del territorio, la pura e semplice collazione delle immagini non è condizione sufficiente, ma neppure necessaria, per una ricostruzione del concreto evolversi storico (5), che è da ricostruire sulla base di altre fonti, inerenti la struttura dell'organizzazione della città e del territorio.

Che non sia sufficiente pare ovvio: altra cosa è descrivere, altra cosa è interpretare. Proprio nel campo delle scienze geografiche è da citare ancora una volta L. Gambi (6) sull'antitesi tra approccio descrittivo e approccio interpretativo a riguardo dello studio dei fenomeni urbani: l'antitesi cioè tra l'analisi delle proiezioni sul territorio di fenomeni strutturali e lo studio dei legami di generazione o di funzione rispetto ai fenomeni strutturali (società, cultura, basi economiche, istituzioni, rapporti sociali) che producono quelle stesse proiezioni sul territorio. Oltrettutto, proprio la natura intenzionale, non oggettiva della cartografia, che è sempre, come già si è detto, particolare e determinata interpretazione della realtà, può condurre a deduzioni errate a proposito della pregnanza di certi «segni» rispetto ad altri. Valga come esempio l'analisi, condotta proprio sulle Tavolette dell'Istituto Geografico Militare di cui si dirà più avanti, da F. Farinelli (7) per l'interpretazione degli assetti agrari nei diversi contesti ambientali italiani attraverso la lettura delle simbologie delle colture e delle altre tracce insediative selezionate dal cartografo. In questo caso sono proprio le conoscenze accumulate dall'Autore sull'organizzazione del lavoro, sulle forme di sfruttamento agrario, sulle forme insediative e aziendali nei diversi contesti a far emergere il filtro di semplificazione di origine militaresca impiegato dal cartografo (enfatizzazione degli ostacoli alla percorribilità, alla vista, al tiro delle artiglierie). Il cartografo militare appare indifferente rispetto al territorio, inteso come realtà storico-economica, non interessato quindi a collegare il dato fisico (le colture) alla sua causa (la particolare forma di organizzazione insediativa), bensì a cogliere la pura e semplice forma fisica, con ciò conferendo eguale valore simbolico a diverse forme di insediamento.

Che, d'altro canto, la fonte cartografica non sia neppure necessaria, pare affermazione altrettanto azzardata e pericolosa che ritenerla di per sè sufficiente. È il caso di osservare che se ci si accosta al problema della storia della città e del territorio partendo dall'analisi delle strutture fisiche (la città ed il territorio come «manufatto») per cercare di interpretarne i caratteri anche alla luce dei risultati della storia sociale ed economica, la fonte cartografica costituisce un elemento di controllo indispensabile. Se si vuole verificare nel concreto come si siano articolati sul territorio e a quali assetti edilizi ed urbani abbiano dato luogo certi fenomeni complessi, investigati secondo diverse angolature e strumenti di indagine, se si vogliono ricondurre ad unità i risultati di ritagli storici settoriali, non si può fare a meno di affrontare l'analisi delle fonti cartografiche e ricostruire attraverso di esse l'immagine concreta della città e del territorio nel tempo, riconoscerne le trasformazioni morfologiche. Senza questo sforzo di verifica e di controllo nel concreto topografico, attraverso documenti cartografici, topografici, edilizi si può correre il rischio opposto alla superficialità descrittiva, ossia quello dell'interpretazione tutta ideologica dei fenomeni, della elaborazione di tesi interpretative astratte e disancorate dalla specificità dell'oggetto di studio.

Certo, come già si è detto, occorre sempre integrare la fonte cartografica con le analisi interpretative. Un altro esempio può essere indicativo: la cartografia catastale (di cui pure si dirà più avanti), che

(4) M. Quaini, *L'Italia dei Cartografi*, in *Storia d'Italia*, vol. VI, *Atlante*, Torino, 1976.

(5) D. Samsa, recensione alla collana «Le città nella storia d'Italia», in «Casabella» n. 473, ottobre 1981.

(6) L. Gambi, *Una geografia per la storia*, Torino, 1973, p. 175 e segg.

(7) F. Farinelli, *La cartografia della campagna nel novecento*, in *Storia d'Italia*, vol. VI, *Atlante*, parte quarta: *La campagna, gli uomini, la terra e le sue rappresentazioni visive*, Torino, 1976. Si veda anche U. Tucci, *Credenze geografiche e cartografia*, in *Storia d'Italia*, vol. V, *I documenti*, Torino, 1973.

costituisce già di per sè una cerniera tra aspetti morfologici e fenomeni socio-economici ([8]).

Qui il rischio di rimanere a livello morfologico-descrittivo è doppio: ci si può infatti arrestare all'esame esteriore della «mappa», e dedurre alcune sommarie (e forse avventate) considerazioni dall'esame di una serie storica di mappe (ad esempio comparando il diverso ritaglio fondiario, ossia il ritaglio delle singole particelle catastali, in riferimento alla maggiore o minore fittezza degli insediamenti...). Ma anche se si integra la fonte cartografica catastale con l'analisi del suo inscindibile complemento (il «colonnario», o «matrice dei possessori», o «sommarione», in cui ogni particella catastale è descritta ed è riferita al suo possessore), anche se cioè si giunge a definire, in un determinato contesto, l'evoluzione della proprietà fondiaria, attraverso le mutazioni di proprietà, le tipologie di frazionamento e di intermediazione fondiaria, le trasformazioni d'uso dei suoli e il processo di edificazione, non si riesce però a ricostruire compiutamente il processo generatore della trasformazione se non si integra tutto ciò con l'analisi biografico-economica degli operatori fondiari, con l'analisi della politica istituzionale di gestione del territorio, con l'analisi delle strutture economiche e demografiche. Solo a patto di questo incrocio tra aspetti morfologici ed aspetti strutturali è possibile un salto di qualità negli studi urbani e territoriali.

La cartografia storica e l'urbanistica

L'impiego della cartografia storica nel campo della progettazione territoriale e della progettazione urbanistica e microurbanistica, e al limite edilizia, non pare invece essere ancora divenuto strumento usuale di analisi preliminare al progetto. Più in generale, anzi, si può dire che la stessa analisi urbana, in cui la cartografia storica può intervenire a sua volta come mezzo di indagine (ancora una volta non esauriente, ma necessario), continua ad essere ritenuta e praticata come operazione fine a se stessa, e comunque da inscriversi nell'ambito delle discipline storiche, anziché urbanistiche. È viceversa il caso di riaffermare il valore strumentale dell'analisi urbana: come, alla scala edilizia, l'analisi storica del manufatto edilizio (la ricostruzione del suo processo progettuale e costruttivo, l'individuazione dei suoi elementi strutturali) è preliminare e condizionante ogni ipotesi di riuso o di reinterpretazione, così alla scala urbanistica e territoriale l'analisi del processo di formazione dei tessuti insediativi è preliminare e condizionante ogni ipotesi di riuso di trasformazione o innovazione dei tessuti stessi, come pure è indispensabile ad ogni progetto di nuova espansione. Infatti solo dopo aver ricostruito le tappe dello sviluppo urbano (non solo i modi e le forme ma anche le cause, i condizionamenti) è possibile affrontare il nodo di come governare le tendenze «spontanee», come progettare interventi capaci di inserirsi senza fratture e senza violenze in un processo continuo, sedimentato di successive esperienze. L'approccio storico geografico dell'analisi urbana, poi, in quanto in grado di cogliere le specificità, i caratteri peculiari del rapporto tra insediamento ed ambiente, consente di superare due fatti che sono spesso all'origine della decontestualizzazione degli interventi, della loro totale indifferenza rispetto alle preesistenze ambientali: il metodo logico-deduttivo dell'urbanistica tradizionale e la conseguente frattura tra normazione urbanistica ed intervento edilizio ([9]).

Nella prassi urbanistica corrente sembra invece prevalere la più assoluta indifferenza rispetto ai luoghi, al particolare processo di formazione. L'analisi urbana raramente ha spessore storico, e la stessa cartografica storica, quando viene presa in esame, vale tutt'al più a costruire carte tematiche dello sviluppo storico della conurbazione non sempre orientate a fornire chiavi interpretative (utili quindi alla successiva fase di progetto), ma semplicemente a descrivere quello che è stato. L'uso, poi, che pare essere istituzionalizzato da indirizzi legislativi ([10]) rispetto alla cartografia storica è quello di individuare il mitico centro storico, inteso come recinto di presunte «bellezze ambientali».

Orbene, proprio in questo caso la cartografia storica può giocare un ruolo determinante nell'individuare, anziché una zona omogenea di tipo A, parti di tessuto variamente caratterizzate, oltre che sotto il profilo funzionale, dal punto di vista fisico. L'analisi, ad esempio, dei catasti storici consente, in prima approssimazione, di leggere gli interventi avvenuti a cadenze temporali abbastanza ravvicinate ([11]), le sostituzioni edilizie, gli sventramenti, la costipazione degli spazi interni (non parliamo di presunte «superfetazioni»), le rifusioni particellari, i frazionamenti, l'articolarsi della proprietà fondiaria, ma anche il rapporto tra gli spazi pubblici e il lotto edificato. Ne può derivare l'identificazione di unità morfologiche, da indagare successivamente con l'ausilio, ad esempio, dei progetti edilizi, sotto l'aspetto delle tipologie edilizie. Tutto ciò ha un significato operativo evidente, in quanto solo sulla scorta di siffatte analisi si potranno fondatamente riconoscere le unità di intervento, le parti da sottoporre a particolare tutela in

---

([8]) B. Bianco, A. Frisa, *La fonte catastale negli studi sulla formazione dei tessuti urbani: il caso della Barriera di Lanzo a Torino*, 1870-1920, in C. Carozzi, L. Gambi, *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, 1981.

([9]) Sui rapporti tra analisi urbana e progettazione urbanistica ed edilizia si ricorda il recente dibattito su «Casabella»: n. 430: G. Fabbri, R. Panella, A. Villa *Valore urbano dell'architettura;* n. 432: G. Muratore, *Architettura come tecnica di intervento;* n. 444, G. Muratore, *Città antica, le tecniche di progetto,* e G. Samonà, *Alternative concettuali alla metodologia della moderna pianificazione urbanistica).*

([10]) Si veda la Circolare Ministeriale del Ministero dei Lavori pubblici n. 3210 del 28.10.1967 - *Istruzioni per l'applicazione della legge 6.8.1967, n. 765,* che a riguardo dei criteri per la perimentrazione dei centri storici, indica quello dell'individuazione del limite topografico desunto da una analisi «*delle strutture urbane in cui la maggioranza degli isolati contengono edifici costruiti in epoca anteriore al 1860*». Criterio poi assunto anche negli indirizzi dell'assessorato Regionale alla Gestione Urbanistica in merito alle perimetrazioni di cui all'art. 19 e 81 della l.r.n. 56 del 5.12.1977, in quanto si fa esplicito alle mappe catastali conservate presso l'Archivio di Stato di Torino.

([11]) Per l'area Piemontese si ricorda che sono in generale disponibili i catasti sabaudi «antichi», il catasto napoleonico, il catasto «Rabbini», il catasto statale, cfr. nota 34.

quanto presentano tuttora un chiaro e leggibile rapporto tra morfologia urbana e tipologia edilizia.

Ma anche alla scala territoriale l'analisi storica degli insediamenti, attraverso la cartografia, appare strettamente connessa al progetto. Capire l'evolversi delle gerarchie urbane nel tempo, individuare i fatti che determinano il decadimento di alcuni centri nei confronti di altri, l'aprirsi di nuove direttrici di sviluppo in relazione a nuovi assi infrastrutturali (tutte cose che non solo possono essere «riscontrate» sulla cartografia storica, ma che essa stessa può contribuire a segnalare) sono informazioni indispensabili nel momento in cui si abbozza faticosamente un disegno di pianificazione a livello territoriale ([12]).

Così pure, nel momento in cui si riafferma da più parti l'esigenza di una riconsiderazione degli strumenti analitici e progettuali, all'interno dello stesso ormai generalizzato strumento del Piano Regolatore Generale, riferiti alle aree agricole, per lungo tempo considerate «aree di risulta» e terreno di conquista degli agglomerati urbani, è evidente che solo l'analisi storico-geografica, volta a cogliere l'«identità del territorio» ([13]) può consentire di far emergere, come campo dell'azione progettuale, la specificità dell'articolazione dell'insediamento rurale: anche in questo caso un ruolo fondamentale possono giocare i catasti storici, come fonte per la ricostruzione dei quadri ambientali del mondo agricolo ([14]).

Due documenti cartografici

Le fonti cartografiche recentemente acquisite dalla Sezione Cartografica della Biblioteca della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, che qui si presentano, costituiscono documenti che, pur nell'evidente diverso grado di completezza e sistematicità (cartografia estesa a tutto il territorio regionale, nel caso della levata di impianto dell'Istituto Geografico Militare; campione, riferito al Territorio Comunale di Torino, nel caso della levata d'impianto del catasto statale) e nella diversa finalizzazione rispetto agli interessi di ricerca nel cui ambito si inscrivono, presentano alcuni tratti in comune.

Intanto vi è da osservare che si tratta di elementi appartenenti ai due tronconi principali della Cartografia Ufficiale dello Stato Italiano: cartografia, che tra l'altro, ha la particolarità di coprire indifferentemente ogni angolo del territorio nazionale (e di essere, quindi, ovunque disponibile all'urbanista), presentando gli stessi criteri di rilevamento topografico e le stesse modalità di rappresentazione cartografica.

Come elementi della cartografia ufficiale, poi, hanno una comune matrice storica: al pari delle grandi inchieste promosse all'indomani dell'unificazione (l'inchiesta agraria, 1877-1884; l'inchiesta sanitaria, 1885; l'inchiesta sull'istruzione, 1864-1865; l'inchiesta industriale 1870-1874) per mezzo delle quali la nazione cominciò a prendere coscienza delle proprie condizioni, la perequazione dell'imposta fondiaria, decisa nel 1886, ed i conseguenti lavori per la formazione del catasto geometrico-particellare, e la levata d'impianto della carta topografica d'Italia, decisa nel 1875, risposero, oltre che alle specifiche finalità (impositive e strategiche) per cui vennero promosse, al più generale bisogno di conoscere concretamente l'immagine, le dimensioni stesse del territorio nazionale ([15]).

Tanto la cartografia catastale quanto quella militare, inoltre, seguirono e a loro volta stimolarono l'avanzamento tecnico della topografia: vanno ricordati a questo proposito sia i progressi nel campo degli strumenti di rilevamento topografico, spesso dovuti a figure direttamente coinvolte nelle operazioni catastali ([16]), sia i progressi di misura astronomica e geodetica che portarono alla copertura dell'intero territorio nazionale con triangolazioni trigonometriche e livellazioni geodetiche ([17]).

Vi è infine un ultimo fatto storico che lega queste due diverse fonti cartografiche: tanto le carte dello Istituto Geografico Militare, quanto quelle del Nuovo Catasto furono esposte all'Esposizione Internazionale di Torino del 1911, come espressione oltre che del progresso scientifico e dei risultati raggiunti nel campo cartografico, anche del grande sforzo unitario prodotto attraverso queste opere. Nelle pubblicazioni ([18]) che accompagnavano alcuni saggi delle carte realizzate, infatti, si rendeva conto dello stato di avanzamento dei lavori ponendo in rilievo, al di là «...del grande progresso compiuto nei primi 50 anni di vita nazionale», e «dei risultati notevolissimi, ragione di legittima soddisfazione e conforto, quando specialmente si tenga conto della relativa celerità con

---

([12]) Per una prima esemplificazione di studio condotto a scala territoriale sugli insediamenti, anche se non finalizzato ad un progetto, si veda L. BORTOLOTTI, *La Maremma settentrionale*; 1738-1970, *Storia di un territorio*, Milano, 1976; una semplice elaborazione condotta sullo sviluppo delle conurbazioni, sull'infittimento insediativo agricolo e sull'evoluzione delle infrastrutture è stata recentemente effettuata nell'ambito degli studi commessi dalla Regione Piemonte per la formazione dei primi schemi di Piano Territoriale Comprensoriale, per i comprensori di Saluzzo-Savigliano-Fossano, Cuneo, Mondovì, Alba-Bra.

([13]) Cfr., in particolare: DI PIETRO, *Strumenti Urbanistici e identità del territorio*, in «Parametro», n. 69, settembre 1978.

([14]) Per una esemplificazione di utilizzo di catasti e cabrei sulla ricostruzione dei quadri ambientali si veda P. SERENO, L. SCARAFFIA, *Cabrei e Catasti fra i secoli XVI e XIX, L'area Piemontese*, in *Storia d'Italia*, vol. VI, *Atlante*, Torino, 1976.

([15]) Cfr. E. RAGIONIERI, *La storia politica e sociale*, in *Storia d'Italia*, vol. IV, Tomo 3°, p, 1714 e segg. *(La scoperta dell'Italia)* Torino, 1976.

([16]) Particolarmente importante, nell'ambito piemontese, i progressi raggiunti da Alberto Gatti, responsabile del Catasto Comunale di Torino (1820-30), da Ignazio Porro, che ne sviluppò le ricerche sui metodi celerimetrici, da Antonio Rabbini, responsabile del Catasto del Regno Sardo (1858-62); cfr. B. BIANCO, A. FRISA, *Il catasto geometrico-particellare comunale di Torino nel contesto delle vicende della catastazione in Piemonte*, in «Storia Urbana» n. 1, Milano, 1977, e F. ROSSO, *La catastazione napoleonica nella città di Torino*, in *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, 1981.

([17]) Per questi aspetti si veda: A. MORI, *Cenni Storici sui lavori geodetici e topografici e sulle principali produzioni cartografiche eseguite in Italia dalla metà del sec. XVIII ai nostri giorni*, Firenze, 1903.

([18]) Per la cartografia dell'IGM, si veda ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI TORINO 1911, ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, *La Cartografia italiana nei primi 50 anni di vita nazionale (1861-1911)*, Firenze, 1911, da cui sono tratti i passi del testo; per la cartografia del catasto si veda: MINISTERO DELLE FINANZE, DIREZIONE GENERALE DEL CATASTO, *Cenni sulla formazione del nuovo catasto italiano*, Roma, 1911.

cui furono ottenuti... riuscendo alla formazione di una carta generale dello Stato fra le migliori che vantino le nazioni più progredite», l'obiettivo raggiunto di superare le divisioni degli stati pre-unitari, e di unificare anche sotto l'aspetto cartografico il territorio nazionale.

Si tratta, a parte ciò, di cartografia di valore e di carattere estremamente diverso, e ciò non solo e non tanto per la diversa scala di rappresentazione, quanto per le specifiche finalità. Si è detto ([19]) che la cartografia moderna pare tendere via via ad una sempre più marcata oggettivizzazione ed astrazione, diventando il disegno sempre più convenzionale e schematico, in particolare evolvendo la topografia urbana da una chiave paradigmatico-simbolica ad una di realismo figurativo. Il raffronto tra la cartografia catastale antica [ad esempio di un catasto sabaudo della perequazione generale ([20])] ed il catasto dello stato italiano, pone in tutta evidenza questo processo di impoverimento espressivo: là la raffigurazione geometricamente perfetta ed il numero della particella coesiste con la ricerca di effetti descrittivi di notevole immediatezza (le colture vengono rappresentate con una annotazione simbolica della vegetazione, o almeno, con diverse coloriture), qui compare soltanto il numero e la linea del mappale. Restano gli elementi necessari e sufficienti, cioè, al contenuto di una carta catastale.

Anche le carte topografiche subiscono un analogo processo di schematizzazione, ma molto meno spinto: se si raffronta una carta topografica del Piemonte coeva del catasto antico, ad esempio la carta topografica della Caccia ([21]), con la «tavoletta» d'impianto dell'Istituto Geografico Militare, a sua volta coeva dell'impianto del catasto, si può notare che, a parte la diversa conformazione del territorio, dovuta ai più rigidi metodi di rilevamento e di restituzione, è diversa la tecnica di rappresentazione del rilievo (le curve di livello, in luogo dell'ombreggiatura a sfumo), più semplificata ed uniforme l'indicazione delle colture, ma tale comunque da rendere conto della forma del paesaggio, perché invariati restano gli elementi presi in considerazione.

Qui la finalità di rappresentare il territorio essenzialmente nelle sue caratteristiche fisico-geometriche, ma con una ricca annotazione degli elementi strategici (strade, ferrovie, fiumi, rilievo altimetrico, vegetazione, ecc.), pur conducendo, come si è visto, ad una «omologazione» di segni insediativi di diversa origine, non impoverisce troppo il contenuto espressivo della carta.

([19]) Cfr. A. CAVALLARI-MURAT, *Evoluzione della cartografia urbana ed extra urbana*, in: ISTITUTO DI ARCHITETTURA TECNICA DEL POLITECNICO DI TORINO, *Forma urbana e Architettura nella Torino barocca*, vol. I, Torino, 1968; G. ROMANO, *Studi sul paesaggio*, Torino, 1978 pag. 97 e segg.; L. GAMBI, *La città da immagine simbolica a proiezione urbanistica*, in *Storia d'Italia*, Vol. VI, *Atlante*, Torino, 1976.

([20]) Cfr. I. RICCI, *Perequazione e Catasto in Piemonte nel sec. XVIII*, in *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, 1981.

([21]) Cfr. ISTITUTO DI ARCHITETTURA TECNICA DEL POLITECNICO DI TORINO, *Forma urbana e Architettura nella Torino Barocca*, vol. II, Torino, 1968, vol. II, p. 67.

L'impianto dell'Istituto Geografico Militare

La storia della cartografia moderna, fondata cioè sulle basi scientifiche fornite dai progressi dei lavori astronomici, geodetici e topografici, inizia in Piemonte, come nel resto dell'Europa nel secolo XVIII, ed è fin dalle origini legata alla costituzione di appositi servizi militari preposti ai lavori topografici, con ciò mostrando chiaramente le motivazioni di carattere strategico alla radice dell'avanzamento degli studi nel settore. A quell'epoca in Piemonte si costituisce infatti il Corpo degli Ingegneri Topografi dell'esercito, mentre, sulla scia delle esperienze condotte nello Stato Pontificio dal padre Boscovich, il padre Beccaria procede alla misura di un arco di meridiano, partendo da una base misurata tra Torino e Rivoli ([22]).

Non si può, però, parlare di una Carta topografica moderna e completa ([23]) fino alla ripresa dei lavori di triangolazione estesi all'intero territorio regionale, dopo l'occupazione Napoleonica, durante la quale, peraltro, essi vengono posti in cantiere, come prosecuzione delle triangolazioni servite per la stesura della grande carta di Francia del Cassini ([24]). È infatti il caso di ricordare la saldatura tra la triangolazione francese (tra Bordeaux e Chambery) e quella delle valli del Po (tra Torino e Fiume), e la conseguente misura di un arco parallelo medio, e, ancora, la verifica della misura dell'arco di meridiano effettuata dal Beccaria: operazioni avvenute tutte, a seguito degli accordi tra il Governo Francese, il regno Sardo e l'Imperial-Regio Governo Austriaco, tra il 1821 e il 1823, ad opera di una commissione di ufficiali piemontesi ([25]) ed austriaci presieduta dagli astronomi Plana e Carlini.

Da queste operazioni trigonometriche e dalle altre, decise al fine di giungere ad una triangolazione generale del Piemonte, ed ultimate nel 1830, deriva la Carta Topografica degli Stati di S.M. il Re di Sardegna in Terraferma, in scala 1:50.000. Questa carta, sviluppata nella proiezione così detta di Flamsteed modificata o di Bonne, assumendo come centro di sviluppo e origine delle coordinate rettilinee l'Osservatorio di Torino, in 91 fogli rettangolari di m 0,70 x 0,50, in un primo tempo non viene pubblicata, ma serve semplicemente di base per la formazione di una carta corografica alla scala di 1:250.000, pubblicata nel 1841 in 6 fogli di

([22]) Cfr. A. MORI, *Cenni storici sui lavori geodetici e topografici e sulle principali produzioni cartografiche eseguite in Italia dalla metà del secolo XVIII ai nostri giorni*, Firenze, 1903.

([23]) L'antica Carta del Borgonio, pubblicata nel 1680, giudicata dal Soulavie la prima carta topografica militare degna di questo nome, era «*la migliore carta d'insieme che si possedesse per gli stati di terraferma del Reame Sardo, ma essa era ormai giudicata affatto insufficiente*», cfr. A. MORI, *op. cit.*

([24]) Cfr. A. MORI, *op. cit.* pagg. 14-16 e la bibliografia citata sulle operazioni geodetiche in Lombardia, nei territori della Repubblica Italiana, e su quelle degli ingegneri geografi francesi in Italia.

([25]) Nel 1814 si era costituito il Corpo reale dello Stato Maggiore Generale, poi (dal 1841) Ufficio Topografico del Corpo di Stato Maggiore, poi ancora (dal 1861) Ufficio Tecnico del Corpo di Stato Maggiore; cfr. G. GIANNI, *La cartografia Ufficiale Italiana negli ultimi due secoli, Appendice III*, in «L'Universo» n. 6-1949 e n. 1-1950.

m 0,78 x 0,48, e di un'altra alla scala 1:500.000 in un solo foglio di m 0,78 x 0,68, pubblicata nel 1846 ([26]). Solo nel 1851 se ne decide la revisione e la pubblicazione alla scala originaria, avvenuta tra il 1851 e il 1868. Si tratta della prima organica carta topografica del Piemonte: l'altimetria è ancora rappresentata con il sistema del tratteggio a luce obliqua a 45°, mentre piuttosto scarse sono le quote, dedotte, a differenza delle due carte precedenti, da apposita livellazione trigonometrica ([27]). All'indomani dell'unificazione anche la cartografia nazionale presenta i caratteri della frammentarietà degli Stati pre-unitari: oltre alla carta degli Stati in Terraferma di cui sopra, possedevano una cartografia moderna le regioni settentrionali e centrali ([28]), ad opera dell'Istituto Geografico Militare dell'I.R. Stato Maggiore austriaco, mentre per l'Italia meridionale si erano appena iniziati i rilievi per la costruzione di una nuova carta in scala 1:80.000. In primo luogo viene affrontato il problema dell'unificazione dei servizi cartografici: l'Ufficio Tecnico del Corpo di Stato Maggiore Sardo assorbe l'«Ufficio Topografico toscano» e il «Reale Officio Topografico Napoletano», assumendo la nuova denominazione di «Ufficio Tecnico del Corpo di Stato Maggiore dell'esercito italiano».

Nel 1865 esso trasferisce la sua sede da Torino a Firenze.

In secondo luogo si pone mano al compimento della carta delle provincie meridionali, modificandone però il sistema e la scala di rilevamento: con R.D. 10.8.1862 viene ordinato il compimento della Carta Topografica delle provincie meridionali alla scala di 1:50.000, con rappresentazione orografica a curve di livello con equidistanza di 10 m e in proiezione di Bonne (assumendo come origine delle coordinate l'intersezione del meridiano passante per l'Osservatorio astronomico di Capodimonte con il 40° parallelo), in 174 fogli di m 0,50 x 0,70; i lavori vengono eseguiti tra il 1861 e 1876, e la carta riprodotta fotolitograficamente.

È interessante notare come questa carta, che rappresenta il banco di prova per la redazione di una carta topografica estesa a tutto il territorio nazionale, viene ancora concepita, nella Relazione della Commissione sul progetto di legge presentato dal Ministero della guerra nella tornata 15 febbraio 1862 ([29]), come carta essenzialmente militare.

Nel 1872 in seguito alla grande rilevanza assunta dai compiti non solo topografici e cartografici ma anche geodetici svolti dall'Ufficio Tecnico, matura l'esigenza di costituire un organismo autonomo, organizzato per assolvere esclusivamente a questi compiti. Con il R.D. 27.10.1872 viene perciò fondato l'Istituto Topografico Militare, con sede in Firenze.

Ultimata la Carta Topografica delle Provincie Meridionali, si può dire che tutto il territorio nazionale disponesse di una cartografia moderna, sebbene con sistemi di rappresentazione, scale e aggiornamenti differenti, e fosse quindi possibile, com'era nei proponimenti, procedere alla stesura di una carta generale d'Italia in scala 1:100.000.

L'opportunità, viceversa, di utilizzare materiali cartografici omogenei, di adottare un nuovo sistema di rappresentazione (proiezione policentrica) e di rappresentare l'orografia con il nuovo sistema delle curve di livello, è all'origine della decisione di estendere a tutte le altre provincie le levate compiute per il Meridione e giungere quindi alla costruzione, per riduzione delle nuove levate al 50.000, di una carta al 100.000. Il disegno di legge per il compimento della carta topografica d'Italia viene presentato il 3 febbraio 1875. Esso prevede la costruzione di altri 118

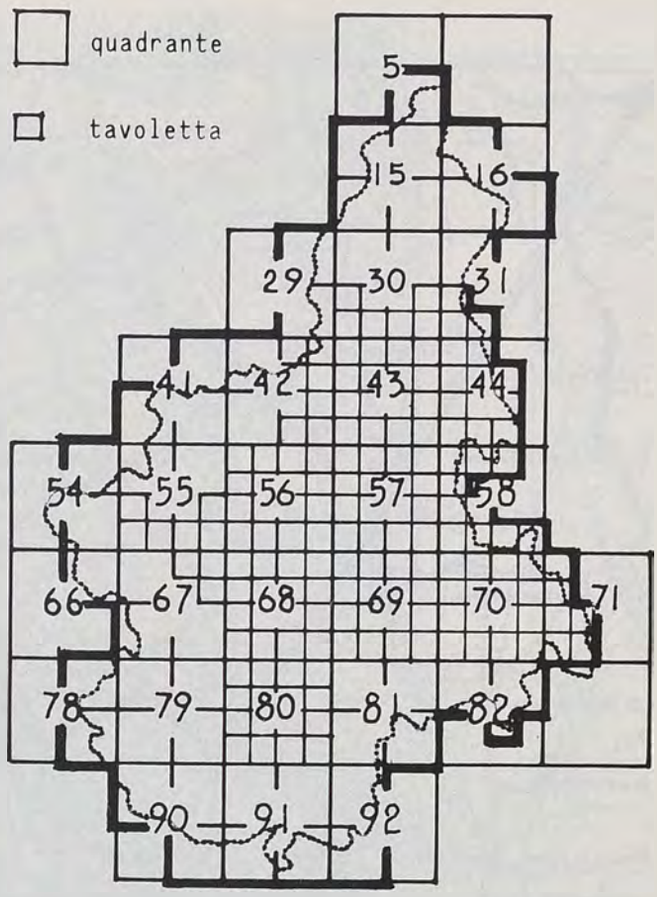
([26]) Rispettivamente: *Carta degli Stati di S.M. Sarda in terraferma,* opera del R. CORPO DI STATO MAGGIORE GENERALE, incisa e pubblicata l'anno 1841 a Torino, alla scala di 1:25.000 in 6 fogli. *Carta degli Stati di S.M. Sarda in terraferma* ridotta all'1: 500.000 nell'ufficio topografico dello Stato Maggiore Generale, l'anno 1846. cfr. *Cenni intorno alla formazione della Carta Topografica degli Stati di S.M. il re di Sardegna in terraferma,* opera del R. CORPO DI STATO MAGGIORE GENERALE, Torino, 1841.

([27]) Per quel che riguarda la Sardegna è da ricordare, oltre alla *Carta dell'Isola e Regno di Sardegna del Maggiore Generale Conte Alberto Ferrero della Marmora,* alla scala 1:250.000, in due fogli di m. 0,90 x 0,70, pubblicata nel 1845 sulla base dei lavori trigonometrici e topografici effettuati dallo stesso generale Della Marmora, l'*Atlante dell'Isola di Sardegna,* alla scala 1:50.000, in 49 fogli, costruita in base alle levate eseguite a cura del Corpo di Stato Maggiore, tra il 1840 e il 1859, e che costituisce integrazione rispetto alla carta degli Stati di Terraferma. Ambedue sono in proiezione di Bonne, con orografia a tratteggio e lumeggiamento obliquo a 45°.

([28]) Per una descrizione completa delle fonti cartografiche degli Stati pre-unitari si rimanda ad: A. MORI, *La Cartografia Ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare,* Roma, 1922, oltre alle opere precedentemente citate di A. MORI stesso e G. GIANNI. Sono da richiamare le difformità di sistema di proiezione (la carta degli Stati di Terraferma del Regno Sardo è in proiezione di Bonne, quella dell'I.R. Istituto Geografico Militare, in proiezione di Cassini) di metodi di rappresentazione dell'orografia (a luce obliqua, la prima, a luce zenitale, la seconda), di supporti grafici (la prima e i fogli della seconda relativi alla Toscana e allo Stato Pontificio, su pietra, la seconda, su rame). La cartografia dell'I.R. Istituto Geografico Militare si articola in:
Carta Topografica del Regno Lombardo-Veneto costruita sopra misure Astronomico-trigonometriche ed incisa a Milano nell'Istituto Geografico Militare dell'I.R. Stato Maggiore generale austriaco, in 42 fogli, pubblicata nel 1833; la *Carta Topografica dei Ducati di Parma, Piacenza e Guastalla, levata dietro misure trigonometriche negli anni 1821 e 1822, sotto il Governo di Sua Maestà l'Arciduchessa Maria Luisa, disegnata ed incisa a Milano nell'Istituto Geografico militare dell'I.R. Stato Maggiore Generale Austriaco* in 9 fogli, pubblicata nell'anno 1828; la *Carta Topografica del Ducato di Modena, levata dietro misure trigonometriche, alla scala 1:28.800 per ordine di S.A.R. Francesco IV Arciduca d'Austria dal R. Ducale corpo del Genio Militare estense, ridotta alla scala di 1:86.400 nell'I.R. Istituto Geografico Militare di Vienna,* in 8 fogli, pubblicata nell'anno 1849; *Carta Topografica dello Stato Pontificio e del Granducato di Toscana costruita sopra misure astronomico-trigonometriche ed incisa sopra pietra a Vienna, nell'I.R. Istituto geografico Militare,* pubblicata nel 1851. Tutte alla scala di 1:86.400 (1 pollice per 1200 Klafter di Vanner).

([29]) Relazione della Commissione sul progetto di legge presentato dal Ministero della Guerra nella tornata del 15 febbraio 1862 (in Atti parlamentari della Camera dei Deputati, sessione 1861, tornata del 20.6.1862): *«È certamente comune desiderio dei nostri concittadini e peculiare bisogno degli ufficiali dell'esercito italiano di aver anche una carta topografica di tutto il Regno d'Italia, in unica scala, la quale stia fra le grandi e le piccole proporzioni o scale, perché gli ufficiali vi potessero osservare quelle particolarità e quegli accidenti del terreno ond'eglino hanno a regolare i loro cammini e gli andamenti tattici per combattimenti di posizione, e vi potessero studiare le scacchiere e le mosse per le battaglie strategiche. Imperocché, se la proporzione del disegno rispetto al terreno fosse troppo grande, sarebbesi costretti ad avere troppi volumi e troppi rolli di carte topografiche, e se troppo piccola, né l'occhio né la mente dell'ufficiale non vi leggerebbero chiaro come pure conviene...».*

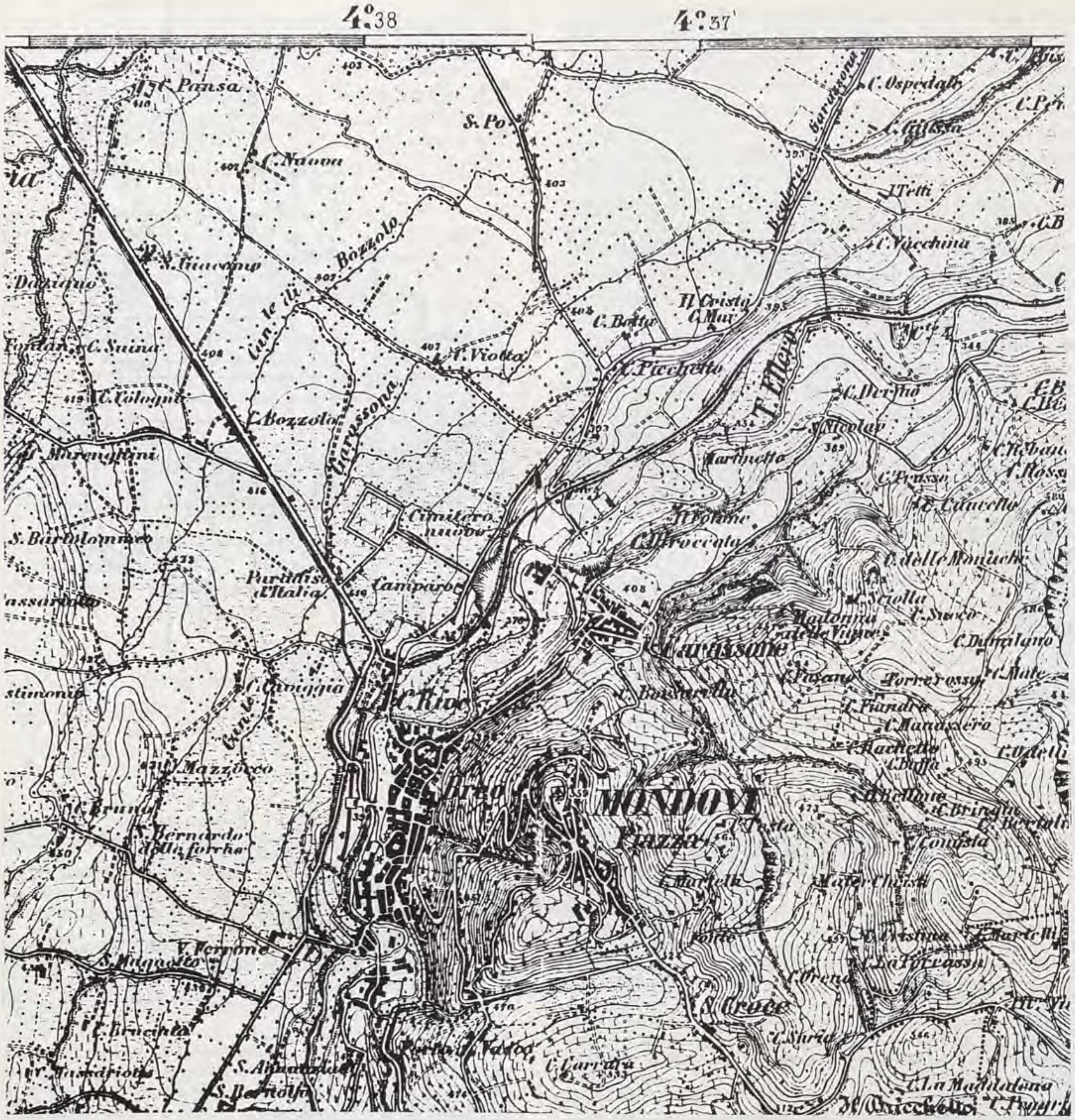
fogli al 100.000, di cui 93 mediante rilievi al 50.000 e 25 mediante rilievi al 25.000 (per i dintorni delle grandi città e le regioni militarmente importanti), fissando come sistema di rappresentazione la proiezione policentrica o naturale a paralleli rettilinei, suddividendo i fogli in base al reticolato geografico, con ampiezza di ogni foglio di 30′ in longitudine e 20′ in latitudine, e come sistema di rappresentazione dell'orografia il tratteggio con lumeggiamento zenitale e con curve di livello equidistanti di 50 metri ([30]). La Commissione parlamentare incaricata dell'esame del disegno di legge, approvandone il testo, accenna all'opportunità di coordinare il lavoro della carta alle operazioni per il nuovo catasto (ver cui era in corso da tempo un lungo dibattito, ancora lungi dal concludersi con la promulgazione della legge per il riordinamento dell'imposta fondiaria): la relazione della Commissione, inoltre, offre lo spunto per riconoscere una nuova attenzione, non più ristretta alla strategia militare, nei confronti dei molteplici significati e delle diverse finalità della documentazione cartografica ([31]). La legge viene pubblicata il 29 giugno 1975, ma appena tre anni dopo viene integrata da un nuovo provvedimento (R.D. 30.5.1978), con cui vengono aumentati gli stanziamenti, in quanto i rilevamenti alla scala 1:25.000 vengono estesi a un numero molto maggiore di fogli (complessivamente 661 «quadranti» al 50.000 e 1005 «tavolette» al 25.000). I lavori, iniziati nel 1876, vengono completati per l'intero territorio continentale nel 1895, mentre nel 1900 viene compiuto il rilevamento della Sardegna.



Quadro d'unione dei quadranti e tavolette IGM di impianto.

([30]) È il caso di ricordare alcuni elementi di carattere tecnico:
— la proiezione policentrica o naturale o equivalente a paralleli rettilinei, in cui ogni foglio della carta corrisponde ad un trapezio sferoidico costituito da una maglia di reticolati geografici in cui meridiani e paralleli si tracciano (senza sensibili errori per la scala di rappresentazione) rettificati, e in cui il centro di proiezione si fa corrispondere con il centro del foglio, facendo astrazione dalla curvatura terrestre (le deformazioni degli angoli aumentano allontanandosi dal centro di sviluppo del foglio), fu scelta perché consentiva di mantenere inalterato il disegno delle levate topografiche. Per meridiano di origine per il computo delle longitudini fu assunto il meridiano possante per il segnale geodetico stabilito sul Monte Mario; dal 1942 si è adottata la proiezione conforme di Gauss (Cilindrico-inversa);
— la suddivisione in fogli, per comodità di lettura e di facilità di riproduzione fotomeccanica venne fatta in modo che, alla scala 1:100.000, ogni foglio si estendesse per 30′ di longitudine e 20′ di latitudine, dando luogo ad un trapezio di altezza costante di m 0,37 e di basi variabili da m 0,38 a m 0,44. Ogni foglio al 100.000 fu diviso a sua volta in quattro «quadranti» al 50.000 o in 16 «tavolette» al 25.000: quadranti e tavolette hanno quindi la stessa dimensione e coprono, rispettivamente, 15′ di longitudine e 10′di latitudine, 7′,30″ di longitudine e 5′ di latitudine. I fogli sono contrassegnati con numeri arabi dall'1 al 325, i quadranti con numeri romani (da I a IV, da quello in alto a destra ai successivi in senso orario), le tavolette con la posizione che esse hanno rispetto al quadrante (NE, NO, SE, SO);
— il metodo di rilevamento fu quello già impiegato per la carta delle provincie meridionali, e cioè un rilevamento grafico numerico alla tavoletta pretoriana, appoggiato ad una fitta triangolazione, portata avanti dall'I.G.M. stesso su tutto il territorio nazionale, in conformità alle indicazioni della Associazione geodetica internazionale. Successivamente (dal 1898) si adottò anche il rilevamento celerimetrico; e, negli ultimi 40 anni, quello aerofotogrammetrico.
— la rappresentazione dell'orografia fu effettuata col tratteggio a lumeggiamento zenitale, e con curve di livello equidistanti 50 metri per il 100.000, 10 metri per il 50.000 e 5 metri per il 25.000. Dal 1886 l'equidistanza fu portata al millimetro grafico (cioè 50 metri per il 50.000, 25 metri per il 25.000);
— la nomenclatura, la toponomastica e i segni convenzionali furono decisi e subirono successivamente aggiustamenti, anche attraverso la costituzione di apposite commissioni (ad esempio per la toponomastica);
— l'ellissoide di riferimento rimase, fino al 1942, quello di Bessel (1841), poi sostituito da quello internazionale o di Hayford. Per una descrizione dei contenuti delle carte dell'I.G.M., si veda C.F. CAPELLO, *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione dei paesaggi*, Torino, 1967.

([31]) *«Specialmente allorché si tratta di grandi scale, si pretendono carte che, nel limite del graficismo, presentino carattere geometrico sia nella planimetria che nel profilo, talchè esse debbono fondarsi su una triangolazione e livellazione fitte e regolari. Si pretende oggidì che queste Carte non solo servano agli scopi del viaggiatore e del curioso, ma si vuole che soddisfino alle infinite ricerche di tutti i rami di civiltà progredita. Importa insomma, che l'ingegnere vi possa tracciar sopra i propri progetti di massima, senza bisogno di rilevare piani speciali e, quasi direi, senza uscire dal proprio gabinetto; che il tattico e lo stratega vi possono apprezzare il valore delle posizioni e delle linee offensive e difensive; che il naturalista vi possa appoggiare le sue ricerche geologiche e climatologiche...». «...sulla riconosciuta necessità di addivenire al compimento della Carta topografica d'Italia e di dotare, come lo furono le provincie meridionali, ben anco del tutto il resto del nostro Paese di documenti topografici più attendibili e più conformi ai molti progressi fatti alla scienza. Questa necessità si fa tanto più pressante se consideriamo essere stata ovunque una perfetta conoscenza orografica, idrografica e geologica del suolo una delle cause più efficaci per l'incremento della pubblica ricchezza e per lo sviluppo del generale benessere».*
Atti Parlamentari. Camera dei Deputati. Sessione del 1847-75. Documenti, progetti di legge e relazioni. Doc. n° 78-A. Tornata del 18 maggio 1875.
Cfr. C. TRAVERSI, *I cento anni dell'Istituto Geografico Militare nella vita d'Italia*, in «L'Universo», n. 5, 1972.

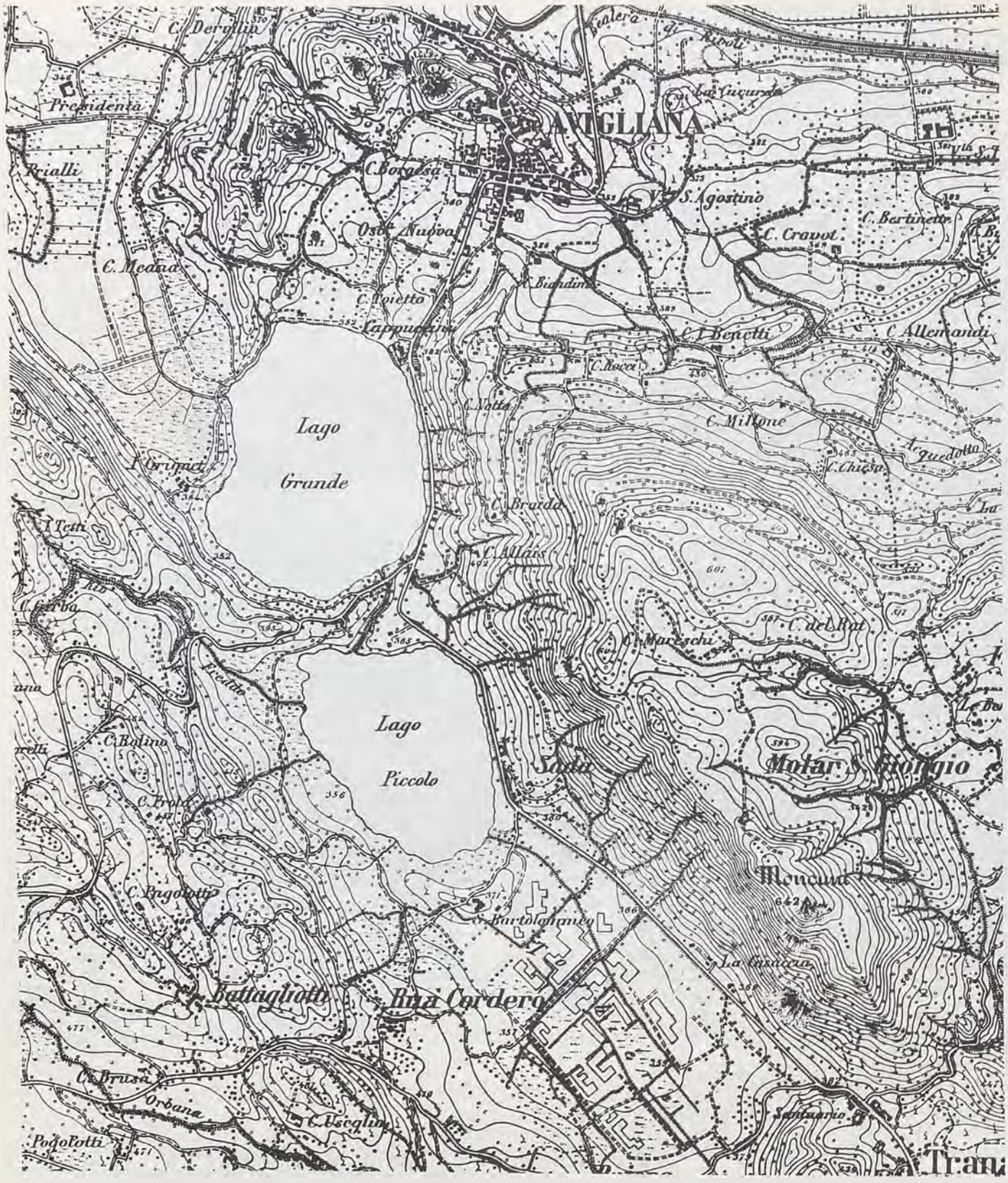


Istituto Topografico Militare, foglio della carta d'Italia n. 80, tavoletta all'1:25000 II S.O. e II S.E., «Villanova di Mondovì» e «Mondovì», levata 1879: spezzoni mosaicati riguardanti la città di Mondovì.

La tavoletta è particolarmente ricca di annotazioni riguardanti l'assetto agrario: esse non si limitano alla minuziosa restituzione della copertura arborea (filari, boschi, colture legnose) ma evidenziano le parti coltivate a prato, rispetto quelle coltivate a campo; è chiaramente leggibile il diverso paesaggio agrario (la «langa» monregalese, molto più intensamente di ora coltivata a vite, con un fitto insediamento rurale — piccola proprietà diretta — coltivatrice; la pianura tra Ellero e Pesio, a colture foraggiere e seminativo, con più rado insediamento — a conduzione prevalentemente mezzadrile).
La città è chiaramente enucleata nei suoi rioni storici (Breo, Piazza, Carassone, e, seppure meno o affatto evidenziata dalla toponomastica, Ripe e Borgatto).
La tavoletta riporta il tracciato ferroviario della Mondovì-Bastia con la relativa stazione di Breo al di là dell'Ellero, non ancora completato fino a Cuneo, e la «ferrovia economica» Fossano-Mondovì, lungo la statale, non ancora prolungata fino a Villanova.
È pure possibile leggere (con qualche difficoltà, dato il piccolo simbolo impiegato — una stella a cinque punte), i numerosi mulini e prese di forza idraulica che cadenzano il corso dell'Ellero nel tratto in cui attraversa la città, ed attorno ai quali si sono venuti dislocando quegli impianti industriali (Officine Manfredi, Ceramica Besio, Tannificio Battaglia, Richard-Ginori, ecc.) che per un lungo periodo hanno costituito la base economica tradizionale della città.

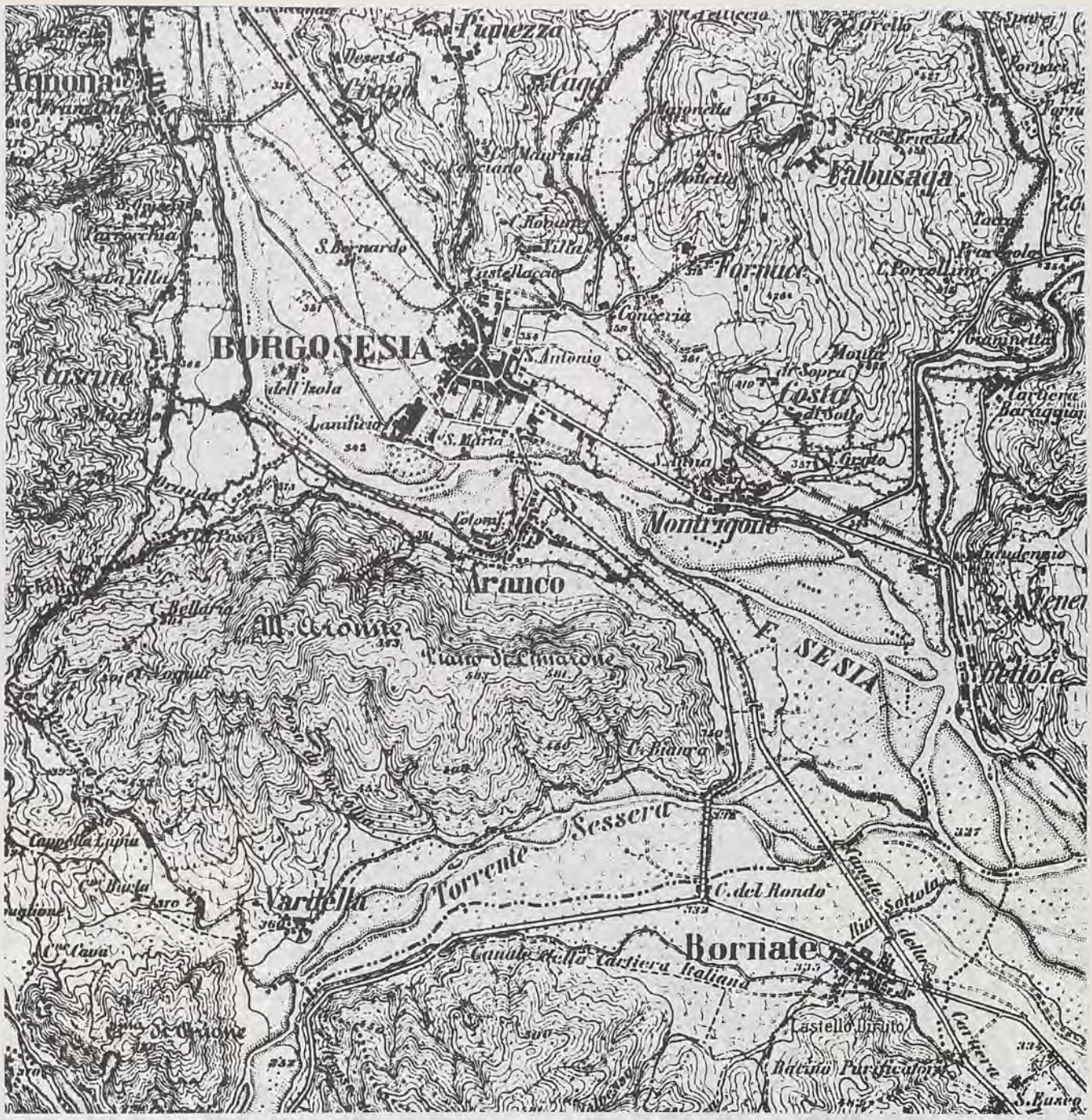
Istituto Topografico Militare, foglio della carta d'Italia n. 56, tavoletta all'1:25000 II S.O., «Chieri», levata 1881, spezzone riguardante la città di Chieri.

L'evidenza e l'importanza della forma urbana, che induce a debordare dal rigido ritaglio della tavoletta per non compromettere la lettura unitaria, si valgono di una grafia portata al limite della miniatura. Si noti il dettaglio con il quale si evidenziano, oltre all'edificato (in cui vengono rappresentate con la loro simbologia le chiese), il ritaglio dei lotti con recinzioni murarie (la stessa cinta difensiva del secolo XIII-XVI ed i relativi bastioni e baluardi spiccano nel reticolo urbano anche grazie all'ausilio dei toponimi delle porte), le destinazioni d'uso delle aree libere interne (orti, parchi).
Anche qui la realizzazione di un asse ferroviario con la relativa stazione (1874) innesca un processo di «cattura», per ora limitato alla maglia viaria che si innerva nel nuovo polo.
Anche il paesaggio agrario è rappresentato con ricchezza di annotazioni, tanto sulle colture (prati di fondovalle, vigne e campi sui dossi collinari) che nel tessuto insediativo storico, in cui spiccano le «vigne» settecentesche.



Istituto Topografico Militare, foglio della carta d'Italia n. 55, tavoletta all'1:25000 II S.E., «Giaveno», levata 1881, spezzone riguardante la città di Avigliana.

La tavoletta, grazie anche alla scala originaria della levata (1:10000 e 1:20000, come specificato in calce) è precisa e minuziosa, tanto nel rilevamento dell'incasato che del territorio (si noti la vistosa rappresentazione delle torbiere attorno ai laghi). Si può notare il sovrapporsi al reticolo viario originario rappresentato dall'antica strada di Francia e dalle strade sinuose che fanno capo al centro principale, dei tagli rettilinei della ferrovia, della strada nazionale del Moncenisio (in alto a destra) e della nuova strada tra la stazione ferroviaria e Trana-Giaveno, che passa ai piedi dell'abitato e a margine dei laghi. Questi nuovi eventi infrastrutturali non hanno ancora indotto l'addizione a valle dell'abitato, che è fenomeno ricorrente nei centri del Piemonte nei quali l'apertura di assi ferroviari o stradali nell'800 induce radicali mutamenti nel processo di crescita.



Istituto Geografico Militare, foglio della carta d'Italia n. 30, tavoletta all'1:25000 II S.O., «Borgosesia», levata 1884, spezzone riguardante la città di Borgosesia.

La tavoletta ha quasi l'evidenza di una fotografia, in quanto coglie la realtà di un territorio in piena trasformazione, riuscendo a mettere in luce il contrasto tra l'assetto agro-silvo-pastorale originario (piccoli annucleamenti rurali sparsi sulle colline o ai piedi di esse, proprietà diretto-coltivatrice, policoltura ed economia di sussistenza) e la nuova realtà in formazione dell'industrializzazione (industrie tessili e cartarie, ingrossamenti dei centri di fondovalle).
Si notino le opere di captazione ed i canali industriali che infittiscono il disegno insediativo lungo le aste fluviali del Sesia, dello Strona, del Sessera, le relative cartiere, lanifici, cotonifici, la presenza della tranvia Aranco-Vercelli, la stessa ferrovia per Varallo indicata in costruzione.

Istituto Geografico Militare, foglio della carta d'Italia n. 31, tavoletta all'1:25000 II S.O., «Arona», levata 1884, spezzone riguardante la città di Arona.

Anche questa tavoletta può costituire un documento sull'evoluzione delle colture nel territorio piemontese: si noti l'estensione, ad esempio, della coltura della vite, ormai pressoché scomparsa sulle rive del Lago Maggiore.
Il centro di Arona è chiaramente leggibile nel suo impianto fortificato ai piedi della Rocca (sono riportati i resti delle mura fatte abbattere da Napoleone nel 1800) e nella sua prima espansione extramuraria secondo la scacchiera del Piano d'Ampliamento del 1855 a sud, verso la stazione della ferrovia Genova-Alessandria-Novara, che, all'epoca si arrestava sulla sponda del Lago ove era collocata pure la dogana ed ove avveniva il trasbordo delle merci dalla ferrovia ai battelli. Il taglio dei successivi assi ferroviari avrà un'importanza notevole nella morfologia urbana della città.
Particolarmente utile ai fini dell'identificazione delle più significative emergenze architettonico-ambientali, l'evidenziazione delle ville patrizie lungo il lago tra Arona e Meina, e, ai fini dell'individuazione dei vecchi insediamenti industriali, assai frequenti in questa fascia del Verbano, come nel Biellese, ricca di fonti energetiche naturali, la precisa individuazione degli opifici, di cui è possibile ricostruire sistematicamente una serie di informazioni attraverso le coeve indagini statistiche.

La carta al 100.000 comincia ad essere pubblicata nel 1879, nel 1903 sui 273 fogli complessivi sono disponibili 243 (riguardanti l'Italia Continentale e la Sicilia), solo nel 1921 sono pronti i fogli relativi alla Sardegna; con l'acquisto dei territori della Venezia Giulia e del Trentino si estendono le operazioni di rilevamento a quei territori, derivandone altri 44 fogli della Carta d'Italia al 100.000.

Nel frattempo l'Istituto Topografico Militare viene trasformato in Istituto Geografico Militare (legge 3.12.1882), in relazione ai più vasti compiti riconosciutigli.

In Piemonte i lavori per la costruzione della carta generale al 100.000 conducono, tra il 1878 e il 1884 al rilevamento di 171 tavolette al 25.000 e di 47 quadranti al 50.000: questi ultimi riguardanti i territori marginali, scarsamente antropizzati, della fascia alpina ed appenninica. È appunto questo insieme di carte, costituenti la levata d'impianto dell'I.G.M., che la Biblioteca della Facoltà di Architettura, in accordo e su autorizzazione dell'Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Parchi Naturali della Regione Piemonte ([32]), ha potuto recentemente acquisire attraverso la stampa, dai negativi di proprietà regionale, di positivi fotografici a contatto su pellicola poliestere indeformabile, in scala 1:1 rispetto agli originali conservati nella Biblioteca dell'I.G.M. stesso.

Le tavolette ed i quadranti sono identificati con il nome della località geografica più importante, oltre che con il riferimento alla loro posizione rispetto al foglio al centomila cui appartengono. A seconda della data di pubblicazione (prima o dopo, cioè, il 1882), alcune riportano l'intestazione: Istituto Topografico Militare, altre quella: Istituto Geografico Militare. Oltre alla data di rilevamento è riportata la data della eventuale verifica; inoltre è riportata la suddivisione delle sezioni di rilevamento, con i nomi dei «mappatori» responsabili.

In alcuni casi (come ad esempio per il territorio comunale di Torino) l'indicazione delle colture è particolarmente ricca e dettagliata, in quanto dedotta dalla riduzione delle mappe catastali, così come riportato in legenda.

L'impianto del Catasto Statale

Il Regno di Sardegna, com'è noto, contende allo Stato di Milano di Carlo VI e Maria Teresa la circostanza di avere portato a termine il primo catasto geometrico-particellare d'Europa ([33]): ma al di là del primato cronologico, è un fatto che nel Piemonte le operazioni catastali si siano susseguite, nell'arco di quasi due secoli, con una frequenza ed un'intensità rimarchevoli, sintomo, come rileva lo Zangheri, di un più rapido sviluppo della proprietà borghese e di espansione più intensa del capitalismo nell'agricoltura.

La ricchezza di fonti cartografiche che ne deriva offre allo storico come all'urbanista lo spunto per numerose analisi e riscontri sull'evoluzione degli insediamenti: si può dire infatti che per un gran numero di centri sono disponibili i catasti della perequazione sabauda (editto del 5.5.1731 e regio biglietto 5.3.1739, Regolamento per le misure territoriali dell'1.12.1775) redatti per tutto l'arco del '700, i catasti napoleonici per massa di coltura o particellari (decreto dei consoli 3.11.1802 e decreto imperiale 27.1.1808), redatti rispettivamente tra il 1804 e il 1807 e tra il 1808 e il 1813, i catasti «Rabbini» (legge 4.6.1855, n. 914) redatti per alcuni circondari delle provincie di Torino e Novara tra il 1858 e il 1862, ed infine il nuovo catasto dello Stato Italiano (legge 1.3.1886, n. 3682) approntato negli ultimi anni del secolo XIX e nei primi del novecento. Per Torino, poi, ove non esiste il catasto sabaudo antico, in quanto la città era esentata dal pagamento dell'imposta fondiaria, vi è da menzionare il catasto comunale del 1820-30.

Non si vuole in questa sede neppure tentare di riassumere le altrettante storie delle catastazioni succedutesi nel tempo in Piemonte, poiché recentemente oggetto di ampie trattazioni cui si rimanda ([34]), ma soffermarsi specificatamente sulle vicende della redazione del nuovo catasto statale, a Torino, per meglio comprendere il significato ed il valore della fonte cartografica, acquisita su autorizzazione della Direzione Generale del catasto, ([35]): si tratta della riproduzione fotografica della mappa di impianto del catasto statale del territorio comunale di Torino, redatta tra il 1892 e il 1896, conservata pressol'archivio dell'Ufficio Tecnico Erariale di Torino ([36]).

([32]) Si è grati della collaborazione prestata dall'Assessore arch. Luigi Rivalta, e in particolare dall'arch. Paolo Trevisani.

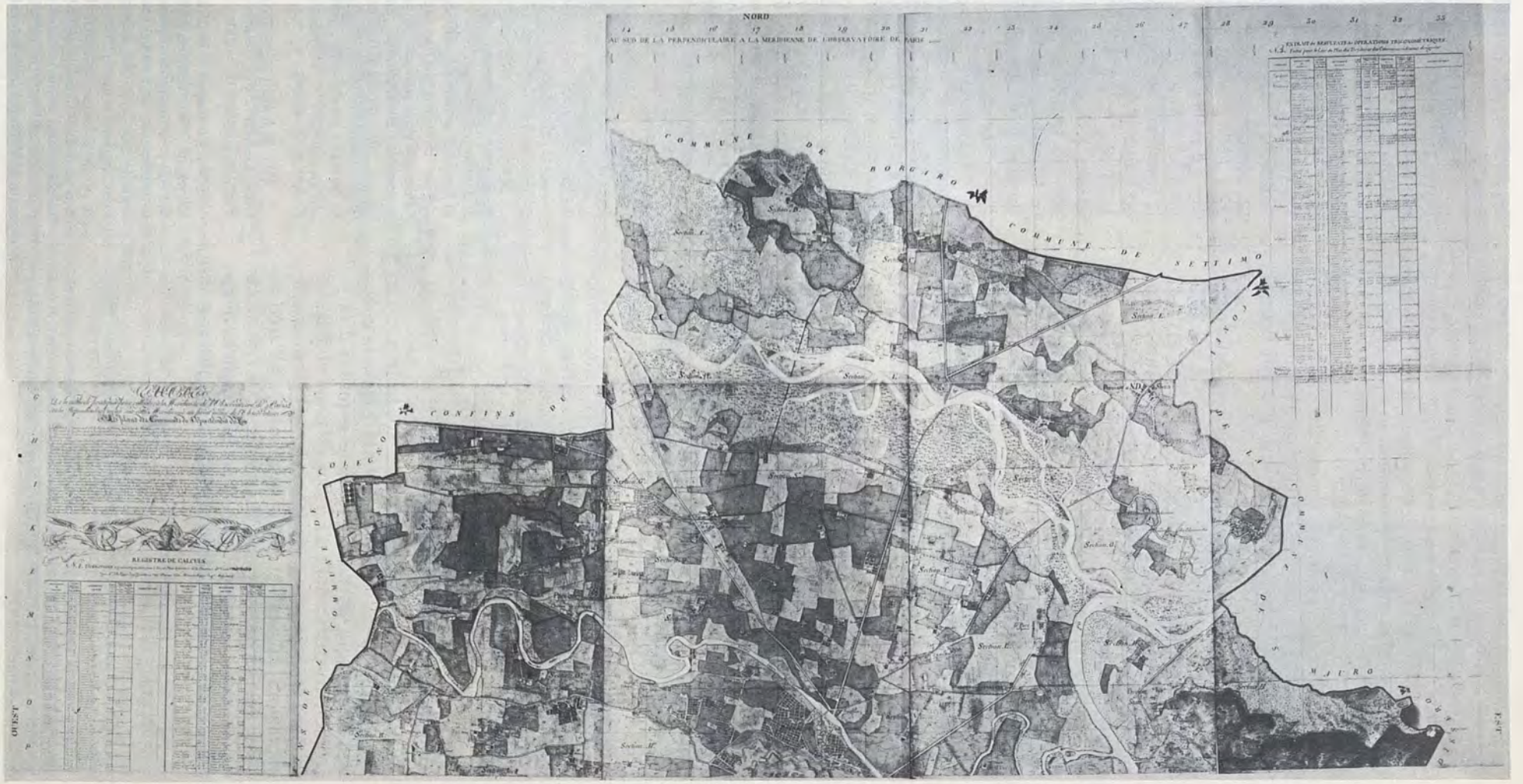
([33]) Cfr. F. DINDO, *Il primo catasto italiano geometrico-particellare*, Legnago, 1904; R. ZANGHERI, *I catasti*, in *Storia d'Italia*, vol. V, tomo I, Torino, 1973; M. BRUCHET, *Notice sur l'ancien cadastre de Savoie*, Annecy, 1977.

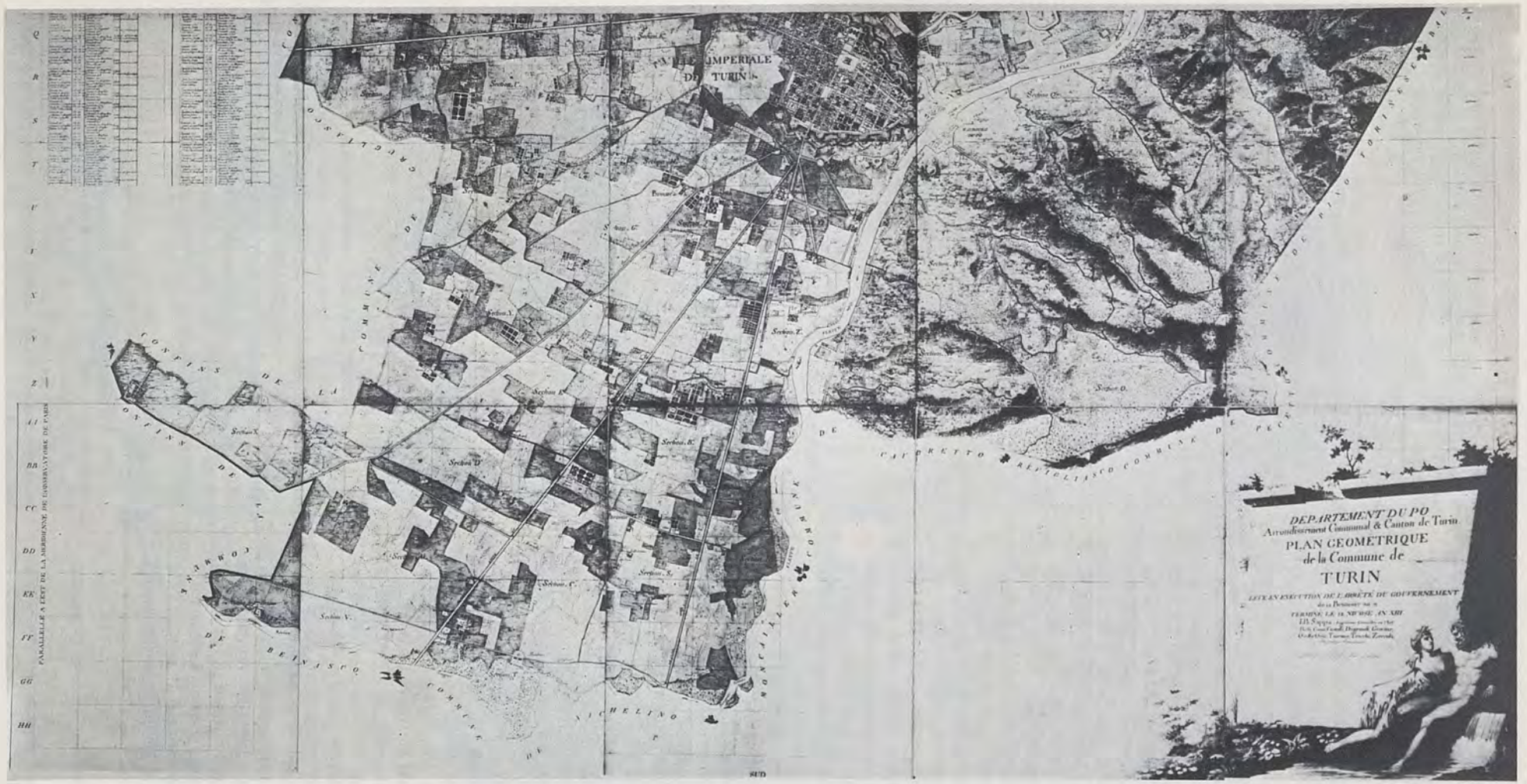
([34]) Cfr.: — per il catasto sabaudo antico: I. RICCI, *Perequazione e catasto nel secolo XVIII*, in C. CAROZZI e L. GAMBI, *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, 1981; nonchè l'ampia bibliografia citata;
— per il catasto napoleonico: F. ROSSO, *La catastazione napoleonica nella città di Torino*, in C. CAROZZI e L. GAMBI, *op. cit.*;
— per il catasto Rabbini e per il catasto municipale di Torino: B. BIANCO, A. FRISA, *Il catasto geometrico particellare comunale di Torino nel contesto delle vicende della catastazione in Piemonte*, in Storia Urbana n. 1, Milano, 1977; nonché la bibliografia citata;
— per il nuovo catasto statale: G. BAZZOCCHI e M. OLIVIERI, *Le vicende della catastazione dall'età unitaria ad oggi;* e M. OLIVIERI, *I catasti all'Unità d'italia*, ambedue in C. CARROZZI., L. GAMBI., *op. cit.*; nonché la vastissima bibliografia citata;
Sugli aspetti più strettamente cartografici si veda pure: C. MONTI, E. VITELLI, *Genesi delle tecniche e delle procedure per il rilievo topografico catastale e per la sua rappresentazione cartografica*, in C. CAROZZI, L. GAMBI, *op. cit.*

([35]) Si è grati in particolare all'ing. G. Bazzocchi della Direzione Generale del Catasto, e al geom. Gramellini, dell'Ufficio Tecnico Erariale di Torino.

([36]) La mappa è in 222 fogli in copia unica, su carta forte, a colori, di formato di m 1,00 x 0,70; 187 fogli sono alla scala di 1:1500 e 35 fogli sono alla scala di 1:750 (relativi alla parte centrale totalmente edificata); sono andati perduti per eventi bellici i fogli n. 155, 167, 168, relativi a una parte del territorio collinare. Ogni foglio in scala 1:1500 è stato riprodotto fotomeccanicamente su positivo lucido indeformabile alla scala 1:5000 (il che consente ancora la lettura dei numeri di mappa), mentre ogni foglio in scala 1:750 è stato analogamente riprodotto alla scala 1:2000. Si è poi proceduto alla mosaicatura in scala 1:10.000 dei fogli esterni e in scala 1:5000 dei fogli interni.

«Département du Po, Arrondissement Communal et Canton de Turin. Plan Géomêtrique de la Commune de Turin, levé en execution de l'arrêté du governement du 12 brumaire an XI, terminé le 12 nivose an XIII.
I. B. Sappa, ingénieur geomêtre en chef, Belli, Conti, Castelli, Degrandi, Giovine, Osello, Oria, Toscano, Trucchi, Zoccola, ingénieurs secondaires. Dressé a l'echelle d'un à 5000». Archivio di Stato di Torino. Mosaicatura in scala 1:10000 dei fogli costituenti la mappa del catasto Napoleonico, per masse di coltura, redatta nel 1805. (La riproduzione fotografica è stata effettuata a cura dell'architetto M. Momo). Biblioteca della Facoltà di Architettura.





Il catasto per masse di coltura individua le parti del territorio per qualità di coltura, ma non per singola proprietà. Ne deriva un disegno più compatto e per campiture estese, messe in evidenza dalla colorazione della mappa che distingue tra prati e campi. Oltre a ciò il rilievo rende conto della presenza di filari alberati, di parchi e giardini, di orti e, attraverso una simboleggiatura compendiativa, le vigne ed i boschi. Pur non essendo contemplato il rilievo altimetrico, l'orografia è messa in evidenza con la tecnica dell'ombreggiatura a sfumo, a lumeggiamento obliquo a 45°, di grande immediatezza espressiva.
Si notino ancora le coordinate rettangolari riferite al meridiano e relativa perpendicolare passanti per l'osservatorio di Parigi, che dovevano consentire la mosaicatura delle diverse mappe catastali per la costruzione di una carta all'1:50000 pensata come prosecuzione della grande carta di Cassini. La carta, disegnata ed acquerellata con molta precisione, è corredata infatti da un «Essai d'assémblage du quelques Communes arpentées dans le département du Po, pour la continuation de la carte de Cassini, dressé e l'echelle de 1 à 50000», qui non riprodotta.

All'indomani dell'Unità il problema della perequazione dell'imposta fondiaria tra i vari territori dello Stato si pone con urgenza, a causa dell'estrema disparità del gettito dei nove compartimenti in cui era stato diviso lo stato ai fini tributari, derivante a sua volta dalla eterogeneità dei sistemi di catastazione degli stati preunitauri.

Il dibattito sulla perequazione catastale occupa un arco di ben 25 anni, contappuntato da provvedimenti parziali e provvisori, dall'insediamento di commissioni d'inchiesta, caratterizzato dallo scontro di diverse scuole economiche e parti politiche ([37]).

Il problema del catasto vi è strettamente connesso, in quanto mezzo per ottenere la perequazione, ma assume via via un ritaglio particolare, autonomo. Già a proposito del catasto del Regno Sardo il Direttore Capo dell'Ufficio del Catasto, cav. Antonio Rabbini ([38]) evidenziava i molteplici usi e significati della fonte catastale (oltre che fiscali, anche giuridici, economici, statistici, topografici e urbanistici, in quanto strumentali rispetto alla pianificazione delle opere pubbliche). Questi usi e significati accessori del catasto sono ancor più presenti trent'anni dopo in occasione della promulgazione della legge sulla perequazione, quando gli stessi fini primari, tributari, del catasto appaiono tutto sommato meno rilevanti, in quanto il provento della rendita fondiaria è ormai ridotto rispetto all'ammontare delle entrate complessive dello Stato: se si superano le obbiezioni circa il costo e i tempi dell'operazione di rilevamento catastale, ciò è dovuto anche in buona misura alla considerazione dei risultati secondari che si sarebbero ottenuti, primo fra tutti quello esplicitamente dichiarato nell'art. 1 della legge, e cioè «accertare le proprietà immobili e tenere in evidenza le mutazioni»; anche se poi il nuovo catasto non assumerà i caratteri di probatorietà in un primo tempo assegnatigli.

In base alla legge 1.3.1886 ed alle relative istruzioni emanate dalla Direzione Generale del Catasto il nuovo catasto è geometrico-particellare, basato sul rilevamento delle proprietà e sulla loro rappresentazione con mappe planimetriche, la cui scala può oscillare tra 1:500 e 1:2000, collegate a punti trigonometrici di reti inquadrate in quella dell'Istituto geografico-militare e collegate ai vertici di 1°, 2°, 3° ordine: la proiezione adottata è quella di Cassini-Soldner; ogni mappa (della dimensione di cm 100 x 65 circa) è orientata in direzione N-S con il N. in alto, e contiene segni e caratteri convenzionati unificati. Le operazioni di rilevamento devono riguardare tanto le particelle catastali con i «termini» relativi, posti nelle operazioni di delimitazione, quanto i fabbricati e gli elementi topografici aventi carattere di stabilità (strade, corsi d'acqua, ecc.) e i confini territoriali. Le particelle catastali sono costituite da «porzioni continue di terreno o di fabbricato che siano situate in un medesimo comune, appartengano allo stesso possessore e siano della medesima qualità (specie di coltura) e classe (grado di produttività), o abbiano la stessa destinazione». Il rilevamento particellare può essere eseguito tanto con il vecchio metodo degli allineamenti (già usato e perfezionato dal Rabbini) quanto con il metodo celerimetrico (più tardi anche con il metodo aerofotogrammetrico).

È consentito il riutilizzo, previo aggiornamento, correzione e completamento delle mappe dei vecchi catasti, ritenute servibili previa verifica.

È prevista la costituzione di Commissioni censuarie comunali, formate da membri eletti dal Consiglio Comunale e dall'assemblea dei maggiori contribuenti dell'imposta fondiaria, con l'incarico di sovraintendere alle operazioni di delimitazione della proprietà, di dirimere le controversie tra i possessori, di decidere sui reclami, ecc.

La stima ha per oggetto di stabilire la rendita imponibile mediante la formazione di tariffe d'estimo, con le quali è determinata la rendita stessa per ogni qualità e classe, riferite alla produzione media del dodicennio 1874-1885.

Gli atti costitutivi del catasto sono: la mappa, la tavola censuaria (contenente i numeri di mappa in ordine progressivo, coi corrispondenti dati relativi di qualità, classe, superficie e reddito), il registo delle partite (contenente i numeri di mappa intestati a ciascun possessore), la matricola dei possessori (contenente i possessori, o ditte, ordinati alfabeticamente), la tariffa delle diverse qualità e classi.

«Catasto geometrico particellare del Comune di Torino» a cura di A. Gatti, 1820-1829, Archivio Storico Comunale di Torino. Mosaicatura in scala 1:10000 dei fogli costituenti la mappa del catasto della Restaurazione, geometrico-particellare, redatta tra il 1820 e il 1829, alla scala di 1:1184. Biblioteca della Facoltà di Architettura.

Si tratta del primo catasto geometrico-particellare, in cui cioè la partizione del territorio è riferita tanto al tipo di coltura che alla singola proprietà. Il disegno è quindi più complesso, le linee dei mappali ed i relativi numeri si infittiscono, mentre le annotazioni pittoriche sulle colture si impoveriscono e riguardano ormai unicamente i boschi. Scompare necessariamente ogni accenno all'orografia. Alcuni fogli riportano sovraimpressi successivi aggiornamenti (è da ricordare che il catasto della restaurazione è rimasto in funzione fino all'attivazione del catasto dello Stato Unitario, all'inizio del novecento): si veda ad esempio il tracciato della cinta daziaria del 1853, la ferrovia Torino-Milano, il reticolato viario degli ampliamenti ottocenteschi del Promis, ecc. Non sono state mosaicate le mappe urbane, alla scala di 1:592. Va ricordato che è comunque disponibile la carta delle sezioni centrali in scala 1:2364, redatta dal Gatti nel 1823, conservata presso l'Archivio Storico Comunale di Torino («carta Geometrica della real Città di Torino e sue adiacenze, colle divisioni parziali di ciascheduna proprietà, dedicata all'inclito Corpo Decurionale sotto i di cui auspici è stata formata ed intagliata dall'umilissimo ed ossequiosissimo servitore geometra Andrea Gatti nell'anno 1823 con privilegio di SS.R.M.») che ne costituisce complemento.

([37]) Per questi aspetti cfr. L. EINAUDI, *La terra e l'imposta*, Torino, 1974.

([38])A. RABBINI, *Dell'accertamento catastale, dell'attuazione e conservazione del catasto*, Torino, 1855.

([39]) ARCHIVIO STORICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI TORINO, *Atti Municipali*, Vol. 30 p. 135. Vengono eletti membri effettivi l'ing. Arturo Ceriana, l'avv. Luigi Colla, il geom. Carlo Dovo, il barone Ernesto Casana, il cav. Carlo Valperga di Masino, e membri supplenti l'avv. Luigi Arcozzi-Masino e il cav. Giuseppe Boniscotri.

«Catasto geometrico-particellare statale del Comune di Torino, 1892-1896», Archivio dell'Ufficio Tecnico Erariale di Torino. Mosaicatura in scala 1:5000 dei fogli costituenti la mappa del territorio urbano, alla scala di 1:750, Biblioteca della Facoltà di Architettura.

Pur nella estrema semplificazione della rappresentazione la carta costituisce un documento importantissimo per lo studio della morfologia urbana e per la ricostruzione del processo evolutivo del tessuto. Si notino le differenze di «grana» delle diverse parti del Centro Storico, l'affiorare di relitti del ritaglio catastale antecedente l'urbanizzazione, il diverso rapporto tra edificazione e spazi liberi, tra dimensione dell'isolato e del lotto fondiario.

A Torino ci si muove, all'inizio, con tempestività: è infatti convocata il 24.2.1888 ([39]) l'Adunanza Straordinaria del Consiglio Comunale allargato agli 80 maggiori contribuenti all'imposta fondiaria, mentre già si decide di utilizzare le mappe «Rabbini» per semplificare e accelerare le procedure di rilevamento. Ma di fatto i lavori, per molteplici cause, non ultima la scarsezza dei fondi destinati alle operazioni, non hanno inizio fino al 1892 ([40]): «i lavori preliminari consistono nell'aggiornamento, come per tutti gli altri comuni del circondario, delle mappe governative 1858-62, su cui venne data la preferenza come rilevante su principi più scientifici ed esatti... Le operazioni si estesero alla massima parte del territorio in piano fuori della cinta...». Nel 1893 i lavori di verifica delle mappe vengono estesi alla parte collinare. Terminato attorno al 1896 l'aggiornamento della mappa Rabbini e la predisposizione delle nuove mappe, i lavori di stima e di classamento proseguono stancamente come nel resto del territorio nazionale anche se la Provincia di Torino, in base all'art. 47 della legge 1.3.1886, ha fin dal 1889 richiesto l'accelerameto dei lavori ([41]), ritenendo di subire aliquote più gravose di quelle che avrebbe avuto con l'attivazione del nuovo catasto.

Così, all'esposizione di Torino del 1911, delle 18 provincie «accelerate» 15 risultano effettivamente attivate, Cuneo e Napoli sono molto prossime ad esserlo, mentre Torino lo sarà solo nel 1915 ([42]): come previsto dalla legge, a Torino in tale occasione si compie un'ultima revisione sistematica del catasto, correggendo la situazione in base alle mutazioni intervenute nel frattempo, tanto sul registro delle partite che nelle mappe ([43]). A quell'epoca lo stato di avanzamento complessivo del nuovo catasto non raggiungeva nemmeno la metà del previsto ([44]).

La fonte cartografica che si presenta offre un documento dell'evoluzione della città non paragonabile alle coeve cartografie disponibili. A parte il maggio dettaglio e la maggiore precisione nella rappresentazione dell'edificato, si ha un documento di inoppugnabile attendibilità, laddove spesso, nelle planimetrie ufficiali coeve, agli elementi reali si sovrappongono (e non sempre sono rappresentati come tali) elementi progettuali (ad esempio il reticolo viario di piano, interventi di rettificazione di alveo, ecc.), rendendo arduo il discernere fra realtà e previsione. In secondo luogo, mediante la mosaicatura dei fogli di mappa, è stato possibile avere finalmente una rappresentazione precisa (data la grande scala delle mappe originali) estesa all'intero territorio comunale, laddove planimetrie coeve di scala analoga si limitano (fino ai primi del novecento ed ai piano regolatore 1906-8) alla parte racchiusa dalla cinta daziaria del 1853, con ciò rendendo difficoltosa la ricostruzione dei processi di insediamento (particolarmente vivaci proprio in quegli anni) avvenuti all'esterno della cinta. Si ha infine la possiblità (ed è questa la motivazione di fondo che ha fatto intraprendere l'operazione di acquisizione di una fonte finora sottratta agli studiosi) di confrontare, a cadenze temporali ravvicinate e regolari, le quattro fonti cartografiche di origine catastale (i quattro «impianti» catastali) disponibili per Torino ([45]).

([40]) ARCHIVIO STORICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI TORINO, *Atti municipali*, vol. 41, p. 24, seduta del 15.XI.1982.

([41]) L'art. 47 della legge così recita: *«Se alcuna provincia chiederà, per mezzo del suo Consiglio, che i lavori siano accellerati e condotti a termine nel suo territorio, e si obbligherà di anticipare la metà della spesa, la domanda sarà accolta senza pregiudizio del normale andamento dei lavori nelle altre parti del Regno».*
«Ove la provincia richiedente avesse catasto geometrico particellare con mappe servibile agli effetti di questa legge, il ricensimento dovrà essere compiuto entro sette anni dalla comunicazione al Governo della relativa deliberazione del Consiglio provinciale».

([42]) Sulla vanificazione delle finalità della legge sulla perequazione catastale, legata ai macroscopici ritardi nell'attivazione del catasto, cfr.: L. EINAUDI, *Per la perequazione catastale. Come la grande impresa vien fatta degenerare innanzi che sia finita*, Torino, 1912.

([43]) Non è stato finora possibile reperire una copia completa della serie delle mappe aggiornate e pubblicate nel 1815: non vi è infatti tale documentazione all'Ufficio Tecnico Erariale, il quale, d'altronde, non ha tra i suoi fini istituzionali quello di conservare sistematicamente copia degli aggiornamenti delle mappe via via prodotte: ciò costituisce una grande lacuna per lo studioso, che è costretto a faticose ricerche presso cartoteche pubbliche e private. In particolare, la serie aggiornata al 1915 appare fondamentale per la sua connessione con il concomitante aggiornamento del registro delle partite, oltre per il fatto di collocarsi all'indomani della grande ondata di industrializzazione e di sviluppo delle strutture edilizie ed urbane del periodo giolittiano.
Sarebbe pure interessante verificare se non sia stata pubblicata, così come avvenne per parecchi centri urbani di una certa importanza, una pianta di Torino, desunta dai relativi fogli di mappa previa riduzione in scala minore (Cfr. su: MINISTERO DELLE FINANZE DIREZIONE GENERALE DEL CATASTO, *Cenni sulla formazione... op. cit.*, pag. 51, uno specchietto delle piante esposte).

([44]) Sulle vicende ulteriori del nuovo catasto terreni, si rimanda a G. BAZZOCCHI, M. OLIVIERI, *Le vicende... op. cit.*

([45]) L'interesse per la fonte cartografica è in questo caso strettamente finalizzata ad uno studio sulle trasformazioni della struttura della proprietà fondiaria e dei modelli d'uso del suolo, e sulla gestione del territorio a Torino nell'ottocento:
cfr: B. BIANCO, A. FRISA, G. MORBELLI, F. ROSSO, *Evoluzione della struttura della proprietà fondiaria a Torino dal periodo napoleonico alla prima guerra mondiale*, in C. CAROZZI, L. GAMBI, *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, 1981.

«Catasto geometrico-particellare statale del Comune di Torino, 1892-1896», Archivio dell'Ufficio Tecnico Erariale di Torino. Mosaicatura in scala 1:10000 dei fogli costituenti la mappa del territorio suburbano, alla scala di 1:1500, Biblioteca della Facoltà di Architettura.

Siamo alla fine di un processo di astrazione e schematizzazione del disegno, che denuncia un notevole impoverimento descrittivo, cui fa riscontro peraltro una più affinata esattezza geometrica.
Si tratta del primo documento cartografico che rende conto, al di là di ogni dubbio di attendibilità, dell'esatto stato dell'edificazione alla fine dell'Ottocento.

«Catasto geometrico-particellare statale del Comune di Torino, 1892-1896», Archivio dell'Ufficio Tecnico Erariale di Torino. Riduzione alla scala 1:5000 del foglio n. 51 della mappa suburbana alla scala 1:1500, Biblioteca della Facoltà di Architettura.

La mappa qui riprodotta riguarda il Borgo Vittoria, e può fornire utili riferimenti per interpretarne il particolare processo di formazione. Sono infatti abbastanza evidenti i due «alberi» del reticolo viario che si intersecano e si sovrappongono: l'uno, sorto in parte sulle tracce di vecchie strade poderali, si innesta sulla strada di Lanzo dopo aver attraversato la ferrovia Ciriè-Lanzo con un piccolo viadotto, e presenta sezioni ridotte e parcellizzazioni minute, che testimoniano la spontaneità del processo di urbanizzazione (V. del Campo, V. Vittoria, V. Valfenera, V. delle Trincee, V. del Ridotto, V. degli Approcci, V. Fontanella); l'altro, che deriva dall'applicazione del piano d'ampliamento, si innesta sul cavalcavia della ferrovia Torino-Milano e tende a contestare il precedente con una maglia a scacchiera, di sezione più generosa. La realizzazione di questa maglia intrappolerà all'interno dei suoi isolati le vecchie vie ed i relativi «relitti» edilizi, la cui origine viene in tal modo chiarita.

I possibili impieghi

A conclusione di questo scritto vorrei fare alcune considerazioni su gli impieghi possibili delle fonti cartografiche acquisite sul duplice fronte della ricerca storica sulla città e sul territorio e dell'analisi storico-geografica dei processi di trasformazione dell'ambiente, più strettamente finalizzata alla progettazione urbanistica.

Ambedue le fonti (tanto quella catastale che quella dell'IGM) sono indispensabili (con le avvertenze di cui si è detto in premessa) per una puntuale ricostruzione dell'evoluzione del paesaggio agrario, inteso, ovviamente, non come statico quadro di contemplazione formale, ma come dinamica proiezione sul territorio degli assetti agrari: capire come si è venuto organizzando un certo tipo di insediamento agricolo, quali siano, in concreto, le conseguenze fisiche di certe trasformazioni delle forme aziendali non è solo operazione di analisi storica fine a se stessa, ma necessaria premessa per predisporre scelte progettuali che, senza la pretesa di voler governare o tanto meno modificare tali tendenze, riescano in qualche modo a controllarne gli effetti. Riconoscere, ad esempio, attraverso una prima analisi delle cartografie storiche in oggetto, gli elementi strutturali dell'insediamento, le più significative permanenze del tessuto, può costituire il primo passo sia per una più completa ricostruzione delle forme di insediamento, sia per il riconoscimento di preesistenze di valore storico ambientale o documentario, per le quali proporre non tanto in rigido vincolo di tutela, quanto particolari e delimitate possibilità di intervento e trasformazione.

Analogo discorso può essere fatto per la ricostruzione dell'evoluzione delle strutture insediative, sia a scala urbana che territoriale, anche se con diversi gradi di approfondimento per le due fonti.

L'analisi delle tavolette IGM può consentire in prima approssimazione di ricostruire gli impianti originali dei centri urbani e le loro modificazioni dovute agli ampliamenti ([46]), di studiare quindi le dinamiche morfologiche delle conurbazioni, ed anche di verificare in concreto l'evoluzione delle gerarchie urbane in dipendenza della realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali (collegamenti viari o ferroviari), il cui effetto ristrutturante sul territorio è reso evidente ([47]).

L'analisi della fonte catastale, a scala più grande, consente poi non solo di riconoscere per l'edificato le parti di antico impianto, le sue caratteristiche morfologiche e le trasformazioni avvenute nel tempo (sia le demolizioni, le radicali ristrutturazioni, le sostituzioni edilizie, i costipamenti interni, che le rifusioni particellari, i frazionamenti) ma anche di capire l'evoluzione della proprietà fondiaria e degli usi del suolo: anche qui sono chiari gli usi strumentali di tali analisi ai fini della pianificazione urbanistica (individuazioni di «parti» del tessuto da sottoporre a particolare discipline o a particolari scelte progettuali; individuazione di unità di intervento, ecc.) come pure della stessa progettazione edilizia, nell'ottica di una corretta reinterpretazione delle preesistenze.

Un ultimo uso va segnalato, in riferimento alle strutture amministrative ed alle fonti censuarie, per le tavolette IGM di impianto.

Queste, infatti, consentono di ricostruire l'evoluzione del ritaglio amministrativo comunale, soggetto a notevoli modificazioni nel tempo.

Tenendo conto di ciò, la cartografia storica dell'IGM permette di incrociare le informazioni di tipo statistico su base comunale con quelle fisiche e di disaggregare ad esempio i dati quantitativi censuari sulla popolazione e sulle abitazioni nelle diverse articolazioni spaziali (centri, nuclei, case sparse) ([48]).

Particolarmente immediato, poi, nel caso dei piccoli centri è l'incrocio delle informazioni sugli impianti industriali ([49]) e la localizzazione stessa dell'insediamento: ciò apre prospettive di ricognizione sistematica sul territorio nel campo delle ricerche attinenti la cosiddetta «archeologia industriale».

([46]) Cfr. G. SCHMIEDT, *Città e fortificazioni nei rilievi aerofotografici*, in *Storia d'Italia*, vol. V; tomo I, Torino, 1973, in particolare le illustrazioni tra le p. 130-131.

([47]) Cfr. E. SERENI, *Storia del paesaggio agrario italiano*, Bari 1974, pag. 365-370.

([48]) Cfr. C. CAROZZI, R. ROZZI, *Suolo urbano e popolazione: il processo di urbanizzazione nelle città padane orientali (1881-1971)*, Milano, 1981.

([49]) Cfr. MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA, COMMERCIO, DIREZIONE GENERALE DELLA STATISTICA, *Statistica Industriale, Piemonte*, Roma, 1892.

Analisi di impianti per il recupero di energia naturale mediante compressione idraulica di aria

GIOVANNI BALDINI (*) richiama l'antico procedimento di compressione ottenuta convogliando in flusso discendente una miscela di acqua ed aria ad una camera di separazione ed erogando da questa separatamente i due fluidi. Analizza due applicazioni: la prima per il recupero di energia da 150 a 650 W ottenuta con diverse versioni di un impianto « esterno », singolarmente semplice; la seconda per il recupero di 10 MW, progettata per correlazione modulare con un impianto « interno » analogo, di noto funzionamento. Infine ne esamina le condizioni di attuazione, le caratteristiche di funzionamento, i pregi e gli oneri, e se ne rileva l'utilità per non pochi casi di interesse.

PREMESSA

Sul Bollettino della Associazione Mineraria Subalpina anno XVII, n. 2, giugno 1980, è stato descritto l'antico procedimento di compressione di aria con acqua, attuato per mezzo del flusso discendente di loro miscele, [1], e della successiva separazione in profondità dei due fluidi.

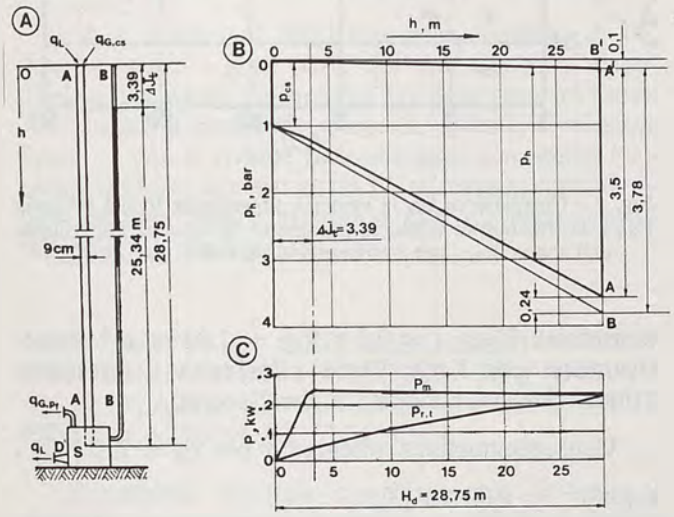


Fig. 1 - *A*: schema di « impianto esterno » senza risalita del liquido: ΔA tubazione di caduta della miscela; *BB* piezometro; *S* separatore; *D* duse con la quale, nel caso, si dissipa il carico idraulico $p_f g \varrho_w$ del liquido separato in *S*.

B: andamento della pressione dinamica 0 1 *AA'* in comparazione con l'andamento 0 1 *BB'* della pressione statica a duse chiusa.

C: andamento delle potenze cumulative a partire dalla superficie: P_m, motrice, e $P_{r,t}$, resistente totale al flusso.

Per: $q_L = 6{,}71$ dm^3 s^{-1}; $q_{G,\,cs} = 1{,}27 \cdot 10^{-3}$ nm^3 s^{-1}; $(z_e - z_i) = 32$ m; $p_f = 3{,}5$ bar; $f_M = 0{,}02$; $d = 9$ cm; in base alla correlazione α (V_{SL}, V_{SG}) data come *AA* in figura 4; $\Delta J_t = (z_e - z_u) = 3{,}39$ m.

Di esso sono stati distinti gli impianti secondo che siano posti in superficie (fig. 1) oppure in pozzi o trincee (figg. 2 e 3), e cioè in impianti rispettivamente « esterni » ed « interni », ed evidenziati, anche nel loro ordine di grandezza, i fattori fisici di maggiore influenza: il rapporto fra le portate volumetriche $q_{G,\,cs}$ dell'aria libera e q_L del liquido, le corrispondenti velocità superficiali $V_{SG,\,cs}$ e V_{SL} ottenute

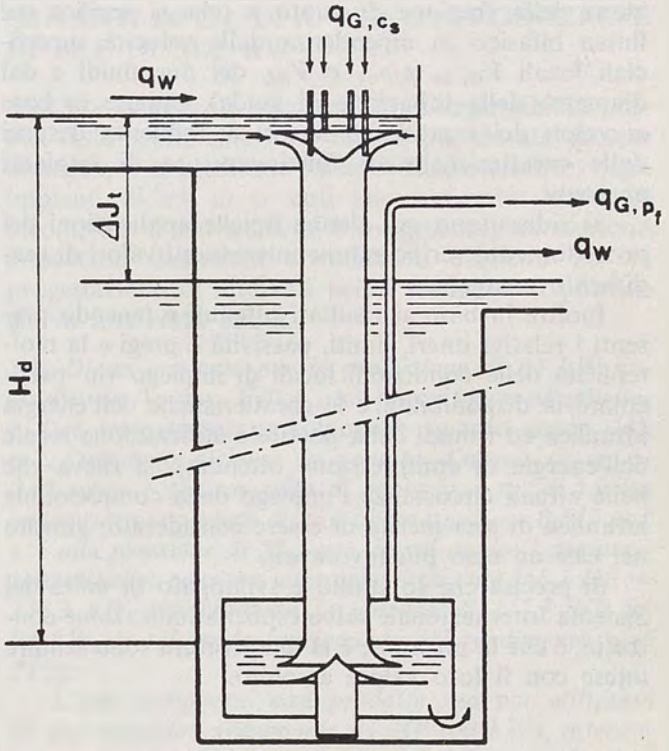


Fig. 2 - Schema di « impianto interno » costituito da due tubazioni installate entro un pozzo, da [5]. Il liquido separato in *S* risale sino all'altezza $(Hd - \Delta J_t)$ eguale a $p_f g \varrho_w$ diminuita della perdita per attrito nella risalita del liquido.

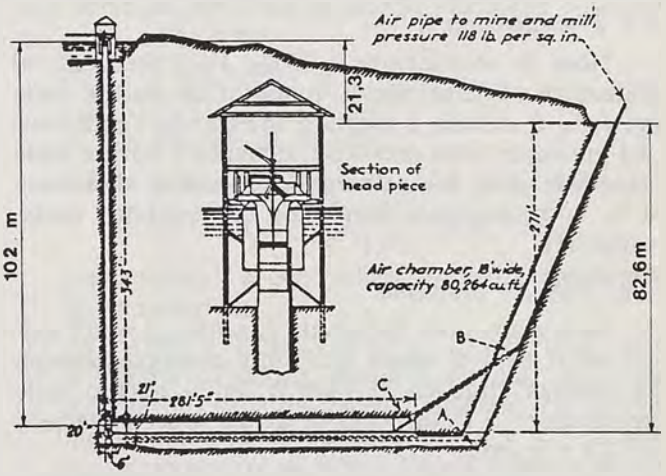


Fig. 3 - Sezione longitudinale dell'impianto di Taylor per la produzione di 3 × 1158 = 3475 kW di compressione isoterma a 289 K da 3 × 1448 = 4344 kW idraulici, ottenuti mediante 3 pozzi con 1,5 m di diametro.

I tre pozzi appaiono essere stati fornelli di passaggio o di getto di una miniera; la camera di separazione una galleria, [4].

(*) Docente dell'Ist. di Arte Mineraria del Politecnico di Torino.

riferendo le loro portate a tutta la sezione trasversale di flusso, e la pressione finale che si intende raggiungere.

È stato in particolare rilevato che la compressione idraulica è praticamente isotermica e che le variazioni della solubilità dell'aria nel liquido, verificabili in questo ordine di problemi, non influiscono sul rendimento energetico della operazione, ma solo, e limitatamente, sulla portata di aria compressa effettivamente prodotta.

È stata descritta la sequenza della calcolazione per la progettazione del processo e del necessario impianto a partire da prove puntuali di determinazione della frazione di vuoto α (che si verifica nel flusso bifasico in dipendenza dalle velocità superficiali locali $V_{G,\,cs}$ p/p_{cs} e V_{SL} dei due fluidi e dal diametro della tubazione di guida), oppure in base ai valori dei sopraddetti fattori di influenza desunti dalle caratteristiche di funzionamento di impianti analoghi.

Si ridiscutono qui alcune tipiche applicazioni del procedimento, verificandone interessanti valori di rendimento energetico.

Inoltre in base ai risultati ottenuti e tenendo presenti i relativi oneri, limiti, passività e pregi e la molteplicità delle condizioni locali di impiego (in particolare la disponibilità e le caratteristiche dell'energia idraulica ed i modi della possibile utilizzazione locale dell'energia di compressione ottenuta), si rileva che nelle attuali circostanze l'impiego della compressione idraulica di aria merita di essere considerato, almeno nei casi ad esso più favorevoli.

Si precisa che lo studio è sviluppato in unità del Sistema Internazionale salvo esplicita indicazione contraria, e che la pressione e la temperatura sono sempre intese con il loro valore assoluto.

1. PROGETTO PER IL RECUPERO DI 160 W MEDIANTE LA C.I. DI A. CON UN IMPIANTO ESTERNO SCHEMATIZZATO IN FIG. 1, SULLA BASE DELLA PERTINENTE CORRELAZIONE α (V_{SG}, V_{SL}, d) DA [2]

1.1 *Procedimento.*

Nota la correlazione α (V_{SG}, V_{SL}) pertinente al diametro adottato per il condotto di discesa della miscela, il calcolo è eseguito integrando l'equazione del gradiente della pressione dinamica a partire dalla superficie sino ad ottenere la pressione desiderata e la corrispondente lunghezza del condotto necessario, [1].

1.2. *Dati del problema.*

Sono disponibili: la portata di acqua $q_w = 6{,}7$ dm^3 s^{-1} ed il salto di quota di 32 m e conseguentemente la potenza idraulica di 1890 W, ed il quadro delle correlazioni α (V_{SG}, V_{SL}) di figura 4 per i diametri di 4,4 e 9 cm.

1.3. *Sequenza e risultati della progettazione.*

Dalla correlazione *A-A* di figura 4 deduciamo che uno dei migliori progetti in base a tutti gli elementi disponibili può basarsi su un diametro di 9 cm per il condotto di disces adella miscela, e sulle velocità

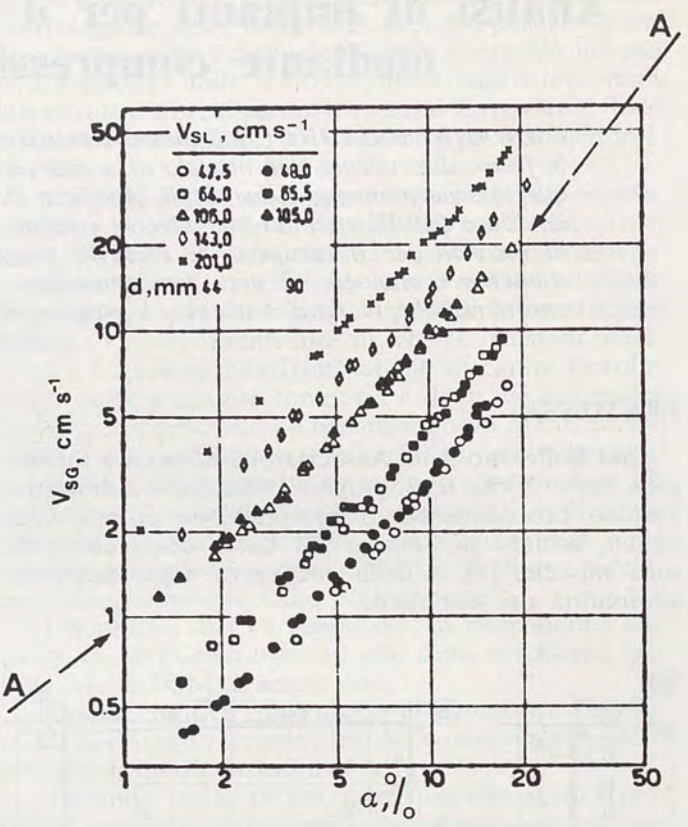


Fig. 4 - Correlazioni fra la velocità superficiale locale dell'aria V_{SG} e la frazione di vuoto α, parametro la velocità superficiale dell'acqua V_{SL}, per i diametri di 4,4 e 9 cm, da [2].

superficiali $V_{SG,\,cs} = 0{,}2$ e $V_{SL} = 1{,}05$ m s^{-1} rispettivamente per l'aria libera alimentata a pressione atmosferica nel condotto e per l'acqua.

Conseguentemente otteniamo per $f_M = 2\,d\left(\frac{\Delta p}{\Delta l}\right)(\varrho_L\, v^2)^{-1} = 0{,}02$ da [3]:

— $q_{G,\,cs} = V_{SG,\,cs}\,\frac{\pi}{4}\,d^2 = 1{,}27$ ndm^3 s^{-1}, per la portata di aria libera necessaria;

— $\frac{q_{G,\,cs}}{q_w} = 0{,}19$ per il rapporto fra le portate di aria libera e di acqua;

— $p_f = 3{,}5$ bar per la pressione finale di compressione isoterma a 289 K, ed $H_d = 29$ m per l'altezza necessaria della tubazione di discesa della miscela;

— $P_{is} = 2{,}33 \cdot 10^5\; q_{G,\,cs} \log \frac{p_f}{p_a} = 160$ W per la potenza di compressione ottenuta, per p_a pressione atmosferica locale, (1), e per $T = 289$ K;

(1) Si ha per la pressione atmosferica: $p_a = 1{,}013\ (1 - 0.0004\ H)$ bar per H in metri di altezza della installazione sul livello del mare.

La costante $2{,}33 \cdot 10^5$ J m^{-3} è data dal prodotto della costante universale dei gas, eguale a 8314 $J \cdot (K \cdot \text{Kg} \cdot \text{mol})^{-1}$ con la temperatura di compressione isotermica considerata, eguale a 290 K, e con 2,301, fattore di conversione dai logoritmi naturali a quelli con base decimale, diviso per 23,81 m^3 $(\text{Kg} \cdot \text{mol})^{-1}$, volume della Kg · mole a 289 K e 1,013 bar.

— $\Delta J_u = 23{,}75 \frac{q_{G,\,cs}}{q_w} \log \frac{p_f}{p_a} = 23{,}75 \cdot 0{,}19 \log \frac{3{,}5}{1{,}01}$ = 2,42 m, per la perdita di carico del liquido utilizzata per la compressione al netto di ogni causa di resistenze passive, (²);

— $\Delta J_t = 3{,}39$ m, per la perdita totale di carico impiegata nell'impianto;

— $P_{idr} = g\,\varrho\,q_w \cdot \Delta J_t = 230$ W, per la potenza idraulica totale impiegata nell'impianto.

Gli andamenti lungo la tubazione di caduta della miscela delle pressioni statica e dinamica sono dati in figura 1-B; i corrispondenti andamenti delle potenze motrice e resistente totale, comulative a partire dalla sezione di testa, sono dati in figura 1-C.

1.4. *Osservazioni.*

Dal particolare *C* di figura 1 risulta che tutta la potenza motrice è fornita nel tratto ΔJ_t di sopralzo.

È solo lo 0,08 = 160/1890 la quota frazionaria che il processo recupera dalla potenza idraulica disponibile, anche se il rendimento dell'operazione di *air lift* considerata in sé e per sé è dell'ordine del 71% (= 2,42/3,39).

Ciò è dovuto al fatto che negli impianti di c.i. di a. « esterni » gran parte del salto d'acqua disponibile è impiegato unicamente per dare peso sul fondo e con esso la pressione richiesta. Questo loro grave limite — che li svilisce notevolmente nonostante l'eccezionale loro minimo costo e l'estrema semplicità — può tuttavia essere attenuato con gli accorgimenti descritti nel seguente paragrafo.

2. PROGETTI DI RECUPERO SINO A 650 W CON L'IMPIANTO « ESTERNO » DI FIGURA 1 MODIFICATO, ED ANCORA IN BASE ALLE CORRELAZIONI DI FIGURA 4

È possibile ottenere con l'impianto di figura 1 potenze notevolmente superiori a 160 W a partire dalla stessa portata d'acqua per lo stesso salto di quota, ed utilizzando la stessa tubazione per la discesa della miscela. E precisamente:

— si può aumentare di due o tre volte il recupero di energia se, accettando una pressione finale minore, ma tuttavia ancora utilizzabile, ad es. di 2,5 anziché di 3,5 bar, si aumenta la portata di aria libera e conseguentemente il rapporto aria libera/acqua, in tal modo estrapolando verso destra la correlazione *A-A* di figura 4.
Il rendimento dell'operazione, considerata in sé e per sé, peggiora ma in compenso si impiega una quota maggiore del salto di acqua disponibile, con effetto risultante positivo.

Analogo risultato si può ottenere ricorrendo a più impianti di c.i. posti in cascata e di lunghezza progressivamente minore, ciascuno di essi alimentato dal liquido uscente dal precedente e tutti eroganti l'aria in essi compressa nella tubazione iniziale più lunga destinata a « dare » la pressione finale richiesta.

Attuando contemporaneamente questi accorgimenti e se del caso anche diminuendo il diametro della tubazione per la caduta della miscela onde ottenere con una maggiore velocità superficiale del liquido il trascinamento di una massa maggiore di aria, si può stimare di potere recuperare anche il 34% della potenza idraulica disponibile, circa 650 W, con la pressione finale di 2,5 bar.

3. RISULTATI PRATICI OTTENUTI CON DUE IMPIANTI DI C.I. DI A. PER LA PRODUZIONE DI 84 E DI 3475 KW

Data la difficoltà per non dire l'impossibilità pratica della sperimentazione diretta per elevate portate di acqua, si considerano i dati di funzionamento degli impianti di c.i. di a. noti allo scrivente: anche se incompleti e con qualche incongruenza, consentono importanti deduzioni e sufficienti elementi per la progettazione di impianti per il recupero di potenze già di una certa entità.

3.1. *Di un impianto per la produzione di 84 kW* costruito da Taylor, Feller non porta figure né schemi, e dice testualmente e solamente quanto segue, [4], « *... l'impianto richiese la portata d'acqua di* $q_L = 2{,}03\ m^3\ s^{-1}$ *con un salto di quota* $(z_e - z_u)$ *di 5,94 m per portare la portata di aria libera* $q_{G,\,cs} = 0{,}542\ nm^3\ s^{-1}$ *alla pressione di 53,3 psi. In tal modo il compressore idraulico consumava complessivamente 158,1 HP = 118,3 kW per produrre la potenza di 117,7 HP = 84 kW, in tal modo funzionando col rendimento* $\eta = 71\%$.

L'aria compressa così prodotta era poi utilizzata in una macchina sviluppante 81 HP (60 kW), ottenendosi in tal modo per riferimento alla potenza idraulica disponibile un rendimento del 51,2% per tutto il processo.

Ritenendo che i 53,1 psi siano di pressione relativa e perciò che la pressione finale assoluta di compressione fosse di 4,7 bar e che l'impianto fosse del tipo con scavo ed installato a piccola altitudine cosicché $p_a \cong p_{cs}$, deduciamo:

— $\frac{q_{G,\,cs}}{q_w} = 0{,}27$, per il rapporto fra le portate di aria libera e di liquido;

— $\Delta J_u = \eta \cdot (z_e - z_i) = 0{,}71 \cdot 5{,}94 = 4{,}2$ m,
$= 23{,}75 \cdot 0{,}27 \cdot \log \frac{4{,}7}{1{,}013} = 4{,}2$ m,
per il salto di acqua utilizzato effettivamente per la compressione;

— $\Delta J_s + \Delta J_{c,\,d} + \Delta J_{c,\,t} = 5{,}94 - 4{,}2 = 1{,}72$, per le perdite di carico idraulico dovute: ΔJ_s allo scorrimento dell'aria rispetto all'acqua per la sua minore velocità di discesa; $\Delta J_{c,\,d}$ e $\Delta J_{c,\,r}$ alle resistenze passive di attrito rispettivamente per la discesa della miscela e per la risalita del solo liquido.

Inoltre, assumendo ragionevolmente per la velocità superficiale dell'acqua il valore $V_{SL} = 4\ ms^{-1}$ e ritenendo quindi trascurabile il termine ΔJ_s dovuto

(²) La costante 23,75 m è risultata dalla sopradefinita costante $2{,}33 \cdot 10^5\ J\ m^{-3}$ divisa per il prodotto della accelerazione di gravità (9,81 m s^{-2}) con la densità di massa del liquido, eguale a 1.000 Kg m^{-3}.

allo scorrimento, otteniamo: per il condotto di discesa il diametro interno di 0,8 m e conseguentemente 0,5 m² per la corrispondente sezione trasversale di flusso, $\Delta J_{c,\,d} = 1{,}2$ e $\Delta J_{c,\,r} = 0{,}6$ m avendo per semplicità assunto $\Delta J_{c,\,d} = 2\,\Delta J_{c,\,r}$ ed ancora $f_M = 0{,}02$.

Infine, tenendo anche conto della pressione finale raggiunta, otteniamo $H_d = (4{,}7—1{,}013)\ 10{,}2+4{,}22+1{,}2 = 43$ m per l'altezza della tubazione di caduta della miscela, ed $H = 47$ m per la profondità del pozzo se assegnamo una altezza di 4 m alla camera di separazione dei due fluidi.

Merita osservare che il modesto valore di 0,27 per il rapporto aria libera/acqua può ritenersi dovuto al limitato salto d'acqua disponibile, non sufficiente per fornire anche la perdita di carico richiesta da un elaborato dispositivo di miscelamento dei due fluidi.

3.2. *Di un impianto per la produzione di 3475 kW* pure costruito da Taylor, Feller dà la figura 3 e dice: « *con 3 pozzi in parallelo aventi il diametro di 1,5 m, profondi 100,6 m e sfocianti in una unica galleria comune con volume di 5420 m³, si producevano 3 × 1158 = 3475 kW comprimendo 3 × 5,63 = 16,89 nm³ s⁻¹ di aria libera dalla pressione atmosferica a 118 psi, a partire dal salto di 21,33 m di una corrente d'acqua con portata di 3 · 6,92 = 20,76 m³ s⁻¹, operando quindi con un rendimento dell'80%* ».

Ritenendo che i 118 psi siano di pressione relativa e perciò che la pressione assoluta fosse di 9,15 bar, e che l'impianto fosse installato ad una modesta altitudine cosicché $p_a = p_{cs} = 1{,}01$ bar, otteniamo:

— $\dfrac{q_{G,\,cs}}{q_w} = \dfrac{16{,}89}{20{,}76} = 0{,}81$, per il rapporto aria libera/acqua;

— $\Delta J_u = \eta\ (z_e — z_u) = 0{,}80 \cdot 21{,}33 = 17$ m,

$= 23{,}75 \cdot 0{,}80 \log \dfrac{9{,}14}{1{,}01} = 18$ m,

per il carico idraulico dovuto all'effetto utile di compressione dell'aria;

— $\Delta J_s + \Delta J_{c,\,d} + \Delta J_{c,\,r} = (z_e — z_u) — \Delta J_u = 21{,}33 — 17 = 4{,}33$ m per il carico idraulico corrispondente alle perdite di rendimento dovute: ΔJ_s, per lo scorrimento fra i due fluidi; $\Delta J_{c,\,d}$ e $\Delta J_{c,\,r}$ per le resistenze passive di attrito rispettivamente per la discesa della miscela e per la risalita del solo liquido;

— $V_{SL} = \dfrac{4\,q_w}{\pi\,d^2} = 3{,}92$ m s^{-1}, per la velocità superficiale del liquido;

— i regimi delle pressioni statiche e dinamiche nell'impianto descritti nella figura 5.

Si constatano elevati valori sia per il rapporto aria libera/acqua — ottenuto con una elaborata apparecchiatura alla sommità dei pozzi accennata nella figura 3, consentita dall'elevato salto d'acqua disponibile —, sia per l'elevata velocità superficiale del fluido vettore. Il rendimento del processo è in questo caso ottimo (80%) e sensibilmente migliore che nel caso precedente per il maggiore diametro dei condotti comportante minori perdite per attrito, e per la maggiore loro lunghezza, dovuta alla maggiore pressione finale richiesta, che consente di ripartire meglio le perdite di carico idraulico che si verificano all'ingresso dei due fluidi.

La camera di separazione dei due fluidi con volume di 5420 m³ fungeva anche da serbatoio dell'a.c. per fare fronte a richieste irregolari di aria c.; la stessa ed i 3 pozzi appaiono perciò chiaramente essere « vuoti » di antichi lavori di miniera.

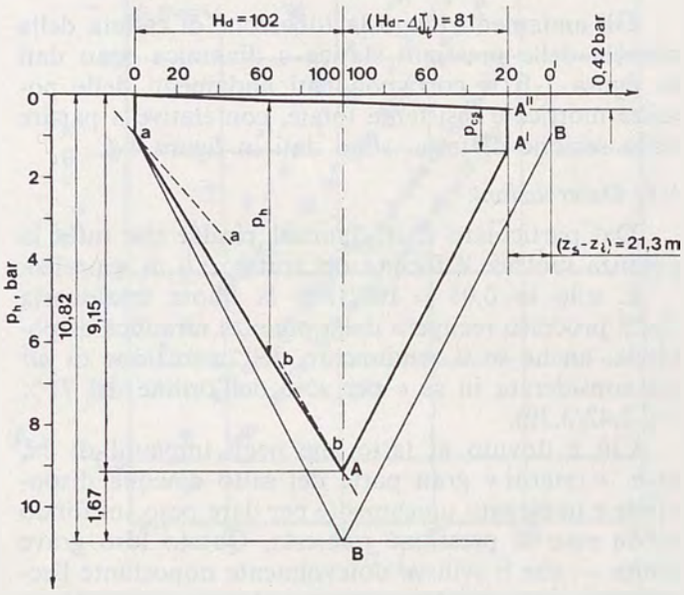


Fig. 5 - *OaAA'A''* andamento della pressione dinamica in comparazione con l'andamento *OaBB'O'* della pressione statica nell'impianto di figura 3 per $p_f = 9{,}15$ bar; $q_L = 3 \times 6{,}92$ m³ s⁻¹; $\Delta J_t = 21{,}3$ m; $d = 1{,}50$ m; $P_{idr} = 3 \times 1448$; $q_{G,\,cs} = 3 \times 5{,}20$ nm³ s⁻¹; $P_{is} = 3 \times 1158$ kW; $\eta = 80\%$; $\dfrac{q_{G,\,cs}}{q_w} = 0{,}81$; $\Delta J_u = 17$ m; $H_d = 102$ m.

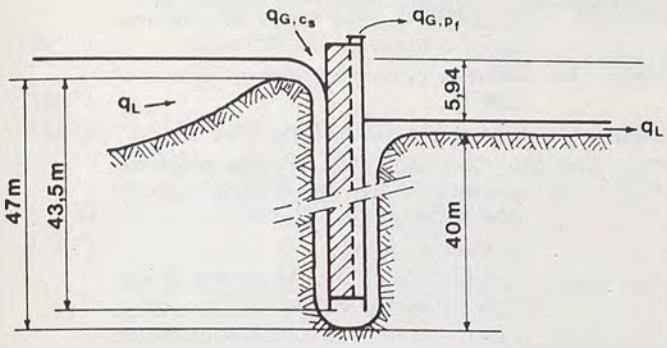
4. PROGETTI DI IMPIANTI DI C.I. DI A. PER IL RECUPERO DI 10 MW, PER RIFERIMENTO A RISULTATI PRATICI OTTENUTI CON UN IMPIANTO ANALOGO

Progettiamo la compressione idraulica di aria per la produzione di 10 MW di potenza di compressione isotermica assumendo come modulo unitario l'impianto di Taylor per 84 kW, descritto nel paragrafo 3.1.

Riteniamo perciò immutati: il salto d'acqua per 5,94 m; la pressione finale di compressione $p_f = 4{,}7$ bar; la profondità dello scavo per 43+4 = 47 m, scavo che ora assumerà convenientemente la configurazione di una doppia trincea; il rendimento del 71%; il rapporto $\dfrac{q_{G,\,cs}}{q_w} = 0{,}27$ fra le portate di aria libera e di acqua.

Moltiplichiamo invece per il rapporto di scala 10.000/89 = 119 i valori degli altri fattori ottenendo: $q_L = 241{,}6$ m³ s^{-1} per la portata d'acqua necessaria; $q_{G,\,cs} = 64{,}5$ nm³ s^{-1} per la portata di aria libera che si deve comprimere da 1,01 a 4,7 bar; $A = 62$ m² per l'area della sezione orizzontale della trincea per la caduta della miscela.

Ne consegue l'impianto schematizzato nella fig. 6. Se poi si ritiene eccessivamente oneroso lo scavo e l'approntamento di una trincea profonda 47 m, per



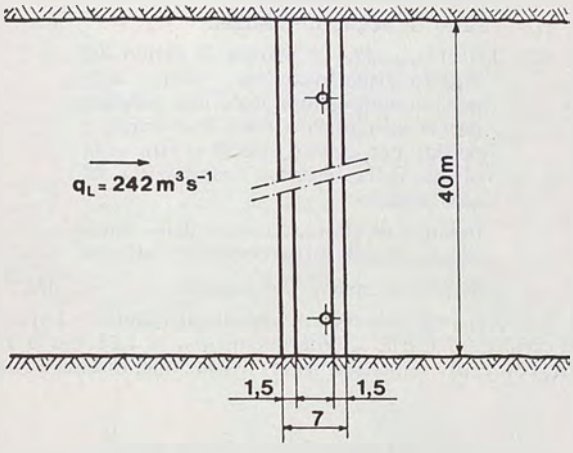
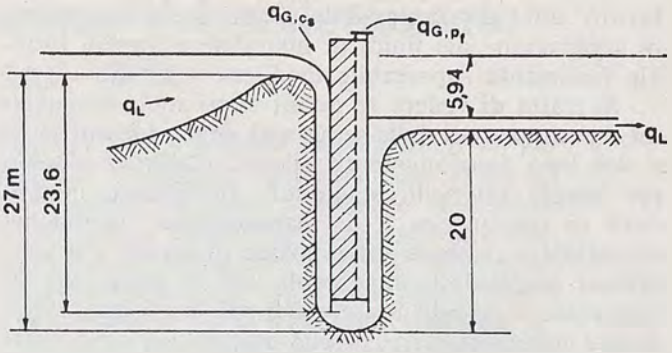


Fig. 6 - Schema di impianto di c.i. a 4,7 bar di pressione per il recupero di 10 MW, per $q_L = 241{,}6$ m^3 s^{-1}; $\Delta J_t = 5{,}94$ m; $\eta = 71\%$; $q_{G,\,cs}/q_w = 0{,}27$; $q_{G,\,cs} = 64{,}5$ nm^3 s^{-1}; $\Delta J_u = 4{,}23$ m; e con profondità massima della trincea di 47 m.



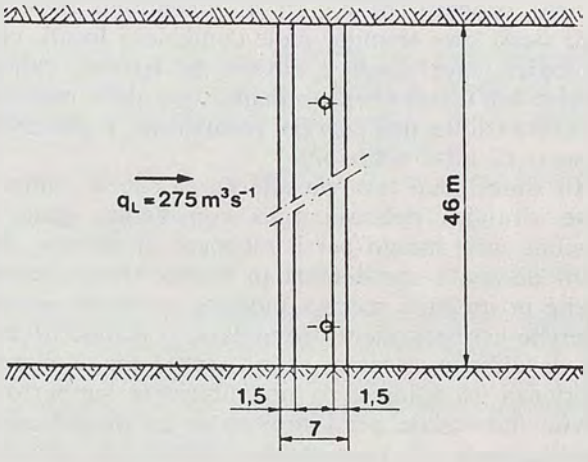


Fig. 7 - Schema di impianto di c.i. a 2,8 bar di pressione per il recupero di 10 MW, per $q_L = 275$ m^3 s^{-1}; $\Delta J_t = 5{,}94$ m; $\eta = 63\%$; $q_{G,\,cs}/q_w = 0{,}35$; $q_{G,\,cs} = 96{,}1$ nm^3 s^{-1}; $\Delta J_u = 3{,}72$ m; e con profondità massima della trincea di 27 m.

correlazione con lo stesso impianto per 84 kW, si può, ad esempio, progettare una trincea profonda solo 27 m se si accetta per la c.i. un rendimento minore del 71% attraverso una maggiore portata d'acqua, ed una pressione finale di soli 2,8 bar, anziché di 4,7 come precedentemente.

Merita in ogni caso osservare che il rendimento dei turboespansori per grandi portate di fluido è elevato e che 10 MW prodotti in continuo per un anno equivalgono in termini di riscaldamento a modesta temperatura a 7536 tonn. annue di petrolio se anch'esso è utilizzato nello stesso modo, come deprecabilmente talora succede. In tale ipotesi equivalgono ad esempio a 1/13 della produzione annuale del giacimento a mare Perla a 80 km da Gela, quotata per 100.000 tonn. di greggio, ed anzi a circa 1/8 dato il maggiore rendimento in questa grossolana utilizzazione.

Questo rapporto risulta poi eguale a 1/5 se l'energia di compressione dell'aria e l'energia elettrica ottenuta senza utilizzazione del calore residuo sono impiegate con lo stesso rendimento; risulta infine eguale a 1/2,5 se in entrambi i casi queste stesse energie sono impiegate per azionare le stesse macchine pneumatiche.

Ma il greggio può ed anzi dovrebbe essere utilizzato come materia prima per prodotti petrolchimici di pregio, oppure per l'autonomia dei mezzi di trasporto, oppure per dare contemporaneamente energia elettrica e calore quando è impiegato come combustibile. Può inoltre essere trasportato, stoccato e distribuito con estrema facilità.

A paragone l'energia recuperata dagli impianti di c.i. dell'a. è dunque grossolanamente meno nobile sotto questi importantissimi punti di vista: ha però l'inestimabile pregio di permanere indefinitamente se indefinitamente permane la fonte naturale da cui trae origine.

5. CONCLUSIONI

Per gli impianti di c.i. dell'a. realizzati nella loro versione più semplice si è constatato il limite di un eccessivamente ridotto recupero dell'energia idraulica disponibile; per gli altri è per contro da rilevare la necessità dello scavo e della impermeabilizzazione di pozzi o di trincee.

Sia gli uni che gli altri richiedono per la camera di separazione dei due fluidi una sezione orizzontale ben maggiore di quella necessaria per il condotto di caduta della loro miscela.

Altri fattori negativi per il loro impiego sono il possibile eccessivamente modesto rendimento della trasformazione finale di energia di compressione in

lavoro utile ed il possibile accumulo nella camera di separazione dei fluidi di materiale estraneo, tuttavia facilmente asportabile mediante « air-lift ».

Si tratta di vedere se questi oneri sono adeguatamente compensati dalla semplicità degli impianti stessi e dal loro funzionamento sicuro, continuo almeno per lunghi intervalli stagionali, richiedente minimi costi di conduzione e di manutenzione, facilmente adattabile a richieste differenziate di lavoro e a condizioni ambientali sfavorevoli, ed in grado sia di rigenerare il liquido motore anziché inquinarlo, sia di durare indefinitamente perché inserito nel ciclo energetico solare che si ripeterà indefinitamente rispetto alla scala umana del tempo.

È evidente che la validità, la fattibilità ed i risultati di ogni progetto di c.i. di a. dipendono oltre che dagli stessi suoi termini, dalle condizioni locali: ciclo idrologico, morfologia e natura del terreno, caratteristiche dell'insediamento umano, tipo delle macchine di utilizzazione dell'energia recuperata, e possibilità o meno di altre soluzioni.

In sintesi può tuttavia affermarsi che la compressione idraulica dell'aria è da considerare quale un possibile utile mezzo per il recupero di energia altrimenti dissipata inutilmente (e talora rovinosamente) perché in quantità troppo modesta o troppo grande, o perché eccessivamente irregolare, o perché in località di difficile accesso e (o) senza una sufficiente esperienza tecnologica o un sufficiente supporto di attività industriale per l'impiego di un procedimento convenzionale di conversione dell'energia idraulica disponibile.

SIMBOLOGIA

d	diametro interno della tubazione di caduta della miscela	L
	indice di flusso dato da Moody, [3], $f_M = \frac{2\,d}{\varrho_L V^2}\frac{\Delta p}{\Delta 1}$	—
g	accelerazione di gravità	LT^{-2}
H_d, H	lunghezza del condotto di caduta della miscela e totale del pozzo	L
p, p_a, p_f, p_{cs}	pressione assoluta, rispettivamente generica, iniziale, finale di compressione e standard di riferimento	$L^{-1}MT^{-2}$
P_{is}	potenza di compressione isotermica a 289 K	L^2MT^{-3}
P_{idr}	potenza idraulica disponibile	L^2MT^{-3}
$q_{G,\,p}$, $q_{G,\,p_a}$ $q_{G,\,cs}$	portate di aria alla pressione generica p, alla pressione iniziale ed alla pressione di riferimento	L^3T^{-1}
q_L	portata di acqua	L^3T^{-1}
$q_{G,\,cs}/q_w$	rapporto fra la portata di aria libera e la portata di acqua	—
$V_{SG} = q_{G,\,p}/A$; $V_{SL} = q_L/A$	velocità superficiale dell'aria nelle condizioni di flusso, e dell'acqua	LT^{-1}
z_e, z_u	quote altimetriche all'entrata e all'uscita dall'impianto di compressione	L
$z_s - z_i$	salto di acqua disponibile	L
ΔJ_t, ΔJ_u, ΔJ_s, $\Delta J_{c,\,d}$, $\Delta J_{c,\,r}$,	perdite di carico del liquido rispettivamente: totale, utile per la compressione isoterma, perduto per lo scorrimento fra i due fluidi, e perduti per le resistenze di attrito nella discesa della miscela e nella risalita del solo liquido	L
α	frazione di vuoto, frazione della generica sezione di flusso occupata dall'aria	—
ϱ_L	densità di massa del liquido	ML^{-3}

Con L e G si indicano rispettivamente il liquido e l'aria; con cs le condizioni fisiche di riferimento $p_{cs} = 1{,}01$ bar e $T_{cs} = 289$ K, con c, d, r rispettivamente circolazione, discesa e risalita.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] G. Baldini, *Recupero di energia naturale mediante compressione idraulica di aria*, « Boll. Ass. Min. Subalpina », Torino, XVII, n. 2, giugno 1980.

[2] S. Arosio, R. Bartolini, A. Lorenzi, G. Sotgia, *Two-phase downward flow in large diameter ducts*, « Energia Nucleare », 23, 4, aprile 1975.

[3] I. F. Moody, *Friction Factors for Pipeflow*, Trans. Asme, 1944, 66, 671.

[4] E. W. F. Feller, *Air Compressors: their Installation, Operation and Maintenance*, Mc Graw-Hill, New York, 1944, pp. 390, 392, 394.

[5] A. H. Gibson, *Hidraulics and Applications*, Constable, Londra, 1934.

Analisi di casi di applicazione del sollevamento di acqua con aria

GIOVANNI BALDINI. Sulla base di risultati ottenuti in una precedente comunicazione — per elaborazione di dati sperimentali desunti dalla letteratura — progetta cinque processi di air-lift a partire da 170, 200, 2250, 13000, 58000 W di potenza meccanica comunque disponibile. Discute i criteri per il dimensionamento dei progetti con diversi diametri del condotto e per maggiori altezze di sollevamento, e constata che il rendimento dell'operazione di air-lift, considerata a se stante, ha, quando è bene progettata, un accettabile rendimento. Infine, considerati tutti i fattori di influenza e pur tenendo conto dell'onerosa operazione di compressione dell'aria necessaria, rileva che il « processo di air-lift » può essere utile in numerosi casi di interesse pratico, in particolare per l'utilizzazione complementare *dell'energia delle fonti locali nuove e rinnovabili, gravemente penalizzate dal disordinato ed esiziale sfasamento fra il tempo e le caratteristiche della sua disponibilità e la pratica possibilità della sua conversione in proficui lavori.*

PREMESSA

Sul Bollettino della Associazione Mineraria Subalpina XVII, n. 3-4, 1980, è stata descritta l'operazione di air-lift di acqua schematizzata in figura 1, e ne è stato determinato il bilancio energetico globale e quello locale lungo la tubazione di guida del risultante flusso bifasico.

Di seguito è stata progettata l'operazione di air-lift relativamente a due condotti con diametro costante di 3,2 e 22 cm ottenuta per integrazione del gradiente della pressione dinamica, funzione essenzialmente della frazione di vuoto α, quota dell'area trasversale di flusso occupata dall'aria.

La necessaria dipendenza di α dalle cosiddette velocità superficiali del liquido $V_{SL} = q_L / \frac{\pi}{4} d^2$, costante, e dell'aria $V_{SG} = q_{G,p} / \frac{\pi}{4} d^2$, variabile, — per q_L e $q_{G,p}$ portata rispettivamente di acqua ed aria e per d diametro della tubazione —, è stata desunta dalle figure 2, da Roumy, [1], e 3 da Lupoli, Muzzio, Sotgia, [2], determinate sperimentalmente in base a prove puntuali.

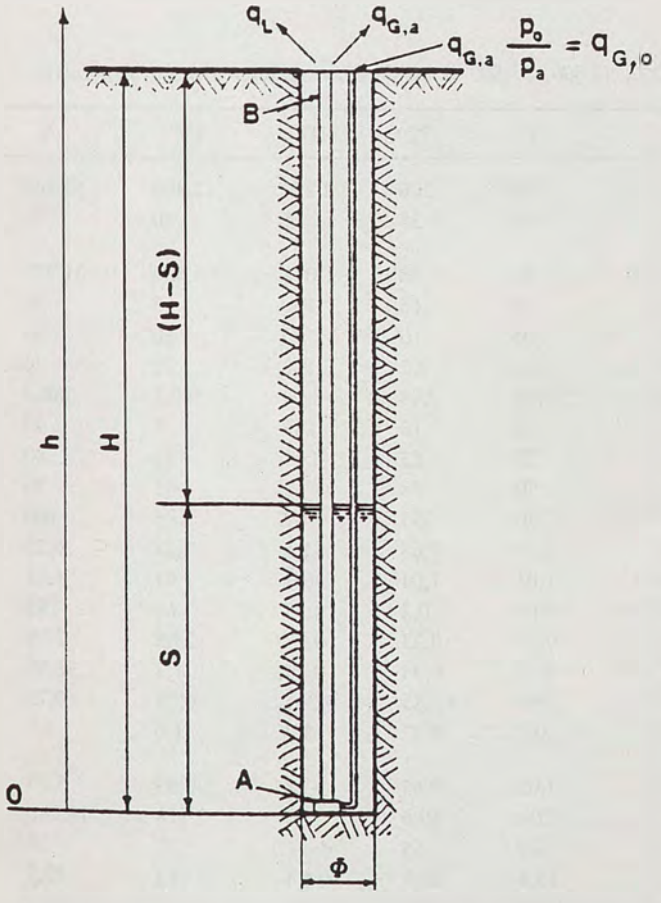


Fig. 1 - Schema dell'operazione di air-lift in un pozzo: H, altezza della tubazione AB di air-lift a partire dalla sezione A di alimentazione dell'aria compressa; S, sommergenza dinamica della sezione A; $(H\text{-}S)$, guadagno di quota dell'acqua sul suo livello esterno alla tubazione; q_L, portata di acqua; $q_{G,a}$ e $q_{G,o}$, portata di aria rispettivamente alla pressione atmosferica locale ed alla pressione di immissione in tubazione.

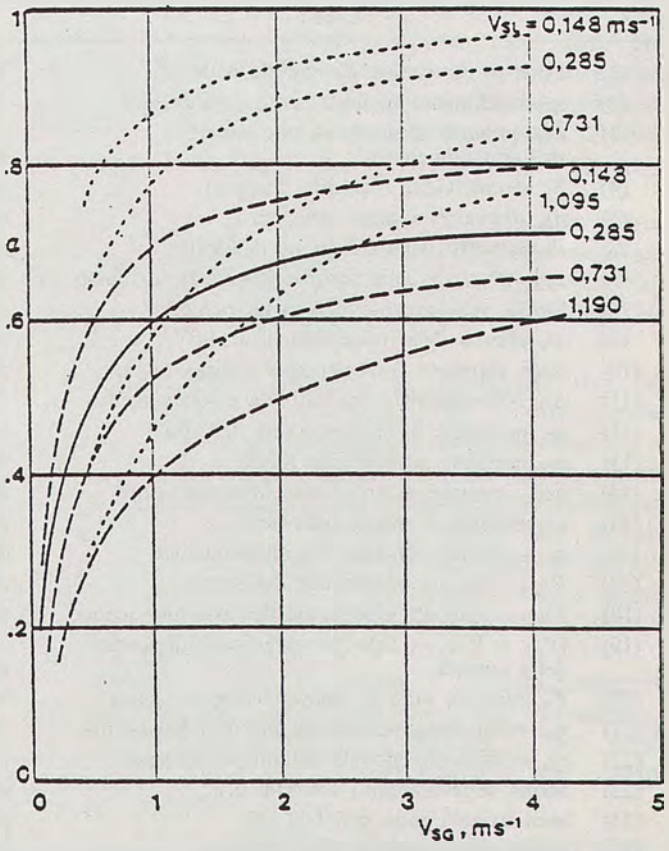


Fig. 2 - Con la linea continua correlazione sperimentale di α con V_{SG} e V_{SL} per il diametro $d = 0{,}032$ m, con le linee a tratti per $d = 0{,}02$ m, da Roumy, [1]. Con le curve a punti le corrispondenti correlazioni nell'ipotesi di scorrimento nullo.

I risultati della progettazione sono stati espressi nelle figure 4 e 5, da [3].

Si progettano alcune applicazioni dell'*operazione di air-lift* inserita in *processi di air-lift* costituiti quindi: 1) dalla conversione di energia meccanica, comunque ottenuta, in energia elastica dell'aria; 2) dal trasporto dell'aria compressa sino alla sezione di ingresso nella tubazione *AB* verticale o subverticale di air-lift immersa sotto il battente dinamico *S* in un pozzo (come nella fig. 1), oppure in un bacino superficiale di acqua come nella figura 7; 3) dal sollevamento di acqua per effetto dell'espansione dell'aria nella tubazione *AB* per il guadagno di quota (*H-S*); ed infine, 4), dall'eventuale stoccaggio dell'acqua in un opportuno bacino posto alla quota superiore.

Lo studio è sviluppato in unità S. I. salvo esplicita indicazione contraria; la temperatura è sempre intesa eguale a 289 K e la pressione è sempre espressa col suo valore assoluto; la portata è sempre intesa volumetrica. Il significato dei simboli è indicato in tabella.

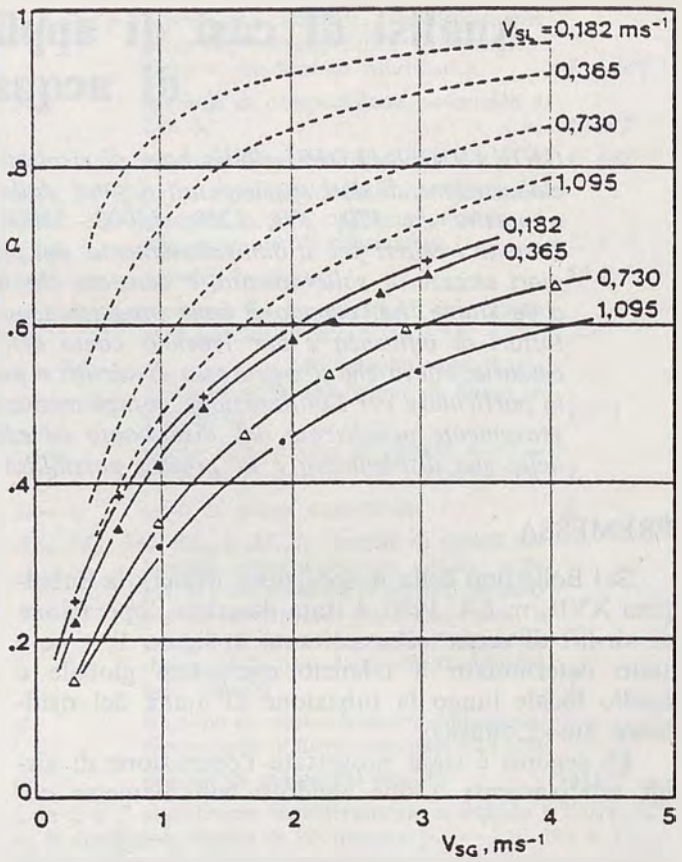


Fig. 3 - Con le linee continue correlazioni sperimentali di α con V_{SG} e V_{SL} per il diametro $d = 0{,}22$, rilevate sperimentalmente da Lupoli, Muzzio e Sotgia [2]; con le linee a punti le stesse nell'ipotesi di scorrimento nullo.

TABELLA 1. *Progetti di processi di air-lift a partire da 170, 200, 2250, 12.800, 57.800 W di potenza meccanica netta disponibile.*

	Casi		I	II	III	IV	V
(1)	Potenza meccanica disponibile netta, P_m	W	170	200	2.250	12.800	57.800
(2)	η_c, rendimento assunto per il compressore	%	35	35	45	50	55
(3)	P_{is}, potenza di compressione isoterma dell'aria alimentata	W	59	68	1.018	6.406	31.777
(4)	*S*, sommersione (battente d'acqua)	m	10	65	100	15	40
(5)	d_p, diametro minimo del pozzo	cm	10	10	10	50	50
(6)	*d*, diametro della tubazione di air-lift	cm	3,2	3,2	3,2	22	22
(7)	$\pi/4 \cdot d^2$, area della sezione trasversale di flusso	cm²	8,04	8,04	8,04	380,1	380,1
(8)	(*H-S*), sollevamento dell'acqua richiesto	m	10	18	145	8	40
(9)	*H*, altezza della tubazione di air-lift	m	20	83	245	23	80
(10)	*S*/*H*, rapporto fra battente e altezza totale	%	50	78	41	65	50
(11)	*S*/(*H-S*), rapporto fra battente e sollevamento	%	100	355	69	186	100
(12)	p_o, pressione di alimentazione dell'aria	bar	2,29	7,68	11,1	2,78	5,23
(13)	p_a, pressione atmosferica locale	bar	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
(14)	$q_{G,a}$, portata di aria libera al compressore	ndm³ s⁻¹	0,65	0,3	4,37	60	195
(15)	q_L, portata di acqua sollevabile	dm³ s⁻¹	0,23	0,23	0,23	27,8	27,8
(16)	$q_{G,o}$, portata di aria alla alimentazione	dm³ s⁻¹	0,28	0,04	0,39	21,3	36,89
(17)	$V_{S,L}$, velocità superficiale dell'acqua	ms⁻¹	0,285	0,285	0,285	0,73	0,73
(18)	$V_{SG,a}$, velocità superficiale dell'aria allo scarico	ms⁻¹	0,8	0,37	5,4	1,6	5,1
(19)	$(V_{SL} + V_{SG,a})$, velocità superficiale di scarico della miscela	ms⁻¹	1,02	0,65	5,68	2,33	5,83
(20)	P_u, potenza utile di sollevamento dell'acqua	W	22,4	40,6	326	2.178	11.280
(21)	η_s, rendimento dell'operazione di sollevamento	%	39	65	31	35	36
(22)	η_t, rendimento globale dell'intero processo	%	13,4	20,9	14,4	17	19,5
(23)	acqua sollevata/anno con 600 ore	m³/a	496	496	496	—	—
(24)	area irrigata/anno con 600 ore	ha	0,1	0,1	0,1	—	—
(25)	acqua sollevata/anno con 3000 ore	m³/a	2.480	2.480	2.480	300.240	300.240
(26)	area irrigata/anno con 3000 ore	ha	0,5	0,5	0,5	60	60
(27)	acqua sollevata/anno con 8.760 ore	m³/a	7.422	7.422	7.422	876.701	876.701
(28)	area irrigata/anno con 8.760 ore	ha	1,45	1,45	1,45	175,3	175,3

Relativamente ai sopratabulati passi di calcolo valgono le seguenti osservazioni:

(1) P_m è la potenza meccanica di ingresso nel compressore;
(3) $P_{is} = \eta_c P_m$ è la potenza di compressione isoterma dell'aria all'ingresso nella tubazione;
(5) i pozzi con 10 cm di diametro possono essere scavati anche manualmente col metodo del palo elastico (spring-pole); o per semplice infissione;
(11) $\frac{S}{(H\text{-}S)} = (10) \cdot [(9) - (10)]^{-1}$;
(12) $p_o = g\varrho S \cdot 10^{-5} + 1{,}013 + 0{,}294$, ammettendo 0,294 bar per formare la miscela aria-acqua;
(13) $p_a = 1{,}013\ (1 - 0{,}0004\ z)$ bar, per z in m altitudine dell'installazione;
(14) $q_{G,\,cs} = P_{is} \cdot [2{,}33 \cdot 10^5 \cdot (\log p_o/p_a)]^{-1}$, a 0 metri s.l.m.;
(15) in base ai valori di $q_{G,\,cs}$, S, $(S\text{-}H)$ dai diagrammi 4 e 5;
(16) $q_{G,\,o} = q_{G,\,cs}\ p_{cs}\ (p_o)^{-1}$;
(17) $V_{SL} = q_L \cdot (4/\pi\ d^2)$, velocità superficiale dell'acqua;
(18) $V_{SG} = q_{G,\,p} \cdot (4/\pi\ d^2)$ è la velocità superficiale locale dell'aria;
è $V_{SG,\,a} = q_{G,\,a} \cdot (4/\pi\ d^2)$ all'afflusso dalla tubazione;
(19) $(q_w + q_{G,\,cs}) \cdot (4/\pi\ d^2)$, velocità della miscela all'efflusso dalla tubazione dell'acqua;
(20) $P_u = g\ \varrho_w\ q_w \cdot (H\text{-}S)$, potenza utile di sollevamento;
(21) $\eta_s = P_u/P_{is}$: valori in buon accordo con l'eq. corretta di Richards, [5]; migliori risultati si avrebbero con tubazioni rastremate e con maggiori velocità superficiali del liquido;
(22) $\eta_t = P_u/P_m$, rendimento globale per l'intero processo = (2), (21);
(23) $q_L \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 600$;
(24) (23)/0,5, per 0,5 m di altezza di spandimento annuale di acqua;
(25) $q_L \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 3000$;
(26) (25)/0,5, per 0,5 m di altezza di spandimento annuale di acqua;
(27) $q_L \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 8760$, caso di funzionamento continuo;
(28) (27)/0,5 m di altezza di spandimento annuale di acqua.

1. APPLICAZIONI DEL PROCESSO DI AIR-LIFT DI ACQUA PER $d = 3{,}2$ E 22 cm, IN BASE A CORRELAZIONI SPERIMENTALI $\alpha\ (V_{SL}, V_{SG}, d)$

Si progettano tre processi di air-lift in tubazione con 3,2 cm di diametro interno, e due in tubazione con 22 cm, a partire dalla potenza meccanica P_m disponibile per il comando della compressione ed in base alle sopraddette figure 4 e 5 e perciò, in particolare, con portata di liquido eguale rispettivamente a 0,23 e a 27,8 $dm^3\ s^{-1}$.

I dati di partenza e le sequenze ed i risultati delle calcolazioni per ogni singolo caso sono riassunti nella seguente tabella. In essa, inoltre, per utili termini di riferimento sono pure indicate le superfici di terreno irrigabili annualmente con una altezza di acqua di 0,5 m, con 600 oppure 3000 ore di funzionamento all'anno, oppure con 8760 ore e cioè con funzionamento continuo del processo.

Relativamente ai sopratabulati passi di calcolo valgono le seguenti osservazioni:

2. ESTENSIONE DEI PRECEDENTI RISULTATI

Le precedenti progettazioni sono state eseguite in base ai diagrammi 4 e 5 ottenuti per elaborazione dei risultati sperimentali riferiti dalle figure 2 e 3; essi perciò valgono espressamente per i due diametri di 3,2 e 22 cm e per velocità superficiali V_{SL} del liquido relativamente modeste.

Si risolvono ora in prima approssimazione casi relativi ad altri diametri ed a maggiori valori sia di V_{SL} sia dell'altezza di sollevamento $(H\text{-}S)$.

2.1. Per *un diametro intermedio fra 3,2 e 22 cm* e la stessa V_{SL} non resta che applicare il solito procedimento a partire da una correlazione $\alpha\ (V_{SG}, V_{SL}, d)$ opportunamente intermedia fra quelle indicate per i sopraddetti diametri.

Per *un diametro maggiore di 22 cm* e la stessa V_{SL} si potrà adottare la stessa correlazione $\alpha\ (V_{SG}, V_{SL})$ che nella figura 5: ciò per il fatto che le diagrammazioni e le formule pratiche sono date per l'air-lift in [5] indipendentemente dal diametro, ma indubitabilmente per riferimento a tubazioni di eduzione di acqua o torbide da miniere, aventi un diametro già di un certo valore, usualmente superiore ai 10 cm.

Per *un diametro inferiore a 3,2 cm* occorrerebbe per contro verificare preliminarmente il tipo di flusso che si verifica in dipendenza dalle portate dei due fluidi: vedasi al riguardo la serie dei lavori di Govier, [4].

2.2. *Relativamente alla velocità superficiale* V_{SL} per lo stesso diametro d si osserva che le correlazioni $\alpha\ (V_{SG}, V_{SL})$ risultano tanto più depresse rispetto ai valori che si avrebbero per scorrimento nullo, quanto maggiore è la V_{SL}: benché diminuiscano corrispondentemente anche le perdite di carico per le resistenze passive di attrito che si calcolano proporzionalmente a $V_{SL}^2\ (1 - \alpha)^{-2}$, per maggiori V_{SL} si hanno minori altezze di sollevamento e talora maggiori valori di rendimento.

In prima approssimazione è conseguentemente possibile delineare nelle figure 2 e 3 una correlazione $\alpha\ (V_{SG}, V_{SL})$ per $d = 3{,}2$ e 22 cm e per valori di V_{SL} maggiori del limite superiore del campo di tale parametro.

2.3. *Per altezze di sollevamento di acqua molto grandi, dell'ordine di centinaia di metri*, i limitati rendimenti che con essi si verificano rendono particolarmente allettante eseguire il frazionamento di tali guadagni di quota in più stadi, tenendo però conto delle perdite

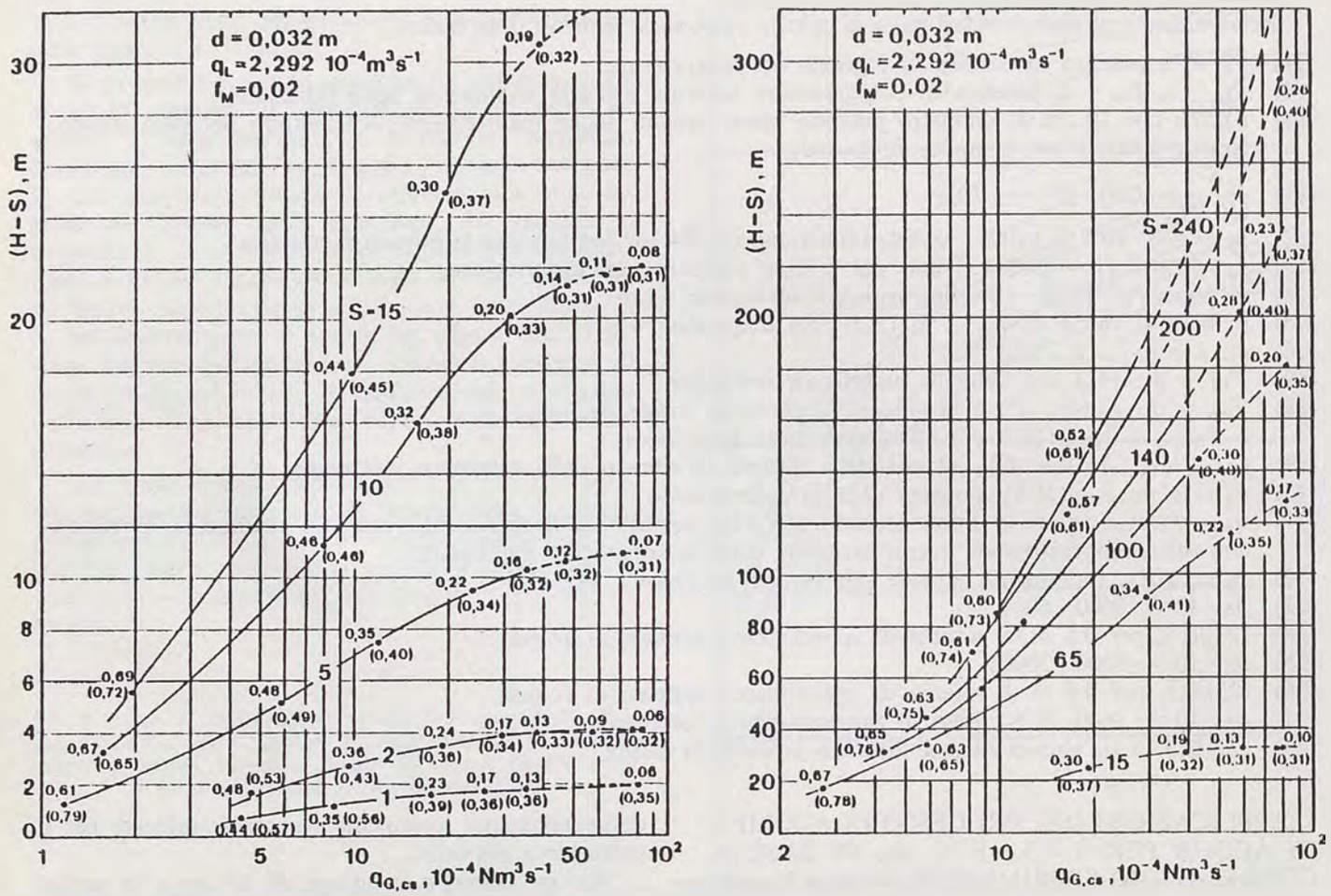


Fig. 4 - Correlazioni fra $(H\text{-}S)$ e $q_{G,\,cs}$ e corrispondenti valori del rendimento e del rapporto di immersione, parametro la profondità di immersione e conseguentemente la pressione $p_o = g\,\varrho_L\,S$, per $d = 3{,}2$ cm, $q_L = 0{,}229$ dm^3 s^{-1}, $f_M = 0{,}02$ ed in base alla correlazione α (V_{SG}) per $V_{SL} = 0{,}285$ m s^{-1} e $d = 0{,}032$ m di figura 2. I numeri fra parentesi indicano il rapporto S/H, i rimanenti il rendimento. Con i tratti segmentati sono indicati valori ottenuti per estrapolazione delle correlazioni; $P_u = 2{,}24 \cdot 10^{-3} \cdot (H\text{-}S)$, kW; $P_{is} = P_u/\eta_s$, kW; $p_o = g\,\varrho_L\,S \cdot 10^{-5}$ bar.

di carico idraulico per gli effetti terminali all'entrata dei fluidi nelle tubazioni e soprattutto alla loro uscita dalle stesse.

3. ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

Da quanto è stato detto emergono chiaramente le seguenti deduzioni:

— i casi II e III evidenziano la grande influenza del rapporto $\frac{S}{H}$ fra il battente e l'altezza totale della tubazione sul rendimento η_s dell'operazione di air-lift considerata a se stante. Ciò risulta chiaramente dai minori valori di rendimento associati nelle figure 3 e 4 allo stesso sollevamento $(H\text{-}S)$ al diminuire del battente S e perciò anche al diminuire dei rapporti S $(H\text{-}S)^{-1}$ ed S/H; è pure in accordo con quanto è noto da tempo, ad esempio con la raccomandazione di lavorare con tale rapporto variabile nel campo da 0,66 a 0,40 rispettivamente per guadagni di quota da 7 a 150 m, [5].

Questa condizione può richiedere per il pozzo una profondità maggiore, anche sensibilmente, di quella che sarebbe strettamente altrimenti necessaria: si ottiene in tale evenienza lo schema di figura 7;

— con un valore adeguato per il sopraddetto rapporto S/H, il rendimento η_s dell'operazione di air-lift considerata in sé e per sé è soddisfacente: ad es. varia dal 31% al 65% per i 5 casi considerati.

Perry e Chilton affermano anzi in termini generici che esso è dell'ordine del 70% [6], ovviamente per le migliori condizioni sia di impiego che di funzionamento.

Questi notevoli risultati sono dovuti al fatto che l'aria può espandersi gradualmente e completamente entro la tubazione di guida della miscela, ciò che purtroppo non avviene nelle macchine pneumatiche a pistone;

— corrispondentemente, il rendimento dell'intero processo di air-lift, a partire dalla potenza entrante nel compressore a quella utilizzata per il sollevamento del liquido al netto di ogni perdita passiva, è per suo conto accettabile, variando dal 10 al 35% se si assume per il compressore un rendimento variabile dal 35 al 55% a seconda della potenza impiegata;

— le figure 4 e 5 per portata costante di liquido indicano inoltre per il consumo di aria libera una certa costanza per generici valori del sollevamento

(H-S) purché il rapporto di sommergenza S/H rimanga lo stesso;

— ad esempio, i risultati in figura 5 per la portata di 27,8 dm^3 s^{-1} di acqua associati agli analoghi ottenuti per altre portate, sempre per lo stesso diametro, [3], mostrano che al diminuire del rapporto S/H la portata di liquido sollevata diminuisce, mentre aumenta il consumo di aria libera per unità di portata di liquido sollevata, vedasi al riguardo la figura 6;

— gli stessi 5 casi considerati dimostrano la possibilità dell'air-lift di adeguarsi indifferentemente a diversissime condizioni di funzionamento: sia a modestissime portate di liquido e a modesti guadagni di quota; sia a grandi portate (ricorrendo semplicemente a tubazioni di maggiore diametro ed anche, convenientemente per sufficienti valori del diametro, a maggiori velocità superficiali); sia a grandi guadagni di quota, ricorrendo in questi ultimi casi vantaggiosamente a diverse tubazioni poste in serie.

Inoltre il procedimento presenta i seguenti pregi pratici:

a) di richiedere caso per caso una pressione costante dell'aria e conseguentemente una coppia meccanica costante dal motore primario;

b) di adattarsi facilmente a variazioni della velocità del motore primario;

c) di poter tenere sotto diretto e facile controllo il gruppo costituito dal motore, primario dal cambio di velocità e dal compressore, mentre in pozzo non si ha alcun organo meccanico in moto;

d) di poter installare il sopraddetto gruppo meccanico e la tubazione di air-lift in posizioni fra loro indipendenti e le più idonee per ottenere i rispettivi migliori rendimenti: invero, le due postazioni possono essere collegate semplicemente e sicuramente ed anzi addirittura con guadagno di energia se con la perdita di quota altimetrica l'aumento di pressione statica dell'aria compressa è superiore alla corrispondente perdita per le resistenze passive.

Per contro, a passivo, l'air-lift richiede oltre ad un sufficiente rapporto S/H, la compressione di aria, operazione onerosa, l'impiego di compressori non inquinanti l'aria ed una ulteriore perdita di pressione per la miscelazione dei due fluidi, indicata talora dell'ordine di 1/3 di bar.

Ed è pure importante ricordare che tutto quanto è stato qui detto vale a rigore solo per percorsi

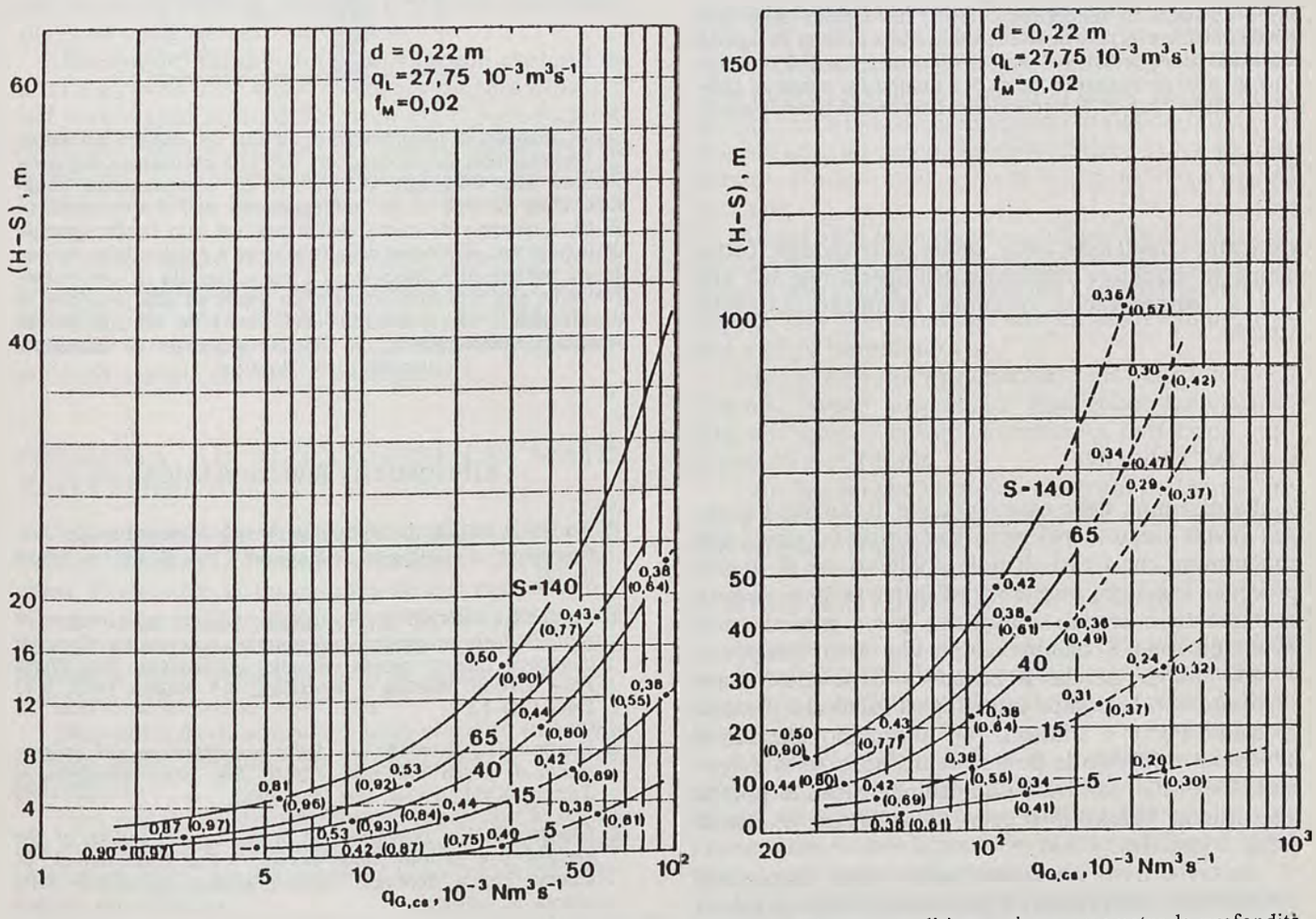


Fig. 5 - Correlazioni fra (H-S) e $q_{G,\,cs}$ e corrispondenti valori del rendimento e del rapporto di immersione, parametro la profondità S dell'alimentazione dei fluidi e conseguentemente la pressione $p_o = g\,\varrho_L\,S$, per $d = 0{,}22$ m, $q_L = 27{,}75$ dm^3 s^{-1}, $f_M = 0{,}02$ ed in base alla correlazione α (V_{SG}) per $V_{SL} = 0{,}73$ m s^{-1} e $d = 0{,}22$ m di figura 3. I numeri fra parentesi indicano il rapporto S/H d'immersione, i rimanenti il rendimento. Con i tratti segmentati sono indicati valori ottenuti per estrapolazione delle correlazioni;
$P_a = 0{,}274 \cdot (H\text{-}S)$, kW; $P_s = P_a/\eta_s$, kW; $p_o = g\,\varrho_L\,S \cdot 10^{-5}$ bar.

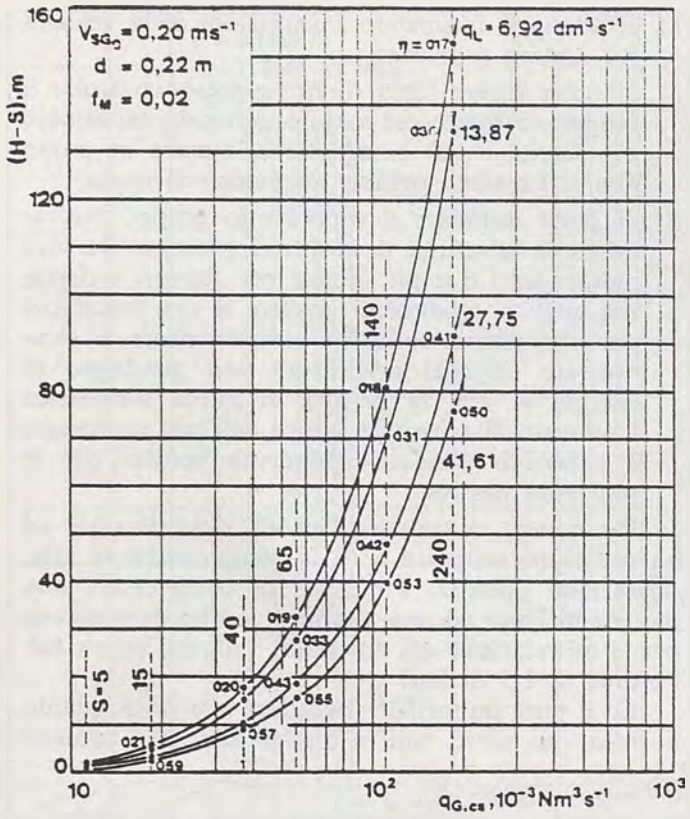


Fig. 6 - Altezze di sollevamento (H-S) in funzione della portata di aria libera $q_{G,cs}$ e di diversi valori della portata di liquido per la velocità superficiale di aria all'alimentazione di 0,20 m s^{-1} e per gli altri stessi dati di figura 5. I numeri fra parentesi indicano il rapporto S/H di immersione, i rimanenti il rendimento.

verticali, condizione, alla quale corrisponde certamente la maggiore efficienza dell'operazione ma che non è sempre facile, e talora nemmeno possibile, attuare.

4. CONCLUSIONI

La disamina delle caratteristiche di funzionamento dell'air-lift eseguita nel precedente capitolo porta alla conclusione che i casi di utile applicazione di questo processo sono più numerosi ed importanti di quanto solitamente si creda, soprattutto per i minimi oneri di conduzione e manutenzione che esso comporta.

Ma allora, perché il processo di air-lift è stato sostituito con le pompe centrifughe, salvo che per casi speciali? Perry e Chilton, [6], affermano che ciò è avvenuto « quando le pompe centrifughe sono diventate efficienti ». Inoltre è da aggiungere che le pompe centrifughe hanno il pregio di sollevare i liquidi senza inquinarli.

Tuttavia dato che attualmente sono disponibili sul mercato compressori a pistone che sono garantiti essere « oil free », ed è perciò rimossa la possibilità della contaminazione dell'aria con l'olio di lubrificazione, l'air-lift merita di essere considerato in alternativa agli usuali procedimenti convenzionali nei casi ad esso più favorevoli. In particolare può risultare praticamente insostituibile in aree remote, di difficile accesso, e (o) senza una sufficiente esperienza tecnologica o un sufficiente supporto di attività industriali in quanto può utilizzare pienamente l'energia recuperata dalle sorgenti locali cosiddette nuove e rinnovabili, altrimenti gravemente svilite dalle loro irregolarità e discontinuità nel tempo.

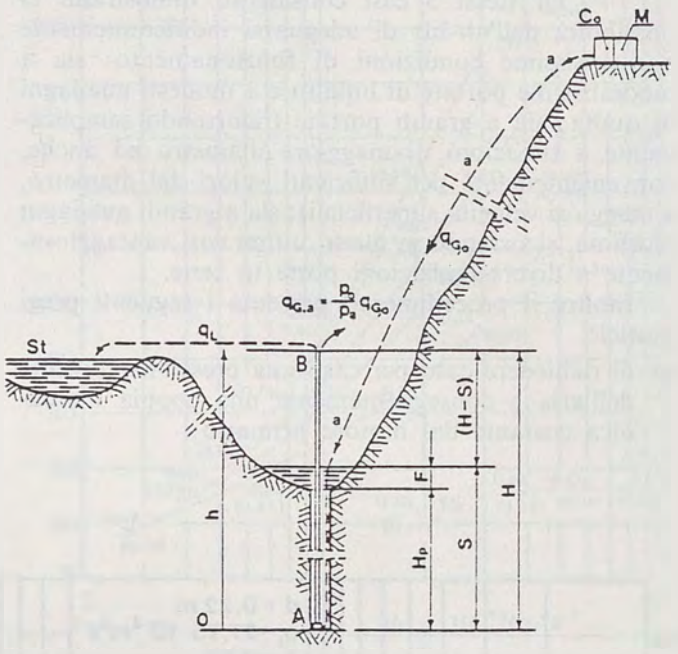


Fig. 7 - Schema di un processo di air-lift: M, motore primario; C_o, compressore; $aaaA$, condotta dell'aria compressa dal compressore alla tubazione di air-lift; S, sommergenza dinamica della sezione A di alimentazione dell'aria compressa; (H-S), guadagno di quota dell'acqua sul suo livello esterno alla tubazione; H, altezza della tubazione a partire dalla sezione A; q_L, portata di liquido; $q_{G,a}$ e $q_{G,o}$, portata di aria rispettivamente alla pressione atmosferica locale ed alla pressione di alimentazione; H_p, profondità del pozzo da scavare per la necessaria sommergenza; S_t, bacino superiore di immagazzinamento del liquido.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Roumy R., *Etude de la fraction de vide moyenne et des configurations d'écoulement*, « Rapport CEA R-7892 », citato da [2].

[2] Lupoli L., Muzzio A., Sotgia G., *Misura della frazione di vuoto in flusso adiabatico aria-acqua in una condotta di grande diametro*, Lavoro presentato allo « European Two-Phase Flow Group Meeting », Bruxelles, 4-7 giugno 1973, RT/ING (74) 12.

[3] Baldini G., Robotti G., *Sulla progettazione del sollevamento di acqua con aria*, « Boll. Ass. Min. Subalpina », Torino, XVII, n. 3-4, sett.-dic. 1980.

[4] Govier G. W., *Developments in the understanding of the vertical flow of two fluids phases*, « The Canadian J. of Chem. Eng. », febbraio 1965, e articoli precedenti della scuola di Alberta.

[5] Peele R., *Mining Engineering Handbook*, Wiley, New York, 1918, pag. 1096.

[6] Perry R. H., Chilton C. H., *Chemical Engineers' Handbook*, V Edizione, Mc Graw-Hill Kogakusha, 4.64.

Riciclaggio dei conglomerati bitumosi provenienti da vecchie pavimentazioni stradali ammalorate

FRANCO PENNELLA, VINCENZO ALVARES, ILARIO SIGNORETTI (*), illustrano la problematica generale e le tecniche di riciclaggio dei manti stradali a base di conglomerati bituminosi, con un breve cenno ad esperienze di applicazione, eseguite sul manto stradale urbano di Torino, di materiali bituminosi rigenerati provenienti da scarifiche a freddo.

INTRODUZIONE

Sin dal 1973, anno in cui vi fu la prima esplosione dei prezzi dei prodotti petroliferi, tutte le nazioni industrializzate hanno sentito la necessità di approntare studi e programmi per ridurre in qualche misura il consumo di petrolio in generale e di bitume, suo derivato, in particolare.

Il bitume costituisce il legante dei conglomerati bituminosi e, pur rappresentandone una piccola percentuale (4÷7%), in termini economici ha una incidenza media sul costo totale del conglomerato pari al 40% circa.

Il notevole sviluppo della rete viabile, che ha richiesto da sempre notevoli investimenti, ha prodotto un ingente patrimonio che per essere mantenuto efficiente richiede costante manutenzione soprattutto per la sovrastruttura stradale, costituita in massima parte da conglomerati bituminosi.

Da studi effettuati su pavimentazioni esistenti da anni si è riscontrato che il bitume impiegato conserva nel tempo gran parte delle proprietà leganti e quindi molti paesi hanno studiato e stanno studiando metodi e tecniche di reimpiego dei conglomerati, incrementando così anche per questa via forme di risparmio energetico.

La tecnica del riciclaggio, che permette di reimpiegare totalmente gli inerti, limità inoltre l'attività estrattiva da cave, contribuendo indirettamente al riassetto idrogeologico del territorio, salvaguardandone gli aspetti naturali e paesaggistici.

PREMESSA AL RICICLAGGIO DEI MATERIALI STRADALI

L'industria di costruzione di strade ha subìto nell'ultimo decennio, perlomeno in Italia, un certo declino. Per contro la manutenzione e il ricupero funzionale sono oggi prioritari rispetto alla costruzione di nuove opere; solo nella nostra regione vi sono milioni di metri quadri di superfici asfaltiche che necessitano di lavori manutentivi.

Ma i costi degli interventi sono cresciuti in conseguenza degli aumenti che hanno subito le materie petrolifere.

Non è difficile quindi comprendere che le tecniche ed i metodi tradizionali non possono più da sole soddisfare delle esigenze che si sono così profondamente modificate.

Anche le tecniche costruttive delle pavimentazioni bituminose sono andate continuamente evolvendosi e per questo un'opera stradale costruita 15-20 anni fa, secondo la migliore tecnologia di allora, non può oggi proporsi come modello. Inoltre i dati di progetto sono cambiati di molto perché le condizioni di carico sono divenute via via più gravose. Una parte non trascurabile della rete stradale esistente non è atta a sopportare il volume e il tipo di carico cui è oggi soggetta e come conseguenza si degrada rapidamente.

I tecnici preposti alla gestione della rete viabile si trovano a decidere se sia più opportuno operare una manutenzione di tipo ordinario oppure se convenga demolire e ricostruire interamente la sede viabile con i requisiti idonei al traffico di oggi. La prima soluzione è una soluzione tampone, cioè di breve durata. La seconda è quasi impraticabile per i costi economici e i disagi al traffico che comporta. Nasce quindi la necessità di trovare soluzioni alternative e a tal proposito le nuove tecnologie stradali indicano la possibilità di operare dei massicci interventi di ricupero e riadeguamento di un corpo viario degradato a costi perfettamente confrontabili a quelli di una ordinaria manutenzione.

Alcuni anni fa rimuovere, ricuperare e riusare un manto stradale esistente era solo un'idea, oggi è una realtà e pertanto il riciclaggio dei materiali esistenti si impone alla attenzione dei tecnici, degli amministratori e degli imprenditori.

Alcune nazioni, in particolare gli Stati Uniti e il Canada, hanno accumulato una abbondante esperienza in questo settore; altrettanto, purtroppo, non si può dire dell'Italia.

Le relazioni che verranno illustrate parlano di ciò che è stato fatto, dei nuovi metodi e delle macchine che vengono impiegate.

SCARIFICHE DI MANTI ASFALTICI

È bene, prima di procedere, precisare il significato che verrà attribuito nel seguito alla operazione di «scarifica completa» e a quella di «scarifica parziale».

La scarifica completa si fa mediante macchine munite di ripper e pala oppure molto più comunemente mediante escavatori. Sia col ripper che con l'escavatore l'asportazione del manto asfaltico è totale ed è spinta fino alla fondazione.

La scarifica parziale, può anch'essa raggiungere lo strato di supporto ma normalmente interessa la parte superiore del manto asfaltico; viene eseguita da una macchina dotata di un tamburo cilindrico ruotante su cui sono inserite particolari punte d'acciaio.

(*) Ingegneri, Funzionari dell'Amministrazione Comunale di Torino, responsabili nell'ambito dell'Ufficio Tecnico della progettazione, direzione e manutenzione delle strade della Città.

Nella rotazione le punte vengono a contatto con la pavimentazione e la frantumano. Le macchine fresatrici che sono costruite per questa specifica operazione sono di due tipi: a freddo e a caldo.

Le macchine a caldo necessitano del preventivo riscaldamento del manto asfaltico da parte di un apposito carrello di riscaldamento. Su questo carrello è montato un grosso serbatoio contenente gas che alimenta un grande numero di pannelli riscaldanti disposti a formare una superficie piana che viene mantenuta a pochi centimetri dal suolo. Il calore che si sprigiona dal pannello, per convenzione e irraggiamento, rammollisce il bitume. Dopo il carrello riscaldante viene la fresa vera e propria con il tamburo portante le punte di rottura. Al tamburo è sufficiente una potenza abbastanza limitata perché, come abbiamo detto, opera su materiale che è stato reso molle. In molti casi carrello riscaldante e fresa sono raggruppati in un'unica macchina.

Le frese a freddo hanno un tamburo ruotante con apposite sedi nelle quali sono montate punte di acciaio speciale. Questo viene fatto ruotare velocemente da un motore diesel di grossa cilindrata. L'urto delle punte d'acciaio con la pavimentazione è molto violento e per questa ragione è possibile operare non solo sulle comuni superfici asfaltiche ma anche su conglomerati cementizi.

Operiamo alcuni confronti fra questi due differenti metodi di fresatura. Le frese a caldo possono asportare utilmente spessori fino a 5 cm perché il conglomerato bituminoso conduce molto male il calore: a una temperatura in superficie di 150° C corrisponde 5 cm più sotto, dopo alcuni minuti di esposizione, una temperatura alla quale il materiale è ancora abbastanza duro. Le frese a freddo invece possono lavorare a maggiori profondità. Normalmente in una passata è possibile asportare fino a 10 cm, ma alcuni modelli particolari riescono a togliere 15 cm. La superficie fresata è immediatamente transitabile e il materiale scarificato, che può venir raccolto anche in un secondo tempo, è abbastanza fine e presenta solo in minima parte dei grumi bitume-inerte non ben frantumati. La dimensione massima di questi grumi è funzione della temperatura cui si trova la pavimentazione e della velocità di traslazione del tamburo rotante.

Le frese a freddo consentono delle elevate produzioni orarie, sono possibili per scarifiche su manti asfaltici spinte ad una profondità di cm 5 velocità di 5 m/minuto contro la velocità di 1,5/m minuto delle frese a caldo, condizionate appunto dalla elevata inerzia termica della pavimentazione.

Durante la scarifica a freddo viene sollevata, nella frantumazione del materiale, molta polvere e per questa ragione le macchine sono munite di una apparecchiatura di nebulizzazione dell'acqua sopra il tamburo rotante: il velo d'acqua che si forma trattiene le parti più fini della polvere. Invece nella operazione a caldo si sprigionano intense quantità di fumo blu che sta a dimostrare la temperatura elevata che localmente si raggiunge.

La scarifica a caldo appare sempre più svantaggiata nei costi rispetto alla fresatura a freddo, infatti il costo del riscaldamento del materiale incide molto sul costo complessivo e si può comprendere quindi perché la scarifica secondo questo sistema venga attuata solo quando si preveda l'immediato riutilizzo del materiale fresato per una operazione di fresatura-ripavimentazione che verrà descritta quando parleremo del riciclaggio.

Si passa ora a descrivere alcuni casi concreti che trovano nel procedimento di scarifica la loro miglior soluzione. Per semplicità si dividono gli interventi in due categorie:

1) interventi il cui obiettivo è la risistemazione della superficie;
2) interventi il cui obiettivo è il risanamento dell'intera pavimentazione asfaltica.

1. *Interventi di superficie.*

L'intervento meno impegnativo è la scarifica di un sottile strato di asfalto diretto, per esempio, ad eliminare le ormaie. L'ormaia si viene a creare perché esistono sulla strada delle fasce nelle quali è più frequente il passaggio delle ruote con conseguente maggiore azione dinamica sulla pavimentazione, determinando quindi, una diseguale usura e cedimento del manto. L'intervento tradizionale in questa situazione consiste nel risanamento della zona interessata e successiva stesa di un manto di usura dello spessore medio di 3 cm.

Invece la profilatura preventiva mediante scarifica a freddo consente la sola stesa di un nuovo manto dello spessore uniforme di cm 3, ed ove è possibile anche meno, perché si deve osservare che questo nuovo strato si ancorerà molto bene alla superficie precedentemente preparata che rimane scabra.

A questo proposito si deve dire che la fresatura a freddo viene impiegata spesso anche per migliorare l'aderenza su strade troppo liscie. È possibile infatti ottenere una superficie di scabrezza variabile agendo sia sul numero dei denti che sulla velocità di rotazione-traslazione del tamburo, aumentando cioè il numero degli urti punta-asfalto si ottiene una frantumazione molto fine e quindi una scabrezza superficiale inferiore.

La fresatura è indispensabile quando non è più possibile stendere un nuovo manto di usura perché il piano finito si porterebbe ad una quota troppo elevata rispetto ai marciapiedi e di conseguenza agli edifici; cosa che si verifica già oggi in diverse zone della città in quanto lo spessore della pavimentazione asfaltica è proporzionale agli anni di vita della strada. La soluzione ideale è quindi di riportare il piano viabile alla giusta quota mediante fresatura.

L'impiego della fresa a freddo consente di asportare lo spessore di manto bituminoso desiderato in tempi brevissimi e senza la completa chiusura al traffico, non inquina e non disturba eccessivamente e per di più il costo di questo intervento è inferiore a quello tradizionale che prevede l'impiego dell'escavatore.

2. *Interventi di risanamento*

Molti tratti stradali presentano superficialmente lesioni a rete. La rete è il risultato del cedimento della fondazione stradale verificatasi dopo la posa della pavimentazione bituminosa. In conseguenza del cedimento lo strato di conglomerato bituminoso subisce una flessione, si creano così sforzi di trazione

che non vengono sopportati dal materiale che si fessura.

A questo punto non esiste più uno strato superficiale di efficace ripartizione dei carichi: una sollecitazione in prossimità della prima fessura si scarica in maggior parte sul manto adiacente ancora intatto che, sollecitato intensamente a flessione, a sua volta si rompe. È così spiegato il meccanismo di propagazione, di una iniziale lesione, di successive fessurazioni che vengono a formare la rete. In questa situazione lo strato di conglomerato bituminoso divisosi in innumerevoli placche non assicura più la necessaria ripartizione dei carichi che raggiungono con pericolosa intensità il livello della fondazione. Questa, che è quasi sempre di tipo flessibile, cede ulteriormente e la funzionalità della strada è compromessa.

Le cause che hanno determinato il cedimento iniziale possono essere due: o la fondazione è assolutamente inidonea a sopportare i carichi reali cui è soggetta e la strada va quindi interamente ricostruita, oppure la fondazione ha ceduto per un logico processo di assestamento intervenuto dopo la costruzione quando si sono realizzate sollecitazioni superiori a quella di progetto.

Analizzando il secondo caso sappiamo che i carichi attuali sono molto maggiori di quelli di venti o trenta anni fa. Di conseguenza l'eventuale assestamento compromette in modo definitivo il manto asfaltico ma in misura molto minore la funzionalità della fondazione. Possiamo dire, cioè, che quando il materiale granulare di fondazione posto originariamente in opera presenti spessore adeguato, resistenza meccanica buona e non sia infiltrato da argilla o limo, allora la fondazione esistente appare assolutamente adatta a svolgere la sua funzione. In questi casi è sufficiente rimuovere il manto asfaltico, che come abbiamo detto è fessurato e si è diviso in placche, e mettere in opera un nuovo manto.

La tecnica tradizionale prevede l'impiego di escavatore o macchine con ripper e pala però in questo modo si dissesta completamente una buona parte della fondazione esistente, che abbiamo visto essere ottimamente compatta. Operando, invece, con la fresatura a freddo, oltre a consentire una grande celerità di intervento, comportando disagi molto minori al traffico, non si compromette la fondazione: questa appare quindi come la soluzione tecnicamente ed economicamente più idonea in un intervento di risanamento stradale.

TECNICHE DI RICICLAGGIO

Già all'inizio degli anni '60 negli Stati Uniti il riciclaggio delle superfici asfaltiche era frequente argomento di discussione. Ma la vera spinta alla ricerca venne verso la metà degli anni '70, come conseguenza della prima crisi petrolifera e fu solo allora che i maggiori costruttori di macchine stradali cominciarono a impegnarsi nel riciclaggio.

Come conseguenza delle diverse condizioni climatiche e in relazione alle possibilità di approvvigionamento dei materiali nuovi sono stati studiati diversi metodi di riciclaggio raggruppati nello schema seguente:

1. Riciclaggio superficiale;
2. Riciclaggio a freddo
   a) con trattamento in situ;
   b) con trattamento in impianti fissi.
3. Riciclaggio a caldo
   a) in impianti tradizionali;
   b) in cilindro mescolatore;
   c) in cilindro mescolatore schermato.

Di questi metodi si illustreranno solo quelli che rispondono meglio alle situazioni che si presentano più frequentemente.

1. *Riciclaggio superficiale in situ*

In questa tecnica si sono impegnati in modo particolare i tedeschi della Wirtgen e della Vögele.

Il sistema Wirtgen prevede un treno di riscaldatori a gas che si muove avanti ed indietro con lo scopo di portare il materiale da trattare ad una temperatura elevata. La superficie asfaltica così riscaldata viene rimossa da un corpo fresante cilindrico sul quale sono innestati dei denti. Il materiale fresato viene convogliato ad un piccolo miscelatore dove si mescola col nuovo bitume. Viene quindi risteso e vibrato con una normale finitrice.

Il sistema Vögele si differenzia nella parte del rippaggio e nella miscelazione del materiale ma per il resto è simile a quello della Wirtgen e nelle prestazioni non si differenzia in modo sensibile.

Entrambi gli equipaggiamenti hanno lavorato secondo un programma di sperimentazione intrapreso dalla Soc. «Autostrade - Concessioni e Costruzioni S.p.A.» del gruppo IRI. Ora bisognerà attendere i risultati definitivi di questi esperimenti e per questo ci vorrà ancora del tempo. Fin da ora si possono però muovere delle osservazioni a questo modo di procedere. Si sa che il manto asfaltico dovrebbe essere in origine uniforme cioè le sue prestazioni dovrebbero essere uguali in ogni punto della superficie. L'esperienza insegna che questo non è vero perché per quanta attenzione si ponga nelle diverse fasi della lavorazione del conglomerato bituminoso si può star sicuri che il materiale prodotto in un giorno è diverso, in misura variabile, da quello prodotto il giorno seguente. Naturalmente queste piccole variazioni nella granulometria e nel contenuto del legante portano il materiale ad offrire prestazioni diverse da punto a punto e questo si vede bene nell'usura irregolare che viene poi a manifestarsi. Se poi consideriamo che le sollecitazioni non sono uniformi su ogni punto del manto stradale ma sono molto variabili, allora, oltre alla diversità di produzione dovremo temere un grado di invecchiamento variabile. Così le accettabili disuniformità iniziali del conglomerato aumentano con il tempo. C'è da chiedersi che significato possa avere operare nello stesso modo su tutta la superficie da trattare quando questa è disuniforme. I leganti che vengono aggiunti inoltre dovrebbero ben miscelare con i materiali esistenti per avere un efficace ringiovanimento della pavimentazione. Ma questo non succede affatto nei piccoli mescolatori di cui sono dotate queste macchine perché nella migliore

delle ipotesi il materiale rimane nel mescolatore appena 20÷30 secondi.

Che senso ha dire che un trattamento costa il 30% in meno di un intervento tradizionale quando è logico attendersi una durata completamente diversa? Piuttosto il riciclaggio superficiale in situ più che consentire dei risparmi di energia, nei fatti questa presioza energia la spreca. Negli Stati Uniti questa tecnica di riciclaggio per le ragioni indicate è stata pesantemente criticata.

2. *Riciclaggio a freddo in situ.*

Negli anni recenti l'obiettivo primario perseguito è stato la costruzione di una rete di autostrade e superstrade. Questo ha portato a trascurare molte delle strade esistenti col risultato che queste si sono deteriorate, che su di esse il traffico è difficoltoso. In queste condizioni anche il più semplice intervento di manutenzione crea gravi intralci.

In questi casi la pavimentazione va risanata dalla base e ci sono due soluzioni possibili: rimuovere per intero la vecchia pavimentazione e rimpiazzarla con nuovi materiali oppure riciclare i materiali esistenti. Il riciclaggio è possibile in due modi: a freddo oppure a caldo.

Attraverso il riciclaggio a freddo in situ, oltre agli aspetti positivi già detti, si possono ottenere anche considerevoli economie.

Si procede sgretolando la superficie bituminosa esistente e mescolandola col materiale di base con l'aggiunta di un additivo appropriato.

Questo procedimento è stato applicato negli Stati Uniti in strade di campagna, di importanza provinciale, in importanti arterie di città, sulle autostrade ed anche in piste aeroportuali.

La prima cosa da fare è la valutazione dei materiali di cui è costituita la pavimentazione esistente. Si procede quindi a scegliere l'additivo. Sono usati frequentemente leganti asfaltici, emulsioni bituminose, ed anche il cemento Portland e la calce.

Disponendo di una scelta così vasta di possibili additivi si possono brillantemente risolvere, col trattamento di riciclaggio a freddo, le situazioni più diverse. Per chiarire il concetto facciamo due esempi.

Pensiamo ad una pavimentazione la cui fondazione sia costituita da una sabbia a granulometria uniforme e abbia quindi un elevato numero di vuoti. In questa situazione per una buona stabilizzazione sarebbe necessario aggiungere molto additivo o di asfalto o di cemento. Aggiungendo invece del silt oppure della polvere di frantoio si potrà ridurre il numero dei vuoti ottenendo una economia nella quantità di additivo.

Pensiamo ora ad un'altra fondazione costituita da buon materiale granulare nel quale si sia infiltrata dell'argilla. In questo caso prima di aggiungere l'additivo potrà essere utile ridurre la plasticità del materiale trattandolo a calce.

Le procedure costruttive del metodo che si vuole illustrare non sono complicate. Dopo aver stabilito con dei test la natura del materiale della pavimentazione e aver scelto l'additivo più appropriato si iniziano i lavori con la fresatura della superficie. La scarifica viene estesa fino alla fondazione. Si procede quindi a miscelare bene l'additivo, il materiale fresato e il materiale di fondazione. È bene che i pezzi più grossi della miscela non superino le dimensioni di 50 mm, altrimenti si deve procedere ad una ulteriore sgretolazione.

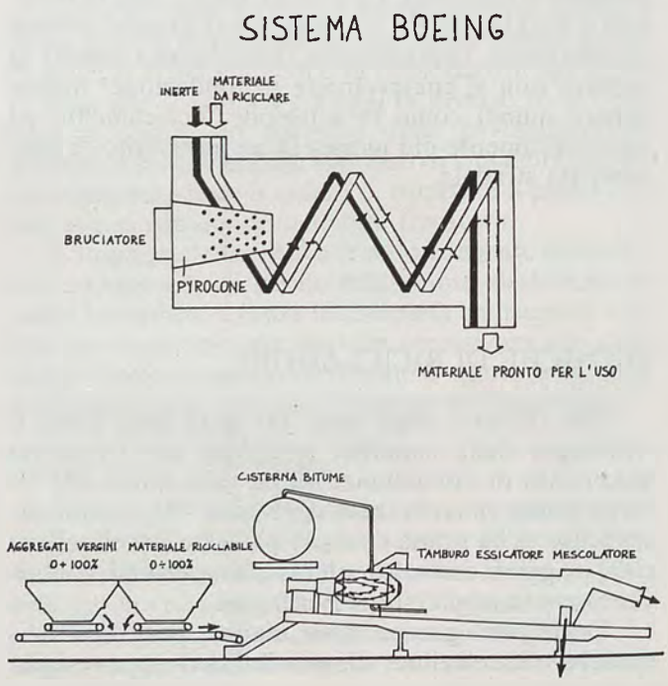
La maturazione della pavimentazione varia secondo le condizioni particolari di lavoro, e può variare da 3 a 7 giorni. È importantissimo che l'operazione di compattazione porti il materiale alla condizione di massima densità. Questo si può ottenere facilmente con l'impiego di rulli vibranti. Da ultimo si dispone sulla base così rinforzata un tappeto d'usura di 3÷4 cm.

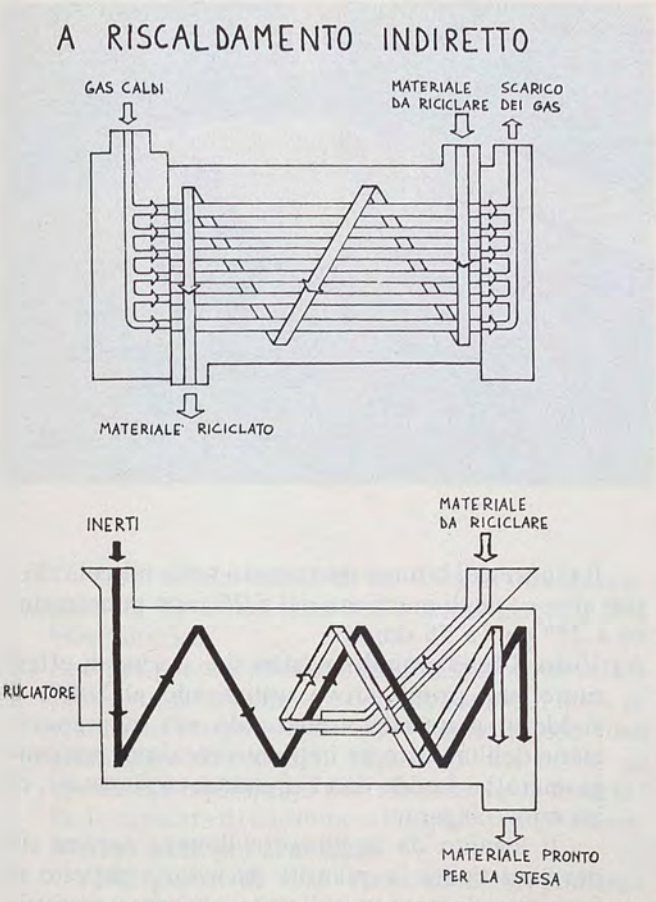
3. *Riciclaggio a caldo in centrale*

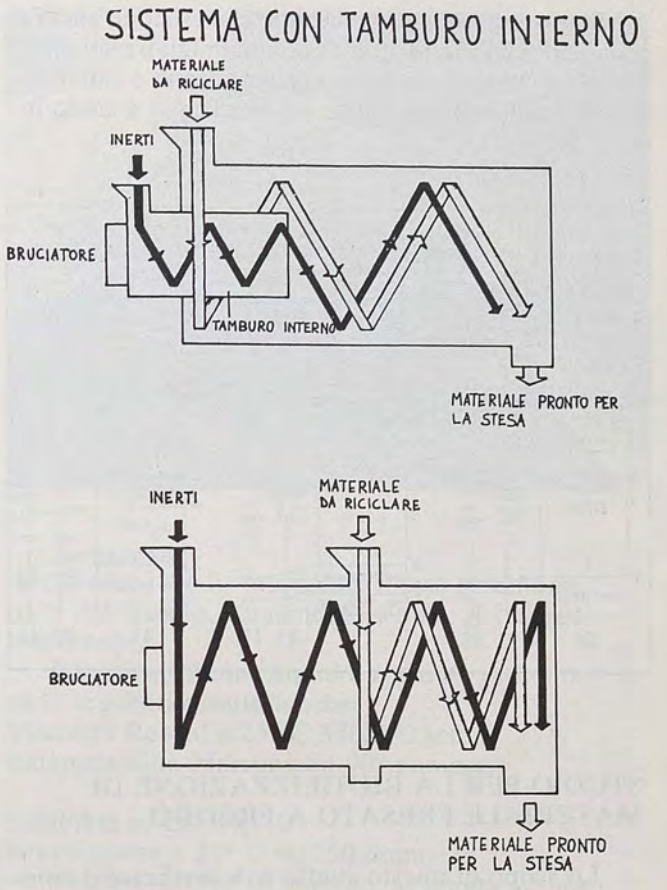
L'osservanza dei requisiti di un conglomerato bituminoso secondo le prescrizioni di capitolato evidenzia due interventi necessari sia che il riciclaggio venga fatto a freddo che a caldo: il primo è la correzione della granulometria che sappiamo essere uscita alterata dalla operazione di scarifica e a questo si rimedia facilmente aggiungendo un nuovo inerte di correzione, il secondo elemento rilevante è la necessaria aggiunta di un additivo ringiovanente del bitume. È utile a questo punto ricordare la sua composizione in gruppi funzionali:

A asfalteni;
N basi di azoto, agente peptizzante di A;
A_1 acido affino primario, solvente di A peptizzato;
A_2 acido affino secondario, solvente di A peptizzato;
P paraffine, che sono il gel di A;
N, A_1, A_2, P vengono chiamati malteni.

Ognuno di questi cinque gruppi è formato da composti chimici elementari simili ma è differenziabile per delle precise proprietà chimiche. I cinque gruppi, solubili in qualsiasi proporzione, devono essere presenti in proporzioni equilibrate affinché il







bitume possa offrire buone prestazioni per un lungo periodo di tempo. Inoltre la composizione non resta costante nel tempo e quindi il bitume affronta una modificazione chimico-fisica: A - tende ad aumentare a spese di A_1 e N, che sono le frazioni chimicamente più reattive. Ora un buon additivo ringiovanente dovrà essere una soluzione di malteni con prevalenza di N e A_1.

Quando la correzione del legante venga fatta in seguito a precise indicazioni di laboratorio si è certi di poter rispettare le condizioni di capitolato. Anzi, in linea teorica, si può ritenere che la durata di una pavimentazione così riciclata sarà superiore a quella di una nuova pavimentazione.

Il problema di mescola è quindi risolvibile facilmente a differenza dei problemi di impianto che sono molto rilevanti, basti pensare che dalle ricerche sul riciclaggio ne è uscita una rivoluzione nella tecnica tradizionale di confezionamento dei conglomerati.

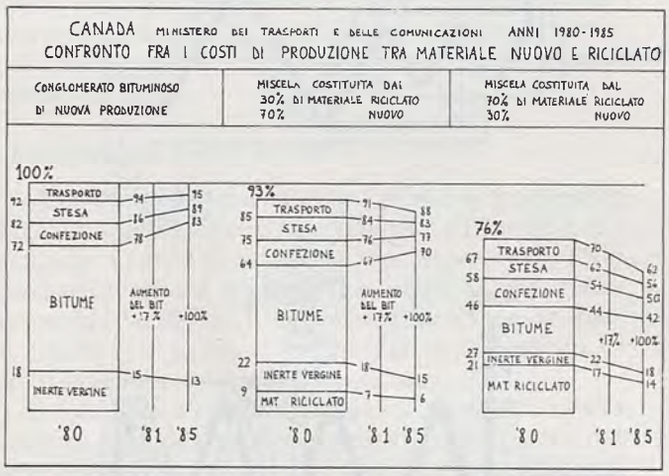
Gli impianti di riciclaggio oggi sul mercato appaiono ancora in forte evoluzione ed è difficile giudicare quale sia il migliore perché bisognerà attendere degli anni per conoscere le prestazioni delle pavimentazioni riciclate. Gli impianti si differenziano per il modo nel quale si realizza il riscaldamento del materiale ricuperato:

1. per contatto diretto con inerte nuovo iperriscaldato. L'inerte viene portato ad una temperatura massima di 400° C in un impianto tradizionale e viene miscelato successivamente al materiale fresato. Sono possibili percentuali di riciclaggio fino al 50%;
2. per contatto diretto con inerte nuovo iper riscaldato e per scambio termico con gas caldi. Questo processo si attua normalmente in cilindri mescolatori di nuova concezione. Sono possibili percentuali di riciclato fino al 70%;
3. per riscaldamento attraverso gas caldi. Si usano in questo processo particolari cilindri mescolatori a fiamma schermata. Si può arrivare a percentuali di riciclato del 100%.

Il mercato sta già dando indicazioni sulle possibilità di queste tre tecniche. Gli impianti tradizionali incontrano sempre maggiori difficoltà sia per il costo elevatissimo sia per il basso rapporto di riciclaggio che consentono.

I cilindri mescolatori appaiono invece molto idonei e per la economicità e semplicità costruttiva e per la grande compattezza e mobilità. Di questi impianti esiste una grande varietà di versioni, quasi una per costruttore, e diventa impossibile, in questa breve esposizione specificare le caratteristiche particolari dei modelli sul mercato. Per esempio il tipo di cilindro mescolatore a fiamma schermata, proposto dalla BOEING, sembra avere dei problemi e bisognerà attendere quindi dei miglioramenti.

Possiamo concludere dicendo che esistono ancora problemi tecnici che attendono una migliore soluzione ma le favorevoli esperienze americane e canadesi confermano la praticabilità del riciclaggio a caldo in centrale.



STUDIO PER LA RIUTILIZZAZIONE DI MATERIALE FRESATO A FREDDO

Lo scopo di questo studio è di verificare il comportamento e la durata nel tempo dei materiali fresati sottoposti a rigenerazione del bitume esistente mediante il recycling in centrale.

A tal proposito, sono stati utilizzati materiali bituminosi provenienti da scarifiche a freddo che la Città di Torino ha eseguito su alcune pavimentazioni stradali esistenti da più di 10 anni.

Il materiale fresato rispondeva a questa granulometria:

Passante al	12,7	mm	95,5%
»	10	mm	92,2%
»	6,4	mm	84,1%
»	4	mm	73,5%
»	2	mm	49,6%
»	0,42	mm	23,3%
»	0,177	mm	13,4%
»	0,074	mm	7,2%

Il tenore del bitume riscontrato nella miscela riferito al peso degli inerti era del 5,2% con penetrazione a 25° pari a 55 dmm.

A) Visto il fuso granulometrico si è deciso di effettuare una prima prova utilizzando al 100% il suddetto materiale, utilizzando per la preparazione dell'impasto un impianto continuo per conglomerati a freddo con l'aggiunta, ovviamente, di un nuovo legante.

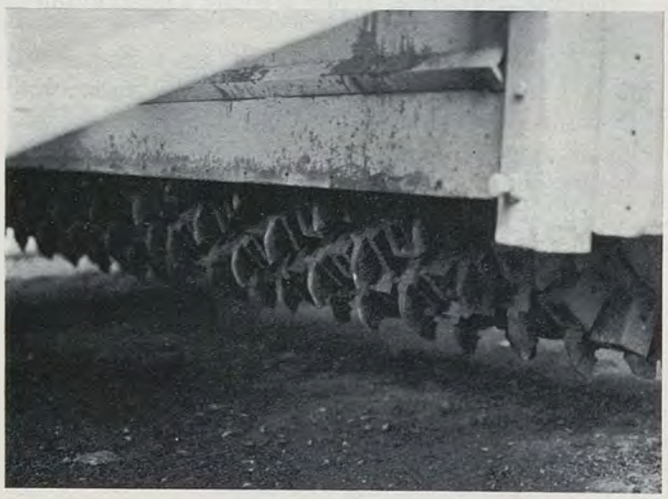
Il legante da aggiungere doveva servire sia per ripristinare la quantità necessaria rispetto al fuso granulometrico utilizzato, sia come correttivo del legante residuo che ha perso nel corso degli anni gran parte delle sue caratteristiche di flessibilità, duttilità ed adesione.

Si è quindi deciso di utilizzare una emulsione bituminosa al 60% tipo E C L con bitume 180/200, opportunamente addittivato con agenti ringiovanenti (resine di petrolio, gomma, antistripping, tensioattivi e solventi aromatici ed alifatici opportunamente dosati).

Questa emulsione è stata aggiunta all'inerte fresato nella misura del 3%.

Il tenore di bitume totale presente è risultato quindi del 7%.

L'impasto che ne è seguito ha mostrato caratteristiche di lavorabilità molto buone e una capacità di coesione notevole.



La stesa del manto di cm 4, su di una carreggiata di notevole transito, è stata eseguita con vibrofinitrice.

B) Si è poi passati ad eseguire un'altra prova utilizzando un conglomerato comprendente il 30% di materiale fresato ed il 70% di anidro, con fuso granulometrico simile, impastato con il 5% di emulsione bituminosa non attivata. La lavorabilità, la capacità di coesione e l'impiego del materiale sono analoghi al caso A.

Dal punto di vista economico, se poniamo pari a 100 il costo al ql. di una grave emulsione con inerte pezzatura max 20 mm, data in cantiere di confezionamento ed escluse le spese generali, il trasporto e l'utile dell'impresa si ha: 92 nel caso A e 87,2 nel caso B.

C) Un'altra esperienza è stata fatta utilizzando il materiale fresato in un impianto di tipo tradizionale (a caldo).

La percentuale del materiale fresato utilizzato per la preparazione del conglomerato bituminoso è stata del 50% e per il rimanente 50% si è utilizzato anidro, che ha modificato il fuso granulometrico del fresato, rendendolo simile al fuso del toutvenant.

Il legante, bitume liquido, aggiunto presentava le seguenti caratteristiche:
Viscosità Rewad a 25° C 370/700 sec.
Infiammabilità Marcunsson 90° minima.

Solubilità in CS_2 99,5%
Penetrazione a 25° C 80/250 dmm.

Nell'operazione di impasto, avvenuta ad una temperatura di 60÷70° C, si è aggiunto alla miscela del solvente nella misura del 6÷7%.

Il contenuto di legante è risultato essere del 2,9% riferito al peso secco della miscela.

In termini economici si è avuto un risparmio di circa il 10% rispetto ad un conglomerato toutvenant preparato col metodo tradizionale.

Dal punto di vista tecnico, naturalmente, sarà soltanto il collaudo nel tempo che potrà darci delle indicazioni circa la validità delle esperienze condotte.

Direttore responsabile: **MARIO FEDERICO ROGGERO** Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948
Spedizione in abbonamento postale GR III/70 - Mensile

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO