ATTI

DELLA

SOCIETÀ DEI NATURALISTI E MATEMATICI DI MODENA

Vol. CIX

(LIV della serie VI)

MODENA

SOCIETA' TIPOGRAFICA EDITRICE MODENESE - MUCCHI

1978

ATTI

DELLA

SOCIETÀ DEI NATURALISTI E MATEMATICI DI MODENA

Vol. CIX

(LIV della serie VI)

MODENA

SOCIETA' TIPOGRAFICA EDITRICE MODENESE - MUCCHI

1978

CONSIGLIO DI PRESIDENZA

dal 26 maggio 1977

Presidente:	Prof. Albano Albasini
Consiglieri:	Dr. Roberto Andreoli
	Prof. Paolo Fazzini
	Prof. Michele Melegari
	Prof. Gianclemente Parea
	Dr. Antonio Russo
Revisori dei conti:	Prof. Andrea Alietti
	Prof. Anna Maria Bonvicini Pagliai
	Dr. Adriano Zavatti
Membro supplente:	Prof. Gianfranco Saltini

ELENCO DEI SOCI

per l'anno 1978

AGOSTI Dr. Guido, via Zeffirino Iodi 2, Reggio Emilia
ALBERTI Dr. Alberto, via Puccini 112, Modena
ALIETTI Prof. Andrea, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
ALBASINI Prof. Albano, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
A.M.I.U., Modena
ANDERLINI Dr. Fabrizio, viale Medaglie D'Oro 43, Modena
ANDREOLI Arch. Giuliano, via Blasia 23, Modena
ANDREOLI Dr. Roberto, via 11 Febbraio, Suzzara, Mantova
ANNOVI Dr. Alessandro, via Jacopo da Porto 330, Baggiovara (Modena)
ANTOLINI Dr. Luciano, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
ANTONACCI Dr. Costanza, corso Umberto I, San Giovanni Rotondo (Foggia)
AZZOLINI Dr. Rosanna, ist. di Geologia, Università, Modena

BAI Gabriella, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
BALESTRI Dott. Lorenzo, Istituto di Fisica, Università, Modena
BARACCHI Dr. Pierpaolo, via del Sagittario 619, Modena
BARALDI Dr. Fulvio, C.so Emanuele II 53, Mantova
BARALDI Dr. Ivan, via San Donà di Piave 64, Modena
BARALDI Dr. Pietro, via Sarti 13, Vallalta, Modena
BARBANTI SILVA Prof. Luigi, Ist. di Fisica, Università, Modena
BARBIERI Dr. Francesco, Ist. di Matematica Università, Modena
BARBIERI Prof. Giorgio, Ist. di Chimica Organica, Università, Modena
BAROZZI Dr. Giancarlo, Istituto di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
BATTISTUZZI Dr. Raffaele, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
BEDONI Dr. Giorgio, Istituto di Geologia, Università, Modena
BELLEI Dr. Silva, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università di Modena
BELLESIA Dr. Franco, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
BELLINI Dr. Luigi, via Galvagnina 20, Pegognaga (Mantova)
BENASSI Dr. Rois, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
BENEDETTI Adriano, via Gasparini 29, Modena
BENEDETTI Dr. Luca, Via Vignolese, 880, Modena
BERGAMINI Cesare, via Libertà, Vignola (Modena)
BERNABEI Prof. Maria Teresa, Ist di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
BERNARDI Prof. Roberto, via C. Sigonio 92, Modena
BERTOLANI Prof. Mario, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
BERTONI Dr. Carlo. Istituto di Fisica, Modena
BETTELLI Dr. Giuseppe, Castellino Formiche (Modena)
BIANCANI Dr. Manfredo, via Muzzioli 3, Modena
BIANCHI Dr. Alberto, Ist. Botanico, Università di Modena
BIOLCHINI Erio, via Pergolesi, Modena
BIZZIOCCHI Sig. Sergio, Via Gramsci 2, San Felice sul Panaro (Modena)
BOGGIA Giorgio, via Marco Polo 12, Maranello (Modena)
BONAZZI Dr. Ugo, Ist. di Geologia, Università, Modena
BORTOLOTTI Dr. Anselmo, Via M. di Cefalonia 42, S. Donato Milanese, Milano
BRUNI Dr. Maria Cristina, via Vittorio Veneto 22, Nonantola, Modena
BUFFAGNI Dr. Mauro, Osservatorio Geofisico, Modena

BUFFAGNI Prof. Sergio, Ist di Chimica Generale Università, Modena
BUONAGURELLI Prof. Anna Rosa, via Castelmaraldo 21, Modena
BURATTINI Dr. Daniele, Ist. Chimica Fisica, Università, Modena
BUZZEGA Dr. Carlo, via Lelli 16, Campogalliano (Modena)

CADIOLI Dr. Beniamino, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena
CAMERONI Prof. Riccardo, Ist di Chimi ca Farmaceutica, Università, Modena
CAMPI Dr. Luisa, via Monte Sabotino 66, Modena
CANDELI Geom. Pier Luigi, Gombola di Polinago (Modena)
CANOVI Dott. Luisa, Carpineti Reggio E.
C.A.R.C., corso Cavour 1, Finale Emilia (Modena)
CARDACI Dr. Giuseppe, via G. Visi 8, Mantova
CARTON Dr. Alberto, via S. Maria Rocca Maggiore 21, Verona
CASALGRANDI Guido, via Spallanzani 2, Modena
CATTANEO Prof. Antonio, viale Muratori 225, Modena
CECCHI Dr. Rodolfo, Osservatorio Geofisico, Università, Modena
CERVI Giuliano, via P. Pariato 2, Reggio Emilia
CHIESSI Dr. Eugenio, Corticella di Rubiera, Reggio Emilia
CHIOSSI Italo, via Ceccati 18, Reggio Emilia
CIGARINI BERTOCCHI Dr. Tiziana, via Gaddi 40, Modena
COGNETTI Prof. Giuseppe, Ist. di Zoologia, Università, Modena
COLOMBETTI Dr. Alessandro, Ist. di Geologia Università di Modena
COLTELLACCI Marco, via Ugo da Carpi 57, Modena
CONTALDI Prof. Liliana, via Medaglie d'Oro 56, Modena
COPPI Dr. Gilberto, Istituto di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
COPPINI Prof. Dino, Ist di Chimica Farmaceutica, Modena
CORRADINI Dr. Domenico, Ist. Paleontologia, Università, Modena
CREMA Dr. Roberto, Ist. di Zoologia, Università, Modena

DAVOLI Dr. Franco, Istituto di Paleontologia, Università, Modena
DAVOLIO Prof. Giovanni, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
DE BENEDETTI Dr. Pier Giuseppe, via dell'Adamello 12, Brescia
DE BIASI Dr. Bruno, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
DEL PENNINO Prof. Umberto, Istituto di Fisica, Università, Modena
DE NEGRI Dr. Roberto, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
DE STEFANO Ing. Alberto, via A. Plessi 5, Vignola (Modena)
DI BELLA Prof. Maria, Ist. di Crimica Farmaceutica, Università, Modena
DI CREDICO Cap. Vittorio, Accademia Militare, Modena
DIECI Prof. Giovanni, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
DI PIETRO Prof. Pericle, via Ganaceto 70, Modena
DUGONI Lucio, via Alfano 14, Reggio Emilia

FABBRI Prof. Gianfranco, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
FABRETTI Dr. Antonio,Istituto di Chimica Generale, Università, Modena
FACCHINI Dr. Ildo via Ghiarella, 18, Spezzano (Modena)
FALCONIO Dr. Josè, viale Muratori 185, Modena
FAZZINI Prof. Paolo, Ist. di Geologia, Università, Modena
FERIOLI Dr. Valeria, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
FERRARI Ing. Francesco, via Cavidale 6, Castelnuovo Rangone, Modena
FERRARI Dr. Franco, via Salvo D'Acquisto 1, Fanano (Modena)
FERRARI Sig. Giancarlo, via G. Rossini 230/2, Modena
FERRARI Patrizia, Str. Naz. del Canaletto 565, Modena
FERRARI Dr. Massimo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
FIORI Prof. Giorgio, Piazza Conte di Moriana, Sassari
FOLLI Prof. Ugo, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
FONDELLI Prof. Mario, via Gino Capponi 8, Firenze
FONTANA Dr. Daniela, Ist. Geologia Un-i versità di Modena
FONTANA Prof. Armeno, via Maria Curie 8, Modena
FORNI Dr. Flavio, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena

FONTANESI Dr. Carlo Alberto, via Pascoli 16, Carpi (Modena)
FONTANESI Marco, via Buonarroti 6, Reggio Emilia
FRANCHINI Dr. Gian Carlo, Istituto di Chimica Generale, Università, Modena
FRANCHINI Prof. Walter, via Costa, Pievepelago (Modena)
FRASSOLDATI Dr. Paolo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
FRATELLO Prof. Bernardo, Istituto di Anatomia Comparata, Università, Modena
FREGNI Dr. Paola, Istituto di Geologia, Università, Modena

GALLINELLA Prof. Enzo, Ist. Chimica Fisica, Università, Modena
GAMBERINI Dr. Gianfranco, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
GARAGNANI Italio, via Garagnani 38, Castelfranco (Modena)
GARUTI Dr. Giorgio, Istituto di Mineralogia, Modena
GASPERI Dr. Gianfranco, Ist. di Geologia, Università, Modena
GAVIOLI Dr. Giovanna, Ist di Chimica Fisica, Università, Modena
GELMINI Prof. Rodolfo, Ist. di Geologia, Università, Modena
GEMELLI Dr. Franco, via Camogli 36, Modena
GEMIGNANI Prof. Giuseppe, Istituto di Matematica, Università, Modena
GHIZZONI Dr. G. Domenico, Vezzolo di Reggio Emilia
GIBELLINI Dr. Gaetano, via A. Volta, Fiorano (Modena)
GIBERTI Dr. Roberto, via Statale Est 41, Fiorano (Modena)
GIGLIOLI Dr. Giancarlo, via Rometta, 160, Sassuolo (Modena)
GIOVANARDI Dr. Sergio, via Tamburini 137, Modena
GIUSTI Dr. Aleardo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
GIUSTI Dr. Arrigo, Scandiano (Reggio Emilia)
GNOLI Dr. Maurizio, Istituto di Paleontologia, Università, Modena
GOLDONI Prof. Gino, Ist. di Matematica, Università, Modena
GRANDI Dr. Carlo, via Vignatagliata 32, Ferrara
GRANDI Dr. Giulia, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena
GUADAGNINI Dr. Rino, Ist. di Geologia, Università, Modena

ISTITUTO DI BOTANICA, Università, Modena
ISTITUTO DI CHIMICA FARMACEUTICA, Università, Modena
ISTITUTO DI CHIMICA FISICA, Università, Modena
ISTITUTO DI CHIMICA GENERALE, Università, Modena
ISTITUTO DI CHIMICA ORGANICA, Università, Modena
ISTITUTO DI FISICA, Università, Modena
ISTITUTO DI GEOLOGIA, Università, Modena
ISTITUTO DI MATEMATICA, Università, Modena
ISTITUTO DI MINERALOGIA, Università, Modena
ISTITUTO DI PALEONTOLOGIA, Università, Modena
ISTITUTO DI ZOOLOGIA, Università, Modena

JANNI-JANEZ Dr. Anna Maria, via Prampolini 135, Modena

LAGHI Dr. Gian Franco, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
LEVI DONATI Dr. Gemma Rosa, Ist. Tec. ind. « A. Volta », Perugia
LEURATTI Enrico, via Ronchetti 36, San Felice (Modena)
LOSACCO Prof. Ugo, Ist. di Geologia, Università, Modena
LOSCHI Dr. Giovanna, Ist di Geologia, Università di Modena
LOSCHI GHITTONI Dr. Anna, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
LUCCHI TACOLI Prof. Maria Ludovica, Istituto di Paleontologia, Università, Modena

MAGIERA Ing. Ubaldo, via Giordini 378, Modena
MAGNONI Prof. Gaetano, Istituto di Fisica dell'Università di Modena
MAIOLI Dr. Enrico, via Tre Re 63, Modena
MALAGOLI Dr. Giancarlo, viale Muratori 37, Modena
MALAVASI Dr. Wanda, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
MANTOVANI Dr. Silverio, Ist. di Fisica, Università, Modena

MANTOVANI Dr. Franco, Istituto di Geologia, Ferrara
MANTOVANI UGUZZONI Dr. Maria Pia, Ist. di Geologia, Università, Modena
MANZINI Dr Maria Luisa, Ist. di Botanica, Università, Modena
MARI Dr. Marisa, Ist. di Zoologia, Università, Modena
MARCHETTI BERTOLANI Prof. Daria, via del Caravaggio 42, Modena
MARCOTRIGIANO Dr. Giuseppe, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
MARRA Dr. Francesco, via Spinelli 27, Modena
MASTRANDREA Dr. Adelaide Ist. di Paleontologia, Università, Modena
MAZZEGA Dr. Ezio, Ist. di Fisica, Università, Modena
MAZZETTI Gian Pietro, via Carducci 11/9, Ferrara
MELEGARI Dr. Giovanni, via Palestro 2, Parma
MELEGARI Prof. Michele, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
MELLI Dr. Paolo, via IV Novembre 10, Reggio Emilia
MESSERI Prof. Piero, via Bolognese 94, Firenze
MEZZETTI Ermanno, via Speri 44/I, Modena
MICHELINI Dr. Marisa, Ist Fisica, Università, Modena
MILANESI Prof. Quinzio, Ist. di Antropologia, via del Proconsolo 12, Firenze
MINGHELLI Dr. Ferruccio, via Fregni 123, Modena
MIRONE Prof. Paolo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
MOMICCHIOLI Prof. Fabio, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
MONTANARO GALLITELLI Prof. Eugenia, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
MONTI Dr. Giampaolo, via Gramsci 24, Brescia
MONZANI Prof. Agar, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
MORINI Dr. Paola, via Cavedoni 47, Modena
MORSELLI Dr. Ivano, Ist. di Zoologia Università, Modena
MOSCA Sig. Fabio, via Campanella 11, Modena
MOSCARDINI Sig. Carlo, Ist. di Zoologia, Università, Modena
MOSCHI Laura, v.le Malmusi 166, Modena
MUSEO CIVICO LAZZARO SPALLANZANI, Reggio E.
NARDI Dr. Giovanni, via Attilio Mori 34 a Mantova
NEVIANI-GILIBERTI Dr. Elisa, Istituto di Chimica Generale, Università, Modena
NORA Dr. Eriuccio, via Montegrappa 101, Modena

OLIVIERI Dr. Renata, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
ORLANDI Dr. Brunella, via S. Martino 19, Modena
ORLANDO Dr. Enzo, Ist. di Zoologia, Università, Modena
OSSERVATORIO GEOFISICO Università, Piazza Roma 22, Modena
OSSERVATORIO MALATTIE DELLE PIANTE, via Cavedoni 10, Modena
OTTAVIANI Dr. Enzo, Istituto Anatomia Comparata, Modena

PAGLIAI BONVICINI Prof. Anna Maria, Ist. di Zoologia, Università, Modena
PAIOLI Luigi, via Cavidole 15, Castelnuovo Rangone (Modena)
PALMIERI Dr. Daniele, via Brandoli 1, S. Prospero (Modena)
PANIZZA Prof. Mario, Ist. di Geologia, Università, Ferrara
PANTIGLIONI Ettore, via Fabio Filzi 8, Mantova
PAREA Prof. Gianclemente, Ist di Paleontologia, Università, Modena
PARENTI Dr. Carlo, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
PARENTI Prof. Umberto, Ist. di Zoologia, Università, Torino
PATRIARCA Antonio, via Fregni 3, Modena
PECORARI Dr. Giorgio, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
PEDRONI Imelde, via Bonasi 19, Modena
PELLACANI Dr. Giancarlo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
PELLEGRINI Prof. Maurizio, Ist. di Geologia, Università, Modena
PEYRONEL Prof. Giorgio, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
PIACENTE Dr. Sandra, Ist. di Geologia, Università Modena
PIERI Prof. Marco, via Barbera 35, Firenze
PIGNATARI Dr. Probo via Repubblica 21, Pavullo (Modena)
PIGNEDOLI Prof. Anna, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena

PINCELLI Dr. Ugo, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena
PLESSI Dr. Cesare, via Garibaldi 2, Vignola (Modena)
PLESSI Dr. Maria, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
PRANDINI Dr. Rosanna, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
PRETI Prof. Carlo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
PROMETTI MUCCHI Dr. Anna Maria, via Tabboni 4, Modena
PUGNAGHI Dr. Sergio, Osservatorio Geofisico, Modena

RANZOLI Prof. Fulvio, Ist. Zool. e Anat. Comp., Università, Catania
RASTELLI Prof. Augusto, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena
RINALDI Dr. Marcella, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
RINALDI Dr. Romano, via Saragozza 130, Modena
ROMPIANESI Sig. Pietro, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
RONCHETTI Dr. Luciano, via Romolo Murri 1, Carpi (Modena)
ROSSI Dr. Antonio, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
RUINI Dr. Giancarla, via S. Martino 19/1, Modena
RUSSO Dr. Antonio, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
RUSSO Dr. Franco, Istituto di Paleontologia, Università, Modena

SALTINI Dr. Gianfranco, Osservatorio Geofisico, Piazza Roma 22, Modena
SANTANGELO Prof. Renato, Istituto di Fisica, Università, Modena
SAVIO Dr. Luigi, via Bonzagni 73, Modena
SBLENDORIO Dr. Luciano, via Custoza 41, Villafranca (Verona)
SCAGLIONI Dr. Antonio, via Pietrasanta, Modena
SCARZINI Dr. Caterina, Ist di Antropologia, via del Proconsolo, 12, Firenze
SCHENETTI Emilio, San Cassiano (Reggio Emilia)
SERAFINI Rag. Pier Luigi, via Circonvallazione 60, Sestola (Modena)
SERPAGLI Prof. Enrico, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
SEVERI Avv. Pietro Paolo, via Grasolfi 1, Modena
SILINGARDI Rina, via Pincetti 14, Modena
SIROTTI Dr. Achille, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
SORAGNI Dr. Ercole, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
SORINO Tino, via B. Marcello, 4, Reggio Em.

TADDEI Prof. Ferdinando, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
TAMASSIA Dr. Francesco, viale Vittorio Veneto 59, Modena
TIRABASSI James, via Dalmazia, 31 Reggio Em.
TORRE Dr. Francesco, via Monti Iblei 69, Palermo
TORRE Prof. Giovanni, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
TOSI Dr. Giuseppe, via Peretti 21, Modena

VALERI Dr. Sergio, Ist. di Fisica, Università, Modena
VAMPA Dr. Gabriella, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
VARRIALE COGNETTI Dr. Anna Maria Ist. di Zoologia, Università, Modena
VECCHI Dr. Tiziana, via Emilia Est 18/1, Modena
VELLANI Walter, via Scanaroli 34/2 Modena
VEZZOSI Prof. Ida, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
VISCO Luigi, via Busani 25, Modena

ZANIOL Dr. Paolo, Ist. di Fisica, Università, Modena
ZANNINI Paolo, Ist. di Chimica Generale Università, Modena
ZAPPAROLI Dr. Vincenzo, Ist. di Geologia, Università, Modena
ZAROTTI Dr. Luigi, via Vincenzo Monti 8, Reggio Emilia
ZAVATTI Dr. Adriano, via Volta 26, Modena
ZERNERI Dr. Graziella, San Felice del Benaco, Brescia
ZUNARELLI VANDINI Dr. Renata, Ist. di Zoologia, Università, Modena

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), XIII-XVI

Comune di Modena-AMIU — Provincia di Modena

Consorzio Socio-Sanitario
di Modena

RILEVAMENTO DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA NELLA CITTA' DI MODENA

ANNO 1978

*(Nota di P. Mazzali * e A. Zavatti **)*

I valori di SO_2 rilevati dagli analizzatori automatici mod. Philips PW 9700, gestiti dall'AMIU del Comune di Modena per conto dell'Amministrazione Provinciale, non si discostano sensibilmente da quelli rilevati negli anni precedenti (1).

Nella fig. 1 sono riportati i valori medi mensili per singola stazione, riferiti a quelli dell'anno precedente (1977), mentre nella fig. 2 è riportata la media mensile sulle tre stazioni in riferimento ai valori medi rilevati nel quinquennio 1973-1977.

Stazione n. 1: Tutti i valori sono più elevati rispetto a quelli del 1977, con un incremento dell'ordine di 0,05 mg/m^3, ad eccezione del valore di dicembre più basso rispetto all'anno precedente (0,07 mg/m^3).

Stazione n. 2: Come per l'anno precedente la stazione ha subito diverse avarie, che non hanno consentito un funzionamento continuativo e quindi nessun raffronto può essere effettuato con l'anno precedente.

Stazione n. 3: Anche per questa stazione i valori sono più elevati rispetto all'anno precedente, pur mantenendosi nell'ambito delle fluttuazioni constatate nei cinque anni precedenti.

---

* Centro Anti-inquinamento. Amministrazione Provinciale di Modena.
** Servizio Igiene Ambientale. Consorzio Socio-Sanitario di Modena.

(1) I dati sono stati elaborati a cura del Servizio Anti-inquinamento dell'A.M.I.U. di Modena.

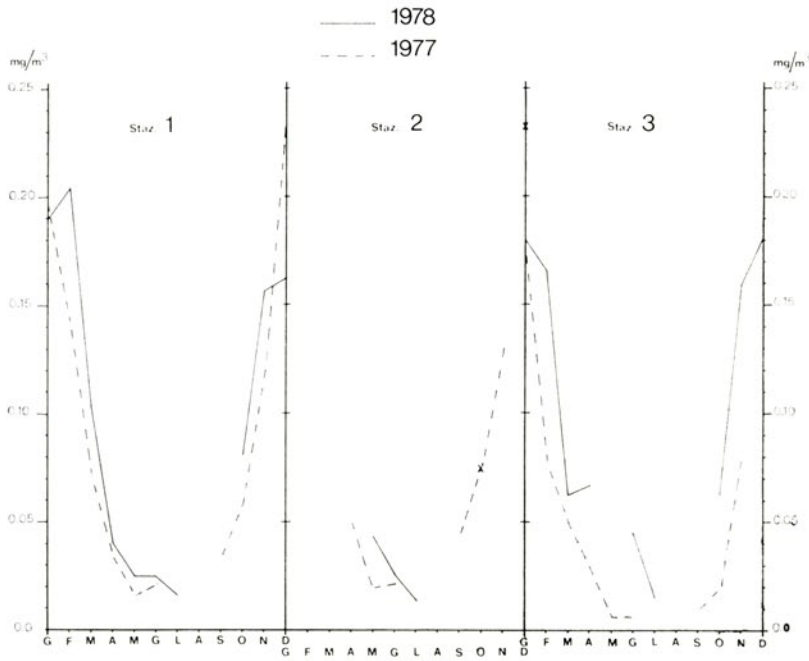


Fig. 1

Concentrazione dell'anidride solforosa nell'aria urbana di Modena
ANNA 1968. Valori mensili per singola stazione. Confronto con l'anno precedente.
Stazione n. 1: Mercato Bestiame (Sacca)
Stazione n. 2: Piazza delle Ova (Centro Storico)
Stazione n. 3: Scuola G. Leopardi (S. Faustino)

Come si può notare dai grafici in fig. 2 i valori medi mensili complessivi sono più alti dei valori medi nel quinquennio 73-77, pur mantenendosi all'interno del campo di valori già precedentemente segnalati. Sostanzialmente quindi non appaiono degne di nota le variazioni in più o in meno che annualmente si verificano. I valori rilevati sono pertanto assestati in un campo abbastanza ristretto all'interno del quale le fluttuazioni sono da considerarsi dipendenti esclusivamente dalle condizioni climatiche stagionali che incentivano o meno l'uso del riscaldamento domestico, ancora in parte affidato a combustibili derivati dal petrolio.

La metanizzazione di molti impianti, soprattutto nuovi, ha contribuito a mantenere costanti i carichi inquinanti emessi, anche se non è stato pos-

sibile, per ragioni di forniture di gas, spingere a fondo la trasformazione di un numero maggiore di impianti.

Modena, 7 maggio 1979

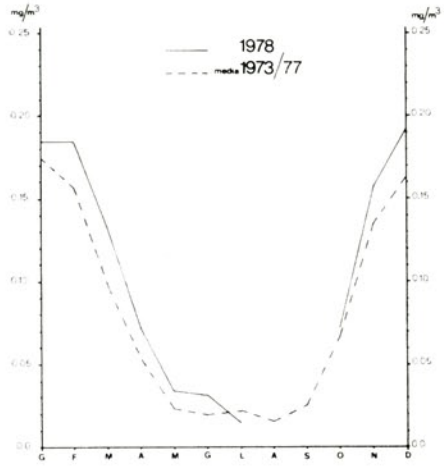


Fig. 2

Concentrazione dell'anidride solforosa nell'aria urbana di Modena
ANNA 1978. Valori medi mensili sulle tre stazioni. Confronto con la media degli anni precedenti: 1973-1977.

PROCESSI VERBALI DELLE ADUNANZE

ANNO 1978

Il giorno 26 maggio 1978 alle ore 18, nell'aula dell'Istituto di Geologia si è tenuta l'Assemblea ordinaria della Società con l'approvazione del bilancio consuntivo 1977. E' stata inoltre discussa la regolamentazione della pubblicazione degli « Atti ».

Nell'occasione un gruppo di Soci ha illustrato i risultati relativi alle ricerche interdisciplinari condotte sull'Appennino modenese.

Il giorno 19 dicembre 1978 alle ore 17.30, si è tenuta presso l'Istituto di Geologia l'Assemblea ordinaria della Società con l'approvazione del bilancio preventivo 1979.

In tale occasione i Dott.ri ALESSANDRO ANNOVI, DANIELA FONTANA, PAOLA FREGNI hanno tenuto una conversazione sul tema: « La piattaforma adriatica fra Ravenna e Ancona »

BILANCIO GESTIONE 1978

Entrate		
Rendita obbligazioni	L.	45.000
Estrazione obbligazioni	»	100.000
Contributo Ente Nazionale Cellulosa	»	871.411
Contributi per ricerche: Camera di Commercio (500.000)		
Banca Popolare Modena (100.000)	»	600.000
Quote sociali	»	313.000
Interessi bancari	»	109.157
	L.	2.038.568

Uscite		
Competenze bancarie	L.	5.200
Acquisto obbligazioni	»	148.473
Materiale elettrico e idraulico Rifugio Lago Ninfa (Ditte		
La Commerciale, Fabbri, Sternieri)	»	218.452
Ricevute benzina ed altro (Viaggi in Appennino)	»	392.000
Spese conferenze (STEM e altri)	»	66.345
Iscrizione albo giornalisti e tassa governativa	»	20.500
Spese spedizione volumi	»	243.000
Spese varie di segreteria e promozionali	»	411.761
	L.	1.505.731
Avanzo di gestione	»	532.837
	L.	2.038.568
Avanzo di cassa 1977	L.	2.052.884

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), XIX-XXX

G. Vampa - P. Pecorari - A. Albasini - M. Rinaldi - M. Melegari
Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Modena
S. Losacco
Istituto di Geologia dell'Università di Modena

RICERCHE SU PIANTE OFFICINALI NELL'APPENNINO MODENESE
Piante spontanee

I - Caratteristiche di contenuti in antocianine e antocianidine del Vaccinium myrtillus *L.*

RIASSUNTO

Allo scopo di definire le caratteristiche chimiche del *Vaccinium myrtillus* L del Frignano, è stata effettuata per via spettrofotometrica l'analisi quantitativa del contenuto in antocianine, e la determinazione cromatografica su strato sottile dei rapporti fra le antocianidine, su campioni di mirtillo provenienti da diverse località situate in cinque comuni dell'Appennino modenese.

Sono state inoltre condotte indagini di carattere litologico e pedologico sulle aree di raccolta del mirtillo.

SUMMARY

In order to define the chemical characteristics of the *Vaccinium myrtillus* L of the Frignano belt, the amount of anthocianin pigment has been determined by spectrophotometry, and besides the relations among the anthocyanidins have been established by thin-layer chromatography, on bilberry samples coming from different localities of our Apennines.

We have also carried out lithological and pedological researches into the bilberry harvest areas.

Alcune interessanti proprietà terapeutiche del mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus* L) erano note già da lungo tempo (1): in effetti nella

medicina popolare e tradizionale sono state utilizzate preparazioni (estratti, infusi, sciroppi ecc., ottenuti sopratutto dalle foglie ma anche, in minor misura, dalle bacche) cui si attribuivano diverse attività medicamentose, come quelle astringenti (2,3), antisettiche e antibatteriche (4 → 10), antiflogistiche (11), ipoglicemizzanti (12 → 16).

In tempi relativamente più recenti si è verificato un graduale spostamento dell'interesse verso le bacche di mirtillo, anche in relazione ad altre importanti proprietà, in particolare quella vitaminica P simile (1,17 → 19) e la capacità di favorire l'acuità visiva, in specie notturna (20 → 23).

Nel contempo lo sviluppo delle tecniche estrattive e dei procedimenti di purificazione e analisi, ha permesso l'isolamento dei principi attivi contenuti nelle bacche (antocianine o antocianosidi) e dei corrispondenti agluconi (antocianidine); tale evoluzione, consentendo uno studio più approfondito degli effetti biologici e della tossicità, ha reso possibile una migliore conoscenza delle proprietà terapeutiche del mirtillo (alcune delle quali già sfruttate in passato): capillaroprotettiva e antiedematosa (19,24 → 28), antiinfiammatoria e antiflogistica (29,30); si è conseguentemente verificata un'ampia utilizzazione dei suddetti principi attivi in diverse specialità medicinali. Anche la potenziale attività antidiabetica, peraltro oggetto di valutazioni disparate, ha ridestato ulteriore interesse (31,32). Infine sembrano aprirsi nuove importanti prospettive di impiego delle antocianine sulla base di proprietà cicatrizzanti, già note (33) e attualmente in fase di avanzata sperimentazione (34).

Oltre alle applicazioni in campo farmaceutico, va ricordato che preparati a base di mirtillo (frutto di per sè molto apprezzato per l'elevato potere nutritivo e vitaminico) trovano largo impiego, specie in campo dolciario, come edulcoranti, aromatizzanti e coloranti: quest'ultima utilizzazione in particolare va acquistando una sempre maggior diffusione, anche nei settori cosmetico e liquoristico, in quanto i costituenti del mirtillo responsabili dell'azione colorante, praticamente privi di tossicità (35) possono vantaggiosamente sostituire, nonostante la limitata stabilità (36 → 40), taluni coloranti di sintesi.

Appare pertanto pienamente giustificato il rilancio commerciale di questo frutto spontaneo, la cui richiesta da parte dell'industria nazionale è in continua espansione; si deve purtroppo constatare che, nonostante l'Italia sia ricca di mirtillo, si ricorre in misura rilevante ai mercati esteri. La provincia di Modena è particolarmente interessata alla valorizzazione del mirtillo, per la vastità dei suoi vaccinieti, la cui potenzialità produttiva annua è dell'ordine delle migliaia di q/li.

Alla luce delle considerazioni suesposte e nell'ottica di una ricerca finalizzata al recupero di tutte le possibili risorse naturali dell'ambiente montano (41), tramite una migliore conoscenza e valorizzazione dei frutti del bosco e sottobosco, è apparso interessante intraprendere lo studio della caratterizzazione chimica del *V. myrtillus* proveniente da cinque comuni dell'Alto Appennino modenese (Pievepelago, Fanano, Riolunato, Fiumalbo, Frassinoro), al fine di ricavare utili dati per l'eventuale definizione del chemiotipo del mirtillo delle varie località (*).

In questa nota sono riportati i primi dati relativi all'analisi del terreno delle undici aree di raccolta del mirtillo, situate in zone diverse per altitudine e caratteristiche climatiche, nonché i risultati delle prime indagini chimiche basate sulla determinazione dei contenuti totali in antocianine e dei rapporti fra antocianidine nei singoli campioni.

PARTE SPERIMENTALE

ANALISI DEL TERRENO

Analisi granulometriche — Le granulometrie relative agli 11 campioni di terreno prelevati, alle profondità di 20, 40, 60 cm, nelle località indicate in Tabella I, e rappresentativi dell'area di vegetazione del mirtillo, sono state eseguite con le seguenti modalità:
in un primo tempo i campioni sono stati trattati con acqua ossigenata allo scopo di eliminare per ossidazione la sostanza organica in essi presente. Successivamente, dopo essiccazione, sono stati prelevati dei quantitativi variabili da 100 a 200 g rappresentativi delle varie classi diametriche, sui quali compiere le varie operazioni. Dopo avere previamente riscaldato i campioni in acqua sottoponendoli a prolungata agitazione meccanica allo scopo di favorire la dispersione del materiale ed evitare la formazione di agglomerati, è stata effettuata una prima separazione « ad umido » fra le varie frazioni (ghiaia, sabbia, silt) con setacci da 2 mm e da 63 microns, i quali rappresentano, secondo la scala geometrica di Wentworth, i limiti rispettivamente tra ghiaia e sabbia il primo, e tra sabbia e silt il il secondo. Per quanto riguarda la ghiaia, la ripartizione percentuale tra le varie classi è stata operata manualmente a secco con 5 setacci compresi

(*) A tale riguardo va segnalato che vengono condotte parallelamente ricerche anche in altri settori, secondo un programma coordinato tendente a studiare e chiarire eventuali correlazioni fra caratteristiche del mirtillo e i vari fattori ambientali.

tra 20 mm e 2 mm. La differenziazione tra le varie classi di sabbia è stata compiuta e secco mediante vibrosetacciatore meccanico a 7 passanti per un tempo variabile tra i 5 e i 10 minuti primi, a seconda della quantità di sabbia presente. La separazione tra silt e argilla (limite di 5 microns seconda la scala Wentworth) è stata invece ottenuta, previo trattamento con esametafosfato di sodio per impedire la flocculazione delle argille, mediante tubi di Appiani, nei quali si raccoglie il sedimento depositato sul fondo dopo un ben preciso periodo di tempo.

Determinazione del pH — La misura è stata condotta secondo la procedura seguente:
g 30 di terreno, previamente sminuzzato ed essiccato all'aria, vengono addizionati di 75 ml di H_2O in bevuta e sottoposti ad agitazione per 30'. Si lascia depositare il residuo e, dopo filtrazione, si misura il pH con pH-metro Metrohm mod. E 520, munito di elettrodo combinato EA 120.

ANALISI DEL MIRTILLO

La raccolta dei campioni di mirtillo è stata effettuata in aree precedentemente delimitate nei vaccinieti prescelti, in coincidenza del periodo di massima raccolta per quelle zone. Il prelievo è stato compiuto manualmente, con esclusione di foglie e corpi estranei, e in modo tale che il campione risultasse rappresentativo di tutta l'area. Le bacche sono state poi nel più breve tempo possibile raffreddate alla T° di $-25°$ e così conservate fino al momento delle varie analisi, i cui risultati sono riportati in Tabella II. Tutte le prove sono state condotte in parallelo anche su un campione commerciale surgelato di mirtillo (n. 12 in Tab.).

Sostanza secca a 105° e ceneri a 550°

Queste determinazioni sono state effettuate su campioni di 15 g di frutto, seguendo i metodi ufficiali indicati dal Ministero dell'Agricoltura e Foreste (42).

Determinazione del contenuto totale in antocianine e del valore dell'indice di decomposizione (I.D.).

E' stato seguito il metodo spettrofotometrico di Forni e Massarani (43), opportunamente adattato alle nostre esigenze, mediante il quale, oltre alla percentuale di antocianine, è possibile valutare anche la quantità di prodotti di decomposizione eventualmente presenti (I.D.) (44).

Il metodo è basato sulla determinazione spettrofotometrica a 515 nm dell'assorbimento di soluzioni di antocianine a due diversi pH : a

pH 1, al quale esse presentano il massimo di assorbimento, e a pH 4,5, al quale il valore dell'assorbimento è praticamente nullo a causa della formazione dei corrispondenti carbinoli incolori (36); i prodotti di demolizione delle antocianine hanno invece un valore di assorbimento che rimane costante al variare del pH. E' pertanto possibile valutare entrambe le grandezze sopracitate, in quanto l'assorbimento a pH 1 (E_1) è attribuibile alla somma dei contributi delle antocianine e dei carbinoli, mentre a pH 4.5 ($E_{4,5}$) solo i prodotti di demolizione sono responsabili dell'assorbimento; così applicando la formula

$$\text{(I)} \qquad \frac{(E_1 - E_{4,5}) \cdot F}{E^{1\%}_{1cm} \cdot P} = \%$$

in cui F rappresenta un coefficiente di diluizione, P il peso del campione in g, $E^{1\%}_{1\,cm}$ l'estinzione di una soluzione all'1% dell'antocianidina scelta come standard, si ottiene la % di antocianine espressa come la suddetta sostanza standard.

Per il calcolo dell'I.D. si utilizza la relazione

$$\text{(II)} \qquad \text{I.D.} = \frac{E_1}{E_1 - E_{4,5}}$$

dalla quale ovviamente si deduce un valore di I.D. = 1 per campioni del tutto esenti da prodotti di demolizione ($E_{4,5} = 0$), mentre I.D. sarà > 1 in presenza di fenomeni di degradazione delle antocianine.

Praticamente si è proceduto nel modo seguente: g 20 di bacche vengono addizionati in beacker di ml 50 (pari a g 40) di una miscela metanolo/HCl 2% (95 : 5) e, dopo riposo di 20', si omogeneizza con un Mixer alla velocità di 11.000 giri/'. Si centrifuga quindi per 15' alla velocità di 3000 giri/', si prelevano due campioni della soluzione di 1 g ciascuno e si portano in due palloni tarati da 100 ml. Il primo (E_1) viene portato a volume con una soluzione tampone a pH 1 (KCl 0,054 N / HCl 0,146 N), e il secondo ($E_{4,5}$) con una soluzione tampone a pH 4,5 (acetato di sodio 0,4 N / HCl 0,24 N). Si agita bene e, dopo riposo di 20', si leggono i rispettivi valori di assorbimento alla λ di 515 nm, con celle di 1 cm di spessore.

Il contenuto percentuale in antocianine, espresso come delfinidina cloruro, si calcola applicando la formula (I), nella quale si è posto F = 300 e $E^{1\%}_{1\,cm}$, riferito alla delfinidina cloruro, uguale a 835; il valore di I.D. è stato ricavato applicando la formula (II).

I valori riportati in Tabella II rappresentano la media di quattro determinazioni effettuate per ogni campione di mirtillo secondo la procedura sopra descritta, al fine di limitare l'effetto di eventuali errori casuali.

Determinazione delle percentuali relative di antocianidine.

Per la misura dei contenuti relativi delle principali antocianidine presenti nei campioni di mirtillo, è stata messa a punto la seguente procedura:

a) *Estrazione e idrolisi* — g 25 di bacche si addizionano di 100 ml di metanolo, si lascia macerare a T ambiente per 20', si omogeneizza per 1' con Mixer a 11.000 giri/', si centrifuga per 15' alla velocità di 3000 giri/'; si decanta il liquido, il residuo si lava con altri 30 ml di metanolo, di nuovo si centrifuga; si uniscono i liquidi estrattivi e si concentrano sotto vuoto, alla T $\leqslant 60°$, fino a consistenza sciropposa. Questo residuo viene poi addizionato di 100 ml di HCl 2 N e riscaldato a ricadere per 3 ore; si concentra sotto vuoto alla T $\leqslant 80°$ fino quasi a secchezza, con l'avvertenza di non eliminare completamente l'ambiente acido. Dopo riposo di una notte in frigorifero, si porta in soluzione il prodotto dell'idrolisi con metanolo, versando poi attraverso filtro a pieghe in palloncino tarato da 100 ml; si eseguono numerosi lavaggi in modo da solubilizzare tutti i prodotti di idrolisi, intensamente colorati in rosso-viola, e si porta infine a volume, mentre si trascura il residuo insolubile di colore grigio scuro.

Sulla soluzione metanolica vengono eseguite le analisi cromatografiche.

b) *Cromatografia su strato sottile* — Quantità di 6, 8, 10 µl della soluzione metanolica ottenuta dai singoli campioni di mirtillo vengono deposte, per mezzo di microsiringa da 10 µl, su lastre alla cellulosa (Ditta Merck), cm 20 x 20, spessore 0,1 mm: la prova si ripete quattro volte per ogni campione.

La migrazione è stata condotta con sistema solvente Nybon (45) costituito da acido formico / HCl conc. / H_2O (10 : 1 : 3). Compaiono tre macchie ben evidenti, aventi R_f 0,25, 0,43 e 0,57, corrispondenti a delfinidina, cianidina e malvidina, identificate mediante migrazioni effettuate in parallelo con campioni puri della Ditta Roth.

La determinazione dell'entità delle tre macchie è stata effettuata, dopo essiccamento delle lastre a T ambiente per 24 ore, per mezzo di

TABELLA I

CAMPIONE (Comune - Località - Altitudine - Esposizione)	Prof. cm	TESSITURA DEL TERRENO Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH
1 Pievepelago - Verucola 1600 m - Nord Est	20	19,0	23,3	37,5	20,2	5,8
	40	32,0	21,9	30,3	15,8	5,9
	60	39,0	20,7	26,1	14,2	6,0
2 Pievepelago - Lago Baccio e Rondinaio - 1640 m - Nord	20	7,2	39,5	40,8	12,5	6,1
	40	11,2	61,5	24,2	3,1	6,1
	60	5,8	57,3	31,9	5,0	6,2
3 Pievepelago - Monte Albano 1500 m - Nord	20	17,8	24,9	37,1	20,2	6,0
	40	30,8	24,2	29,4	15,6	5,9
	60	39,2	14,3	32,8	13,7	6,1
4 Fanano - Mancinello 1420 m - Ovest	20	5,6	10,1	52,5	31,8	5,6
	40	4,6	9,9	54,3	31,2	5,7
	60	6,3	8,4	53,1	32,2	6,2
5 Fanano - Libro Aperto 1830 m - Est	20	15,9	14,8	38,6	30,7	5,6
	40	17,4	32,7	38,1	11,8	5,6
	60	25,8	44,6	23,1	6,5	5,8
6 Riolunato - Borra di Marinello - 1500 m - Nord Ovest	20	56,0	22,9	17,6	3,5	6,0
	40	78,9	11,6	8,6	0,9	5,9
	60	66,2	19,4	12,9	1,5	5,9
7 Fiumalbo - Monte Maiori 1500 m - Est	20	4,7	30,3	45,4	19,6	5,8
	40	30,1	29,2	30,4	10,3	5,9
	60	64,7	14,4	15,7	5,2	5,9
8 Fiumalbo - Balzo delle Rose 1520 m - Nord	20	25,2	17,7	49,8	7,3	5,8
	40	38,1	10,1	43,0	8,8	5,6
	60	21,9	18,1	44,1	15,9	5,6
9 Fiumalbo - Paduìe 1650 m - Nord	20	22,7	43,0	26,9	7,4	5,5
	40	31,4	28,1	29,0	11,5	5,6
	60	62,9	6,0	25,0	6,1	5,8
10 Fiumalbo - Passo d'Annibale 1550 m - Nord Ovest	20	54,6	12,0	22,2	11,2	6,1
	40	51,8	24,1	18,4	5,7	5,9
	60	68,3	14,8	14,8	2,1	5,9
11 Frassinoro - Maccheria 1514 m - Nord Est	20	42,1	33,1	21,1	3,7	5,7
	40	48,1	31,0	17,8	3,1	6,0
	60	48,8	37,0	11,0	3,2	6,0

un fotodensimetro Photovolt, munito di integratore, con sorgente a luce visibile e filtro n. 570.

Le aree sottese alle curve di assorbimento delle tre macchie di ogni campione, sommate e riportate a 100, hanno permesso di ricavare il contributo percentuale dei singoli componenti. I valori riportati in Tabella II rappresentano la media delle dodici determinazioni compiute per ogni campione, arrotondate all'unità in considerazione dell'entità dell'errore che la tecnica comporta.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le stazioni di raccolta del mirtillo, ricadenti tutte a quote elevate della catena principale dell'Appennino modenese, hanno come substrato roccioso l'arenaria « macigno »: le aree n. 1 → 3, 5 → 10 appartengono al tipo « Macigno del Chianti », l'area n. 4 al tipo « Macigno del Mugello », mentre la n. 11 è classificabile come detrito sempre di derivazione « Macigno del Chianti » (46) (*).

I suoli campionati a −20, −40 e −60 cm dal piano di campagna mostrano chiaramente, anche ad un semplice esame visivo, la derivazione per alterazione dal substrato arenaceo.

Per quanto riguarda le analisi dei terreni, si può rilevare che tutti sono di natura acida, con valori di pH pressoché costanti intorno al valore 6, anche al variare della profondità. In base ai dati granulometrici invece è possibile constatare la più ampia variabilità di contenuti percentuali delle varie frazioni, sia nelle diverse aree, sia nell'ambito dello stesso profilo; l'unico andamento che appare costante nella maggior parte dei campioni è la progressiva diminuzione del contenuto in argilla all'aumentare della profondità.

Relativamente all'analisi chimica del mirtillo, va innanzitutto rilevato che i valori dell'I.D. risultano inferiori a 1,1 per tutti i campioni, e questo sta ad indicare che gli antocianosidi hanno subito solamente in minima parte processi di decomposizione, sia durante il periodo di conservazione, sia nel corso dei procedimenti di estrazione e analisi.

(*) Con il nome arenaria « macigno » si intende genericamente una formazione costituita da una alternanza ritmica di strati più spessi di arenaria quarzosa-feldspatica e di strati più sottili siltoso-argillosi. La distinzione in « Macigno del Chianti » e « Macigno del Mugello » è legata a deboli variazioni delle caratteristiche litologiche: grana generalmente più fine dell'arenaria e maggior spessore degli strati siltoso-argillosi nel « Macigno del Mugello ».

TABELLA II

	CAMPIONE DI MIRTILLO	Giorno del prelievo	CARATTERISTICHE CHIMICHE						
			Sostanza secca % a 105°	Ceneri % a 550°	I.D. (indice di decomposizione)	Contenuto % di antocianine (espresso come delfinidina cl.)	Rapporto percentuale fra antocianidine		
							Cianidina	Delfinidina	Malvidina
1	Pievepelago - Verucola	26-8-78	14,6	0,31	1,08	0,41	39	45	16
2	Pievepelago - Lago Baccio e Rondinaio	30-8-78	13,4	0,27	1,09	0,38	41	45	14
3	Pievepelago - Monte Albano	26-8-78	13,3	0,26	1,08	0,33	42	42	16
4	Fanano - Mancinello	30-8-78	14,0	0,30	1,07	0,52	38	46	16
5	Fanano - Libro Aperto	30-8-78	12,1	0,29	1,08	0,40	42	45	13
6	Riolunato - Borra di Marinello	30-8-78	13,5	0,25	1,08	0,41	40	47	13
7	Fiumalbo - Monte Maiori	21-8-78	15,5	0,32	1,07	0,53	38	47	15
8	Fiumalbo - Balzo delle Rose	21-8-78	14,9	0,35	1,09	0,52	38	48	14
9	Fiumalbo - Padule	30-8-78	14,1	0,31	1,08	0,39	42	46	12
10	Fiumalbo - Passo di Annibale	30-8-78	14,0	0,28	1,07	0,34	40	46	14
11	Frassinoro - Maccheria	28-8-78	12,3	0,22	1,08	0,30	44	45	11
12	Campione commerciale	—	—	—	1,09	0,35	36	49	15

I valori dei contenuti in antocianine sono compresi fra lo 0,30 e lo 0,52% del peso delle bacche; il dato medio (0,41%) per gli 11 campioni dell'Appennino risulta superiore al contenuto del campione commerciale (0,35%). In particolare, il contenuto più elevato si riscontra nei campioni di alcune località dei comuni di Fanano (n. 4 : 0,52%) e Fiumalbo (n. 7 : 0,53%; n. 8 : 0,52%), mentre il campione più povero di antocianine proviene da Frassinoro (n. 11 : 0,30%).

Per quanto concerne i rapporti fra le antocianidine analizzate, è possibile rilevare un andamento nel complesso abbastanza regolare, con predominanza della cianidina (dal 42 al 49%) su delfinidina (dal 36 al 44%) e malvidina (dall'11 al 16%); solamente in due casi (campioni n. 3 e n. 11) i valori per le prime due antocianidine sono dello stesso ordine di grandezza.

Confrontando poi i dati del contenuto totale con i valori dei rapporti fra antocianidine, si può notare che, per i campioni raccolti sull'Appennino, i contenuti maggiori in antocianosidi ($\geqslant$ 0,52%, n. 4, n. 7, n. 8) si accompagnano alle più marcate differenze di percentuale fra delfinidina e cianidina ($\geqslant$ 8%), mentre i contenuti totali più bassi ($\leqslant$ 0,33%, n. 3 e n. 11) sono presenti nei campioni caratterizzati da valori pressochè uguali dei due sopracitati componenti; per il campione commerciale (n. 12) invece non si rileva tale andamento, in quanto esso presenta accanto ad un contenuto totale piuttosto scarso (0,35%), la minor percentuale in delfinidina (36%) e quella maggiore in cianidina (49%), fra tutti i campioni esaminati.

Per quel che riguarda l'esistenza di eventuali rapporti fra natura del terreno e contenuti del mirtillo, pur non essendo possibile allo stato attuale delle conoscenze ricavare conclusioni valide in senso generale, è peraltro ravvisabile un andamento significativo relativamente a due gruppi di valori: infatti, ai campioni di mirtillo più ricchi in antocianine (n. 4, n. 7, n. 8) corrispondono terreni aventi, mediamente, contenuti più elevati di limo e argilla, mentre i campioni più poveri in antocianine (n. 3, n. 10, n. 11) provengono da terreni con percentuale notevolmente maggiore della frazione più grossolana.

Risulterà pertanto interessante procedere alla verifica e all'approfondimento di tali risultati, al fine di meglio evidenziare le relazioni fra ambiente e caratteristiche chimiche del *V. myrtillus*, per il cui chiarimento peraltro appare necessario anche l'apporto di altri settori di ricerca inerenti allo studio di vari fattori ambientali, in particolare l'associazione vegetale che accompagna il mirtillo e le condizioni climatiche.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti gli Enti che hanno contribuito alla realizzazione delle ricerche, e in particolare l'Ispettorato Ripartimentale Foreste di Modena, diretto dal Dott. Ferruccio Minghelli, e la Camera di Commercio di Modena.

BIBLIOGRAFIA

1) Benigni R., Capra C., Cattorini P. E., Piante medicinali: chimica, farmacologia e terapia, Ed. Inverni della Beffa, Milano, Vol. II, pag. 951-958, 1964.
2) Leclerc H., Précis de Phytothérapie, Ed. Masson, Paris, pag. 92, 1935.
3) Gronau, cit. da C. Kroeger in Pharmazie, *6*, 211; 1951.
4) Bernstein, Brit. Med. J., 1903, cit. da 2).
5) Galli Valerio B., Schweiz. Ap. Ztg., *62*, 719; 1924.
6) Flury F., Muench. Med. Woch. Schr., *77*, 397; 1930.
7) Winternitz, cit. da G. Madaus in Lehrbuch der Biologischen Heilmittel, G. Thieme ver. Leipzig, Vol. III, pag. 1951, 1938.
8) Benigni R., Fitoterapia, *19*, n. 3; 1948.
9) Weinmainn, cit. da G. Madaus, ibid.
10) Tropp, cit. da C . Kroeger in Pharmazie, *6*, 211; 1951.
11) Genevoix E., Bull. Sci. Pharm., *25*, 244; 1918.
12) Mark R. E., Wagner R. J., Klin. woch., *2*, 1692; 1925.
13) Eppinger H., Mark R. E., Wagner R. J., ibid., *2*, 1870; 1925.
14) Allen F. M., Am. J. Physiol., *81*, 462; 1927.
15) Allen F. M., J.A.M.A., *89*, 1577; 1927.
16) Shpiner L. B., Am. J. Physiol., *84*, 396; 1928.
17) Terrasse J., Moinade S., Presse Med., *72*, 397; 1964.
18) Terrasse J., Moinade S., Dëmnre G., Ars. Med., *21*, X; 1966.
19) Terrasse J., Aublet-Cuvelier J. L., Marcheix J. C., Via Medic., XII, 1969.
20) Fiorini G., Biancacci A., Ann. Oftalm., *91*, 371; 1965.
21) Gloria E., Perla A., ibid., *92*, 595; 1966.
22) Scialdone D., ibid., *92*, 43; 1966.
23) Urso G., ibid., *93*, 931; 1967.
24) Pourrat H., Chim. Therap., *2*, 33; 1967.
25) Curri S. B., Bombardelli E., Atti XLVI Riun. Sci. Soc. It. Angiologia, Salsomaggiore, 1975.
26) Mian E., Curri S. B., Lietti A., Bombardelli E., Min. Med., 67; 1976.
27) Lietti A., Cristoni A., Picci M., Arzneimittel-Forschung, *5*, 829; 1976.
28) Lietti A., Forni G., ibid., *5*, 832; 1976.
29) Bonacina F., Galliano G., Pacchiano F., Il Farmaco, Ed. Prat., *28*, 428; 1973.
30) Bonacina F., Pacchiano F., Boll. Chim. Farm., 113; 1974.

31) Sendrail M., Vincent D., Sendrail-Pasque M., Mahone M., Presse Med., *65*, 67,1508; 1957.

32) Guermonprez J. L., Miltgen M., Vie Medic., IV, 1972.

33) Artault de Vevey, cit. da 2).

34) Donini R., comunicazione personale.

35) Proserpio G., Atti dell'Incontro Frutticolo S.O.I., Cuneo, 1977, pag. 161.

36) Jurd L., « Some Advances in the Chemistry of Anthocyanin Type Plant Pigments » in Chemistry of Plant Pigments, Ed. C. O. Chichester, Academic Press Inc., pag. 123-142, 1972.

37) Dean F. M., Naturally Occurring Oxygen Ring Compounds, Ed. Butterworth Co., London, pag. 388, 1963.

38) Jurd L., J. Org. Chem., *28*, 987; 1963.

39) Jurd L., Geissmann T. A., ibid., 2394; 1967.

40) Jurd L., Tetrahedron, 25, 2367; 1969.

41) Albasini A., Atti Soc. Nat. Mat. Modena, *107*, XXIII; 1976.

42) Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Metodi Ufficiali di Analisi delle conserve vegetali, Ist. Poligrafico dello Stato, Roma, 1961.

43) Forni G. P., Massarani G., Atti del Congresso sui Polifenoli, Digione, 1977.

44) Fuleki T., J. Food. Sci., *33*, 78; 1968.

45) Nybon N., Atti del Proceeding of the Balsgard Fruit Breeding Symposium, 1964.

46) Merla C., Studi illustrativi della carta geologica d'Italia, Formazioni Geologiche, II. Serv. Geol. d'Italia, Roma, 1969.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), XXXI-XLIV

M. Melegari, G. Vampa, M. Rinaldi, P. Pecorari, A. Albasini
Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Modena.
A. Bianchi
Istituto di Botanica dell'Università di Modena

RICERCHE SU PIANTE OFFICINALI NELL'APPENNINO MODENESE

II - Olii essenziali di *Lavandula spica L.* e di Lavandini

RIASSUNTO

Al fine di verificare le possibilità di coltivazioni idonee al rilancio dell'economia montana, è stato intrapreso lo studio dell'ambientamento nell'Appennino modenese della *Lavandula spica* L e di varie cultivar di Lavandini (Abrialis, Super A e Z, Italico, Maime, R.C.), e la caratterizzazione chimica dei relativi olii essenziali, mediante diverse tecniche analitiche.

I risultati presentati e discussi in questo lavoro permettono di mettere in rilievo la buona qualità degli olii essenziali ottenuti da alcune delle cultivar messe a dimora.

SUMMARY

In order to examine the possibilities of tillage suitable for the new throw of the economy of the mountains, we began to study how the *Lavandula spica* L. and the different cultivars of Lavandin (Abrialis, Super A and Z, Italico, Maime, R.C.) could grow accustomed to Modenese Apennines, and besides the chemical structure of the relative essential oils as result of different analytical methods.

What has been presented and discussed in this report allows you to point out the good quality of the essential oils belonging to some transplanted cultivars.

Già da alcuni anni sono state intraprese ricerche interdisciplinari (1) volte allo studio di aspetti diversi (geologico, biologico, botanico, di ricoprimento vegetale, climatologico ecc.) riguardanti i territori montani della provincia di Modena, al fine di portare un contributo alla difesa dell'ambiente e, conseguentemente, al rilancio dell'economia montana.

Un settore di particolare interesse è apparso quello delle piante officinali di elevato valore commerciale, spontanee e coltivate; queste ricerche, iniziate per alcune piante (2, 3), prendono in considerazione sia le possibilità di ambientamento sia il comportamento morfologico e fisiologico sia, soprattutto, le caratteristiche quali e quantitative dei contenuti più importanti per i vari settori industriali (farmaceutico, cosmetico ecc.), con lo scopo di localizzare le zone appenniniche più adatte, sotto il profilo altimetrico, climatologico, pedologico ecc., per la coltivazione delle singole specie.

In questo lavoro vengono riportati i primi risultati relativi agli studi sulla *Lavandula* e su varie cultivar di Lavandini. La scelta di tali piante deriva da considerazioni di diverso genere.

Innanzitutto gli olii essenziali di *Lavandula* e di Lavandino occupano un ampio settore di impiego nell'industria cosmetica e profumeria, e la produzione nazionale non è sufficiente a soddisfare la richiesta interna, per cui si ricorre a cospicue importazioni.

D'altra parte è stato dimostrato (4, 5) la buona redditività di colture razionali di tali piante.

Inoltre va segnalato che gli studi effettuati in questo settore in Italia sono relativamente scarsi. Per quel che riguarda la Lavandula (*Lavandula officinalis* Chaix, o *L. vera* De Candolle, o *L angustifolia* Mill.), le ricerche sono state per lo più condotte nelle regioni centro-meridionali e in Sardegna (6 →13), e hanno permesso di mettere in evidenza la buona qualità degli olii essenziali (o.e.) ottenuti (6, 9, 11); risultava pertanto interessante studiarne le possibilità di acclimatamento nel nostro appennino e le caratteristiche di contenuti.

Relativamente agli ibridi di *Lavandula* (Lavandini), le ricerche compiute in Italia sono piuttosto scarse (14 → 17), pur essendosi notevolmente diffuse negli ultimi tempi colture di alcune varietà che hanno dimostrato buone rese in o.e., superiori a quelle della *Lavandula*, come da tempo dimostrato da ricercatori francesi (18 → 20).

Per i suddetti motivi, ci è apparso importante mettere a dimora in diverse località dell'Appennino piante di *Lavandula* e di alcune cultivar di Lavandino, per studiarne innanzitutto l'ambientamento e, una volta ricavati gli olii essenziali, verificare se il prodotto possiede le caratteristiche

peculiari indispensabili per l'utilizzazione industriale. In tal modo si potranno individuare, in questa prima fase delle ricerche, le cultivar che meglio si prestano alla prosecuzione degli studi e alla estensione delle colture a pieno campo, al fine di ricavare dati sufficientemente significativi sulla resa in o.e., e quindi sulla redditività delle colture.

PARTE SPERIMENTALE

Per lo svolgimento delle ricerche sono state utilizzate cultivar provenienti dal Vivaio e Giardino Officinale dell'Azienda Regionale Foreste (Regione Emilia-Romagna) di Càsola Valsenio (Ravenna).

Dopo un periodo di ambientamento di alcuni mesi nel vivaio « La Romania » (975 m. s.l.m. - Sestola) dell'Azienda Regionale Foreste, nell'ottobre 1977 le piante sono state messe a dimora in parcelle opportunamente predisposte nello stesso vivaio, ad una distanza di 80 cm sulla fila e di 1 m tra le file. Sono state messe a dimora piante di:

— *Lavandula spica* L., conosciuta anche sinonimicamente come *L. officinalis* Chaix (= *L. vera* D.C., denominata anche nell'uso corrente Lavanda) (21 → 24);

— cultivar di ibridi di *Lavandula* (Lavandini): Abrialis, Super (A e Z), Italico, Maime, R.C. (Rinaldi Ceroni).

L'adattamento delle suddette cv. è risultato soddisfacente nonostante l'andamento climatologico poco favorevole dell'inverno e della primavera 1978, caratterizzato da nevicate fuori stagione e da gelo intenso

Un certo numero di piante di cv. Super A sono state messe a dimora nel vivaio dell'A.R.F. « Pomastaggia » (885 m s.l.m. - S. Andrea Pelago - Comune di Pievepelago): anche in questa località l'ambientamento è da considerarsi buono, e le piante presentavano al momento della fioritura spighe di dimensioni notevoli (*).

La raccolta delle infiorescenze è stata effettuata in date diverse, tenuto conto del periodo di massima fioritura, recidendo le spighe con un breve peduncolo. Le infiorescenze, poste in sacchetti di plastica, sono state

---

(*) Un certo numero di piante di varie cv. erano state messe a dimora anche a quote più elevate, nei vivai dall'A.R.F. del Lago della Ninfa (1522 m s.l.m. - Comune di Sestola) e di Capanno Tassoni (1316 m s.l.m. - Comune di Fanano); a causa però del perdurare della coltre nevosa e del gelo fino ai primi di giugno del 1978 (fatto eccezionale per queste zone), si è verificata una mortalità pressochè totale delle piante.

immediatamente portate alla T di 0° per il trasporto, e successivamente conservate alla T di — 25° C fino al momento della distillazione; la conservazione in tali condizioni non sembra infatti alterare sostanzialmente i contenuti (25).

Distillazione in corrente di vapore su acqua

È stata condotta seguendo il metodo « water distillation » (26), su 13 campioni di infiorescenze, in quantità comprese fra i 200 e i 650 g, impiegando 200-500 ml di acqua. Tali condizioni, determinate dalla scarsa quantità di alcuni campioni, non hanno permesso di operare sempre in condizioni ottimali, e hanno talvolta influenzato negativamente il processo di distillazione.

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da un distillatore tipo Clevenger, modificato secondo lo schema della International Federation of Fruit Juice Producers, e applicato ad una caldaia in acciaio inossidabile di nostra costruzione.

Sogli olii essenziali così ottenuti sono state effettuate le varie determinazioni analitiche sottodescritte e riportate in Tabella I; esse sono state condotte in parallelo anche su due campioni standard costituiti da o.e. di Lavanda francese Surfine (Chauvet) (n. 1 in Tab.) e di Lavandino Abrialis (Adrian) (n. 3), gentilmente fornitici dalla Ditta Curt Georgi Imes (Sesto S. Giovanni - Milano), i quali hanno rappresentato utili termini di confronto per la valutazione dei risultati.

Indice di rifrazione - È stato determinato con un Rifrattometro di Abbe, alla temperatura di 20° C. Errore ± 0,0005.

Determinazione del contenuto di esteri - Si è seguito sostanzialmente il metodo della B.P. (27), opportunamente adattato a scala semimicroanalitica. Praticamente: un piccolo quantitativo di o.e. (intorno a g 0,250) (w), esattamente pesato, viene addizionato di un eccesso di KOH etanolica 0,1 N (10 ml), si riscalda a ricadere per 60′ e, dopo raffreddamento, si titola l'eccesso di KOH con HCl 0, I N, indicatore fenolftaleina (a); in parallelo si effettua una prova in bianco (b). Durante le operazioni si è avuto cura di proteggere l'ambiente di reazione. Per il calcolo del contenuto in esteri, espressi come linalil acetato, si applica la formula:

$$\% \text{ esteri} = \frac{(b\text{-}a) \cdot 196{,}28 \cdot 100}{w. \; 10 \cdot 1000}$$

Determinazione dell'indice di acidità - È stata seguita la procedura indicata dalla B.P. (27).

Gascromatografia e Gascromatografia-Spettrometria di massa - Le determinazioni gascromatografiche sono state effettuate con un gascromatografo Perkin-Elmer mod. 881, detector a ionizzazione di fiamma, usando una colonna di acciaio di 2 m, ∅ int. 1/8″, di Carbowax 20 M 8% su Chromosorb W 80-100. Flussi: N_2 40 ml/′, H_2 60 ml/′, Aria 500 ml/′. Per ottenere i gascromatogrammi degli olii essenziali e, ove necessario, per le tarature con campioni standard, si è proceduto nel seseguente modo:

a) isoterma iniziale di 10′ alle temperature di 130° per iniettore e rivelatore, 80° per la colonna;

b) temperatura programmata da 80° a 200° a 4°/′;

c) isoterma finale a 200° per 20′.

Durata totale dell'analisi 1 h.

Sono stati iniettati campioni di 1 µl, preparati miscelando 200 µl di acetone, contenente una quantità nota e costante di efedrina quale standard interno, e 50 µl di olio essenziale.

La gascromatografia-spettrometria di massa è stata effettuata, limitatamente ai picchi più evidenti del gascromatogramma, in relazione agli scopi del presente lavoro, sui campioni di olio essenziale di Lavanda francese Surfine (Chauvet) (n. 1), Lavandino Abrialis (Adrian) (n. 3) e Lavandino Super A (n. 5) mediante uno strumento Varian MAT 112, del Centro Strumenti dell'Università di Modena, colonna in vetro di 2 m al 10% di Carbowax 20 M su Chromosorb W 80-100, gas di trasporto He flusso 15 ml/′, in condizioni operative analoghe a quelle descritte per l'analisi gascromatografica.

Il riconoscimento delle sostanze riportate in tabella è stato effettuato per i tre campioni suddetti per confronto degli spettri di massa dei relativi picchi con spettri di massa ottenuti da campioni standard oppure con spettri di letteratura (28). Per tutti gli altri campioni di o.e., il riconoscimento dei componenti è stato fatto in base ai tempi di ritenzione gascromatografici, per confronto coi tempi dei composti riconosciuti mediante spettrometria di massa.

I dati riportati in Tab. I sono stati ottenuti rapportando le aree dei singoli picchi all'area dello standard interno. I dati in Tab. II sono stati ricavati per la *Lavandula* (n. 2) dividendo i valori così ottenuti per i cor-

TABELLA I

Campione di olio essenziale	data di raccolta	Resa % in o.e. P/P	n_{20}	% esteri come linalilacetato P/P	Indice di acidità	Dati		
						α-pinene	canfene	β-pinene
1 Lavanda francese Surfine (Chauvet)	——	—	1,4630	42,6	0,89	0,13	0,08	0,07
2 *Lavandula vera* LAVANDINI:	24/8/78	0,3	1,4670	57,7	—	—	—	0,04
3 Abrialis (Adrian)	——	—	1,4660	35,7	1,02	—	0,59	0,35
4 Abrialis	24/8/78	0,5	1,4700	30,6	1,07	0,09	0,09	0,27
5 Super A	2/8/78	0,4	1,4700	34,3	0,89	0,15	0,12	0,19
6 Super A	24/8/78	0,7	1,4650	41,5	0,95	0,06	0,09	0,09
7 Super A	31/8/78	1,1	1,4640	42,4	—	0,03	0,06	0,05
8 Super A	31/8/78	1,3	1,4620	45,8	—	0,03	0,04	0,03
9 Super Z	24/8/78	0,5	1,4690	33,2	—	0,21	0,21	0,21
10 Italico	24/8/78	0,4	1,4720	9,5	1,21	0,27	0,16	0,30
11 Italico	31/8/78	0,6	1,4710	10,9	—	0,27	0,09	0,29
12 Maime	2/8/78	0,6	1,4710	25,4	—	0,25	0,17	0,20
13 Maime	24/8/78	0,6	1,4700	17,1	1,08	0,28	0,18	0,33
14 Maime	31/8/78	0,9	1,4690	21,4	1,77	0,09	0,10	0,13
15 R.C.	24/8/78	0,7	1,4710	3,2	1,55	0,37	0,19	0,19

(*) Valori ottenuti effettuando il rapporto delle aree dei singoli picchi con l'area del picco dello

rispondenti valori della Lavanda francese (n. 1), e per i vari Lavandini, dividendo i valori per i corrispondenti valori del Lavandino Abrialis (n. 3).

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Dall'analisi dei risultati in tab. I si può rilevare:

— Per quel che riguarda la resa in o.e., premesso che i dati ottenuti risultano indubbiamente sottostimati a causa della scarsa quantità di infiorescenze sottoposte a distillazione, appare evidente il valore inferiore della *Lavandula* rispetto a tutti i campioni di Lavandino, in accordo con quanto noto in letteratura; per questi ultimi si può notare inoltre che, all'interno

gascomatrografici (*)

mircene	limonene + eucaliptolo	β-ocimene	canfora	linalolo	linalil acetato	trans-cariofillene	lavandulolo	nerile acetato	geranile acetato + citronellolo	nerolo	geraniolo
0,21	0,95	5,33	0,49	24,00	26,50	1,40	0,97	0,04	0,27	0,06	0,23
0,60	0,26	1,06	0,13	19,70	29,18	1.13	3,50	0,45	1,33	0,41	1,68
0,25	5,44	0,43	4,90	19,77	21,25	0,63	2,07	0,04	0,31	0,02	0,04
0,38	3,70	1,90	5,60	18,43	18,05	0,55	3.15	0,04	1,44	0,11	0,60
1,07	6,71	2,06	4,22	13,05	14,13	0,65	2,84	0,26	1,18	0,20	0,56
0,68	4,10	1,96	3,40	19,13	21,29	0,11	3.33	0,24	1,06	0,35	0,87
0,52	2,29	1,07	2,75	18,80	21,30	0,14	2,61	0,17	0,80	0,26	0,76
0,16	1,49	1,00	1,96	8,15	26,81	0,57	1,88	0,04	0,47	0,06	0,21
0,82	5,55	0,85	6,49	18,66	19,96	0,36	3,60	0,21	1,73	0,29	0,82
0,49	5,60	3,70	1,19	29,50	0,50	1.94	3,62	0,02	0,62	0,02	0,27
0,51	4,08	3,33	1,13	32,43	0,50	2.70	3,91	0,02	0,70	0,04	0,36
0,87	7,39	5,25	6,33	21,33	16,55	1.19	2,48	0,18	1,00	0,09	0,45
0,83	6,04	4,00	3,36	33,92	1,00	1 67	5,40	0,07	0,81	0,11	0,47
0,33	2,80	3,23	2,93	37,40	9,50	1.63	4,65	0,04	0,65	0,08	0,39
0,89	6,56	0,27	7,70	41,43	0,25	1,29	2,43	0,02	0,58	0,02	0,16

standard interno (efedrina)

delle serie della stessa cultivar (n. 5 → n. 8; n. 10 - n. 11; n. 12 → n. 14), è evidenziabile un andamento abbastanza regolare: la resa infatti aumenta con il progredire del periodo di raccolta.

— I valori dell'indice di rifrazione, compresi tra un minimo di 1,4620 e un massimo di 1,4720, risultano mediante più elevati (seppur di poco) rispetto a quelli di letteratura; d'altra parte si può rilevare anche per tale indice, all'interno delle serie sopracitate, una significativa concordanza con altri dati: l'indice di rifrazione diminuisce infatti all'aumentare della resa e, limitatamente agli o.e. di Super A e Italico, del valore del contenuto in esteri.

— La percentuale di esteri, espressi come linalilacetato, mostra notevoli variazioni, tra un minimo di 3,2% (Lavandino RC) e un massimo di

57,7% (*Lavandula* n. 2): tale valore, che si discosta abbastanza nettamente dagli altri, è un primo importante indizio della buona qualità della Lavanda coltivata a Sestola.

Si può inoltre rilevare che alcuni tipi di Lavandino presentano un contenuto in esteri notevolmente elevato (> 30% per Super A, Super Z, Abrialis); se tali dati si confrontano con la resa in o.e., si deduce che la quantità assoluta di esteri prodotta da tali Lavandini è effettivamente cospicua.

— I valori dell'indice di acidità, in genere bassi, mostrano un andamento inverso al contenuto in esteri, anche in questo caso in accordo con i dati di letteratura.

— Mediante l'analisi gascromatografica si sono potuti identificare e dosare 15 componenti (riportati in Tabella in ordine del tempo di ritenzione), tra i più significativi per il giudizio sulla qualità di un olio essenziale.

In particolare si è confermato che i componenti in maggior quantità degli o.e. sono il linalolo e il corrispondente estere acetico. Per le due Lavande si è rilevato che sono abbondanti entrambi i componenti; nei Lavandini vi è una notevole variabilità all'interno delle due serie di dati: si evidenzia però che al diminuire dell'estere aumenta la quantità di alcool libero .Inoltre si può constatare che ai più bassi contenuti in linalilacetato corrispondono i più scarsi valori di altri esteri.

Come era prevedibile, il contenuto in canfora, basso nelle Lavande, risulta più elevato nei Lavandini; esso appare peraltro diminuire con l'avanzamento del grado di fioritura. Inoltre, mentre nei campioni di Super A il contenuto in canfora appare inversamente proporzionale a quello in linalilacetato, per gli altri Lavandini questo andamento non è riscontrabile.

Tra gli altri componenti del gascromatogramma che presentano i picchi più intensi, vi sono l'1,8 cineolo (eucaliptolo) e il lavandulolo: il picco di tale composto risulta peraltro alterato dalla presenza di altri componenti, quali il borneolo e l'isoborneolo, che danno picchi non completamente risolvibili dal precedente.

I dati più significativi vengono presentati in Tabella II in una forma che agevola la valutazione delle caratteristiche chimiche degli o.e. ottenuti; i valori riportati rappresentano infatti un rapporto con i contenuti degli o.e. standard di Lavanda francese Surfine (Chauvet) e di Lavandino Abrialis (Adrian), i quali, essendo campioni di buona qualità e di elevato valore commerciale, costituiscono utili termini di confronto per la discussione.

TABELLA II

Campione di olio essenziale	Esteri (come linalil acetato)	α-pinene	canfene	β-pinene	mircene	limonene + eucaliptolo	β-ocimene	canfora	linalolo	linalil acetato	trans-cariofillene	lavandulolo	nerile acetato	geranile acetato + citronellolo	nerolo	geraniolo
2 *Lavandula vera* (*)	1,35	—	—	0,57	2,86	0,27	0,20	0,26	0,82	1,10	0,81	3,6	10,00	4,92	6,83	7,30
LAVANDINI (**)																
4 Abrialis	0,86	0,12	0,15	0,77	1,52	0,68	4,42	1,14	0,93	0,85	0,87	1,52	1,0	4,64	5,50	15,00
7 Super A	1,19	0,04	0,10	0,15	2,08	0,42	2,48	0,56	0,95	1,00	0,22	1,26	4,25	2,50	13,00	19,00
8 Super A	1,28	0,04	0,07	0,08	0,64	0,27	2,32	0,40	0,41	1,26	0,90	0,90	1,0	1,51	3,00	5,25
9 Super Z	0,93	0,28	0,35	0,60	3,28	1,02	1,97	1,32	0,94	0,93	0,57	1,73	5,25	5,58	14,5	20,5
11 Italico	0,30	0,36	0,22	0,83	2,04	0,75	7,74	0,23	1,64	0,02	4,30	1,88	0,5	2,25	2,00	9,00
14 Maime	0,60	0,12	0,18	0,37	1,32	0,51	7,51	0,59	1,80	0,44	2,58	2,24	1,0	2,09	4,00	9,75
15 R.C.	0,09	0,49	0,32	0,54	3,56	1,20	0,63	1,57	2,09	0,01	2,04	1,17	0,5	1,87	1,00	4,00

(*) Valori ottenuti effettuando il rapporto tra i dati della *Lavandula* e i corrispondenti dati dello standard Lavanda francese Surfine (Chauvet) (n. 1).
(**) Idem per le diverse cultivar di Lavandini e il Lavandino Abrialis (Adrian) (n. 3).

Per quanto riguarda l'o.e. di *Lavandula* (n. 2), in base ai dati analitici è possibile affermare che esso possiede indubbiamente delle ottime caratteristiche che ne fanno un prodotto di pregio, superiore, dal punto di vista chimico, allo standard di confronto; infatti, oltre ad un maggior contenuto in linalil acetato, si riscontrano sempre quantità superiori, e talora anche di molto, degli alcoli ed esteri che favoriscono la fragranza. Inoltre il contenuto in canfora risulta di circa un quarto, e pure la frazione terpenica è nel complesso meno abbondante.

Nella serie degli o.e. dei Lavandini è possibile distinguere due raggruppamenti diversi.

Per i primi quattro campioni (n. 4, 7, 8, 9) i dati chimici permettono di dare un giudizio complessivamente positivo, in rapporto alle caratteristiche del campione assunto come standard. In particolare, si può rilevare che il Lavandino Abrialis mostra una sostanziale analogia di contenuti rispetto allo standard, con il vantaggio di presentare una più ricca frazione altobollente, costituita da alcoli ed esteri particolarmente significativi con riguardo alla fragranza dell'o.e.

Per i Lavandini Super A (i due campioni riportati sono rappresentativi di due zone diverse per altitudine e caratteristiche climatiche) i risultati, evidenziati dal confronto in Tabella, sono dal punto di vista chimico positivi. Il linalil acetato e gli altri alcoli ed esteri analizzati risultano infatti presenti in quantità elevata, per lo meno pari se non nettamente superiore rispetto allo standard; il contenuto in canfora è circa la metà; la frazione terpenica risulta complessivamente più scarsa, con le eccezioni del β-ocimene, per entrambi i campioni, e del mircene per l'o.e. n. 7.

L'o.e. Super Z presenta delle caratteristiche che lo rendono abbastanza simile all'o.e. Abrialis precedentemente descritto: infatti anche in questo caso si riscontrano quantità di canfora, linalolo e linalil acetato dello stesso ordine di grandezza del campione di riferimento e, in generale, una minor quantità della frazione terpenica, contro una presenza più abbondante della frazione altobollente.

Le caratteristiche chimiche degli altri tre o.e. di Lavandini (n. 11, 14, 15) si prestano a valutazioni meno concordanti.

Il Lavandino Italico infatti, accanto a fattori positivi, quali la bassa quantità della frazione terpenica e della canfora, e una concentrazione generalmente alta degli alcoli (in specie linalolo), presenta il notevole inconveniente di risultare pressochè privo di linalil acetato.

Il Lavandino Maime, abbastanza simile al precedente per le frazioni terpenica e alcolica, presenta valori discordanti di contenuti per la can-

TABELLA III

Valutazione olfattiva degli olii essenziali

Campione di olio essenziale	Testa	Corpo	Coda	Risultato finale
1 Lacanda francese Surfine (Chauvet)	Fresca - erbacea - lievemente canforacea	Pieno - fiorito - debolmente fruttato	Dopo 6 ore ca. - buona persistenza - gradevole	Buono
2 *Lavandula vera*	Fresca - erbacea - debolmente canforacea	Pieno - fruttato - fiorito	Dopo 6 ore ca. - buona persinota fruttata cumarinica	Buono
3 Lavandino Abrialis (Adrian)	Fresca - canforacea - debolmente amara - equilibrata - tipica	Pieno - verde - canforceo - fruttato	Dopo 6 ore ca. - buona persistenza - nota fruttata cumarinica buona	Buono
4 Abrialis	Fresca - conforacea - fiorita	Pieno - fruttato - verde - cipriato molto armonico	Dopo 6 ore buona persistenza fruttata - verde armonica	Ottimo
7 Super A	Distill. difettosa - non equilibrata - fresca - poco canforacea - fruttata	Pieno - mentolato - morbido	Dopo 6 ore ca. - buona persistenza - nota fruttata cumarinica buona	Discreto
8 Super A	Distill. difettosa - disarmonica - empireumatica - erbacea - canforacea	Pieno - fruttato - canforaceo - molto armonico	Come il precedente ma più debole e più lavandato	Buono
9 Super Z	Fresca - pungente - canforacea	Pieno - cipriato - fruttato	Dopo 6 ore buona persistenza fortemente fruttata e cipriata	Ottimo
11 Italico	Distill. difettosa - disarmonica - empireumatica - erbacea - conforata	Muffoso - canforaceo - fresco - narcotico	Dopo 6 ore - Buona persistenza ma un pò muffosa e canforacea	Scadente
14 Maime	Empireumatica - erbacea - verde - legg. canforacea	Pieno - fruttato - narcotico	Dopo 6 ore forte persistenza - nota simile al corpo	Buono
15 R.C.	Distill. difettosa - erbacea - fresca - grassa - canforacea	Pieno - verde - fruttato	Dopo 6 ore buona persistenza - verde - fruttata - erbacea	Discreto

fora e il linalil acetato, entrambi più abbondanti, seppure inferiori ai valori del campione di riferimento.

Nell'o.e. di Lavandino R.C. sono state riscontrate caratteristiche chimiche complessivamente non positive, in particolare per un alto contenuto in canfora, accompagnato da una scarsa quantità di esteri: esso presenta tuttavia come nota favorevole un elevato contenuto in alcoli.

In Tabella III sono riportate le valutazioni olfattive effettuate, sui dieci o.e. discussi in precedenza, dal Sig. Virgilio Carpani, Chief Perfumer della Ditta Curt Georgi Imes, che ringraziamo vivamente.

È innnazitutto interessante notare la buona concordanza di questi risultati con i dati chimici: questo accordo si riscontra in modo particolarmente significativo per i campioni di Lavanda (n. 2), di Abrialis (n. 4), di Super A (n. 8) e di Super Z (n. 9), la cui valutazione olfattiva, sia nei giudizi particolareggiati che nel risultato finale, è nettamente positiva.

Una valutazione complessivamente buona è pure attribuita all'o.e. di Maime (n. 14), e discreta a quello R.C. (n. 15); questi giudizi positivi, in apparente parziale disaccordo con i dati chimici, dimostrano come il profumo di un olio essenziale dipenda non solamente dai componenti più abbondanti, identificati e dosati, ma anche da quelli presenti in minore quantità e dall'effetto sinergico di tutti i costituenti.

A conclusione di questa fase delle ricerche, si può in primo luogo rilevare che l'adattamento delle cultivar messe a dimora a Sestola e a Pievepelago è risultato complessivamente soddisfacente.

Oltre a ciò, i buoni risultati riguardanti la qualità degli o.e. ricavati giustificano la prosecuzione delle ricerche sulle cv. prese in considerazione. In particolare è in progetto la verifica dei valori di contenuti e di rese, l'estensione delle sperimentazioni in altre località appenniniche, in modo da abbracciare una più ampia fascia altimetrica, e, per alcune cultivar, il passaggio dalla piccola parcella alla coltura a pieno campo.

È attualmente in corso l'approfondimento dell'analisi chimica quali- e quantitativa dei componenti degli o.e., sopratutto per quel che riguarda i costituenti presenti in piccola quantità, la cui effettiva influenza sulle qualità organolettiche non è stata finora completamente chiarita.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti gli Enti che hanno favorito la realizzazione delle ricerche, e in particolare: l'Azienda Regionale delle Foreste, l'Ispettorato

Ripartimentale Foreste di Modena, diretto dal Dott. Ferruccio Minghelli, la Camera di Commercio di Modena, il Comune di Sestola.

Un particolare ringraziamento va al Dott. Marco Mariani e al Sig. Virgilio Carpani, della Ditta Curt Georgi Imes, per gli utili consigli e per l'opera prestata.

Si ringraziano inoltre:

— Il Prof. Augusto Rinaldi Ceroni, del Vivaio e Giardino Officinale di Casola Valsenio.
— La Sig.ra Elena Noccioli e i Sigg. Giancarlo Barozzi, Graziano Petocchi e Fabio Tedeschi, dell'Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Modena.
— Il Sig.. Anselmo Battaglia, vivaista del vivaio « La Romania » di Sestola.

BIBLIOGRAFIA

1) Albasini A., Atti Soc. Nat. Mat. Modena, *107*, XXIII; 1976.

2) Pecorari P., Vampa G., Melegari M., Bianchi A., Atti Soc. Nat. Mat. Modena, *107*, XXV; 1976.

3) Ricerche in corso sul *Vaccinium myrtillus* del Frignano (Modena).

4) Gottefosse R.M., La natura, 1936 (C.A. *31*, 7599[3]; 1937).

5) Rinaldi Ceroni F., Erboristeria domani, *1* (5), 18; 1978.

6) Rovesti P., Profumi italici, *3*, 208; 1925.

7) Massera V., Boll. Chim. Farm., *76*, 531; 1935.

8) Variati C.L., Riv. ital. essenze, profumi, piante off., oli vegetali, saponi, *38*, 501; 1956

9) Nigrisoli V., Boll. Chim. Farm., *67*, 278; 1928.

10) La Face D., Essenze deriv. agrumari, *23*, 116; 1953.

11) Calvarano I., Essenze deriv. agrumari, *35*, 81; 1965.

12) Taddei I., Riv. ital. essenze, profumi, piante off., aromi, saponi, cosmet., *47*, 643; 1965.

13) Picci V., Manunta A., Riv. ital. essenze. profumi. piante off., aromi, saponi, cosmet., *55*, 439; 1973.

14) La Face D., Essenze deriv. agrumari, *24*, 104; 1954.

15) Calvarano I., Essenze deriv. agrumari., *34*, 4; 1964.

16) Rinaldi Ceroni F., Tesi di laurea sperimentale, 1971.

17) Rinaldi Ceroni A., Comunicazione personale.

18) Abrial, Parfumerie moderne *29*, 503; 1935 (C.A., *30*, 2322[6]; 1936).

19) Guenther E., The Essential oils, vol. III, 3ª Ed., Van Nostrand.

20) Vinot M., Bouscary A., La France et ses parfumes, *7*, 411; 1964.

21) Jackson B.D., Index Kewensis - Plantarum Phanerogamarum, Vol. II, pag. 43, Oxford, 1895.

22) Pollacci G., Maffei L., Botanica Farmaceutica, pag. 444, 445, Ed. Vallardi, Milano, 1939.

23) Berger F., Handbuch der Dragenkunde, Vol. I, pag. 315, 317, Ed. Wilhelm Maudrich, Vienna, 1949.

24) Viola S., Piante medicinali e velenose della flora italiana, pag. 190, 191, E. Art. Maestretti, De Agostini, Novara, 1965.

25) Rovesti P., Erboristeria domani, *1*, (1/2), 8; 1978.

26) Guenther E., The Essential Oils, Vol. 1, 3ª Ed., Van Nostrand.

27) British Pharmacopoeia, 1973.

28) Stenhagen E., Abrahamsson E., Mc Lafferty F.W., Registry of Mass Spectral Data, J. Wiley & Sons, 1974.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), XLV-LIII

F. Minghelli
Ispettorato Ripartimentale Foreste di Modena

REALTÀ PRODUTTIVA, ESTETICA E NATURALISTICA DELLA FORESTA (*)

Nel suo procedere, la civiltà occidentale ha determinato un continuo e sempre più ampio distacco dell'uomo dall'ambiente naturale per quanto riguarda i suoi rapporti di necessità e convivenza.

Nel volgere di poco più di un secolo, il mondo rurale, o comunque quel mondo che viveva in stretta comunione e dipendenza con il territorio non urbanizzato, è sceso, da una percentuale del 60-70% dell'intera popolazione, a livelli dell'8-5%.

Se è vero che le necessità alimentari della società stanno sempre legate alla fotosintesi, in quella catena biologica che parte dalla organizzazione della biomassa vegetale e, attraverso gli erbivori e i carnivori, arriva a soddisfare le esigenze di nutrimento anche dell'uomo, è pur vero che questi adotta ormai tali e tanti accorgimenti artificiali nella produzione del verde commestibile e in quella della carne, che alla naturalità delle fonti alimentari resta il più delle volte solo l'attributo di una vecchia definizione. A questa separazione dall'ambiente naturale, come sede e fonte indispensabile di vita, a questa perdita di consapevolezza dei legami di origine e di dipendenza dalla natura, si sta oggi sostituendo, almeno, un crescente interesse scientifico ed estetico-culturale per quanto ancora ci è rimasto di quel mondo non del tutto segnato dalla presenza dell'uomo. Da qui, anche un certo aumento della domanda di approfondimento, sia a livello di motivazione tecnico-scientifica, sia a livello di semplice condizione fine a se stessa, di alcuni aspetti della natura, anche settorialmente considerati.

Pur ammettendo che la distruzione delle glaciazioni quaternarie ha iniziato la depauperazione del nostro patrimonio arboreo, dobbiamo riconoscere che, nel corso dei millenni, l'uomo è stato più dannoso della natura

(*) Conferenza tenuta il 21 dicembre 1977 in occasione della Assemblea ordinaria della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena.

stessa che ha sempre risorse equilibratrici e che, dal medioevo al nostro secolo, il moto distruttivo è andato accelerando anche per fattori di progresso dai quali l'uomo si lascia incantare, sino a rovinare l'ambiente di sua vita che gli è stato dato per elevarsi non per distruggerlo e autodistruggersi.

Non si può, infatti, dimenticare, come dice Philippe Saint Marc in « Socialisation de la nature », che « il mondo è stato dato all'umanità perchè essa possa elevarsi al di sopra di se stessa e non per ucciderlo o per uccidersi ».

È noto che la flora arborea europea era assai ricca nell'era terziaria, simile a quella degli altri continenti boreali a clima temperato, cioè dell'America Settentrionale e dell'Asia, ma che eventi geologici (le glaciazioni quaternarie, come abbiamo già detto) l'hanno depauperata annientando numerosi generi e specie, ora presenti solo in quei paesi o loro settori parzialmente risparmiati dalle glaciazioni. Per questa ragione, l'Europa in genere (e quindi anche l'Italia) ha un patrimonio arboreo decimato e povero: in Europa vivono spontanei, ora, solo sette generi di conifere, contro un numero più che doppio dell'America settentrionale e altrettanti del Giappone. In Europa sono scomparsi forestalmente: Taxodii, le Sequoie, le Magnolie, i Liquidambar e le Zelkova, mentre non vi sono, ora, valide condizioni ecologiche che possano escluderne la presenza.

Da queste premesse, appare ovvia la considerazione che l'uomo abbia ben presto pensato alla reintroduzione di quelle specie arboree, oggi da noi scomparse, definite pertanto esotiche, a favore innanzitutto della selvicoltura. Ebbe così origine la vexata quaestio dei fautori di queste introduzioni e dei negatori di tale opportunità, problema che per decenni ha diviso i forestali di mezza Europa e che tuttora persiste in una certa misura. Alcuni paesi europei hanno già tratto notevoli vantaggi da questa politica di reintroduzione, come la Francia, la Germania e l'Italia stessa, pur non negando che anche gli oppositori abbiano in certi casi valide ragioni da opporre per salvaguardare le strutture e le fisionomie dei nostri popolamenti forestali.

Non vi è certamente tempo, in questa sede,per discutere tale annoso problema, pur riconfermando che la reintroduzione di specie esotiche appropriate è una valida via cha ha recato e potrà ulteriormente arrecare notevoli benefici alla nostra economia selvicolturale. Potremo dibattere ed approfondire, in altra occasione questo particolare problema. Qui vorrei solo sottolineare come le specie esotiche non siano da confondere con le esotiche reintrodotte e che comuuque le specie esotiche a rapido accrescimento siano indispensabili e necessarie, ma solo e limitatamente agli impianti intensivi e da arboricoltura da legno, da cellulosa, pasta chimica e semichimica per carta, cartone ecc. Sono necessarie, cioè, solo a quegli impianti fini

a se stessi e che al termine del turno, comunque breve, (8 anni per i pioppi, 15-20 anni per Pinus excelsa, Pinus strobus, Pseudotsuga menyesii var. viridis, Larix leptolepis, Larix Kaempferi, Eucaliptus botryoides, Eucaliptus camaldulensis, Pinus radiata, Picea excelsa ecc.) vengono completamente utilizzati con cambio di destinazione colturale come si usa fare agronomicamente per qualsiasi coltura agraria.

Il nostro avvenire, quello del mondo, si gioca nei campi, col bosco, nel ritorno ad un'economia rurale e forestale decentrata, autosufficiente e senza sprechi. È necessario, pertanto, conoscere la realtà produttiva, estetica e naturalistica della foresta e occorre, perciò, analizzare, sia pure in breve, alcuni elementi utili per una migliore definizione dei parametri ecologici che caratterizzano la foresta, intesa questa come uno degli ecosistemi più delicati e complessi della biosfera del nostro pianeta.

Comunque sia, l'aspetto produttivo della foresta dovrà vedersi in chiave naturalistica poichè se è vero che l'albero ha un ciclo definito nel tempo cioè nasce, vive e muore, il bosco, se non viene annientato da eventi catastrofici o distruttivi, è perenne, non muore mai perchè di continuo si rinnova naturalmente, attraverso la disseminazione delle piante mature e la crescita del novellame, in un eterno, amonico ritmo, perpetuatore della comunità vegetale.

L'albero è prezioso per l'uomo perchè gli fornisce legno, frutti e altri prodotti accessori, ma è il bosco che più compiutamente assolve a queste funzioni e le integra in un più vasto quadro nel quale vanno distinti tre diversi aspetti:

l'aspetto strettamente economico, cioè la funzione di produzione di materie prime, indispensabili all'uomo (legname, cortecce, resine, semi, frutti);

l'aspetto sociale, cioè la funzione di abbellimento del paesaggio e di recettività ricreativa per l'uomo;

l'aspetto biofisico, cioè la funzione di protezione del terreno, di consolidamento e di condizionamento dell'ambiente per una più intensa attività biologica sia vegetale, sia animale, funzione questa preminente tra tutte per il buon assetto delle pendici montane.

Tralasciando, per ora, i grandi temi della produzione legnosa e delle produzioni alternative, consideriamo le caratteristiche dell'ecosistema forestale. Attraverso cicli fantastici e irriproducibili dall'uomo, « la fabbrica foresta » preleva numerosi elementi semplici (carbonio, ossigeno, azoto, zolfo, potassio) e li fa circolare in tutti i suoi componenti.

Materiale senza sosta prelevato e senza sosta impegnato in nuove costruzioni. Con un poco di polvere, molta aria, acqua e luce solare, la fabbrica foresta produce cespugli, chiome, alberi, radici, tronchi, cortecce ed erbe e tanto per dire scoiattoli e caprioli, coleotteri e picchi e una miriade di altri esseri viventi. La foresta respira come una grande creatura ,il suo strato arboreo produce all'anno da 10 a 20 tonnellate di ossigeno per ettaro; la respirazione comporta un'importante evaporazione che può raggiungere, in alcuni periodi, 100.000 litri d'acqua per ettaro e per giorno. In più la superficie di un chilometro quadrato di fustaia fissa quotidianamente da 5 a 10 tonnellate di carbonio estratto per fotosintesi dalla anidride carbonica dell'atmosfera.

Nella nostra provincia, ad esempio, possiamo contare su una produzione di circa 650.000 tonnellate d'ossigeno per anno, mentre ne occorrono per la vita della popolazione residente, (che ammonta a 500.000 unità) oltre 500.000 tonnellate. il bilancio è per noi ancora positivo, ma fa seriamente meditare e bisogna tener conto che l'ossigeno è un elemento finito che occorre utilizzare con oculatezza, agevolando sempre e dovunque i produttori primari, gli autotrofi, cioè i soli esseri capaci di produrre ossigeno per la vita dell'uomo.

L'ecosistema forestale si basa appunto sulle interazioni funzionali tra elementi autotrofi, elementi eterotrofi e bioriduttori del suolo. A puro scopo indicativo e solo per dare un'idea dell'importanza relativa dei vari livelli trofici, (scusatemi i dati, ma essi sono l'indice più evidente), vorrei ricordare le biomasse presenti in un ettaro di faggeta del nostro appennino:

piante legnose	274 tonn.
piante erbacee	1 tonn.
	275 autotrofi
grandi mammiferi	2,0 Kg.
piccoli mammiferi	5,0 Kg.
uccelli	1,3 Kg.
	8,3 Kg. eterotrofi
fauna del suolo	1 tonn.
batteri, alghe, funghi	15 tonn.
	16 tonn. decompositori

Occorrono quindi, in questo ecosistema naturale, ben 291 tonnellate di organismi autotrofi e decompositori per mantenere in vita 8,3 Kg. di organismi eterotrofi. Da questi conteggi e da queste analisi sono scaturite le linee del nostro operare per la reintroduzione di ungulati cioè di mammiferi nei nostri ecosistemi appenninici. Il che vuol dire, riferito ai grandi mammiferi che ogni 100 ettari di bosco, ad esempio, del nostro Appennino, possono ospitare, senza danni, per la loro copertura vegetale, 3 cervi, 8 caprioli, 2 daini, 1 cinghiale.

L'elemento, però, più caratteristico delle popolazioni animali viventi nel bosco è costituito dalla fauna del suolo (larve, lombrichi, insetti ecc.).

Ripetiamo che in media, per ogni ettaro di terreno boscato, (ad esempio, nel nostro Appennino) si possono raccogliere 40 tonnellate di humus e di lettiera di foglie morte ed in queste 40 tonnellate si trovano circa, come già abbiamo detto, 16 tonnellate di decompositori, di cui circa 600 chili di vermi di terra.

I prodotti del bosco possono essere distinti in legnosi e non legnosi. Fra i primi abbiamo combustibili e legname da lavoro e da opera, ai secondi appartengono le cortecce da concia, da tintoria, i frutti vari (castagne, mirtilli, fragole, faggiole ecc.), resina e trementina, funghi, tartufi, mangimi (erba da foraggio, foglie e frasca, ghiande e faggiole), lettiera, terra da giardino e per colture speciali, piante officinali e alimentari (asparagio, vischio, bella donna, digitale, lichene, tiglio, origano, assenzio, polipodio ecc.) e selvaggina varia (cervi, daini, caprioli, fagiani, beccacce, tordi ecc.).

Per quanto riguarda la produzione del legno, la quantità consumata in Italia è assai maggiore di quella prodotta. L'importazione di legname non accenna a diminuire. Secondo le rilevazioni dell'Istat, nel primo quadrimestre di quest'anno, sono stati spesi 50 miliardi di lire in più rispetto al corrispondente periodo del 1976 (176 miliardi contro 126).

Dalle più recenti rilevazioni, si ha l'impressione che il deficit della nostra bilancia commerciale per il settore del legno salirà ancora sensibilmente.

Nel 1976 il deficit raggiunge 797,8 miliardi, mentre il totale delle importazioni di prodotti legnosi, sfiorò 1000 miliardi di lire; per il 1980, per la sola industria trasformatrice del legno, si stima un fabbisogno di 30 milioni di mc. contro una produzione di appena 9 milioni di mc.

Nel 1977 il valore globale delle importazioni per legnami, paste per carta e carte da macero, paste chimiche e semichimiche, ha pesato sulle importazioni per oltre 1400 miliardi di lire, costituendo la terza voce passiva della nostra bilancia dei pagamenti, subito dopo il petrolio e la carne. (Bisogna tener presente, però, che una parte del materiale legnoso viene

esportata sottoforma di prodotti finiti). La questione forestale in Italia è caratterizzata da aspetti decisamente contradditori. Nonostante, da tempo, se ne stia discutendo in tutte le sedi competenti, le azioni non sono state pari alle aspettative per cui la situazione si è progressivamente aggravata tanto da divenire allarmante. Il problema ha dimensioni mondiali, ma è particolarmente sentito nei paesi della CEE, nell'ambito dei quali l'Italia soffre della situazione peggiore. La CEE dipende attualmente dalle importazioni per oltre la metà del suo fabbisogno di legno e di prodotti a base di legno. Tutti gli stati membri sono importatori netti e le importazioni totali annue ammontano ad oltre 10.000 miliardi lire.

Tenuto conto delle attuali politiche forestali nazionali, l'aumento della produzione di legno nella CEE è valutato a poco più dell'1% all'anno, nel corso dei prossimi vent'anni, mentre, se la tendenza attuale si manterrà la domanda aumenterà annualmente del 2 per cento. Questo netto incremento a lungo termine delle importazioni, potrà condurre a serie difficoltà sul mercato del legno, perchè quasi un terzo del mercato interessa la comunità. Per questo motivo a livello comunitario sono state promosse misure di politica forestale al fine di aumentare la produzione del legno.

Da quanto si è accennato appare, dunque, evidente a tutti quanto sia urgente e inderogabile procedere ad una forestazione che non abbia solo carattere di provvedimento per la conservazione dell'ambiente e come tale possa essere considerata un investimento improduttivo, ma che offre anche precisi vantaggi economici e sociali, compresi quelli della garanzia dei livelli occupazionali ad oltre 634.000 addetti al settore.

L'indice di boscosità, cioè il rapporto tra superficie boscata e superficie produttiva del nostro Paese risulta del 20,5 ed è tra i più bassi in Europa se si escludono Gran Bretagna 7,7, Paesi Bassi 8,1, e Belgio 19,5. Questo rapporto si discosta poco da quello rilevato nel 1870 (19,3) nonostante le modifiche territoriali verificatesi durante un secolo, e dimostra che il Paese non è mai riuscito ad attuare una concreta politica forestale.

Infatti, tra il 1870 e il 1910 sono stati distrutti circa 736.000 ettari di boschi, mentre l'incremento netto di superficie boscata tra il 1925 ed il 1948 è stato di appeno 77.000 ettari, cioè di 3348 ettari all'anno; va notato, però, che alla del secondo conflitto mondiale l'Italia ha dovuto cedere a Paesi stranieri 325.444 ettari di bosco e la superficie risultava ridotta a 5.622.000 ettari. Tra il 1948 e il 1972 l'area forestale ha raggiunto 6.129.000 ettari con un incremento annuo di 22.700 ettari. I rimboschimenti effettuati durante un secolo, valutabili in 600.000 ettari sono, quindi, riusciti soltanto a contenere le distruzioni e le perdite. Nè poteva essere altrimenti poichè il rimboschimento è stato sempre considerato un inter-

vento di carattere eccezionale e solo raramente investimento produttivo. Lo dimostra il confronto con altri Paesi, come ad esempio, con la Francia e con la Spagna nei quali sono stati rimboscati oltre un milione di ettari in questi ultimi 25 anni.

È necessario, dunque, che accanto al rimboschimento tradizionale con funzioni produttive, protettive, ricreative ed estetiche paesaggistiche sia dato l'avvio anche ad una politica di arboricoltura da legno, altamente specializzata ed intensiva, ecologicamente disciplinata e programmata secondo linee precise di intervento. Ciò proprio per risparmiare e conservare i boschi protettivi estetico-naturalistici. La carenza della materia prima, legno, inciderà sempre più negativamente sulla bilancia dei pagamenti anche perchè i principali paesi esportatori non sono più disposti ad esportare il grosso, ma solo i materiali lavorati o semilavorati. Comunque, per ottenere una completa autosufficienza dell'Italia, dal punto di vista legname e pasta da carta, occorrerebbe, per lo meno, rimboschire circa 1.300.000 ettari: 675.000 per la produzione di pasta cellulosica, per la carta (secondo le stime dell'Ente Nazionale cellulosa e carta) e 630.000 ettari per il legname da lavorare e da opera (secondo i calcoli della Federlegno). Secondo altri studi occorrerebbe rimboschire oltre 2 milioni di ettari; per la nostra Provincia più di 6.000 ettari.

Se un discorso a parte merita la riconversione e il recupero dei cedui e la gestione delle foreste esistenti, il problema dei rimboschimenti coinvolge notevolmente la politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente.

Non c'è dubbio infatti che massicci interventi di forestazione e rimboschimento a fini produttivi, pur se ottimali sotto il profilo economico, solleverebbero giuste perplessità in chi ha a cuore la qualità del paesaggio e l'equilibrio ecologico. Si sa infatti che i rimboschimenti di sole resinose e soltanto monospecifici pur se ad alta produttività, impoveriscono il suolo, non permettono una perfetta e completa formazione di sottobosco, sono facilmente preda di incendi, hanno una minore funzione antierosiva, hanno bisogno di trattamenti antiparassitari per la loro facile attaccabilità da parte di insetti nocivi, appaiono estranei al paesaggio per le loro linee geometriche e per la coetaneità degli individui, presentano una lettiera poco ricca di microorganismi, hanno una trascurabile funzione come rifugio e alimento di specie animali. Occorre perciò chiarire bene quali debbono essere i concetti guida per un progetto di riforestazione che investa gran parte del territorio appeninico. Se, come ci auguriamo, questi incontri avranno seguito sarà allora possibile trattare anche questo importantissimo argomento.

In breve, possiamo affermare che occorre distinguere tra i due concetti e le due finalità di rimboschimento, quello per così dire naturalistico,

con effetti positivi sulla regolazione delle acque, sulla difesa del suolo, sull'uso del tempo libero, sulla presenza di fauna e anche per la produzione di alcuni assortimenti mercantili, e quelle che definiremo di tipo propriamente produttivo in cui l'obiettivo è la produzione di biomassa utilizzabile direttamente da parte dell'uomo ed in cui le altre finalità, pur non rivestendo una massima importanza, non debbono però essere del tutto trascurate.

Si dovrà attuare una forestazione industriale, cioè un'arboricoltura da legno che tenga, però, conto anche dei fondamentali principi ecologici stazionali. Evidentemente, per quanto riguarda il rimboschimento di tipo naturalistico, vale sempre il principio del bosco misto, disetaneo, di specie indigene o introdotte naturalizzate, tenendo soprattutto presente la vocazione fitogeografica ed ecologica della zona in cui esso dovrà essere realizzato. Si utilizzeranno le stesse specie ancora presenti in zona, preoccupandoci della disetaneità degli esemplari, tenendo conto del sottobosco, favorendo l'evoluzione spontanea dei relitti esistenti, evitando allineamenti e geometrizzazioni. Evidentemente, fra l'estremo del bosco naturaliforme, provvisto di omeostasi colturale e capace di adempiere, ma in proporzioni diverse, le funzioni produttive, protettive, igienico-ricreative, venatorie e culturali, e l'estremo del popolamento monospecifico, coetaneo, privo di omeostasi, creato per produrre legno, esistono vari modelli intermedi.

Appare quasi superfluo illustrare, poi, le funzioni della foresta come realtà estetica, cioè come componente della bellezza del paesaggio, tanto appaiono evidenti.

Ci preme, qui, sottolineare che noi degradiamo i valori del paesaggio, ne compromettiamo l'autentica bellezza quando distruggiamo o rimuoviamo alberi, arbusti, boschi tradizionalmente o spontaneamente presenti in un determinato ambiente e li sostituiamo per malintesa ricerca del nuovo. Cancelliamo in questo modo quei caratteri distintivi originali che la vegetazione naturale o naturalizzata offre, conferendo una personalità e una bellezza inconfondibile a ciascuna zona del nostro appennino.

Nulla rispecchia più fedelmente del manto originario, l'autentica atmosfera dei luoghi, le loro condizioni generali di vita, i costumi stessi delle popolazioni.

Le foreste sono testimoni silenziosi del nostro passato e della nostra civiltà, espressione di una storia assai precedente a quella dell'uomo, ma che ne condiziona ancora la vita. Se scompare il fondale più appariscente, più distintivo, tendono a scomparire tutte le altre forme che danno alla scena una particolare attrattiva.

Le funzioni della foresta, come realtà estetica, assumono, poi, un notevole valore nei riguardi del turismo e di quelle attività ricreative che, dalla presenza di un bosco in buono stato di conservazione, traggono ragione di essere. La superficie boschiva interessata da attività variamente ricreative e turistiche era nel 1972 pari all'11,3% in Emilia Romagna. Tale cifra ha subito negli ultimi anni cospicui incrementi grazie all'aumentata disponibilità di tempo libero, alla maggior mobilità delle masse, alla sempre crescente domanda di aree naturali da parte di una popolazione che va diventando urbana nella sua percentuale maggiore. Il turismo è una fonte di reddito per le popolazioni montane ed è perciò una delle risorse per impedirne l'esodo e per conservare alle nostre foreste, ai nostri monti, la presenza protettiva dell'uomo.

Abbiamo cercato, brevemente, di illustrare la realtà produttiva, estetica e naturalistica delle foreste, per far conoscere questi beni naturali, culturali nelle loro essenze globali, nelle loro strutture elementari, nella loro storia, nelle loro ipotesi di uso futuro per stabilire fin d'ora nuovi, prudenti limiti ai tipi attuali di utilizzazione e ai comportamenti di coloro che disordinatamente li assalgono.

BIBLIOGRAFIA

Di Fenizio F., Le leggi dell'economia, Milano, 1958.

Fabbri F., La montagna vuole vivere, Parma, 1975.

Ferrari G., Dell'Agnola G., Indagine pedologica sui pascoli montani, Padova, 1959-1960.

Medici G., Lezioni di Politica economica, Bologna, 1967.

Minghelli F., Bacino del fiume Secchia, Modena, 1972.

Minghelli F., La forestazione e la difesa del suolo, in « Assemblea delle consulte agrarie comprensoriali », Modena, 1975.

Pareto V., Manuale di economia politica, Milano, 1906.

Patrone G., Economia forestale, Firenze, 1970.

Roll E., Storia del pensiero economico, Torino, 1962.

Susmel A., Problemi di ecologia applicata, Padova, 1973.

Tonelli A., L'appennino modenese, Rocca S. Cassiano, 1895.

COMUNICAZIONI

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 1-14

Marco Piccardi
Istituto di Antropologia della Università di Firenze

VARIAZIONI MORFOLOGICHE DEL NEUROCRANIO IN RELAZIONE ALLA LATITUDINE

RIASSUNTO

Alcuni aspetti della morfologia neurocranica sono stati studiati in popolazioni di diverso habitat geografico.

Sono risultate interessanti relazioni fra morfologie craniche e latitudini di habitat. Tali relazioni sono confermate dall'analisi statistica. Si è notato, in particolare, una morfologia propria delle basse latitudini (equatoriali), e una propria delle alte latitudini (dei due emisferi). Le variazioni riguardano alcuni angoli relativi al clivus (ephippion-basion) e i rapporti fra le altezze al bregma (auricolobregmatica e basilobregmatica).

SUMMARY

Some aspects of neurocranial morphology have been studied in specimens of populations at various geographical habitats.

Interesting relations have resulted between cranial morphologies and geographical latitudes; they have been confirmed by statistical analysis. We have noticed, in particular, a morphology caracteristic of low (equatorial), another of high latitudes of two hemispheres. The variations concern some angles relative to « clivus » and the ratios between both bregma-heights (auricolobregmatic and basilo-bregmatic).

Studiando il comportamento delle morfologie craniche in popolazioni di differente localizzazione geografica, si ritiene opportuno osservare la posizione di alcuni punti della base in relazione a quelli del rimanente neurocranio. Infatti mentre lo splancno-cranio presenta le peculiarità morfologiche e craniometriche proprie dei vari raggruppamenti razziali e quindi più strettamente legate all'ereditarietà genetica, il neurocranio sembra in gran parte risentire di alcune influenze ambientali indipendenti dalla razza di appartenenza.

Materiali e metodi.

L'andamento e l'inclinazione del clivus vengono presi come termine di riferimento in quanto proprio in questa parte del cranio si riscontrerebbero, e più marcatamente, alcune delle differenze morfologiche probabilmente connesse a qualche fattore ambientale.

Essendo stato altre volte studiato il profilo mediano sagittale del neurocranio in relazione con la latitudine di provenienza di determinati gruppi umani (P. Messeri 1962, 1972-73, 1974; Piccardi 1978), soprattutto per quanto riguarda la parte esterna del profilo stesso, si ritiene ora opportuno iniziare anche lo studio di quella porzione di cranio che rimane nascosta alla craniologia esterna.

Ci si è serviti perciò di 245 radiografie in norma laterale di crani, sia secchi che di viventi, appartenenti a popolazioni provenienti sia dall'emisfero australe che da quello boreale.

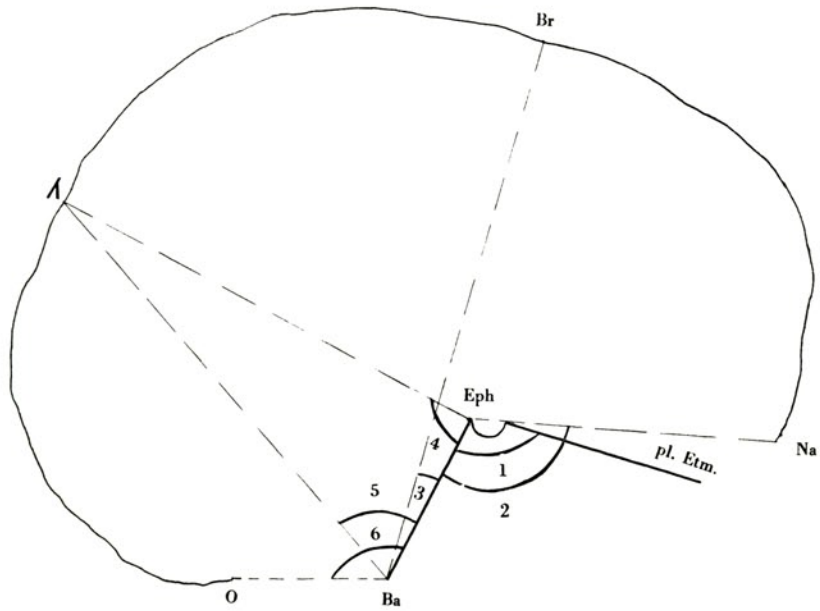


Tavola 1. Contorno neurocranico sagittale mediano rilevato su una radiografia. Sono indicati gli angoli studiati:

1) basion-ephippion-piano etmoidale;
2) basion-ephippion-nasion;
3) ephippion-basion-bregma;
4) basion-ephippion-lambda;
5) ephippion-basion-lambda;
6) ephippion-basion-opistion.

Da ciascuna radiografia sono stati rilevati graficamente: il basion, l'opistion, il lambda, il bregma, il naison, l'ephippion (punto mediano sagittale del dorso della sella turcica) e il piano etmoidale, su di un profilo sagittale mediano riportato su un foglio. (tav. 1). Si sono quindi misurati i seguenti sei angoli: 1) *basion-ephippion-piano etmoidale* (che assai da vicino riflette l'angolo sfenoidale-clivus di Landzert - n° 36a in Martin-Saller); 2) *basion-ephippion-nasion*; 3) *ephippion-basion-bregma*; 4) *basion-ephippion-lambda*; 5) *ephippion-basion-lambda*; 6) *ephippion-basion-opistion* (di questa misura si è purtroppo potuto effettuare un minor numero di rilevamenti data la difficoltà di riconoscere l'opistion nelle radiografie, dove questo non era stato preventivamente indicato con un pallino di piombo). Si sono volute cioè studiare alcune caratteristiche della porzione antero-inferiore del cranio neurale (*clivus, sella turcica, piano etmoidale*) mettendole anche in relazione con alcuni dei punti craniometrici principali situati sulla volta, per comprendere i rapporti della base con le altre parti della sezione sagittale mediana neurocranica.

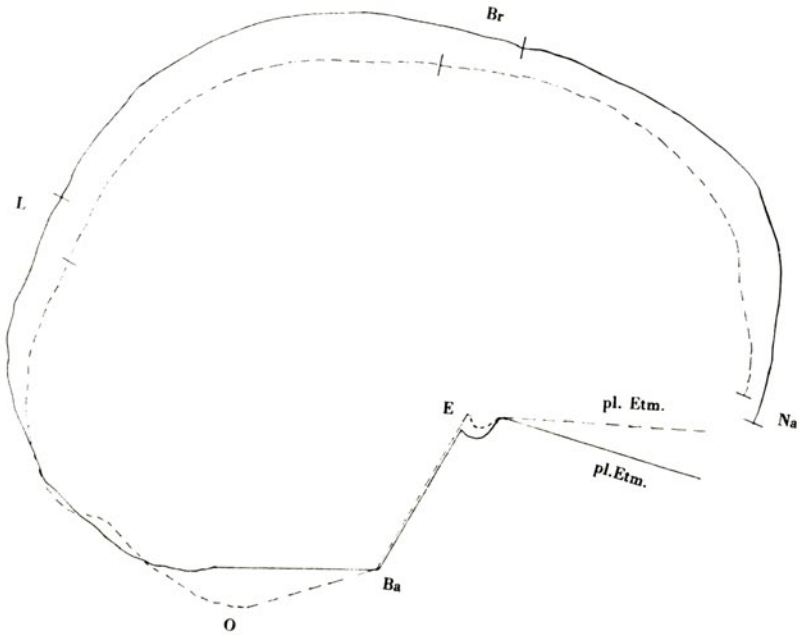


Tavola 2. Contorno neurocranico sagittale mediano a latitudini estreme fra loro (equatoriali e polari)
———— basse latitudini
- - - - - - - - - - - - - - - alte latitudini

Si è cercato nei limiti imposti dal materiale disponibile, di osservare campioni provenienti dalle zone più disparate dell'intero ecumene, e appartenenti ai più diversi tipi umani per aver modo di discernere le particolarità di origine puramente razziale da quelle invece connesse con l'habitat latitudinario.

Il materiale radiografico utilizzato per questo studio è stato gentilmente messo a disposizione parte dal prof. Piero Messeri, parte dal prof. Quinzio Milanesi. Si tratta di radiografie di crani tratti dalle collezioni del Museo Nazionale di Antropologia di Firenze. A questi si aggiunge un gruppo di radiografie di Fiorentini dell'archivio dell'istituto di Radiologia dell'Università degli Studi di Firenze; in questo ultimo caso si tratta di individui viventi, adulti, sani.

Sono, come si è detto, 245 individui di cui 171 ♂ e 74 ♀ che appartengono a 27 popolazioni antropologicamente diverse.

I gruppi etnci utilizzati per questo studio sono riportati qui sotto, ordinati secondo la latitudine crescente dall'equatore sia verso Nord che verso Sud (per i campioni provenienti dalle collezioni del Museo Nazionale di Antropologia si indicano anche i numeri di catalogo).

n. 21 Nias (11 ♂ , 10 ♀) (Coll. da 3827 a 3848) *3° Nord*
n. 3 Africa Centrale (1 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 2430 a 2432) *5° Nord*
n. 7 Somali (5 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 4583 a 5275) *5°/10° Nord*
n. 19 Papua (11 ♂ , 8 ♀) (Coll. da 2643 a 4977) *8° Sud*
n. 4 Denca (3 ♂ , 1 ♀) (Coll. da 655 a 658) *7°/11° Nord*
n. 11 Abissini (5 ♂ 6 ♀) (Coll. da 3881 a 5734) *10°/15° Nord*
n. 1 Cunama (1 ♀) (n° di coll. 5251) *14° Nord*
n. 18 Mozambicesi (18 ♂) (Coll. da 5599 a 5619) *19° Sud*
n. 4 Libici (1 ♂ , 3 ♀) (Coll. da 3756 a 3764) *28° Nord*
n. 2 Guanci (1 ♂ , 1 ♀) (n. di coll. 2734, 3744) *28° 30′ Nord*
n. 6 Siracusani (5 ♂ , 1 ♀) (Coll. da 4828 a 4843) *37° Nord*
n. 36 Sardi (32 ♂ , 4 ♀) (Coll. da 1502 a 1537) *39° 30′ Nord*
n. 30 Fiorentini (19 ♂ , 11 ♀) *43° 50′ Nord*
n. 1 Irochese (1 ♂) (n° di coll. 4384) *45° Nord*
n. 10 Calmucchi (8 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 3348 a 3768) *46° 30′ Nord*
n. 1 di Astrakan (1 ♂) (n° di coll. 3770) *46° 30′ Nord*
n. 10 Francesi (10 ♂) (Coll. da 1935 a 2539) *44° 30′/49° Nord*
n. 1 Alsaziana (1 ♀) (n° di coll. 1858) *48° 30′ Nord*
n. 12 Fuegini (8 ♂ , 4 ♀) (Coll. da 3115 a 3132) *53° Sud*
n. 3 Haida (2 ♂ , 1 ♀) (Coll. da 4609 a 4611) *53° Nord*
n. 4 Svedesi (2 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 1835 a 1838) *56°/68° Nord*
n. 25 Ostiacchi (17 ♂ , 8 ♀) (Coll. da 2722 a 2752) *62° 30′ Nord*
n. 7 Norvegesi (5 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 2609 a 3596) *59°/70° Nord*
n. 1 Alaska (1 ♀) (n. di coll. 4166) *65° Nord*
n. 6 Lapponi (4 ♂ , 2 ♀) (Coll. da 2598 a 2629) *68° Nord*
n. 2 Eschimesi (1 ♂ , 1 ♀) (n. di coll. 1830, 3862) *69° Nord.*

Risultati dello studio.

Dall'osservazione complessiva dei valori angolari misurati si è notato che alcuni di essi, in particolare quelli dei tre angoli 1) *basion-ephippion-piano etmoidale*, 6) *ephippion-basion-opistion*, 3) *ephippion-basion-bregma*, mostrano di variare, sia pur in maniera lieve, in relazione all'habitat latitudinario dei popoli situati in vicinanza o in lontananza dall'equatore: nel senso che le popolazioni situate in vicinanza dell'equatore presentano aperture angolari inferiori a quelle degli altri (tav. 2).

Per avere un visione più chiara di questo, considerando anche la non troppo forte consistenza numerica del materiale disponibile, si è ritenuto opportuno riunire i campioni osservati in tre grandi gruppi: il primo comprendente le popolazioni localizzate entro 23°; il secondo formato dalle popolazioni situate tra 24° e 44°; il terzo gruppo invece da quelle oltre i 44° dall'equatore (1). In ciascun gruppo sono contenute popolazioni appartenenti ai due emisferi ma con valori di latitudine comuni, per controllare se le modificazioni sono indotte da un sospettato agente legato soprattutto alla latitudine, indipendentemente dal senso boreale o australe della variazione latitudinaria.

Le medie così ottenute (tab. I) confermano la prima impressione, infatti gli angoli 1) *basion-ephippion-piano etmoidale*, 3) *ephippion-basion-bregma*, 6) *ephippion-basion-opistion* risultano più ampi nelle popolazioni lontane dall'equatore, indipendentemente dalla loro situazione nell'emisfero australe o boreale.

Anche l'angolo 2) *basion-ephippion-nasion* risulta più grande nei popoli lontani dall'equatore, così come i valori degli angoli 4) *basion-ephippion-lambda* e 5) *ephippion-basion-lambda*. Verrebbe così evidenziata una posizione del lambda più « bassa » (nel piano mediano sagittale) nei popoli più lontani dall'equatore; ma, come vedremo, questo non è confermato in modo evidente dall'analisi statistica (anche se per i valori dell'angolo 4) basion-ephippion lambda ci si avvicina molto alla significatività, senza però raggiungerla).

Si è dunque voluto verificare statisticamente la significatività dei risultati raggiunti. Una volta constatata la normalità della distribuzione dei valori campionati, ci si è serviti del consueto test « t » di Student per controllare specialmente quelle medie che si differenziano apprezzabilmente fra un gruppo e l'altro.

---

(1) Pur dividendo l'ecumene in 3 fasce distanziate dall'equatore a latitudini praticamente corrispondenti ci si è dovuti talvolta adattare, nel delimitarle, all'effettiva dislocazione delle popolazioni utilizzate come campioni.

TAB. I - Valori angolari medi relativi a tutto il materiale raccolto in materiale raccolto in popolazioni situate: a *alte latitudini = A; medie = M; basse = B.*

	Angolo Etm. Eph. Ba.	Angolo Ba. Eph. Na.	Angolo Br. Ba. Eph.	Angolo Ba. Eph. L.	Angolo Eph. Ba. L.	Angolo Eph. Ba. O.
A Media	112°,6	124°,1	20°,8	83°,1	75°	123°,5
M Media	113°,3	119°,9	18°,4	84°	73°,7	122°,8
B Media	109°,5	122°,9	19°,3	85°	73°,4	118°3

TAB. II (a) - Confronti statistici fra i valori delle medie angolari delle popolazioni abitanti ad A e B latitudini.

		Angolo Etm. Eph. Ba.	Angolo Ba. Eph. Na.	Angolo Br. Ba. Eph.	Angolo Ba. Eph. L.	Angolo Eph. Ba. L.	Angolo Eph. Ba. O.
A	n°	82	81	77	75	73	18
	Media	112°,6	124°,1	20°,8	83°,1	75°	123°,5
B	n°	84	80	78	77	78	34
	Media	109°,5	122°,9	19°,3	85°	73°,4	118°,3
	t	2,7197	1,452	2,2087	1,8972	1,4688	2,693
	P	P = 0,01	0,2>P>0,1	0,05>P>0,02	0,1>P>0,05	0,2>P>0,1	P=0,01
		* * *		* *			* * *
	F	6,8766					
	P	P < 0,01					
		* *					

TAB. II (b) - Confronti statistici fra i valori delle medie angolari delle popolazioni abitanti a M e B latitudini.

		Angolo Etm. Eph. Ba.	Angolo Ba. Eph. Na.	Angolo Br. Ba. Eph.	Angolo Ba. Eph. L.	Angolo Eph. Ba. L.	Angolo Eph. Ba. O.
M	n°	79	78	78	74	74	30
	Media	113°,3	119°,9	18°,4	84°	73°,7	122°,8
B	n°	84	80	78	77	78	34
	Media	109°,5	122°,9	19°,3	85°	73°,4	118°,3
	t	3,1599	2,7162	1,2044	0,9712		2,5942
	P	P < 0,01	P = 0,01	0,3 > P > 0,2	0,4 > P > 0,3		P = 0,01
		* * *	* * *				* * *

TAB. II (c) - Confronti statistici fra i valori delle medie angolari delle popolazioni abitanti a M e A latitudini.

		Angolo Etm. Eph. Ba.	Angolo Ba. Eph. Na.	Angolo Br. Ba. Eph.	Angolo Ba. Eph. L.	Angolo Eph. Ba. L.	Angolo Eph. Ba. O.
M	n°	79	78	78	74	74	30
	Media	113°,3	119°,9	18°,4	84°	73°,7	122°,8
A	n°	82	81	77	75	73	18
	Media	112°,6	124°,1	20°,8	83°,1	75°	123°,5
	t	0,583	4,3272	3,2949	0,9345	1,2555	0,3584
	P	0,6 > P > 0,5	P < 0,01	P < 0,01	0,4 > P > 0,3	0,3 > P > 0,2	0,8 > P > 0,7
			* * *	* * *			

L'indagine statistica (tab. II a, b, c) ci conferma l'esistenza di due morfologie estreme, che potrebbero convenzionalmente indicarsi come « equatoriale » e « polare », ben distinte (si notino le forti significatività risultanti nel valore dei tre angoli prima descritti - quasi sempre $\leq 0{,}01$ -).

Le popolazioni delle latitudini intermedie presentano invece valori statisticamente simili a quelli delle popolazioni più vicine ai poli terrestri per gli angoli 1) *basion-ephippion-piano etmoidale*, 6) *ephippion-basion-opistion*; mentre per l'angolo 2) *ephippion-basion-bregma* esse sono simili ai valori delle regioni equatoriali, e per l'angolo 2)*basion-ephippion-nasion* presentano un'apertura inferiore agli altri due gruppi.

Come si è già accennato le misure relative al lambda (*basion-ephippion-lambda, ephippion-basion-lambda*) non risultano significativamente differenti nei confronti delle diverse latitudini.

Si è voluto infine saggiare, dato l'interesse della misura, l'angolo *basion-ephippion-piano etmoidale*, anche con l'analisi della varianza, fra i gruppi estremi ottenendo un risultato, conformemente a quanto si è detto, più che positivo. Queste caratteristiche sembrano altresì essere svincolate da relazioni con parametri antropologici classici. Ad esempio, per ciò che riguarda l'indice celafico si sono potuti riunire nei gruppi distinti statisticamente sia brachicefali sia dolicocefali.

Al fine di rendere più evidenti i motivi che concorrono al manifestarsi delle differenze angolari si presentano alcuni risultati di misurazione relative ai rapporti esistenti fra le *altezze basilo-bregmatica* e *auricolo-bregmatica*. L'aumentare con la latitudine dell'angolo 6) *ephippion-basion-opistion* indicherebbe che, essendo il cranio poggiato, tramite i condili, su un perno centrale rigido costituito dalla colonna vertebrale, il tratto basion-ephippion tende a divenire orizzontale. Lateralmente al forame magno la base cranica è libera e senza punti d'appoggio, d'onde la possibilità di avere variazioni nei rapporti fra l'altezza basilo-bregmatica e quella auricolo-bregmatica a seconda che i condili risultino più o meno infossati nel neurocronio. È infatti la parte inferiore del cranio neurale, al di sotto dei porion, che risente maggiormente delle variazioni di altezza (Sera 1915). Si sono perciò studiate le variazioni dei rapporti percentuali fra le due altezze prima menzionate con un apposito indice. Si è anche cercato di avere un'informazione sulle modificazioni che si hanno. al variare della latitudine, nelle parti laterali del neurocranio e per questo si è studiato il rapporto percentuale istituito fra l'altezza basilo-bregmatica e la misura, presa con un centrimetro flessibile di tela, del percorso curvilineo *basion-bregma-basion*. Ne deriva un secondo indice che segnala variazioni quantitative all'aumentare o al diminuire dell'altezza del cranio. Le misure sono state

prese su 210 crani conservati nel Museo Nazionale di Antropologia di Firenze. Questi sono stati divisi in tre gruppi appartenenti alle solite fasce comprendenti gli stessi gradi di latitudine sia a Nord che a Sud dell'equatore: e precisamente 70 crani di popoli situati oltre i 44° (10 Norvegesi, 10 Samoiedi, 10 Ostiacchi, 10 Fuegini, 10 Francesi, 10 Austriaci, 10 Calmucchi); 40 di popoli abitanti tra 23° e 44° (10 Neozelandesi, 10 Siciliani, 10 Australiani del Nuovo Galles del Sud e 10 Libici); infine 100 provenienti da località a latitudine inferiore ai 23° (10 Sipora, 10 Nias, 10 Melanesiani dell'Arcipelago di Bismarck, 20 Papua, 10 Somali, 10 Etiopici, 10 Indiani, 10 Siamesi, 10 Mozambicesi). Le medie, sempre previo controllo della normalità delle distribuzioni, sono state confrontate statisticamente (t di Student) tra loro. È risultato che (tab. III; IV a, b, c) per il primo indice 1) c'è una differenza statistica, $P < 0{,}01$, nelle medie tra i popoli delle alte latitudini rispetto a quelli delle altre due fasce (1), che indica una minor differenza percentuale fra altezza auricolo-bregmatica e altezza basilo-bregmatica, infatti l'indice ha valore più alto. Il fatto che diminuisce la differenza fra le due altezze negli abitanti ad alte latitudini, spiega che il cranio è come « acquattato » sui condili maggiormente di quanto avviene negli altri due gruppi di popolazioni.

Il secondo indice 2) si mostra differenziato significativamente, $P < 0.01$, fra le tre fasce di latitudini, nel senso che diminuisce all'aumentare della latitudine; questo significa che l'altezza basilo-bregmatica risulta proporzionalmente più piccola rispetto al percorso basion-brema-basion, quando ci si allontana dall'equatore. Si avrebbe cioè una compensazione della diminuzione dell'altezza del cranio per mezzo dello sviluppo laterale del neurocranio, come dimostra la misura circonferenziale nel piano frontale a livello dei porion, il che può essere collegato con quanto affermato a suo tempo dal Sera (1911), che aveva notato addirittura un aumento della capacità cranica nei crani bassi rispetto agli alti.

Conclusioni.

I risultati di questo studio permettono di affermare l'esistenza di qualche connessione tra morfologia cranica e latitudini di habitat nei due emi-

---

(1) l'indice 1) $= \dfrac{\text{distanza auricolo bregmatica}}{\text{basilo bregmatica}} \times 100 =$ indice quando è in % l'altezza auricolobregmatica rispetto alla basilobregmatica.

L'indice 2) $= \dfrac{\text{distanza basilo bregmatica}}{\text{contorno basion-bregma-basion}} \times 100 =$ indice quando è in % l'altezza basilo-bregmatica rispetto alla lunghezza del contorno basion-bregma-basion.

	(1) distanza auricolo bregmatica / basilo bregmatica × 100	(2) distanza contorno basion-bregma-basion / basilo bregmatica × 100
A Media	86,8	29,4
M Media	84,7	30,6
B Media	84,5	31,1

TAB. III - Rapporti percentuali medi — indici (1) e (2) — relativi a tutto il materiale raccolto in popolazioni situate ad alte latitudini = A; basse = B; medie = M.

		(1)	(2)
A	n°	70	70
	Media	86,8	29,4
B	n°	100	100
	Media	84,5	31,1
	t	5,7934	12,314
	P	P < 0,01 * * *	P < 0,01 * * *

TAB. IV (a) - Confronti statistici fra le medie dei rapporti percentuali — indici (1) e (2) — delle popolazioni abitanti a latitudini A e B.

		(1)	(2)
M	n°	40	40
	Media	84,7	30,6
B	n°	100	100
	Media	84,5	31,1
	t	0,3276	2,8712
	P	0,8>P>0,7	P < 0,01 * * *

TAB. IV (b) - Confronti statistici fra le medie dei rapporti percentuali — indici (1) e (2) — delle popolazioni abitanti a M e B latitudini.

		(1)	(2)
M	n°	40	40
	Media	84,7	30,6
A	n°	70	70
	Media	86,8	29,4
	t	4,0534	7,0044
	P	P < 0,01	P < 0,01
		* * *	* * *

TAB. IV (c) - Confronti statistici fra i rapporti percentuali medi — indici (1) e (2) — delle popolazioni abitanti a M e B latitudini.

sferi rivelata dalla differenza nel valore di alcuni angoli intracranici, più aperti ad alte latitudini, e più chiusi alle piccole, per cui rispettivamente e convenzionalmente si è potuto distinguere « morfologie polari » e « morfologie equatoriali ».

Il gruppo di popolazioni, localizzato nelle fasce di habitat intermedie alle due estreme suddette, presenta una morfologia non ben caratterizzata, ma che comporta spesso elementi delle altre due. È pensabile che sia dovuto, oltre che alla effettiva situazione di habitat intermedio, ai certo frequenti contatti che queste popolazioni hanno avuto con i popoli dimoranti in ambedue le fasce contigue. Oltre a ciò sono avvenute migrazioni di popoli in un passato ancora non molto lontano che possono aver consentito l'incontro di razze diverse con la successiva selezione di razze metamorfiche che considerate insieme alle altre contribuiscono al riemergere nella statistica di quei caratteri propri dei gruppi dimoranti a latitudini estreme, piccole o grandi

Per quanto riguarda le morfologie delle zone estreme si nota che nei gruppi ad alte latitudini si hanno risultati che si accordano con quanto rilevato negli studi precedenti già citati. Infatti si vede che i crani propri di alte latitudini presentano un profilo neurocranico anteriore più schiacciato e arretrato, e tutto il neurocranio complessivamente ruotato indietro e verso il basso rispetto ai crani propri di basse latitudini. E se si osserva l'andamento della spezzata costituita dai segmenti *opistion-basion*, *basion-ephippion* e dal *piano etmoidale* si nota che nei crani appartenenti a popolazioni lontane dall'equatore è più prossima alla linea retta che non negli altri, come se tale raddrizzamento fosse dovuto a una forza (con applicazione soprattutto nella porzione basilo-occipitale), che abbia costretto gli angoli *opistion-basion-ephippion* e *basion-ephippion-piano etmoidale* ad

aprirsi maggiormente. Quindi, sia dallo studio di questa porzione di cranio circostante la sella turcica e il foro occipitale, sia dall'osservazione del restante neurocranio, si ha l'impressione come se le morfologie craniche delle popolazioni con habitat a più forte latitudine siano state plasmate da una forza che abbia « tirato » i profili verso il basso, costringendo buona parte degli angoli misurati ad aprirsi maggiormente.

Come si è visto è stato possibile anche rilevare che nelle popolazioni con habitat ad alte altitudini i crani mostrano un « appiattimento » intorno all'appoggio sulla colonna vertebrale, dimostrato da una diminuzione proporzionale di altezza basilo-bregmatica, oltre a un maggiore sviluppo delle parti laterali del cranio.

Sarà comunque opportuno, a questo proposito, verificare i rapporti esistenti fra altezza totale del cranio e altezza auricolo-verticale che non dovrebbe risentire, come le altezze relative al bregma, degli spostamenti di questo in avanti o indietro sul piano mediano sagittale.

C'è da chiedersi a questo punto quale possa essere il fattore ambientale, fra i tanti, che vari costantemente con la latitudine.

È da escludere in ogni caso che le modificazioni riscontrate siano imputabili a deformazione artificiale intenzionale del cranio, poichè si sono esaminati accuratamente i crani, escludendo quelli sospetti. In effetti per qualche caratteristica si possono riscontrare morfologie che, molto alla lontana, possono ricordare qualche tipo di deformazione artificiale. Ad esempio l'arretramento del bregma trovato negli abitanti a forti altitudini avviene anche nella deformazione iniaca, ma con maggiore intensità; oltre a ciò non siamo a conoscenza di quanto avviene all'interno del neurocranio dei soggetti deformati.

Sembrerebbe accettabile — a spiegazione dei fenomeni osservati — l'ipotesi di P. Messeri della possibile implicazione della forza di gravità.

In effetti l'attrazione terrestre aumenta dall'equatore ai poli, passando da 9,78 m/s^2 a 9,832 m/s^2; se si considera poi che tutto il peso del cranio si scarica nella zona circostante il foro occipitale mediante i condili occipitali, non meraviglia che a causa della forza di gravità e quindi del peso dell'encefalo e del cranio osseo possa verificarsi l'effetto prima considerato.

Non va d'altra parte trascurata che già in passato Sera (1920) aveva attribuito particolari morfologie craniche (con alcune caratteristiche simili a quelle qui notate) all'effetto del peso dell'encefalo su un materiale osseo meno resistente e più plasmabile quale si verifica nel rachitismo. Un controllo effettuato sul materiale usato a suo tempo dal Sera ha rilevato che fra i suoi campioni, considerati come « ipofisiologici » e « patologici »,

ne figurano di completamente sani. Essi presentano però le caratteristiche prima esposte. Oltre al rachitismo anche l'osteomalacia potrebbe portare allo stesso effetto, ma si è già detto che è stato escluso accuratamente il materiale patologico. Anche una diversa età di ossificazione delle suture craniche può aver influito nel determinismo delle diversità morfologiche riscontrate, e certamente anche essa può subire notevoli influenze ambientali essendo strettamente legata alla maturità sessuale, il cui manifestarsi è sensibilmente condizionato dagli stimoli esterni.

Si può sempre presumere che una minore presenza di raggi ultravioletti ritardi l'ossificazione o mantenga comunque più a lungo il materiale osseo in condizioni di maggiore plasmabilità, pur in condizioni assolutamente non patologiche, favorendo così l'azione di per sè già notevole alle latitudini più alte della forza di gravità. Infatti i raggi ultravioletti giungono sulla terra con minore intensità alle alte latitudini che alle basse.

Queste, tra le ipotesi possibili, ci sembrano le più accettabili.

BIBLIOGRAFIA

MARTIN R. e SALLER K., 1957, 1966, *Lehrbuch der Anthropologie*, Fischer, Stuttgart.

MESSERI P., 1962, *Influenze geografiche sulla morfologia cranica dei campioni attuali e preistorici*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *92*, 393-402.

MESSERI P., 1972-73, *Variazioni del profilo sagittale mediano del cranio umano. Parte I. Occipitale (Variazioni ontogenetiche)*, « Rivista di Antropologia », Roma, *57*, 243-54.

MESSERI P., 1974, *Variazioni del profilo mediano sagittale del cranio umano. Parte II. Occipitale (Variazioni antropologiche)*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *104*, 227-43.

PICCARDI M., 1978, *Studio morfologico del profilo mediano sagittale del cranio in popolazioni di varia provenienza geografica* « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, CVIII, 333-356.

SERA G.L., 1911, *D'un rapporto anomalo della capacità con l'altezza del cranio*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia » Firenze, *XLI*, 459.

SERA G.L., 1915, *L'altezza sopraauricolare, la sua tecnica e la valutazione dei due indici ad essa relativi*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *XLV*, 180-99.

OPERE CONSIGLIATE

AGENO M., 1972, *Elementi di Fisica*, Boringhieri, Torino.

MESSERI P., 1961, *Contributo alla conoscenza sulle vie di espansione della razza mediterranea*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *91*, 45-58.

MESSERI P., 1966, *Une theorie sur la morphogenèse du crane humain*, « L'Anthropologie », Paris, T. 70, n. 3-4.

MILANESI Q., 1962, *Differenze sessuali sul piano mediano sagittale del neurocranio*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », *92*, 235-47.

PARDINI E., 1947, *I calvari del Cuzco*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *104*, 113-178.

SERA G.L., 1909, *Nuove osservazioni e induzioni sul cranio di Gibraltar*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *IXL*, 151-212..

SERA G.L., 1910, *Sul significato della platicefalia con speciale considerazione della razza di Neanderthal*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *XL*, 381-442.

SERA G.L., 1911, *Sul significato della platicefalia con speciale considerazione della razza di Neanderthal*, « Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia », Firenze, *XLI*, 40-82.

SERA G.L., 1920, *Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane*, « Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali di Milano », Milano, *XX*, f. II, 167-261.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 15-22

G. Aprilesi, M. Menziani, S. Pugnaghi, M. R. Rivasi,
G. Saltini, R. Santangelo
Istituto di Fisica e Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena

PRIME ESPERIENZE DI MISURE IN CONTINUA MEDIANTE SENSORI METEOROLOGICI

ABSTRACT

Meteorological data measured every 6 minutes were analyzed with the aim of retaining only significant parameters extracted from the data. The data have been approximated by a Fourier expansion having as fundamental period one day. The Fourier functions, however, have been implemented by another orthogonal fuction. The trend represents in the easiest way the overall increase or decrease of the data during the day.

RIASSUNTO

Allo scopo di conservare solamente i parametri significativi, sono stati analizzati dati meteoroligici ripresi ogni 6 minuti. I dati sono stati approssimati da uno sviluppo in serie di Fourier che ha come periodo fondamentale 1 giorno. Ad esso è stata aggiunta una funzione lineare ortogonale (trend) che rappresenta, nel modo più semplice, l'incremento o decremento dei dati durante il giorno.

Programma di gestione.

È in funzione presso l'Osservatorio Geofisico della Università di Modena un programma di ripresa di dati meteorologici in continua ed in tempo reale con un sistema dotato di unità disco. I dati vengono attualmente ripresi ogni 6′ ottenendo così a fine giornata 240 valori per ogni grandezza misurata. La scelta di questo intervallo di tempo tra una ripresa e l'altra è determinata da esigenze diverse, quali la possibilità di cambiare

le cartucce mobili senza interrompere la ripresa, la necessità di non avere per ogni giornata enormi quantità di dati ed infine di tenere conto delle caratteristiche tecniche dei sensori la cui inerzia, unita alla stabilità del tempo, ci porterebbe ad avere dati altamente correlati se venissero raccolti ad intervalli di tempo molto più piccoli di quello scelto.

Per ora vengono trattate dal programma le grandezze continue e vengono calcolati il valore medio sui 240 dati, il minimo, il massimo e il valore medio secondo le norme O.M.M.

Ogni volta che viene fatta una misura il programma esegue un controllo dell'affidabilità dei sensori ed inoltre viene fatto un controllo sul dato paragonandolo con quello precedente. Nel caso di rotture vengono stampati messaggi per l'operatore.

I dati vengono convertiti da tensione all'unità di misura della grandezza cui corrispondono e vengono poi memorizzati su disco in files giornalieri.

Questi files possono, a volte, non essere completi poichè non è ancora stato possibile eseguire, per motivi tecnici, una routine per il rientro in funzione automatico del programma in caso di caduta di tensione.

Elaborazione dei dati.

I dati raccolti sono in numero piuttosto elevato; abbiamo quindi la necessità di compattarli senza perdere l'informazione.

A questo scopo i dati vengono approssimati con uno sviluppo in serie di Fourier con periodo fondamentale uguale ad un giorno cui è stata aggiunta una funzione che ha la caratteristica di essere ortogonale alle altre funzioni e che è data da:

$$f(t) = t - \frac{T}{2} + \frac{T}{\pi} \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{n} \sin \frac{2\pi t}{T/n}$$

dove T è il periodo fondamentale dello sviluppo in serie (un giorno),

N è l'ordine dell'armonica a cui ci si è fermati nello sviluppo in serie.

Questa funzione ci dà l'informazione sulla variabilità dei dati a lungo termine cioè sull'aumento o decremento dei dati durante il giorno, cosa che lo sviluppo in serie di Fourier ci permetterebbe di fare solo con un numero molto più elevato di parametri.

Come si può vedere dalle Figg. 1 e 2 il tipo di sviluppo scelto dà risultati soddisfacenti anche nel caso di giornate in cui si ha una notevole variazione tra i dati raccolti all'inizio delle 24 ore e quelli raccolti alla fine.

Come ci si poteva aspettare i dati sono risultati essere correlati e possiamo affermare che, per un ritardo fino a circa 30', l'andamento è approssimativamente markoviano; l'autocorrelazione è infatti ben approssimata da una singola esponenziale decrescente.

Poichè un processo markoviano stazionario corrisponde ad un processo autoregressivo del I° ordine possiamo scrivere che:

$$R(t_i) = \Phi R(t_{i-1}) + a(t_i)$$

dove $R(t_i)$ è il residuo al tempo t_i

$a(t_i)$ è una funzione stocastica non autocorrelata con media nulla e standard deviation σ_a.

Sulla base di questi elementi è stato trovato un criterio che ci permette di conservare solo i parametri statisticamente significativi dello sviluppo in serie considerato, parametri il cui numero può variare da giornata a giornata e da grandezza a grandezza a seconda che i dati da approssimare abbiano un andamento più o meno complesso

Il procedimento usato è stato quello di rendere massima la funzione verosimiglianza.

Essa nel nostro caso è:

$$L = \Pi_i \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[\sigma_a^2 \frac{(1 - \Phi^{2n_i})}{(1 - \Phi^2)} \right]^{1/2} \cdot e^{-\frac{1}{2}\chi^2}$$

dove $n_i = t_i - t_{i-1}$

σ_a^2 = varianza di $a(t_i)$

Φ = parametro del modello autoregressivo del I° ordine

$$\chi^2 = \Sigma_i \frac{\left\{ \left[y(t_i) - \Sigma_j X_j f_j(t_i) \right] - \Phi^{n_i} \left[y(t_{i-1}) - \Sigma_j X_j f_j(t_{i-1}) \right] \right\}^2}{\sigma_a^2 \frac{(1 - \Phi^{2n})}{(1 - \Phi^2)}}$$

$y(t_i)$ = valore misurato

X_j = coefficienti dello sviluppo in serie

f_j = funzioni usate per lo sviluppo in serie.

I parametri che compaiono nell'espressione della verosimiglianza sono σ_a^2, Φ ed i coefficienti X_j. I calcoli vengono semplificati lavorando con il logaritmo di L il cui massimo corrisponde a quello di L.

Dopo aver ricavato l'espressione di σ_a^2 che rende massimo il logaritmo di L, che risulta essere:

$$\sigma^2_a = S^2/N$$
$$S^2 = \chi^2 \cdot \sigma^2_a$$
$$N = n^\circ \text{ gradi di libertà}$$

si deve cercare l'analogo valore di Φ. Poichè il logaritmo di L è violentemente non lineare in Φ si procede con un metodo di ricerca puntuale tenendo conto che Φ deve essere compreso tra 0 e 1.

In questo modo nell'espressione del χ^2 restano come incognite solo i coefficienti dello sviluppo in serie X_j. Poichè il χ^2 è una forma bilineare nei parametri, usando i procedimenti lineari si ottengono i coefficienti X_j coi relativi errori.

L'armonica viene considerata statisticamente significativa se il suo coefficiente è, in valore assoluto, maggiore di 3 o 4 σ (in accordo col test di Fisher).

Su circa 60 giorni abbiamo ottenuto le distribuzioni mostrate in Fig. 3.

Conclusioni.

I risultati ottenuti sono preliminari e relativi ai soli coseni.

Per i seni il procedimento è leggermente più complesso a causa del termine ortogonale che è stato aggiunto allo sviluppo in serie e non è ancora stato eseguito. Come si può vedere, si ottiene in questo modo una compattazione notevole poichè viene conservato un numero di dati compreso tra il 5 e il 10% del totale dei dati raccolti.

Da un punto di vista statistico quello che si è ottenuto è sufficiente cioè, se il modello è ragionevole, tenere tutti i dati non ci darebbe nessuna informazione in più.

Viene anche misurato lo scostamento quadratico medio dei singoli dati dall'andamento medio approssimante e l'autocovarianza dei dati.

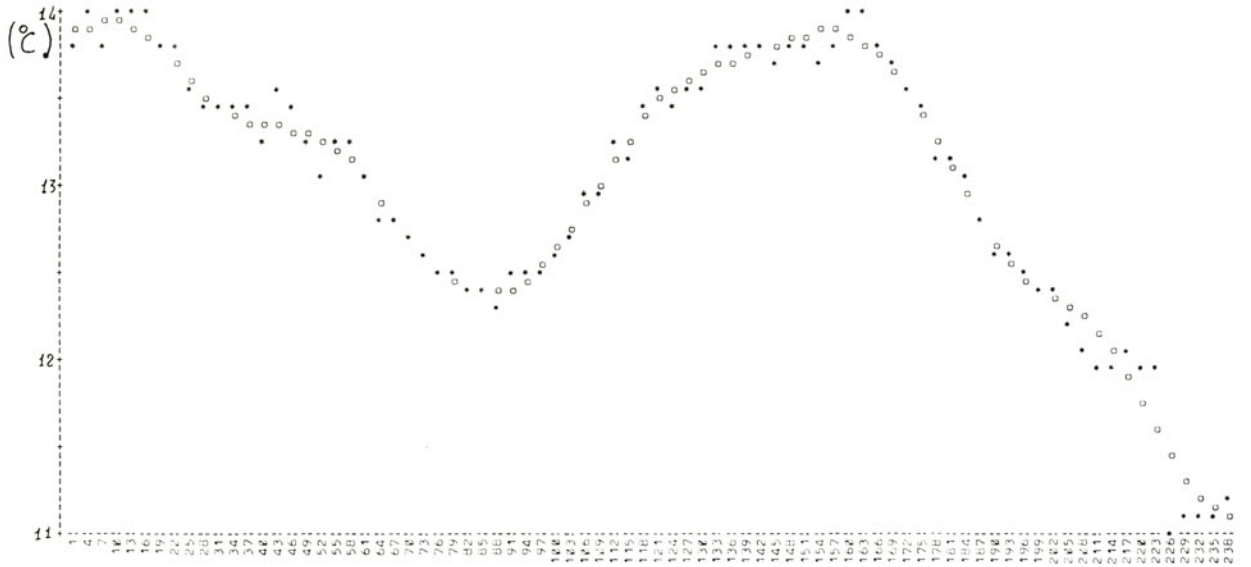


Fig. 1

TEMPERATURA 7 Armoniche + Trend - (* Dati sperimentali; o fit)

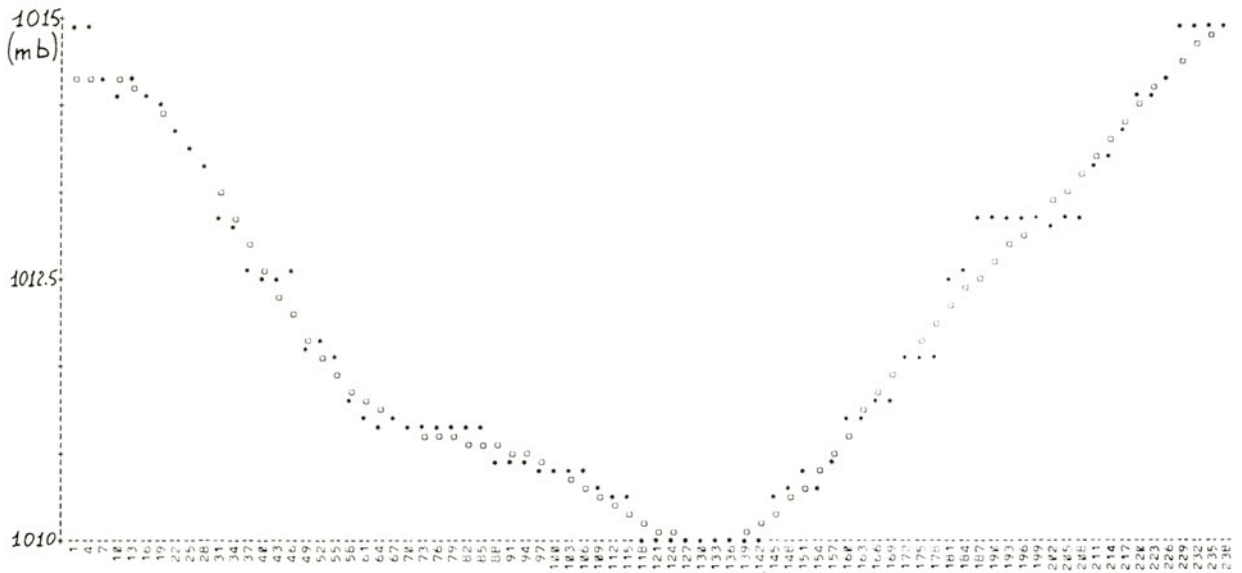


Fig. 2

PRESSIONE 3 Armoniche - (* dati sperimentali; o fit)

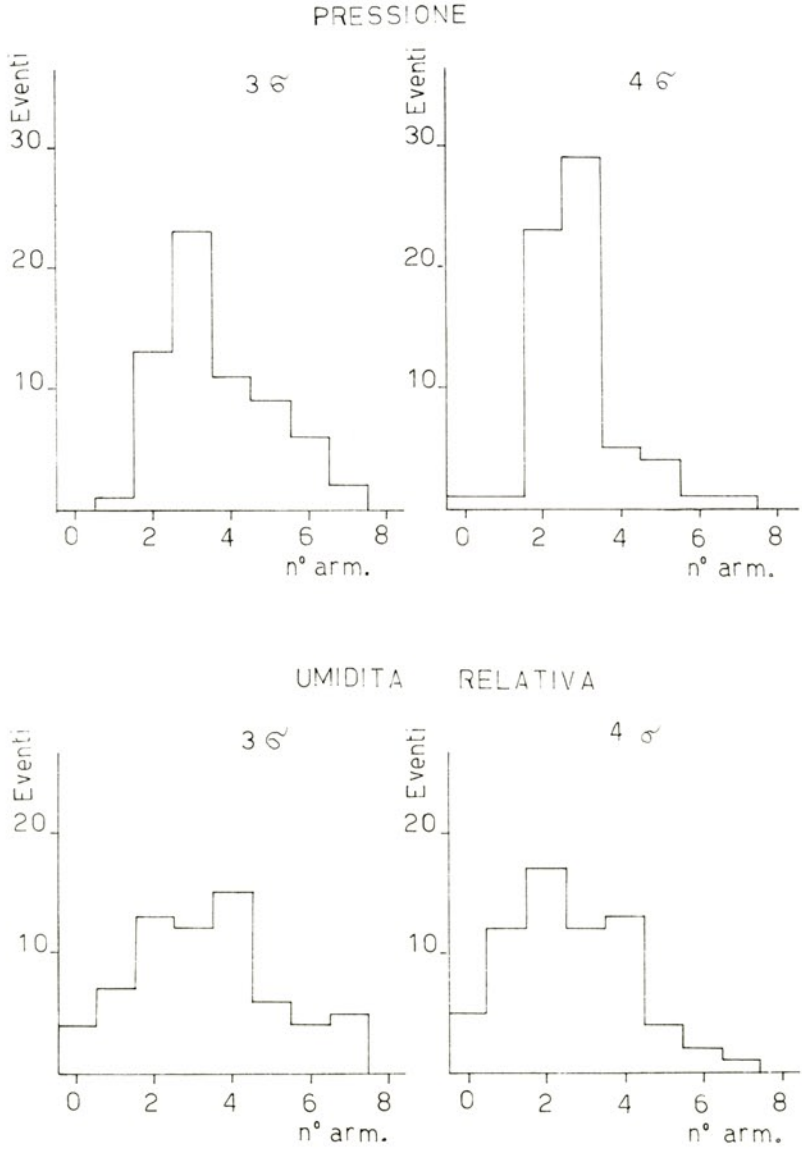

PRESSIONE
3 ♂
4 ♂
Eventi
30
20
10
0
2
4
6
8
n° arm.
UMIDITA RELATIVA
3 ♂
4 ♂
Eventi
20
10
0
2
4
6
8
n° arm.

Fig. 3

BIBLIOGRAFIA

1) G.M. JENKINS and D.G. WATTS « Spectral Analysis and its Applications », Holden-Day ed.

2) G. APRILESI, R. CECCHI, S. MORELLI, R. SALGARI, G. SALTINI, R. SANTANGELO « Rete di rilevamento di dati geofisico-ambientali nel sistema CAMAC », II Conferenza Interdisciplinare INFN sulle Tecnologie Informatiche, Bari 13-14 Novembre 1975, p. 103.

3) G. APRILESI, M. MARSEGUERRA, S. MORELLI, M.R. RIVASI, G. SALTINI and R. SANTANGELO « Stochastic Behaviour of the Daily Minimum, Mean and Maximum Temperature in Modena, Italy », Monthly Weather Review Vol. 105, n. 11, Nov. 1977.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 23-38

F. Martuzzi Veronesi

RESTI SCHELETRICI DELLA NECROPOLI DI SPERLINGA (Ragusa) (VI sec. a.C.)

L'Istituto di Antropologia dell'Università di Bologna ha da tempo instaurato un'attiva collaborazione con la Sovraintendenza alle antichità di Siracusa che ha permesso, attraverso l'esame di varie serie di reperti scheletrici provenienti da necropoli di diverse epoche, l'ampliamento delle conoscenze sulle antiche popolazioni della Sicilia Orientale. Sono infatti finora stati studiati, da parte di Facchini (1975) i reperti del periodo del Bronzo della necropoli di Castiglione (Ragusa) e da Facchini e Brasili-Gualandi i reperti di epoca arcaica del VII e VI sec. a. C. della stessa necropoli di Castiglione e di quella di Monte Casasia (1979).

Da tali studi sono emerse talune informazioni sulla composizione delle antiche popolazioni della Sicilia sudorientale nelle quali si sarebbe avuta nel corso di un millennio, dal XVIII sec. al VII-VI sec. a.C., un'accentuazione dell'elemento mediterraneo, forse per apporti dall'area greca (Facchini e Brasili-Gualandi, 1979).

Nel quadro di queste ricerche si inserisce anche il presente studio su resti scheletrici trovati nella necropoli di Sperlinga (Ragusa), anch'essi di epoca arcaica (VI sec. a.C.) e messi a nostra disposizione dalla Sovraintendenza alle Antichità di Siracusa, che qui vivamente ringraziamo.

Nel materiale funerario della necropoli di Sperlinga, così come delle altre necropoli dell'immediato entroterra camarinese, si nota la presenza di prodotti d'importazione (attici e corinzi) di qualità spesso superiore a quella dei materiali comuni nelle necropoli indigene dell'interno, testimonianza dei contatti fra queste popolazioni ed il mondo greco (Pelagatti 1973).

Con questa ricerca si vuole portare, pertanto, un ulteriore contributo, se pure modesto in relazione alla consistenza numerica della serie, alla conoscenza delle caratteristiche delle popolazioni della Sicilia orientale, in un periodo certamente di grande interesse per la storia antropologica delle regioni mediterranee, particolarmente della Sicilia.

Materiale e metodo di studio

Il materiale studiato è costituito da complessi scheletrici individuali, riconducibili ad 11 soggetti, tratti da tombe a fossa, individuali o bisome. Lo stato di conservazione non risulta buono in quanto tutte le ossa si presentano corrose e friabilissime. Il terreno di sepoltura è costitutito da sabbia fine che all'interno dei crani si è cementata ed ha finito per diventare elemento di coesione dei singoli elementi scheletrici. L'opera di restauro è stata quindi di non trascurabile difficoltà.

Le rilevazioni morfologiche e metriche sono state effettuate secondo la metodologia indicata da Martin e Saller ed Olivier, seguendo quella del Frassetto per la morfologia cranica.

Anche se il numero delle osservazioni risulta molto ridotto, particolarmente quando la serie dei reperti viene suddivisa secondo il sesso presunto, si è condotta la elaborazione dei dati ottenuti, calcolando i più comuni parametri stratistici: media ($\bar{x}$), errore standard (es), deviazione standard (s).

Nell'esposizione dei risultati si procederà ad una sintetica descrizione morfometrica dei singoli complessi scheletrici, per poi trarne successivamente, per quanto possibile, considerazioni di ordine generale e quindi elementi di confronto e di interpretazione.

Descrizione sintetica dei reperti

Tomba 8

Resti di un individuo, comprendenti il cranio, privo della base; dello scheletro facciale sono presenti alcuni frammenti non in connessione fra loro. La mandibola manca di gran parte del ramo sinistro ed ha il ramo destro molto rovinato. Si hanno frammenti delle diafisi femorali, tibiali ed omerali.

Nel cranio la fronte appare sfuggente, molto pronunciate le arcate sovracciliari e la regione glabellare, con evidente solco sovracciliare, le suture sono in parte sinostosate, i denti alquanto usurati. La forma cranica è sfenoide curvoccipitale (♀ p′ 0′) con accenno di batrocefalia. Gli indici sono di mesocrania, metriometopia, di divergenza delle creste temporali e di camemetopia.

Per le ossa lunghe si hanno indici di euribrachia nell'omero, di pilastro debole per il femore e di mesocnemia per la tibia.

Età di circa 50 anni; sesso presumibilmente maschile.

Tomba 11

Scheletro praticamente completo, seppur con notevoli erosioni, soprattutto a livello delle parti posteraniali.

Le aposifi e le inserzioni muscolari sono nel cranio piuttosto robuste, così come in generale le ossa dello scheletro postcraniale, per il quale sono da rilevare le evidenti caratteristiche sessuali delle ossa del bacino, particolarmente nella forma della incisura ischiatica. Si osservano becchi atrosici nelle vertebre lombari.

Il cranio appare leggermente a tetto, con suture in parte aperte; i denti sono poco usurati e ben conservati. La forma cranica è ellissoidale (fP ω). La faccia è subquadrata, le orbite basse e rettangolari, l'apertura piriforme è ovale. Si hanno indici di dolicocrania, ortocrania, tepeinocrania, metriometopia, di divergenza delle creste temporali, camemetopia, eurienia, cameconchia, platirrinia, brachistafilinia (?).

Circa le ossa lunghe, l'omero presenta indice di robustezza di 24,25 (robusto) ed euribrachia; nel radio l'indice diafisario è di 68,75; nell'ulna si ha eurolenia; nel femore platimeria e pilastro medio; la tibia è mesocnemica.

Età di 25-30 anni; sesso maschile.

La statura (vivente) sec. Manouvrier, risulta di cm. 159,5 dall'omero e di cm. 162 dal femore e, sec. Pearson, rispettivamente di cm. 159,94 e cm. 161,96.

Tomba 13

Il reperto è privo di buona parte della regione destra della calotta cranica e della faccia, di parte dell'osso zigomatico sinistro e della squama del temporale sinistro. Manca quasi completamente la base cranica. La mandibola è pressoché completa.

Dello scheletro postcraniale sono presenti la parte diafisaria dell'omero e del femore di destra e frammenti di ossa lunghe non meglio identificabili.

Nel complesso le ossa appaiono abbastanza robuste.

Nel cranio si notano alcuni wormiani lambdoidei; le suture sono in parte sinistosate ed i denti piuttosto usurati; la forma è sferoide (φ′ P′ O′); le orbite ovali.

Gli indici cranici sono di mesocrania, ortocrania, metriocrania (?), eurimetopia, divergenza delle creste temporali, camemetopia ed ipsiconchia.

Relativamente alle ossa lunghe si hanno per l'omero un indice di euribrachia e per il femore un pilastro medio.

L'età alla morte potrebbe aggirarsi sui 50 anni; il sesso è da ritenersi maschile.

Tomba 14

Il reperto si presenta pressochè completo per quanto riguarda il cranio neurale; nella faccia mancano i mascellari e le ossa nasali; la mandibola, piuttosto fragile e con ramo stretto, è molto rovinata. È rimasta l'impronta dei mascellari nella sabbia cementata che riempie il cranio. La regione glabellare e le arcate sovracciliari sono scarsamente rilevate e le inserzioni muscolari poco pronunciate. Le suture presentano inizio di sinostosi

Si conservano frammenti di diafisi femorali, tibiali ed omerali e del radio destro ed altri frammenti di ossa lunghe non identificabili.

La forma cranica è ellissoidale (f′ P0), la faccia ha forma di ovale allungato, con orbite suborbicolari e profatnia.

Per il cranio si calcolano indici di mesocrania, ortocrania, tapeinocrania, ipsicefalia (Giardina), eurimetopia, creste temporali intermedie, camemetopia.

Sulle ossa lunghe non è stato possibile rilevare alcuna misura.

L'età presunta è di circa 30 anni ed il sesso femminile.

Tomba 16 (I)

Il reperto consta di una calotta cranica, mancante della regione anteriore, particolarmente a destra, e di frammenti di mandibola.

Dello scheletro postcraniale si conservano: testa, collo e parte di diafisi del femore sinistro, nonchè la diafisi degli omeri, delle tibie e di altre ossa lunghe non identificabili, e le due rotule. Nel complesso le ossa appaiono di media robustezza.

Le suture craniche sono ancora aperte; persiste anche la metopica, ma in parte sinostosata; la forma è ellissoidale (F P O). Sul reperto non è stato possibile rilevare alcuna misura.

Circa le ossa lunghe si ha indice di euribrachia per l'omero e di mesocrania per la tibia.

L'età è intorno ai 20-30 anni, il sesso può ritenersi maschile.

Tomba 16 (II)

Il cranio manca del parietale destro e della parte destra del frontale; la faccia non è conservata; sono presenti alcuni frammenti di mandibola. Delle ossa lunghe si hanno parti di diafisi degli omeri, dei femori, della tibia sinistra, dell'ulna destra e dei due radî. Nel complesso le ossa appaiono di media robustezza.

Il cranio mostra una avanzata sinostosi delle suture; è presente però la sutura metopica; i denti conservati sono alquanto usurati; la forma cranica è ellissoidale (♀ P o). La faccia, di cui si ha il calco sulla sabbia cementata che riempie il cranio, sembra di forma rettangolare.

Per il cranio si ottengono indici di mesocrania, tapeinocrania, stenometopia, camemetopia.

Nelle ossa lunghe si hanno indici di euribrachia per l'omero, di pilastro debole e di platimeria per il femore, di platicnemia per la tibia.

L'età: circa 50 anni; sesso forse femminile.

Tomba 17

Il cranio è molto rovinato, mancante di varie porzioni dei parietali, della squama dell'occipitale, nonchè della base e delle ossa della faccia, di cui si conserva soltanto parte dello zigomatico sinistro. Manca la mandibola. I frammenti delle diverse ossa craniche sono in connessione anatomica per l'azione cementante del materiale che riempie il cranio.

Nella parte destra del frontale, a livello della bozza, si nota una lesione ossea dovuta a fattori patologici.

Si conservano inoltre frammenti di diafisi non identificabili, perchè deformate da processi patologici, che hanno portato ad un ingrossamento abnorme delle ossa stesse.

Nel cranio le suture sono aperte, assenti i rilievi glabellari e sovracciliari; la forma è stenopentagonale (f π o), le orbite sono rettangolari.

Gli indici sono di mesocrania, camecrania, tapeinocrania, stenometopia, camemetopia e cameconchia.

Non è stato possibile rilevare alcuna misura dalle ossa lunghe.
L'età sembra al di sotto dei 20 anni ed il sesso femminile.

Tomba 18

Il cranio manca della base e dell'arcata zigomatica sinistra. Si conservano l'atlante, frammenti di diafisi degli omeri, di un radio, dei femori, delle tibie ed altri non identificabili. Nel complesso i resti scheletrici appaiono piuttosto robusti: particolarmente rilevata la regione glabellare e le arcate sovracciliari come pure le mastoidi e gli zigomi. La mandibola è pure robusta, con angolo ampio e mento pronunciato. Le suture sono in buona parte aperte.

La forma cranica è ovoide (F p o), la faccia ha contorno ovale abbastanza largo, orbite rettangolari basse, apertura piriforme ovale piuttosto larga.

Si sono ottenuti indici di dolicocrania, camecrania, tapeinocrania, platicefalia (Giardina), eurimetopia, creste temporali intermedie, camemetopia, mesenia (?), cameconchia, platirrinia.

Per le ossa lunghe si hanno i seguenti indici: euribrachia per l'omero, indice diafisario di 68,75 (?) per il radio; pilastro medio e iperplatimeria per il femore, platicnemia per la tibia.

Età: intorno ai 20 anni; sesso presumibilmente maschile.

Tomba 20

Il cranio manca della regione anteriore sinistra e della faccia. Nella mandibola manca una parte del corpo ed anche il processo condiloideo del lato sinistro.

Dello scheletro postcraniale sono conservate le diafisi dell'omero, dell'ulna destra e del radio sinistro, i due femori, se pure molto rovinati, le diafisi delle tibie e della fibula sinistra, frammenti di vertebre, di ossa del bacino e di altre non identificabili. Le ossa sono nel complesso di media robustezza. Fra i caratteri che hanno una certa importanza per la determinazione del sesso, si nota una larga incisura ischiatica.

Nel cranio sono da segnalare le suture con un inizio di sinostosi, le mastoidi di media robustezza, i denti poco usurati, il ramo della mandibola esile. La forma è euripentagonoide ($\varphi' \pi' o'$); la faccia rettangolare con lieve prognatnia, le orbite pure rettangolari e basse, l'apertura piriforme ovale.

Si sono ottenuti indici di brachicrania, camecrania, tapeinocrania, camemetopia, platicefalia (Giardina), cameconchia, leptorrinia; l'indice della branca mandibolare denuncia un branca stretta.

Relativamente alle ossa lunghe, gli indici sono di euribrachia per l'omero, di robustezza media, di pilastro debole e di platimeria per il femore, di mesocnemia per la tibia.

Età: 20-30 anni; sesso femminile. La statura, calcolata dal femore è di cm. 155,2 sec. Manouvrier e di cm. 155,50 sec. Pearson.

Tomba 24

Si hanno resti di un idividuo comprendenti: la callotta cranica, mancante di parte del frontale, la squama dei temporali e di parte dei parietali, la regione facciale, molto

rovinata, particolarmente nel lato sinistro, la mandibola, priva del ramo sinistro, del processo condiloideo destro e del mento.

Dello scheletro postcraniale sono presenti le diafisi degli omeri, del radio destro, dell'ulna sinistra, dei femori e delle tibie. Si hanno altri frammenti delle ossa lunghe e del bacino. Nel complesso lo scheletro risulta piuttosto robusto.

Nel cranio le suture, compresa la metopica, sono aperte. I denti sono poco usurati. La forma è sfenoide ($\varphi' p' o'$). Si nota un osso wormiano suturale lambdoideo, sul lato sinistro, (mm. 55 x mm. 40).

I principali indici cranici sono di brachicrania, ortocrania, tepeinocrania.

Relativamente alle ossa lunghe si ottengono indici di euribrachia (omero) ed un indice diafisario del radio di 75,57.

Età: al di sotto dei 20 anni: sesso maschile.

Tomba 25

I resti presenti sono rappresentati dal cranio, mancante della regione basale e di tutta la faccia; manca qualche frammento di mandibola; per lo scheletro postcraniale, da frammenti di coste e da parti delle diafisi delle seguenti ossa: omeri, ulna destra, femori, tibie. Notevole l'appiattimento delle tibie. I reperti sono abbastanza robusti.

Il cranio presenta arcate sovracciliari ben rilevate, la fronte è bassa ed alquanto sfuggente, le suture sono quasi del tutto sinostosate. La forma cranica è stenopentagonoide ($F \pi o$). Gli indici denotano dolicocrania, ortocrania, acrocrania, stenometopia, creste temporali intermedie, camemetopia e platicefalia (Giardina).

Nell'omero si ottiene indice di euribrachia. La tibia è platicnemica. Il femore è platimerico ed ha pilastro debole.

L'età alla morte poteva aggirarsi sui 50-60 anni ed il sesso sembra maschile.

Caratteristiche della serie

Dall'esame morfometrico dei singoli reperti e dalla elaborazione dei dati condotta sul complesso materiale scheletrico, possono trarsi alcune informazioni sulle caratteristiche antropologiche del gruppo studiato.

Dato il limitato numero di individui, non sono certamente possibili considerazioni di ordine paleodemografico; basti pertanto riferire che il numero dei presunti maschi supera, come del resto quasi sempre si rileva nelle serie preistoriche, quello delle presunte femmine (7 e 4). Circa l'età alla morte, due individui possono ritenersi di età compresa fra i 15 ed i 20 anni, cinque fra i 20 ed i 30 anni e quattro intorno ai 50 anni. È possibile che la assenza di resti di fanciulli, in generale presenti nelle antiche necropoli, sia da imputarsi alle particolari condizioni ambientali, che non hanno favorito la conservazione delle ossa più gracili come quelle degli infanti, così come hanno reso fragilissime quelle degli adulti.

Circa le caratteristiche morfologiche del *cranio*, 7 reperti su 11 risultano stenomorfi (4 ellissoidi, 1 ovoide, 2 stenopentagonoidi) e 4 eurimorfe

(1 sferoide, 2 sfenoidi curvoccipitali ed 1 euripentagonoide); le forme ellissoidali sono dunque le più rappresentate.

Per il contorno della faccia, i pochi reperti in cui si è osservata, denotano una forma lunga (3 rettangolari e 2 ovali), ad eccezione di uno che tende alla forma quadrata; in due casi si ha lieve profatnia; le orbite sono prevalentemente rettangolari e la apertura piriforme, nei due soli esemplari in cui può essere osservata, è ovale.

Relativamente allo *scheletro postcraniale*, gli scarsi e frammentari resti presenti, mostrano una certa robustezza delle ossa, specie quelli attribuiti al sesso maschile; inoltre è da segnalare il sensibile appiattimento di molte tibie.

Circa eventuali anomalie e manifestazioni patologiche, sembra interessante sottolineare un'elevata frequenza di crani metopici (2 o forse 3 su 11); un reperto presenta un grande wormiano lambdoideo. Uno degli individui più giovani, che mostra tracce di ascesso o tumore osseo a livello del frontale, appare affetto da osteoporosi diffusa, con evidentissima deformazione, per ingrossamento, di tutti i frammenti di ossa lunghe.

I caratteri metrici della serie, elaborati nonostante lo scarso numero dei reperti, secondo i principali parametri statistici, tenendo distinti i sessi, portano alle seguenti osservazioni (tab. I, II, III).

Quasi tutti i valori relativi alle misure craniche risultano superiori nei maschi; fanno eccezione: la larghezza massima e la lunghezza della curva sagittale del cranio neurale e l'altezza naso-alveolare della faccia.

La capacità cranica rientra nei valori di aristencefalia (sec. Sarasin) sia nei maschi che nelle femmine.

L'indice cranico orizzontale ha una media generale di mesocrania e si distribuisce nelle diverse classi nel modo seguente: 3 dolico, 6 meso e 3 brachicrani. Esso tende ad essere più alto nel sesso femminile che ha media di mesocrania, mentre i maschi sono generalmente dolicocrani.

L'indice vertico-longitudinale (auricolare) assume valori medi di camecrania.

L'indice vertico-trasversale dà valori medi di tapeinocrania, sia su tutta la serie che nei due sessi separatamente considerati.

L'indice fronto-parietale è di metriometopia; il fronto-trasversale indica creste intermedie; il fronto-sagittale presenta un valore medio di camemetopia; l'indice del Giardina ha una media di platicefalia.

Gli indici relativi alla faccia sono tratti da un esiguo numero di osservazioni, per cui risultano scarsamente indicativi; si ha un solo valore per l'indice facciale totale (85,27 mesoprosopia); l'indice facciale superiore (2 osservazioni) fornisce valori di euriemia, ai limiti con la mesenia; l'indice

orbitale (3 osservazioni) è di cameconchia ed il nasale di platirrinia (2 osservazioni).

La mandibola ha mediamente indice della branca basso e pure basso è l'indice di robustezza.

Nel complesso i valori suddetti sembrerebbero indicare, pur nella variabilità individuale, una tendenza alle seguenti caratteristiche: cranio alquanto allungato e basso, faccia medio-bassa, orbite piuttosto basse, naso largo e mandibola non molto robusta.

Circa lo *scheletro postcraniale* si hanno pochi dati metrici, in quanto è rappresentato praticamente solo da alcune diafisi di ossa lunghe, ad eccezione di un individuo in cui lo scheletro è quasi completo

Oltre alle differenze sessuali, per quanto si riferisce alle dimensioni, c'é da ricordare che l'indice diafisario dell'*omero* dà valori di euribrachia, sia nei maschi che nelle femmine; l'indice diafisario del *radio* assume una media di 75,02 (3 maschi); l'unica *ulna* completa ha un indice di euroienia. Il *femore* presenta, in media, pilastro debole e platimeria; solo per un reperto è stato calcolato l'indice di robustezza che ha un valore di 12,56. Le *tibie* hanno indici di mesocnemia.

La statura è stata calcolata per due individui, uno maschile e l'altro femminile. Per il primo, in base alla lunghezza dell'omero, si ottengono (per il vivente), valori di cm. 159,5 (sec. Manouvrier) e cm. 159,94 (sec. Pearson); in base alla lunghezza del femore: cm. 162 (sec. Manouvrier) e cm. 161,96 (sec. Pearson). Per il secondo individuo, di presunto sesso femminile, il femore, unico segmento completo, dà una statura di cm. 155,2 (sec. Manouvrier) e cm. 155,5 (sec. Pearson). La statura appare quindi piuttosto bassa, soprattutto nel soggetto maschile, specialmente se si calcola dall'omero, il quale per altro, fornisce, come in altre serie, valori minori rispetto ai segmenti degli arti inferiori.

Considerazioni conclusive

Nel tentativo di inquadrare, dal punto di vista antropologico, la serie di Sperlinga del VI sec. a.C., sulla base dei dati ottenuti ed attraverso il confronto con altre serie proto e preistoriche della Sicilia, si può notare come tali reperti comprendano un gruppo di elementi dolicomorfi nella forma cranica, con orbite basse, fronte alquanto sfuggente, apertura piriforme piuttosto larga, faccia medio bassa ed indici cranici di dolicocrania, camecrania, eurienia, cameconchia, platirrinia.

Le caratteristiche dello scheletro postcraniale di questi individui indicano un appiattimento scarso della diafisi dell'omero (euribrachia), dell'ulna

(eurolenia) evidente nel femore (platimeria) e nella tibia (mesoplaticnemia). La statura, calcolata su di un solo soggetto, è medio-bassa.

Tali caratteristiche possono riferirsi fondamentalmente al tipo mediterraneo, sia a quello propriamente detto, sia a qualche sua variante, forse arcaica (Keith, 1931; Boule-Vallois, 1953; ecc.).

Accanto a questi reperti, se ne osservano altri, in minor numero, sicuramente non mediterranei, brachimorfi nella forma cranica con orbite sia alte che basse, con indici cranici di brachicrania, ortocrania, ipsi e cameconchia, leptorrinia. Anche in questi individui si osservano le caratteristiche postcraniali sopra descritte, compresa la statura, alquanto bassa, ottenuta però su di un solo individuo femminile.

Questi elementi non mediterranei, possono essere probabilmente riferiti al tipo alpino (od alpinoide sec. Charles).

Il gruppo di Sperlinga, se messo a confronto con quelli di epoca arcaica delle vicine necropoli di Castiglione e Monte Casasia tab. (IV e V), appare meno omogeneo, registrando una presenza relativamente maggiore di brachiformi.

Se ci si riferisce alle diverse tipologie rappresentate nelle stesse serie ed anche in altre coeve della Sicilia sudorientale, le somiglianze sono evidenti.

Nelle popolazioni arcaiche di tale area, sono infatti ben presenti sia i dolicomorfi mediterranei, anche con qualche carattere meno affinato della faccia (faccia ed orbite basse, naso larghetto, ecc.), sia brachimorfi, forse alpini. Tali tipologie non sono nuove per le antiche popolazioni della Sicilia, essendo state riscontrate, pur con qualche differenza soprattutto nella loro incidenza, nelle serie preistoriche dell'isola (Castelluccio, Chiusilla, Isnello, Castiglione). Ci riferiamo particolarmente a quella di Castiglione del I Bronzo, la quale, come già ricordato, si presenta piuttosto eterogenea.

A questo riguardo, può essere di un certo interesse rilevare come la serie arcaica di Sperlinga, a distanza di circa un millennio, sembri attenuare tale eterogenità, però in misura minore di quanto si osserva nelle altre serie arcaiche di Castiglione e di Monte Casasia, le quali appaiono indubbiamente più omogenee di quelle di Sperlinga.

Rimane difficile, a parte il limitato numero di reperti, una interpretazione di questo comportamento. Certamente il tipo mediterraneo costituisce l'elemento prevalente delle popolazioni arcaiche della Sicilia, accresciutosi forse dall'epoca di Bronzo per quelche apporto dall'esterno. Ma non sono da trascurare elementi razziali diversi, sia che costituiscano forme residue attardatesi nel territorio stesso, sia che vengano riferiti a mescolanze con altri gruppi.

Tab. I - *Cranio neurale*

		N	M $\bar{x} \pm$ es	s
1	Lunghezza max	6	181,17±4,15	10,17
5	Lunghezza meso-basilare	3	105,00±1,15	2,00
8	Larghezza max	6	137,00±1,15	2,83
9	Larghezza front. minima	5	94,00±1,26	2,83
10	Larghezza front. max	6	115,83±2,09	5,12
17	Altezza basilo-bregmat.	3	136,33±0,88	1,53
20	Altezza auricolo-bregmat.	5	102,68±2,86	6,39
23	Circonferenza orizzont.	4	520,00±7,91	15,81
24	Curva trasversale cranio	4	300,75±6,17	12,34
25	Curva sagittale cranio	3	363,33±5,84	10,12
26	Curva frontale cranio	5	127,20±3,37	7,53
27	Curva parietale cranio	7	129,07±3,67	9,71
28	Curva occipitale cranio	4	115,00±3,44	6,88
29	Corda frontale	5	111,40±2,25	5,03
30	Corda parietale	7	114,14±3,33	8,80
31	Corda occipitale	5	91,60±4,12	9,21
38	Capacità cranica	3	1453,40±6,97	101,30
Indici				
	I. trasverso longitudinale (8/1)	6	75,81±1,80	4,41
	I. vertico-longitudinale (ba) (17/1)	3	73,73±1,55	2,69
	I. vertico-longitudinale (au) (20/1)	4	59,36±1,99	3,98
	I. vertico- trasversale (ba) (17/8)	3	100,02±0,85	1,48
	I. vertico-trasversale (au) (20/8)	4	77,26±2,01	4,03
	I. fronto-parietale (9/8)	5	68,84±1,06	2,38
	I. fronto-trasversale (9/10)	5	81,40±1,25	2,80
	I. fronto-sagittale (29/26)	5	87,65±0,89	2,00
	I. del Giardina	3	85,29±1,14	1,98

* *Avvertenze*
1 - Le misure sono espresse in mm.
2 - I numeri premessi all'indicazione delle misure corrispondono a quelli che figurano nel trattato di Martin e Saller.

F			M+F		
N	$\bar{x} \pm es$	s	N	$\bar{x} \pm es$	s
4	176,00±2,74	5,48	10	179,10±2,73	8,63
2	92,00±3,00	4,24	5	99,80±3,38	7,56
4	139,00±2,61	5,23	10	137,80±1,21	3,82
2	91,50±5,50	7,78	7	93,29±1,55	4,11
1	115,00 —	—	7	115,71±1,77	4,68
2	133,00±4,00	5.66	5	135,00±1,58	3,54
4	95,95±3,43	6,87	9	99,69±2,37	7,12
2	502,5 ±2,50	3,54	6	514,17±6,25	15,30
3	296,67±3,33	5,77	7	299,00±3,63	9,59
3	370,00±5,77	10,00	6	366,67±3,96	9,71
4	126,88±2,17	3,75	9	127,06±1,93	5,80
3	125,00±2,89	5,00	10	127,85±2,69	8,50
3	103,67±0,33	0,58	7	110,14±2,94	7,78
4	109,00±2,38	4,76	9	109,78±1,43	4,29
4	111,00±2,52	5,03	11	113,00±2,27	7,52
3	91,67±5,49	9,50	8	91,63±3,05	8,62
2	1311,80±1,37	1,94	5	1396,76±5,93	82,86
4	79,01±1,60	3,20	10	77,09±1,30	4,11
2	76,65±1,65	2,33	5	74,30±1,38	3,09
4	54,38±2,59	5,18	8	56,87±1,78	5,04
2	95,91±6,33	8,95	5	98,37±2,29	5,12
4	68,87±3,41	6,83	8	73,07±2,43	6,86
2	68,05±4,35	6,14	7	68,61±1,21	3,20
1	84,35 —	—	6	81,89±1,14	2,78
4	85,97±0,64	1,28	9	86,90±0,61	1,84
2	85,72±3,75	5,30	5	85,46±1,34	3,01

Tab. II - *Cranio facciale*

Misure	M			F			M ± F		
	N	$\bar{x} \pm es$	s	N	$\bar{x} \pm es$	s	N	$\bar{x} \pm es$	s
40 Lunghezza alveolo-basilare	2	98,00 ± 1,00	1,41	2	80,00 ± 5,00	7,07	4	89,00 ± 5,60	11,20
45 Larghezza arcata bizigomatica	2	124,00 ± 4,00	5,66	1	116,00 —	—	3	121,33 ± 3,53	6,11
48 Altezza naso-alveolare	3	63,00 ± 1,53	2,65	2	67,00 ± 3,00	4,24	5	64,60 ± 1,60	3,58
49a Larghezza biorbitaria (d-d)	3	23,00 ± 1,53	2,65	2	18,50 ± 0,50	0,71	5	21,20 ± 1,39	3,11
51a Larghezza orbitale	3	39,67 ± 2,67	4,62	3	36,83 ± 0,73	1,26	6	38,25 ± 1,39	3,40
52 Altezza orbitale	3	34,67 ± 5,24	9,07	2	27,10 ± 0,10	0,14	5	31,64 ± 3,42	7,64
54 Larghezza nasale	2	26,50 ± 0,50	0,71	1	22,00 —	—	3	25,00 ± 1,53	2,65
61 Larghezza arcata alveol. sup.	2	63,50 ± 1,50	2,12	—	— —	—	—	— —	—
Indici									
I. facciale superiore (48/45)	2	49,63 ± 1,2	1,70	—	— —	—	—	— —	—
I. orbitale (52/51a)	3	80,18 ± 10,39	18,00	2	72,01 ± 0,96	1,36	5	76,91 ± 6,04	13,51
I. nasale (54/55)	2	53,04 ± 2,06	2,91	—	— —	—	3	50,03 ± 3,24	5,61

Tab. IIi - *Scheletro post-craniale*

	M			F			M ± F		
	N	$\bar{x} \pm es$	s	N	$\bar{x} \pm es$	s	N	$\bar{x} \pm es$	s
Omero									
Indice diafisario	6	83,91 ± 2,34	5.72	3	87,04 ± 6,95	12,04	9	84,95 ± 2,42	7.25
Radio									
Indice diafisario	3	72,02 ± 3,82	4.62	—	— —	—	—	— —	—
Ulna									
Indice di platolenia	1	87,5 —	—	—	— —	—	—	— —	—
Femore									
Indice pilastrico	6	109,44 ± 2,22	5,43	2	107,83 ± 4,18	5,90	8	108,53 ± 1,73	4,90
Indice platimetrico	3	72,28 ± 4,19	7,26	2	78,85 ± 4,49	6,34	5	74,91 ± 2,80	6,26
Tibia									
Indice cnemico	6	65,42 ± 1,46	3,58	2	64,59 ± 2,09	2,95	8	65,21 ± 1,07	3,03

Statura (in cm)	n. 11 ♂	(omero)	sec.	Manouvrier	159,5	sec.	Pearson	159,94
		(femore)	sec.	Manouvrier	162	sec.	Pearson	161,96
	n. 20 ♀	(omero)	sec.	Manouvrier	155,2	sec.	Pearson	155,50

Tab. IV - *Principali caratteristiche morfometriche del cranio di alcune serie preistoriche e protostoriche della Sicilia*

Serie	Periodo	Autore	Forma cranica		I. cranico orizz.		I. vertic. longitud.		I. facciale sup.		I. nasale	
			steno morfi	euri morfi	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n
Villafrati	Eneolitico	Zuckerkandl 1817	1	3	83,4	3	—	—	—	—	46,9	2
Chiusilla	Eneolitico	Giuffrida-Ruggeri 1905	10	1	74,8	11	71,03	6	50,1	8	47,8	7
Isnello	Eneolitico	Giuffrida-Ruggeri 1903-1905	4	—	73,2	4	70,9	1	49,6	3	48,3	4
Castiglione	I Bronzo	Facchini 1975	29	25	75,53	27	73,51	11	53,04	8	48,32	11
Castelluccio (Siracusa)	Bronzo antico	Sergi 1891-1893	11	2	78,98	11	73,02	10	53,30	7	49,33	7
Monte Racello e Monte Tabuto	Bronzo antico	Passarello Alciati 1968	1-2	1	77,4	1	63,8 (au)	1	52,2	1	46,9	1
Cozzo del Pantano Pantalica e Plemmirio	Bronzo medio e tardo	Sergi 1898	6	5	80,3	11	78,16	5	—	—	48,96	6
Monte Canalotto	Tardo bronzo	Passarello Alciati 1968	3	—	74,15	2	76,2	1	53,90	2	48,7	2
Castiglione arcaico	VIII-VII sec. a.C.	Facchini-Brasili Gualandi 1979	15	3	75,61	14	60,55 (au)	9	51,35	2	47,26	6
Monte Casasia	VII-VI sec. a.C.	Facchini-Brasili Gualandi 1979	22	5	74,31	13	72,82	6	—	—	—	—
Sperlinga	VI sec. a.C.	Martuzzi Veronesi	7	4	77,09	10	74,30	5	49,63	2	50,03	3

Tab. V - *Principali caratteristiche metriche dello scheletro potscraniale in alcune serie preistoriche e protostoriche della Sicilia*

Serie	Periodo	Indice diafisario	Indice pilastrico	Indice platimetrico	Indice cnemico	Statura nel vivente	
						maschi	femmine
Villafrati (Palermo)	Eneolitico	—	113,9(17)	—	65,2(15)	statura piccola	
Chiusilla (Palermo)	Eneolitico	—	111,38(9)	78,34(9)	71,04(16)	163,6(24)	159,00(10)
Isnello (Palermo)	Eneolitico	—	111,6(45)	77,3(16)	67,0(20)	165,4(3)	—
Castiglione	I Bronzo	79,24(68)	106,94(117)	76,75(120)	63,57(93)	165,9(49)	159,03(38)
Castiglione	Arcaico VIII-VII sec. a.C.	79,20(70)	103,97(93)	75,47(92)	66,26(74)	160,81(34)	150,84(30)
M. Casasia	VII-VI sec. a.C.	79,90(69)	106,60(107)	69,34(111)	63,51(83)	164,69(66)	154,7(35)
Sperlinga	VI sec. a.C.	84,95(9)	108,53(8)	74,91(5)	65,21(8)	159,5(1)	155,2(1)

BIBLIOGRAFIA

BERNABÒ BREA L. — *La Sicilia prima dei Greci.* Ed. Il Saggiatore, Milano, 1969.

BOULE M., VALLOIS H.V. — *Les hommes fossiles.* Masson et C. ed., Paris, 1952.

CHARLES R.P. — *Le peuplement de l'Europe méditérranéenne pendant les III^e et II^e millénaires avant Jésus Christ.* Bull. et Mém. Soc. Anthrop., Paris, s. 10, 1, 3-173, 1960.

FACCHINI F. — *Sopra una serie di crani dell'età del Bronzo provenienti dalla necropoli di Castiglione (Ragusa).* Atti XV Riun. Ist. Ital. Preist. e Protost., 69-85, 1972.

FACCHINI F. — *I reperti scheletrici della necropoli di Castiglione (Ragusa) (età del Bronzo).* Arch. Antrop. Etnol., CV, 79-153, 1975.

FACCHINI F., BRASILI GUALANDI P. — *Reperti scheletrici della necropoli di Monte Casasia (Ragusa) (VII-VI sec. a.C.).* Riv. Studi Etruschi, 1979 (in corso di stampa).

FACCHINI F., BRASILI GUALANDI P. — *I reperti scheletrici di età arcaica della necropoli di Castiglione (Ragusa) (VII-VI a.C.).* Riv. Antrop., 1979 (in corso di stampa).

FRASSETTO F. — *Les formes normales du crâne humain. Leur genèse et leur classification.* Bull. Société de Morphologie, Paris, 3-4, 1929.

GIUFFRIDA RUGGERI V. — *Materiale paletnologico di una caverna naturale di Isnello presso Cefalù in Sicilia.* Atti Soc. Rom. di Antrop., VIII, 337-363, 1902.

GIUFFRIDA RUGGIERI V. — *Nuovo materiale schelettrico della caverna di Isnello.* Atti Soc. Rom. di Antrop. IX, 5-14, 1903.

GIUFFRIDA RUGGERI V. — *Terzo contributo all'Antropologia fisica dei Siculi eneolitici (grotta della Chiusilla, alle Madonie, presso Isnello, circ. di Cefalù).* Atti Soc. Rom. di Antrop., XI, 56-103, 1905.

KEITH A. — *New discoveries relating to the antiquity of Man.* Williams and Norgate, London, 1931.

MARTIN R., SALLER K. — *Lehrbuch der Anthropologie.* Fisher Verlag, Stuttgart, 1956-1959.

OLIVIER G. — *Pratique Anthropologique.* Vigot, Paris, 1960.

PARENTI R. — *Antropologia della Sicilia eneolitica: saggio di sintesi etnogenetica.* Scienza e Tecnica N.S., 3, 7-51, 1959.

PASSARELLO P., ALCIATI G. — *Su una collezione di crani antichi della Sicilia Orientale.* Riv. Antrop., LVI, 81-96, 1969.

PELAGATTI P. — *L'entroterra di Camarina* in « Archeologia della Sicilia Sud-Orientale », pag. 151, Centre Jean Bérard, Napoli, 1973.

SERGI G. — *Crani siculi neolitici* Serie II. Atti Soc. Rom. di Antrop. II, 281-283, 1894.

ZUCKERKANDL H. — cfr. *Prähistorische Studies aus Sizilien* di ADRIAN-WERBURG in « Zeitschrift für Ethnologie », 9, 481-485, 1877.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 39-52

Baraldi P. - Bertoli S. - Fabbri G. - Morselli M. - Nicolini O.
Laboratorio di Chimica Fisica Applicata,
Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena, via Campi 183, Modena

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN MICROELEMENTI ASSIMILABILI DI TERRENI DEL BACINO DEL SECCHIA MEDIANTE AAS

Metodi e risultati

RIASSUNTO

Vengono discussi i tenori in Cu, Zn, Co, Mn e Fe scambiabili di terreni del bacino del Secchia determinati mediante AAS su estratti ottenuti con Amberlite IR 120. Si evidenziano in certi casi livelli di Cu e Zn carenti rispetto all'incolto; in altri, in particolare nei vigneti, livelli elevati di Cu, Zn e Mn. Questi ultimi possono essere riferiti all'accumulo dovuto ai trattamenti con anticrittogamici e fertilizzanti sintetici.

SUMMARY

Exchangeable Cu, Zn, Co, Mn and Fe in soils of the Secchia basin were tested by AAS analyses of extracts obtained with Amberlite IR 120. The occurence of some Cu and Zn deficiency in comparison with uncultivated soils is pointed out; on the other hand high Cu, Zn and Mn levels were observed in some cases, particularly in vineyard soils. The latter can be ascribed to an accumulation as a conseguence of the widely used treatments with anticryptogamics and synthetic fertilizers.

Introduzione

Uno dei problemi relativi alla fitonutrizione oligominerale è rappresentato dal tenore in microelementi essenziali assimilabili del terreno. Questo aspetto è rimasto praticamente ignorato in quasi tutti i paesi che hanno esercitato una fertilizzazione delle colture basata su materiali come i residui di deiezione o le scorie Thomas, i quali sono sufficientemente

provvisti di numerosi elementi accessori (1, 3). L'avvento dei fertilizzanti sintetici sprovvisti o scarsamente provvisti di microelementi e la pratica delle coltivazioni intensive hanno portato alla comparsa in numerosi paesi, tra i quali l'Italia, di sintomi riferibili alla carenza in oligoelementi (2,3). Con il presente lavoro si vuole dar inizio ad un'indagine sulla situazione nutrizionale di terreni della provincia di Modena.

Metodologia

La valutazione del tenore in microelementi nei terreni presenta una serie di difficoltà in ordine sperimentale. È noto infatti che il contenuto in oligoelementi è soggetto a variazioni notevoli in dipendenza da diversi fattori come il tipo di roccia madre, la composizione pedologica, l'umidità, il PH, il tipo di coltivazioni effettuate, la temperatura, il drenaggio, ecc. (4). Un quadro completo della situazione nutrizionale richiederebbe quindi una precisa valutazione di molti di questi fattori. È ancora fondamentale tener conto del fatto che solo una parte di questi elementi è presente sotto forma assimilabile, cioè disponibile per l'assorbimento da parte dell'apparato radicale. I lavori tradizionali cercano di simulare questa situazione impiegando estraenti particolari, generalmente non molto energici, che portano in soluzione solo la parte solubile o una quota ad essa proporzionale. Così ad es. si impiega generalmente l'acetato d'ammonio o l'EDTA per il rame, acetacetato per il manganese, ecc. (4-7). Questi estraenti presentano l'inconveniente di dare risultati non sempre riproducibili (8) e soprattutto di non estrarre tutti i componenti di interesse, per cui sono necessarie analisi ripetute per ogni singolo elemento. Un recente metodo (9) propone in alternativa l'impiego di resine a scambio ionico come estraenti. Queste resine presentano un assorbimento correlabile a quello dei vegetali per cui la concentrazione di oligoelementi nell'estratto sarebbe indicativa di quella presente nel terreno. Il procedimento presenta inoltre il vantaggio che tutti gli elementi o gruppi disponibili in forma ionica vengono estratti, per cui è sufficiente una sola operazione per isolare i cationi e una per gli anioni.

Prelievo dei campioni

Sono stati presi in considerazione terreni della provincia di Modena situati lungo il corso del fiume Secchia, che attraversa la pianura approssimativamente da sud a nord. In prossimità del fiume sono stati scelti

terreni situati in quattro comuni e cioè Montefiorino, Sassuolo, Soliera e Mirandola che possono essere considerati di zona montana, collinare e di media e bassa pianura rispettivamente. In ogni zona sono stati scelti diversi tipi di coltura e alcuni terreni incolti; la scelta del tipo di coltura su cui effettuare i prelievi è stata condotta in modo da rispecchiare in generale il rapporto tra le colture presenti nella zona. Così ad es. nella zona di Montefiorino la coltura più rappresentata è il prato ad erba medica, mentre a Mirandola si è data prevalenza alla coltivazione a barbabietola. Sono stati effettuati 30 prelievi per zona, per un totale di 120 campioni, ad una profondità di 5-15 cm. Ognuno dei 120 campioni si componeva di 5 sottocampioni raccolti nella stessa coltura ai vertici e al centro di un quadrato di lato 20 m circa, secondo la metodologia consigliata da Lotti e Galoppini (7). Le zone di prelievo sono state indicate sulle carte topografiche dando indicazione anche del tipo di terreno e di coltura. I cam-

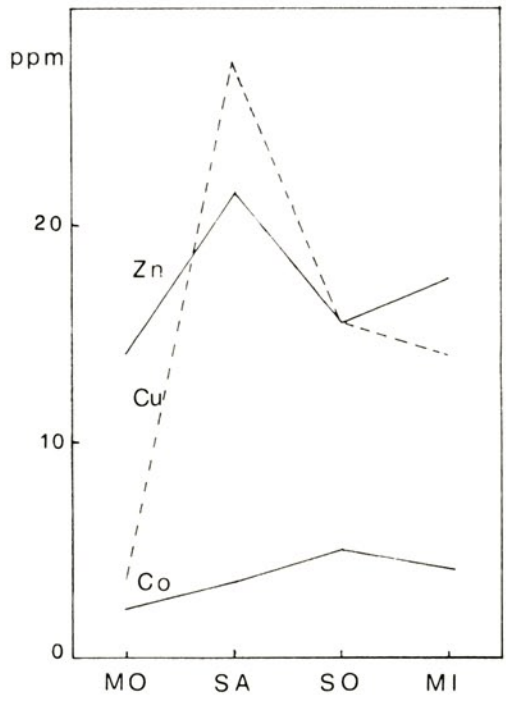


Fig. 1

Livelli (ppm) di Co, Zn e Cu scambiabili di terreni delle zone di Montefiorino (MO), Sassuolo (SA), Soliera (SO) e Mirandola (MI).

pioni sono stati raccolti nel periodo agosto-settembre 1976 impiegando un apparecchio per carotaggio che permetteva di raccogliere volumi pressocché costanti.

Preparazione del terreno

Innanzitutto dalle cinque parti di cui ogni campione era costituito si è ottenuta, previo sminuzzamento, eliminazione di materiali e mescolamento, una miscela sulla quale sono state eseguite le determinazioni. I campioni sono stati lasciati seccare all'aria per due giorni, sono stati macinati finemente in macinacaffè per 15 secondi e quindi setacciati con uno staccio da 70 mesh ASTM.

Misura del pH

Per la determinazione del pH è stata impiegata una sospensione di terreno in acqua distillata (mescolati nel rapporto 1 a 2.5) tenuta in agitazione per 30 minuti (8). La misura è stata eseguita per via potenziometrica con elettrodo a vetro mediante un piaccametro Philips PW 9414 a lettura digitale.

Estrazione dei microelementi

L'estrazione è stata ottenuta mediante l'impiego della resina a scambio cationico Amberlite IR 120 (H) della C. Erba. La procedura seguita era la seguente: 5 g di terreno seccato all'aria e setacciato come detto sopra venivano posti in una beuta unitamente a 5 g di resina e a 200 cc di acqua distillata; la beuta tappata veniva sottoposta ad agitazione per scuotimento meccanico per un'ora e quindi si procedeva alla separazione

TABELLA I

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) e pH medi di terreni delle zone di Montefiorino, Sassuolo, Soliera e Mirandola

	MO	SA	SO	MI
Cu	3.5	27.6	15.4	14
Zn	14.2	21.4	15.2	17.3
Co	2.2	3.5	5.0	3.1
Mn	85	170	202	181
Fe	88.5	114	117	74
pH	7.55	8.31	8.43	8.03

della resina dall'acqua e dal terreno per passaggio su staccio da 50 mesh. La resina raccolta veniva introdotta mediante aspirazione forzata in pipette aventi il diametro interno di 6 mm, chiuse al fondo da un filtro di lana di vetro. Il riempimento veniva effettuato in questo modo al fine di evitare la formazione di canali preferenziali durante la successiva eluizione. Quest'ultima veniva eseguita mediante gocciolamento di 100 cc di acido alla velocità di 100 cc per ora. Seguendo la metodologia di Acquaye e coll. (9) in un primo tempo si è impiegato come eluente acido solforico 2N, ma con esso si determinava in diversi campioni la comparsa di un fine precipitato bianco che impediva il progredire dell'eluizione. Questo precipitato, che risultava essere $CaSO_4$, era da riferire all'alto tenore in $CaCO_3$ dei campioni stessi. Si è pertanto sostituito l'acido solforico con HCl 1N, conservando per il resto la stessa metodica. Per quanto riguarda questa variazione del metodo, rileviamo che alcune determina-

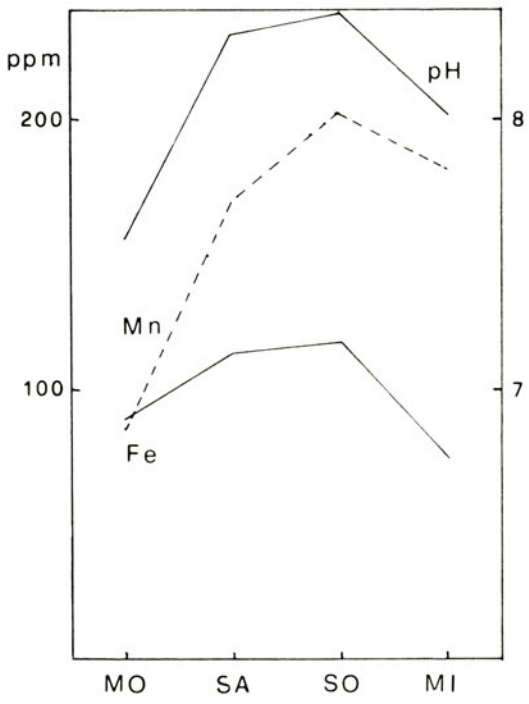


Fig. 2

Livelli (ppm) di Fe e Mn scambiabili e pH medi di terreni delle zone di Montefiorino, Sassuolo, Soliera e Mirandola.

zioni eseguite su eluati ottenuti sia con HCl che con H_2SO_4 (prove condotte su alcuni terreni che non davano il detto precipitato) sugli stessi campioni non hanno mostrato differenze significative nel tenore in microelementi.

TABELLA IIa

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Montefiorino in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	V	P	C
Cu	6.8	1.8	1.2	3.0	1.8
Zn	17.9	12.6	10.6	16.1	10.1
Co	2.0	2.7	1.6	2.1	1.9
Mn	78	104	77	77	75
Fe	78	97	63	97	94

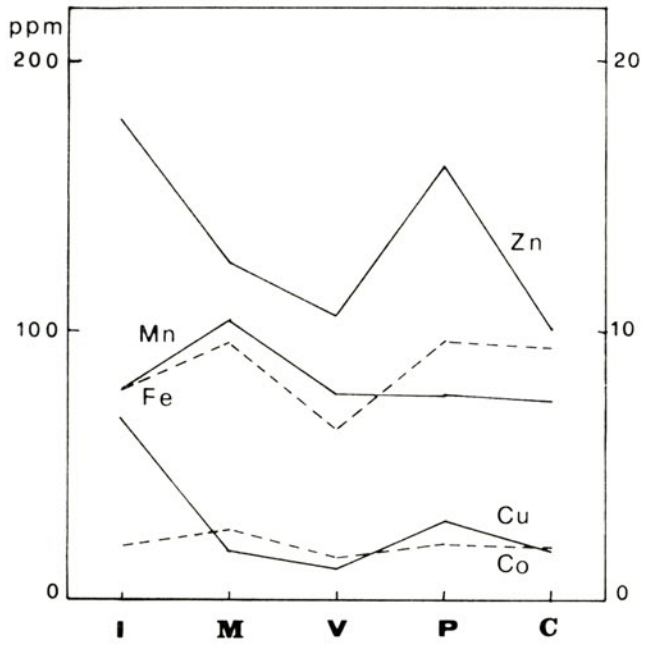


Fig. 3

Livelli (ppm) di Fe e Mn (scala a sinistra) Cu, Zn e Co (scala a destra) scambiabili di terreni della zona di Montefiorino in funzione del tipo di coltivazione. I simboli indicano: I incolto, M medica, F frutteto, V vigneto, P prato, C cereali e B barbabietola.

Determinazioni mediante AAS

I 100 cc di eluato contenente i mocroelementi sono stati raccolti in flaconi e successivamente analizzati con uno spettrofotometro per assorbimento atomico Varian 1100, operando in concentrazione. Per ogni elemento sono state preparate soluzioni standard a concentrazioni diverse, a partire da sali puri o dal metallo secondo le modalità usuali. Dalle curve di taratura venivano ottenute le concentrazioni delle soluzioni e da queste, mediante il calcolo, si risaliva alla concentrazione in ppm del terreno.

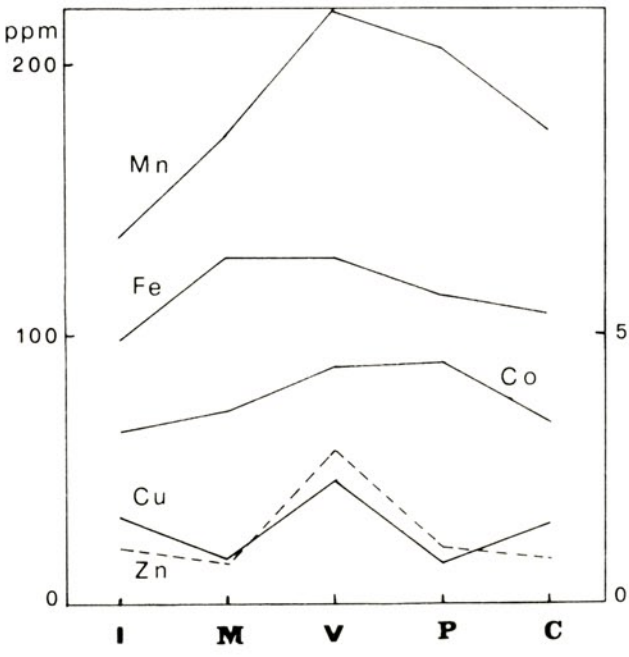


Fig. 4

Livelli (ppm) di Fe, Mn, Cu, Zn (scala a sinistra) e Co (scala a destra) scambiabili di terreni della zona di Sassuolo in funzione del tipo di coltivazione.

Risultati e discussione

I risultati delle analisi relative agli elementi Cu, Zn, Co, Mn e Fe sono stati elaborati in tre modi diversi al fine di ottenere da essi il maggior numero di informazioni. Si sono cioè calcolati: 1) i valori medi di ciascun elemento per zona geografica; 2) i valori medi di ciascun elemento per coltura per ciascuna zona geografica; 3) i valori medi di

ogni elemento per coltura relativi a tutto il corso del fiume Secchia. Ciò permette di evidenziare sia l'eventuale carenza o tossicità in un determinato elemento nelle diverse zone sia l'effetto indotto dalle pratiche agricole. È evidente che non esiste una netta separazione tra il significato dei diversi tipi di presentazione dei dati, poiché i vari fattori alterativi sono presenti nelle diverse situazioni; un loro confronto anzi permetterà di chiarire o confermare un certo risultato.

Considerando l'andamento per zona geografica (v. Fig. 1 e 2) si osserva che generalmente i tenori in microelementi sono più bassi nelle zone di montagna e bassa pianura e alti nelle zone intermedie. Mediamente nessuna delle zone esaminate risulta carente nei microelementi

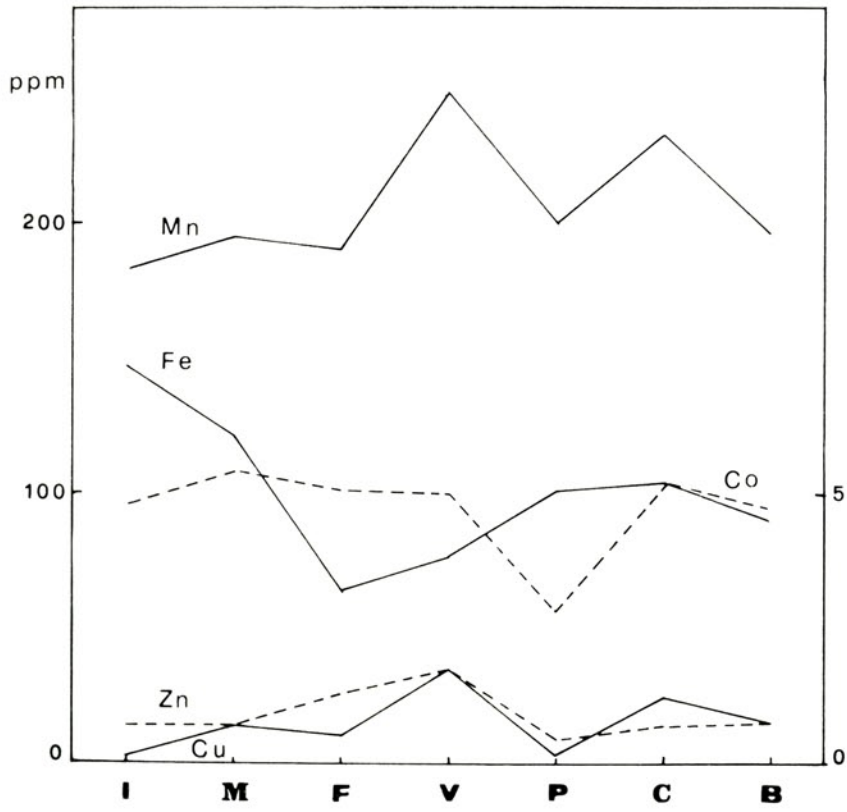


Fig. 5

Livelli (ppm) di Fe, Mn, Cu, Zn (scala a sinistra) e Co (scala a destra) scambiabili di terreni della zona di Soliera in funzione del tipo di coltivazione.

considerati, secondo i limiti riportati in bibliografia (3, 4, 10). Inoltre si osserva per la zona di Sassuolo un valore medio di Cu che rientra nel livello di tossicità (10, 11).

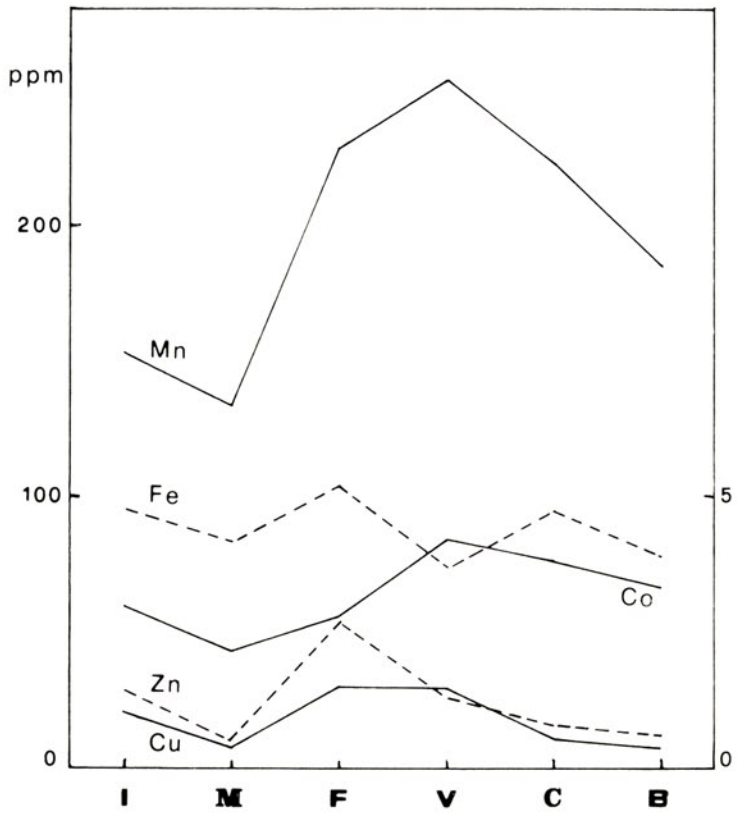


Fig. 6

Livelli (ppm) di Fe, Mn, Cu, Zn (scala a sinistra) e Co (scala a destra) scambiabili di terreni della zona di Mirandola in funzione del tipo di coltivazione.

TABELLA IIb

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Sassuolo in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	V	P	C
Cu	34	18	46.5	16.4	30
Zn	22	16.6	57	22.4	18
Co	3.1	3.6	4.4	4.5	3.4
Mn	136	173	221	206	175
Fe	98	129	128	115	108

Confrontando i tenori in microelementi scambiabili con i valori medi del pH (Fig. 2) si può rilevare che, contrariamente alle aspettative (3, 12), a pH maggiori si verifica una maggiore disponibilità; evidentemente entrano qui in gioco altri fattori, quali l'aerazione e il drenaggio del terreno, che influiscono sull'assimilabilità (8, 10), e l'apporto umano, particolarmente nelle zone intermedie ricche di insediamenti industriali. È da sottolineare comunque che proprio alla abbondanza in oligoelementi assimilabili è riconducibile la maggiore fertilità dei terreni pedemontani. In questi infatti si hanno tre combinazioni pedologiche e cioè sabbie, limi e argille, con prevalenza dei secondi. Alcuni campioni della zona di Soliera hanno mostrato il seguente contenuto medio in rame:

sabbie: 1.3 limi: 9.7 argille: 0,6 ppm

Dall'analisi dei dati riferiti al tipo di coltivazione (Figg. 3-6 e Tab. II) delle quattro zone si rilevano altre caratteristiche di interesse. Facendo riferimento ai valori dell'incolto, il Cu risulta carente su tutte le colture della zona di Montefiorino (Fig. 3); nelle altre presenta livelli normali per tutte le colture ad eccezione dei vigneti e frutteti, nei quali si registrano valori molto alti, talora superiori al livello di tossicità (Figg. 4 e 5). Un andamento analogo è esibito dallo Zn, il quale però non raggiunge in nessun caso livelli tossici, mentre risulta sotto i livelli dell'incolto nelle colture a medica e cereali. Questo accumulo di Cu e Zn in terreni coltivati a vigneto e frutteto sembra sia da mettere in relazione con l'impiego di funghicidi e anticrittogamici a base di Cu e Zn (10, 13) che si accumulano per dilavamento dell'epidermide fogliare.

Gli elevati tenori di manganese riscontrabili nelle zone di Sassuolo, Soliera e Mirandola sulle colture a vigneto possono pure trovare un'origine analoga (3) o essere dovuti a fertilizzanti sintetici che contengono

Tabella IIc

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Soliera in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	C	B
Cu	4.5	14	10.5	35.5	1.2	24.7	16
Zn	14	12.8	26	35.6	8.6	14.4	10.3
Co	4.8	5.5	5.1	5.0	2.7	5.3	4.8
Mn	183	196	191	250	134	233	198
Fe	148	121	65	78	102	105	91

sali dell'elemento in quantità discreta (1, 4). Rileviamo infine che si verifica nelle zone di Soliera e Mirandola una carenza in Fe rispetto all'incolto in quasi tutte le colture, cosa che non si verifica nelle altre due zone.

I valori medi per coltura relativi a tutto il corso dle Secchia (Figg. 7 e 8 e Tab. III) portano ad evidenziare con maggiore nettezza le osservazioni suddette. Con l'eccezione dei vigneti e dei frutteti si verifica

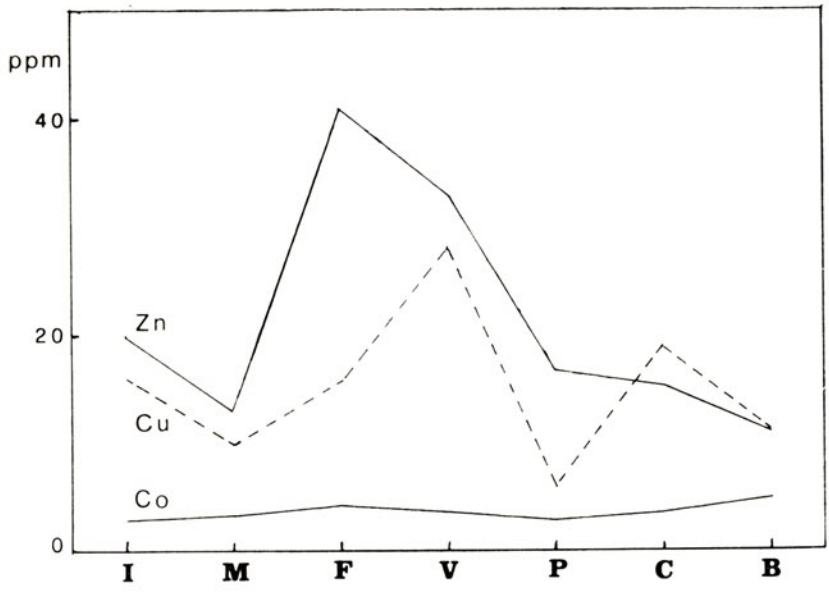


Fig. 7
Livelli (ppm) di Co, Cu e Zn scambiabili di terreni del bacino del Secchia in funzione del tipo di coltivazione.

Tabella IId

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Mirandola in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	C	B
Cu	20.6	7.8	30	30	10.9	7.4
Zn	29	9.7	57	26	15	11.7
Co	3.1	2.2	2.9	4.2	3.7	3.3
Mn	154	133	229	254	223	185
Fe	96	84	104	74	95	79

una carenza in Cu e Zn rispetto all'incolto; tale fatto ci sembra sia da riferire alle pratiche agricole: il notevole impoverimento in Cu e Zn osservabile sui terreni coltivati a barbabietola e medica è infatti da attendersi dato l'elevato contenuto di questi elementi nella pianta adulta (12).

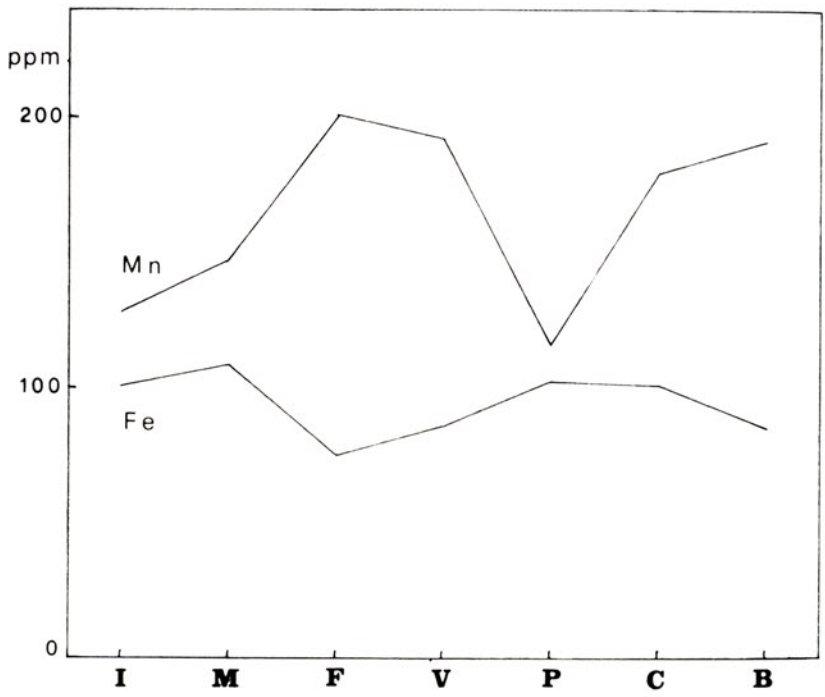


Fig. 8

Livelli (ppm) di Mn e Fe scambiabili di terreni del bacino del Secchia in funzione del tipo di coltivazione.

TABELLA III

Livelli medi di microelementi scambiabili (ppm) relativi a terreni del bacino del Secchia in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	C	B
Cu	16.2	10.2	15.4	28.0	6.1	18.8	11.4
Zn	20.0	13.2	41.2	33.3	16.7	15.2	11.0
Co	3.0	3.3	4.6	3.7	2.8	3.6	4.9
Mn	127	147	200	193	116	180	191
Fe	101	108	75	86	102	101	85

Per Mn e Fe scambiabili si delinea con chiarezza il loro ben noto antagonismo (4): quando i valori del Fe sono bassi, quelli del Mn sono alti e viceversa. Il Fe risulta in particolare carente nelle colture a frutteto, vigneto e barbabietola, le quali richiedono grandi quantità di Fe (12), mentre prati e medicai permettono una reintegrazione e un accumulo del metallo.

Conclusioni

Dalla serie di dati qui riportati appaiono chiari i sintomi di un generale squilibrio nel tenore in oligoelementi dei terreni del bacino del Secchia. Queste alterazioni sembrano provocate da una parte dal tipo di coltivazione effettuata e dall'altra dall'apporto esterno. Per quanto riguarda il primo fattore si deve osservare che i microelementi attualmente considerati nella fertilizzazione sono trattati in modo alquanto superficiale e insufficiente; le varie ditte produttrici di fertilizzanti cioè aggiungono piccole quantità di oligoelementi in forma solubile, ma ciò non garantisce che essi nel terreno siano in forma assimilabile: possono tra l'altro aver luogo, ad es., fenomeni di precipitazione e di ossidazione a seconda del tipo di terreno trattato (14, 15). Riguardo al secondo fattore è da rilevare che l'apporto di microelementi dovuto all'impiego di pesticidi, funghicidi e fertilizzanti sintetici (Cu, Zn e Mn) può sì portare un contributo all'alimentazione vegetale, ma può anche dar luogo ad un accumulo con conseguenti fenomeni di tossicità, come è stato in alcuni casi anche qui accertato. Anche l'impiego della tecnica della fertirrigazione che utilizza i liquami di porcilaia (16), sembre abbia rivelato un suo limite nell'accumulo di Cu e Mn.

Il problema del controllo dei livelli di microelementi, dati i ristretti margini di concentrazione optimum per la vegetazione, e la variabilità pedologica dei suoli della provincia di Modena, si presenta qui in tutta la sua complessità. Ricerche ora in corso presso questo laboratorio si propongono di considerare alcuni specifici fattori che permettano di trarre una più particolaristica definizione della situazione attuale così da consentire anche interventi nei casi ove si osservi un chiaro squilibrio.

BIBLIOGRAFIA

1) O. T. Rotini, Agrochimica XVII, 1 (1972-73).

2) F. Russo, Tecnica Agricola *6*, 17 (1954).

3) G. Casalicchio e G. Vianello, Gli elementi minori in Agricoltura, Bologna 1976.

4) J. J. Mortvedt, P. M. Giordano e W. L. Lindsay, Micronutrients in Agriculture, Madison 1972.

5) C. A. Black, Methods of Soil Analysis, 1965.

6) D. C. Martens e G. Chesters, J. Sci. Fd. Agric. *18*, 187 (1972).

7) G. Lotti e C. Galoppini, Guida alle analisi chimico-agrarie, Bologna 1967.

8) R. L. Mitchell, OECE Project n. 156, 149 (1956).

9) D. K. Acquaye, A. B. Ankomah e I. Kanabo, J. Sci. Fd. Agric. *23*, 1035 (1972).

10) H. Aubert e M. Pinta, Trace Elements in Soils, Amsterdam 1977.

11) J. Delas, Agrochimica VII, 258 (1963).

12) L. J. Sullivan, Phosphore et Agric. *60*, 1 (1972).

13) Y. Coic, C. Tendille, Ann. Nutr. Aliment. *25*, B97 (1971).

14) L. S. Murphy e L. M. Walsh, Micronutrients in Agric. p. 347 e segg. Madison 1972.

15) G. E. G. Mattingly, Education Chem. 41 (1979).

16) Regione Emilia Romagna, Studio globale sull'inquinamento ecc., vol. I, p. 210, Genova 1974.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 53-65

Pietro Baraldi
Laboratorio di Chimica Fisica Applicata, Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena, Via Campi 183 (Modena)

INDAGINE SUL CONTENUTO IN MICROELEMENTI SCAMBIABILI DI TERRENI DEL BACINO DEL PANARO

RIASSUNTO

L'analisi del contenuto in microelementi scambiabili di terreni situati lungo il corso del Panaro ha portato ad evidenziare sintomi di un certo squilibrio. Si osservano talora valori elevati di Cu, Zn e Mn riferibili con ogni probabilità all'impiego massiccio di anticrittogamici, talora valori bassi di Cu e Fe dovuti all'effetto delle coltivazioni intensive. È stato rilevato in particolare che i terreni con coltura a vite e frutteto presentano spesso livelli tossici di rame.

SUMMARY

An analysis of exchangeable micronutrient levels of Panaro basin soils put in evidence some symptoms of alteration with respect to uncultivated soils. High Cu, Zn and Mn values, perhaps attributable to repeated anticryptogamic tratments, are frequently observed, while deficient Cu and Fe levels as a consequence of cultivation sometimes occur. In particular, toxic Cu levels are determined in vineyards and orchards.

Introduzione

Proseguendo le ricerche già oggetto di una precedente pubblicazione (1) riferiamo nella presente nota sulle indagini relative ai tenori in microelementi scambiabili di terreni della provincia di Modena situati in prossimità del fiume Panaro. Questi terreni sono soggetti generalmente a tipi di coltivazione differenti in relazione alla loro posizione geografica: si ha infatti una prevalenza di prati e cereali in montagna,

di prati e vigneti nella zona collinare e di barbabietole nelle zone di bassa e media pianura. In corrispondenza si osservano variazioni nel tipo di terreno: nelle zone intermedie prevalgono infatti i limi e le sabbie, mentre nella zona di bassa pianura il tipo argilloso è predominante. Come noto, il tenore in microelementi assimilabili, oltre che dal tipo del terreno e dalle coltivazioni che lo caratterizzano, dipende anche da altri fattori come ad es. le fertilizzazioni con concimi sintetici, a volte troppo abbondanti, i valori del pH e dell'umidità del terreno (2, 3), le pratiche agricole, come l'irrigazione, l'impiego di insetticidi e funghicidi (a base di composti di Cu, Zn e Mn) (4); inoltre la presenza di insediamenti industriali e di allevamenti animali possono alterare per via aerea o idrica la situazione, determinando in certi casi un accumulo con fenomeni di tossicità.

Con la presente indagine si vuole osservare la consistenza di alcuni degli aspetti indicati sopra. È da prevedere infatti, per la presenza anche nella provincia di Modena di diversi tra i fattori indicati sopra (5), una netta variabilità del tenore in microelementi assimilabili. In questa nota è stato analizzato in particolare il tenore in microelementi assimilabili dei vari terreni in funzione del tipo di coltivazione e del pH del terreno.

Metodologia sperimentale

Nel periodo agosto-settembre 1976 furono prelevati 120 campioni di terreno suddivisi in parti uguali rispettivamente nelle quattro zone di Zocca, Savignano sul Panaro, Nonantola e Finale Emilia. Queste località furono scelte per mantenere un'analogia con il campionamento precedentemente da noi effettuato lungo il bacino del fiume Secchia (1). In ogni zona i prelievi sono stati effettuati su terreni soggetti a coltivazioni diverse, cercando con ciò di rappresentare anche la proporzione esistente tra di esse. Si è data così prevalenza ad es. alle colture a prato nella zona montana e alla coltura a barbiabietola nella media e bassa pianura.

La metodologia per la raccolta dei campioni, l'estrazione dei microelementi (con resina Amberlite IR 120) e la loro successiva eluizione è la stessa seguita nella precedente indagine condotta su terreni del bacino del Secchia (1), alla quale rimandiamo per ogni dettaglio. Le soluzioni contenenti i microelementi sono state analizzate mediante le tecniche della AAS, impiegando uno spettrofotometro Varian 1100. Il pH è stato

misurato con un piaccametro Philips PW 9414 con elettrodo a vetro, seguendo la metodica descritta da Lotti e Galoppini (6).

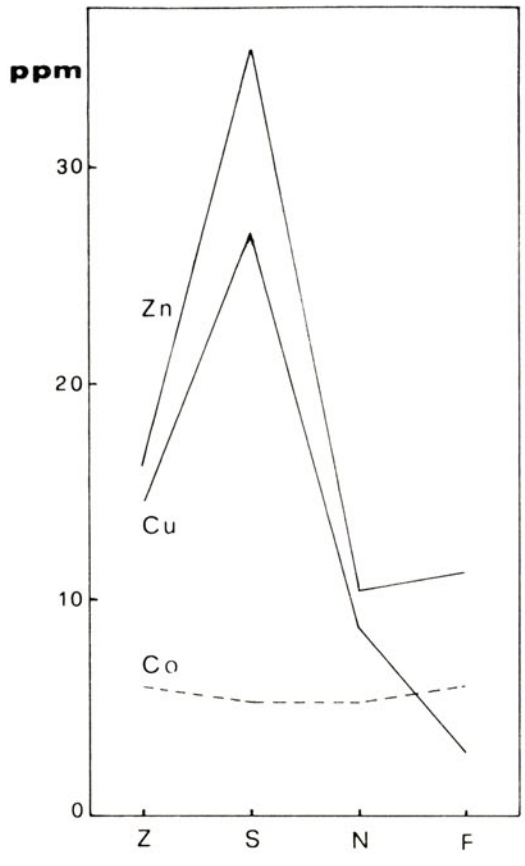


Fig. 1

Livelli (ppm) di Co, Cu e Zn scambiabili di terreni delle zone di Zocca, Savignano sul Panaro, Nonantola e Finale Emilia.

Risultati e discussione

I dati analitici relativi a Cu, Zn, Co, Mn e Fe scambiabili nei terreni esaminati sono stati elaborati in modo da fornire i seguenti dati: 1) i tenori medi in microelementi per zona geografica; 2) i tenori medi in microelementi in ciascuna zona riferiti al tipo di coltivazione; 2) i te-

TABELLA I

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) e pH medi di terreni delle zone di Zocca, Savignano sul Panaro, Nonantola e Finale Emilia

	Z	S	N	F
Cu	16.3	28.0	8.8	2.9
Zn	17.4	35.4	10.3	12.2
Co	6.4	5.2	5.2	5.8
Mn	121	200	201	184
Fe	86.7	98	72	70
pH	7.45	8.16	7.88	7.83

nori medi su tutto il corso del Panaro relativi al tipo di coltura. I risultati sono riportati nelle Figg. 1-8 e nelle Tab. I-III.

Considerando i dati in relazione alla zona geografica (Figg, 1, 2 e Tab. I) si osserva immediatamente che i tenori in oligoelementi scam-

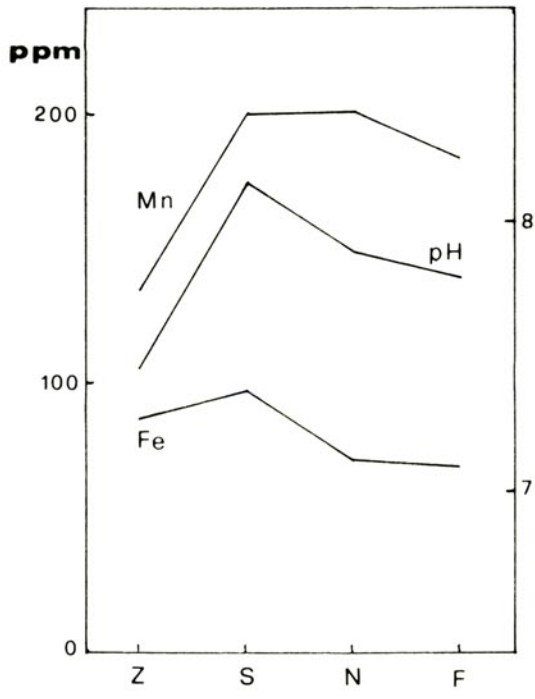


Fig. 2

Livelli (ppm) di Mn e Fe scambiabili di terreni delle zone di Zocca, Savignano sul Panaro, Nonantola e Finale Emilia.

biabili risultano elevati nelle zone intermedie, mentre si mostrano bassi nelle zone estreme di montagna e di bassa pianura, fatta eccezione per il Co che è praticamente costante su tutti i terreni esaminati. Questo andamento è da altra parte analogo a quello riscontrato in precedenza sui

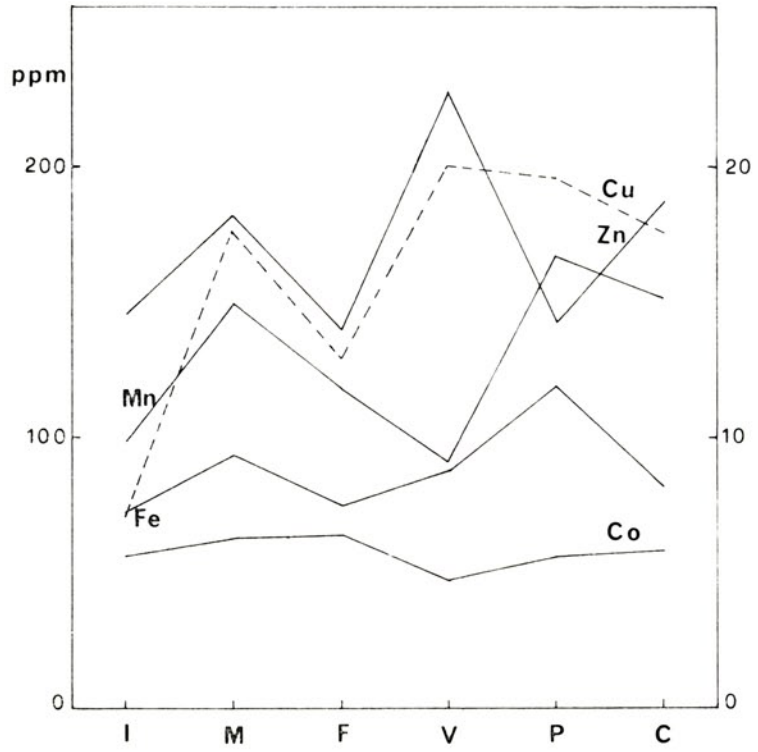


Fig. 3

Livelli (ppm) di Fe e Mn (scala a sinistra), Cu, Zn e Co scambiabili (scala a destra) di terreni della zona di Zocca in funzione del tipo di coltivazione. In questa e nelle successive figure i simboli indicano: I: incolto; M: medica; F: frutteto; V: vigneto; P: prato; C: cereali e B: barbabietola.

terreni del bacino del Secchia (1). Nel caso del rame e dello zinco si hanno nella zona di bassa pianura valori notevolmente bassi, cioè al limite o sotto i limiti di carenza riportati in letteratura, almeno per i tipi di coltivazione qui pravalenti (frutteto, barbabietole) (2, 7, 8), mentre nella zona di Savignano si registrano valori di rame molto alti, superiori cioè ai limiti di tossicità (4, 9). Anche senza voler qui approfondire

l'argomento, questa situazione sembra sia da porre in relazione da una parte a pratiche colturali che tendono ad impoverire il terreno in oligoelementi (le piante da frutto ad es. richiedono elevate quantità di zinco (7, 10), mentre dall'altra deve riferirsi all'apporto dovuto principal-

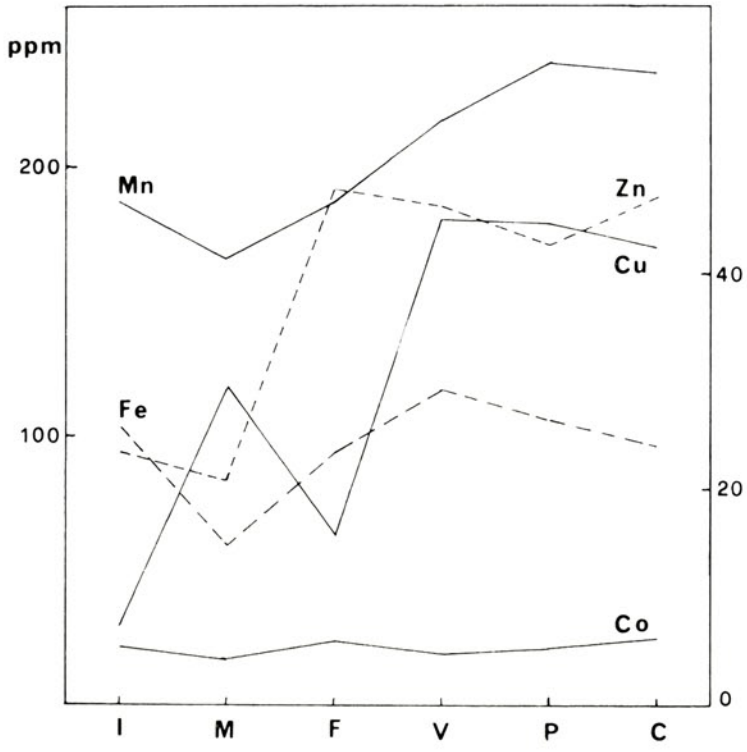


Fig. 4

Livelli (ppm) di Fe, Mn (scala a sinistra), Cu, Zn e Co scambiabili (scala a destra) di terreni della zona di Savignano sul Panaro in funzione del tipo di coltivazione.

TABELLA II a

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Zocca in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	C
Cu	7.2	17.6	13.0	20.0	19.6	17.6
Zn	14.6	18.2	14.0	22.8	14.3	18.8
Co	5.7	6.3	6.4	4.8	5.6	5.8
Mn	99	149	118	90	167	157
Fe	73	94	75	89	119	82

mente a insediamenti industriali e all'impiego degli anticrittogamici e degli insetticidi nei trattamenti disinfestanti (4, 11).

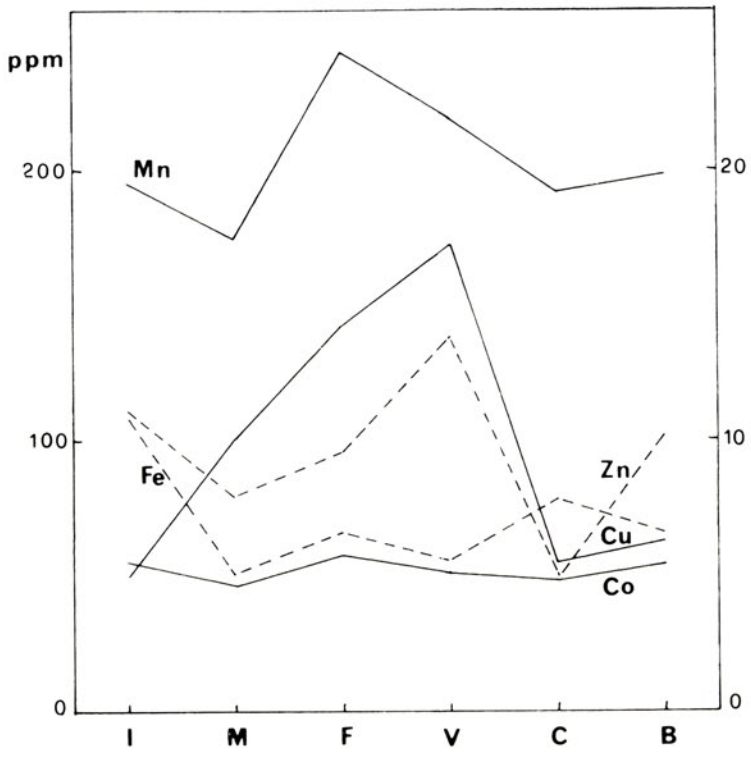


Fig. 5

Livelli (ppm) di Fe, Mn (scala a sinistra), Cu, Zn e Co scambiabili (scala a destra) di terreni della zona di Nonantola in funzione del tipo di coltivazione.

TABELLA II b

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Savignano sul Panaro in fuzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	C
Cu	7.4	29.6	15.8	45.2	44.8	42.5
Zn	23.6	21.0	47.7	46.3	42.7	47.0
Co	5.4	4.2	5.9	4.8	5.2	6.2
Mn	187	166	187	217	239	235
Fe	103	60	94	117	106	96

In Fig. 2, accanto ai dati sopra discussi, è riportato l'andamento del pH medio dei terreni. Come già osservato nel caso dei terreni del bacino del Secchia (1), non si rileva neppure qui una relazione chiara tra

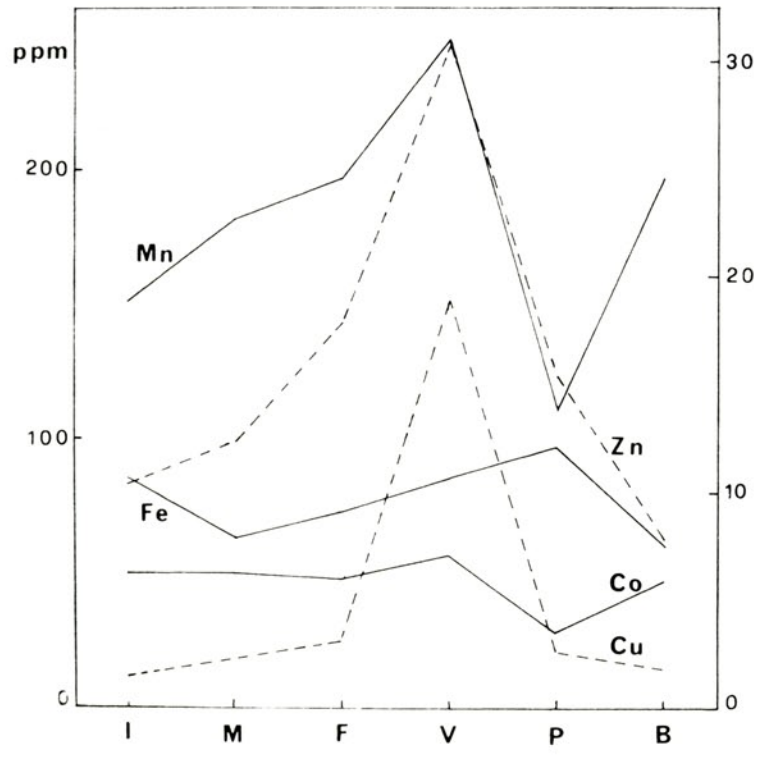


Fig. 6

Livelli (ppm) di Fe, Mn (scala a sinistra), Cu, Zn e Co scambiabili (scala a destra) di terreni della zona di Finale Emilia in fuzione del tipo di coltivazione.

TABELLA II c

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Nonantola in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	C	B
C	4.9	9.9	14.3	17.3	5.6	6.2
Zn	11.2	7.9	9.5	13.7	4.7	10.2
Co	5.4	4.5	5.8	5.2	4.7	5.4
Mn	196	175	244	220	192	199
Fe	109	52	66.5	56	78.5	66.4

assimilabilità e pH, dato che, contrariamente alle aspettative, ai pH più elevati si hanno pure valori elevati dei tenori in oligoelmenti. Rileviamo tuttavia che questa tendenza può essere riferita da una parte al fatto che la variazione del pH è piuttosto limitata (i valori sono sempre compresi tra 7.5 e 8.2) e dall'altra all'influenza di altri fattori come l'umidità, lo stato di areazione e di drenaggio, la quantità di sostanza organica del terreno. È pure da prevedere che la relativa abbondanza in microelementi nelle zone a pH un po' maggiore possa riferirsi, almeno in parte, all'apporto esterno dovuto all'impiego di anticrittogamici. Comunque, ad una relativa abbondanza in microelementi scambiabili corrisponde una maggiore fertilità dei terreni delle zone intermedie. Essa sembra sia da riferire alla preponderanza di limi alluvionali nelle zone considerate. In-

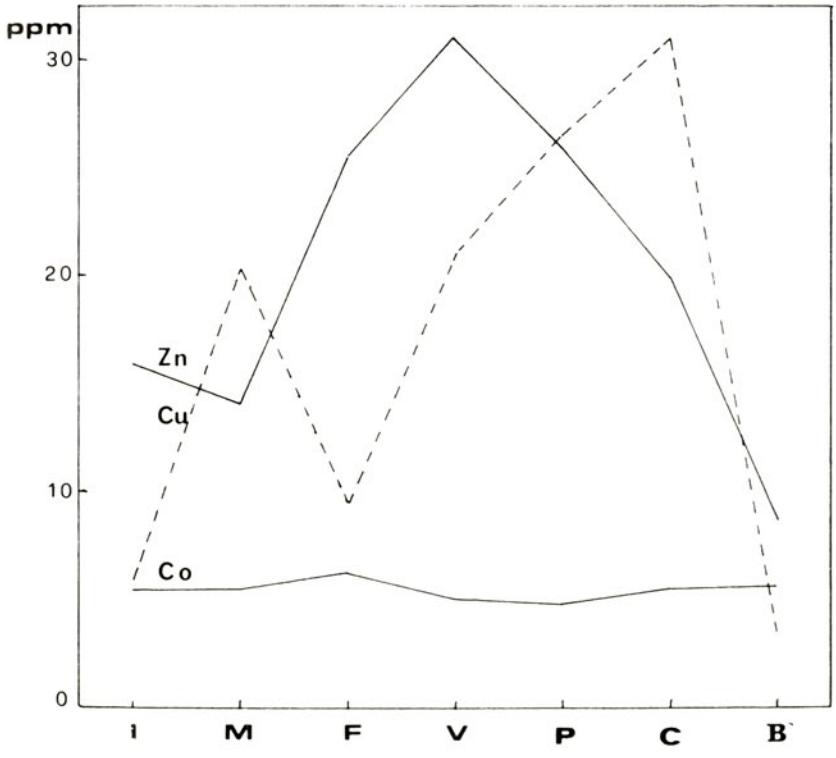


Fig. 7

Livelli (ppm) di Cu, Zn e Co scambiabili complessivi di terreni del bacino del Panaro in funzione del tipo di coltivazione.

fatti, acuni campioni di terreni incolti della zona di Nonantola ad es. hanno mostrato i seguenti tenori in Zn scambiabile in funzione del componente pedologico:

sabbie: 5.2 limi: 13.8 argille: 6.8 ppm

Dall'analisi dei tenori in microelementi in funzione del tipo di coltivazione (Figg. 3-6 e Tab. II) è possibile osservare come per tutte le zone considerate i livelli di Cu e Zn nei terreni a vigneto siano più elevati che sulle altre colture, raggiungendo, nel caso del rame, valori molto superiori ai limiti di tossicità riportati in letteratura (4, 9). Per il Mn si ha una generale abbondanza per tutti i tipi di coltivazione, ma si raggiunge un picco più elevato per i terreni coltivati a vigneto e frutteto delle zone di media e bassa pianura. Questi alti valori dei tre elementi in discussione sembrano da riferire ad un accumulo dei prodotti impiegati nelle disinfestazioni e dei loro prodotti di degradazione, usati in particolar modo sulla vite e le piante da frutto.

Tabella II d

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni della zona di Finale Emilia in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	B
Cu	1.3	2.2	3.2	19.0	2.6	1.8
Zn	10.4	12.5	18.1	32.0	15.4	7.9
Co	6.2	6.3	5.9	7.0	3.6	5.8
Mn	151	182	196	248	110	197
Fe	85	64	73	85	97	60

Il Fe assume in questi terreni valori generalmente bassi rispetto ai corrispondenti valori osservati sui terreni del bacino del Secchia: esso infatti solo in alcuni casi supera le 100 ppm, mentre è spesso sotto i livelli dell'incolto, anche se non raggiunge livelli di carenza. Questo fatto sarebbe in relazione con l'assunzione del Fe da parte di numerose piante (ad es. i cereali), il quale verrebbe poi solo in parte reintegrato dalle colture a prato (v. ad es. le Figg. 3 e 6).

Come ultimi dati relativi ai microelementi scambiabili sono stati riportati nelle Figg. 7 e 8 e in Tab. III i livelli medi riscontrati sui terreni del bacino del Panaro in funzione del tipo di coltivazione. È qui da rilevare innanzitutto che i valori presentati da Cu e Zn sono generalmente superiori ai livelli dell'incolto su tutte le coltivazioni ad eccezione dei terreni a barbiabietole. Mediamente esiste quindi una certa sovrabbon-

danza dei due elementi citati nei terreni del bacino del Panaro, sulle cui possibili cause già è stato detto sopra, che li renderebbe tossici o prossimi alla tossicità per le colture. Il Mn e il Fe hanno livelli che si aggirano rispettivamente intorno alle 200 e 100 ppm con un andamento che ri-

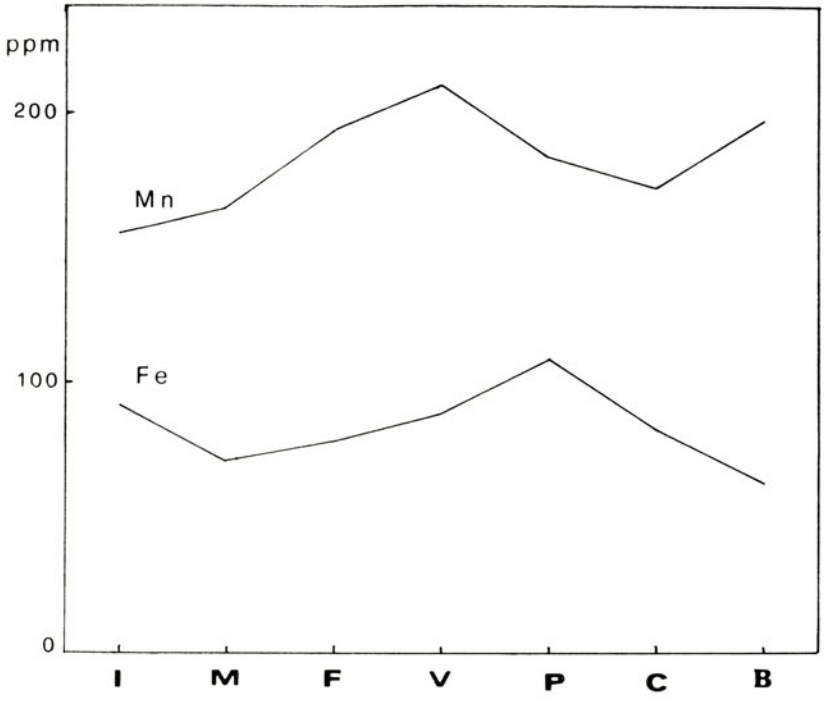


Fig. 8

Livelli (ppm) di Fe e Mn scambiabili complessivi di terreni del bacino del Panaro in funzione del tipo di coltivazione.

TABELLA III

Livelli di microelementi scambiabili (ppm) di terreni del bacino del Secchia in funzione del tipo di coltivazione

	I	M	F	V	P	C	B
Cu	5.9	20.6	9.5	21.3	26.4	31.4	3.5
Zn	15.9	14.7	25.6	30.8	25.9	21.4	8.8
Co	5.6	5.5	5.9	5.1	5.0	5.5	5.6
Mn	156	165	194	211	184	174	198
Fe	92	72	79	89	109	84	63

specchia la situazione evidenziata sui terreni del bacino del Secchia (1). È cioè anche qui evidente l'antagonismo tra i due elementi che è già stato rilevato in letteratura (2, 4, 12).

Conclusioni

Dalla serie di dati analitici qui riportati è stato rilevato come la situazione nutrizionale dei terreni del bacino del Panaro presenti chiari segni di generale alterazione. I tenori in microelementi risultano infatti talora elevati con punte tali da superare i livelli di tossicità, talora bassi fino ad essere sotto il livello di carenza. I livelli elevati di Cu e Zn in particolare su alcuni tipi di coltivazioni possono essere messi in relazione con l'impiego di antiparassitari a base di Cu e Zn, i quali giungerebbero ad accumularsi nel terreno anche in forma direttamente disponibile per l'assorbimento da parte dell'apparato radicale; i livelli inferiori ai limiti di carenza sarebbero invece da porre in relazione, oltre che a fattori propri del terreno, principalmente all'effetto delle coltivazioni di tipo intensivo effettuate. Il verificarsi sia di fenomeni di carenza che di tossicità in zone situate a non grande distanza tra di loro non è del resto inatteso, in quanto i limiti degli intervalli di tenori ottimali sono piuttosto ravvicinati. Da qui nasce quindi la necessità di un controllo della situazione nutrizionale dei terreni.

L'autore ringrazia il Prof. Gianfranco Fabbri per i consigli e l'aiuto prestato durante l'esecuzione del presente lavoro.

BIBLIOGRAFIA

(1) P. Baraldi, S. Bertoli, G. Fabbri, M. Morselli, O. Nicolini, questo volume.

(2) J. J. Mortvedt, P. M. Giordano, W. L. Lindsay - Micronutrients in Agricolture, Madison 1972.

(3) T. S. West, Education Chem., 62 (1979).

(4) B. Casalicchio, G. Vianello, Gli Elementi minori in Agricoltura, Bologna 1976, pag. 97 e segg.

(5) Regione E. Romagna, Studio globale sull'inquinamento ecc., vol. I, pag. 729 e segg., Genova 1974.

(6) G. Lotti, C. Galoppini, Guida alle Analisi chimico-agrarie, Bologna 1967.

(7) L. J. Sullivan, Phosphore et Agricolture, *60*, 1 (1972).

(8) A. Dartigues, E. Lubet, Ann. Agrochim., *18*, 285 (1967).

(9) J. Delas, Agrochim., VII, 258 (1963).

(10) G. Lotti, Agrochim., XVII, 141 (1972-73).

(11) Y. Coic, C. Tondille, Ann. Nutr. Aliment., 25, 97 (1971).

(12) G. Ya. Zhiznevskaya, Agrochim, XVII, 46 (1972-73).

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 67-76

Cervi G. - Zanichelli T.

FOSSILI E MINERALI PRESENTI NELLE ARGILLE ROSSE DI ALCUNE LOCALITA' DELLA PROVINCIA DI REGGIO E. (APPENNINO TOSCO-EMILIANO)

RIASSUNTO

Sono descritti i fossili presenti in alcuni affioramenti di argille rosse, della provincia di Reggio Emilia, rappresentati da denti di squalo ricoperti da rame nativo; l'origine di questo viene riferita a fenomeni geochimici d'ambiente abissale.

ABSTRACT

Description of fossiles found in some red clays from Northern Italian Apennines consisting of shark teeth covered with native copper. The origin of copper should depend on deep sea geochemical factors.

In alcune zone della Provincia di Reggio Emilia sono rintracciabili affioramenti isolati di « argille rosse » contenenti denti fossili di Selaci, rame nativo, malachite ed azzurrite. Queste stesse argille sono state osservate anche in numerose località delle Province di Bologna, Modena, Parma, Piacenza; tutte le singole località, riferite alla cartografia geologica, ricadono in più formazioni contenenti Argille Varicolori: Argille di Viano, Marne di Montepiano.

Le prime segnalazioni di concentrazioni cuprifere all'interno delle argille del Reggiano sono contenute nell'opera di P. Mantovani: « Intorno alle argille scagliose e di alcuni Ammoniti d'Emilia », pubblicata a Milano nel 1875.

L'Autore riporta, a riprova della sua ipotesi secondo la quale le « argille scagliose » avrebbero origine vulcanica, alcune località in cui « abbonda il carbonato di rame, che in luogo detto di Monte Galbone ha

la massima prevalenza e fa l'argilla, vista a qualche distanza, di un uniforme colore verdognolo. È questa una vera miniera di rame di cui al principio del secolo (1800) fu tentata la coltivazione . . . ». Ho rintracciato il giacimento nel 1973 e successivamente ho individuato nella collina Reggiana altre località con similari caratteristiche, inoltre ho ricevuto segnalazioni o rinvenuto in bibliografia dati su giacimenti fuori Provincia.

CARATTERISTICHE DELLE « ARGILLE ROSSE »

Le argille rosse con mineralizzazioni presentano strati litoidi rari e di piccola potenza. Sono talvolta rintracciabili sottilissimi livelli (3/6 mm) di arenaria manganesifera con tracce di organismi limivori oppure strati (spessore 6/12 cm) di arenaria e granulometria medio fine, per la più parte costituita da quarzo e raro felspato. Entro questa arenaria è episodicamente rintracciabile rame nativo ed altri minerali cupriferi sotto forma di depositi intergranulari. Nelle « Argille rosse » sono presenti piccoli agglomerati di gesso giallo pallido; queste argille sono caratterizzate da una tipica tonalità di colore rosso ocra che ne permette la rapida individuazione anche a distanza. Possiedono un elevato grado di compattazione che rende difficile la fluidificazione e che dà loro una maggiore stabilità rispetto al Caotico (1) da cui si distinguono anche per l'abbondante contenuto paleontologico e la forte concentrazione di minerali cuprici. La fauna fossile delle « Argille rosse » è, con le concentrazioni cupriche, il più importante elemento per il loro riconoscimento sul terreno. La fauna fossile è sempre ben rappresentata: è costituita da denti di squalo privi di apparato radicale, cavi all'interno e ridotti al solo « smalto ».

GEOCHIMICA DELL'ARRICCHIMENTO CUPRICO

Le « Argille rosse » non sono in connessione con affioramenti ofiolitici; è perciò improbabile che la genesi del rame sia legata al solo complesso ofiolitico. Numerosi programmi di perforazione oceanica hanno rilevato concentrazioni di rame nativo; ad esempio nel corso del « Deep Sea Drilling Project », sono stati rinvenuti aggregati cristallini e filon-

---

(1) Cfr.: Carta geologica d'Italia, Foglio 86 - Modena.

cini di rame nativo in carote prelevate dal fondale marino di 6000m circa 550 Km SE di New York, costituito da argille abissali, a soli 20 m sopra il basamento basaltico oceanico.

Le caratteristiche litologiche delle « Argille rosse » denotano un ambiente di sedimentazione medio fondo; la concentrazione del rame è originata da fenomeni geochimici propri dei sedimenti marini di medio-alta profondità, per i quali si propone la seguente serie di combinazioni:

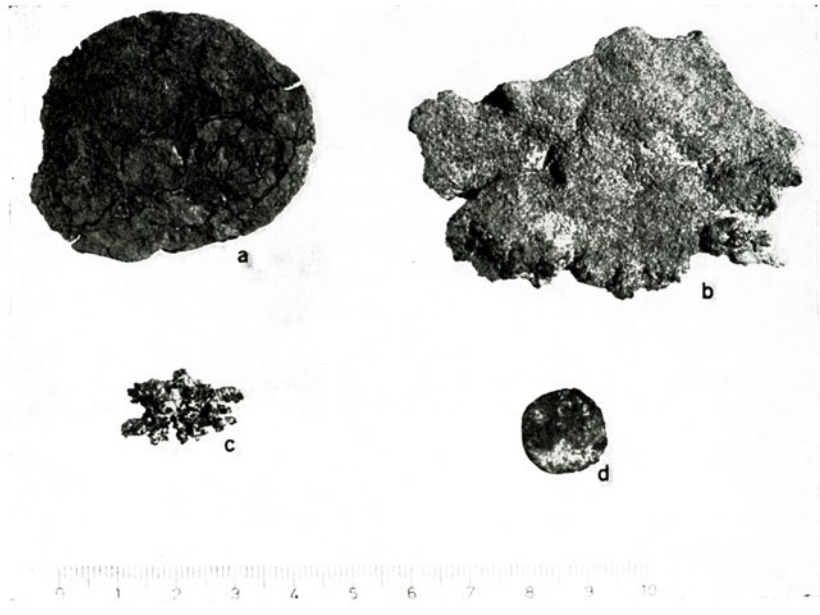
1) ambiente originario di sedimentazione a carattere riducente, (dimostrato anche dal diffuso contenuto palentologico);

2) concentrazione di elementi calcofili nelle acque;

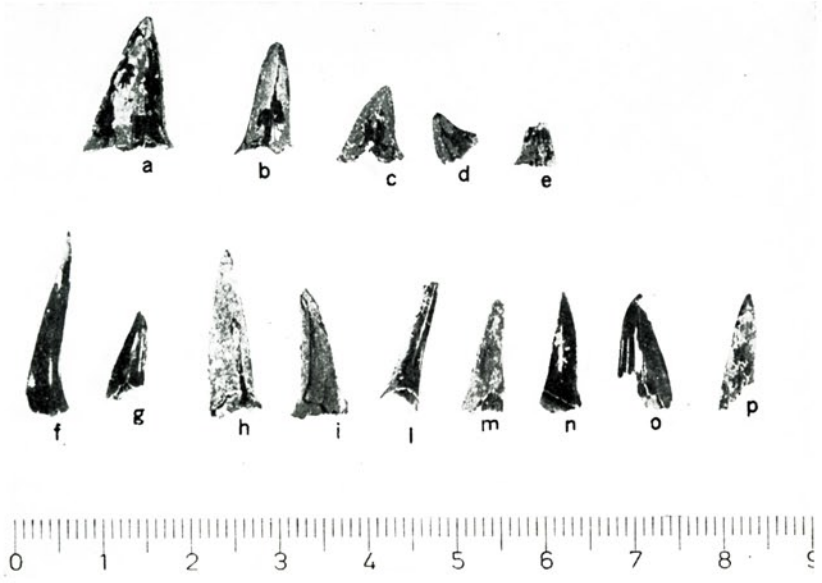
3) formazione dei solfuri degli elementi calcofili;

4) instaurarsi di condizioni ossidanti in periodi successivi alla fase sedimentaria con formazione dei rispettivi minerali;

5) dispersione degli ossidi (cuprite ecc.) nelle « Argille rosse » e precipitazione del rame a contatto di materiale organico (fauna fossile).



Esemplari raccolti entro le « Argille rosse » di M. Galbone (RE): a) placca scudata; b) c) accrescimenti cristallini di Cu nativo; d) moneta in rame di epoca Romana.

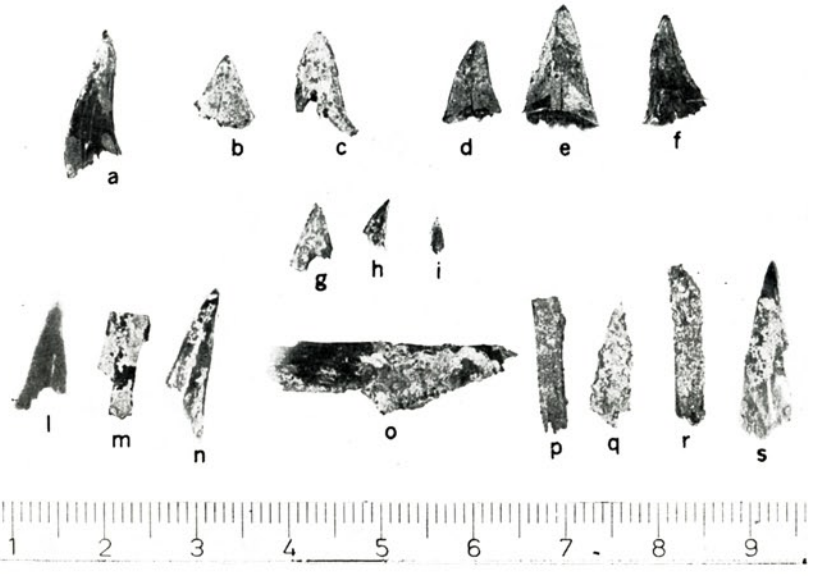


Esemplari fossili raccolti entro le « Argille Rosse » di M. Croce (RE): a) c) d) b) h) appartengono al genere ISURUS, i rimanenti non sono stati determinati.

DESCRIZIONE DELLA FAUNA FOSSILE

Il contenuto paleontologico delle « Argille rosse » è indicativo dell'ambiente di sedimentazione, i denti in particolare si possono considerare indici batimetrici. Il « fango » che ricopre gli attuali fondali oceanici racchiude infatti esemplari soggetti agli stessi fenomeni disgregativi delle componenti solubili. Lo « smalto » dei fossili, ove non sia ricoperto da incrostazioni di rame nativo, si presenta di color bruno scuro, raramente biancastro. Il primo autore che descrive i fossili delle « Argille rosse » è Camillo Galvani, nell'opera « Della pietra fosforica Bolognese » stampata nel 1780. La quasi totalità degli esemplari raccolti appartiene, nell'ordine, ai generi ISURUS, HEXANCHUS, CARCHARODON, con netta preminenza del primo; non mancano esemplari riferibili ad altri generi, in corso di studio. Il genere CARCHARODON è presente con esemplari di notevoli dimensioni attribuibili alle specie cretacee C. longidens e C. angustidens (Ag.). Nella collezione paleontologica della università di Parma sono conservati due splendidi esemplari di queste specie raccolti nelle « Argille rosse » di Vernasca (Pc). Un ap-

profondito esame della fauna delle « Argille rosse » può fornire utili indicazioni cronologiche anche ai fini della loro attribuzione formazionale. I reperti fossili, nonostante la grande fragilità, possono venire raccolti intatti sul terreno ed il loro grado di conservazione sembra variare in proporzione alla distanza del giacimento dal margine padano, con esemplari progressivamente fratturati e contorti in prossimità di questo.



Esemplari raccolti entro le « Argille Rosse » del giacimento di M. Galbone (RE): a) ISURUS (desori?), b) c) d) e) f) g) h) l) n) s) ISURUS sp, o) CARCHARODON sp. i) m) p) q) r) frammenti. Le macchie chiare sono ricoprimenti di Cu nativo.

MINERALI PRESENTI NELLE ARGILLE ROSSE

Analisi dei campioni

È stata eseguita l'analisi mineralogica dei minerali più significativi delle argille rosse delle seguenti località del Reggiano: Viano, Monte Galbone, Babbio, Rondinara, Monte Croce, Castellarano, Pecorile, Ciano d'Enza, Castagneto, Baiso, Vecchia, Regnano. Una osservazione macroscopica preliminare ha messo in evidenza le medesime specie mineralogiche in tutte le località; analisi di controllo su diversi campioni non hanno mostrato particolari variazioni di composizione. Per l'esame dei

campioni si è utilizzata la Camera GANDOLFI (TENNO S.P.A.). Sono stati letti i fotogrammi dei campioni più significativi, di cui si riportano i dati confrontati con quelli delle schede A.S.T.M. (per comodità è stata data una numerazione progressiva che non tiene conto né delle località né della composizione).

Esemplare di CARCHARODON probabilmente riferibile alla specie angustidens (Ag), Cretaceo. Dal giacimento di Rio Viole (RE).

MINERALI DI RAME RICONOSCIUTI

CUPRITE: si riporta la tabella più significativa di un campione proveniente da Monte Galbone (RE); si presentava in una massa compatta di colore rosso o grigio violaceo ricoperta in gran parte da malachite. Spesso la cuprite si è presentata in aghetti rosso rubino, varietà meglio nota col nome di CALCOTRICHITE. Esemplari analoghi sono stati rinvenuti anche nelle località di Baiso, Pecorile, Viano, Castagneto, Monte Croce.

TABELLA 1

CUPRITE

A.S.T.M. 5-667		Camp. 1G - Galbone	
d	I/I_o	d	I/I_o
3.020	9	3.01	w
2.465	100	2.46	vs
2.135	37	2.12	s
1.743	1		
1.510	27	1.51	m
1.287	17	1.51	m
1.233	4	1.23	w
1.067	2	1.06	vw
0.979	4	1.00	w

MALACHITE: il cristallo analizzato di cui si riportano i dati nella tabella N° 2 proviene dalla località di Pecorile (RE). È stato isolato da una concrezione compatta su cuprite mista a gesso latteo e lamine di mica. La Malachite è presente in tutte le località campionate; Oltre che in concrezioni si trova in minutissimi cristalli aciculari od in patine di alterazione su cuprite o azzurrite, non rare sono le incrostazioni su denti di squalo.

TABELLA 2

MALACHITE

A.S.T.M. 10-399		Camp. 2 - Pecorile	
d	I/I_o	d	I/I_o
7.41	12		
5.993	55	5.97	s
5.055	75	5.00	s
4.699	14		
3.693	85	3.67	s
3.028	18		
2.988	18	2.98	vw
2.857	100	2.85	vs
2.186	20	2.18	m
2.160	8		
2.129	20	2.12	m
1.472	12	1.471	m
1.422	8		
1.418	16	1.419	m

AZZURRITE: il campione riportato in tabella 3 si presenta, come la maggior parte di quelli esaminati, in rosette o sferuliti di colore azzurro intenso su matrice argillosa, mista a malachite. I nuclei di cuprite sono spesso ricoperti da azzurrite parzialmente alterata in malachite. L'azzurrite è presente in tutte le località.

TABELLA 3

AZZURRITE

A.S.T.M. 11-682		Camp. 3G - Galbone	
d	I/I_o	d	I/I_o
5.15	55	5.20	s
5.08	30		
3.67	50	3.67	s
3.51	100	3.51	vs
3.10	10	3.10	w
2.96	5		
2.92	10	2.91	w
2.81	5	2.80	w
259	10		
2.54	25		
2.52	20	2.52	m
2.51	35		
2.50	30		
2.33	15	2.33	m
2.29	15		
2.28	35	2.22	s
2.26	25	2.11	m
1.55	5	1.59	vw
1.29	15	1.29	w

MELANTERITE: è stata riscontrata nei giacimenti di Pecorile (RE) e di M. Galbone (RE). I campioni presentavano prismi blu/verdi di piccole dimensioni.

TABELLA 4

MELANTERITE

A.S.T.M. 22-633		Camp. 4P - Pecorile	
d	I/I_o	d	I/I_o
6.79	8		
5.88	2	5.92	vw
5.56	8	5.56	w
5.49	12		
5.41	4		
5.33	8		
4.90	100	5.03	vs
4.87	50		
4.56	10	4.50	w
4.20	2	4.25	vw
4.02	14		
3.77	60	3.80	s
3.73	20		
3.39	8		
3.29	16	3.34	w
3.25	5		
3.20	12		
3.12	8	3.12	vw
3.11	6		
3.08	4	3.04	vw
2.43	6	2.60	vw
2.27	2	2.22	vw
1.99	2		
1.97	2	1.97	vw

BIBLIOGRAFIA

BARBIERI F. (1978). *Osservazioni stratigrafiche e paleoambientali su alcune « argille varicolori » dell'Appennino settentrionale*, L'Ateneo Parmense, vol. 14.

BERTOLANI M. (1953). *I giacimenti cupriferi dell'Appennino Modenese*. « Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena », *82*, 36-43.

BERTOLANI M., BERTOLANI MARCHETTI D. (1967). *Dadoxylon fossilizzato con rame nativo nei « Red Beds » di Ca' di Vanni (Frassinoro, Modena)*. « Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena », *98*, 1-14.

BERTOLLI A., NARDI R. (1966). *Geologia delle valli del Dolo e del Dragone (Appennino Tosco-Emiliano)*. « Mem. Soc. Geol. Ital. », *5*, 139-164.

BIANCONI G. G. (1875). *Intorno alle Argille Scagliose di origine Miocenica*. « Mem. Acc. delle Scienze di Bologna », Tomo V, sez. III.

BOMBICCI L. (1882). *Montagne e vallate del territorio Bolognese*, Bologna.

CALINDRI (1783). *Dizionario corografico*, Tomo V, Bologna.

DAL RIO G. (1964). *Sulle argille rosse del Bolognese*. « Natura e Montagna », 3.

FERRETTI A. (1887). *La Miocenità dello Scaglioso*, Reggio Emilia.

GALVANI C. (1780). *Della Pietra Fosforica Bolognese*, Bologna.

JERVIS G. (1874). *Tesori Sotterranei d'Italia*, Torino.

KOBE H. V. (1960). *Cu-Ag deposits of the Red-Bed type at Negra Huanusha in central Perù*. « Schw. Min. Petr. Mitt », *40*, 163-176.

LINDGREN W. (1933). *Mineral deposits*. Mc. Graw-Hill Book Co., New York and London, 403-409.

MANTOVANI P. (1875). *Delle Argille Scagliose e di alcuni ammoniti dell'Emilia*, Milano.

MANTOVANI P. (1879). *Sulla questione delle Argille Scagliose*. « Boll. R. Com. Geol. », 1-2.

MOLINA (1821). *Memorie di Storia Naturale*, Bologna.

PANTANELLI D., (1896). *Rame nativo e Mercurio nell'Appennino Emiliano*. « Atti Acc. dei Lincei ».

RAGUIN E. (1952). *Sur l'ampleur de la métallogénie régénérée*. XIX Congr. Géol. Intern., Alger, Sect. XII, 102, 1952.

RAGUIN E. (1961). *Géologie des sites minéraux*. Masson, Paris, 513-525.

RAMDOHR P. (1950). *Die Erzmineralien und Ihre Verwachsungen*. Akademie Verl., Berlin 287-311.

RONCAGLIA C. (1847). *Statistica degli Stati Estensi*, Modena.

SCHREIDERHOHN H. (1949). *Erzlagerstätten. Fischer*, Stuttgart. 213-217.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 77-118

Bettelli G. - Bonazzi U. - Fazzini P.
Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Modena

IL « COMPLESSO DI CANETOLO » NELLA TOSCANA MERIDIONALE

RIASSUNTO

In questa nota vengono delineate le caratteristiche crono e litostratigrafiche dell'Unità tettonica terziaria sovrapposta alla Successione toscana nella Toscana meridionale. Viene, inoltre, affermata la piena corrispondenza dell'unità con quella del Complesso di Canetolo e proposta la localizzazione del bacino di sedimentazione al margine esterno del dominio oceanico.

ABSTRACT

Chrono and lithostratigraphic characteristics of the Tertiary Unit overlain the Tuscan sequence, in the Southern Tuscany, are described. The correlation of this unit with the Canetolo Complex is declared and the oceanic localisation of its sedimentary basin is proposed.

1. INTRODUZIONE

L'analisi delle successioni alloctone della Toscana meridionale, dal mare all'Amiata, ed in particolare nei bacini dei fiumi Ombrone, Albegna e Fiora, indica da un lato, l'esistenza di analogie con le successioni tolfetane e, dall'altro, una maggiore diffusione areale del cosiddetto « Complesso di Canetolo ».

Le osservazioni fatte e i dati raccolti dagli scriventi negli ultimi 5 anni, in collaborazione con altri ricercatori dell'Università di Modena

Questa ricerca è stata compiuta con il finanziamento del Ministero della Pubblica Istruzione; responsabile P. Fazzini.

primo fra tutti il Prof. U. Losacco, profondo conoscitore della geologia della Toscana meridionale, e ancora il Prof. M. Pellegrini e il Dott. E. Pantiglioni, uniti ad un riesame critico dei dati riportati in letteratura permettono un primo approccio con i difficili problemi geologici della regione e, in particolare, consentono di sottolineare l'importanza che assume l'individuazione del « Complesso di Canetolo » nell'interpretazione stratigrafica e strutturale.

Il « Complesso di Canetolo » rappresenta, infatti, la prima unità alloctona sovrapposta, attraverso un *melange* olistostromico, ai termini della successione toscana; talvolta al più alto di essi, il Macigno, talaltra a livelli diversi del gruppo della Scaglia. Il suo affiorare permette di individuare le zone di relativo alto strutturale, mentre il suo scomparire sotto altre unità alloctone, come quella della Pietraforte o quelle di non ancor ben definite unità fliscioidi, evidenzia le zone relativamente ribassate.

2. IL COMPLESSO DI CANETOLO

2.1. Definizione

Prima di affrontare il tema di questa nota sembra opportuno soffermarsi sull'utilità o meno di estendere così ampiamente, e a zone fra loro così lontane, l'uso del termine « Complesso di Canetolo ». Introdotto nella letteratura geologica da Zanzucchi (1963, 1967) per una migliore definizione del Kalk-Ton-Horizont di Ludwig (1929), è stato riconosciuto in numerose zone dell'Appennino settentrionale, sia a nord sia a sud dell'Arno. Via via che nuovi affioramenti venivano assimilati a questo complesso, cresceva il dettaglio e migliorava la distinzione in formazioni e membri. La dilatazione del termine « Complesso di Canetolo » diveniva, quindi, inevitabile come pure il problema di individuare la posizione dell'originario bacino di sedimentazione. Elter (1972), in una visione complessiva, palinspastica, dell'Appennino settentrionale, ha localizzato il bacino del « Complesso di Canetolo » (bacino subligure) tra la ruga insubrica e il dominio toscano. Si potrà discutere sull'appartenenza o meno di questo bacino al margine continentale od oceanico appenninico, resta indubbio, però, che la sua localizzazione non può discostarsi da quella indicata per il bacino subligure, tra il toscano e

---

Il gruppo di studio dell'Università di Modena intende proporre in un prossimo futuro l'interpretazione generale della zona, fra il F. Ombrone e il F. Fiora, dai termini paleozoici a quelli plio-quaternari della successione stratigrafica.

quello ligure vero e proprio, come testimoniano la posizione geometrica assunta dal « Complesso di Canetolo » nell'evoluzione tettonica della catena appenninica e la sua stratigrafia. Per le stesse considerazioni è indubbio che nella Toscana meridionale il « Complesso » può essere individuato chiaramente ed assumere, anzi, una maggiore importanza nell'ambito delle successioni alloctone, ridotte in numero e in potenza rispetto al tratto più settentrionale dell'Appennino, a nord dell'Arno.

A prescindere da una sicura corrispondenza litologica, che però, come vedremo, sembra esistere almeno per alcuni elementi stratigrafici, è possibile un parallelismo fra il « Complesso di Canetolo » dell'Appennino settentrionale a nord e a sud dell'Arno e quindi sembra utile estendere la terminologia; una diversa denominazione, come per esempio quella di « Complesso subligure » o di « Complesso sicilide » (Ogniben, 1969) sembra inopportuna, almeno prima di un'analisi approfondita.

2.2. Caratteristiche generali

Le caratteristiche generali del « Complesso di Canetolo » sono state ben riassunte da Abbate e Sagri (1970): esso è costituito prevalentemente da scisti argillosi e da vari tipi di calcari (argille e calcari di Canetolo) ma comprende anche corpi rocciosi lenticolari dalla litologia omogenea, definiti come membri informali (Calcari di Groppo del Vescovo, Arenarie di Ponte Bratica, Arenarie di Petrignacola ed altri equivalenti) a cui faremo riferimento più preciso nel prossimo paragrafo. La porzione principale del « Complesso di Canetolo » risulta essere di età eocenica, anzi si può dire che in molti affioramenti vi sia rappresentato solo l'Eocene; il complesso può però estendersi nei vari affioramenti, sia a livelli più antichi che a livelli più recenti. Così, negli affioramenti più meridionali, probabilmente ai Monti della Tolfa, nell'alto Lazio, la base è costituita da un *Flysch* cretacico superiore e il suo tetto giunge all'Oligocene, mentre in quelli più settentrionali oltre all'Eocene e ad un probabile Paleocene è presente anche l'Oligocene e, in Val d'Aveto, pure il Miocene inferiore.

2.3. Rapporti con il substrato

I rapporti tra il substrato e il « Complesso di Canetolo » sono stati oggetto di numerose discussioni ma, ad eccezione di Marini (1966, 1969,

1973) che per alcuni affioramenti settentrionali sostiene la continuità stratigrafica, quasi tutti gli Autori alloctonisti sono del parere che il « Complesso di Canetolo » si sia sovrapposto, con modalità che potremmo chiamare tettonico-sedimentarie, alla successione toscana. La messa in posto del « Complesso di Canetolo » di provenienza interna (ligure o subligure), sulla successione toscana è molto spesso anticipata e accompagnata da frane extraformazionali che, in alcuni casi, assumono la struttura tipica degli olistostromi (elementi litoidi di forma e pezzatura diversa, patinati o con superfici alterate di color ocra, inglobati in argilloscisti siltoso-sabbiosi con strutture spesso di aspetto fluidale); in altri casi, invece, assumono un aspetto ordinato per la possibilità del materiale franato ad organizzarsi simulando un regolare passaggio stratigrafico contraddetto, per lo più, solo dalle microfaune. In altri casi ancora la laminazione tettonica, che si può avere in corrispondenza del piano di appoggio, conduce al perfetto parallelismo fra la successione sottostante e quella sovrastante e simula, anche in questo caso, un regolare passaggio stratigrafico.

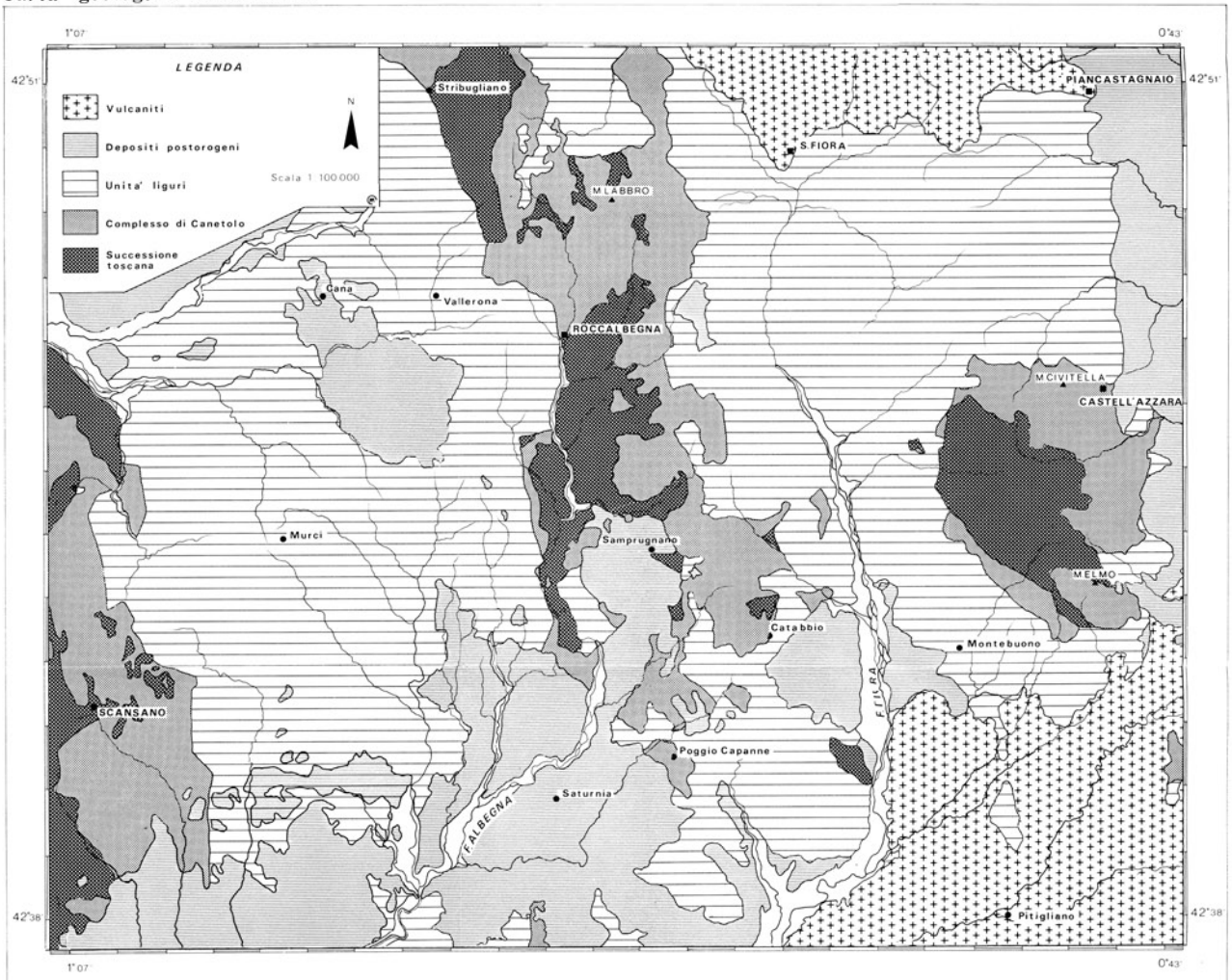
Quest'ultima situazione può spiegare, in alcuni casi, la diversità delle successioni di Canetolo, anche in affioramenti molti vicini, e rappresentare un'alternativa all'attribuzione di un andamento lenticolare ad alcuni membri del Complesso.

Il riconoscimento della sovrapposizione anomala del « Complesso di Canetolo » sulla successione toscana risulta oramai abbastanza facile quando quest'ultima termina con i *Flysch* arenacei (Macigno del Chianti e Macigno del Mugello); diviene più problematico quando si siano verificati nella successione toscana, o fenomeni di avanscorrimento dei *Flysch* arenacei e magari di livelli della sottostante Scaglia, o quando questi termini della successione non si siano depositati. Casi del primo genere sembra che si verifichino estesamente nella parte esterna della zona di cui ci occupiamo (Maremma interna) e del secondo genere almeno nei Monti della Tolfa.

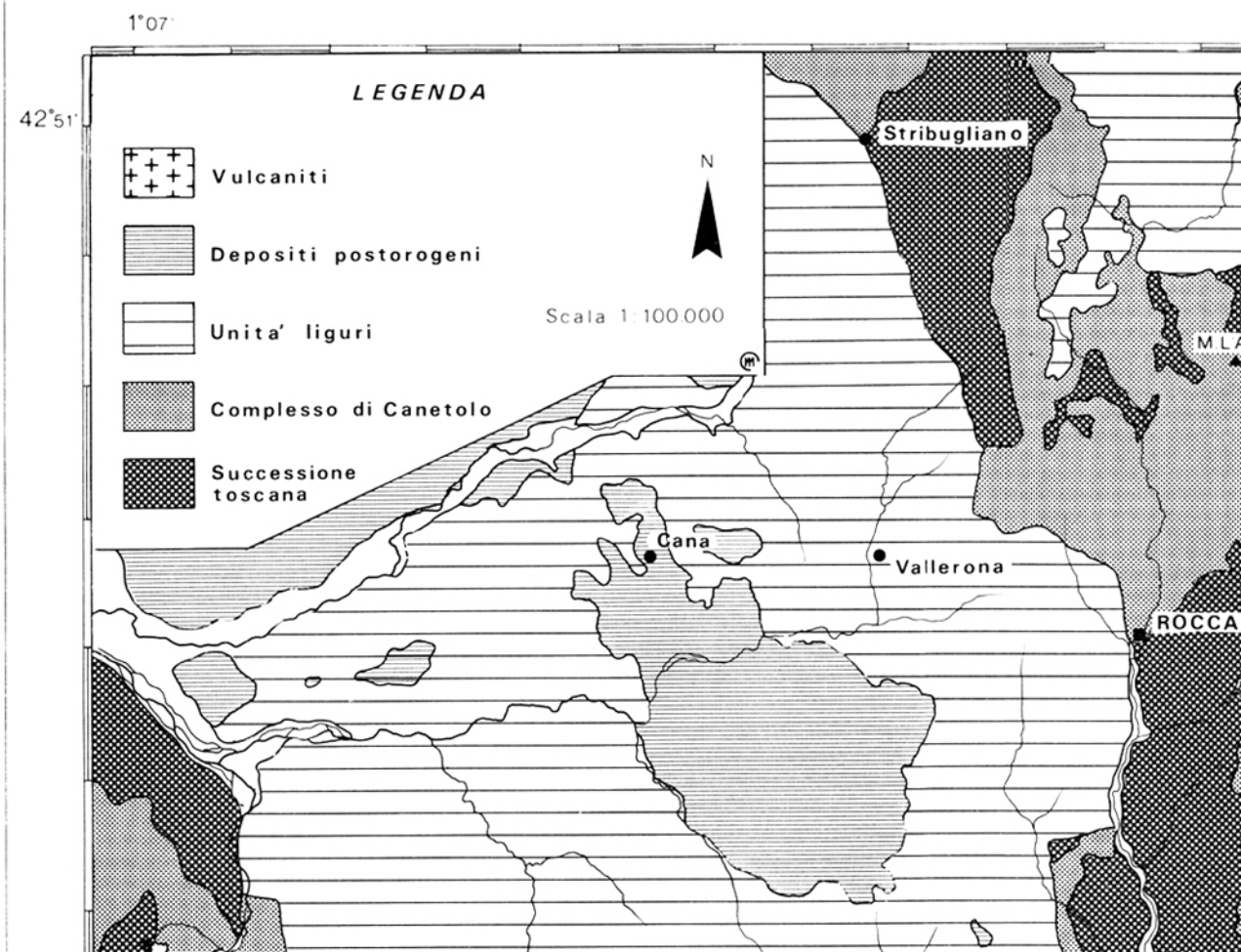
2.4. Successioni litostratigrafiche

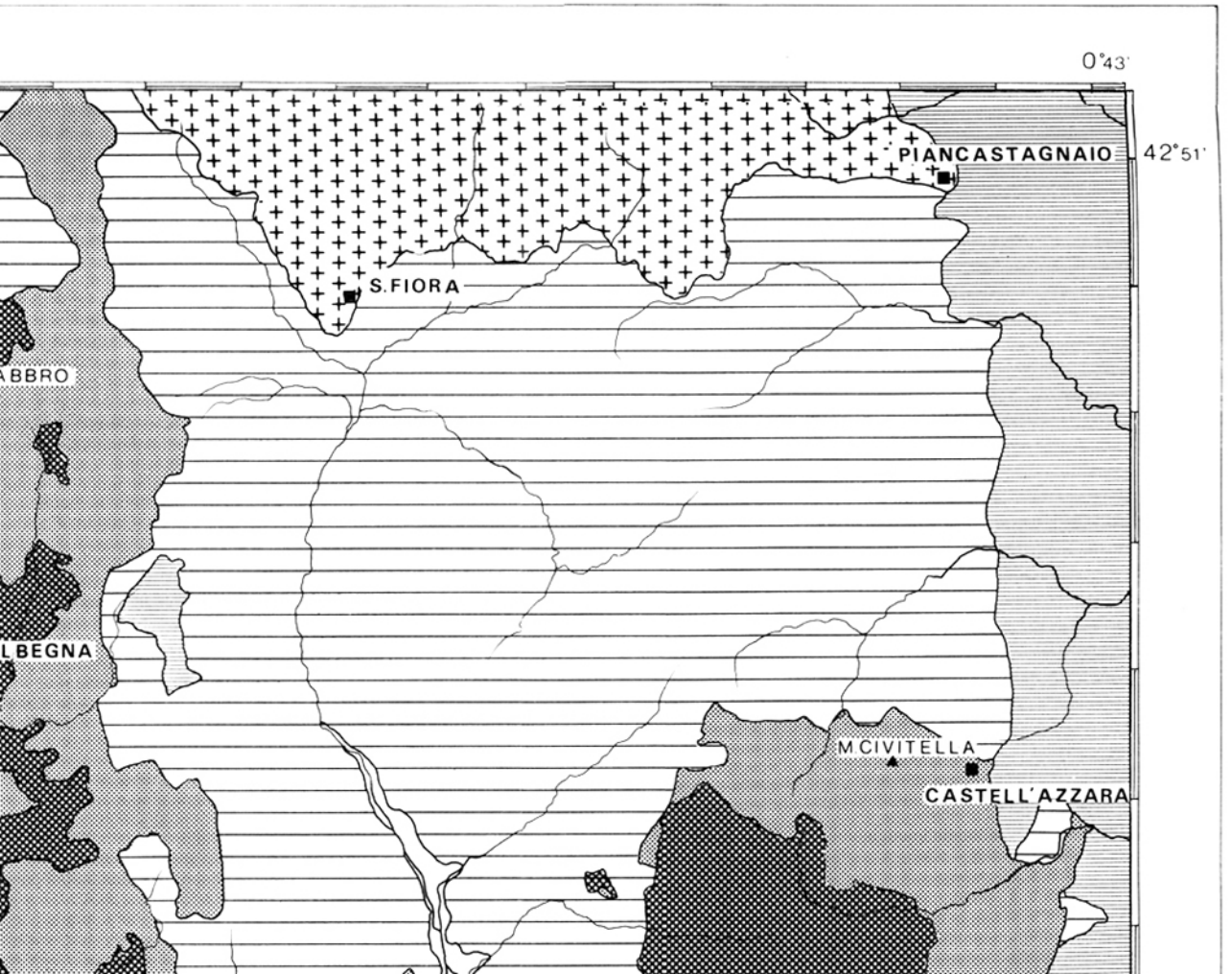
In questo paragrafo si cercherà di passare in rassegna, schematizzandole, le principali successioni litostratigrafiche attribuite o attribuibili al « Complesso di Canetolo » e descritte dai diversi Autori attraverso tutto l'Appennino settentrionale, da nord a sud, dalla Val d'Aveto ai Monti della Tolfa.

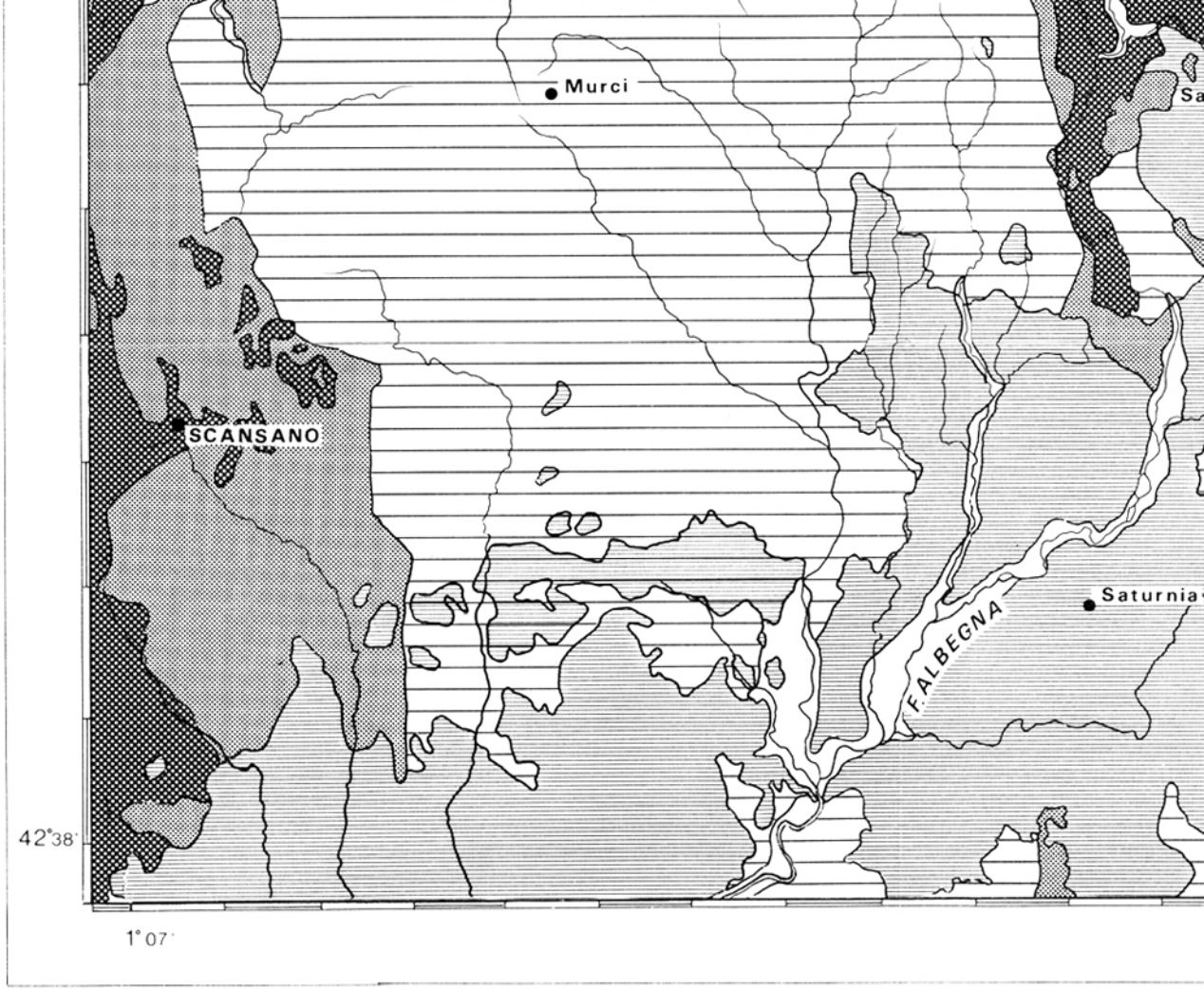
Carta geologica schematica

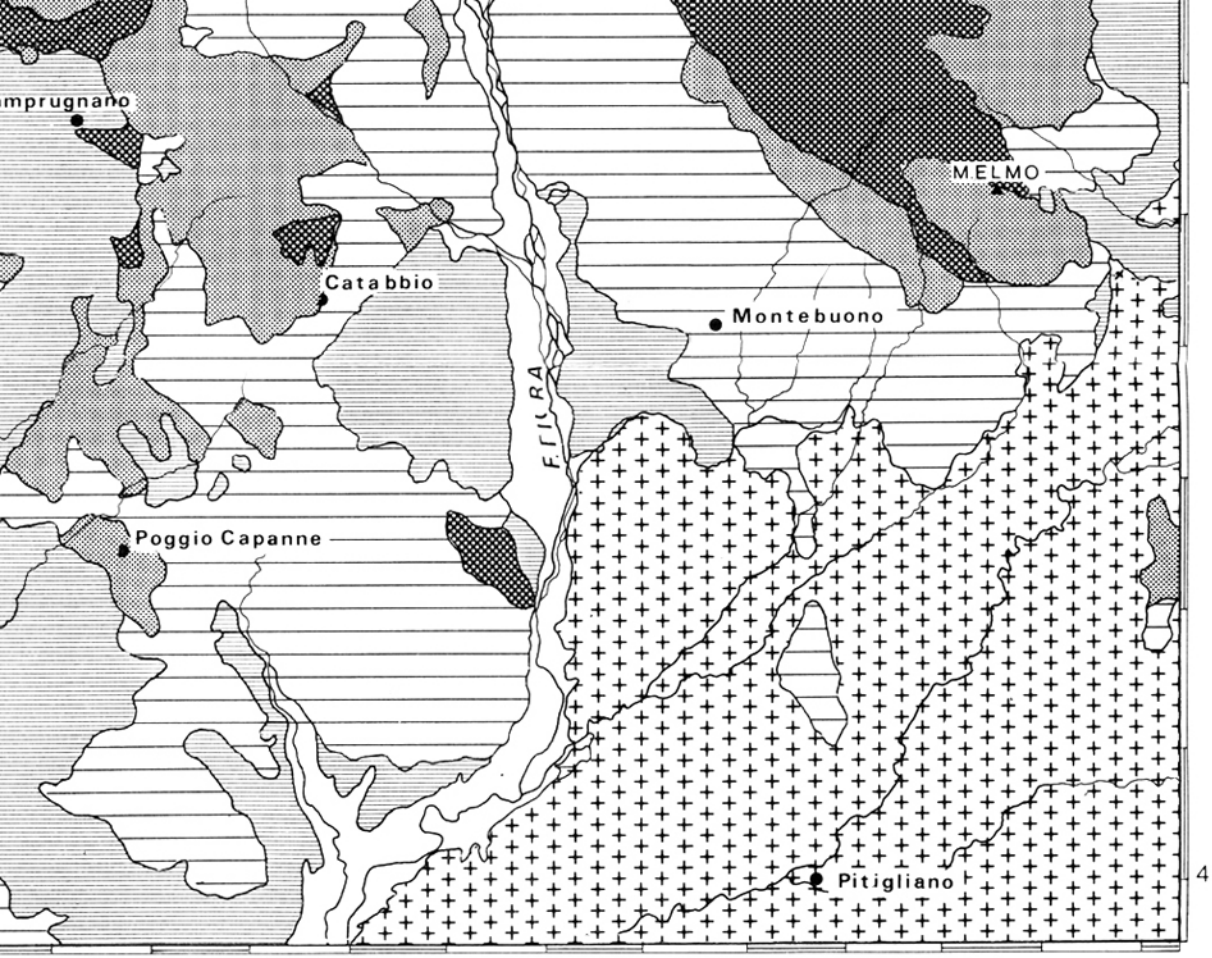


Carta geologica schematica




0°43'
42°51'
PIANCASTAGNAIO
S.FIORA
ABBRO
L BEGNA
M.CIVITELLA
CASTELL'AZZARA


Murci
SCANSANO
Saturnia
FALBEGNA
42°38'
1°07'


mprugnano
MELMO
Catabbio
Montebuono
F. FIORA
Poggio Capanne
Pitigliano
42°38'
0°43'

Nell'Appennino settentrionale diversi A.A., nel passato, differenziarono i terreni terziari sovrastanti il « Macigno », attribuendo loro, però, un significato geologico e paleogeografico diverso da quello attuale: dal « Kalk-Ton-Horizont » di Ludwig (1929), Boni (1961, 1962) ha derivato il termine « Calcare e Argilla » e Reutter (1960) il sinonimo « Kalk-Ton-Serie ». I terreni così individuati rappresentano il termine stratigrafico principale e più caretteristico della successione tipo terziaria, descritta in seguito da Zanzucchi (1963) e da Barbieri e Zanzucchi (1963) nell'alta Val Parma e riconosciuta in posizione anomala sia sul Macigno dell'Orsaro sia sulle Marne di Marra. Tale successione acquistò il significato di unità tettonica ligure con Elter, Gratziu e Labesse (1964).

La successione descritta da Zanzucchi (1963) nella parte alta della Val Parma e della Val Magra (Fig. 1a) comprende, dal basso:

1) Formazione argilloso-calcarea nummulitifera di Canetolo-Cirone (ac)
2) Arenarie di Ponte Bratica (aB)
3) Arenarie di Petrignacola (aPe)
4) Arenarie di Groppo Sovrano (aGS)

La prima formazione è caratterizzata da argille scure con lembi di strati calcarei a patina giallastra o calcareniti e da « fitte alternanze di argille scure fogliettate con calcari a grana finissima compatti e silicei »; a diversi livelli compaiono argille scure con blocchi calcarenitici ed arenacei e bancate calcareo-marnose separate da argille ed arenarie fittamente stratificate; nella parte medio superiore si intercala un membro caratterizzato da bancate calcaree: « calcari tipo Groppo del Vescovo » (aGV).

Le « arenarie di Ponte Bratica » (aB) sono rappresentate da « una fittissima alternanza di straterelli arenacei a grana fine e micacei di colore grigio con argille sabbiose grigio cenere ».

Le « arenarie di Petrignacola » (aPe) sono formate da arenarie verdi con microfaune a Nummuliti « con abbondanti livelli conglomeratici ad elementi cristallini »; pochi metri di « ac » le legano stratigraficamente ad « aB ».

Le « arenarie di Groppo Sovrano » (aGS) sono « arenarie con quarzo, muscovite, feldspati a cemento carbonatico, con livelli calcarei e calcarenitici fini subordinati »; alla base sono presenti argille scure e nere e fitte alternanze rosse e verdi: esse vengono a contatto con le « arenarie di Ponte Bratica » attraverso argille scure spiegazzate con livelli arena-

cei; sembrano inoltre sovrastare le « arenarie di Petrignacola », probabilmente per fenomeni tettonici o variazioni locali di *facies*.

Nella successiva ricerca stratigrafica nella valle del Rio di Roccaferrara e zone limitrofe, BARBIERI e ZANZUCCHI (1963) descrivono una successione analoga in probabile contatto anomalo sulle Marne di Marra e sottostante tettonicamente alle Arenarie di Ostia (Fig. 1b). Alla Formazione argilloso-calcarea nummulitifera (« formazione di Canetolo »), con abbondanti microfossili eocenici e cretacei, si intercalano due formazioni arenacee: le Arenarie di Ponte Bratica, con fossili scarsissimi e non indicativi e le Arenarie di Petrignacola.

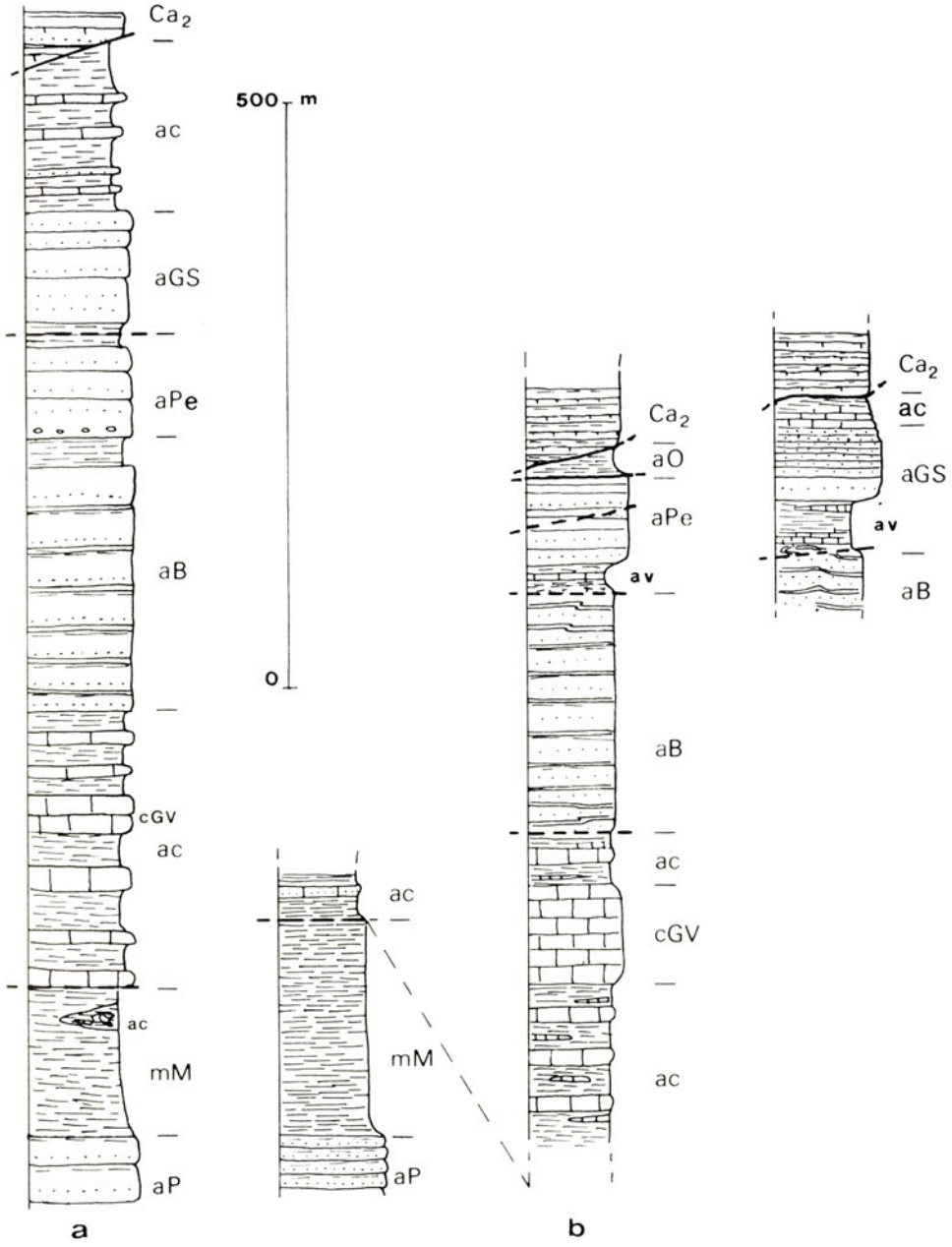
ELTER, GRATZIU e LABESSE (1964) concordano con quanto osservato da ZANZUCCHI (1963) nella zona dell'alta Val Parma, inoltre riconoscono gli stessi elementi stratigrafici e strutturali anche nella regione del Monte Ventasso: il Complesso terziario delle argille e calcari e delle arenarie del Bratica ricopre meccanicamente le Marne di Marra dell'anticlinale di Vallisnera (alta Val Secchia) sulla quale si accavalla il Macigno dell'Alpe di Succiso costituente, secondo gli A.A., il fronte della falda toscana.

Più a settentrione (Val Trebbia-Val d'Aveto) il « complesso di Bobbio » che contiene olistostromi intercalati nella « formazione di Bobbio » (corrispondente alle Marne di Marra) è sormontato dal « complesso delle argille e calcari e delle arenarie dell'Aveto ». Quest'ultimo è « costituito: alla base dalla formazione delle argille e calcari in tutto identiche » a quelle dell'alta Val Parma; seguono alcune centinaia di metri di marne siltose o arenacee, la formazione di Salso Minore, con pacchi di piccoli strati di arenarie separati da livelli argillosi, « che ricordano molto le arenarie di Ponte Bratica », e quindi la formazione arenaceo-conglomeratica della Val d'Aveto costituita da conglomerati poligenici e da arenarie grossolane verdi con alcune intercalazioni di argille rosse e

---

Fig. 1a - Ricostruzione del Complesso di Canetolo con unità litostratigrafiche affioranti nelle alte valli del Magra e del Parma (da ZANZUCCHI, 1963, ridisegnata).

b - Le unità del Complesso di Canetolo nelle sezioni stratigrafiche di M. Beccara, del Rio di Roccaferrara e di Groppo Sovrano (da BARBIERI e ZANZUCCHI, 1963, ridisegnato).
Successione toscana: aP -Arenarie di Pracchiola; aM - Marne di Marra;
Complesso di Canetolo: ac - argille e calcari di Canetolo; cGV - Calcari di Groppo del Vescovo; aB - Arenarie di Ponte Bratica; aPe - Arenarie di Petrignacola, con argille variegate di base (av); aGS - Arenarie di Groppo Sovrano, con argille variegate di base (av);
Complesso del Flysch di M. Caio: aO - Arenarie di Ostia; Ca_2 - Flysch di M. Caio.


Ca2
ac
aGS
aPe
aB
cGV
ac
ac
mM
aP
a
500 m
0
ac
mM
aP
Ca2
aO
aPe
av
aB
ac
cGV
ac
b
Ca2
ac
aGS
av
aB

verdi, contenenti calcari e calcareniti con faune eoceniche. Forme eoceniche sono presenti nelle arenarie che risultano, anche petrograficamente, identiche a quelle di Petrignacola (1).

Il fatto che la « formazione delle argille e calcari » si trovi a cavallo sia del « macigno della falda toscana » sia di quello dell'unità più esterna (Marne di Marra) e che la sua età sia eocenica, porta a considerarla tettonicamente indipendente da entrambe e di origine più interna. Gli A.A. inoltre non ritengono che il complesso detritico della Val Bratica e della Val d'Aveto possa rappresentare una ripresa della sedimentazione arenacea al di sopra di un olistostroma, in quanto presenta caratteri petrografici che lo differenziano sia dal « macigno » sia dalla « formazione di Pracchiola » e inoltre è legato stratigraficamente alla « formazione delle argille e calcari » sia a letto sia a tetto. La particolare posizione geometrica tra il Macigno e i complessi liguri superiori porta gli A.A. a localizzare il bacino dell'Unità delle argille e calcari « immediatamente all'interno della zona di sedimentazione toscana ».

Molti sono gli A.A. che si sono interessati della stratigrafia e della tettonica della zona di Bobbio. Schematicamente la successione miocenica di Bobbio parallelizzata da diversi A.A. alla successione Modino-Cervarola di cui ne rappresenterebbe il prolungamento verso NW, è ricoperta da coltri diverse di terreni subliguri. Tra i primi, la formazione di Val d'Aveto, con termini detritici corrispondenti alle Arenarie di Ponte Bratica e alle Arenarie di Petrignacola, giace discordante sulla formazione di Bobbio. Segue, sempre in discordanza, la Formazione di M. Penice suddivisibile in due membri attribuibili alle Argille e calcari di Canetolo ed ai Calcari di Groppo del Vescovo. Recentemente Plesi (1974), in Val Trebbia e in altre zone più meridionali, ha individuato una serie di subunità tettoniche nell'ambito del Complesso di Canetolo: 1) di Coli-Sanguineto; 2) dell'Aveto; 3) di Vico e la presenza (Plesi, 1975) di discordanze stratigrafiche (cfr. anche Monteforti e Raggi 1975). Bisogna precisare però che per Mutti e Ghibaudo (1972) la formazione di Bobbio giace stratigraficamente sul Complesso di Sanguineto, parte frontale di un ricoprimento subligure, avanzante da SW a NE nel bacino di Modino-Cervarola e che litotipi analoghi al Complesso di Sanguineto si ritrovano in ricoprimento (Complesso di Coli) sulla Formazione di Bobbio.

---

(1) Per Elter, Gratziu e Labesse (1964) il complesso terminava con « una serie di argille e calcari, con microbrecce nummulitiche, tendente a divenire sempre più calcarea verso l'alto » e di spessore molto variabile (alcune centinaia di metri nella zona di Vico Soprano), sormontato tettonicamente da Flysch del Cretacico superiore. In seguito, l'attribuzione al Miocene della Formazione dell'Aveto (Boni e altri, 1968) ha indotto ad escludere tale continuità.

Pagani e Zanzucchi (1970) puntualizzano la sovrapposizione tettonica delle « argille di Canetolo » sul Macigno in Val Gotra e sulle Marne di Marra al tetto delle più esterne Arenarie di Pracchiola nelle alte valli Magra e Parma. Gli A.A. rilevano inoltre la sovrapposizione tettonica « con un ordine contrario alla successione cronologica » dei tre livelli di « argille e calcari » che localmente costituiscono l'Unità di Canetolo e la presenza in essi di orizzonti di Marne di Marra molto simili ad Arenarie tipo Bratica e aventi, insieme a quest'ultime, analogie con la parte superiore del Macigno.

Ad ovest della Val Parma, nella zona di M. Borgognone e di Gravagna (Monteforti, 1972), l'unità delle « argille e calcari » è formata dagli stessi membri della vicina Valle di Roccaferrara (Barbieri

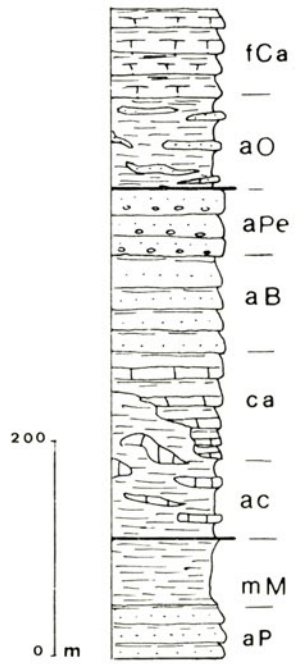


Fig. 2 - Le unità litostratigrafiche del Complesso tettonico terziario nell'alta Val Cedra (da Rau, 1965, ridisegnato).
Successione toscana: aP - Arenarie di Pracchiola; mM - Marne di Marra;
Complesso di Canetolo: ac - Serie a dominante argillosa; ca - Serie a dominante calcarea; aB, aPe - Serie a dominante detritica (Arenarie tipo Ponte Bratica, Tufiti e conglomerati tipo Petrignacola);
Complesso del Flysch di M. Caio: aO - Arenarie di Ostia; fCa - Flysch di M. Caio.

e ZANZUCCHI, 1963). « Argille e marne argillose fogliettate scure, con intercalazioni di strati calcarei grigi e di arenarie a cemento calcareo » (argille e calcari s.s.) costituiscono la base della successione; seguono « Calcari di Groppo del Vescovo nella loro tipica *facies* di calcari bianchi, spesso sublitografici con alternanze sottili di calcareniti e marne » e di nuovo un piccolo spessore di argilliti scure (argille e calcari s.s.); « sequenze di strati sottili arenacei a grana fine, micacei, di colore grigio-verde, e di strati argilloso-sabbiosi » rappresentano le arenarie del Bratica, separate attraverso « argilliti scure di piccolo spessore con strati calcarenitici discontinui » (argille e calcari s.s.) dagli « strati di arenarie verdi e piccoli interstrati marnosi » (Arenarie di Petrignacola).

RAU (1965) per le alte valli del Cedra e dell'Enza riferisce dati stratigrafici e tettonici concordanti (Fig. 2) con quelli delle zone circostanti studiate da ZANZUCCHI (1963) ed ELTER e Altri (1964). Il complesso tettonico terziario è costituito dal basso da: una « Serie a dominante argillosa (ac) », una « Serie a dominante calcarea (ca) » ed una « Serie a dominante detritica » comprendente Arenarie del tipo Ponte Bratica (aB) e Tufiti e conglomerati di tipo Petrignacola (aPe).

Sul Macigno della struttura di M. Zuccone e in Val Gotra, REUTTER (1960) aveva ritenuto in continuità stratigrafica la formazione calcareo argillosa (Kalk-Ton-Serie); RAGGI (1964) vi riconobbe un complesso alloctono ligure preceduto da olistostromi e, in seguito, MONTEFORTI e RAGGI (1968) precisarono la stratigrafia dell'Unità delle « argille e calcari » in questa zona e presso Casacca in Val Taro: le « argille e calcari » s.s. « affiorano nei due fianchi dell'anticlinale di M. Zuccone » « rappresentate da argille fissili scure con intercalazioni di calcari e calcareniti » con sporadiche « lenti di arenaria a grana fine e a strati sottili, molto probabilmente assimilabili alla formazione delle arenarie di Ponte Bratica »; presso Casacca predominano calcari e calcari marnosi chiari a base talora calcarenitica e « interstrati tra banco e banco di calcare costituiti da argilla siltosa con rari e sottili livelli arenacei », tipo Calcari del Groppo del Vescovo, di età paleocenico-eocenica (2).

---

(2) PLESI (1972) osserva che sul Macigno dell'alta Val Taro (zona di M. Zuccone) e dell'alta Val Gordana e sia sul Macigno sia sulle Arenarie di Pracchiola e sulle Marne di Marra dell'alta Val Magra (zona della Cisa-Gravagna-Groppo del Vescovo), il ricoprimento dell'Unità delle « argille e calcari » è preceduto da olistostromi distali e prossimali. Gli olistostromi distali, in posizione più bassa di quelli prossimali, presenti nel membro siltoso superiore del Macigno, « si innalzano nella serie procedendo da ovest ad est ».

La presenza di terreni terziari nella media Val di Taro era già stata segnalata da SAMES (1963) e SCHULZE (1965); ZANZUCCHI (1967) vi aveva riconosciuto, oltre ai « terreni argillosi classici della Kalk-Ton-Serie », la presenza della « facies calcarea *tipo Groppo del Vescovo* ».

FUSI e MONTEFORTI (1972) riconoscono anche in Val Tarodine una successione dell'Unità di Canetolo affiorante in finestra tettonica e formata da « Argille e Calcari di base », Arenaria del Bratica, Arenaria di Petrignacola e « Argille e calcari » s.s.. La presenza dell'Unità era già stata segnalata dal SCHULZE (1965) che aveva distinto: « Argille e calcari » s.s., Calcari di Groppo del Vescovo, e Arenarie di Petrignacola.

Prima NARDI (1965) e quindi REUTTER (1969) indicano nella zona tra il Cusna e il Cimone l'esistenza di una unità terziaria ricoprente il Complesso di Monte Modino-M.Cervarola. Sia pure in lembi discontinui e con qualche dubbio nel limitarli vengono segnalati: Calcari del Groppo del Vescovo (Calcari di Civago), arenarie di Ponte Bratica, argille e calcari, arenarie di Petrignacola (Arenaria di Roccapelago; Arenaria di Fabbrica).

In un'area più occidentale, al Passo del Cerreto, e a est di questo tra il M. Ischia e Capanne di Sillano, GUNTER e RENTZ (1968) identificano gli affioramenti di « Alberese » (AZZAROLI, 1950) con i Calcari di Groppo del Vescovo (Paleocene-Eocene inf.) associati ad Argille e Calcari (Eocene inf.-medio) poste al tetto del Macigno toscano.

Passando ad est, verso il Panaro ed il Reno, l'individuazione di terreni riconducibili al Complesso di Canetolo diviene più incerta. MERLA e ABBATE (1969) attribuiscono alle Arenarie di Fabbrica un affioramento ad ovest di Gaggio Montano e ABBATE (1969) pone in sinonimia con il membro dei Calcari di Groppo del Vescovo le « zolle calcaree inglobate » nei terreni caotici ofiolitiferi (AMADESI, 1964) giacenti sulla Formazione di Porretta Terme.

MERLA e ABBATE (1969) inoltre nell'area del F° 97 « S. Marcello Pistoiese » notano: « È probabile che un'analisi più approfondita potrebbe permettere la distinzione nel Complesso caotico di terreni riferibili alla Kalt-Ton Serie (Complesso di Canetolo), particolarmente nei livelli immediatamente sovrastanti alla Serie Toscana. I piccoli affioramenti di Alberese del Foglio sarebbero in questo caso da riferire alle lenti calcaree tipo Groppo del Vescovo ». Questo parere è condiviso dagli scriventi che in diverse località hanno creduto di individuare lembi di « argille e calcari » già cartografati nel Complesso caotico.

Nell'area delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto ABBATE (1969) mette in evidenza sul Macigno della Spezia, a contatto tettonico

o in condizioni simulanti un passaggio stratigrafico, una successione rappresentata da due sole sub-unità (o membri) fra quelle riconosciute nell'Alto Appennino parmense: Complesso di Canetolo s.s. e Calcari di Groppo del Vescovo. Sulla presenza delle Arenarie di Petrignacola l'A. palesa incertezza, data l'esiguità dell'affioramento.

La prima sub-unità, è costituita in media per l'80% da argilliti grigio-scure, nerastre, fissili e scagliose in cui si alternano calcisiltiti e micriti, arenarie calcaree « del tutto simili a quelle del Macigno » e meno frequentemente brecciole calcaree e calcareniti gradate e spesso laminate in « facies simile ai litotipi corrispondenti del Nummulitico ». Alle argille scistose si trovano intercalati anche strati di arenaria di colore « grigio scuro-verdastro, molto simile a quello delle arenarie della Val d'Aveto o di Petrignacola ». Lo spessore di questo membro si aggira intorno ai 500 m, comprendendovi anche le lenti di arenaria che si trovano intercalate alla base per le quali non si può affermare con sicurezza se facciano corpo, stratigraficamente, separate da olistostromi, con il Macigno della Spezia o se appartengano al Complesso di Canetolo. Il membro argillitico presenta una intensa tettonizzazione; non mancano pacchi di strati integri, ma lenticolari per tettonizzazione. È possibile, inoltre, che siano presenti numerosi olistostromi. L'età attribuibile a questo membro è eocenica.

Una probabile età eocenica è proposta anche per il membro calcareo (Calcari di Groppo del Vescovo) affiorante in lenti al massimo di 40 m di spessore, stratigraficamente intercalate nella parte inferiore del membro argillitico. Si tratta di successioni fliscioidi costituite prevalentemente da strati di qualche decimetro di marne calcaree e marne chiare (grigio scure al taglio fresco), talora con una sottile base calcarenitica. Altri litotipi sono rappresentati da calcari puri grigio chiari, in cui sono stati notati noduli di selce, da arenarie calcaree in strati di 30-40 cm e da argilliti, generalmente più chiare di quelle del membro argillitico.

La messa in posto del complesso nell'area delle Cinque Terre sarebbe avvenuta mediante frane sottomarine: in parte prima degli ultimi episodi torbiditici del Macigno, in parte, la maggiore, prima dell'arrivo « massivo del complesso con tutta la serie ben sviluppata, tipo Val Parma ». Il complesso si sarebbe disarticolato scivolando su un substrato composto di olistostromi argillosi. L'A. nota analogie « litologiche tra porzioni di Serie Toscana e il Complesso di Canetolo » indicanti che i rispettivi bacini erano probabilmente contigui, pertanto propone una collocazione paleogeografica esterna rispetto alla successione Pietraforte-For-

mazione di M. Morello, inoltre non ne esclude una connessione con l'area di sedimentazione miogeosinclinalica.

Braga e Marchetti (1970), Braga e altri (1972 a, 1972 b) attribuiscono le arenarie affioranti nella zona, da M. Rosso a M. Arzè, e considerate dagli AA. precedenti membro superiore del Macigno toscano, a quelle tufitiche della Formazione di Petrignacola del Complesso di Canetolo. Esse si sarebbero deposte insieme ed in eteropia col « Calcare ed Argilla » raggiungendo un'età miocenica medio-inferiore.

Gli AA. collocano questo complesso nella parte esterna del bacino oceanico ligure in continuità col « Complesso di M. Caio » col quale costituirebbe un'unica unità tettonica (3).

Nella Toscana centrale, interna, possono ricondursi al complesso di Canetolo tutti quei terreni, poggianti tettonicamente sul Macigno, segnalati da diversi Autori e giudicati parallelizzabili alla serie di M. Senario di Valduga (1957) che per primo ne dette una chiara descrizione.

La serie di M. Senario e M. Giovi che affiora ad est di Firenze, sui rilievi che limitano ad W la conca del Mugello è costituita oltre che, probabilmente, da livelli basali considerati dal Valduga come alloctono indifferenziato e che potrebbero corrispondere a depositi olistostromici, da scisti argillosi e calcari rossastri con livelli di brecciole prevalentemente calcaree ricche di fossili rimaneggiati (Nummulitico s.l.) passanti ad alternanze di arenarie, scisti argillosi e calcari marnosi e selciferi; al di sopra prevalgono le arenarie (di M. Senario), grossolane, intercalate a scisti argillosi e marnosi e, nella parte sommitale, arenarie fini con intercalazioni pelitiche più spesse. La serie, eocenica-oligocenica, supera i 1000 metri di spessore (Fig. 3 a, da Fig. 1 in Valduga, 1957) (4).

Passerini (1958), nella relativamente prossima alta Valle del Savio segnalò una successione alloctona molto simile a quella descritta dal Valduga e ad essa parallelizzabile che inizia con argille scagliose basali: « pasta argillosa rossa e verdastra; contengono frammenti di arenaria,

---

(3) La tendenza di questi AA. ad associare le arenarie tufitiche al Complesso di Canetolo correlandole con le Arenarie di Petrignacola non trova una corrispondenza d'opinione in Plesi (1971) e Pagani (1972); non si può infatti escludere che si siano verificate manifestazioni vulcaniche in tempi diversi ed anche nell'area alimentatrice del bacino toscano.

(4) Aiello (1975) ha recentemente confrontato queste arenarie con quelle dell'Aveto, di Petrignacola e di M. Arzè-Lavaggiorosso (Levanto). Oltre a rilevare una comune caratteristica di prossimalità, ha messo in evidenza una diversità composizionale dipendente da un prevalente apporto eruttivo, nelle Arenarie dell'Aveto e di Petrignacola, e misto (eruttivo, metamorfico e sedimentario) nelle altre. Comune è in ogni modo la derivazione andesitica dei clasti eruttivi.

calcari marnosi e silicei, brecciole nummulitiche, arenarie e calcari alterati rossastri, frammenti di calcari marnosi e arenarie manganesifere, ricoperti da una crosta nera assai caratteristica . . . » (la descrizione ben si adatta ad un livello olistostromico). Seguono: marne, calcari, calcari silicei, calcari psammitici con selce, con intercalazioni marnose, arenarie grossolane con intercalazioni di scisti argillosi e marnosi e ancora, seppur disarticolate, arenarie fini con scisti argillosi, siltosi e marnosi.

Ancora, nella Toscana centrale, interna, in zone limitrofe, segnalazioni di serie analoghe si sono avute da parte di Losacco (1963) e Fazzini (1964).

Losacco (1963) nel gruppo di Pratomagno identifica due termini della serie del Valduga: « Calcari psammitici di Borgo alla Collina » e « Arenarie di Cicaleto », oltre, forse, a dell'indifferenziato basale (Fig. 3 b). Fazzini (1964) nel Casentino identifica: « Calcari detritici di Lierna », « Formazione calcareo-scistosa e arenarie di Bucena »; nella stessa nota sono segnalati altri affioramenti, nel Valdarno superiore pres-

---

Fig. 3 a - La serie eocenico-oligocenica di M. Senario e di M. Giovi (da Valduga, 1957, ridisegnato).
nu, sc - brecciole calcaree, calcari e scisti argillosi; ab - arenarie, argille, calcari selciferi; agr - arenarie grossolane; af - arenarie fini e argille.

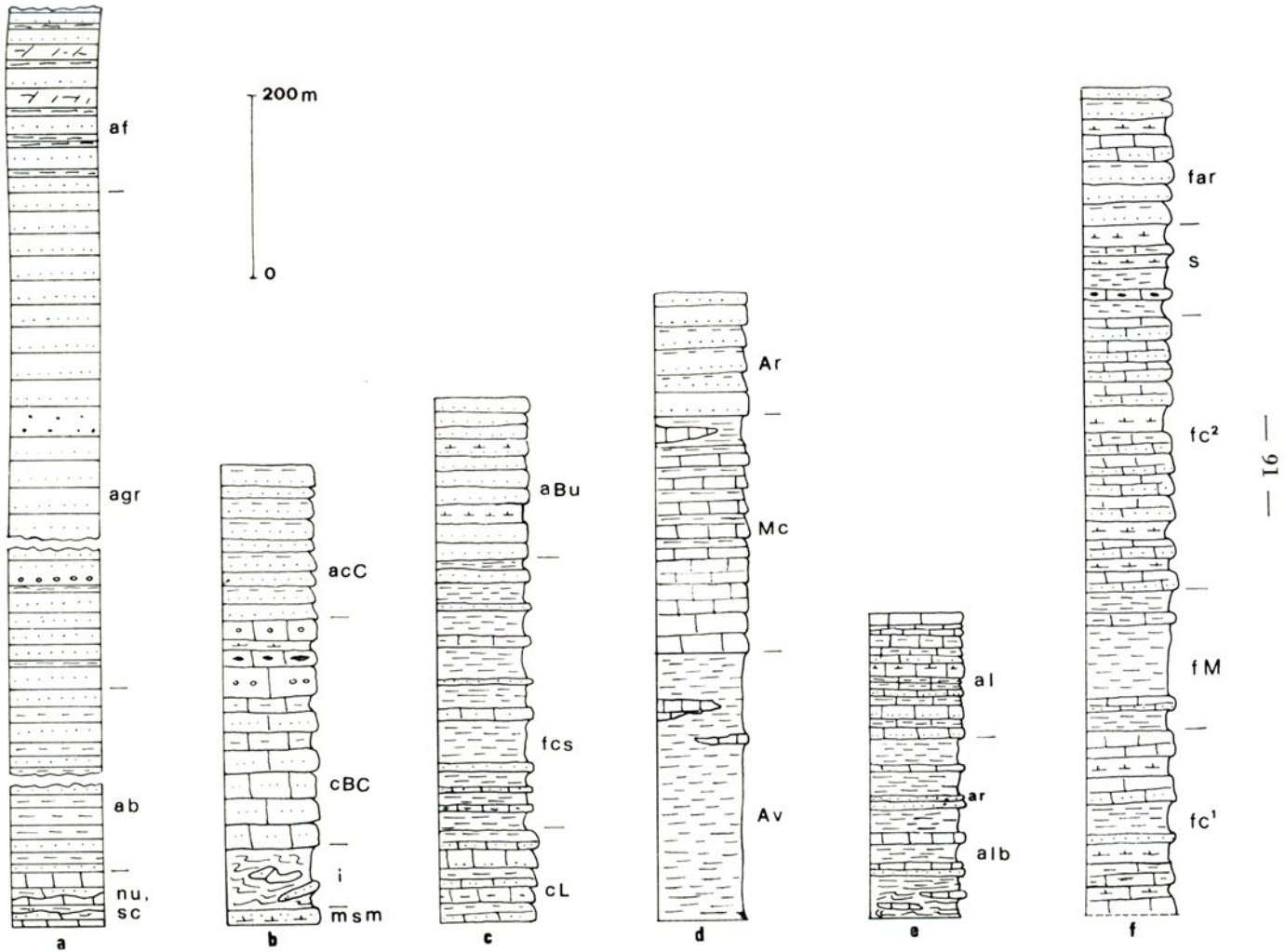
b - Ricostruzione schematica della « Serie di Borgo alla Collina » secondo i dati di Losacco, 1963.
msm - Macigno scistoso-marnoso (Macigno del Mugello); i - Alloctono indifferenziato; cBC - Calcare di Borgo alla Collina; acC - Arenaria di casa Cicaleto.

c - Ricostruzione schematica della successione alloctona eocenico-oligocenica (?) casentinese secondo i dati di Fazzini, 1964.
cL - Calcari detritici di Lierna; fcs - Formazione calcareo-scistosa; aBu - Arenarie di Bucena.

d Colonna stratigrafica del complesso paleocenico-oligocenico (?) di Rocca Montanino (da Squarci e Taffi, 1963, ridisegnato):
Av - Argille varicolori; Mc - calcari marnosi, calcari e microbrecce calcaree; Ar - arenarie.

e - Sezione schematica del Flysch terziario di Campiglia Marittima ricostruita secondo i dati di Brandi, Squarci e Taffi, 1966:
alb - membro argilloso con arenarie tufitiche (ar); al - membro calcareo.

f - Sezione medio-superiore della « Serie dei Flysch tolfetani » ricostruita secondo i dati di Fazzini e Altri, 1972:
fc^1 - Flysch calcareo con lenti di marne rosse (Cretaceo sup.-Paleocene)
fM - Formazione del Mignone: argilloscisti con calcareniti e calcari marnosi (Paleocene-Eocene medio)
fc^2 - Flysch calcareo: calcareniti, calcari marnosi e marne (Paleocene-Eocene medio)
s - Marne rosate, con calcari marnosi e con selce (Eocene medio-sup.)
far - Flysch arenaceo: arenarie con calcareniti e marne (Oligocene).


200 m
0
af
agr
ab
nu,
sc
a
acC
cBC
i
msm
b
aBu
fcs
cL
c
Ar
Mc
Av
d
al
ar
alb
e
far
s
fc²
fM
fc¹
f

so Pergine, parallelizzabili anch'essi con la serie di Valduga (Fig. 3 c).

Micheli (1967) descrive in dettaglio la successione presente nei dintorni di Pergine (AR), parallelizzata, anche da questo Autore, con la serie di M. Senario e M. Giovi di Valduga, distinguendo le due formazioni: Calcari e brecciole (di M. Senario) e Arenarie (di M. Senario). Calcari e brecciole con 300-400 m di spessore, suddivisibili in due membri, l'uno prevalentemente argilloso-calcareo (alternanze di argilloscisti, marne, calcari marnosi, calcari silicei, calcari detritici, brecciole calcaree, arenarie calcaree e arenarie grossolane), l'altro formato da calcari detritici e brecciole calcaree e da scisti argillosi subordinati. I numerosi fatti tettonici non consentono certezza, ma sembra che il membro più calcareo rappresenti grosse lenti in quello argilloso-calcareo. Le Arenarie (di M. Senario) di qualche centinaio di metri di spessore, torbiditiche, grossolane, quarzoso-feldspatiche, sono caratterizzate, nella composizione, dalla presenza di frammenti di rocce eruttive ed hanno intercalazioni calcaree, specie verso la base.

Nella Toscana marittima e meridionale successioni ricondotte o riconducibili, per litologia, età e posizione geometrica, al Complesso di Canetolo sono quelle di Orciatico (Squarci e Taffi, 1963), della zona boracifera (Lazzarotto, 1967), di Campiglia (Brandi, Squarci e Taffi, 1966) e di Piombino (Gasperi, 1968).

Nella Toscana marittima Squarci e Taffi (1963) descrivono un complesso argilloso calcareo arenaceo (Complesso di Rocca Montanino) sovrapposto tettonicamente al Macigno della « serie toscana » (Fig. 3 d). I calcari marnosi con calcari e microbrecce calcaree a Nummuliti, sovrastanti stratigraficamente le argille, a faune indicative del Cretacico superiore, con calcari tipo palombino, calcari silicei e arenarie grigie a grana fine, hanno un'età paleocenica-eocenica; Abbate (1969) parallelizza questo termine ai Calcari di Groppo del Vescovo della successione tipo emiliana. Per le arenarie grossolane grigio verdastre che chiudono la successione è ipotizzata un'età oligocenica.

Nella zona boracifera Lazzarotto (1967) descrive un « Complesso delle argille e calcari » poggiante in discordanza tettonica sul Macigno e più raramente sulla Scaglia. Esso è costituito da argille siltose con intercalazioni di arenaria calcarifera, calcareniti grigio scure e calcari a grana finissima nei quali s'intercalano, in due livelli distinti, ad andamento lenticolare di spessore massimo di 30-40 m, calcareniti nummulitiche grigio chiare. La successione, eocenica medio superiore, ha una potenza media di 200-250 m.

Nella zona di Sasseta, poco a nord di Campiglia Marittima, Giannelli, Lazzarotto e Mazzanti (1965) segnalano una successione eocenica media-superiore (argille e calcari) di argilloscisti siltosi con intercalazioni di strati di vari tipi litologici che in ordine di frequenza appaiono rappresentati da calcari detritico-organogeni, calcari a gran fine, microbrecce calcaree, arenarie quarzose. La serietta, molto tettonizzata, non supera i 150 m di spessore e risulta compresa tra il Macigno (con livelli olistostromici) ed una serie fliscioide calcareo-marnosa cretacica superiore.

Brandi, Squarci e Taffi (1966) per la zona di Campiglia Marittima descrivono una serietta analoga per posizione, età e anche, in generale, per la litologia che si caratterizza, in particolare, per la presenza di elementi di vulcaniti nelle arenarie intercalate e per la differenziazione, a tetto, di un membro calcareo-calcarenitico ad andamento lenticolare (Fig. 3 e).

Molto prossimi ai precedenti sono gli affioramenti descritti nel promontorio di Piombino da Gasperi (1968) che con quelli sembrano avere stretta analogia (5).

Infine, gli affioramenti più meridionali, almeno in parte corrispondenti al classico Complesso di Canetolo, sembrano essere quelli rappresentati dai *Flysch* tolfetani descritti da Fazzini, Gelmini, Mantovani e Pellegrini (1972). La serie appare, in questa regione, più integra, articolata in più formazioni con una evoluzione tipica dei bacini fliscioidi orogenici appenninici, dal Cretacico all'Eocene superiore e all'Oligocene, e con sovrapposizione ad un substrato di tipo toscano, incompleto (cfr. 2.3.). Le analogie con il Complesso di Canetolo sono limitate, quindi, alla porzione più alta della successione riconosciuta nei Monti della Tolfa (Fig. 3 f).

---

(5) Raggi, Squarci e Taffi (1965) puntualizzano la stratigrafia e la posizione del Flysch paleocenico dell'Isola d'Elba. Esso è costituito prevalentemente da argille galestrine e marne grigio-scure con alternanze di calcari grigi, calcari marnosi, rari calcari detritici e calcareniti e subordinate arenarie; sono presenti inoltre blocchi ed ammassi di rocce ofiolitiche, brecce serpentinose e gabbriche e brecce con elementi ofiolitici e calcarei con cemento calcareo in cui sono presenti Nummuliti. Per la posizione sottostante tettonicamente al Flysch cretaceo, gli AA. ravvisano una situazione analoga a quella dell'Unità di Canetolo dell'Appennino settentrionale.

Tuttavia, data la presenza di ofioliti come olistoliti, Boccaletti e Altri (1977) fanno osservare che « il Flysch eocenico elbano può forse essere correlato anche con una formazione tipo Lanciaia ».

3. IL COMPLESSO DI CANETOLO NELLA TOSCANA MERIDIONALE

Le notizie sulla presenza, sviluppo e composizione del Complesso di Canetolo nei bacini dei fiumi Ombrone, Albegna e Fiora risultano a tutt'oggi sommarie e spesso imprecise; ciò nonostante il Complesso di Canetolo è indicato sia nella carta a piccola scala di Bortolotti, Sagri, Abbate e Passerini (1970) sia in quella di Giannini, Lazzarotto e Signorini (1971) e traspare dalla legenda del Foglio « Grosseto » della Carta Geologica d'Italia (1969). Lo studio di dettaglio da noi iniziato permette una prima segnalazione articolata dello sviluppo e composizione del Complesso di Canetolo nella Toscana meridionale. La zona, suddivisa in tre parti per comodità di esposizione, si estende dai rilievi ad est di Grosseto fino alle pendici dell'Amiata.

3.1. Zona interna di Scansano e Manciano

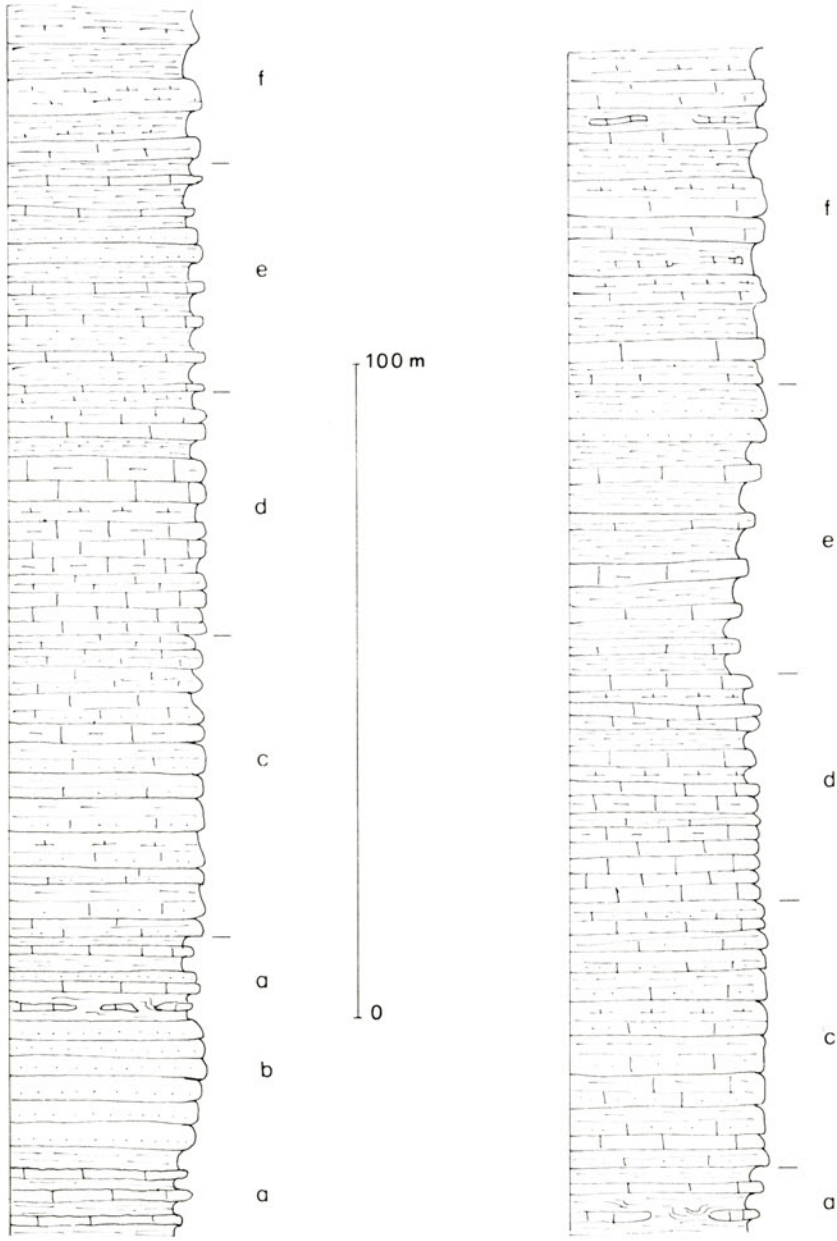
Noi consideriamo questa zona come essenziale per l'interpretazione del Complesso di Canetolo della Toscana meridionale, sia dal punto di vista tettonico sia da quello stratigrafico. Infatti, in molti affioramenti il Complesso di Canetolo appare chiaramente sovrapposto al Macigno della successione toscana ed è caratterizzato litologicamente e cronologicamente.

È ciò che si vede nei pressi di Scansano, subito a nord del paese, lungo la strada provinciale per Manciano e nei pressi del Convento di Petreto, nei dintorni di Poggioferro, e più a sud, nella zona di Montemerano.

Un *melange* olistostromico separa, ove il contatto non sia netto, di giustapposizione, il Macigno della successione toscana, che affiora ampiamente verso W, dai sovrastanti termini del Complesso di Canetolo possedenti un chiaro assetto discordante.

Da un punto di vista generale, tuttavia, occorre precisare che negli affioramenti che si estendono da Montorgiali a Scansano fino a sud verso Manciano, la composizione del complesso varia sensibilmente o perché

Fig. 4 - Colonne stratigrafiche del « Complesso di Canetolo » relative alle sezioni di Podere Maremmello e di Podere Sasseta a nord di Scansano (zona interna): a - argille e calcari; b - arenarie; c - calcareniti, calciruditi e calcari marnosi (tipo « Nummulitico »); d - calcari e calcari marnosi rosati, grigi e nocciola; e - argille e calcari con calcareniti e arenarie; f - calcari, talora con base calcarenitica, calcari marnosi e marne.


f
e
d
c
a
b
a
100 m
0
f
e
d
c
a

mancano alcuni elementi litologici caratteristici o perché il loro spessore si riduce sensibilmente fino quasi ad annullarsi.

La successione tipo (Fig. 4) è quella che, per esempio, si ritrova ben esposta nei poggi poco a nord (circa 2 Km) di Scansano e, in particolare, presso il Podere Sasseta (Poggio di q. 556). Dal basso verso l'alto si hanno:

a) argille e calcari;

b) arenarie;

c) calcareniti, calciruditi e calcari marnosi (tipo « Nummulitico »);

d) calcari e calcari marnosi rosati, grigi e nocciola;

e) argille e calcari con calcareniti e arenarie;

f) calcari, talora con base calcarenitica, calcari marnosi e marne.

Nel dettaglio la successione è quella rappresentata nella Fig. 4 e può essere confrontata con quella del vicino Podere Maremmello; in queste due successioni le microfaune pur comprendendo moltissimi elementi rimaneggiati del Cretacico superiore, dell'Eocene inferiore e medio, indicano l'Eocene superiore.

a) Argille e calcari

Questa parte basale del Complesso di Canetolo è costituita da argille con intercalazioni ed inclusi litoidi di varia natura, prevalentemente calcarea. La matrice argillitica siltosa può avere colore nero, grigio o tabacco, ma è quest'ultimo colore quello che predomina costituendone uno degli elementi distintivi. Spesso la matrice argillosa fascia con strutture fuidali gli inclusi e le intercalazioni litoidi; queste, prive di continuità di stratificazione, quando non sono ridotte a blocchi isolati, presentano spesso una patina nerastra dovuta forse a depositi di sali di manganese e talvolta anche una caratteristica patina ocracea (6). Localmente affiorano pacchetti di strati ordinati, di chiara origine risedimentata, la cui integrità però viene meno in breve spazio per deformazione, rottura e segmentazione. Negli strati la porzione argillitico-siltitica prevale su quella litoide (da 2 a 70 cm), costituita quest'ultima da calcari fini nerastri,

---

(6) Per nostra esperienza questa crosta o patina ocracea (tendente al colore arancio) caratterizza molto spesso i blocchi dei livelli caotici olistostromici, siano essi compresi nella parte basale del Complesso di Canetolo o intercalati nella parte alta della Formazione del Macigno e, ancora, costituiscano livelli alla base o entro le successioni tardorogene.

più chiari verso l'alto, oppure, ma più raramente, da calcareniti gradate e laminate; isolatamente, inoltre, compaiono banchi o sottili strati arenaceo-siltosi talora con conglomeratello basale ad elementi di quarzo, selce nera e rocce verdi, aventi cioè caratteristiche uguali a quelle del membro *b* che si ritrova a costituire livelli ben diffenziati entro le argille e calcari.

Affioramenti consistenti di questa parte del Complesso di Canetolo si ritrovano nella zona di Scansano tra il Macigno ed il membro *c* prevalentemente costituito da calcareniti. Particolarmente ben esposti sono gli affioramenti ad est del paese in prossimità del Convento di Petreto, lungo la Strada Provinciale per Manciano e lungo quella per Murci, attorno all'abitato di Poggioferro. A sud dell'Albegna altri affioramenti con uguali caratteristiche sono presenti in corrispondenza della dorsale che si allunga sulla direttrice Montemerano-Manciano. Lo spessore è variabilissimo: da 60-80 metri può ridursi ad una spalmatura appena.

b) Arenarie

Si tratta di arenarie che per colore, composizione e genesi ricordano notevolmente l'arenaria del Macigno; vi sono tuttavia una serie di caratteristiche, molto discontinue, che le contraddistinguono. Variabilità della grana con frequenti livelli a granitello, caratteristici a volte, questi ultimi, per la presenza di elementi silicei abbondanti, anche neri, che ricordano la cicerchina e che sono stati oggetto di disputa tra Losacco (1958-1960) e Dessau e Altri (1972). L'uno infatti propendeva per un'attribuzione alla Formazione della Pietraforte e l'altro alla Formazione del Macigno; per noi si tratterebbe invece delle arenarie intercalate nelle argille e calcari del Complesso di Canetolo. Un'altra caratteristica che ritroviamo segnalata in molte delle arenarie attribuibili al Complesso di Canetolo (cfr. paragrafo 2.4) è la frequente presenza di vacuoli di dimensioni variabili ma ben visibili ad occhio nudo e probabilmente corrispondenti agli originari clasti.

Lo spessore del livello è molto variabile e può raggiungere un massimo di circa 100 metri. Gli affioramenti meglio esposti sono, per es., nei pressi di Podere gli Orti, lungo la strada Scansano-Manciano, ed a nord di Scansano nel versante sovrastante la strada per Poggioferro.

c) Calcareniti, calciruditi, calcari marnosi e marne (tipo « Nummulitico »)

La maggior parte di questo membro è costituita da strati tipicamente fliscioidi comprendenti i litotipi sopra ricordati ed organizzati in

« sequenze di Bouma » complete o tronche sia alla base sia al tetto. Banchi a tessitura più grossolana (calciruditi) si alternano a strati spessi da 20 a 70 cm, formati da calcareniti medio-fini passanti a calcari marnosi e marne, in cui il colore passa dal grigio scuro al grigio chiaro del tetto, mentre la parte marnosa tende ad un colore nocciola, che complessivamente caratterizza il livello. Nella successione, che può raggiungere lo spessore di 50 metri, a pacchi di 10-15 metri in cui si può riconoscere un assottigliamento degli strati e delle dimensioni dei clasti verso l'alto possono intercalarsi livelli, fino a tre metri di spessore, a stratificazione sottile calcareo-pelitica con prevalenza delle porzioni pelitiche.

Nella zona a nord di Scansano, questo membro affiora compreso tra i membri *a* e *d*; tuttavia, singoli strati calcarenitici o livelli di alcuni metri si possono ritrovare anche nella parte superiore della successione a costituire un membro eterogeneo (membro *e*) affiorante in zone abbastanza vaste in tutta l'area ove è stato riconosciuto il Complesso di Canetolo.

La presenza nelle sequenze calcareo detritiche grigio-ferro e grigio-chiare di varia granulometria (da calciruditi a calcareniti) di resti di Nummuliti, ben visibili anche ad occhio nudo, rende questa *litofacies* molto simile al « Nummulitico » della successione toscana. Oltre alle Nummuliti sono presenti microfaune cretacee rimaneggiate. Diffuse sono inoltre lenti di selce grigio-nerastra.

d) Calcari, calcari marnosi rosati grigi e nocciola

Si tratta di calcari più o meno marnosi a grana fine spesso con evidenti basi di strato gradate e tetto laminato; la frattura è concoide e il colore grigio rosato o rosa (talvolta bianco per decolorazione). Gli strati, potenti da alcuni centimetri a qualche decimetro e separati talora da sottili livelli più argillosi, sono simili per alcuni aspetti alla « scaglia » calcarea; in sezione sottile la roccia appare costituita da micriti e biomicriti. Non mancano tuttavia intercalazioni di strati calcarenitici specialmente alla base ed al tetto di questa unità; alla sua sommità poi si può assistere al ripetersi di un livello calcarenitico di alcuni metri del tutto analogo a quello del membro *c* ed in tal caso i calcari ed i calcari marnosi grigi e rosati acquistano il significato di *litofacies* differenziabile nell'ambito del membro calcarenitico. La coesistenza di microfaune cretaciche, paleoceniche ed eoceniche, sia dell'Eocene inferiore che superiore, sono una ulteriore prova dell'origine torbiditica del deposito.

Il livello, quando è individuabile, ha uno spessore massimo di 30 metri.

e) Argille e calcari con calcareniti e arenarie

Si tratta di un membro eterogeneo, di 30-40 m di spessore massimo, con litotipi analoghi a quelli del membro *a*, dal quale però si differenzia per la regolare successione degli strati (di spessore molto variabile e con ripetizioni di pacchi sottilmente stratificati) in cui i calcari e le calcareniti che ne formano la base sono nettamente subordinati in rapporto alla pelite. Gli strati calcarenitici aumentano di potenza verso l'alto avvicinandosi al membro calcareo-marnoso superiore della successione le cui basi di strato sono spesso costituite da questo litotipo; tuttavia, il passaggio non avviene gradualmente, per l'interposizione di un livello di circa 5 metri di strati arenaceo-siltosi analoghi a quelli del membro *b*.

f) Calcari, talora con base calcarenitica, calcari marnosi e marne

Questo membro rappresenta la parte superiore del Complesso di Canetolo affiorante nella zona di Scansano. Si tratta di una successione di strati fliscioidi calcareo-marnosi di colore grigio chiaro, giallognolo aventi talora base calcarenitica, con clasti di dimensione media e fine, di colore grigio scuro. Banchi prevalentemente calcarenitici sono presenti alla base della successione; in essa a pacchi di strati calcareo-marnosi si intercalano pacchi a stratificazione sottile prevalentemente pelitica. Lo spessore supera i 50 metri a NW di Sasseta.

3.2. Zona mediana dell'Albegna

In questa zona manca completamente, o quasi completamente, il tetto della successione toscana costituito dal Macigno e pertanto il Complesso di Canetolo poggia tettonicamente sulla Scaglia toscana. Consideriamo far parte del Complesso di Canetolo in questa zona, molti di quei terreni che in passato sono stati attribuiti al « Nummulitico » e al « sotto » e « sopra Nummulitico ». Il contatto oltre che apparire spesso chiaramente meccanico, con fenomeni che sembra difficile far rientrare nel campo di quelli legati ad una diversa tettonizzazione per disarmonia, è segnato in molti casi da documentabili discontinuità stratigrafi-

che (cfr. anche Crescenti e Giussani, 1969 e Canuti e Marcucci, 1971) (Fig. 5). Con ciò non vogliamo sottovalutare le complicazioni tettoniche che sono chiaramente individuabili anche nella Scaglia (vedasi per esempio le nuove scarpate della strada Roccalbegna-Triana) con pieghe rovesciate, scaglie, faglie ripetentisi in brevissimi spazi, tanto da giustificare l'attribuzione alla Scaglia di un significato tettonico molto particolare (livello preferenziale di scollamento: Giannini, Lazzarotto e Signorini, 1971; Gelmini, 1969).

La successione tipo a cui faremo riferimento per la zona dell'Albegna è quella che affiora prevalentemente nella dorsale che da sud di M. Aquilaia si allunga in direzione NS fino all'altezza di Rocchette di Samprugnano. Mentre a M. Aquilaia (Fazzini, 1977) la successione toscana è completata in alto dal Macigno, in tutta la zona a S la Scaglia, con spessori variabilissimi da zona a zona (da qualche centinaio a qualche diecina di metri) è sormontata da un complesso eterogeneo che, appunto, attribuiamo al Complesso di Canetolo. Esso risulta costituito da: da:

a) argille e calcari;

b) arenarie;

c) calcareniti, calciruditi e calcari marnosi (tipo « Nummulitico »)

d) calcari e calcari marnosi rosati;

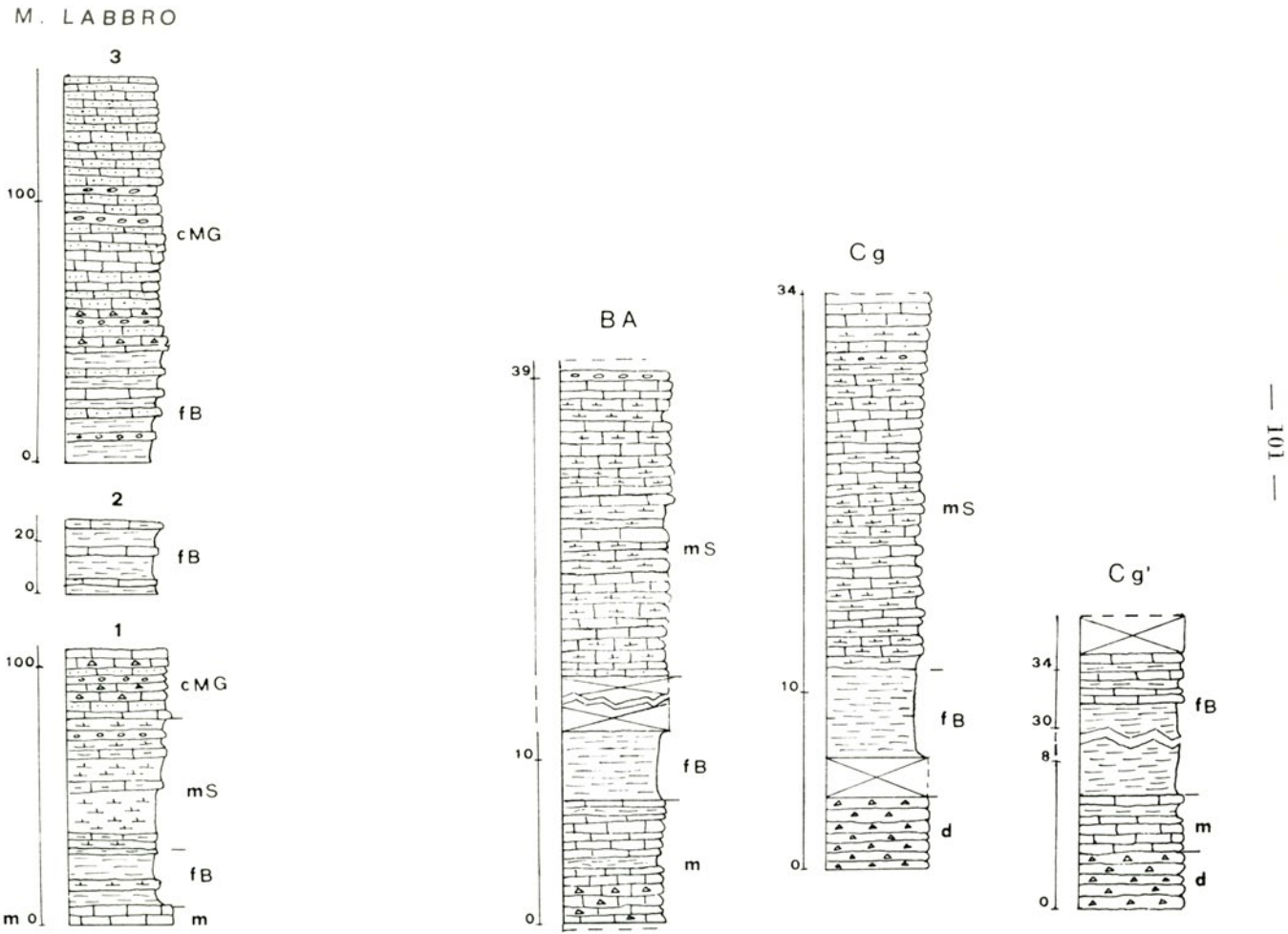
e) argille e calcari con calcareniti.

La posizione reciproca di queste unità litologiche è, generalmente, quella indicata (dal basso verso l'alto) ma si possono verificare, tuttavia, situazioni locali diverse che non sappiamo se attribuire a fatti di laminazione tettonica o a originari fatti sedimentari. Così può accadere

---

Fig. 5 - La successione stratigrafica di M. Labbro secondo Crescenti e Giussani, 1969 (ridisegnato): unità riferite agli « Scisti Policromi » ricoprono termini dello stesso « gruppo » appartenenti alla successione toscana;
1 - Sezione di M. Labbro inferiore. 2 - Intervallo caotico. 3 - Sezione di M. Labbro superiore.
m - Maiolica; *Scisti Policromi*: fP - Formazione di Brolio; mS - Marne del Sugame; cMG - Calcareniti di M. Grossi.

Parte superiore della successione toscana nella zona di Roccalbegna secondo Canuti e Marcucci, 1971 (ridisegnato): all'interno degli « Scisti Policromi » e tra questi ed i Diaspri sarebbero presenti lacune stratigrafiche.
BA - Successione stratigrafica di Banditella; Cg e Cg' - Successioni stratigrafiche di Castagni Secchi.
d - Diaspri; m - Maiolica; fB - Argilliti di Brolio; mS - Marne del Sugame.
(da confrontare con l'interpretazione di fig. 6).


M. LABBRO
3
100
0
cMG
fB
2
20
0
fB
1
100
m 0
cMG
mS
fB
m
BA
39
10
0
mS
fB
m
Cg
34
10
0
mS
fB
d
Cg'
34
30
8
0
fB
m
d

che il termine *a* sia ridottissimo o addirittura mancante, che il termine *b* appaia con andamento lenticolare in *a*, che il termine *c* non sia sormontato dai termini *d* e *e* o almeno da uno di essi e che, a giudicare dagli spessori, forse li sostituisca lateralmente. La Fig. 6 rappresenta alcune delle situazioni ricostruibili nella zona.

Le età ricavate dall'esame delle microfaune, che spesso contengono resti più antichi sicuramente rimaneggiati, sono l'Eocene medio e superiore.

a) Argille e calcari

Questo membro è costituito da tipiche sequenze fliscioidi con una predominanza dei litotipi argillosi su quelli calcarei. Sono presenti calcari a grana fine, a volte silicei e verdini, calcareniti gradate e laminate e qualche raro strato di arenaria gradata, calcarea, verdastra con nuvole di clasti grossolani.

Le argille e le argilliti siltose sono grigie e color tabacco, qualche volta varicolori ed hanno generale tendenza alla scagliosità. Nella parte basale del membro si possono riconoscere, a volte, zone con strutture fluidali e spezzoni di strato patinati di varia dimensione (dal ciottolo al blocco) assimilabili, con tutta probabilità, ad olistostromi.

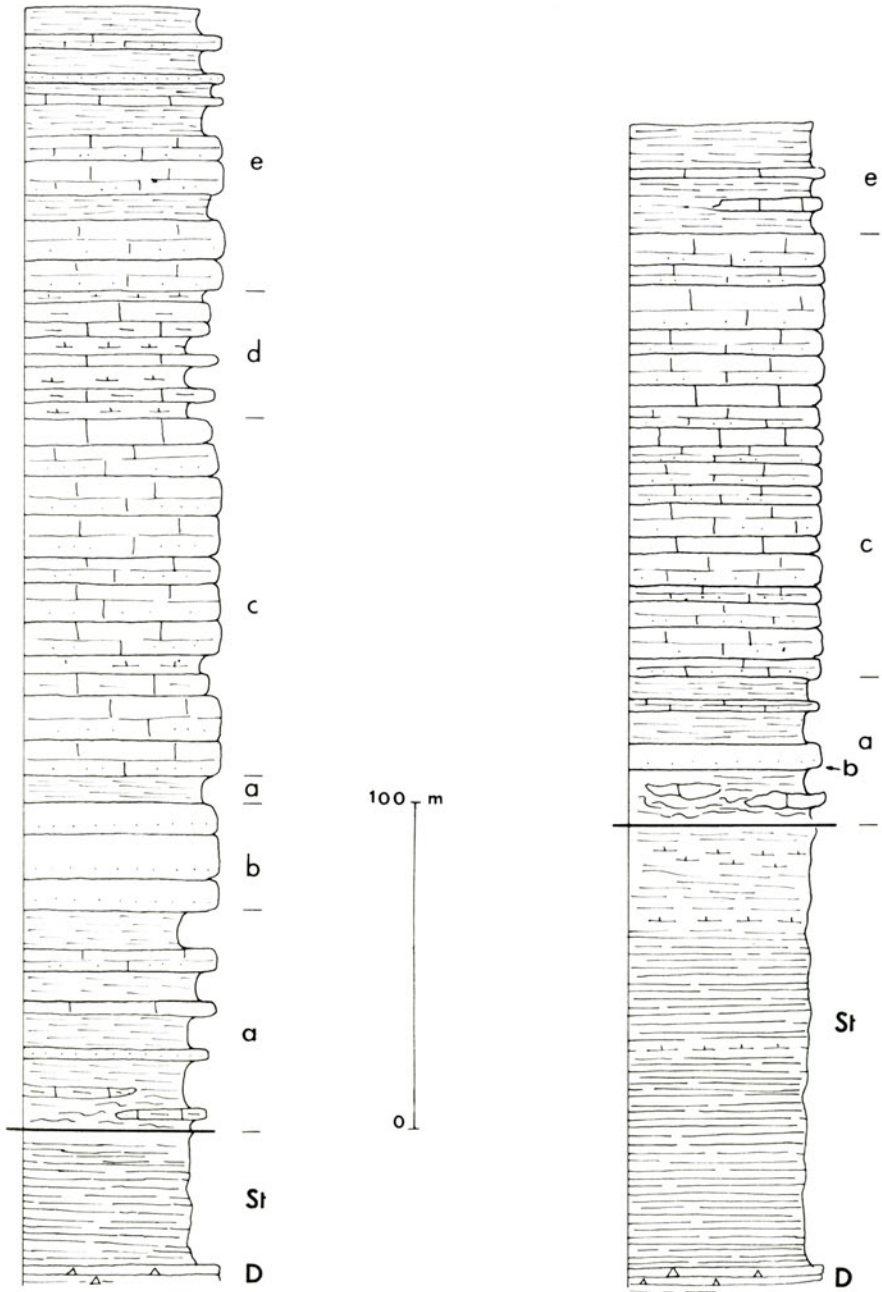
b) Arenarie

Si tratta di arenarie analoghe al Macigno, esse affiorano in piccoli lembi presso le sorgenti dell'Albegna, malamente esposte, sia per complicazioni tettoniche sia per intensi fenomeni d'alterazione, legati al loro facile disfacimento. È questo, forse, uno degli elementi distintivi rispetto al Macigno, oltre che la presenza di frequenti vacuoli corrispondenti al disfacimento di piccoli clasti. Le arenarie, di colore giallastro, quarzoso feldspatiche e micacee, sono quindi spesso mal cementate, ma è ugualmente individuabile la loro origine torbiditica.

In qualche raro strato è presente un microconglomerato con abbondante quarzo e selce nera, tenacissimo per la silice diffusa anche nel cemento: si tratta di quei livelli già citati anche nel paragrafo 3.1.*a-d* che

---

Fig. 6 - Colonne stratigrafiche del « Complesso di Canetolo » relative alla zona mediana dell'Albegna (sezioni di Castagni Secchi e di M. Buceto).
Successione toscana: D - Diaspri; St - Scaglia toscana;
Complesso di Canetolo: a - argille e calcari; b - arenarie; c - calcareniti, calciruditi e calcari (tipo « Nummulitico »); d- calcari e calcari marnosi rosati; e - argille e calcari con calcareniti.


e
d
c
a
b
a
St
D
100 m
0
e
c
a
b
St
D

ricordano, per qualche aspetto la « cicerchina » della più antica arenaria « Pietraforte ».

c) Calcareniti, calciruditi e calcari (tipo « Nummulitico »)

Questo membro corrisponde a quanto in passato è stato indicato come « Nummulitico » nella Toscana meridionale; esso costituisce la parte sommitale della dorsale M. Buceto-Poggio Volturaie, ma placche affiorano anche più a sud, a Roccalbegna e a Rocchette per esempio.

Il tipo litologico prevalente è quello delle calcareniti grigie a grana media e fine con, a volte, una porzione sommitale calcilutitica. Mancano quasi completamente gli interstrati pelitici; gli strati litoidi mostrano chiari indizi di risedimentazione; oltre alla gradazione, visibile ad occhio nudo spesso e sempre al microscopio, sono presenti diversi tipi di strutture da correnti, interstratali (laminazioni) e di fondo.

Nelle calciruditi gli elementi più grossolani sono addensati verso la base degli strati; vi prevalgono nettamente gli elementi calcarei sia arrotondati sia spigolosi. I calcari a grana fine sono in realtà sempre delle calcilutiti; la loro origine detritica e risedimentata è dimostrata dalla mescolanza riconosciuta nel contenuto microfaunistico.

In tutto il livello sono frequenti fenomeni di amalgamazione e di dissoluzione interstratale oltre che diffuse venature calcitiche.

d) Calcari e calcari marnosi rosati

Questo livello, assai discontinuo, particolarmente sviluppato nella zona di Poggio Sassaie dove supera la cinquantina di metri, ha delle caratteristiche che, a prima vista, lo avvicinano alla Scaglia calcarea. Si tratta infatti di calcari marnosi grigi, nocciola e spesso rosati in stratificazione regolare e piuttosto sottile (20-30 centimetri) con un grado variabile di marnosità che accentuandosi accresce il colore rosato o rosso; non di rado si hanno sottili interstrati argillosi colorati. In effetti anche per questi calcari vi sono sufficienti indizi macro e microscopici per assegnarli alle torbiditi, a costituire cioè un membro fliscioide di piana o, più probabilmente, per quanto si è detto inizialmente sui rapporti tra *b* e *c*, di intercanale.

e) Argille e calcari con calcareniti

Questo livello, discontinuo e di spessore variabile, ha praticamente la stessa composizione litologica del livello *a*, esclusi i fenomeni olistostromici. In affioramenti isolati la sua distinzione, nell'area considerata, co-

me del resto ad W ed a E, è praticamente impossibile; talvolta, specie verso la base, sono frequenti le calcareniti tipo *c* (vedi sez. stratigrafica Castagni Secchi).

3.3. Zona esterna del Fiora

Anche lungo la dorsale che, in direzione NS, dal M. Labbro sino a Capanne forma lo spartiacque tra il F. Albenga ed il F. Fiora, l'ultimo termine affiorante della successione toscana è costituito dalla Scaglia toscana, mentre più circoscritti sono gli affioramenti di terreni ad essa sottostanti. Il Complesso di Canetolo anche in quest'area si sovrappone tettonicamente alla Scaglia ed è ricoperto dalle Unità liguri più interne (v. introduzione).

Sebbene molto variabile litologicamente il Complesso di Canetolo in questa zona presenta caratteristiche distintive nei confronti degli altri complessi alloctoni; più difficoltosa invece è la separazione dalle *litofacies* della Scaglia sottostante e questo spiega alcune contraddizioni riscontrabili nella letteratura ed i dubbi espressi anche nei lavori più recenti dedicati alla zona (cfr. per es.: Calamai e Al., 1970).

Nel Complesso di Canetolo affiorante in quest'area si possono riconoscere varie unità litologiche, in parte eteropiche tra loro, di età compresa fra l'Eocene inferiore e l'Eocene medio; esse sono:

a) Argille e calcari con calcareniti;

b) Arenarie;

c) Calcareniti, calciruditi, calcari (tipo « Nummulitico »).

Tuttavia ci sono notevoli difficoltà nel riconoscere un ordine di sovrapposizione tra questi diversi termini. Tali difficoltà derivano dal fatto che solo di rado essi contraggono rapporti diretti, mentre la scarsità di buone esposizioni non permette quasi mai di osservare inequivocabilmente dei passaggi tra i diversi livelli stratigrafici. Il membro *c* calcarenitico (Nummulitico s.l.) occupa infatti due distinte posizioni forse con diverso significato: può ritrovarsi a diretto contatto con la Scaglia o poggiare su di essa con l'interposizione di un livello più o meno potente di *argille e calcari con calcareniti* (membro *a*). Nel primo caso si tratta di una sovrapposizione chiaramente tettonica (situazioni simili abbiamo visto sono presenti anche nella zona di Scansano: cfr. paragrafo 3.1.) oppure, come sembra probabile in alcune situazioni (cfr. Fazzini, 1977),

tale posizione è stata acquisita tramite l'intervento di fenomeni olistostromici che hanno preceduto la sedimentazione del Macigno. A questo proposito vi è da notare che affioramenti di calcareniti tipo « Nummulitico » sicuramente intercalati nella Scaglia come quello di Case Caese a SW di Petricci, e potenzialmente attribuibili alla Successione toscana, mostrano tuttavia caratteri ed una giacitura che ben si accorda con una messa in posto di tipo tettonico-sedimentario (olistoliti). Tali masse difatti si presentano fortemente deformate e non sembrano interrompere la sedimentazione pelitica che conserva gli stessi caratteri ed appare indisturbata.

Queste masse, inoltre, sono di estensione limitata e terminano lateralmente in modo brusco, con limiti netti, non spiegabili con normali variazioni laterali di *facies*.

Escluse queste situazioni particolari, in generale (Fig. 7), immediatamente al tetto della Scaglia, è quasi sempre presente un intervallo di spessore variabile di *argille e calcari con calcareniti* (membro *a*). Che si tratti di un contatto tettonico e non di un regolare passaggio stratigrafico sembra essere confermato dalla notevole indipendenza strutturale delle due unità, come si può osservare nei dintorni di Podere Pescinello a NE di Roccalbegna. La Scaglia mostra infatti complicate strutture a pieghe di modeste dimensioni scomposte in scaglie embriciate (cfr. anche paragrafo 3.2.), mentre il livello sovrastante delle argille e calcari presenta uno stile di deformazione caratterizzato da strutture tipiche di un ricoprimento gravitativo. Inoltre le *argille e calcari con calcareniti* poggiano indifferentemente su livelli di Scaglia diversi per litologia e caratteristiche sedimentologiche (zona di Podere Pian d'Acquaio e Podere Poggio Sorbi).

Il membro *a* si ritrova di frequente anche stratigraficamente al tetto delle calcareniti e calciruditi del membro *c*: una tale situazione è ben visibile a nord di Poggio Capanne e porta a pensare ad un probabile passaggio per eteropia laterale tra questi livelli ed a considerare le calcareniti e le calciruditi come grossi corpi lentiformi.

Per quanto riguarda l'unità arenacea *b*, pur nella sua estrema discontinuità sembra occupare una posizione stratigrafica costante all'interno delle *argille con calcari e calcareniti* (*a*).

a) Argille e calcari con calcareniti

Questo membro è costituito da tipiche sequenze fliscioidi ove la porzione argillosa è quasi sempre predominante rispetto alle intercalazioni litoidi. La *litofacies* più frequente è rappresentata da calcareniti di varia tonalità di grigio e calcari bianchi, grigi, verdini o nocciola, talora anche

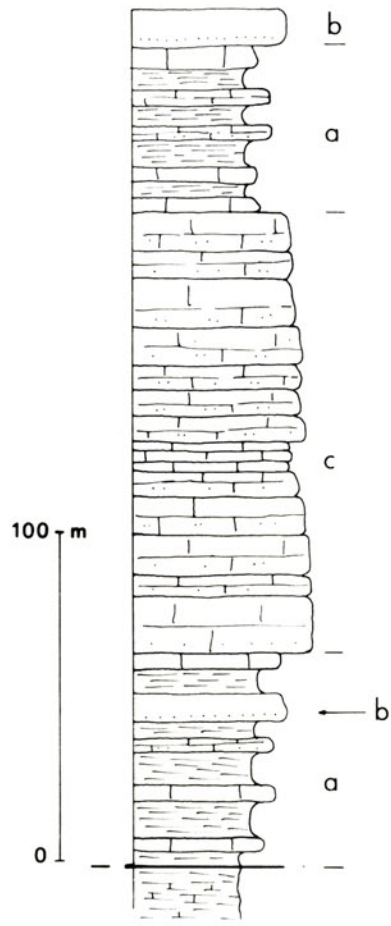


Fig. 7 - Colonna stratigrafica del « Complesso di Canetolo » costruita in base agli affioramenti in destra del fiume Fiora.
a - argille e calcari con calcareniti; b - arenarie; c - calcareniti, calciruditi e calcari (tipo « Nummulitico »).

rosati, e da una porzione pelitica in genere ben sviluppata, costituita da argilliti siltose e argille grigie o di colore tabacco e rossastre. Spesso gli strati presentano sequenze complete T_{a-e}; con una parte basale calcarenitica omogenea o gradata di pochi centimetri di spessore (2-10 centimetri) che sfuma gradualmente al calcare micritico, mentre il contatto con la pelite sovrastante è al contrario molto netto e marcato da una super-

ficie regolare. Sono ben sviluppate, alla base degli strati calcarenitici, controimpronte da carico, trascinamento e da corrente. La potenza dei singoli strati è molto variabile e va da qualche decimetro ad oltre il metro. La scomposizione del membro permette raramente la misura delle direzioni di apporto; in un caso è stata misurata la direzione NS. Lo spessore totale delle *argille e calcari con calcareniti* può essere stimato attorno a 60-80 metri, ma può ridursi a pochi metri o essere assente.

b) Arenarie

Si tratta di affioramenti di limitata estensione attribuiti precedentemente all'arenaria Macigno. In effetti le analogie con tale arenaria sono molto strette trattandosi di arenarie micacee, giallastre, scarsamente cementate e mal stratificate. La grana è di dimensioni variabili, da molto fine al microconglomerato; prevale il quarzo a volte ben arrotondato e visibile ad occhio nudo nelle frazioni più grossolane. Sono anche frequenti, visibili nelle superfici non alterate, piccoli inclusi pelitici di svariate forme e dimensioni.

c) Calcareniti, calciruditi e calcari (tipo « Nummulitico »)

È l'unità più caratteristica e meglio esposta di tutto il complesso. Vi si possono distinguere almeno tre *litofacies* con caratteri litologici e sedimentologici differenti. Una prima *litofacies* è costituita da strati spessi e molto spessi di calcareniti e calciruditi di colore grigio piombo o grigio-chiare, risedimentati, quasi sempre privi della porzione pelitica. La gradazione all'interno degli strati è sovente messa in risalto da una porzione basale omogenea a grana grossolana, rappresentata da brecciola e microconglomerato a ciottoli calcarei, in prevalenza a spigoli vivi, o da una vera e propria breccia con elementi di dimensioni che a volte superano il centimetro di diametro, i quali oltre che calcarei possono essere anche cristallini. All'intervallo gradato od omogeneo può seguire una porzione a lamine convolute e/o incrociate con *ripples* rampicanti. Queste ultime tuttavia si ritrovano più comunemente in strati a granulometria più fine e quasi sempre privi di una evidente base gradata (intervallo *a* di Bouma).

A volte la stratificazione diviene indistinta per la sopravvenuta amalgamazione fra strati che non presentano sostanziali differenze tessiturali, dando luogo a grossi banchi omogenei di diversi metri di spessore; in sezione sottile, tuttavia, è ancora riconoscibile l'organizzazione torbiditica della roccia (per esempio affioramento presso Catabbio). Una

seconda *litofacies*, anche questa ben sviluppata, è data da strati medi e spessi di calcareniti a grana fine e medio-fine, raramente grossolane con a volte una porzione sommitale calcilutitica. La porzione pelitica anche se di spessore ridotto (da pochi centimetri a 2-3 decimetri) è quasi sempre presente ed è rappresentata da argille ed argilliti siltose grigie e tabacco, o da marne per lo più di colore avana. Sono presenti anche sequenze gradate formate in successione da calcare, marna calcarea e argilliti tabacco o rossastre. Normalmente gli strati calcarei non presentano alcuna struttura sedimentaria, localmente possono avere una base grossolana di 2-3 centimetri formata da calcarenite fine a laminazione parallela e convoluta. Nelle porzioni pelitiche più spesse possono intercalarsi sottili straterelli di calcarenite grigia, micacea. La terza *litofacies* è costituita da una ripetizione monotona di sottili strati calcarenitici a grana molto fine ed a laminazione parallela, a cui segue, con contatto netto, uno strato di calcare di spessore analogo, generalmente bianco o grigio-verde.

Nella zona di Poggio Monticchio (a E di S. Martino sul Fiora) sono stati osservati anche strati potenti di un'arenaria quarzoso-micacea, verdastra o giallastra: questi ultimi tuttavia non sono molto frequenti e si ritrovano solo come strati isolati nella successione.

Lo spessore massimo riscontrato per questo livello si aggira sul centinaio di metri.

3.4. Considerazioni conclusive

Da quanto è stato riportato nei paragrafi precedenti e dal confronto delle colonne stratigrafiche si deduce chiaramente che il complesso dei terreni che si ritrovano immediatamente al di sopra del Macigno nella zona di Scansano e la maggior parte di quelli che ricoprono la Scaglia toscana più ad est, oltre al F. Fiora, costituiscono un'unica unità tettonica. Gli uni sono sicuramente sovrapposti tettonicamente alla successione toscana, gli altri attribuiti per lo più, finora, al Sottonummulitico, al Nummulitico e al Sopranummulitico e considerati parte della Scaglia toscana, ne costituiscono, invece, la copertura che ha sostituito il Macigno avanscorso verso E.

Le descrizioni spesso ripetitive dei paragrafi precedenti e ancora più evidentemente il raffronto delle colonne stratigrafiche, nel mostrare le costanti caratteristiche lito e cronostratigrafiche permettono questa affermazione, nonostante le frequenti elisioni tettoniche e le discontinuità,

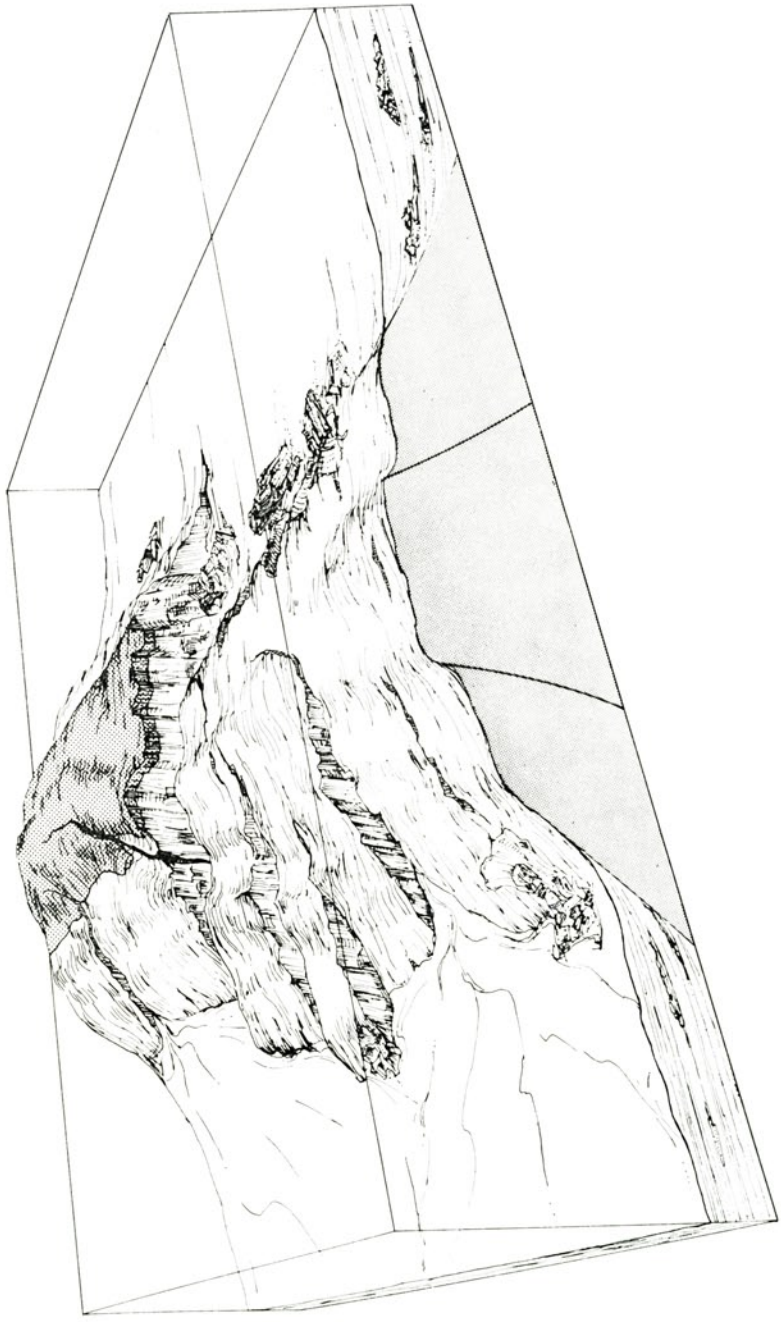
originarie o acquisite dei diversi corpi sedimentari. D'altra parte questa interpretazione spiega anche il perché delle discontinuità stratigrafiche già segnalate, in passato, da diversi autori (Crescenti e Giussani, 1969; Canuti e Marcucci, 1971) e le perplessità sulle attribuzioni formazionali avanzate da altri (Calamai, Cataldi, Squarci e Taffi, 1970; Giannini, Lazzarotto e Signorini, 1971).

L'esistenza di diffusi fenomeni olistostromici (cfr. Fazzini, 1977) non permette tuttavia di dare, nemmeno ora, un'univoca interpretazione per tutti gli affioramenti del così detto « Nummulitico » della Toscana meridionale, che caso per caso devono essere interpretati e di volta in volta attribuiti a olistoplacche o a olistotrimmi (Richter, 1973) o, ancora, più spesso, ai resti di un'ampia copertura tettonica che si va via via disarticolando procedendo da W verso E.

Facendo riferimento agli affioramenti più integri, descritti per la zona di Scansano, si possono fare alcune considerazioni sulla evoluzione sedimentaria del « Complesso di Canetolo ».

In un bacino con prevalenti apporti pelitici, tipo pre-*Flysch* parallelizzabile con quello in cui si formarono i « complessi di base » dei *Flysch* liguri, si verificano apporti detritici (arenarie del membro *b*) che raggiungono una certa consistenza di spessore e tali da potervi ravvisare una struttura lenticolare (cfr. anche Brandi e altri, 1966) attribuibile forse a lobi di conoide progradante che, data la posizione stratigrafica, dovrebbero legarsi ad apparati costruiti da apporti più antichi di quelli del Macigno toscano. La loro zona d'origine dovrebbe collocarsi necessariamente all'interno del margine limitante il dominio toscano (ruga insubrica?) che già nel Cretacico avrebbe fornito materiale cristallino (Conglomerati dei Salti del Diavolo, secondo Baldacci e altri, 1972). Ai depositi tipo pre-*Flysch* succede una risedimentazione calcarenitico calcarea (membro *c*) di tipo « Nummulitico » che per analogie litologiche con depositi del dominio toscano si è portati a far derivare da un margine esterno del bacino (?) di Canetolo (dorsale sottomarina che separa i due dominii). Si alternano a queste torbiditi depositi più fini, rosati, molto simili alla *facies* di Scaglia toscana od anche presentanti analogie con *facies* liguri di età eocenica

Fig. 8 - Ricostruzione schematica dell'alto strutturale al margine del bacino a successione toscana, attivo durante l'Eocene e separante il bacino toscano a E da quello subligure a W.



che succedono ai *Flysch* cretacico-paleocenici e precedono quelli eocenici. L'ambiente ritorna quindi a condizioni tipo pre-*Flysch* con ancora episodi calcarenitici (continuità di apporti analoghi a quelli inferiori esterni) e di tipo detritico arenaceo (provenienza interna?). La successione termina qui con depositi tipicamente fliscioidi calcareo-marnosi in cui però è ancora attiva una alimentazione di tipo calcarenitico e molto rara quella arenacea.

4. IMPLICAZIONI PALEOGEOGRAFICHE

Il confronto su basi litostratigrafiche tra il Complesso di Canetolo degli affioramenti dell'Appennino settentrionale e della Toscana meridionale ci sembra abbastanza convincente per ipotizzarne l'appartenenza ad un unico bacino, allungato in direzione NW-SE. Risulta pertanto giustificabile, a parer nostro, l'attribuzione del termine Complesso di Canetolo anche agli affioramenti più meridionali. Le *facies* riconoscibili nella successione di Canetolo, poi, con l'alternarsi di episodi distali ad episodi prossimali sembrano indicare un ripetersi, in direzione longitudinale, di caratteristiche del bacino molto simili. Ciò ci porta a supporre l'esistenza di un margine di bacino in evoluzione che per innumerevoli ragioni paleogeografiche dovrebbe essere localizzato ad oriente. È il margine del Dominio toscano, la « dorsale sottomarina » o paleoruga ipotizzata da Boccaletti e Bortolotti (1965) Parea (1965), Boccaletti e Sagri (1966), Fazzini e Parea (1966), Signorini (1967), è la piattaforma a sedimentazione ridotta a cui si lega da un lato l'episodio dello Pseudoverrucano e dall'altro la sedimentazione carbonatica di piattaforma e di bacino che ha dato luogo alle torbide calcaree e calcarenitiche nelle quali si alternano o si mischiano resti fossili tipici di ambiente neritico e pelagico, cretacei ed eocenici.

La *distribuzione diffusa* che si ha per le poche misure di provenienza raccolte nelle torbide del « Nummulitico » (Sestini, 1964) potrebbe spiegarsi con una provenienza, rispetto alla zona alimentatrice, da SW per quelle veramente intercalate nella Scaglia toscana e da NE per quelle del Complesso di Canetolo. Le faglie trascorrenti, poi, che è facile immaginare tagliassero la dorsale avrebbero potuto facilitare tutti quei fenomeni tettonico-sedimentari ai quali abbiamo accennato nelle pagine precedenti (Fig. 8).

Confermata quindi la necessità obiettiva di localizzare il bacino di Canetolo di fianco a quello della successione toscana (Elter, 1972), re-

sta il dubbio sulla provenienza del materiale arenaceo, che se ha origine nella stessa dorsale la farebbe coincidere con la ruga insubrica. A questa possibilità è anche legata l'età del bacino di Canetolo: eocenico o anche più antico? Non crediamo di poter dare una risposta definitiva, ma la situazione da noi rilevata nei Monti della Tolfa e lo studio in corso delle successioni liguri della Toscana meridionale ci porta a supporre una diversa destinazione tettonica della porzione più antica, cretacica, della sedimentazione del bacino e ci allineeremmo così con le opinioni espresse per l'estremità nord del bacino di Canetolo da BRAGA e altri (1972 a, 1972 b).

Si dedurrebbe così una localizzazione oceanica del bacino di Canetolo ed una corrispondenza tra la dorsale marginale del Dominio toscano e ruga insubrica in una visione che ci sembra molto simile a quella ipotizzata da BALDACCI e altri (1972) e che, forse, semplifica quella espressa da BOCCALETTI e altri (1971).

BIBLIOGRAFIA

ABBATE E. (1969) - *Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto (Liguria orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 923-1013.

ABBATE E. e BORTOLOTTI V. (1967) - *Osservazioni geologiche nei dintorni di Vezzano Ligure (La Spezia)*. Mem. Soc. Geol. It., 6 (1), 1-22.

ABBATE E. e SAGRI M. (1970) - *Development of the Northern Apennines geosyncline. The eugeosynclinal sequences*. Sediment. Geol., 4 (3/4), 251-340.

AMADESI E. (1964) - *Nuove ricerche nei dintorni di Porretta (Bologna)*. Boll. Soc. Geol. It., 83 (1), 213-224.

AMADESI E. (1965) - *Ricerche geologiche nei dintorni di Lizzano in Belvedere (Bologna)*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (4), 5-17.

AIELLO E. (1975) - *Le arenarie dell'Aveto, di Petrignacola e di M. Senario (Appennino settentrionale). Osservazioni sedimentologiche e petrografiche*. Boll. Soc. Geol. It., 94 (4), 797-825.

AZZAROLI A. (1950) - *Tettonica della catena principale dell'Appennino Lunigianese tra il passo di Pradarena e il Passo di Lagastrello*. Boll. Soc. Geol. It., 69 (3), 366-391.

AZZAROLI A. (1958) - *Stratigrafia del Macigno nelle colline a sud-ovest di Firenze*. Boll. Soc. Geol. It., 77 (2), 33-42.

BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI G., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. e TONGIORGI M. (1967) - *Nuove osservazioni sul problema della Falda Toscana e sulla interpretazione dei Flysch arenacei tipo « Macigno » dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 213-244.

BALDACCI F., CERINA FERONI A., ELTER P., GIGLIA G. e PATACCA E. (1972) - *Il margine del paleocontinente nord-appenninico dal Cretaceo all'Oligocene: nuovi dati sulla ruga insubrica*. Mem. Soc. Geol. It., 11 (4), 367-390.

BARBIERI F. e ZANZUCCHI G. (1963) - *La stratigrafia della valle di Roccaferrara (Appennino parmense). Contributo alla geologia dell'Appennino Emiliano. Nota II*. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civico Storia Nat. Milano, 102, fasc. 2, 155-222.

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., CASNEDI R. e MARCHETTI G. (1968) - *Carta geologica della « finestra » di Bobbio, Scala 1 : 50.000*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 19.

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G. e MARCHETTI G. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 71 « Voghera »*. Serv. Geol. d'Ital., Roma.

BOCCALETTI M. e BORTOLOTTI V. (1965) - *Lacune della serie toscana. 1 - Serie stratigrafiche giurassico-eoceniche nelle zone di Roggio e Trassilico sul versante orientale delle Alpi Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (5), 271-356.

BOCCALETTI M., ELTER P. e GUAZZONE G. (1971) - *Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino settentrionale in rapporto alla inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica*. Mem. Soc. Geol. It., 10 (4), 371-378.

BOCCALETTI M. e SAGRI M. (1966) - *Lacune della serie toscana. 2 - Brecce e lacune al passaggio Maiolica-Gruppo degli Scisti Policromi in Val di Lima*. Mem. Soc. Geol. It., 5 (1), 19-66.

BOCCALETTI M. e SAGRI M. (1967) - *Olistostromi e olistoliti di Maiolica negli Scisti policromi della Val di Lima (Provincia di Lucca)*. Boll. Soc. Geol. It., 86 (3), 525-535.

BOCCALETTI M., BONAZZI U., COLI M., DECANDIA F., ELTER P., PUCCINELLI A., RAGGI G., VERANI M. e ZANZUCCHI G. (1977) - *Problemi stratigrafico strutturali dell'Elba centro-orientale*. Rapporto di progresso N. 1. Progetto finalizzato geodinamica - Sottoprogetto modello strutturale. Gruppo App. Sett.

BONI A. (1961) - *Per la geologia dell'Appennino settentrionale a W della linea La Spezia-Piacenza*. Atti Ist. Genl. Univ. Pavia, 7, 63-196.

BONI A. (1962) - *Il Paleogene nell'Appennino settentrionale ad W della linea Sarzana-Piacenza*. Mem. Soc. Geol. It., 3, 331-348.

BONI A., BRAGA G. e MARCHETTI G. (1968) - *Nuovi dati sull'età della « Formazione di Bobbio » e della « Formazione dell'Aveto » (Appennino ligure-emiliano)*. Rend. Ist. Lomb., Cl. A, 102, 737-743.

BONI A., BRAGA G., CONTI S., GELATI R., MARCHETTI G. e PASSERI L. D. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 83 « Rapallo » e Foglio 94 « Chiavari »*. Serv. Geol. d'It., pp. 1-89, Roma.

BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. e SESTINI G. (1970) - *Development of the Northern Apennines geosyncline - The miogeosynclinal sequences*. Sediment. Geol., 4 (3-4), 341-444.

BORTOLOTTI V., SAGRI M., ABBATE E. e PASSERINI P. (1970) - *Geological map of the Northern Apennines and adjoining areas*. In: Sedimentary Geology, 4 (3-4).

BRAGA G. (1965) - *Geologia delle Valli Nure e Perino (Appennino piacentino)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 17, 3-49.

BRAGA G. e MARCHETTI G. (1970) - *Sulla presenza di arenarie tufitiche nella Liguria orientale e dati sulla loro età (Appennino di La Spezia)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 21, 115-122.

BRAGA G., CASNEDI R., GALBIATI B. e MARCHETTI G. (1972a) - *Le unità ofiolitifere della Val di Vara (Nota strutturale, introduttiva alla carta geologica della Val di Vara)*. Mem. Soc. Geol. it., 11, 547-560.

BRAGA G., CASNEDI R., GALBIATI B. e MARCHETTI G. (1972b) - *Carta geologica della Val di Vara (Appennino di La Spezia), con sezioni geologiche*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 23, Tav. 22-23.

BRANDI G. P., SQUARCI P. e TAFFI L. (1966) - *Contributo alla conoscenza delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. Il flysch terziario (Formazione dell'Alberese) di Campiglia Marittima (Provincia di Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., 85 (3-4), 591-605.

CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P. e TAFFI L. (1970) - *Geological map of the Monte Amiata geothermal fields*. In: *Geothermics*, 1 (special issue), C.N.R. - Ist. Int. Ric. Geotermiche, Pisa.

CANUTI P. e MARCUCCI M. (1971) - *Lacune della serie Toscana. VI - Stratigrafia della base degli « Scisti Policromi (Scaglia Toscana) » nelle aree di Roccalbegna, Castel-l'Azzara, Semproniano, M. Selvi e M. Canino (Toscana meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 90 (3), 315-380.

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - *Scala 1 : 100.000. Foglio 128 « Grosseto »*. Serv. Geol. d'It., 1969 (II edizione).

CASNEDI R. (1972) - *Osservazioni strutturali sul versante occidentale del Monte Gottero (Liguria orientale)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 22, 81-90.

CRESCENTI U. e GIUSSANI A. (1969) - *Osservazioni sugli scisti policromi della Toscana meridionale: il sovrascorrimento di M. Labbro (F° 129, S. Fiora - Grosseto)*. Boll. Soc. Geol. It., 88 (2), 347-362.

DESSAU G. (1951) - *Geologia e depositi di antimonio e d'altri metalli del gruppo dei Monti Romani (Comune di Manciano, Maremma Toscana)*. Boll. Soc. Geol. It., 70, 1-64.

DESSAU G., DUCHI G. e STEA B. (1972) - *Geologia e depositi minerari della zona Monti Romani-Monteti (Comuni di Manciano e Capalbio (Grosseto) ed Ischia di Castro (Viterbo))*. Mem. Soc. Geol. It., 11 (2), 217-260.

DALLAN NARDI L. e NARDI R. (1974) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem. Acc. Lunig., Sc. « G. Cappellini », 42 (1972), pp. 212.

ELTER P. (1972) - *La zona ofiolitifera del Bracco nel quadro dell'Appennino settentrionale. Introduzione alla geologia delle Liguridi*. Guida alle escursioni. 66° Congr. Soc. Geol. It., Pisa-Sestri Levante.

ELTER P. e SCHWAB K. (1959) - *Nota illustrativa della carta geologica all'1 : 50.000 della regione Carro-Zeri-Pontremoli*. Boll. Soc. Geol. It., 75 (2), 157-187.

ELTER P., GRATZIU C. e LABESSE B. (1964) - *Sul significato dell'esistenza di una unità tettonica alloctona costituita da formazioni terziarie nell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 83 (2), 373-394.

ELTER G., ELTER P., STURANI C. e WEIDMANN M. (1966) - *Sur la prolongation du domaine ligure de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la Nappe de la Simme s.l. des Prealpes romandes et chablaissiennes*. Bull. Lab. Géol. Minéral., Géophys. et du Musée Géol. de l'Université de Lausanne, Bul. n. 167, p. 279-374, Losanna.

FAZZINI P. (1964) - *Geologia dell'Appennino tosco-emiliano tra il Passo dei Mandrioli e il Passo della Calla*. Boll. Soc. Geol. It., 83 (2), 219-258.

FAZZINI P. e PAREA G. C. (1966) - *Contributo alla conoscenza dello Pseudoverrucano*. Mem. Soc. Geol. It., 5 (3), 189-224.

FAZZINI P. (1977) - *Aspetti particolari della Scaglia toscana nella regione amiatina: la successione di M. Aquilaia*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, 108, 29-37.

FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P. e PELLEGRINI M. (1972) - *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma)*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 65-144.

FUSI M. e MONTEFORTI B. (1972) - *La geologia e la tettonica trasversale in Val Tarodine (Appennino parmense)*. Mem. Acc. Lunig. Sc. « G. Cappellini », 38, 81-93.

GASPERI G. (1968) - *Geologia del Promontorio di Piombino (Livorno)*. Mem. Soc. Geol. It., 7 (1), 11-28.

GELMINI R. (1969) - *Ricerche geologiche nel gruppo di M. Leoni (Grosseto, Toscana). I. La geologia di M. Leoni tra Montepescali e il fiume Ombrone*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 765-796.

GHELARDONI R. (1966) - *Schema tettonico dei fogli 84 (Pontremoli) e 85 (Castelnuovo ne' Monti)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., 73 (1), 162-181.

GHELARDONI R., PIERI M. e PIRINI C. (1965) - *Osservazioni stratigrafiche nell'area dei fogli 84 (Pontremoli) e 85 (Castelnuovo ne' Monti)*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (6), 297-416.

GIANNELLI L., LAZZAROTTO A. e MAZZANTI R. (1965) - *Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 2 - Studio geologico e micropaleontologico di una sezione fra Sassetta e Monteverdi Marittimo (F° 119 - Massa Marittima)*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (3), 1-54.

GIANNINI E., LAZZAROTTO A. e SIGNORINI R. (1971) - *Lineamenti di stratigrafia e di tettonica*. In: *La Toscana meridionale*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 27, 32-168.

GUNTER K. e RENTZ K. (1968) - *Contributo alla geologia della catena principale dell'Appennino tosco-emiliano tra Ligonchio, Civago e Corfino*. Ateneo parmense, *Acta nat.*, 4 (1), 67-87.

LAZZAROTTO A. (1967) - *Geologia della zona compresa fra l'alta valle del fiume Cornia ed il torrente Pavone (prov. di Pisa e Grosseto)*. Mem. Soc. Geol. It., 6 (2), 151-198.

LAZZAROTTO A. e MAZZANTI R. (1966) - *Studio geologico e micropaleontologico di una sezione tra Castelnuovo di Val di Cecina e Monte Gabbri (in provincia di Pisa)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, 73 (2), 330-375.

LOESCHKE J. (1965) - *Stratigraphie und Tectonik des Gebietes swischem dem oberem Parma- und dem oberem Enza- Tal im Nord-Apenin*. Inaugural Dissertation, Math., Nat. Fakultät der Frein Universität Berlin, pp. 1-123.

LOSACCO U. (1958) - *Osservazioni geologiche sulle arenarie della Toscana meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., 77 (2), 43-75.

LOSACCO U. (1960) - *Ricerche geologiche nella Toscana meridionale. IV - Notizie sulla stratigrafia e la tettonica della regione di Manciano-Saturnia (Grosseto)*. Boll. Soc. Geol. It., 79 (2), 107-134.

LOSACCO U. (1963) - *Osservazioni geologiche sulla parte settentrionale e centrale della catena del Pratomagno*. Boll. Soc. Geol. It., 82 (2), 291-404.

LUDWIG O. (1929) - *Geologische Untersuchungen in der Gegend von Bobbio im Nord-apennin*. Geol. Rundschau, 20 (1), 36-66, Berlino.

MARCUCCI M. (1967) - *Geologia della zona compresa tra Pievepelago, Piandelagotti e Vallorsara*. Mem. Soc. Geol. It., 6 (4), 523-579.

MARINI M. (1966) - *Rapporti tra « Macigno » e argilloscisti l.s. nell'Alta Lunigiana (Massa-Carrara)*. Boll. Soc. Geol. It., 85 (3-4), 675-680.

MARINI M. (1969) - *Sulla posizione delle « Argille e Calcari » nell'alta Lunigiana (Appennino tosco-emiliano)*. Mem. Acc. Lunig. Sc. « G. Cappellini », 36, n.s. 14 (1966), 41-90.

MARINI M. (1973) - *Nota preliminare sui rapporti intercorrenti tra « Macigno » e « Argille e calcari » nella Val Gordana (Pontremoli-Zeri)*. Boll. Soc. Geol. It., 92 (1), 37-48.

MERLA G. e ABBATE E. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F° 97 « S. Marcello Pistoiese »*. Serv. Geol. d'It., Roma.

MICHELI P. (1967) - *La serie di Monte Senario nei dintorni di Pergine Valdarno*. Mem. Soc. Geol. It., 6 (4), 489-502.

MONTEFORTI B. (1972) - *La regione di Berceto (Appennino parmense)*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 47-64.

MONTEFORTI B. e RAGGI G. (1968) - *Osservazioni su una sezione geologica fra il M. Penna e il M. Gazzo (Alta e Media Val Taro-Appennino ligure)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, 74 (2), 549-564.

MONTEFORTI B. e RAGGI G. (1975) - *Per la geologia dell'entroterra di La Spezia tra Sarzana e Zignago*. Boll. Soc. Geol. It., 94 (4), 927-943.

MUTTI E. e GHIBAUDO G. (1972) - *Un esempio di turbiditi di conoide sottomarina esterna: le arenarie di S. Salvatore (formazione di Bobbio, Miocene) nell'Appennino di Piacenza.* Mem. Acc. Sc. Torino, Cl. Sc. Mat. Fis. Nat., ser. 4, n. 16.

NARDI R. (1964 a) - *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano. III - I rapporti tra le arenarie del M. Cervarola e il macigno lungo la valle dello Scoltenna (prov. di Modena).* Boll. Soc. Geol. It., 83 (2), 35-92.

NARDI R. (1964 b) - *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano. IV - La geologia della Valle dello Scoltenna tra Pievepelago e Montecreto (Appennino modenese).* Boll. Soc. Geol. It., 83 (4), 353-400.

NARDI R. (1965) - *Schema geologico dell'Appennino tosco-emiliano tra il M. Cusna e il M. Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino.* Boll. Soc. Geol. It., 84 (5), 35-92.

OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano.* Mem. Soc. Geol. It., 8, 453-764.

PAGANI G. (1972) - *Osservazioni sulle « argille e calcari » al Passo delle Cento Croci (Appennino ligure-emiliano).* Ateneo Parmense, *Acta nat.*, 8 (2).

PAGANI G. (1974) - *Osservazioni strutturali per la geologia dell'alta Val Magra (Massa Carrara).* Ateneo Parmense, *Acta nat.*, 10, 43-58.

PAGANI G. e ZANZUCCHI G. (1970) - *Osservazioni sul contatto tra il « Macigno » e l'« unità delle argille e calcari ».* Ateneo Parm., *Acta* nat., 6 (1), 1-40.

PAREA G. C. (1965) - *Evoluzione della parte settentrionale della geosinclinale appenninica dall'Albiano all'Eocene superiore.* Atti Mem. Acc. Naz. Sc. Lett. Arti Modena, 4 (7), 139-231.

PASSERINI P. (1958) - *Osservazioni sui terreni alloctoni dell'alta Valle del Savio.* Boll. Soc. Geol. It., 77 (2), 76-95.

PLESI G. (1971) - *Segnalazione di arenarie vulcaniche rimaneggiate negli olistostromi del Macigno di M. Antessio (Appennino Settentrionale).* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., serv. A, 78, 105-109.

PLESI G. (1972) - *La natura sedimentaria e il significato tettonico degli olistostromi intercalati al Macigno dell'Appennino Settentrionale.* Mem. Acc. Lung. Sc. « G. Capellini », 38 (1968), 1-27.

PLESI G. (1974) - *L'Unità di Canetolo nella struttura di Bobbio (Val Trebbia), Montegroppo (Val Gotra) e lungo la trasversale Cinque Terre-Pracchiola.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., serv. A, 81, 121-151.

PLESI G. (1975) - *La nappe del Canetolo.* Bull. Soc. Geol. Fr. (7), 17, n. 6, 979-983.

PLESI G. (1975) - *La giacitura del Complesso Bratica-Petrignacola nella serie del Rio di Roccaferrara (Val Parma) e dei flysch arenacei tipo Cervarola nell'Appennino settentrionale.* Boll. Soc. Geol. It., 94 (1-2), 157-176.

RAGGI G. (1964) *Geologia della Val Taro a Sud Est di Bedonia.* Boll. Soc. Geol. It., 83 (2), 183-205.

RAGGI G., SQUARCI P. e TAFFI L. (1965) - *Considerazioni stratigrafico-tettoniche sul flysch dell'Isola d'Elba.* Boll. Soc. Geol. It., 84 (6), 1-14.

RAU A. (1965) - *Nota preliminare al rilevamento geologico delle alte valli del Cedra e dell'Enza (Appennino Emiliano).* Boll. Soc. Geol. It., 84 (3), 55-70.

REUTTER K. J. (1960) - *Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Bedonia und Varese Ligure im Nord-Apennin.* Diss. Freie Univ. Berlin, 82 pp.

REUTTER K. J. (1969) - *La geologia dell'alto Appennino modenese tra Civago e Fanano e considerazioni geotettoniche sull'Unità di Monte Modino-Monte Cervarola.* Ateneo Parmense, *Acta nat.*, 5 (2), 3-86.

REUTTER K. J. e SCHLÜTER H. U. (1968) - *La struttura delle arenarie dell'Unità di M. Modino-M. Cervarola nella zona di Bobbio (Piacenza) e dell'Appennino modenese.* Ateneo Parmense, *Acta nat.*, 4 (2), 36-56.

RICHTER D. (1973) - *Olisthostrom, Olistholith, Olisthothrimma und Olisthoplaka als Merkmale von Gleitungs und Resedimentationsvorgängen infolge synsedimentärer tektogenetischer Bewegungen in Geosynklinalbereichen.* Neus Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen - Band 143 - Helt 3, Stuttgart (in Boll. Serv. Geol. d'It., 96, 1975).

SAMES C. W. (1963) - *Beitrag zur Gliederung des Kreideflysch zwischen Bobbio und Berceto im Nordapennin*, Geol. jahrb., 81, 481-518.

SCHULZE K. H. (1965) - *Stratigraphie und Tektonik des Gebietes zwischen Valdena-Borgo Val di Taro-Valmozzola. Provinz Parma (Nord Apennin).* Diss. Freie Univ. Berlin, 128 pp.

SESTINI G. (1964) - *Paleocorrenti eoceniche nell'area tosco-umbra.* Boll. Soc. Geol. It., 83 (2), 291-344.

SIGNORINI R. (1967) - *Pseudoverrucano e anomalie della serie stratigrafica toscana nei dintorni di Grosseto.* Boll. Serv. Geol. d'It., 88, 97-134.

SQUARCI P. e TAFFI L. (1963) - *Geologia della zona di Chianni-Laiatico-Orciatico (Prov. di Pisa).* Boll. Soc. Geol. It., 82 (2), 219-290.

VALDUGA A. (1957) - *La Catena di M. Senario e il gruppo di M. Giovi.* Boll. Serv. Geol. d'It., 78 (4-5), (1956), 637-682.

ZANZUCCHI G. (1963) - *La geologia dell'alta Val Parma.* Mem. Soc. Geol. It., 4, 131-167.

ZANZUCCHI G. (1967) - *Osservazioni preliminari sulla tettonica della media Val Taro.* Ateneo Parmense, *Acta nat.*, 3 (1), 59-89.

Atti Soc. Nat. Mat. di Modena
109 (1978), 119-130

M. T. Bernabei, F. Forni, S. Bellei, R. Cameroni
Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Modena.

INFLUENZA DI ALCUNI COADIUVANTI SULLA SOLUBILITÀ DELL'ACIDO SALICILICO. CORRELAZIONE CON L'ASSORBIMENTO (*)

RIASSUNTO

Con un metodo basato sulla solubilità è stata determinata la capacità solubilizzante nei riguardi dell'acido salicilico di alcuni coadiuvanti: glicerina, mannitolo, sorbitolo, xilitolo, glicoli etilenico e propilenico, polietilen- e polipropilenglicoli, polivinilpirrolidoni, Myrj, Tween.

Per questi due ultimi coadiuvanti è stato anche stabilito il coefficiente di distribuzione dell'acido salicilico fra le micelle e il fluido intermicellare; inoltre usando Myrj e Tween con catene poliossietileniche o idrocarburiche di diversa lunghezza, è stato possibile determinare la distribuzione dell'acido salicilico fra centro e mantello. Nel corso di queste ricerche si è potuto mettere in evidenza che l'acido salicilico interagisce più fortemente con le lunghe catene poliossietileniche micellari che con quelle non micellari.

Quanto ritrovato è discusso in termini di correlazione solubilità-struttura.

Inoltre, la buona correlazione rilevata fra i valori di solubilità e l'assorbimento dell'acido salicilico « in vitro » e « in vivo » indica che il metodo basato sulla solubilità permette di prevedere con buona approssimazione l'assorbimento del principio attivo quando questo venga solubilizzato con l'ausilio degli stessi coadiuvanti.

SUMMARY

The solubilization efficiency with regard to salicylic acid of some adjuvants (glycerol, mannitol, sorbitol, xylitol, ethylene glycol, propylene

(*) Parzialmente comunicato al VI Simposio A.D.R.I.T.E.L.F. - Firenze, 21-22 ottobre 1977.

glycol, polyethylene and polypropylene glycols, polyvinylpyrrolidones, Myrjs, Tweens) has been determined by a solubility method.

As to Myrjs and Tweens the distribution coefficient of salicylic acid between micelles and intermicellar fluid has been calculated. Then, the salicylic acid distribution between core and mantle has been determined using Myrjs and Tweens with polyoxyethylene or hydrocarbon chains of different lenght.

In this research it was possible to demonstrate that salicylic acid interacts more strongly with micellar long polyoxyethylene chains than with nonmicellar chains.

The findings are discussed in terms of solubility-structure relationships.

The found good correlation between the solubility values and the « in vitro » and « in vivo » absorption of salicylic acid indicates the validity of the solubility method to anticipate — with good agreement — the absorption of a drug solubilized by the same adjuvants.

La solubilizzazione assume un ruolo tecnologico di notevole importanza quale premessa indispensabile per una buona biodisponibilità del principio attivo.

La preparazione di una soluzione isotropica di un prodotto poco solubile o praticamente insolubile risulta tuttavia possibile solo con l'ausilio di coadiuvanti. In questo caso però il principio attivo, pur di per sé assorbibile dalle mucose del tratto gastro-intestinale, interagisce con l'additivo per cui il suo assorbimento può essere ostacolato o completamente impedito.

Utilizzando un metodo basato sulla solubilità, abbiamo iniziato lo studio delle eventuali interazioni fra una molecola modello, l'acido salicilico, ed una serie di coadiuvanti per lo più appartenenti ai polialcoli e ad agenti tensioattivi stabilendo, nel caso di questi ultimi, la distribuzione del principio attivo tra fluido intermicellare e micella e la sua approssimata localizzazione all'interno della micella stessa. La scelta è caduta sull'acido salicilico in quanto stabile, poco solubile, poco dissociato in soluzione acquosa a saturazione, facilmente dosabile e per la possibilità di reperire in letteratura dati sull'influenza di alcuni degli additivi da noi usati sul suo assorbimento sia « in vivo » che « in vitro ».

Scopo ultimo di questa ricerca era infatti quello di acquisire indicazioni sulla possibilità di applicare questo metodo allo studio dell'azione dei solubilizzanti sulla biodisponibilità dei principi attivi e quindi di

prevedere già in fase di pre-formulazione la bioequivalenza di forme farmaceutiche destinate alla somministrazione orale.

PARTE SPERIMENTALE

Materiale e metodi

— *Acido salicilico RP* (SA) della ditta Carlo Erba.
— *Etilenglicole*; *Propilenglicole*; *Polietilenglicoli* (PEG) 2000, 6000, 10000; *Polipropilenglicole* (PPG) P 425; *Polivinilpirrolidone* (PVP) K 15, K 25, K 30 della ditta Fluka.
— *Glicerina* F.U., *Mannitolo* F.U., *Sorbitolo* F.U. della ditta Carlo Erba.
— *Xilitolo* della ditta Roche.
— *Myrj* 51, 52, 53, 59 e *Tween* 20, 40, 60, 80 della ditta Atlas Europol (*).

Solubilità di SA in acqua

Un eccesso di SA (1 g) è stato posto in un contenitore di vetro a tappo smeriglio con 50 ml di acqua e la sospensione, mantenuta in agitazione a 30°±1°C in camera termostatata, è stata filtrata per filtro Millipore HAWP 01300 porosità 0,45 μ a tempi prestabiliti fino a raggiungere l'equilibrio. La quantità di SA in soluzione alla saturazione corrisponde a 2,73 g/1000 ml.

Solubilità di SA nelle soluzioni dei coadiuvanti

È stata determinata all'equilibrio con la stessa tecnica descritta sopra; per ogni coadiuvante sono state considerate tre differenti concentrazioni (2%, 4%, 6% p/p).

Il pH delle soluzioni filtrate è risultato fra 2,40 e 2,50 per cui la frazione non ionizzata di SA si aggira attorno all'82%.

Determinazione di SA

Le soluzioni filtrate sono state lette allo spettrofotometro a 298 nm, dopo opportuna diluizione con tampone fosfato a pH 7,5, contro lo stesso

(*) I prodotti sono stati gentilmente forniti dalla ditta Atlas Europol che anche qui vivamente ringraziamo.

tampone da solo o addizionato del coadiuvante considerato alla stessa concentrazione finale dei campioni dopo diluizione. La presenza dell'additivo, dopo diluizione, non ha influenza sullo spettro U.V. di SA.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Capacità di solubilizzazione

I valori ottenuti, media di sei determinazioni, per la solubilità di SA a 30°C in acqua e nelle soluzioni di coadiuvanti permettono di calcolare il rapporto

$$R = \frac{C_s}{C_{sw}} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

dove:

C_s (concentrazione totale) rappresenta la solubilità di SA nella soluzione considerata a 30° C, cioé la somma della quantità di SA libero e di quella legata alle molecole di coadiuvante (C_{sm});
C_{sw} (concentrazione di SA libero) corrisponde alla solubilità a 30° C di SA nella fase acquosa a saturazione e si può considerare uguale alla solubilità di SA in acqua quando le solubilità totali sono direttamente proporzionali alle concentrazioni dei coadiuvanti nel campo studiato.

I valori di questo rapporto R, portati in diagramma contro la percentuale di coadiuvante (Fig. n. 1) formano rette di equazione generale

$$R = m\ C_t + 1 \qquad \text{(Eq. 2)}$$

dove:

C_t è la concentrazione del coadiuvante in g/100 ml.

Portando poi in ascissa i valori di C_t e in ordinata i grammi di SA per 100 ml di soluzione, si ricavano delle rette da cui è possibile calcolare la capacità di solubilizzazione in termini di grammi o moli di SA per grammo o mole di coadiuvante (1) (vedi Tabella I).

Dall'esame della Fig. 1 e della Tab. I si può notare come il *glicole etilenico* e il *glicole propilenico* aumentino solo leggermente la solubilità di SA; l'introduzione nella molecola del glicole etilenico di un metile non ha fatto inoltre riscontrare differenze significative della capacità solubilizzante.

I *PEG* e i *PPG* portano maggiormente in soluzione SA rispetto ai monomeri, di questo sarebbero responsabili le funzioni eteree più disponibili alla formazione di legami idrogeno. Si è anche potuto rilevare che per i PPG questo potere solubilizzante è inferiore a quello dei PEG, fatto verosimilmente imputabile ai radicali metilici per cui SA più difficilmente si avvicina agli ossigeni eterei dell'elica (2) per legarsi ed entrare in soluzione.

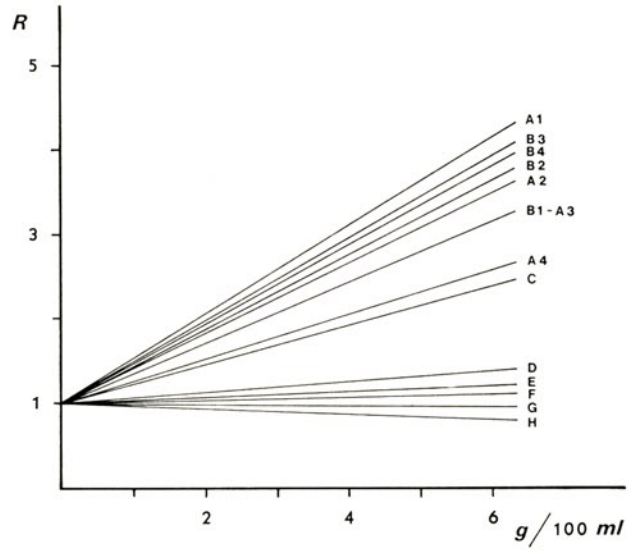


Fig. 1

Valori del rapporto R in funzione della concentrazione di coadiuvante.
A1: Myrj 51; A2: Myrj 52; A3: Myrj 53; A4: Myrj 59; B1: Tween 20; B2: Tween 40; B3: Tween 60; B4: Tween 80; C: PVP K15, K25, K30; D: PEG 2000, 6000, 10000; E: PPG, P425; F: Glicole etilenico, Glicole propilenico; G: Glicerina, Sorbitolo, Xilitolo; H: Mannitolo.

Il diverso grado di polimerizzazione inoltre non influisce, a parità di concentrazione, sulla solubilità di SA in quanto è il numero totale delle funzioni eteree presenti responsabile del potere solubilizzante, anche se la quantità di solubilizzato per mole di coadiuvante è naturalmente proporzionale al peso molecolare dei PEG.

Allo scopo di verificare ulteriormente la capacità solubilizzante delle funzioni alcoliche, sono stati considerati la *glicerina*, lo *xilitolo*, il *sorbitolo*, il cui uso è abbastanza diffuso in forme farmaceutiche destinate

TABELLA I

Additivo		Equazione della retta	Capacità di solubilizzazione [g SA/g Add.] 10^2	moli SA/mole Add.
Glicole etilenico		$y = 0{,}0036\ C_T + 0{,}265$	0,098	$4{,}4 \cdot 10^{-2}$
Glicole propilenico		$y = 0{,}005\ C_T + 0{,}273$	0,136	$7{,}5 \cdot 10^{-2}$
PEG	2000	$y = 0{,}0186\ C_T + 0{,}275$	0,507	0,077
	6000	$y = 0{,}0191\ C_T + 0{,}266$	0,521	0,255
	10000	$y = 0{,}0161\ C_T + 0{,}265$	0,439	0,318
PPG	425	$y = 0{,}0121\ C_T + 0{,}257$	0,330	$1{,}015 \cdot 10^{-2}$
Glicerina		$y = -0{,}00005 C_T + 0{,}268$	— 0,00136	$-0{,}091 \cdot 10^{-3}$
Mannitolo		$y = -0{,}0074\ C_T + 0{,}268$	— 0,202	$-2{,}66 \cdot 10^{-3}$
Sorbitolo		$y = -0{,}00195 C_T + 0{,}264$	— 0,053	$-0{,}699 \cdot 10^{-3}$
Xilitolo		$y = 0{,}00255 C_T + 0{,}268$	0,070	$0{,}771 \cdot 10^{-2}$
PVP	K 15	$y = 0{,}064\ C_T + 0{,}276$	1,747	1,265
	K 25	$y = 0{,}0586\ C_T + 0{,}286$	1,599	2,783
	K 30	$y = 0{,}063\ C_T + 0{,}264$	1,720	4,981
Myrj	51	$y = 0{,}1275\ C_T + 0{,}278$	3,481	0,404
	52	$y = 0{,}1146\ C_T + 0{,}257$	3,129	0,463
	53	$y = 0{,}098\ C_T + 0{,}264$	2,675	0,481
	59	$y = 0{,}0735\ C_T + 0{,}255$	2,006	0,680
Tween	20	$y = 0{,}104\ C_T + 0{,}273$	2,839	0,252
	40	$y = 0{,}134\ C_T + 0{,}266$	3,658	0,339
	60	$y = 0{,}140\ C_T + 0{,}252$	3,822	0,362
	80	$y = 0{,}125\ C_T + 0{,}288$	3,412	0,323

alla somministrazione orale. Nel nostro caso tuttavia, pur passando da tre a sei gruppi alcolici, non si è riscontrata alcuna significativa influenza sulla solubilità di SA. Il *mannitolo*, di configurazione sterica diversa rispetto al sorbitolo, ci ha fatto inoltre ritenere di scarsa influenza anche l'orientazione spaziale dei gruppi alcoolici.

Con l'uso dei *PVP*, la quantità di SA solubilizzato subisce un significativo aumento, tuttavia l'impiego di polimeri a peso molecolare diverso non ha portato a differenze degne di nota anche se, come già riscontrato per i PEG, la capacità solubilizzante molare aumenta con il peso molecolare dei PVP.

Nel caso dei *Myrj* e dei *Tween*, che tuttavia meritano un discorso a parte, la quantità di SA che entra in soluzione risulta decisamente superiore a quella riscontrata per tutti i coadiuvanti precedentemente considerati. La capacità solubilizzante molare di questi additivi, che si basa sulla formazione di micelle, è infatti direttamente proporzionale alla lunghezza delle catene alchiliche (Tween) o poliossietileniche (Myrj).

Distribuzione di SA in una micella ideale

Ci siamo proposti di approfondire lo studio iniziato con i Tween e con i Myrj al fine di ottenere utili informazioni sulla distribuzione di SA in una micella ideale.

Innanzitutto si è calcolato il coefficiente di distribuzione (K_{sm}) di SA indissociato tra le micelle ed il fluido intermicellare al fine di studiare l'affinità esistente tra i diversi tensioattivi e la nostra molecola modello, secondo quanto indicato da Mitchell e Coll. (3).

I valori di K_{sm} sono riportati in Tab. II e risultano indipendenti dalla concentrazione del tensioattivo e direttamente proporzionali, in ogni classe considerata, al peso molecolare del tensioattivo stesso.

TABELLA II

Tensioattivo	$K_{sm} \cdot 10^{-3}$	Tensioattivo	$K_{sm} \cdot 10^{-3}$
Myrj 51	6	Tween 20	3,8
52	7	40	5,1
53	7,2	60	5,4
59	10,2	80	4,8

Per stabilire poi l'influenza sulle capacità solubilizzanti sia della lunghezza della catena idrofoba che di quella idrofila, rispettivamente centro e mantello della micella, sono stati presi in considerazione per l'una i Tween e per l'altra i Myrj. Si sono così calcolati i rapporti molari SA solubilizzato/tensioattivo e il valore di moli di SA per gruppo —CH_2— o per unità ossietileniche (vedi Tabella III).

È stato così possibile rilevare che l'allungamento della catena idrofoba, mentre porta ad un aumento della solubilità di SA per mole di tensioattivo, determina solo una piccola differenza nei valori del rapporto molare SA/ gruppo —CH_2— ; con l'allungarsi della catena idrofila invece, si ha un aumento della solubilità di SA per mole di tensio-

attivo, mentre diminuisce il numero di moli di SA che ogni unità ossietilenica scioglie in apparenza.

Un altro problema riguarda poi l'importanza relativa del centro idrofobo e del mantello idrofilo, cioé il luogo di solubilizzazione all'interno della micella.

Per stabilire la distribuzione di SA solubilizzato tra i due siti, abbiamo ammesso nel caso dei Myrj ed in accordo con Mukerjee (4) che la quantità di SA presente nel centro e nel mantello sia rispettivamente proporzionale agli equivalenti di radicali stearici e di gruppi ossietilenici presenti in micella.

TABELLA III

Tensioattivo		g SA/g Additivo	moli SA/mole Add.	moli SA/CH_2 o (—CH_2—CH_2—O—)
Myry	51	0,127	1,475	0,049
	52	0,115	1,701	0,042
	53	0,098	1,763	0,035
	59	0,073	2,477	0,025
Tween	20	0,104	0,923	0,092
	40	0,134	1,244	0,089
	60	0,140	1,328	0,083
	80	0,125	1,184	0,074

La concentrazione di SA legato al coadiuvante (C_{sm}) in questo caso è uguale alla solubilità micellare e viene espressa secondo l'equazione:

$$C_{sm} = a\ C_{oe} + b\ C_r \qquad \text{(Eq. 3)}$$

dove:

C_{oe} è la concentrazione in equivalenti per litro dei gruppi ossietilenici e C_r è quella dei gruppi stearici. Dividendo per C_{oe} si ottiene

$$\frac{C_{sm}}{C_{oe}} = a + b\,\frac{C_r}{C_{oe}} \qquad \text{(Eq. 4)}$$

che rappresenta l'equazione di una retta la cui intercetta *a* indica gli equivalenti di SA per equivalente di gruppo ossietilenico del mantello,

mentre *b* rappresenta gli equivalenti di solubilizzato per equivalente di gruppo stearico nel centro della micella stessa.

I valori di *a* e di *b* possono poi essere usati per calcolare il rapporto tra solubilizzato nel mantello e nel centro della micella al pH di saturazione (nel nostro caso circa pH 2,45 con 82% circa di SA indissociato); i dati così ottenuti sono riportati in Tabella IV.

TABELLA IV

RAPPORTO DELLA QUANTITA' DI SA SOLUBILIZZATO NEL MANTELLO E NEL CENTRO

Myrj	51	0,41	Tween 20	$3,4 \cdot 10^{-2}$
	52	0,55	40	$2,4 \cdot 10^{-2}$
	53	0,68	60	$2,1 \cdot 10^{-2}$
	59	1,37	80	$2,1 \cdot 10^{-2}$

Per la serie dei Tween, facendo considerazioni analoghe a quelle fatte per i Myrj e dividendo l'equazione 3 per C_r, si ottiene una nuova equazione in cui l'intercetta *b* rappresenta gli equivalenti di SA per gruppo $—CH_2—$ del centro, mentre la pendenza *a* indica gli equivalenti di solubilizzato per equivalente di gruppo ossietilenico presente nel mantello; da questi dati è possibile calcolare il rapporto tra solubilizzato nel mantello e nel centro i cui valori sono riportati in Tabella IV.

TABELLA V

Tensioattivo		$(—CH_2—\overset{n}{CH_2}—O—)$	$a \cdot 10^2$
PEG	2000	47	
	6000	153	$0,575 \pm 0,055$
	10000	227	
Myrj	51	30	
	52	40	1,360
	53	50	
	59	100	

Ci è sembrato inoltre interessante confrontare il valore di *a* dei Myrj con il valore medio di equivalenti di solubilizzato per equivalente di

gruppo ossietilenico calcolato dalle C_{sm} dei PEG (vedi Tabella V). Tale confronto indica che la capacità di ogni unità ossietilenica del mantello delle micelle (Myrj) di legare il principio attivo è molto più elevata di quella delle corrispondenti unità dei PEG.

Si può quindi concludere che le molecole di SA in una micella ideale formata da catene alchiliche e poliossietileniche sono localizzate di preferenza nel centro idrocarburico, mentre il numero totale delle molecole disciolte si distribuisce tra centro e mantello con un rapporto diverso a seconda del peso molecolare e della struttura dell'agente tensioattivo considerato. Questo rapporto inoltre, a parità di centro idrocarburico, aumenta con l'allungarsi della catena poliossietilenica e il centro, rispetto al mantello, solubilizza una quantità maggiore di SA in una micella di un tensioattivo a catena idrofila corta.

A parità di catena poliossietilenica invece il rapporto molare tra SA nel mantello e nel centro diminuisce con l'allungarsi della catena idrofoba e quindi la quantità di SA disciolta nel centro aumenta con il numero di gruppi $—CH_2—$ della catena dell'acido grasso.

Correlazione solubilizzazione-assorbimento di SA

Sono stati presi in considerazione dati reperiti in letteratura relativi all'influenza esercitata sull'assorbimento di SA sia « in vitro » che « in

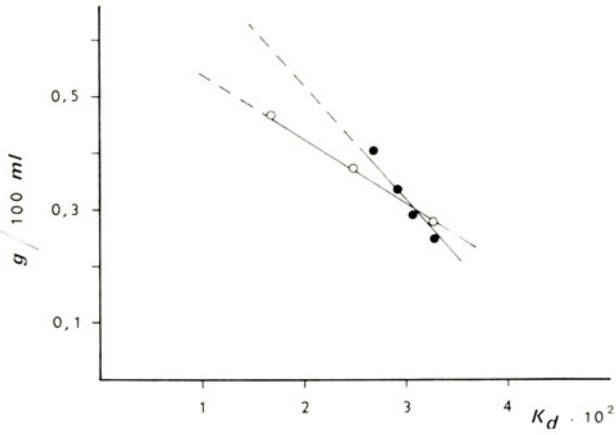


Fig. 2

Relazione fra i dati di solubilità di SA (vedi testo) in presenza di PVP (—●—●—), di Tween 20 (—○—○—) e le costanti di assorbimento calcolate nelle esperienze « in vitro » (5).

vivo » da alcuni dei coadiuvanti usati, al fine di verificare possibili correlazioni con la loro azione solubilizzante.

Lo studio « in vitro » di De Neve (5) era stato condotto a pH 3 con il simulatore di assorbimento Sartorius. Fra i prodotti oggetto di queste ricerche vi erano anche il Tween 20 e il PVP da noi usati. Portando in diagramma i valori di solubilità di SA estrapolati alle stesse concentrazioni dei coadiuvanti usati nelle esperienze « in vitro » contro le K_d riportate in (5) si ottiene una relazione lineare (vedi Fig. n. 2).

I dati « in vivo » ottenuti da Whitworth e Coll. (6) riguardano studi condotti sull'assorbimento di SA in soluzione da parte della Rana pipiens. Queste esperienze, che tendevano a determinare l'effetto di alcuni additivi sull'assorbimento utilizzando la tecnica di immersione, sono state condotte anche con soluzioni contenenti Tween 80, glicole propilenico e PEG 300 e 4000. Riportando in diagramma i valori delle solubilità di SA estrapolati alle stesse concentrazioni utilizzate nelle esperienze « in vivo » per i vari coadiuvanti considerati contro la percentuale di SA assorbito dopo due ore, si ottiene anche in questo caso una relazione lineare (vedi Fig. n. 3).

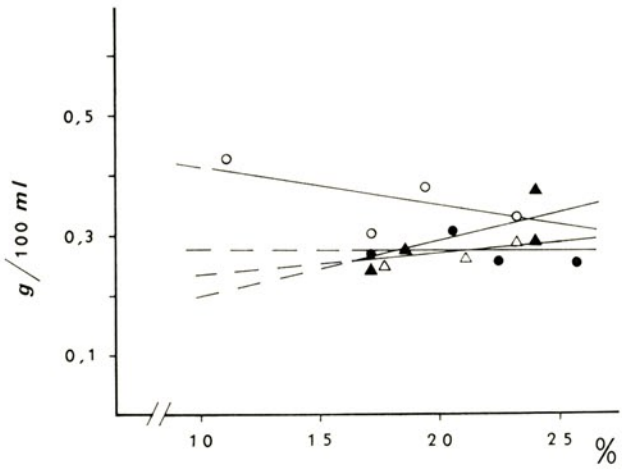


Fig. 3

Relazione fra i dati di solubilità di SA (vedi testo) in presenza di Tween 80 (—○—○—), di glicole propilenico (—●—●—), di PEG 4000 (—△—△—), di PEG 300 (—▲—▲—) e le percentuali di SA assorbito dopo due ore nelle esperienze « in vivo » (6).

I coefficienti di correlazione per le rette ottenute dai dati « in vitro » sono migliori rispetto a quelli delle rette corrispondenti ai dati « in vivo »; d'altra parte si deve tener conto che, mentre col metodo della solubilità, ogni aumento nelle concentrazioni di coadiuvante produce un aumento della solubilità, « in vivo » invece l'assorbimento del principio attivo può subire diverso contributo da parte dei coadiuvanti; è stato riscontrato infatti, ad esempio, che le alte concentrazioni di polisorbato 80 diminuiscono fino ad inibire praticamente l'assorbimento di barbiturici nel Carassius auratus, mentre le basse concentrazioni l'aumentano (7).

Si può quindi concludere che l'esistenza di una buona correlazione tra i valori di solubilità e di assorbimento di SA « in vitro » e « in vivo » permette di ipotizzare che con il metodo basato sulla solubilità si può prevedere con una buona approssimazione l'assorbimento di un principio attivo quando questo venga portato in soluzione con l'ausilio di coadiuvanti.

BIBLIOGRAFIA

(1) Thakkar A. L., Hall N. A., J. Pharm. Sci. *56*, 1121; 1967.
(2) Tadokoro H., J. Polym. Sci. Part. C, *15*, 1; 1966.
(3) Mitchell A. G., Brown K. F., J. Pharm. Pharmacol., *18*, 115; 1966.
(4) Mukerjee P., J. Pharm. Sci., *60*, 1528; 1971.
(5) De Neve R., Acta Pharm. Techn., *S 1*, 45; 1976.
(6) Whitworth C. W., Yantis L. D., J. Pharm. Sci., *56*, 1161; 1967.
(7) Levy G., Miller K. E., Reuning R. H., J. Pharm. Sci., *55*, 394; 1966.

Modena, 21 dicembre 1978.

INDICE DEL VOLUME CIX

Consiglio di Presidenza . . . . . Pag. V

Elenco dei soci . . . . . » VII

Rilevamento dell'anidride solforosa nella città di Modena - anno 1978 » XIII

Processi verbali delle adunanze - anno 1978 . . . . . » XVII

Bilancio della società per l'anno 1978 . . . . . » XVIII

G. Vampa - P. Pecorari - A. Albasini - M. Rinaldi - M. Melegari - S. Losacco — Ricerche su piante officinali nell'appennino Modenese - Piante spontanee . . . . . » XIX

M. Melegari - G. Vampa - M. Rinaldi - P. Pecorari - A. Albasini - A. Bianchi — Ricerche su piante officinali nell'appennino Modenese - II - Olii essenziali di *Lavandula spica L.* e di Lavandini . . » XXXI

F. Minghelli — Realtà produttiva, estetica e naturalistica della foresta » XLV

COMUNICAZIONI

Marco Piccardi — Variazioni morfologiche del neurocranio in relazione alla latitudine . . . . . Pag. 1

G. Aprilesi - M. Menziani - S. Pugnaghi - M. R. Rivasi - G. Saltini - R. Santangelo — Prime esperienze di misure in continua mediante sensori meteorologici . . . . . » 15

F. Martuzzi Veronesi — Resti scheletrici della necropoli di Sperlinga (Ragusa) (VI sec. a.C.) . . . . . » 23

Baraldi P. - Bertoli S. - Fabbri G. - Morselli M. - Nicolini O. — *Determinazione del contenuto in microelementi assimilabili di terreni del bacino del Secchia mediante AAS - Metodi e risultati* . . . . » 39

Pietro Baraldi — Indagine sul contenuto in microelementi scambiabili di terreni del bacino del Panaro . . . . . » 53

Cervi G. - Zanichelli T. — Fossili e minerali presenti nelle argille rosse di alcune località della provincia di Reggio E. (Appennino tosco-Emiliano) . . . . . » 67

Bettelli G. - Bonazzi U. - Fazzini P. — Il « Complesso di Canetolo » nella Toscana meridionale . . . . . » 77

M.T. Bernabei - F. Forni - S. Bellei - R. Cameroni — Influenza di alcuni coadiuvanti sulla solubilità dell'acido salicilico. Correlazione con l'assorbimento . . . . . » 119

Finito di stampare nel mese di novembre 1979
dallo stabilimento poligrafico S.T.E.M.-MUCCHI - MODENA